ISSN 2181 – 8193

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI



ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ



6
2025

Таҳририят ҳайъати раиси:
СИДДИҚОВА С.Ғ. –
Бухоро давлат техника университети ректори
Муовини:
НИЗАМОВ А.Б. –
БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори
Таҳрир ҳайъати:
МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎзМУ)
ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)
НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)
БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби
ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)
ЖАЛИЛОВ Т.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)
ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)
ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)
САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори
ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)
АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), ппрофессор, ЎзРФА УНКИ
АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор
РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор
ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор
ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор
САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор
ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор
ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор
АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор
ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент
ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор
ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор
ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор
БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор
ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАХМУДОВ М.Ж – техника фанлари доктори (DSc), профессор
ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор
ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)
ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
АХМЕДОВ В.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор
РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент
ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор
ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор
ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор
ХАИТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент
ХОЖИЕВ Ш.М. –техника фанлари доктори (DSc), доцент
ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент
ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент
НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент
НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD)**,** доцент

Бош муҳаррир: **ДЎСТОВ Ҳ.Б. –** кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар: **Артикова М.М., Истамова Г.Х.**
Мусаҳҳиҳ: **Баракаева Д.Ф.**

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ
ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:
Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Таҳририят манзили:
200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат техника университети
Тел: 0(365) 223-92-40
Факс: 0(365) 223-78-84
Электрон манзил:
E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианти билан
http://journal.bstu.uz
сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар таҳририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Таҳририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

М У Н Д А Р И Ж А - С О Д Е Р Ж А Н И Е – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Яхяев Н.Ш. Эксплуатация нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами….	**5**
Назаралиева Н. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари……..	**12**
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method…….	**17**
Urinov A.A. Magistral quvurlari himoya qoplamalarini modifikatsiyalashda uglevodorod xomashyosi va bitum piroliz chiqindilarini qo‘llash salohiyati……	**21**
Норбоев О.Н., Улжаев Э. Расчет основного параметра емкостного датчика…….	**25**
Tog‘aymurodov S.Z, Rasulova B.I. Yuklama tokining o‘zgarishini transformatorlarning ichki izolyatsiyasiga bog‘liqligini tekshirish…….	**30**
Berdiyev D.M., Komilova G.M. Shtamp asboblarining termik ishlov berish harorat rejimlarini optimallashtirish……	**34**
Зокирова Д.А. Свободных и вынужденных колебаний на установке - ТМ 155…… . .	**38**
Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X. Metall konstruksiyalar……..	**42**
Shukrullayev J.O., Jo‘rayev X.F. Barabanli quritgichda gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq qilish……..	**51**
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Беккулов Дж.Ш. Адаптивный виртуальный анализатор на основе метода “движущегося окна”, предназначенный для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени, постоянно адаптирующий свой алгоритм работы на основе последних данных…….	**56**
Mahmudov G‘.B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F. Sianlash jarayonida ionselektiv elektrodi usuli yordamida sian konsentratsiyasini o‘lchash aniqligini oshirish……	**63**
Obidov H.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish……	**72**
Tilloeva Sh., Sharipov K. Improvement of the demercaptanization process based on kerosene production technology……	**77**
Jo‘rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoyev E.X. Sintez qilib olingan 1-(defenilamino)butanon-2 ning xromato-mass spektri tahlili……..	**81**
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж. Риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш…….	**85**
Сафаров Ё.Т., Гуро В.П., Расулова С.Н., Рузиев У.Н., Абдуллаев Ф.Р., Асадов А.И. Совершенствование технологии получения высокочистого вольфрамового ангидрида……	**90**
Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F. Neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish uchun tarkibi yaxshilangan kislota eritmasini olish……	**95**
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Этил спирти куб қолдиғи сивуш мойи асосида дизел ёқилғилари учун мойловчи ва едирилишга қарши присадкаларни олиш……	**100**
Panoyev E.R., Do‘stov H.B., Nurnazirova G.D. Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi mazut xomashyosining fizik – kimyoviy tahlili va undan moy va koks olish jarayonini tahlil qilish……	**107**
Soatov B.Sh., Xasanov A.S., Hakimov K.J., Muhammadiyev E.M. Xondiza polimetall ma’danlarining kollektiv-selektiv flotatsiyasini optimallashtirish va mis boyitmasini ajratib olishning samaradorligini oshirish	**113**
Ниёзов С.А., Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Махмудов.Р.А., Худойбердиев Ф.И. Калий хлориди ва натрий гипохлорит конверсияси асосида калий хлоратини олиш……..……	**119**
Savriyev M.S., Do‘stov H.B., Tilloyev L.I. Unconverted oil (uco) ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida tahlil qilish……	**127**

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Qo‘ziyev Z.E. Quyosh fotoelektr panellarining asosiy parametrlarini tahlili va modellari…….	**134**
Tovboyev A.N., Tog‘ayev I.B. Konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta’sirini baholash texnologiyalari..	**139**
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorlikka ta’sir etuvchi omillar va energiya samaradorlikni oshirish imkoniyatlari……	**146**
Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации ……	**150**
Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б. Механизм влияния низкочастотного электрического поля на процесс сушки плодов (обзор)……	**157**
Ахмедов Х.И. Комплексное исследование химического состава, морфологии и эксплуатационных характеристик белых высокохромистых чугунов……..	**161**
Sayfiddinov Q.E. Ikki rotorli shamol turbinasini matlab/simulink tizimida modellashtirish va optimal parametrlarini aniqlash……	**168**
Tovboyev A.N. Elektr tarmoqlarida ko‘ndalang kompensatsiya tizimining funksional tahlili.....	**174**
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges konussimon havzasining maqbul konstruksiyasini asoslash orqali energiya samaradorligini oshirish……	**180**
Maxmudov B.M. Key factors in selecting drying process parameters and their impact on product quality and energy efficiency……..	**189**
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Тураев Х.С. Повышение надёжности и безопасности сложных технологических процессов с использованием принципов условной обратной связи……..	**196**
Sobirov M.N. Intelektual qurilmalarning internet tarmog‘i (internet of things) ga asoslangan oziq - ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarining umumiy modelini ishlab chiqish...	**204**
Sultonov S. Mathematical modeling of the output power of a mobile power plant with a garland turbine……..	**212**
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo‘llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish……...	**218**
Абдуллаева Г.У., Курбанов М.Т. Влияние лекарственных растений и их смеси на микро-биологические показатели комбикормов при хранении……..	**226**
Sharipov N.Z., Qo‘ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini ultratovushli maydonida jadallashtirish……	**232**
Kuliyeva N.G‘., Sharipov N.Z. Qovoq mag‘zini quritish jarayonini ultratovush ta’sirida jadallashtirishning nazariy asoslari……	**236**
Кабулов Н.А., Сабиров У.К., Окилов А.К. Машинное зрение для автоматизации контроля качества продукции……..	**242**
Садуллаев С.Х., Шахриддинов Ф.Ф. Сравнительный анализ аминокислотного состава белков, полученных из местного зерна тритикале для помола хлебопекарной муки……	**245**
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Темирова Г.И. Табиий мўйна хом ашёсининг физик-механик хусусиятларини иқтисодий харажатларга таъсирларини ўрганиш усуллари……	**253**
Темирова Г.И. Аёллар устки кийими тайёрлашда фойдаланиладиган табиий мўйна пакетининг физик-механик хоссалари……	**259**

Uzoqova L.P. Tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki poyabzallarning shaklbardoshligini oshirish uchun shakllantirish rejimlarini ilmiy asoslash……	**264**
Mirzaboyev J.B. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida olingan ip sifat ko'rsatkichlarini tahlili……	**269**
To'xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O'smirlar modasi talablari asosida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko'rsatkichlarini baholash……	**275**
Azimova G.A., Kadirova D.N. Jun aralash tarkibli kiyimbop to'qimalarning texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi……..	**281**
Gaybullayeva N.Z. Zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun innovatsion matolarning xususiyatlari va qo'llanilishi……	**285**
Abduraxmanova F.A. Bikr qobiq yordamida poyabzal maketini barpo etish usullari……..	**291**
Uzoqova L.P. Poyabzal ishlab chiqarishda bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirining ilmiy tahlili……	**296**
Ихтиярова Г.А., Рахматова Г.Н., Асадова С.С. Исследования техники мокрого валяния - нунофелтинг на различных шелковых тканях.....	**301**
Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Модульное проектирование одежды как основа ресурсосбережения……	**306**
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Ikki qatlamli ko'ylakbop matoning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uslublari……	**315**
Kadirova D.N., Azimova G.A. Kiyimbop to'qimalarning tolaviy tarkibini aniqlash……..	**320**
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш……..	**324**
Xodjayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyim yaratishda o'tkazilgan tajribalarni matematik rejalashtirish va ratsional qiymatlarini aniqlash……...	**329**
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Turli o'rilishli ikki qatlamli ko'ylakbop matolar olish texnologiyasini ishlab chiqish……	**336**
Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А. Ипларнинг узиш кучини аниқлаш усулини такомиллаштириш……	**342**
Turdiyev B.E. Chigit shikastlanishini kamaytirish tajriba-sinov natijalari……	**345**
Avezov M.F., Kuliyeva D.R. Yengil sanoat sohasida bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-asosiy tahlili……	**350**
Musayev S.S., Qodirov T.J. Maxsus poyabzal tagligi uchun etilen propilen kauchuk va polipropilen asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xossalarini tadqiq etish……	**353**
Muxammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imlari shikastlangan bemorlar uchun ilmiy asoslangan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqish……	**360**
Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O. Paxta tozalash mashinasini yangi konstruktsiyasini ishlab chiqish……	**365**
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Burxonov Z.A. Kutubxonada ish jarayonida avtomatlashtirilgan intellektual dezinfeksiyalovchi qurilmani ishlab chiqish……	**372**
Xolova Sh.A. Effectiveness of implementing internet of things devices in occupational safety: real time monitoring approach……	**377**
Мухамедбаев Аг.А. Легкий пористый заполнитель автоклавного генезиса……....	**381**
Gadoeva O.P. Bazalt asosidagi yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalari…..	**388**
ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ	
Xaitov R.A., Axmedova M.B., G'ulomov I.G'. Ikkilamchi xomashyolaridan foydalanib ekologik toza qurilish materiallari ishlab chiqarish ……	**394**

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S. O‘simlik xomashyolaridan foydalanib ekologik toza mahsulot yetishtirish usullari……..…….	**399**
Pirimov R.R., Juraqulov A.X. Buxoro viloyati hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari……..	**403**
Yunusova G. R., Nabiyev A.A., Ro‘ziyev I.X. Chiqindi suvlar tarkibidagi AL, GA, TL ionlarini aniqlash usullari…….	**411**
Yaminov F.F., Obidov H.O. Oltingugurt-ishqorli oqova suvlarni tozalashning kimyoviy va kompleks usullari……	**417**

УДК 622.06

ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ

Яхяев Н.Ш.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *С учетом растущего внутреннего спроса в стране осуществляется последовательное развитие энергической отрасли. Благодаря зарубежным визитам главы государства и бизнес-формам, организованным в их рамках, реализуется целый ряд перспективных проектов. В частности, достигнуто соглашение с азербайджанской компанией SOCAR о поисках и добыче нефти на месторождениях Устюртского региона. Предусмотрена совместная геологоразведочная работа на перспективных участках.*

Ключевые слова: *ароматических, смолистое, асфальтеновых, гравелитов, сеноманского, сверхвязкой, высоковязкие, парафины, изопарафины, церезинов.*

MURAKKAB MAYDONLARDAGI NEFT KONLARINI ISHLATISH

Yaxyayev N.Sh.

Buxoro davlat taxnika universiteti.

Annotatsiya. *O‘sib borayotgan ichki talabni hisobga olgan holda, mamlakatda energetika sanoati izchil rivojlanmoqda. Davlatimiz rahbarining xorijiy tashriflari va ular doirasida tashkil etilgan biznes -forumlar tufayli qator istiqbolli loyihalar amalga oshirilmoqda. Xususan, Ozarbayjonning SOCAR kompaniyasi bilan Ustyurt viloyati konlarida neft qidirish va qazib olish bo‘yicha kelishuvga erishildi. Istiqbolli hududlarda qo‘shma qidiruv ishlari rejalashtirilgan.*

Kalit so‘zlar: *aramatik, bitumli, asfaltenli, gravilit, senoman, yuqori qovushqoqli, qovushqoqli, parafinlar, izoparafin, serezin.*

EXPLOITATION OF OIL FIELDS WITH HARD-TO-RECOVER RESERVES

Yakhyayev N.Sh.

Bukhara state technical university.

Annotation. *Taking into account the growing domestic demand, the country is consistently developing the energy industry. Thanks to the foreign visits of the head of state and the business forms organized within their framework, a number of promising projects are being implemented. In particular, an agreement was reached with the Azerbaijani company SOCAR on oil exploration and production in the fields of the Ustyurt region. Joint exploration work is planned in promising areas.*

Key words: *aromatic, resinous, asphaltene, gravellite, cenomanian, extra-viscous, high-viscosity, paraffins, isoparaffins, ceresins.*

Введение. Узбекистан, страна, находящаяся на перекрестке Европы и Азии, в последние годы активно развивает свой энергетический сектор, в том числе нефтегазовую отрасль. Нефтегазовой отрасли Узбекистана более 100 лет, и она является одной из старейших в мире. Она берет свое начало с конца XIX века, когда была начата промышленная разработка нефтяных залежей в Ферганской долине. Хотя еще в средние века на территории современного Узбекистана было известно о естественных выходах нефти на дневную поверхность, которую добывали и использовали в различных целях. Устюртский регион, который геологически относится к Туранской плите, – это полупустынное плато в Центральной Азии, расположенное между Каспийским морем на западе и Аральским морем на востоке, включая бывшую акваторию Аральского моря. В западной ее части расположен Казахстан, а в восточной – Узбекистан

Решаемой проблемы и вопроса. В настоящее время на территории Узбекистана известно пять нефтегазоносных регионов с доказанной продуктивностью - Устюртский, Бухаро-Хивинский, Юго-Западно-Гиссарский, Сурхандарьинский и Ферганский.

Плато Устюрт представляет собой плоскую, малорасчлененную равнину, расположенную в пределах абсолютных высот 150-260 м. Широкий и плоский вал, являющийся продолжением мангышлакских возвышенностей, называемый Карабаурским, занимает центральную часть Устюрта и протягивается на 200 км. К северу от Карабаура находится крупная впадина Барсакельмес. Южнее Карабаура расположена впадина

Ассакеаудан, постепенно сочленяющаяся с Туаркырской зоной поднятий. На севере Устюрта расположены Косбулакская и Самская впадины, которые к югу граничат с зоной Актумсукского поднятия, сочленяющегося на юге с Барсакельмесским прогибом.

Вся поверхность плато Устюрт сложена преимущественно морскими неогеновыми (сарматскими) карбонатными породами. С начала своего континентального развития эта территория не подвергалась воздействию водотоков, пустынная обстановка с резко выраженным субаэральным режимом слабо сказалась на формировании рельефа. Наибольшие изменения первоначального характера рельефа выразились в создании плоских и неглубоких бессточных впадин типа Барсакельмес, Ассакеаудан, Сарыкамыш, относительная глубина которых составляет 50-100 м

В их пределах по состоянию нынешний годах открыто более 295 месторождения углеводородного сырья. Из них: в Устюртском регионе - 22 месторождения; в Бухаро-Хивинском регионе - 178; в Юго-Западно-Гиссарском регионе - 18; в Сурхандарьинском регионе - 14; в Ферганском регионе - 32.

Бухаро-Хивинском регионе открыт новые месторождение высоковязкие нефти и битума «Янги Узбекистан». С запасом битумной нефти месторождения «Янги Узбекистан» оцениваются в размере около 100 млн тонн. Максимальный годовой уровень добычи битумной нефти прогнозируется в размере 1 млн тонн к за год. Для обеспечения уровня добычи битумной нефти запланировано бурение 1500 скважин в год.

Успехи геологоразведочной службы в Устюртском регионе стали основой для постепенного наращивания ежегодной добычи УВ, которая достигла своего максимального значения в 7,506 млн. т у. т. в 2020 г

Эксперимент и анализ полученных результатов. Для изучение и оценивание характеристики месторождения первой поисковой бурение скважины было начато в мае 2021 года. Буровые работы проводятся на границе Самаркандской и Навоийской областей, глубина оценочно-эксплуатационных скважин составляет от 400 до 750 метров. В ходе бурения были вскрыты пласты гравелитов и песчаников альбского, сеноманского и туронского возрастов. Все имеющие флюидов вище сказанном, пластах оказались насыщены нефтью, сверхвязкой нефтью и битумом.

Всего за период с 1999 по 2021 гг. в Устюртском регионе открыто 20 месторождений УВ. Начальные запасы этих месторождений по состоянию на 01.01.2022 г. составили более 520 млн. т у. т. или 81,9% от общих запасов по Устюртскому региону. В целом по величине запасов УВ месторождения разделились следующим образом: четыре крупных месторождения (Бердак-Шимолий Бердак, Шаркий Бердак, Сургил и Арслан) с долей запасов УВ в количестве 74,9% (389,4 млн. т у. т.) от суммарных по Устюртскому региону, четыре средних (Дали, Тиллали, Инам, Куйи Сургиль) с долей запасов УВ в количестве 14,7% (76,5 млн. т у. т.) и 12 мелких месторождений (Джел, Шагырлык, Сайхун, Арал, Западный Арал, Шеге, Кызыл-Шалы, Бескала, Аралык, Кушкаир, Западный Куйи Сургиль, Куйи Шаркий Бердах) с долей запасов УВ в количестве 10,4% (54,0 млн. т у. т.). Накопленная добыча (по состоянию на 01.01.2022 г.) в объеме 66,6 млн т у. т или 49,5% от суммарной по региону (134,6 млн. т у. т.) числилась за крупными месторождениями. Доля накопленной добычи Устюртского региона от республиканской на тот период составляла 4,1% [1].

Сверхтяжёлые высоковязкие нефти и природные битумы рассматриваются сегодня как важный дополнительный источник углеводородов в мире. Их разведанные ресурсы сопоставимы, а по некоторым оценкам даже превышают запасы традиционных лёгких нефтей. Сверхвязкие нефти характеризуются аномально высокой плотностью (920–1000 кг/м^3) и вязкостью (десятки тысяч мПа·с), повышенным содержанием смол, асфальтенов, серы и металлов. Эти свойства осложняют добычу, транспортировку и переработку таких нефтей, требуя применения специальных технологий.

По стратиграфическим комплексам запасы УВ располагались следующим образом: в отложениях верхней юры - 26,1%, в отложениях средней юры - 59,6%, в отложениях нижней юры - 14,2% и в отложениях палеозоя - лишь 0,1%. (Рис.2.) На третьем этапе (1999-2021 гг.) долевое участие стратиграфических комплексов в накопленной добыче УВ составляло: из верхнеюрских отложений – 61,6%; из среднеюрских отложений – 35,6%, из нижнеюрских отложений – 2,7% и из палеозойских отложений – 0,1%.

Опытная эксплуатация Ярегского месторождения была начата в 1935 г. с дневной поверхности скважинами, расположенными по сетке 75 × 100 м. Однако из-за низкого (не более 2%) коэффициента нефтеотдачи с 1939 г. были вынуждены перейти к шахтной технологии с бурением технологических (рабочих) скважин через 15—25 м из подземных горных выработок. В результате извлечение высоковязкой нефти повысилось лишь на 4%.

Дальнейший опыт промышленной эксплуатации с помощью шахтной дренажно-скважинной технологии показал, что коэффициент нефтеотдачи продуктивного пласта оказался довольно низким. Поэтому в последующей истории разработки Ярегского месторождения нефти вязкостью (12,5—15,3) · 103 МПа · с дополнительно были применены различные инновационные способы интенсификации с различной величиной достигаемой нефтеотдачи (Табл. 1).

Таблица 1.

Основные показатели различных способов разработки месторождения

Способ разработки	Время применения, гг.	Расстояние между сква жинами, м	Средняя величина нефтеотдачи, %
Скважинами с дневной поверхности	1935—1944	75—100	1,8
Дренажный шахтный на естественном режиме	1939—1974	12—25	6
Термошахтный	1968—2008	10—20	50—55
Термоэлектроскважинный*	2003—2008	15—20	65—78
Открытый способ*	2007	-	80
Скважинно_открытый способ*	2008	25—50	90
Термооткрытый способ*	2008	20—35	98

В целом, способы подземной добычи природных битумов можно подразделить на рудные и шахтно-скважинные. При рудном способе насыщенная битумом горная порода извлекается на дневную поверхность. Впоследствии в заводских условиях битум экстрагируется растворителями, паром или горячей водой (зачастую — с добавкой поверхностно-активных веществ). В частности, в Татарстане такой способ более 40 лет использовался на Шугуровском месторождении при добыче битумов из битумоносных песчаников. При шахтно-скважинном способе добычу углеводородного сырья осуществляют с помощью системы горных выработок, сооруженных в битумоносном пласте и пробуренных из них нефтесобирающих скважин.

Тяжелые нефти и природные битумы характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смолисто-асфальтеновых веществ, высокой концентрацией металлов и сернистых соединений, высокими значениями плотности и вязкости. Газы, содержащиеся в нефти, понижают её вязкость. Однако большое содержание газов повышает упругость паров нефти, и требуются дорогостоящие мероприятия по предотвращению потерь от испарения.

Твердые парафины и церезины хорошо растворяются в нефти, образуя истинные молекулярные растворы, причем с уменьшением температуры плавления парафина растворимость его в нефти возрастает.



Рис.1. Группировка основных факторов, определяющих эффективность шахтного освоения месторождений высоковязкой нефти.

В таблице 2 приводятся некоторые сведения о свойсвах нефти месторождений Узбекистана. На структурно механические свойства и вязкость нефти огромное влияние оказывают твердые парафины. Твердый, чистый парафин представляет собой белую кристаллическую массу, не растворимую в воде, но хорошо растворимую в бензоле. Температура плавления индивидуальных твердых парафинов лежит в пределах 22-85°*С*. смеси твердых углеводородов, имеющие довольно высокую молекулярную массу и включающие в себя в преобладающих количествах высококипящие кристаллические углеводороды, в том числе нафтеновые ароматические и изопарафины, получили название церезинов с температурой плавления 65-90°*С* [2].

Месторождения «Янги Узбекистан» характеризуется экстремально высокой вязкостью и плотностью. По лабораторным данным, её динамическая вязкость достигает около 138 000 мПа·с при 50 °C, а при пластовых температурах (~20–30°C) возрастает до миллионов мПа·с, что фактически соответствует неподвижному битуму. Плотность нефти варьирует в пределах 0,98–1,0 г/см³. Групповой состав отличается низким содержанием лёгких фракций (насыщенные углеводороды ~9%, ароматические ~24%) и высоким содержанием смол и асфальтенов (в сумме около 67%).

Таблица 2.

Физико-химические свойства нефти

Месторождение	Плотность кг/м³	Температура застывания, °С	Содержание компонентов, %				
			Сера	Асфальтины	Кокс	Парафин	Смолы силикагелевые
Кокдумалак	873	-10	2,09	2,90	7,4	3,8	4,68
Северный Уртабулак	877	-18	3,25	2,30	4,90	5,7	10,30
Крук	868	-19	1,25	0,25	3,60	8,0	9,60
Южный Аламышик	849	+5	-	0,58	2,50	21,3	10,30
Андижан	858	+7	0,26	1,50	4,37	13,4	8,60
Амударья	998	+24	9,30	4,90	8,90	6,6	59,20
Ляльмикар	958	+18	3,60	9,80	3,25	2,2	27,80
Коштар	937	+28	8,10	4,80	5,03	6,2	23,90
Кокайты	954	+17	4,25	8,80	4,76	1,4	30,90
Миршади	961	+4	3,40	8,35	13,83	7,8	38,69
Варык	869	+10	-	0,96	3,12	12,3	14,00
Ханкыз	894	+20	-	2,08	5,29	11,5	17,60
Северный Сох	847	+6	0,08	0,62	3,54	4,4	13,50

Массовая доля серы достигает 8–8,5%, азота — около 2,5%, кислорода — ~2%. Эти показатели указывают на глубокую деградацию органического вещества и подтверждают принадлежность к природным битумам. Дополнительным осложняющим фактором является высокая обводнённость скважинной продукции (98–99%) [3].

Мировые ресурсы тяжелых и битуминозных нефтей значительно превышают запасы легких нефтей и оцениваются в количестве 750 млрд тонн. Наиболее крупными запасами располагают Канада (386 млрд тонн, из которых 25 млрд тонн извлекаемые) и Венесуэла (335 млрд тонн, из них 70 млрд тонн извлекаемые), значительные запасы также имеют Мексика, США, Россия, Кувейт и Китай. Вопрос освоения ресурсов таких нефтей особенно актуален сейчас, в связи со снижением в последнее время объемов прироста запасов кондиционных нефтей.

Тяжелые нефти и природные битумы характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смолисто-асфальтеновых веществ, высокой концентрацией металлов и сернистых соединений, высокими значениями плотности и вязкости, повышенной коксуемостью, что приводит к высокой себестоимости добычи, практически невозможной транспортировке по существующим нефтепроводам и нерентабельной, по классическим схемам, нефтепереработке [4].

Добыча тяжелых высоковязких нефтей при помощи технологий для обычных нефтей ведет к низкой нефтеотдаче и потере ценных попутных компонентов, что оборачивается недополученной прибылью и наносит вред экологии. Доведение исходного сырья до требуемого качества достигается разбавлением более легкой нефтью или переработкой до получения так называемой синтетической нефти. Иногда для транспортировки тяжелых высоковязких нефтей строятся специальные трубопроводы с подогревом, что также увеличивает издержки производства.

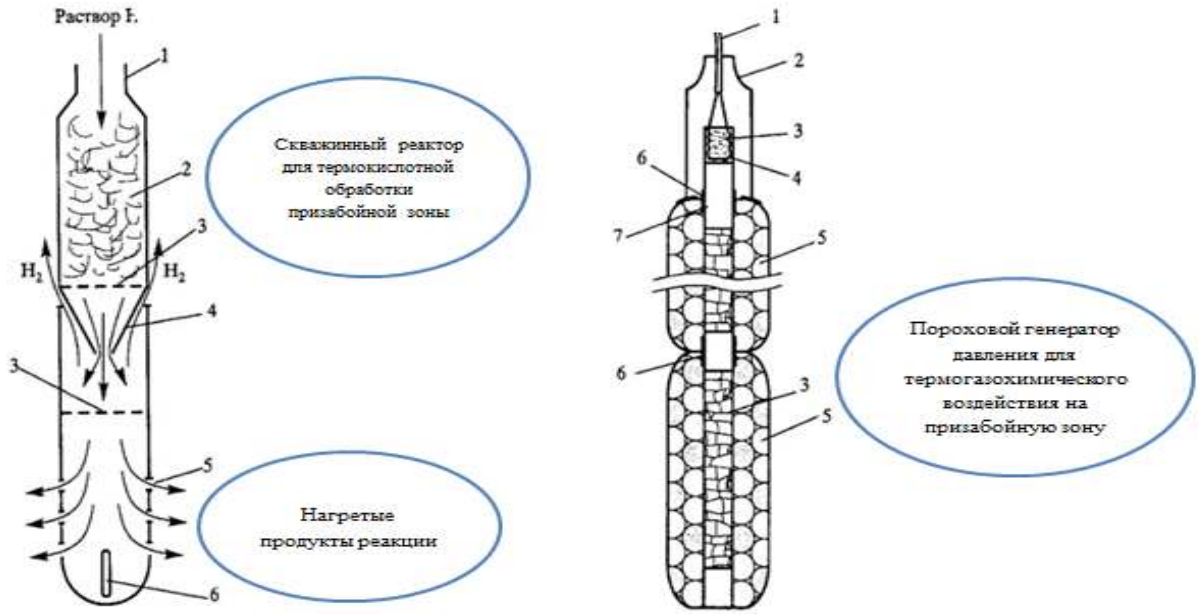


Рис.2. Комбинированные методы воздействия на призабойной зону пласт

Ввиду высокой вязкости, месторождение станет одним из самых высокотехнологичных не только в Республике Узбекистан, но и в регионе Центральной Азии. Для добычи углеводородов компанией SEG к проекту уже привлечен ряд международных нефтесервисных компаний. SEG– нефтегазовая компания, на долю которой приходится около 80% добычи нефти в Республике Узбекистан. Общий объем добычи в 2021 году составил 498,9 тыс. т. нефти. Газа – 401 млн. м3. За 2021 год компанией на внутреннем рынке реализовано свыше 285 тыс. тонн дизтоплива и более 209 тыс. тонн автобензина различных марок. В компании работают свыше 3300 сотрудников. Производственные цеха расположены в г. Карши, г. Мубарек и г. Андижан.

Продукцией нефтяных скважин на начальной стадии освоения месторождения являются нефть и попутный нефтяной газ (нефтяной газ). По мере увеличения срока разработки месторождения нефть обводняется минерализованной, в основном хлористыми солями, водой. В результате продукцией нефтяных скважин становятся водонефтяная эмульсия (ВНЭ) и нефтяной газ.

Вместе с нефтью из скважин на поверхность выносятся и механические примеси. Их количество в общей массе добываемой нефти незначительно — в среднем не более 0,1 % масс. Но, так как диаметр механических примесей редко превышает 10
мкм, их поверхность контакта с добываемой нефтью оказывается чрезвычайно большой. Это обстоятельство на промыслах часто отрицательно влияет на технологический процесс подготовки нефти. Кроме этого, в добываемой продукции содержатся и такие вещества, как хлорорганические соединения, метил и этилмеркаптаны, сероводород и др., при контакте с которыми нефтепромысловое сероводород и др., при контакте с которыми нефтепромысловое оборудование подвергается коррозионному износу с последующими отрицательными технологическими, экономическими и экологическими последствиями. Поэтому в процессе сбора, транспорта и подготовки нефти на промыслах применяют технологии по снижению или предотвращению коррозионного разрушения нефтепромыслового оборудования, являющие ся одним из основных факторов снижения вредного воздействия на окружающую среду и стабильного ведения целенаправленных технологий разделения продукции скважин на составляющие фазы: нефть, минерализованную воду, нефтяной газ и при необходимости механические примеси и соли. При этом каждая из фаз должна отвечать отраслевым требованиям.

Экономически целесообразной и возможной добыча тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов представляется только благодаря развитию и применению эффективных технологий их переработки с получением товарных нефтепродуктов с высоким отличием рыночной цены от себестоимости. Что позволит окупить дорогостоящие технологии их добычи, многократно превышающие аналогичные затраты при добычи кондиционных нефтей.

Разработка и внедрение новой технологии разработки высоковязких нефтей и природных битумов - проблема довольно узкая и, наверное, эта технология последние 15 лет развивается интенсивно. Сегодня запасы катастрофически уменьшаются и увеличиваются запасы высоковязких нефтей и природных битумов. Кроме того, огромные запасы разных нетрадиционных углеводородов, таких как сланцевая нефть, так называемая "недозрелая нефть" в том числе и матричная нефть, т.е существует масса видов нефти, которая сегодня не разрабатывается. В основном они залегают в так называемых слабопроницаемых коллекторах.

Сегодня используют такие особенные методы как методы с катализаторами это фактически подземное облагораживание или подземная частичная нефтепереработка прямо в пласте. Добыча таким методом тоже существует и развивается и, конечно, они найдут свое применение. Ритэк применяет термогазовый метод. Лабораторные испытания показали, что при температуре 350 градусов и давлении 200 атмосфер из одного кубического метра породы можно получить до 80 литров нефти и 60 кубометров газа.

Механизм заключается в том, что в вертикальную нагнетательную скважину поступает водовоздушная смесь, начинается окислительный процессы и температура повышается. В результате чего вода испаряется и переходит в пар, образуется нефтяной вал, который вытесняет нефть и образующиеся газы в добывающей вертикальной скважине [5].

Существует несколько разновидностей внутрипластового горения: это сухое, влажное и сверхвлажное, которое отличается количеством закачиваемой воды.

Сухое горение более высокотемпературное, однако влажное считается лучшим, так как происходит более эффективное распределение тепла, которое позволяет увеличить скорость продвижения фронта горения, снизить расход воздуха, а также уменьшить концентрацию сжигаемой нефти в пласте.

Вывод. Сегодня даже при разработке месторождений не хватает девонской нефти, чтобы разбавлять эти битумы и закачивать их в трубу. Уже некоторые компании не принимают нефтепродукты с вязкостью больше определенного уровня. Будет создаваться некоторый реактор, модель которого уже существует. Также есть и лаборатория при нем. Сейчас не представляется, возможно, видеть, как все это движется и происходит. На первых порах основа для создания лаборатории уже есть. Анализ динамики прироста запасов УВ-сырья в пределах Устюртского региона свидетельствует о том, что основной их положительный скачок приходится на годы, когда осуществлялась разведка или окончательный подсчет запасов на крупных по запасам УВ месторождениях: Устюртского региона прирост запасов на крупных по запасам УВ таких как (Шахпахты, Урга, Сургил, Шаркий Бердак, Бердак-Шимолий Бердак и Арслан) составляет 77,1%. Аналогично выглядит и динамика добычи УВ-сырья, которая напрямую зависит от величины по запасам УВ-месторождений, находящихся в разработке. Здесь отмечены четыре разновеликих пика роста показателя добычи УВ за весь период разработки месторождений Устюртского региона.

Библиографические ссылки:

1. Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйдельнант Н.К. Месторождения нефти и газа Республики Узбекистан. - Ташкент, Изд-во «Zamin Nashr», 2019. - 820 с.
2. Сорокин А.В., Сорокин В.Д. Исследование процесса изменчивости физико-химических свойств пластовой нефти при разработке месторождений Западной Сибири. – Тюмень: Вектор–Бук, 2004. – 237 с.

3. Чуйкина Д.И., Серебренникова О.В., Стасьева Л.А., Фореро Р. Асеведо. Изучение влияния нефтевытесняющих композиций на состав и свойства высокопарафинистых нефтей // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 3. – С. 121–124.
4. Жумаев К.К., Туракулова М.К. Методы разработки высоковязкой нефти// "Теория и практика современной науки" №3(45) 2019. -С. 126-129.
5. Чуйкина Д.И., Серебренникова О.В., И.В. Русских, Е.В. Гулая, Л.Д. Стахина, П.Б. Кадычагов. Влияние нефтевытесняющих композиций на распределение углеводородов в системе нефть–водная фаза в лабораторных испытаниях // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 3. – С. 171–174.

Яхяев Нодир Шарифович – Доцент кафедры «Нефтегазовое дело» Бухарского государственного технического университета. Тел(+99891) 444-19-86 Email: yansh007@mail.ru

ДЕЗОДОРАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИ ГИДРОДИНАМИКАСИНИ ЯХШИЛАШДА СЕКЦИЯЛАРГА АЖРАТИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Назаралиева Н.

Наманган давлат техника университети.

Аннотация. *Мазкур мақолада сузувчи насадкалар иштирокида пахта мойини дезодорациялаш жараёнининг математик модели ишлаб чиқилган. Моделлаштиришда MatLab Simulink дастури ёрдамида мойдаги ва буғдаги енгил учувчан компонентларнинг вақт давомида концентрацияси ҳамда ҳарорати қандай ўзгариши таҳлил қилинди. Жараённи чуқурроқ ўрганиш учун асосий математик тенгламалар ва уларнинг амалий қўлланилиши келтирилди. Олинган натижалар асосида дезодорациялаш жараёнининг оптимал параметрларини аниқлаш имконияти яратилган.*

Калит сузлар: *дезодорациялаш, сузувчи насадка, математик модель, енгил учувчан компонентлар, буғ сарфи, модда алмашиниш жараёни, сув буғи, инерт газ, контакт юза, пахта мойи.*

PROSPECTS OF SECTIONING IN IMPROVING THE HYDRODYNAMICS OF THE DEODORATION PROCESS

Nazaralieva N.

Namangan state technical university.

Abstract. *This article presents the development of a mathematical model for the deodoration process of cottonseed oil using floating nozzles. The modeling was carried out using the MATLAB Simulink software, which allowed for the analysis of the time-dependent changes in the concentration and temperature of light volatile components in both liquid and vapor phases. Fundamental mathematical equations and their practical applications are provided. Based on the results, the optimal process parameters for the deodoration system were determined.*

Keywords: *deodoration, floating nozzle, mathematical model, light volatile components steam consumption, mass transfer, process, water steam, inert gas, contact surface, cottonseed oil.*

ПЕРСПЕКТИВЫ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ В УЛУЧШЕНИИ ГИДРОДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ДЕЗОДОРАЦИИ

Назаралиева Н.

Наманганский государственный технический университет.

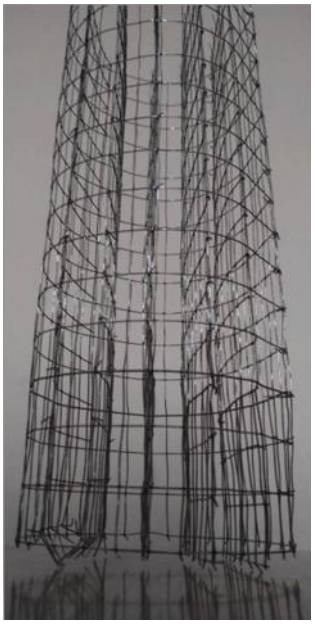
Аннотация. *В данной статье разработана математическая модель процесса дезодорации хлопкового масла с использованием плавающих насадок. В ходе моделирования с помощью программы MatLab Simulink проведен анализ изменения концентрации и температуры летучих компонентов в масле и пшенице во времени. Для более глубокого изучения процесса приведены основные математические уравнения и их практическое применение. На основании полученных результатов удалось определить оптимальные параметры процесса дезодорации.*

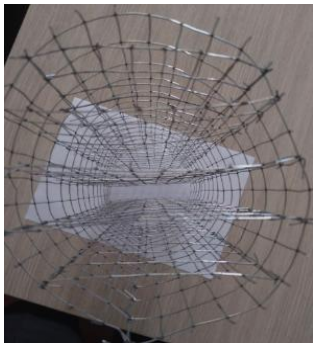
Ключевые слова: *дезодорация, плавающая насадка, математическая модель, легкие летучие компоненты, расход пара, процесс массообмена, водяной пар, инертный газ, поверхность контакта, хлопковое масло.*

Дезодорация қурилмаларининг гидродинамик иш режимлари асосан қурилманинг тўла кўндаланг кесим юзасига ва ушбу юзанинг газ билан эгалланган қисмидаги буғнинг сарфига, мой қатламидан кўтарилаётган сув буғи пуфакчаларининг ўлчамлари ва тезлигига ҳамда буғ-мой аралашмасидаги буғ фазасининг улушига боғлиқ бўлади.

Дезодорация жараёнида кечадиган иссиқлик ва модда алмашиниш ҳодисаларини тадқиқ этиш бўйича ўтказилган лаборатория тажрибаларида барботаж қилинадиган суюқлик сифатида ичимлик суви ва пахта мойи, газ сифатида эса ҳаво, кислород, инерт газ ва сув буғидан фойдаланилади. Тажрибаларда буғ сарфи, ҳосил бўлаётган буғ пуфакчалари ўлчами ва буғ-суюқлик фазалари чегарасидаги контакт юза катталиги ўртасидаги боғланишларга эътибор берилади.

Дезодораторга юкланган сузувчи ёғоч насадкалар ва очиқ усулда берилаётган сув буғи қурилмадаги мой қатламининг интенсив аралашувини таъминлайди ва мойни ўта қизиб кетиш ҳолатининг олдини олади. Насадкалар ҳаракати натижасида шаклланган майда буғ пуфакчаларини суюқлик қатламидан кўтарилиши пайтида мой билан “буғ-мойли кўпик” ҳолатидаги аралашма ҳосил қилади. Бу пайтда фазаларнинг интенсив тўқнашуви сабабли учувчан моддалар мой томчисидан аралашма кўпиги юзасига диффузияланади. Натижада дезодорация жараёни жадаллашиб, уни амалга ошириш шароити яхшиланади.





1-расм. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини ўрганиш учун колоннани секцияларга ажратиш схемаси

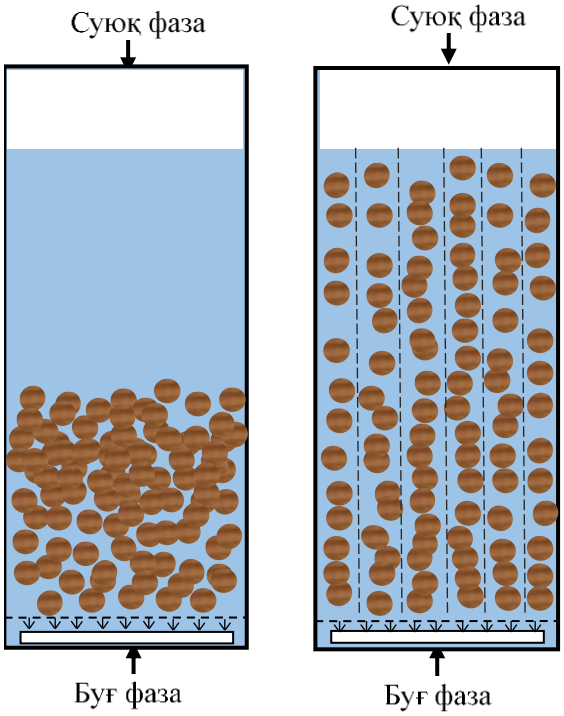
Биз томондан тажрибаларда қўлланилган сузувчи насадкалар калифорния, тут ва ёнғоқ дарахти ёғочидан тайёрланди. Насадкалар ўрта зичликдаги ва қаттиқликдаги ёғоч турларига тегишли. Ёғоч таркибидаги органик моддалар асосан углерод, водород, кислород ва айрим азот моддаларини ўз ичига олади. Ҳар хил турдаги ёғочларнинг элементар кимёвий таркиби деярли бир-бирига яқин. Ўртача мутлақо қуруқ ёғоч, турларидан қатъий назар, 49,5% углерод, 44,2% кислород (азот билан) ва 6,3% водородни ўз ичига олади. Ёғочдаги азот тахминан 0,12% ни ташкил қилади.

Ёғоч насадкалар ўзига мой ютиш хусусияти билан ажралиб туради. Шу сабабдан, бирламчи тартибда ўтказилган тажрибаларда ёғоч насадкаларнинг ўзига мой ютиш даражаси ҳам ўрганилди. Бунинг учун қарағай дарахтининг турлича қисмларидан тайёрланган ёғоч насадкалар ичидан ўн донаси ажратиб олинди ва улар бирдан ўнгача тартибда рақамланди. Дастлаб хар бир насадканинг қуруқ ҳолатдаги вазни аналитик тарозида тортиб аниқланди, сўнгра 48 соат давомида улар экстракцион мойда ботирилган ҳолатда ушлаб турилди. Шундан кейин мойга бўктирилган хар бир насадка силқитилиб, аналитик тарозида қайтадан тортиш йўли билан уларнинг мойли вазни аниқланди.

Шундан сўнг насадкали цилиндрик шиша колонна, суюқликни сочиб берувчи форсунка, буғ таркибидан суюқлик томчиларини гравитацион услубда ажратиш учун сепаратор, ҳаво ва сув сарфларини ўлчаш учун асбоблар, ҳаво компрессори, марказдан қочма типдаги насос ва йиғувчи идишлардан иборат бўлган тажриба ускунасида тажрбалар амалга оширилди. Сузувчи насадкалар колонна ишчи камерасида горизонтал ва вертикал бир хил ҳаракатланишини таъминлаш мақсадида ишчи бўшлиғи олти секцияга ажратиб олинди.

Дезодоратор цилиндрик колонна кўринишида тайёрланган. Колоннага сузувчи ёғоч насадкаларни жойлаштириш, уларни кўтариб туриш ва берилаётган ҳаво оқимини колоннанинг кўндаланг кесим юзаси бўйлаб тақсимлаш учун таянч-тақсимлаш панжараси монтаж қилинган.

Қурилмадаги суюқлик муҳити барботер орқали компрессор воситасида ҳаво бериш йўли билан барботаж ҳолатига келтирилади. Бу пайтда ҳаво оқими таркибида чиқиб кетадиган томчилар сепараторда тутиб қолинади. Тажриба қурилмаси ҳарорат ва босимни аниқлаш учун ўлчов-назорат асбоблари ва моддий оқимлар сарфини ростловчи вентиллар билан бутланган.



2-расм. Мавҳум қайнаш қатламларида ёғоч насадкаларни қурилма баландлиги бўйича тарқалиш фрагментлари:
а) секциясиз, б) секцияли

Тажриба қурилмасининг асосий конструктив параметрлари қуйидагича: колонна диаметри D = 140 мм, унинг баландлиги H = 600 мм; таянч панжаранинг эркин кесим юзаси 0,4 $м^2/м^3$, таянч панжаранинг қаршилик коэффициенти ξ =1,8; колоннага юкланадиган ҳар бир ёғоч насадканинг диаметри 15 мм, оғирлиги 1,5 г ва зичлиги 430 $кг/м^3$. 1 $м^3$ ҳажмдаги насадкалар миқдори 200000 дона, улар умумий массаси 300 кг.

Секция ўлчами: диаметри 130 мм, баландлиги 580 мм, секцияларо масофа 22 мм, секциялар сони 6 та бўлиб, секциялар пўлатдан тайёрланган тўрдан ясалган, 12х25 мм ўлчамда ишлаб чиқарилади.

Тажриба ускунаси қуйидаги тартибда ишлайди: Дезодоратор қуйидаги кетма-кетликда ишлайди: дезодорацияланадиган мой қурилманинг юқори қисмидан сочиб берилади. Сўнгра колоннанинг қуйи қисмидан суюқлик билан қарама-қарши йўналишда ҳаракатланадиган ўткир сув буғи берилади. Бунда суюқлик ва насадкаларнинг суюқ ва буғ фаза оқимларининг турбулентлиги ва уларнинг контакт юзаларини оширувчи мавхум қайнаш қатлами ҳолатига ўтиш ва узлуксиз хаотик ҳаракатланиш жараёни кузатилади. Колонна кўндаланг кесимида ўткир сув буғи тезлиги насадкаларни жойидан қўзғалишини таъминлайдиган минимал тезлигидан катта ва ушлаб қолувчи панжарага насадкаларни ёпишиб қолиш бошланадиган чегаравий тезлигидан кичик бўлиши керак.

Турли ўлчамдаги ҳаракатчан насадкаларни қурилма баландлиги бўйича тарқалиш характери уларнинг ўлчамларига боғлиқлиги ўрганилди. Тажрибаларда ўлчами ўртача 1,5 мм бўлган шар шаклидаги ёғоч насадкалардан фойдаланилди. Ўлчамлари 1,5 мм бўлган насадкалар қурилмада ривожланган мавҳум қайнаш ҳолатини оптимал гидродинамик режимларда юзага келтириши учун колонна ишчи бўшлғини секцияларга ажратиш жараённи 16-20 % жадаллаштириши мумкинлиги аниқланди.

Ўсимлик мойини дезодорацион колоннада секцияларга бўлиб ҳидсизлантириш технологик жараёнда гидродинамика ва энергия сарфини оптималлаштириш мақсадида қўлланиладиган ёндашув бўлиб, бир неча муҳим афзалликларга эга эканлигини кўрсатди.

Унга кўра буғ ва суюқ фазаларнинг самарали контактлашуви амалга ошди. Ҳар бир секцияда буғ ва суюқлик қайта-қайта тўқнашуви натижасида иссиқлик ва модда алмашиниш самарадорлигини ошиши ва енгил учувчан компонентларни суюқ фазадан максимал ажралиши таъминланди.

Дезодорация жараёни самарадорлигига асосан қуйидаги омиллар ўз таъсирини кўрсатади: ишчи ҳарорат; абсолют босим; қурилмага бериладиган буғ миқдори ва намлиги, буғ билан мойнинг аралашиш даражаси; жараён давомийлиги ва ҳайдалаётган моддаларнинг парциал буғ босими.

Қурилмадаги мой қатламига бериладиган сув буғининг сарфи ва мойни дезодорациялаш вақти дезодорация жараёнини тавсифловчи муҳим омиллар бўлиб ҳисобланади. Бу омиллар ўз навбатида дезодоратордаги ишчи босим қийматига, дезодорацияланаётган мойнинг миқдорига ҳамда мой таркибидаги енгил учувчан компонентларнинг бошланғич ва оҳирги концентрацияларига боғлиқ бўлади.

Ушбу параметрларнинг барчаси бир-бири билан ўзаро боғланганлиги сабабли улардан бирининг ўзгариши бошқа кўрсаткичларни ўзгаришига сабаб бўлади. Қурилмага бериладиган мой миқдори қурилмадаги абсолют босим қийматига боғланган. Дезодорация давомийлиги жараённинг физик кўрсаткичлари - ҳарорат ва вакуум қийматларига, шунингдек қурилма конструкциясига боғлиқ бўлади.

Тажрибалар натижалари дезодорациялашнинг биринчи босқичида мойга таъм ва ҳид берувчи моддаларни интенсив ҳайдалишини кўрсатди. Шу билан бирга, ёғ кислоталарни ҳайдаш жараёни давомийлиги мойни сақлашдаги барқарорлигининг ортишига олиб келади. Аммо жараён давомийлигининг оптимал чегаралари ҳам мавжуд, агар жараён даври ушбу чегарадан чиқиб кетса, мойни сақлашдаги барқарорлиги сезиларли даражада пасаяди.

Даврий режимда ишлайдиган дезодораторларда сув буғи босими барботёр устидаги мой қатламининг гидростатик босимидан юқори бўлади. Шу сабабдан, катта ҳажмдаги мой ва сув буғининг ўзаро самарали контактлашуви кўп ҳолатда дезодораторга киришдаги сув буғи босимига (тезлигига) боғлиқ бўлади. Шу билан бирга, берилаётган сув буғи тезлиги белгиланган чегарадан ортиб кетса, дезодоратордан чиқариладиган буғ аралашмаси таркибида мойнинг йўқотилиш миқдори ортади.

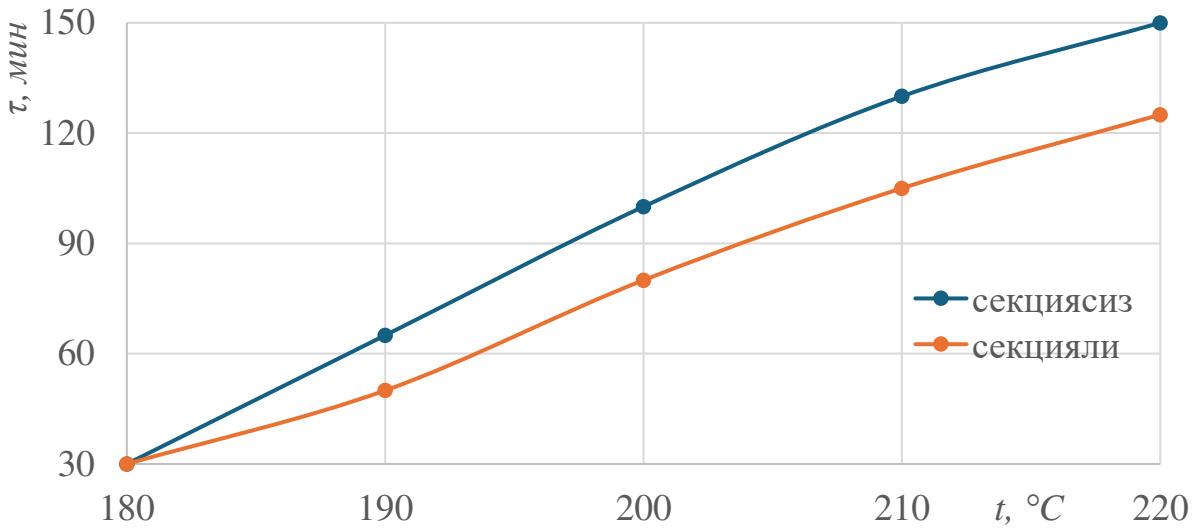
Қурилмадаги мой қатлами ва сув буғи ўртасидаги контакт юзасининг ортиши сузувчи ёғоч насадкаларнинг интенсив ҳаракатланишини ва сув буғини колоннанинг кўндаланг кесим юзаси бўйлаб бир текисда тақсимланишини ташкил этиш ва колоннани бир неча секцияларга ажратиш йўли билан эришилади.

Ўтказилган саноат тажрибалари дезодоратордаги насадкаларнинг хаотик ҳаракати натижасида суюқлик ва буғ фазаларнинг интенсив аралашуви таъминланиши ва бу шароитда мойни иситиш жараёни давомийлиги икки маротабагача қисқариши мумкинлигини кўрсатди (3-расм).

Маълумки, ўсимлик мойини дезодорациялаш технологиясида дезодорация жараёни давомийлиги 150 минутни ташкил этади [2]. Турли сабабларга кўра бу вақтнинг чўзилиши мойнинг сифатига, яъни уни сақлаш пайтида қорайишига олиб келади. Шунинг учун сузувчи насадкалар иштирокида дезодорация жараёни давомийлигини қисқариши мойнинг сифат кўрсаткичларини яхшилайди.

Секциясиз ва секцияга ажратилган пахта мойини дезодорациялаш жараёни давомийлигини ҳароратга таъсирини ўрганиш борасидаги тажриба натижалари қуйидаги 3-расмда тасвирланган.

3-расмдан кўринадики, секциясиз ҳолатда дезодораторда пахта мойини дезодорациялаш жараёни давомийлиги 150 минутни ташкил этади, секцияга ажратилган ҳолатда эса ушбу жараён даври 125 минутгача қисқаради. Демак жараённи насадкалар иштирокида ташкил этилиши дезодорация жараёни 1,20 маротаба жадаллаштириш имконини беради.



3-расм. Секциясиз ва секцияга ажратилган қурилмада пахта мойини дезодорациялаш давомийлигини жараён ҳароратига боғлиқлиги

Дезодорация жараёнида секцияларга ажратилагн колоннада ишчи босимни пасайиши билан ҳид берувчи моддаларнинг қайнаш ҳарорати пасаяди ва жараёнга бериладиган сув буғи сарфи қисқаради. Сув буғининг босими ва дезодоратордаги чуқур вакуум қийматлари ўртасидаги фарқ барботер тирқишларидан отилиб чиқаётган сув буғи пуфакчаларини мой қатламидан кўтарилиш пайтида уларни майда пуфакчалар кўринишида майдаланиш имконини беради. Бунда пуфакчаларнинг ишчи юзалари, ўз навбатида уларнинг ҳажми ҳам ортади. Натижада мой таркибидаги енгил учувчан компонентларни буғланиш коэффициенти қиймати ошади. Шу билан биргаликда қурилмадаги вакуум қиймати дезодорациялаш давомийлигини қисқаришига, мой сифатини ортишига ва сув буғи сарфининг камайишига ҳам сезиларли таъсир кўрсатади.

Шундай қилиб, пахта мойи таркибидан енгил учувчан моддаларнинг дезодорациялаш жараёнини сузувчи ҳаракатчан ёғоч насадкалар жойлаштирилган секцияли қурилмада жараённи ўрганиш натижалари ушбу жараённи даврий режимда ҳам самарали амалга ошириш мумкинлигини кўрсатди.

Тажриба натижаларини қайта ишлаш бўйича бажарилган ҳисоблашлар сузувчи ёғоч насадкалар воситасида мой қатлами ва сув буғининг интенсив аралашувининг таъминланиши натижасида дезодоратордаги масса алмашиш коэффициенти қиймати икки маротабага ортиши мумкинлигини кўрсатди.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, сузувчи насадкали қурилмалардан фойдаланиш ҳисобига енгил учувчан моддаларнинг буғ фазасига ўтиш тезлиги ортади, жараён бошланишида компонентлар концентрацияси тез ўзгаради, вақт ўтиши билан эса жараён стационар ҳолатга яқинлашади. Шунингдек**,** мувозанат концентрацияси ва ҳарорат ўртасида кучли боғлиқлик мавжудлиги, ҳарорат ошиши билан буғ фазадаги учувчан компонентлар миқдорининг ҳам ортиши аниқланган.

Мазкур илмий иш озиқ-овқат саноатидаги иссиқлик-масса алмашиниш жараёнларини чуқур таҳлил қилиш ва оптималлаштиришда математик ҳамда компьютер моделлаш методларининг самарадорлигини тасдиқлайди. Моделлаштириш асосида технологик параметрларни турли шароитларда таҳлил қилиш имконияти яратилади, бу эса реал шароитда тажриба ўтказиш заруратини камайтиради ва ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Пат. 192869 РФ, МПК С 11 В 3/16 (2006.01) Дезодоратор для жиров и масел / Никонов О.И., Белина Н.Н., Гукасян А.В. -2019119478; Заявл. 14.05.2019; Опубл. 20.06.2019.
2. Khamdamov A., Asqarova O., Mansurov O., Sultonov S. Simulation of a multistage distillation process in a rotary disc device // Annals of Romanian Society for Cell Biology, 2021. -Vol. 25, Issue 4, - P. 5939 – 5948.
3. Хамдамов А., Сарибаева Д. Моделирование процесса дезодорации жирных кислот хлопкового масла // Universum: технические науки: научный журнал. М.: «МЦНО», 2020. - № 11(80). Часть 2. - С 100-105.
4. Т.Х.Султанов, А.М.Ҳамдамов, А.А.Худойбердиев ’’Ўсимлик мойини суюқлик – буғ – сузувчи насадка тизимида дезодорациялаш жараёнини такомиллаштириш.’’ «SUNRISE-PRO», 2023, 115 б.
5. Ҳамдамов А.М., Султанов С.Х., Бозоров С.А. Ўсимлик мойларини ёғоч насадкалар ёрдамида дезодорациялаш жараёнларини ўрганиш бўйича асосий натижалар. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 2022. – С. 3844–3851.
6. Юсуфбеков Н.Р., Нурмуҳаммедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Химиявий технология асосий жараён ва қурилмалари. – Т.: Шарқ, 2023.

IMPROVING THE DRYING PROCESS OF FRUITS USING CONVECTIVE METHOD

Mansurov O.A.

Namangan state university of engineering and technology.

Abstract. *This article presents information on a device designed to improve the drying process using rolling pallets, developed for drying high-quality fruits and vegetables. The device aims to enhance drying processes, reduce drying duration, and improve efficiency in the activities of limited liability companies and individual entrepreneurs engaged in fruit and vegetable drying within farms.*

Keywords: *pallets, device, drying agent, envelope, technology, efficiency, drying duration, zig-zag movement, energy-efficient, continuous, rolling pallets.*

MEVALARNI KONVEKTIV USULDA QURITISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

Mansurov O.A.

Namangan davlat texnika universiteti.

Anotatsiya. *Ushbu maqolada sanoat korxonalarida va meva-sabzavotlarni quritishga asoslangan fermer xo‘jaliklar tarkibida ochilgan Mas’uliyati cheklangan jamiyatlar, yakka tartibdagi tadbirkorlar faoliyatida quritish jarayonlarini takomillashtirish, quritish davomiyligini qisqartirish va sifatli quritilgan meva-sabzavotlarni quritish uchun ishlab chiqilgan ag‘dariluvchi poddonlar yordamida quritish jarayonini takomillashtiruvchi qurilma bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.*

Kalit so‘zlar*: poddonlar, qurilma, qurituvchi agent, konvert, texnologiya, samaradorlik, quritish davomiyligi, zig-zag harakat, energiyatejamkor, uzluksiz, ag‘dariluvchi poddonlar.*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ФРУКТОВ

Мансуров О.А.

Наманганский государственный технический университет.

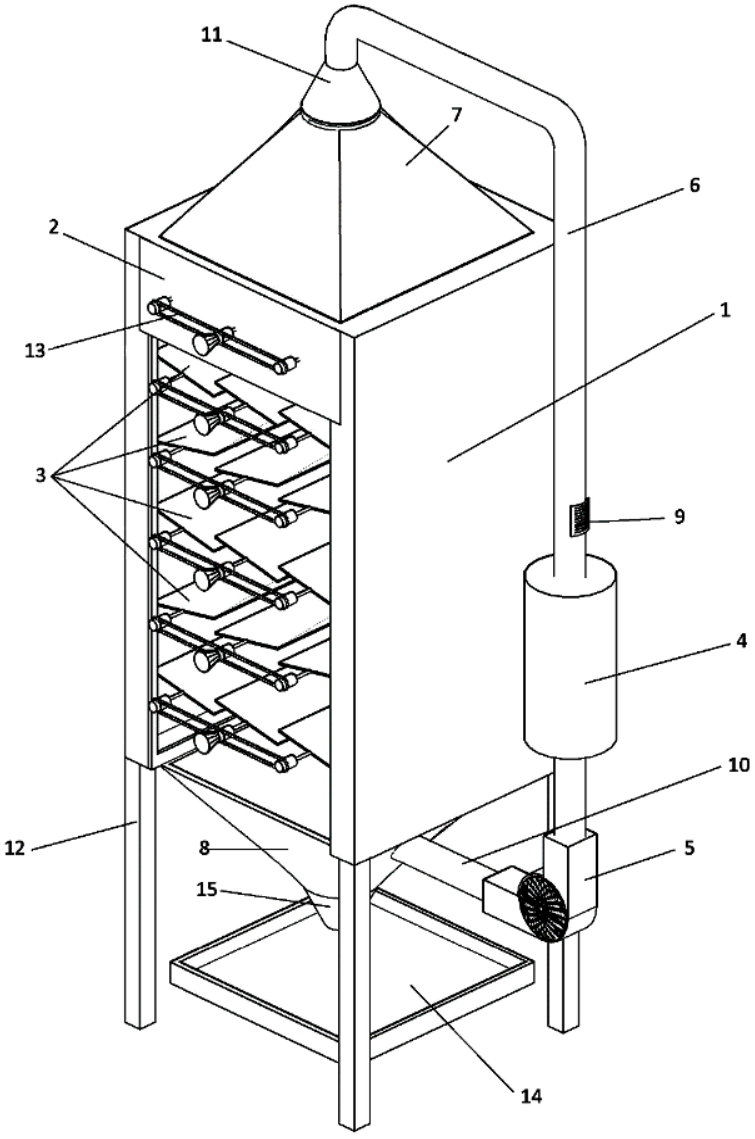
Аннотация. *В данной статье для улучшения процессов сушки, сокращения продолжительности сушки в деятельности организаций с ограниченной ответственностью и индивидуальных предпринимателей разработано устройство для улучшения процесса сушки с помощью перекатных поддонов, разработанное для сушки качественных сушеных фруктов и овощей. , открытых в составе фермерских хозяйств по сушке овощей и фруктов.*

Ключевые слова*: поддоны, устройство, сушильный агент, оболочка, технология, эффективность, продолжительность сушки, зигзагообразное движение, энергосберегающие, непрерывные, прокатные поддоны.*

*I*n the current stage of global scientific and technological development, creating high-efficiency and energy-saving devices to obtain high-quality products is of paramount importance. Traditionally dried products often fail to meet global market requirements. Preparing products according to export standards and making extensive use of innovative technologies is one of the pressing issues in the field. Considering this, developing new technologies to ensure food production and safety is of significant scientific importance.

In Uzbekistan, particular attention is given to developing new, intensive, and energy-efficient designs of technological equipment for continuous drying processes of fruits and vegetables, maximizing moisture removal from raw materials. Measures are being taken to improve production technologies, process raw materials comprehensively, and re-equip enterprises with modern technologies and highly efficient equipment.

Currently, the drying devices used in production facilities operate in a batch mode, leading to high heat losses during loading and unloading of raw materials. Moreover, the drying agent's heat is not fully utilized, resulting in significant energy consumption. Products on pallets only contact the drying agent on the surface, preventing uniform drying. Additionally, products may stick together on pallets, reducing quality. To minimize energy use during loading/unloading, ensure complete treatment of products, and obtain high-quality dried products, the device incorporates rolling drying pallets and a continuous raw material loading system. This design achieves energy savings, increases operational efficiency, and ensures high-quality dried products.



According to Uzbekistan's development strategy, tasks are set to increase food production to 7.4 million tons by 2026 and expand product assortment from 898 to 1100 items. Scientific research aimed at improving food production processes and creating highly efficient devices plays a key role in this regard.

The device consists of a lid and bottom in the shape of an envelope, multiple rows of horizontally rotating pallets, a transmission ensuring parallel rotation of the pallets, and inlet/outlet nozzles for the drying agent. The body has a rectangular parallelepiped shape, and the pallets, rotating 180° under the drying agent's influence, are supported on both sides with bearings.

The device is designed to perform the following primary functions: organize a continuous drying process, ensure uniform drying by rotating the raw material, minimize energy consumption, and improve operational efficiency. The problem is addressed in a

vertical body containing the inlet/outlet nozzles for the drying agent, lid and bottom, and multiple rows of horizontally rotating pallets supported by bearings.

Figure 1. General view of the convective dryer

The drying process is studied using a full-factorial experimental method to determine the optimal regimes for drying fruits using the rolling-pallet device. Investigation under optimal conditions is carried out using the second-order rotatable composite method.

To increase the volume of dried product production, measures are being implemented to improve production technologies, process raw materials comprehensively, and re-equip network enterprises with modern technologies and highly efficient equipment.

The general view of the proposed continuous convective drying device with tilting trays is shown in Figure1. The device operates as follows: the raw material is loaded into the system through the raw material feeding mechanism (2). The hot air flow enters the vertical drying chamber casing (1) via the inlet duct (10) and is supplied to the lower side of the horizontal trays, which are positioned at the lowest end at an inclination angle of 5°.

The direction of the raw material and the drying agent in the tilting tray dryer is shown in Figure 2, while the arrangement of the fruits on the trays is illustrated in Figure 3.

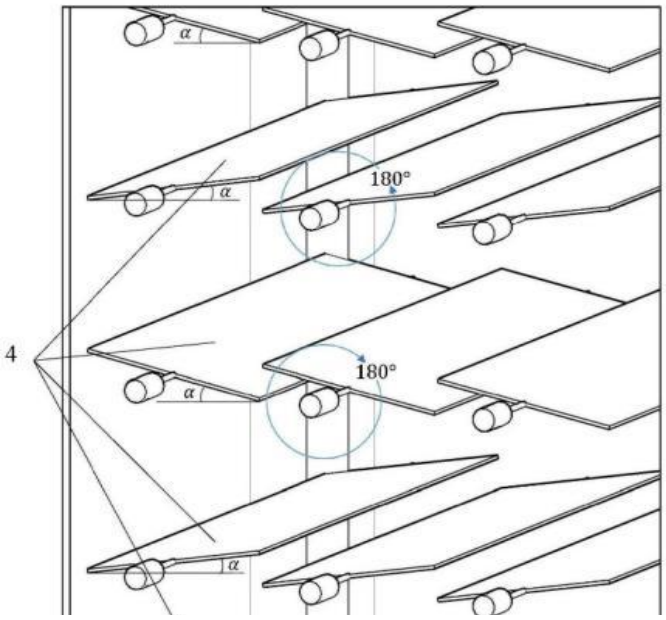


Figure 2. Arrangement of the rotating trays

The trays (3) are installed consecutively at alternating angles (5° and 175°). This arrangement ensures that the drying agent moves in a “zigzag” pattern along the height of the chamber, thereby drying the product placed on the trays. The product on the lowest tray exiting the device comes into contact with the fresh drying agent supplied to the chamber. The product and the drying agent move in opposite directions. The drying agent, having high temperature, low relative humidity, and high enthalpy, maximizes the removal of moisture from the product.

The used air passes between the trays and is discharged into the atmosphere through the duct (11), or it can be mixed with fresh air entering through the shutter (9), heated to the required temperature in the heater (4), and returned to the drying chamber via the circulation pipe (6) with the help of the fan (5). To maintain a uniform flow of the drying agent and prevent accumulation in the chamber, a cover (7) of a conveyor shape is provided.

The bottom (8) is also of a conveyor shape, where the dried product is initially collected and, under the influence of gravity, is transferred from the device to the tray via the weight doser (15). The weight doser opens when the product reaches a predetermined weight and remains closed otherwise, preventing heat loss. The device is installed on a support frame (12).

The process ensures uniform distribution of airflow over each tray and allows the product to transfer from one tray to the next in a different position relative to its initial state. This increases the drying intensity and ensures uniform drying of the product. The distance between the trays is selected so that any product that might stick to the upper tray is dislodged by the rotation of the lower tray [3].

Inside the chamber, there are several rows of horizontally rotating trays, each supported on both sides by bearings. All the horizontal trays are mounted on a single shaft and move in parallel. The shaft is driven by a chain transmission (13).

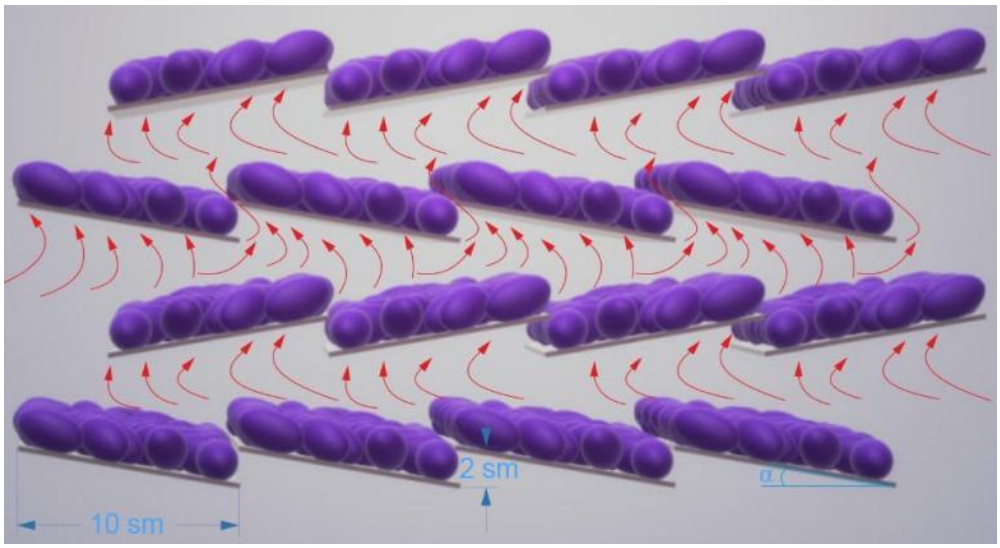


Figure 3. Movement of the drying agent

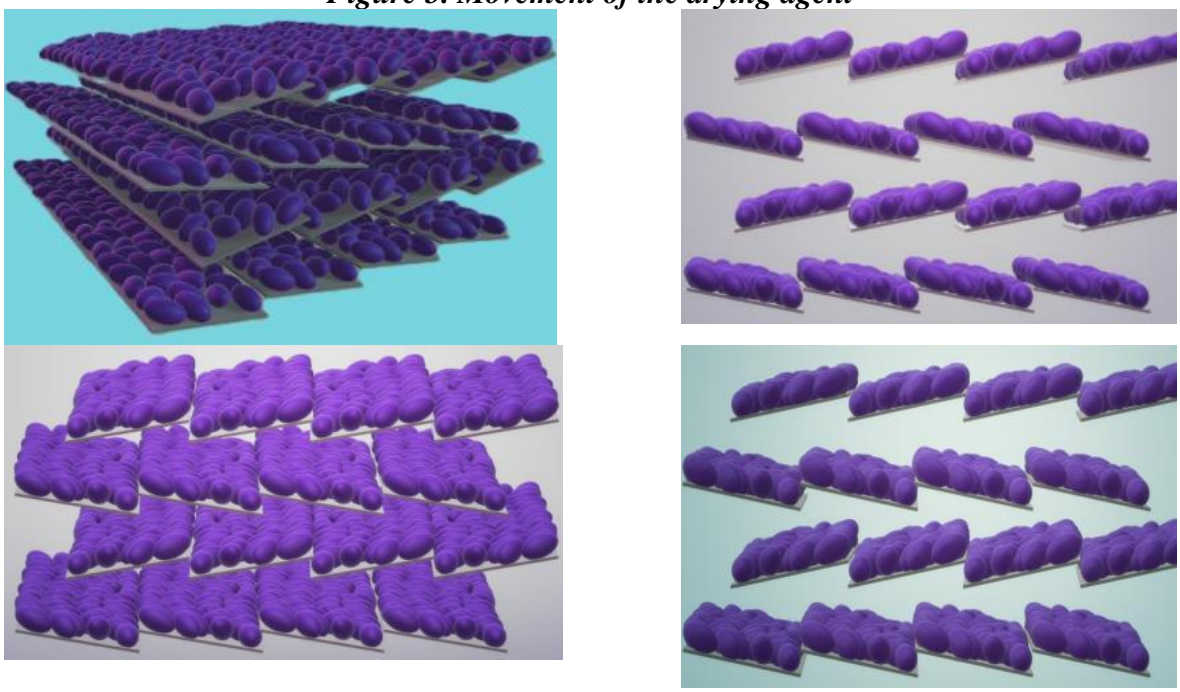


Figure 4. Arrangement of fruits on the tilting trays.

In the proposed device, the drying process is organized continuously. The rotation of the raw material and the complete interaction of the product with the trays ensure uniform drying of the product surface. This design minimizes energy consumption, increases the operational efficiency of the device, and enables the production of high-quality dried products.

Before operating the dryer, it is necessary to ensure that the airflow is evenly distributed across the cross-section of the working channel. This distribution depends on the position of the regulating shutters. Uneven airflow distribution can lead to non-uniform drying of the fruits on different trays. It should be noted that the installation of the shutters is not always performed accurately. Therefore, before each operation of the dryer, the airflow velocity should be checked using an anemometer, and the shutters must be adjusted to the required positions.

After checking the airflow velocity, heating of the dryer is carried out with the recirculation shutter fully open and the fresh air intake shutter closed. The working channel is heated up to 80 °C. The duration of heating depends on the ambient temperature: at 15–20 °C it takes approximately 40 minutes, at 38–45 °C about 15 minutes, and at 4–5 °C around 50 minutes. After this, the dryer is switched to the operating mode, and the loading of the product begins.

The loading interval for the first three pairs of trays is set as follows: 1 hour for apricots and 1.5 hours for stone fruits. Starting from the sixth tray, the dryer operates in continuous mode. For normal operation and high-quality product output, it is necessary to maintain the optimal parameters of the drying agent at the inlet and outlet of the drying channel, ensure optimal loading of the raw material, observe the loading interval between trays, and follow the overall process duration. Industrial use of the tilting tray convective dryer allows the drying time to be reduced to 10–12 hours. By preventing fruits from sticking to the trays, it achieves a 5% reduction in substandard dried fruits, thereby ensuring high economic efficiency.

References

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan PF-60 dated January 28, 2022 “On the Development Strategy of the New Uzbekistan for 2022–2026.”
2. O. Mansurov, A. Khamdamov. Continuous fruit and vegetable drying device // Bukhara MTI, Science and Technology Progress. – 2023, No. 2, pp. 173–177.
3. O. Mansurov, A. Khamdamov. Analysis of experimental results of fruit drying process in a rotary tray device // Bukhara MTI, Science and Technology Progress. – 2024, No. 2, pp. 173–177.
4. Mansurov O., Khamdamov A., Qodirov O. Operation process and experimental results of continuously fruit and vegetable drying equipment // Scientific and Technical Journal, Namangan Institute of Engineering and Technology, Volume 8, Issue 3, 2023, pp. 81–85.

MAGISTRAL QUVURLARI HIMOYA QOPLAMALARINI MODIFIKATSIYALASHDA UGLEVODOROD XOMASHYOSI VA BITUM PIROLIZ CHIQINDILARINI QO‘LLASH SALOHIYATI

Urinov A.A.

***Namangan davlat texnika universiteti*.**

Annotatsiya. *Uglevodorod xomashyosi piroliz chiqindilari va bitumdan modifikatsiya qiluvchi komponentlar sifatida foydalanish po‘lat quvurlar uchun korroziyaga qarshi qoplamalarni ishlab chiqish sohasidagi istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu texnogen mahsulotlar tegishli qayta ishlash va barqarorlashtirishda himoya qoplamalarining foydalanish xususiyatlarini yaxshilash uchun samarali foydalanilishi mumkin bo‘lgan bir qator fizik va kimyoviy xususiyatlarga ega.*

Kalit so‘zlar*: ikkilamchi xomashyo, ekologik barqarorlik, xavfli chiqindilar, funksional material, qayta ishlash, quvurlar, himoya qoplamalari, xizmat muddati, bitum, piroliz distillati, mineral to‘ldirgichlar, texnuglerod, kul, gibrid kompozit qoplamalar.*

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПИРОЛИЗА БИТУМА В МОДИФИКАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Уринов А.А.

Наманганский государственный технический университет.

Аннотация. *Использование углеводородного сырья в качестве отходов пиролиза и модифицирующих компонентов битума является одним из перспективных направлений в сфере разработки антикоррозионных покрытий для стальных трубопроводов. Эти техногенные продукты обладают рядом физических и химических свойств, которые могут быть эффективно использованы для улучшения эксплуатационных свойств защитных покрытий при соответствующей переработке и стабилизации.*

Ключевые слова: *вторичное сырье, экологическая устойчивость, опасные отходы, функциональный материал, переработка, трубопроводы, защитные покрытия, срок службы, битум, пиролизный дистиллятор, минеральные наполнители, техногенный углерод, зола, гибридные композитные покрытия.*

POTENTIAL OF USING HYDROCARBON RAW MATERIALS AND BITUMEN PYROLYSIS WASTE IN MODIFYING PROTECTIVE COATINGS FOR MAIN PIPELINES

Urinov A.A.

Namangan state technical university.

Abstract. *The use of hydrocarbon raw materials as pyrolysis waste and bitumen modifying components is one of the promising areas in the development of anti-corrosion coatings for steel pipelines. These man-made products have a number of physical and chemical properties that can be effectively used to improve the performance of protective coatings when properly processed and stabilized.*

Keywords: *secondary raw materials, environmental sustainability, hazardous waste, functional material, recycling, pipelines, protective coatings, service life, bitumen, pyrolysis distiller, mineral fillers, man-made carbon, ash, hybrid composite coatings.*

***P*iroliz chiqindilari: tarkibi va xususiyatlari.** Uglevodorod xomashyosining pirolizi (neft, gaz, rezina, plastmassa) distillatli va og‘ir qoldiq fraksiyalar hosil bo‘lishiga olib keladi, ular quyidagilarni o‘z ichiga oladi [1-5]:

• aromatik uglevodorodlar,
• smolali-asfalt birikmalar,
• texnik uglerod (tuproq),
• uchuvchi organik birikmalar.

Qoplamalarni modifikatsiyalash uchun tarkibida yuqori molekulali smolali-aromatik birikmalar mavjud bo‘lgan, adgeziya, gidrofoblik va plastiklikni ta’minlaydigan fraksiyalar ayniqsa qimmatlidir [6].

Bitum namlikka chidamliligi, kimyoviy inertligi va metall g‘ovaklarini to‘ldirish qobiliyati tufayli kompozit korroziyaga qarshi qoplamalarda matris sifatida keng qo‘llaniladi. Biroq uning asosiy kamchiliklari - past haroratlarda mo‘rt bo‘lish va UV va kislorod ta’sirida qarish piroliz modifikatorlarini joriy etish orqali bartaraf etilishi mumkin [7].

Bitumni piroliz distillati bilan modifikatsiyalashning afzalliklari:

• Past haroratlarda qoplamaning elastikligini oshirish;
• Po‘lat sirtga adgeziyani oshirish;
• Termoksidlanish barqarorligini oshirish;
• Yoriqlar hosil bo‘lishining kamayishi;
• Past yopishqoqlik tufayli kirib borish qobiliyatini yaxshilash [8].

Modifikatsiya mexanizmi. Bitumni piroliz qoldiqlari bilan aralashtirishda (masalan, 85:15 yoki 70:30 nisbatda) smolali komponentlar va bitum fraksiyalari o‘rtasida fizik-kimyoviy o‘zaro ta’sir sodir bo‘ladi. Bu qoplamaning kolloid tuzilishini barqarorlashtirish va «qoplama-metall» chegarasida yanada mustahkam fazalararo qatlamni shakllantirishni ta’minlaydi.

Joriy etish salohiyati:

• Arzon ikkilamchi xomashyodan foydalanish;
• Ekologik xavfli chiqindilarni funksional material olgan holda qayta ishlash;
• Quvurlarda himoya qoplamalarining xizmat muddatini oshirish;
• Bitum, piroliz distillati va mineral to‘ldirgichlar (texnuglerod, kul, IES chiqindilari va boshqalar) asosida gibrid kompozit qoplamalar yaratish imkoniyati.

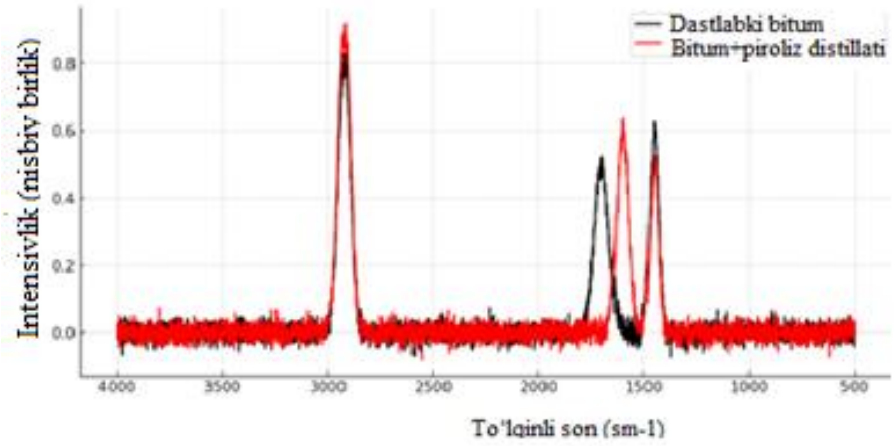
Muvaffaqiyatli qarorlar misollari:

- Piroliz distillatidan bitum-polimer mastikalari ishlab chiqarishda plastifikator sifatida foydalanish;
- Agressiv muhitga (H_2S, CO_2) yuqori chidamli flansli birikmalar uchun germetizatsiyalovchi tarkiblar olish;
- Yetib borishi qiyin bo‘lgan quvurlar hududlari uchun sovuq qoplamalarni ishlab chiqish.

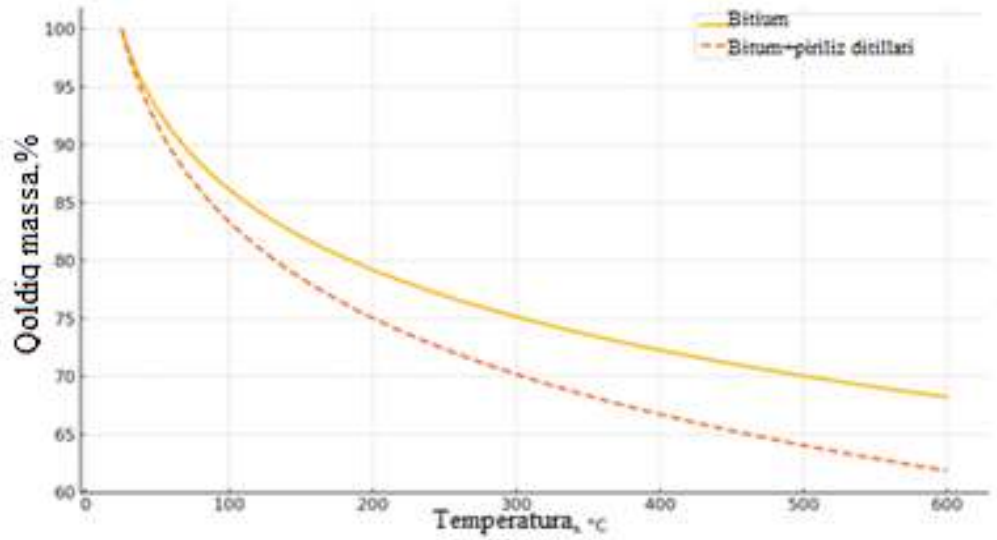
1-rasmda modifikatsiyagacha va modifikatsiyalangan bitumning qiyosiy IK-spektrlari ko‘rsatilgan:

• 2920 sm^{-1} (CH_2) - modifikatsiyadan so‘ng metilen guruhlarining cho‘zilish bo‘lagining kuchayishi kuzatiladi.

• 1450 sm^{-1} (CH_3) - alkil guruhlarining qayta taqsimlanishini ko‘rsatgan holda intensivlik pasayadi.
• 1600 sm^{-1} (C = C) - piroliz distillatidan aromatik birikmalarga xos yangi chiziq paydo bo‘ladi [9].



1-rasm. Modifikatsiyagacha va modifikatsiyadan so‘ ng bitumning qiyosiy IK-spektrlari



2-rasm. Qiyosiy termoggrafik egri chiziq (TGA)

Modifikatsiyalangan bitum 350 ° C gacha bo‘lgan haroratda termik barqaror.

- Massaning yumshoqroq pasayishi mumkin bo‘lgan yuqori termik barqarorlik va komponentlarning kamroq uchuvchanligini ko‘rsatadi [10].
- Sof bitum - C-H valentli tebranishlar (2920 va 2850 sm), C = O (1700 sm) va CH /CH deformatsion tebranishlar (1450 sm) bilan bog‘liq yutilish chiziqlari bilan tavsiflanadi.
- Modifikatsiyalangan bitum - piroliz mahsulotlari uchun xos bo‘lgan kislorodli guruhlar mavjudligini ko‘rsatuvchi S = O mintaqasidagi chiziqlarni kuchaytirish va yangi signallar (~ 1020 sm^{-1}) paydo bo‘lishi [10].

Agressiv muhitlarda quvurlardan foydalanish xususiyatlari. Agressiv muhitlarda po‘lat quvurlardan foydalanish (yuqori namlik, kislotalar, ishqorlar, erigan gazlar - H_2S, CO_2, O_2, xloridlar, sulfatlar, shuningdek, mikroorganizmlar mavjudligi) korroziya buzilishi xavfi yuqori. Neft, gaz, suv va kimyoviy reagentlarni tashish sharoitlari ham metall, ham himoya qoplamalarining tanazzulini tezlashtiradigan murakkab muhitni shakllantiradi.

Asosiy agressiv omillar. Omil, Manba, Asosiy effect.

CO_2 - Neft va gazdagi qo‘shimcha gaz, Karbonat korroziyasi (kislotali muhit);

H_2S - Oltingugurtli neft va gazlar Sulfidli korroziya, mo‘rt fazalarning hosil bo‘lishi;

O_2 - Havo, muhrsizlik Oksidlanish hisobiga korroziyani intensivlashtirish;

Cl^- - Dengiz suvi, texnologik eritmalar Pitting korroziyasining katalizatori hisoblanadi.

Mikroorganizmlar Tuproq, bioplenkalar MIC - mikrobiologik-induksiyalangan korroziya.Yuqori harorat va bosim Chuqurlik va magistral quvurlar Elektrokimyoviy va diffuzion jarayonlarni tezlashtirish [11].

Agressiv muhitlarda buzilishning tipik mexanizmlari

1. Kuchlanish ostida sulfidli yorilish (SSC) - H_2S ishtirokida, ayniqsa payvandlash zonalarida va mustahkamlangan joylarda sodir bo‘ladi.
2. Karbonat korroziyasi (Sweet corrosion) - CO_2 suvda erib, ko‘mir kislotasi hosil bo‘lganda rivojlanadi.
3. Pitting-korroziya - Cl^- ionlar tomonidan faollashtiriladigan lokal nuqtaviy buzilish.
4. Stress-korroziya yorilishi (SCC) - bir vaqtning o‘zida cho‘zish kuchlanishi va tajovuzkor muhit ta’sirida yuzaga keladi.
5. MIC (Microbiologically Influenced Corrosion) - H_2S va kislotalarni ishlab chiqaradigan sulfat tiklovchi bakteriyalar (SRB) faoliyati bilan bog‘liq [11].

Turli muhitlarda foydalanish xususiyatlari.

Muhit, foydalanish xususiyatlari, materiallarga qo‘yiladigan talablar.

Dengiz suvi (Cl^-, O_2) Yuqori elektr o‘tkazuvchanlik, bioplenkalar mavjudligi Epoksi yoki rux qoplamali po‘lat, anodlar; Oltingugurt muhitlari (H_2S) Temir sulfidlarining hosil bo‘lishi, yorilish xavfi yuqori NACE MR0175/ISO 15156; past legirlangan va qattiqlashtirilgan po‘latga yo‘l qo‘yilmaydi [8]. Karbonat angidrid (CO_2) Hosil bo‘lishi H_2CO_3, pasayishi pH Korroziya faolligini oshirish, ingibirlash talab etiladi; Tuproq sharoitlari o‘zgaruvchan namlik, mikroflora, ion tarkibi Katodli himoya, bitum-polimer qoplamalar; Suv qoldiqlari bo‘lgan ichki muhit Izolyatsiya shikastlanganda qatlamosti korroziya xavfi Izolyatsiya qatlamining gidrofobligi zarur [11].

Quvurlarning korroziyasi va korroziyaga qarshi himoyasi muammolari bo‘yicha adabiyotlar tahlili asosida quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

- Korroziyaning turli turlari mavjud - bir tekis va pittingdan kristallararo, yarali va mikrobiologik. Ularning rivojlanishi muhitning fizik-kimyoviy xususiyatlari, oqim tezligi, harorat va materiallar tarkibiga bog‘liq;
- Katodli himoya + passiv qoplama (bitum, polietilen) - elektrokimyoviy korroziyaga uchragan quvurlarda qo‘llaniladi;
- Epoksi kukun qoplamasi - yuqori haroratga va kimyoviy tajovuzkor komponentlarga chidamli;
- Qoplamalarni piroliz distillati bilan modifikatsiya qilish - kimyoviy chidamlilik va suvni qaytaruvchi xususiyatlarni yaxshilash imkonini beradi;
- Monitoring va diagnostika - elektrokimyoviy usullar, IK-skanerlash, mikrobiologik nazorat, vagina ichidagi datchiklarni o‘z ichiga oladi.

Korroziya magistral quvurlarning buzilishi va ishdan chiqishining asosiy sabablaridan biri bo‘lib qolmoqda, ayniqsa agressiv muhit - H_2S, CO_2, Cl^-, O_2, shuningdek mikroorganizmlar ta’sirida. Bu ekspluatatsiyaning ham tashqi, ham ichki sharoitlarini hisobga oluvchi yuqori samarali himoya tizimlarini ishlab chiqish zarurligini taqozo etmoqda.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Абдуллин И.Г., Гареев А.Г., Мостовой А.В. Диагностика коррозионного растрескивания трубопроводов. -Уфа: «Гилем», 2003. -100 с.
2. Абдуллин И.Г., Гареев А.Г., Худяков М.А. и др. Коррозионное растрескивание магистральных нефтепроводов // Сб. научных трудов "Инновационные проблемы развития машиностроения в Башкортостане". -Уфа: «Гилем», 2003. -С. 150-161.
3. Безопасность трубопроводов при длительной эксплуатации / К.М. Гумеров, И.Ф. Гладких, Н.М. Черкасов и др. -Челябинск: ЦНТИ, 2003. -327 с. (монография).
4. Corrosionpedia Editorial. Bituminous Coating – Definition & Applications, 2024. Описание технологий и применимости битумных покрытий corrosionpedia.com

5. Будзуляк Б.В. Методология повышения эффективности эксплуатации системы трубопроводного транспорта газа на стадии развития и реконструкции. Автореферат докт. техн. наук. М.: РГУ им. И.М. Губкина, 2003.
6. Будзуляк Б.В. Методология повышения эффективности системы трубопроводного транспорта газа на стадии развития и реконструкции. -М.: Недра, 2003. -176 с.
7. Гладких И.Ф., Крайкин В.А., Сигаева Н.Н., Ионова И.А., Монаков Ю.Б. Термические и молекулярные характеристики асфалътосмолистых олигомеров // Журнал прикладной химии. — 2001. Т. 74. -Вып. 5. -С. 850-853.
8. Гладких И.Ф., Сигаева Н.Н., Широкова Е.А. Асфальтосмолистые олигомеры. Молекулярные и гидродинамические свойства антикоррозионного покрытия "Асмол " // Башкирский химический журнал. 2000. — Т. 7. -№2. -С. 46-48.
9. Гладких И.Ф., Черкасов Н.М., Пестриков С.В. Новые антикоррозионные материалы на основе олигомера "Асмол " // 0тходы-2000. Материалы второй Всероссийской научно-практической конференции. -Уфа, 2000. -С. 162-165.
10. Гладких И.Ф., Колосницын В.С., Черкасов Н.М., Шеина Л.В., Карасева Е.В. Исследование набухаемости в воде и в водно-солевых растворах защитного покрытия «Асмол» // Журнал прикладной химии. -2003. -Т. 76, -Вып. 6, -С. 1030-1033.
11. Гладких И.Ф., Черкасов Н.М., Козин ИВ., Гумеров КМ. Длительная безопасность магистральных трубопроводов и новые изоляционные материалы // Инжиниринг, инновации, инвестиции. Сборник научных трудов. Вып. 2. -Челябинск, 2003. -С. 36-45.

РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ПАРАМЕТРА ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА

[1]Норбоев О.Н., [2]Улжаев Э.

[1]Каршинский государственный технический университет,
[2]Ташкентский государственный технический университет.

Аннотация. *Изучение структурной организации и физических свойств сыпучих материалов относится к современным электрофизическим методам. В частности, измерительные системы на основе ёмкостных датчиков позволяют определять и контролировать такие параметры порошкообразных материалов, как концентрация, плотность и влажность, благодаря взаимодействию вещества с электромагнитным полем. В качестве ёмкостных датчиков используются конденсаторы, конструкция и размеры которых подбираются в соответствии с конкретной задачей измерения. Эти ёмкостные датчики относятся к классу параметрических датчиков и характеризуются способностью преобразовывать контролируемую физическую величину в параметр электрической цепи, то есть в эффективную ёмкость или проводимость.*

Ключевые слова: *сыпучие вещества, электрофизические методы, ёмкостный датчик, электрическое поле, диэлектрическая проницаемость, измерительная ячейка, ёмкость конденсатора, электромагнитное поле, диэлектрометрия, коэффициент проводимости, цилиндрический конденсатор, суперпозиция.*

CALCULATION OF THE MAIN PARAMETER OF A CAPACITIVE SENSOR

[1]Norboev O.N., [2]Uljaev E.

[1]Karshi state technical university, [2]Tashkent state technical university.

Annotation. *The study of the structural composition and physical properties of bulk materials is part of modern electrophysical methods. In particular, measurement systems based on capacitive sensors make it possible to determine and monitor parameters such as concentration, density, and moisture of powdery materials through their interaction with an electromagnetic field. Capacitors are used as capacitive sensors, and their design and dimensions are selected based on the specific measurement task. These capacitive sensors belong to the class of parametric sensors and are characterized by their ability to convert a physical quantity into an electrical circuit parameter, namely effective capacitance or conductivity.*

Keywords: *bulk materials, electrophysical methods, capacitive sensor, electric field, dielectric permittivity, measuring cell, capacitor capacitance, electromagnetic field, dielectrometry, conductivity coefficient, cylindrical capacitor, superposition.*

SIG‘IMLI DATCHIKNING ASOSIY PARAMETRINI HISOBLASH

[1]Norboyev O.N., [2]Uljayev E.

[1]Qarshi davlat texnika universiteti, [2]Toshkent davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Sochiluvchi moddalarning tarkibiy tuzilishi va ularning fizik xususiyatlarini o‘rganish zamonaviy elektrofizik usullar qatoriga kiradi. Jumladan, sig‘imli datchik asosida ishlovchi o‘lchov tizimlari modda elektromagnit maydoni bilan o‘zaro ta’sirini aniqlash orqali kukunsimon materiallarning konsentratsiyasi, zichligi, namligi kabi parametrlarini aniqlash va nazorat qilish imkonini beradi. Sig‘im datchiklari sifatida kondensatorlar qo‘llaniladi, ularning konstruksiyasi va o‘lchamlari har bir aniq o‘lchash vazifasita talablariga muvofiq tanlanadi. Ushbu sig‘imli datchik parametrik datchiklar sinfiga kiradi, u o‘lchanadigan yoki nazorat qilinadigan fizik kattalikni elektr zanjir parametriga, ya’ni effektiv sig‘im yoki samarali o‘tkazuvchanlikka aylantirishdagi xususiyati bilan tavsiflanadi.*

Kalit so‘zlar: *sochiluvchan moddalar, elektrofizik usullar, sig‘imli datchik, elektr maydon, dielektrik o‘tkazuvchanlik, o‘lchov yacheykasi, kondensator sig‘imi, elektromagnit maydon, dielektrometriya, o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, silindrsimon kondensator, superpozitsiya.*

***B*ведение.** В настоящее время в промышленности и науке широко применяются бесконтактные методы определения состава веществ и их физических свойств. Одним из таких методов является диэлектрометрия, основанная на изучении взаимодействия среды с электрическим полем. Особенно актуален этот подход при определении плотности, влажности и диэлектрических свойств порошкообразных и сыпучих материалов. Измерения, как правило, проводятся с использованием емкостных датчиков, которые позволяют оценивать физические величины через их связь с электромагнитным полем. Преимущество метода заключается в возможности получения точных результатов без нарушения внутренней структуры вещества. Поэтому теория диэлектрометрических методов и принцип работы измерительных систем, построенных на их основе, представляет собой важное направление научных исследований [1,2,3].

Методы и материалы. Изучение структурного состава и свойств сыпучих веществ относится к электрофизическим методам. Этот метод основан на взаимодействии электромагнитного поля с веществом, находящимся в среде между электродами измерительной ячейки (емкостного датчика). В инженерной практике он применяется для контроля и измерения концентрации, плотности, влажности и аналогичных показателей порошкообразных веществ. Коэффициент ε относительной диэлектрической проницаемости изоляционных материалов выражает отношение C_x емкости конденсатора, заполненного рассматриваемыми изоляционными материалами между электродами и в окружающем пространстве, C_p к емкости тех же электродов в вакууме [4,5]:

$$\varepsilon = \frac{C_x}{C_p} \tag{1}$$

Существует ёмкость $C_p = C_0 + C_K$, которая включает в себя как неметрическую, так C_x и C_K граничную ёмкости. Основные диэлектрические свойства веществ состоят из следующего:

Абсолютная диэлектрическая проницаемость ε_a изоляционного материала определяется путем умножения его ε относительной диэлектрической проницаемости на значение диэлектрической проницаемости в вакууме ε_0.

$$\varepsilon_a = \varepsilon_0 \varepsilon, \varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m} \tag{2}$$

Простейшая эквивалентная схема системы, состоящей из электродов и неоднородного диэлектрика между ними, представляет собой параллельное соединение проводника и ёмкости (рис. 1). Если к параллельно соединенным проводнику и ёмкости приложить напряжение, изменяющееся по синусоидальному закону в данный момент времени, то ток, протекающий через систему, определяется следующим выражением:

$$I = \left(G_p + j\omega C_p\right)U_0 e^{j\omega\tau}, \tag{3}$$

где G_p - электропроводность среды, Сименс; C_p - емкость ячейки, заполненной измеряемым образцом (без учета емкостей поляризации), Ф; $U_0 e^{j\omega\tau}$ - приложенное напряжение, В; I - сила полного тока в рассматриваемой системе, А.

Для плоского конденсатора с площадью электродов $S\left(m^2\right)$ и расстоянием между ними $L(m)$, при отсутствии процессов вокруг электродов, для неидеального диэлектрика можно записать следующие соотношения (без учета паразитных емкостей, сопротивления электродов и индуктивности):

$$C_p = \left(\xi_0 + \omega\varepsilon_0\varepsilon^n\right)\frac{S}{n} = C_0\left(\frac{\xi_0 + \omega\varepsilon_0\varepsilon^n}{\varepsilon_0}\right);$$

$$C_p = \varepsilon_0\varepsilon^1\frac{S}{n} = C_0\varepsilon^1; \qquad U_0 e^{j\omega\tau} = Eh \tag{4}$$

где ξ_0 - удельная электропроводность; ω - круговая частота; E - напряженность электрического поля, и результаты экспериментальных измерений емкости C_p ячейки могут быть использованы для расчета диэлектрических свойств веществ по формуле (5).

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{n} \tag{5}$$

На этом основан принцип работы приборов для диэлектрометрических измерений.

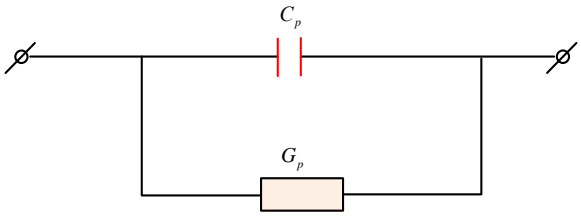


Рис. 1. Эквивалентная схема

Таким образом, для определения диэлектрических свойств вещества и емкости цилиндрического конденсатора мы используем параметры поля двух проводящих плоскостей, заряженных разноименными зарядами. Зная распределение зарядов в поле и применяя принцип суперпозиции, можно определить, каким будет поле двух плоскостей, заряженных разноименными зарядами (рис. 2).

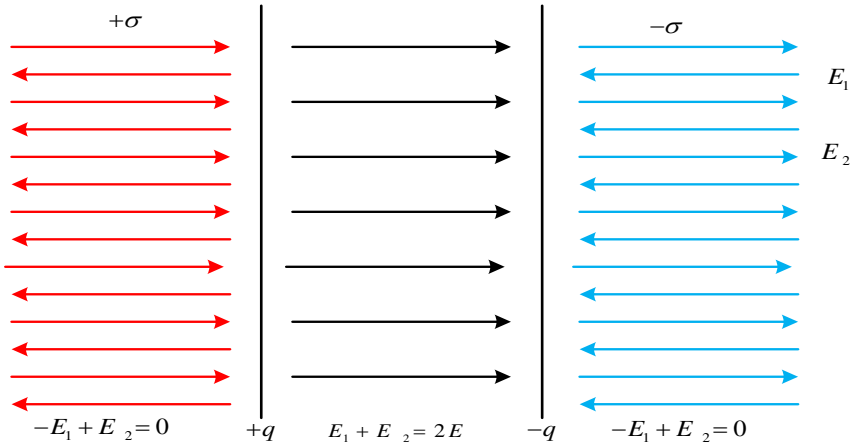


Рисунок 2. Две проводящие плоскости, заряженные разноименными зарядами

Принцип работы большинства приборов, предназначенных для диэлектрометрических измерений, основан именно на этом принципе.

Предположим, что поверхностная плотность зарядов на обеих заряженных плоскостях одинакова. Согласно принципу суперпозиции, результирующая напряженность поля равна векторной сумме напряженностей поля, создаваемых каждой плоскостью. Поскольку линии напряженности поля, создаваемые обеими заряженными плоскостями в пространстве между плоскостями, имеют одинаковое направление, модуль результирующего вектора напряженности поля будет в два раза больше, чем напряженность поля одной заряженной плоскости [5]:

$$\vec{E}_{nat} = 2\vec{E} \qquad (6)$$

Вне пространства между ними, то есть справа и слева от них, линии напряженности направлены в противоположные стороны, и результирующая напряженность поля в этой области равна нулю.

Напряженность поля связана с плотностью распределения зарядов, создающих поле, по поверхности следующим образом:

$$E_{nat} = \frac{\sigma}{\varepsilon_x} \qquad (7)$$

Следовательно, плотность заряда по поверхности, то есть количество заряда, приходящееся на единицу площади, равна напряженности.

$$\sigma = \frac{q}{S} \qquad (8)$$

где q - количество заряда, S - площадь поверхности

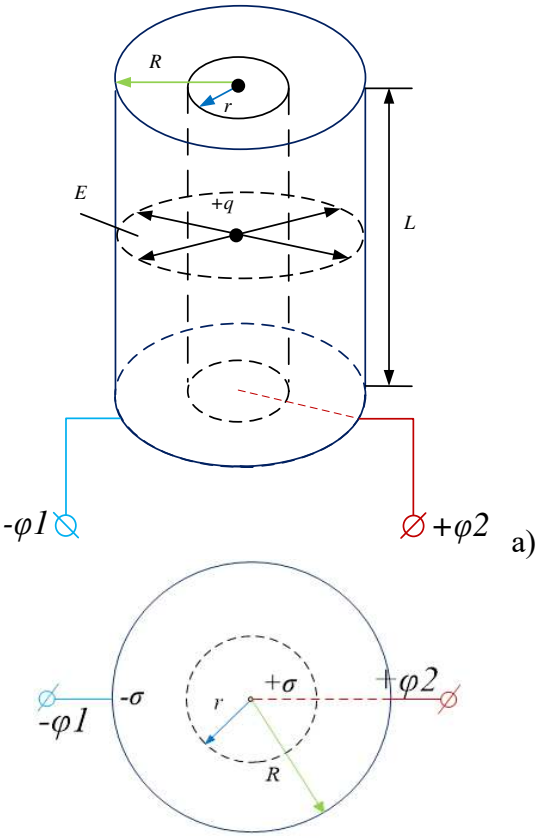
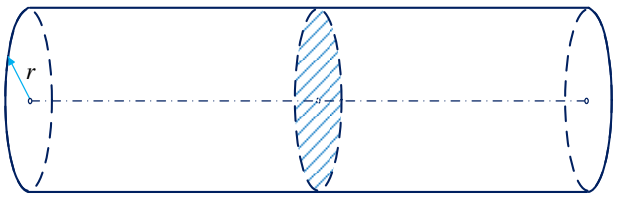


Рис 3. Цилиндрический конденсатор: а) общий вид; б) в разрезе

На рис. 3 можно увидеть экспериментальную установку, позволяющую определить емкость цилиндрических конденсаторов путем расчета параметров двух плоскостей, заряженных разноименными зарядами [6].



E - вычислим напряженность электрического поля.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0 S} \qquad (9)$$

Если развернуть внутренний цилиндр, то поверхность этого цилиндра будет следующей.

$$\varphi = 2\pi R l \qquad (10)$$

Если подставить выражение 5 в выражение 4, получим формулу напряженности заряженного поля.

$$E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{q}{2\pi R l \varepsilon_0}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = \Delta\varphi_{12} = \int_r^R E dr = \int_r^R \frac{q}{2\pi R l \varepsilon\varepsilon_0} dr = \frac{q}{2\pi R l \varepsilon\varepsilon_0} (\ln r)\Big|_r^R = \frac{q}{2\pi R l \varepsilon\varepsilon_0} (\ln R - \ln r) = \frac{q}{2\pi R l \varepsilon\varepsilon_0} \ln \frac{R}{r}$$

Ёмкость:

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\frac{q}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 l} \ln \frac{R}{r}} = \frac{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 l}{\ln \frac{R}{r}} \quad (11)$$

В реальных условиях электрическое поле на концах электродов неоднородно. Это приводит к возникновению неучтенных граничных емкостей. Кроме того, необходимо учитывать анализ результатов измерений диэлектрических свойств веществ [7].

Заключение. Для диэлектрической среды, способной генерировать ток проводимости при воздействии внешнего электрического поля, целесообразно применять метод диэлектрометрии. Поэтому при объяснении метода измерения диэлектрических свойств веществ мы рассматриваем исследуемый продукт как идеальный диэлектрик. Такое предположение на практике выполняется для большинства чистых диэлектрических сред. Кроме того, на электродах не происходит явления поляризации, а электромагнитные процессы в металлических частях датчика не оказывают существенного влияния на результаты измерений. Метод диэлектрометрии на основе ёмкостных датчиков является эффективным для определения диэлектрических свойств веществ. В процессе измерения вещество рассматривается как идеальный диэлектрик, а влияние поляризации электродов не учитывается. Такой подход обеспечивает высокую точность и достоверность измерений.

Литература:

1. Уляев Э., Убайдуллаев У. М., Нарзуллаев С. Н. и Норбоев О. Н. (2021). Применение экспертных систем для измерения влажности сыпучих материалов. Международный журнал мехатроники и прикладной механики, (9), с. 131-137.
2. Улжаев Э., Нарзуллаев С. Н., Норбоев О. Н. (январь 2021 г.). Обоснование применения искусственных нейронных сетей для создания устройств измерения влажности. На Евро-Азиатских конференциях (Том 1, № 1, стр. 86-91).
3. Норбоев О. Н., Фарходов С. У., Эшонкулов М. Н. и Ибрагимов Б. С. (2021). Математическая модель высокочастотного воздействия влаги на семена хлопчатника, основанная на схемах замещения. Web of Scientist: Международный научно-исслед. журнал, 2 (05), 674-686.
4. Улжаев Э., Нарзуллаев С. Н., Норбоев О. Н., Абдихалилов О. У. (2021, март). ВЛАГОМЕР ДЛЯ СЫПУЧИХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. На Евро-Азиатских конференциях (Том 3, № 1, стр. 115-117). 5.Уляев, Эркин; Убайдуллаев, Уткиржон Муродиллаевич; и Нарзуллаев, Шохрух Нурали о'Гли (2020) "ЕМКОСТНОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КОАКСИАЛЬНОЙ И ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ", Химическая технология, контроль и управление: Том 2020: Iss. 4, Статья
6. Емкостный преобразователь цилиндрической формы и расчет его параметров / Е.Уляев, Ф.А.Тулбаев, У.М.Убайдуллаев, М.Б.Максмараджабов // Химическая технология. Контроль и управление, № 1, с. 41-45, 2013. (на русском языке).
7. Э.Уляев, У.М.Убайдуллаев, Ш.Н.Нарзуллаев, Э.Ф.Худойбердиев, Ф.Г.Хайдаров, “Классификация датчиков емкостных датчиков влажности сыпучих материалов”, Международный журнал передовых наук и технологий, № 29 (11s), с. 1949 – 1953, (2020). Извлечено из http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/21858

Норбоев Отажон Нормуминович - Каршинский государственный технический университет. Старшего преподавателя кафедры автоматизации и управления технологическими процессами E-mail: o.norboyev@mail.ru

Улжаев Эркин- Ташкентский государственный технический университет. Профессора кафедры систем обработки и управления информацией E-mail: e.uljayev@mail.ru

YUKLAMA TOKINING O‘ZGARISHINI TRANSFORMATORLARNING ICHKI IZOLYATSIYASIGA BOG‘LIQLIGINI TEKSHIRISH

Tog‘aymurodov S.Z., Rasulova B.I.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqola moyli transformatorlarda yuklama toki spektri va vaqt bo‘yicha dinamikasidan kelib chiqadigan eng issiq nuqta haroratini modellashtirish hamda izolyatsiya umriga ta’sirini baholashga bag‘ishlangan. Taklif etilgan yondashuvda yuklama ko‘rsatkichi aniqlanadi, yog‘ning yuqori harorati va chulg‘amning eng yuqori harorati issiqlik ko‘tarilish eksponentlari asosida bog‘lanadi. O‘tish jarayonlari eksponensial yaqinlashuv modeli bilan ifodalanadi hamda muhit, yog‘ va o‘ram komponentlarining yig‘ma termik ta’siri sifatida qabul qilinib yakunda yuklama toki va muhit hosil qilgan eng issiq nuqtaning izolyatsiyaga ta’siri hisoblab chiqiladi.*

Kalit so‘zlar: *yuklama toki, eksponensial bog‘lanish, nominal harorat, o‘ramlardagi harorat, Arrhenius qonuni, magnit o‘zak, kumulyativ zarar, konstruktiv resurs.*

ПРОВЕРКА ЗАВИСИМОСТИ ТОКА УТЕЧКИ ОТ СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Тогаймуродов С.З., Расулова Б.И.

Навоийский государственный горно-технологический университет.

Аннотация. *Данная статья посвящена моделированию температуры наиболее горячей точки в масляных трансформаторах, обусловленной спектром и динамикой тока нагрузки во времени, а также оценке влияния на срок службы изоляции. В предложенном подходе определяется показатель нагрузки, температура масла и максимальная температура обмотки связываются на основе экспонент теплового подъема. Переходные процессы выражаются моделью экспоненциального приближения и рассматриваются как совокупное термическое воздействие окружающей среды, масла и компонентов обмотки, в результате чего рассчитывается влияние тока нагрузки и окружающей среды на изоляцию наиболее горячей точки.*

Ключевые слова: *ток нагрузки, экспоненциальная связь, номинальная температура, температура в обмотках, закон Аррениуса, магнитный сердечник, кумулятивный ущерб, конструктивный ресурс.*

INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF LEAKAGE CURRENT ON THE CONDITION OF INTERNAL INSULATION OF TRANSFORMERS

Togaymurodov S.Z., Rasulova B.I.

Navoi state university of mining and technology.

Annotation. *This article is devoted to modeling the hottest-spot temperature arising from the load current spectrum and its time dynamics in oil-immersed transformers, as well as to evaluating its effect on insulation life. In the proposed approach, the load factor is determined, and the top-oil temperature and the winding hottest-spot temperature are linked based on thermal rise exponents. Transient processes are expressed through an exponential approximation model, and the combined thermal influence of the ambient, oil, and winding components is considered. Finally, the impact of the hottest spot generated by the load current and ambient conditions on the insulation is calculated.*

Keywords: *load current, exponential relationship, nominal temperature, winding temperature, Arrhenius law, magnetic core, cumulative damage, structural lifetime.*

Elektr ta’minoti tizimida moyli transformatorlarning xizmat muddati asosan yuklama toki spektri va vaqt bo‘yicha dinamikasidan kelib chiqadigan eng issiq nuqta harorati orqali belgilanadi hamda transformatorlarning yuklama tokining oniy qiymati moy haroratiga ta’sir ko‘rsatadigan asosiy omillardan biri sifatida baholanadi. Amaliy modelda tokning yuklama qiymati (1) formula orqali aniqlanadi [1].

$$K(t)=\frac{I(t)}{I_{nom}} \quad (1)$$

Bu yerda: K(t)– tok yuklanishning ulush qiymati, I(t)– chiquvchi tokning vaqt bo‘yicha oniy qiymati, I_{nom}– transformatorning passport ma’lumotidagi chiquvchi nominal tok.

(1) ifoda orqali aniqlangan yuklanish darajasi va shu orqali yuklama tokining oniy qiymati nominaldagi bilan taqqoslab olinadi. Yuklama toki transformator haroratining oshishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi va Arrhenius tipidagi eskirish funksiyasi orqali yo‘qotilgan umr integrallanishi natijasida uning xizmat muddatini o‘zgarishini aniqlash imkoni bo‘ladi. Transformatorlardagi eng issiq nuqta harorati uning chulg‘amlarida bo‘lganligi sababli, $t_{e.i}$– transformatorning eng issiq

nuqtasining gradient qiymati ta’sir etuvchi temperaturalarning yig‘indisi sifatida qaraladi hamda izolyatsiya qog‘ozining umrini belgilovchi, moy sifatiga ta’sir ko‘rsatuvchi harorat nuqatasi sanaladi. Uning umumiy ifodasini quyidagicha yozish mumkin [2].

$$t_{e\,i} = t_{muhit} + t_{m.max} + t_{o‘r.max} \quad (2)$$

Bu yerda: t_{muhit} – muhit harorati, $t_{m.max}$ –moy eng yuqori harorati, $t_{o‘r.max}$ – chulg‘amlarning maksimal harorati $t_{e.i}$ – transformatorni eng yuqori harorat nuqtasini baholovchi miqdorga faqatga haroratlar yig‘indisi ta’sir ko‘rsatibgina qolmay yuklama tokining yuklanish miqdori ham muhim ahamiyat kasb etadi. (2) formula orqali umumiy holda transformatorlardagi eng issiq nuqta haroratini aniqlash mumkin bo‘ladi [3].

Transformatorning yuklama toki uning issiqlik rejimini aniqlovchi asosiy omil hisoblanadi. León-Martínez va boshqalar (2023) yuklama tokining garmonik spektri va uning issiqlik yo‘qotishlariga ta’sirini baholab, harmoniklar natijasida chulg‘am alyuminiy yo‘qotishlari 15–25 % gacha ortishini aniqladilar. Pejovski (2017) esa yuklama tokining shakli va amplitudasi o‘zgarishi transformatorning issiqlik barqarorligini buzishini ko‘rsatadi. Shu sababli, yuklama toki vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan bo‘lganda, issiqlik o‘tish jarayonlari dinamik modellashtirishni talab qiladi. Eng issiq nuqta harorati izolyatsiya qarishining asosiy ko‘rsatkichi sifatida IEEE C57.91-2011 va IEC 60076-7 standartlarida keltirilgan. Arrhenius qonuni bo‘yicha harorat 6 °C ga oshsa, izolyatsiya umrining yarmi kamayadi. Shunga asosan Chen va boshqalar (2024) issiqlik ko‘tarilish eksponentlari yordamida transformatorning issiqlik o‘tish modelini ishlab chiqib, yog‘ va chulg‘am komponentlari uchun vaqt kechikish konstantalarini aniqlashdi. Ularning ishlari transformator ichidagi issiqlik gradientlarini aniqlashda eksponensial yaqinlashuv modelining aniqligini tasdiqlaydi [4,5].

Ko‘plab tadqiqotlar yuklama toki va harorat orasidagi bog‘lanishni eksponensial yoki differensial shaklda ifodalaydi. Masalan, Amrollahi (2011) garmonik yuklar ostida transformator yo‘qotishlari va umrini baholashda termik vaqt konstantasini kiritgan. Unga ko‘ra, issiqlik ko‘tarilish tezligi yuklama tokining kvadratiga proporsional hisoblanadi. Yuqoridagi aniqlanishlarga asosan metodologiyamizni shakllantiramiz.

Moyli transformatorlarda izolyatsion moyning harorati ko‘tarilishini yoki tushishiga asosan yuklama toklarining qiymati ta’sir ko‘rsatadi hamda aniqlangan har bir o‘sish yoki kamayish qiymatlari transformatorning haroratiga ham bevosita o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Harorat ortishi transformatorlarning eng issiq nuqtasi, ularning moyining sirt qismidagi haroratga o‘z ta‘sirini ko‘rsatmay qolmaydi. Izolyatsiyaga va transformator haroratiga ta’sir ko‘rsatuvchi nuqta sifatida ayni shu nuqta qaraladi. Shu xulosaga muvofiq eng yuqori haroratga ega nuqta harorati yuklama tokining qiymatidan kelib chiqib quyidagicha bog‘lanishga ega bo‘ladi [6].

$$t_{max.y} = t_{nom} * \left(\frac{K^2 R + 1}{R + 1}\right)^n \quad (3)$$

Bu yerda: t_{nom}– transformatorning nominal holatdagi harorati, K – yuklanish darajasi, R– o‘ramdagi yoqotishlarning magnit o‘zakdagi yoqotishlarga nisbati, n– issiqlik ko‘tarilish eksponenti.

(3) formula orqali aniqlangan transformator yog‘ining eng issiq nuqtasi ifodasini yana ham aniqroq shaklda (4) formula bilan ifodalaymiz [7].

$$t_{max.y} = t_{nom} * \left(\frac{K^2 \frac{P_1}{P_2} + 1}{\frac{P_1}{P_2} + 1}\right)^n \quad (4)$$

Bu yerda: P_1– nominal yuklamadagi o‘ramlardagi yoqotishlar, P_2– Magnit o‘zakdagi nominal yuklamadi yoqotishlar

Keyingi qadamda $t_{max.y}$ ning haroratiga chiqguncha qancha harorat ko‘tarilganini aniqlab olamiz

$$\Delta t = t_{max\,y} - (t_{max\,y} - t_0)\, e^{\frac{-\tau}{\tau max}} \quad (5)$$

Bu yerda: Δt yog‘ haroratining maksimal harorat va dastlabgi harorat o‘rtasidagi farqi, $t_{max.y}$– yog‘ning ustki qismidagi maksimal harorat, t_0– yuklanishdan oldingi harorat, -τ– t_{max}ga chiqish vaqti τ_{max}– maksimal qancha vaqt shu harorat saqlanib turilganligi.

Keyingi qadamda o‘ramlarning haroratini ham e’tiborga olgan holda hisoblaymiz chunki o‘ramlarning qizishi ham izolyatsiya umriga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi o‘ramning $t_{e.i}$ ga nisbatan harorati (6) formula orqali aniqlaymiz.

$$t_{o‘r.max}=t_{o‘r.n}*K^m \quad (6)$$

Bu yerda: $t_{o‘r.max}$– o ‘ramning maksimal harorati, $t_{o‘r.n}$– o,‘ramning nominal holdagi harorati, K– yuklanish darajasi, m– termik yuklama eksponenti.

Keyingi bosqichda o‘ram harorati dastlabgi bilan taqqoslaganda qanchaga oshganligini aniqlab olamiz [8].

$$\Delta t_{o‘r}=t_{o‘r.max}-(t_{o‘r.max}-t_{o‘r.n})e^{\frac{-\tau}{\tau max}} \quad (7)$$

Yakunda izolyatsiyaning qarishiga sabab bo‘ladigan umumiy haroratlarning yig‘indisi orqali eskirish va qarish jarayonini aniqlaymiz. (8) formula moyli transformatorlarda izolyatsiyaga eng ko‘pi bilan qancha harorat ta’sir etishini aniqlash formulasi bo‘lib bu orqali izolyatsiyaning yuklama tokining o‘zgarishi natijasida qanchaga qarishini aniqlash imkonini beradi.

$$t_{e.i}=t_{tashqi}+t_{o‘r}+t_{moy} \quad (8)$$

Eng asosiy va hal qiluvchi qadam hisoblanadigan izolyatsiyaning qarish tezligini aniqlash aniq ketma - ketlik asosida davom etmay exponinsial ko‘rinishda o‘zgarib uni hisoblash uchun reaksiya tezligi qanchaga tezlashganini aniqlashga qaratilgan Arrhenius tenglamasidan foydalanamiz chunki Arrhenius tenglamasi reaksiyaning qanchalik tez amalga oshishi hamda jarayonni borishi qanchalar tezlashganligini aniqlashda qo‘llaniladigan asosiy qonun hisoblanadi [9].

Transformatorning konstruktiv resursini xizmat muddati yuqoridagilarga asosan aniqlanadi hamda qarish tezlanishi (9) formula orqali aniqlanadi.

$$F_{AA}(t)=exp\left(\frac{\frac{E_a}{R}}{t_n+273.15}-\frac{\frac{E_a}{R}}{t_{e.i}+273.15}\right) \quad (9)$$

Bu yerda: E_a– furanlar ajralishida talab qilinadigan energiya miqdori yoki aktivatsiya energiyasi R– universal gaz doimiysi t_n – transformatorning normal temperaturasi ishlash holatidagi $t_{e.i}$– transformatorning eng issiq nuqtasining harorati. Hisoblashlar ayni bir vaqt uchun endi jarayon murakkablashsa ko‘rinish farq qiladi va har bir oraliq vaqt uchun arrheniuss qonunini qo‘llash shart hisoblanadi.

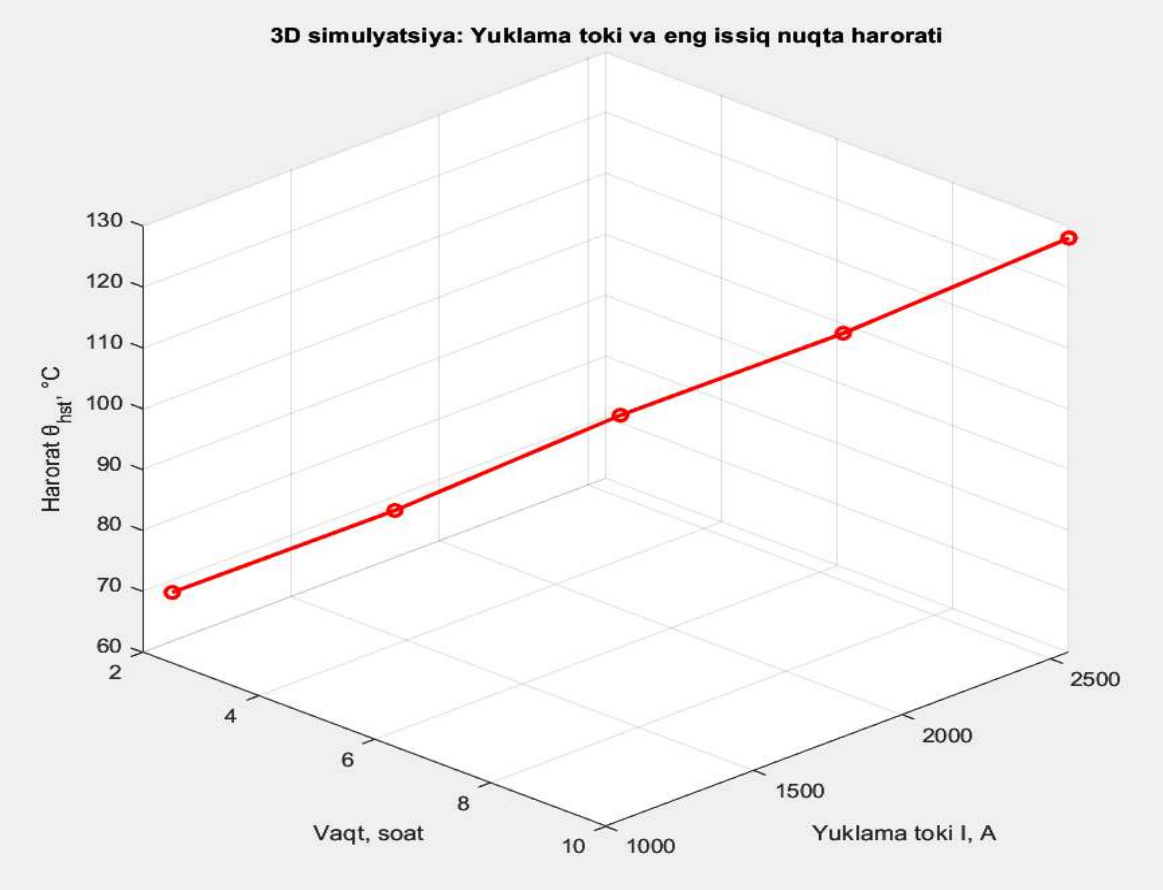
Shunga muvofiq quvva 20MVA va kuchlanishi 110/6KV li transformatordan olingan qiymatlar asosida metodologiyani tadqiq qiladigan bo‘lsak, 1-jadval ma’lumotlariga tayanib yuklama tokining o ‘zgarishini ko‘rib chiqamiz.

1-jadval.

Yuklama tokining o‘zgarishi va unga bog‘liq issiqlik parametrlari

№	Yuklanish darajasi (Load level, %)	Yuklama toki (I, A)	Eng issiq nuqta harorati (θ_{hst}, °C)	Yog‘ harorati (θ_{oil}, °C)	Vaqt (t, soat)
1	60 % (yengil yuklama)	1100	68	55	2
2	80 % (normal ish rejimi)	1460	82	65	4
3	100 % (nominal yuklama)	1830	98	75	6
4	120 % (qisqa muddatli ortiqcha yuk)	2190	112	85	8
5	140 % (avariyaviy yuklama)	2560	128	96	10

1-jadvalga muvofiq yuklama toklarini simulyatsiyasini MATLAB SIMULINK dasturida tekshirib ko‘ramiz hamda natijada yuklama toklarining haroratga bog‘liqlik korelyatsiyasini 3D ko‘rinishda hosil qilamiz.



1-rasm. Yuklama toklarining haroratga bog‘liqlik 3D ko‘rinishi

Olingan xulosalarga movofiq, harorat o‘zgarishining ekvivalent qarish tezlanishini aniqlab olamiz. Chunki moyli transformatorlarda harorat o‘zgarishi, yuklama toklarining oniy qiymatlari bir xil bo‘lmasligi sababli izolyatsiyaning qarish tezlanishi ayni bir qonuniyat ketma- ketligi bo‘yicha o‘zgarmaydi. Ayni shu sabab uchun ham qarish tezlanishining ekvivalent qiymatini (10) ifoda orqali aniqlaymiz hamda maqsad qilingan yuklama toklari ta’sirida izolyatsiyaning eskirishini eksponensial ifodasini hosil qilamiz [10].

$$F_{EQA}=\frac{\sum_{i=1}^{n} F_{AA}\Delta t}{\sum_{i=0}^{n}\Delta t} \quad (10)$$

Xulosa o‘rnida shuni aytsak bo‘ladiki, qarish tezlanishi aniqlangandan so‘ng bevosita umrni hisoblash imkoniyati mavjud bo‘ladi. Aniqlanishlar va ketma-ketliklar faqat yuklama tokining o‘zgarishiga qarab xulosa qilingan ammo transformatorlarda boshqa kumulyativ zarar ulushlari ham transformator umrini qisqarishiga sabab bo‘lishi mumkin. Masalan transformatorlarning titrashi natijasida yuzaga keladigan mexanik zararlarning yig‘indisi, transformator differensial himoyasidan olinadigan va umuman transformator himoya tizimlarining ishlashi natijasida yuzaga keladigan kumulyativ zararlarning yig‘indisi ham transformatorlarni konstruktiv resurslarining qisqarishiga sabab bo‘ladigan boshqa omillar sirasiga kiradi. Ushbu korelyatsion jihatlarni keyingi tadqiqot ishlarida davom ettiramiz.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tog‘aymurodov S.Z, Ataullayev N.O, Rasulova B.I “Moyli transformatorlarni qolgan xizmat qilish muddatini birlamchi parametrlaridan kelib chiqqan holda tashxislash” Konchilik Xabarnomasi jurnali, Navoiy 2025 DOI:10.54073/GV.2025.3.102.021, 98-103 betlar
2. S.Z Tog‘aymurodov “Transformatorlarning ishlash jarayonlarida temperaturaning o‘zgarishi va uning ta‘sir natijasida magnit o‘zakning ferromagnit xususiyatini yo‘qotish sabablari” Journal of Advances in ENERGY Engineering Technology Vol.6(18) Navoi, 2025, 37-41 betlar

3. Ataullayev A.O, Tog‘aymurodov S.Z “Transformatorlarda magnit o‘tkazgichlarining tashqi elektr maydonini kuchaytirishi sabablari” Farg‘ona davlat texnika universiteti ilmiy texnik jurnali–2025/29/4 Farg‘ona, 103-107 betlar
4. V. León-Martínez, E. Peal, C. A. M. Montero, L. M. Cárdenas, “Assessment of Load Losses Caused by Harmonic Currents”, *Environments*, 2023, Article ID 177, 1-17 betlar
5. JRB Leynes, “Design of a Load Monitoring System for a Distribution Transformer”, *European Journal of Engineering and Technology Research (EJ-ENG)*, 2024, 12-17 betlar
6. D. Pejovski, “Impact of different harmonic loads on distribution transformer”, *Procedia Engineering* ,Elsevier, 2017, Vol. [4], 28-33–betlar
7. J. Faiz, “Derating of transformers under non-linear load current and harmonics”, *IET Electric Power Applications*, 2015, Vol. 9, No. 6, 402– 409 betlar
8. H. Chen et al., “Assessment of voltage harmonics’ impact on the maximum temperature in transformers”, *Scientific Reports*, 2024, 63-69 betlar
9. Александров Г.Н. Режимы работы трансформаторов // Учебное пособие / Санкт-Петербург 2006 г. 143. с.
10. Серебряков А.С. Трансформаторы // Учебное пособие для вузов /Издательский дом МЭИ, - Москва 2013г. 361. с.

UDK 621.78

SHTAMP ASBOBLARINING TERMIK ISHLOV BERISH HARORAT REJIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Berdiyev D.M., Komilova G.M.

I.Karimov nomli Toshkent davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Termik ishlov berishning toblash va oraliq bo‘shatish bilan optimallashtirilgan rejimi shtamplash asboblarini yeyilishbardoshligini an’anaviy termik ishlov berilgan rejimni natijalariga solishtirganda 1,5-2 barobarga oshiriladi.*

Tayanch iboralar: *toblash, qattiqlik, dislokatsiya zichligi, oraliq bo‘shatish, yuqori legirlangan po‘lat.*

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Бердиев Д.М., Комилова Г.М.

Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова

Аннотация. *Оптимизирован режим термической обработки инструментальных сталей закалкой с промежуточным отпуском, повышающий стойкость штампового инструмента высокой точности в 1,5-2 раза по сравнению со стандартной термообработкой.*

Ключевые слова: *закалка, твердость, плотность дислокаций, промежуточный отпуск, высоколегированная сталь.*

OPTIMIZATION OF TEMPERATURE CONDITIONS FOR HEAT TREATMENT OF STAMPING TOOLS

Berdiev D.M., Komilova G.M.

Tashkent state technical university named after. I. Karimova

Abstract. *The mode of heat treatment of tool steels by quenching with intermediate tempering has been optimized, increasing the durability of high-precision stamping tools by 1.5-2 times compared to standard heat treatment.*

Keywords: *hardening, hardness, dislocation density, intermediate tempering, high-alloy steel.*

Kirish. Yuqori aniqlikdagi shtamplash asboblarining yeyilishbardoshligini oshirish muammosi sovuq holatda shtamplash texnologiyasi sohasida dolzarb ahamiyatga ega. Asboblarning yuqori yeyilishbardoshligi ularning kuchli mexanik yuklanishlar va yuqori harorat sharoitida uzoq

muddatli va barqaror faoliyat yuritishini ta’minlaydi, bu esa ishlab chiqarish samaradorligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlarning oshishiga olib keladi.

Sovuq holatda shtamplash jarayonlari uchun shtamplar ishlab chiqarishda turli uglerodli va legirlangan asbobsozlik po‘latlari qo‘llaniladi [1]. «FOTON» AJ korxonasida o‘tkazilgan tahlillar natijalariga ko‘ra, shtamplash asboblari orasida probivka va shakl berish asboblari eng ko‘p qo‘llaniladi. Ishlab beriladigan materiallar sifatida yuqori plastiklikka ega mis, nikel, ferronikel, kovar va St3 konstruksiya po‘latidan foydalaniladi.

Ishlov beriladigan materiallarning yuqori plastikligi, tayyor mahsulotlardagi yuqori aniqlik talablari va ishlab chiqarish jarayonining yuqori samaradorligi puanson va matritsa o‘rtasidagi zazorlarning minimal darajada bo‘lishini taqozo etadi. Shu bilan birga, ish jarayonida yuzaga keladigan issiqlik ta’siri sababli asboblarga nisbatan yuqori issiqlikbardoshlik va yeyilishbardoshlik talab etiladi [2].

Ishlab chiqarish amaliyotida shtamplash asboblari uchun 9XS, XVG, X12M, ShX15 va U10 kabi ko‘plab asbobsozlik po‘latlari qo‘llaniladi. Ammo, tajriba shuni ko‘rsatdiki, bu po‘latlardan yasalgan asboblar yetarlicha yeyilishbardoshlikka ega emas. Qattiqlikni oshirish orqali yeyilishbardoshlikni yaxshilash mumkin, lekin bu asboblarning mo‘rtligini oshirib, ularda xavfli yoriqlar paydo bo‘lish ehtimolini ko‘paytiradi.

Yupqa kesimga ega bo‘lmagan asboblar uchun qattiqlikni 1-2 HRC birlikka oshirish tavsiya etiladi. Yupqa devor qallinligidagi asboblar holatida bunday oshirish maqsadga muvofiq emas [3].

Asbobning foydalanish xususiyatlarini oshirishning mavjud usullari (kimyoviy-termik ishlov berish, qattiq qoplamalar qo‘llash, ikki martalik toblash, lazerli ishlov berish) orasida oraliq yumshatish bilan toblash usuli afzalroqdir. Ushbu usul iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lib, karbidli bir xillikni bartaraf etishga, po‘latning qovushqoqligini yaxshilashga, oquvchanlik chegarasini va yeyilishga chidamliligini oshirishga yordam beradi, shuningdek, maxsus uskunalarni talab etmaydi [1, 2].

Ko‘plab tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, asbobning chidamliligi mikrostrukturaviy parametrlarga, jumladan, karbid fazasining xususiyati va taqsimlanishi, qoldiq austenitning miqdori va matritsaning holatiga bevosita bog‘liq [4-7].

Tadqiqot materiallari va usullari. Asbobni puxtalashning optimal rejimlari yemirilish xususiyatini, mikrostrukturaviy va rentgenostrukturaviy tadqiqotlarni tahlil qilish asosida aniqlandi.

Sinovlar X12M po‘latidan tayyorlangan, “FOTON” AJ korxonasining ishlab chiqarish sharoitlarida olingan namunalarda o‘tkazildi. Har bir sinov diametri 25 mm va balandligi 10 mm bo‘lgan bitta eritib olingan namunalarda bajarildi.

Po‘lat namunalari tuzli vannalarda qizdirish bilan termik ishlovdan o‘tkazildi. Birinchi toblash T_{t1} = 1050; 1100; 1150; 1250; 1300 ºS haroratlarda amalga oshirildi. Bunda karbid bo‘yicha bir xillikni maksimal darajada bartaraf etish maqsad qilingan [7].

Keyinchalik $T_{o.yum}$ = 540; 600; 650 ºS haroratlarda oraliq yumshatish o‘tkazildi, namunalarning bir qismi esa yumshatishsiz olindi.

Metallografik tahlil Metrohm 850 Professional IC ion xromatografi (SEM-EDX) va Zeiss EVO MA 10 elektron mikroskopi yordamida amalga oshirildi [8]. Tuzilma Shimadzu rentgen-spektr analizatori [9] yordamida, nurlanish manbai sifatida temir anodidan foydalangan holda tadqiq qilindi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, po‘latning qattiqligi toblash harorati 1100 ºS gacha oshadi, shundan so‘ng qoldiq austenit miqdorining oshishi tufayli keskin pasayadi. 540 ºS dan boshlab haroratlarda oraliq yumshatish ikkilamchi qattiqlikning paydo bo‘lishiga yordam beradi, biroq u birlamchiga nisbatan pastroq.

Mikrostrukturaviy tahlil 1050-1100 ºS da toblangandan so‘ng ikkilamchi karbidlar va karbid notekisligining mavjudligini aniqladi, mayda ignali martensit va qoldiq austenit hosil bo‘ladi [10, 11]. 1150 ºS dan yuqori haroratda austenit donasining o‘sishi va karbidlarning jadal erishi kuzatiladi.

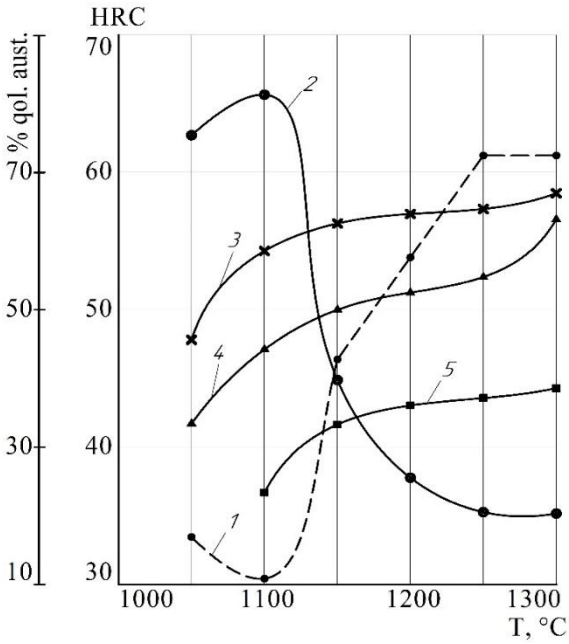
600 ºS haroratdan yumshatish troostit tuzilmasi hosil bo‘lishi bilan qattiq eritmaning to‘liqroq parchalanishiga olib keladi. 1300 ºS haroratdan toblash 600 ºS dan yumshatilgandan so‘ng martensit tuzilmasining bir qismini saqlab qolishga olib keladi. Bu shu qadar yuqori qizdirish haroratlarida qattiq eritmaning sezilarli darajada legirlanganligidan dalolat beradi.

Agar birinchi toblash legirlovchi elementlar va aralash fazalarni dislokatsiyalarning yuqori zichligini hosil qilish bilan qattiq eritmaga maksimal darajada o‘tkazish maqsadida o‘tkazilsa, oraliq yumshatish va keyingi ikkinchi toblash dislokatsiyalarning ushbu zichligini saqlab qolgan holda austenit donasini maydalashga qaratilgan.

Ikkinchi toblash X12M po‘lati uchun standart bo‘lgan 1150 ºS haroratda amalga oshirildi. Birinchi toblash haroratiga qarab austenit donasi o‘lchamlarining o‘zgarishini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, uni 1300 ºS haroratdan o‘tkazishda donaning yaqqol o‘sishi kuzatiladi, bu esa asbobning mexanik xususiyatlari majmuasini yomonlashtirishi mumkin (1-rasm).

1150 ºS dan yuqori haroratda birinchi toblashdan so‘ng 540 ºS haroratda oraliq yumshatishni o‘tkazish ko‘proq legirlangan qattiq eritma va sezilarli hajmdagi qoldiq austenitning hosil bo‘lishiga yordam beradi, bu esa tuzilmaning barqarorligiga salbiy ta’sir qilishi mumkin.

Muvozanatli tuzilmaning shakllanishi va xossalarining barqarorlashuvi nuqtai nazaridan eng maqbul bo‘lgani 600 ºS haroratda oraliq yumshatish bo‘ldi. Ushbu rejim birinchi toblash haroratining oshishi bilan austenit donasining sezilarli darajada kattalashishiga olib kelmaydi, shu bilan birga qoldiq austenitning ahamiyatsiz miqdori bilan mayda dispersli va o‘rta ignali martensit tuzilmasining shakllanishiga yordam beradi.



1-rasm. X12M po‘latining qattiqligi va qoldiq austenitning foizdagi miqdori (1) toblash harorati T ga bog‘liqligi, yumshatishsiz (2) va $T_{o.yum.}$ = 540 ºS (3); 600 ºS (4); 650 ºS (5) haroratlarda.

Eng yuqori qattiqlik 1100 ºS haroratda birinchi toblashdan o‘tkazilgan namunalarda qayd etildi, bu ushbu harorat rejimi asbobning mustahkamlik va ekspluatatsion xususiyatlari majmuasini ta’minlashda samarali ekanligini tasdiqlaydi [11].

Olingan eksperimental ma’lumotlar va ishlab chiqarish sinovlari natijalariga asoslanib, yuqori aniqlikda shtamplovchi sovuq xolatda shtamplash jarayonlari uchun shtamplash asbobini termik ishlashning optimal rejimlari bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

X12M po‘latidan yasalgan shtamplash asbobi uchun quyidagi termik ishlash rejimi tavsiya etiladi:

- tuzli vannalarda birinchi toblash haroratigacha oldindan qizdirish $T_{t_1} = 1150\ ^oS$, so‘ngra moyda sovitish;
- oraliq yumshatish $T_{oyu} = 660\ ^oS$ haroratda 60 daqiqa davomida;
- tuzli vannalarda ikkinchi toblash haroratigacha qayta qizdirish $T_{t_2} = 1050$ ºS, so‘ngra moyda sovitish.

«FOTON» AJ korxonasida o‘tkazilgan ishlab chiqarish sinovlari ma’lumotlariga ko‘ra, standart termik ishlov berilgan asbobning bardoshligi 25-36 ming shtamplash siklini tashkil etdi. Oraliq yumshatish bilan toblangan asbob esa bardoshlikning oshishini ko‘rsatdi:

- 60...62 HRC qattiqlikdagi matritsalar uchun 34-42 ming siklgacha;
- 58...60 HRC qattiqlikdagi matritsalar uchun 30-36 ming siklgacha.

Xulosa. X12M po‘latini 1150 °C gacha qizdirish, 660 °C da oraliq yumshatish va keyinchalik 1050 °C da ikkinchi marta toblash orqali ishlov berish asboblarning mikrostrukturasini optimallashtirishga imkon beradi.

Optimallashtirilgan termik ishlov berish usuli martensit tarkibida karbidlarning bir xil taqsimlanishini ta’minlaydi, qoldiq austenit miqdorini minimallashtiradi va natijada asbobning yeyilishga chidamliligini 1,5-2 martaga oshiradi.

Taklif etilayotgan texnologik sxema an’anaviy termik ishlov berish usullariga nisbatan yuqori samaradorlikka ega hamda iqtisodiy jihatdan asoslangan yechim hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Околович Г. А. Штамповые стали для холодного деформирования металлов: Монография. Барнаул: АлтГТУ, 2010. 202 с.
2. Брыков М. Н., Ефременко В. Г., Ефременко А. В. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании. Херсон: Гринь Д. С., 2014. 364 с.
3. Гольдштейн М.И., Грачев С.В. Векелер Ю.Г. Специальное стали. М.: МИСиС, 1999. 408 с.
4. Mukhamedov A. A. The Influence of the Thermal History on the structure and Properties of Steel // The physics of Metals and Metallography. 1992. Vol. 74. N. 5. P. 482–487.
5. Структурная наследственность в низкоуглеродистых мартенситных сталях / С. С. Югай, Л. М. Клейнер, А. А. Шоцев, И. Н. Митрохович // Металловедение и термическая обработка металлов. 2004. № 12. С. 24−29.
6. Dyuchenko S. S. Heredity in phase transformation: mechanism of the phenomenon and effect on the properties // Metall Science and heat treatment. 2000. Vol. 42. N. 3−4. P. 122−126.
7. Бердиев Д. М., Юсупов А. А. Повышение износостойкости зубьев зубчатых колес циклической закалкой с индукционным нагреванием // Вестник машиностроения. 2020. № 3. С. 50–53.
8. Батаев В. А., Батаев А. А., Алхимов А. П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. 224 с.
9. Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСиС, 1994. 328 с.
10. Berdiyev D., Saydumarov B., Makhmudova N. Increasing the Abrasive Wear Resistance of Steels by Heat Treatment with Preliminary Preparation of the Structure // International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) –2021, 2022, Vol. 305. P. 162–170.
11. Бердиев Д. М., Ташматов Р. К. Особенности фазовых и структурных превращений конструкционных сталей при нетрадиционных режимах термической обработки // Вестник машиностроения. 2020. № 10. С. 63–65.

Berdiyev Dorob Murotovich- texnika fanlari doktori professor. Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallarga bosim bilan ishlov berish” kafedrasi mudiri Tel: (+99894)-627-16-69 Ye-mail: berdiev_mif@mail.ru

Kamilova Gulchexra Muradjanovna- Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallarga bosim bilan ishlov berish” kafedrasi doktorant Tel: +99894115 84 88

УДК 621.91.

СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ НА УСТАНОВКЕ - ТМ 155

Зокирова Д.А.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Свободных и вынужденных колебаний на установке-ТМ 155 позволяет эксперимент предусматривает сравнение теоретических и опытных значений частот свободных колебаний, определенных при различных значениях жесткости пружины и плеча силы. Проводимые эксперименты дают новые идеи постановки других новых экспериментов.*

Ключевые слова: *колебаний, сила, плечо, пружина, жёсткость, аппарат, частота, балка, масса, изгиб, момент, круговая частота, период колебаний, затухание, резонанс, амплитуда, регистратор.*

TM 155-QURILMASIDA ERKIN VA MAJBURIY TEBRANISHLAR

Zokirova D.A.

Buxoro davlat texnika universeteti.

Annotatsiya. *TM 155 moslamasida erkin va majburiy tebranishlar tajribada kuchlar yelkasi va prujina qattiqligining turli qiymatlarida aniqlangan erkin tebranish chastotalarining nazariy va eksperimental qiymatlarini solishtirish imkonini beradi. O'tkazilgan tajribalar boshqa yangi tajribalarni o'rnatish uchun yangi g'oyalar beradi.*

Kalit so'zlar: *tebranishlar, kuch, qo'l, bahor, qattiqlik, apparat, chastota, nur, massa, balka, moment, aylanma chastota, tebranish davri, pasayish, rezonans, amplituda, yozuvchi.*

FREE AND FORCED OSCILLATIONS IN THE UNIT -TM 155

Zokirova D.A

Bukhara state technical university.

Abstract. *Free and forced oscillations at the -TM 155 facility allow the experiment to compare the theoretical and experimental values of free oscillation frequencies determined at different values of spring and force arm stiffness. The experiments carried out provide new ideas for setting up other new experiments.*

Keywords: *oscillations, force, arm, spring, stiffness, apparatus, frequency, beam, mass, bending, moment, circular frequency, oscillation period, attenuation, resonance, amplitude, recorder.*

Колебательные процессы – один из фундаментальных разделов механики и теории колебаний. Понимание того, как система реагирует на внешнее воздействие, как проявляются её собственные (свободные) колебания, и как наступает резонанс, имеет большое значение как в теории, так и в приложениях (машиностроение, вибрационный анализ, устойчивость конструкций и др.).

Цель данной статьи – рассмотреть экспериментальные изучения свободных и вынужденных колебаний на учебно-лабораторной установке ТМ 155.Эта установка позволяет наглядно демонстрировать как свободные колебания (в том числе затухающие), так и вынужденные (с возможностью вариации частоты возбуждения), а также исследовать явление резонанса.

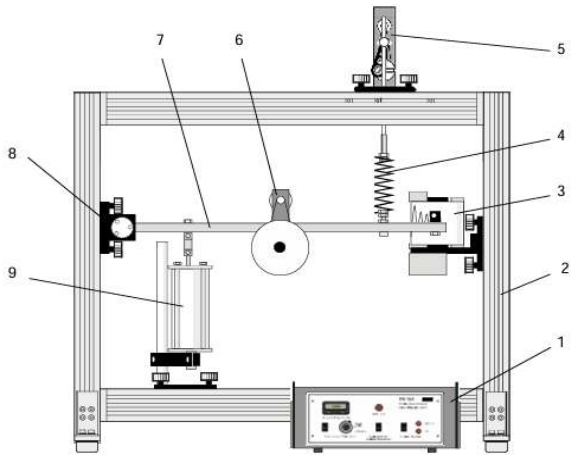


Рис.1. Устройство аппарата -ТМ 155

1–блок управления; 2–рама; 3–барабанный регистратор; 4–винтовая пружина; 5–внеш-ний возмутитель; 6–дисбалансный вибра-ционный возмутитель; 7–балка; 8–опора;9–Гаситель (Демпфер); 10–контактное устройство для измерения амплитуд (не показано).

Все устройства для проведения экспериментов крепятся на алюминевой раме. Прибор имеет следующие преимущества:

- Использование Т образных выемов и соответствующих им винтов позволяет установить устройства просто и быстро.

- Легкая и жесткая;
- Многоцелевая;
- Колебавшаяся балка (7) может вращается вокруг одного конца;

- неподвижная шарнирная опора (8) оказывает незначительное сопротивление колебаниям системы;
- ближе к свободному концу балки подвешена винтовая пружина (4);
- сетка выемов в балке дает возможность произвольно установить пружину, возмутителя и гасителя (9);
- вынужденные колебания возбуждаются резонатором (6) или внешним возмутителем (5) при различных частотах и амплитудах сила/перемещение.
- затухающие колебания возбуждаются гасителем (9) при минимальном Кулоновском трении.

Для представления процесса деформации имеются следующие возможности:

- изменение колебаний во времени записываются барабанным регистратором (3).
- с помощью микрометра контактное устройство (10) передаёт осциллографу изменение частоты и амплитуды [1].

Под свободными колебаниями понимается колебания системы при отсутствии каких-либо действующих сил. В начальный момент система выводится из положения равновесия и колеблется вокруг него (положения равновесия) до тех пор, пока не появляется какая небудь внешняя или внутренняя сила, приводящая к затуханию.

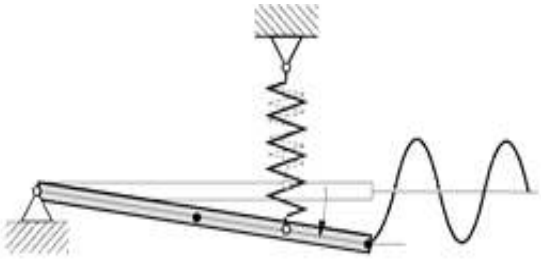


Рис.2. Получение свободных колебаний



Рис-3. Незатухающие колебания

Рассматриваемая нами балка обладает следующими свойствами:

- имеется возбудитель, пружину, дополнительный вес и другие устройства;
- шарнирная опора без трения позволяет исследовать незатухающие свободные колебания;
- частота свободных колебаний может быть определена для трех пружин различной жесткости и различных точек подвески;
- процесс затухания колебаний системы можно исследовать для случаев расположения регулируемого вязкого гасителя в различных точках.
- процесс колебаний может быть представлен в регистраторе.

Уравнение колебания балки выводится из условия равновесия моментов действующих на неё сил относительно центра О.

$$\Sigma M_o = J_o \ddot{\varphi} = -F \cdot a \quad (1)$$

где упругая сила F_c равна произведению изгиба x (равен удлинению пружины) и жесткости пружины c. Для малых углов изгиб равен произведению угла φи плеча силы a. Отсюда

$$F_c = c \cdot x = c \cdot \varphi \cdot a \quad (2)$$

Момент инерции балки относительно центра О

$$J_o = \frac{m}{3} L^2 \quad (3)$$

Учитывая все это, получим уравнение движения в виде однородного обыкновенного дифференциального уравнения

$$\ddot{\varphi} + \frac{3 \cdot c \cdot a^2}{m \cdot L^2} \cdot \varphi = 0 \qquad (4)$$

Круговая частота ω_0 и частота собственных колебаний f определяются следующим образом

$$\omega_0^2 = \frac{3 \cdot c \cdot a^2}{m \cdot L^2} \qquad (5)$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{3 \cdot c \cdot a^2}{m \cdot L^2}} \qquad (6)$$

$$T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m \cdot L^2}{3 \cdot c \cdot a^2}} \qquad (7)$$

А период колебаний отсюда следует, что частота собственных колебаний и период колебаний зависят от местоположения пружины на балке [3].

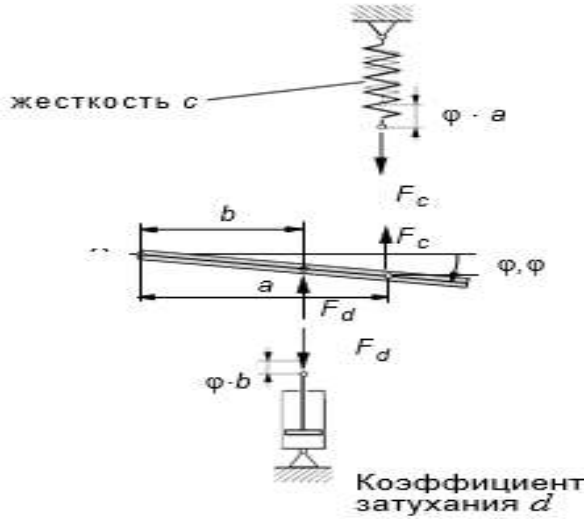


Рис-4. Затухание колебаний

Уравнение движения балки и в этом случае также выводится из условия равновесия моментов относительно центра О. Здесь плечо силы равно b и добавляется пропорциональная скорости сила сопротивления F_d (приводящая к затуханию)

$$\sum M_0 = J_o \cdot \varphi = -F_c \cdot a - F_d \cdot b \qquad (8)$$

где сила сопротивления- F_d равна произведению скорости $\dot{x}$ и коэффициента затухания, при этом выражается через угловую скорость $\dot{\varphi}$ и плечо b

$$F_d = d \cdot x = d \cdot \dot{\varphi} \cdot b \qquad (9)$$

С учетом (4.9) уравнение движения принимает вид обыкновенного однородного дифференциального уравнения

$$\ddot{\varphi} + \frac{d \cdot b^2}{J_o} \cdot \varphi + \frac{c \cdot a^2}{J_o} \cdot \varphi = 0 \qquad (10)$$

если учесть, что $y = L \cdot \varphi$ тогда

$$\ddot{y} + 2 \cdot \ddot{D} \cdot \omega_o \cdot \dot{y} + \omega_o^2 \cdot y = 0 \qquad (11)$$

Здесь D показатель гашения и ω_o частота

$$D = \frac{d \cdot b^2}{2 \cdot J_o \cdot \omega_o}, \qquad (12)$$

$$\omega_o^2 = \frac{c \cdot a^2}{J_o} \qquad (13)$$

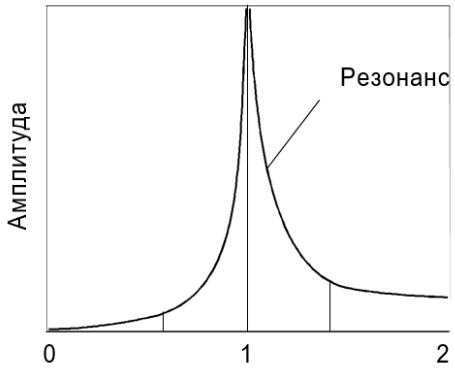


Рис-5. Резонансная кривая

Решение уравнения движения с учетом начального условия y_0

$$Y(t) = \frac{\omega_o}{\omega_d} \cdot y_o \cdot e^{-D \cdot \omega_o \cdot t} \cdot \sin(\omega_d \cdot t + \Psi) \qquad (14)$$

Частота $\omega_d = \omega_o \cdot \sqrt{1 - D^2}$ (15)

Видно, что при $D \geq 1$ нет никаких колебаний, а частота колебаний считается равной нолю.

Резонансная кривая колебания системы под действием внешней силы называется вынужденными колебаниями. Без учета неустойчивых случаев система колеблется с частотой внешней силы. Если частоты внешней силы и собственных колебаний совпадут, то происходит резонанс. В этом случае амплитуда колебаний резко возрастает, что может привести к разрушению системы. Расчет и предотвращение резонансных явлений являются двумя из наиболее важных задач в области инжиниринга. [4]

Резонансная кривая с гасителем. Цель эксперимента. При использовании

различных гасителей нарисовать резонансную кривую. Колебания возбуждаютя дисбалансным вибровозбудителем. Графики амплитуд вынужденных колебаний рисуются барабанным регистратором.Можно выбрать различные показатели гашения для гасителя.

Проведение эксперимента. Изгибы определяются для различных состояний гасителя при увеличении частоты вибрационного возбудителя по 2 Гц

В дипазоне 6-10 Гц частота увеличивается по 1 Гц, при близких к резонансным состояниям увеличивается по 0,2-0,5 Гц.

При измерениях частоты она должна записываться для каждого шага. [5]

Результаты эксперимента. Амплитуды и частоты, определенные из экспериментов приведены в виде таблиц.

Таблица-1.

Резонансная кривая для 1-случая гашения (без гашения) *c* = 3 Н/мм, *a* = 650мм

Частота	4	5	6	7	8	8,4	8,5	8,7	9	10	12	14	16	20
Амплитуда	0,5	0,6	1,2	5	15	26	42	11,5	7	2,5	1,2	0,6	0,5	0,4

Таблица -2.Резонансная кривая для 2-случая гашения (малое гашение) *c* = 3 Н/мм, *a* = 650мм

Частота	4	6	8	8,25	8,5	8,75	9	10	12	14	16	20		
Амплитуда	0,5	0,8	3,5	9,5	18	8,5	5	1,5	1,0	0,8	0,5	0,4		

Таблица -3.Резонансная кривая для 3-случая гашения (среднее гашения) *c* = 3 Н/мм, *a* = 650мм

Частота	4	5,5	7	8	8,4	8,53	8,9	9,3	10	12	14	16	20	
Амплитуда	0,4	0,5	0,8	3,5	7,5	8,0	6,0	3,5	1,5	1,0	0,7	0,5	0,5	

Таблица-4.. Резонансная кривая для 4-случая гашения (значительное гашение) *c* = 3 Н/мм, *a* = 650мм

Частота	6	7,5	8,3	8,9	10,9	14	20							
Амплитуда	0,5	0,8	0,8	0,9	0,5	0,4	0,2							

Определенные значения можно представить в виде графиков как резонансные кривые.

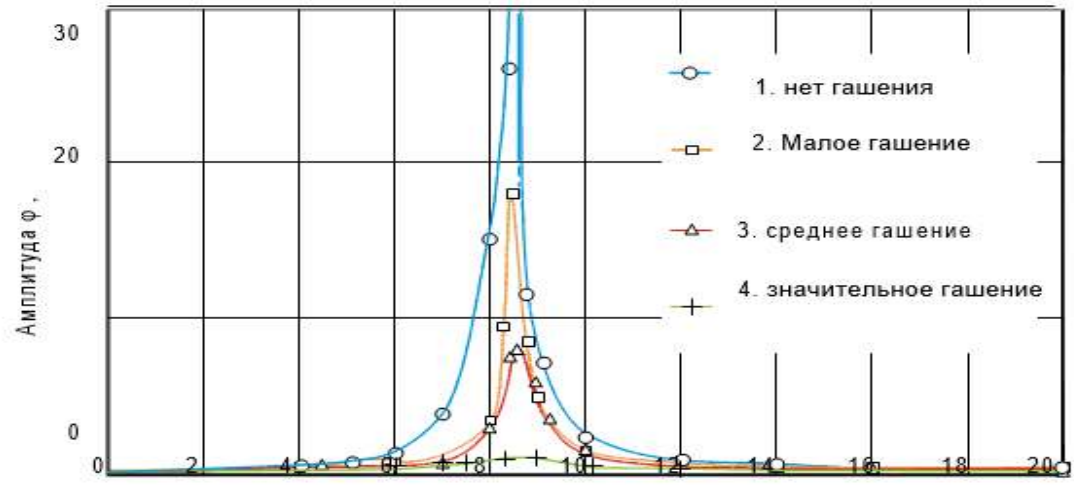


Рис-6. Резонансные кривые для различных показаний гасителя

В результате выполнения работы можно сделать общий вывод:Колеба-тельные процессы в механических системах подчиняются строгим закономерностям, которые подтверждаются как теоретическими расчётами, так и экспериментальными наблюдениями.

Установка ТМ 155 позволяет наглядно продемонстрировать переход от свободных колебаний к вынужденным, наблюдать эффект затухания и резонанса, оценить влияние массы, жёсткости и демпфирования. Таким образом, данное исследование имеет важное образовательное и инженерное значение, формируя у обучающихся целостное представление о динамике колебательных систем и практическом применении теории колебаний.

Использованные литературы

1. D.A.Zakirova. Qurilish metal konstruksiyalarida WP-121 ko‘ rgazmzli uskunasida Eylerning ustuvorlik nazariyasining tadbig”i. “Ученый XXI века”, международный научный журнал № 5-1 (86), апрель 2022 г. стр. 9-11.
2. D.A. Zakirova. Inshoot konstruksiyasi bo”lgan parabolik arkalarda deformatsiyani se 110.16 tajriba qurilmasida tekshirish. “Ученый XXI века”, международный науч ный журнал № 5-1 (86), апрель 2022 г. стр. 12-14.
3. D.A.Зокирова. Цилиндрсимон идишлардаги кучланиш ва деформация. “Ученый XXI века”, международный научный журнал № 5-1 (86), апрель 2022 г. стр. 15-18.
4. D.A.Закирова. Обоснования конструктивно-технологических параметров почвообрабатывающей машины. Учёный XXIвека.научный журнал 9.2021.34-36 стр
5. D.A.Zakirova, A.J.Adizova. “Torch Vibrations of a Viscoelastic Shell with a Viscous Liq uid”. World wide journal of multidisciplinary research and development, June 2019, page 5-14.
6. D.A. Закироваа. Уравнение скалывания и излома пласта почвы и других материалов. Фан ва технологиялар тараққиёти №3.2020. 241-248 бет.
7. D.A.Зокирова. Харакат машиналарида ўзгарувчан кесимли қувурлардаги сочилувчан жисмлар технологик жараёнини хисоблаш тенгламаси. Фан ва технологиялар тараққиёти №5.2020, 222-226 бет.
8. D.A.Зокирова. Юпқа деворли очиқ ва ёпиқ цилиндрда кучланиш ва деформацияларни тажрибада текшириш. Фан ва технологиялар тараққиёти № 6 . 2021. 153-159 бет

METALL KONSTRUKSIYALAR

Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada qurilish va mashinasozlikda qo‘llaniladigan metal konstruksiyalar: fermalar va ularning turlari, fermalarni komponovkasi, kolonnalar, metall konstruksiyalarining afzalliklari va kamchiligi, shprengelli sistemalar to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.*

Kalit so‘zlar*: inshoot, metall kostruksiya, ferma, komponovka, kolonna, shprengel, korroziya, mustahkamlik, poydevor, ko‘prik, bino, rezervuar*

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Бибутов Н.С., Хожиев А.Х., Хабибов Ф.Ю., Хамроев Х.Х.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье приводятся материалы о металлических конструкциях применяемые в строительстве и в машиностроение: фермы и виды фермы, компоновка фермы, колонны, преимущества и недостатки фермы, шпренгелевые системы*

Ключевые слова*: сооружение, металлические конструкции, фермы, компоновка, колонна, шпренгель, коррозия, прочность, основание, мост, здание, резервуар.*

METAL STRUCTURES

Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X.

Bukhara state technical university.

Abstract. *Data on the use and application of metal structures in mechanical engineering are presented: trusses and their types, truss layout, columns, advantages and disadvantages of metal structures, Sprengel systems*

Keywords*: injector, metal structure, truss, layout, column, sprengel, corrosion, assembly, assembly, assembly, assembly, binoculars, tank.*

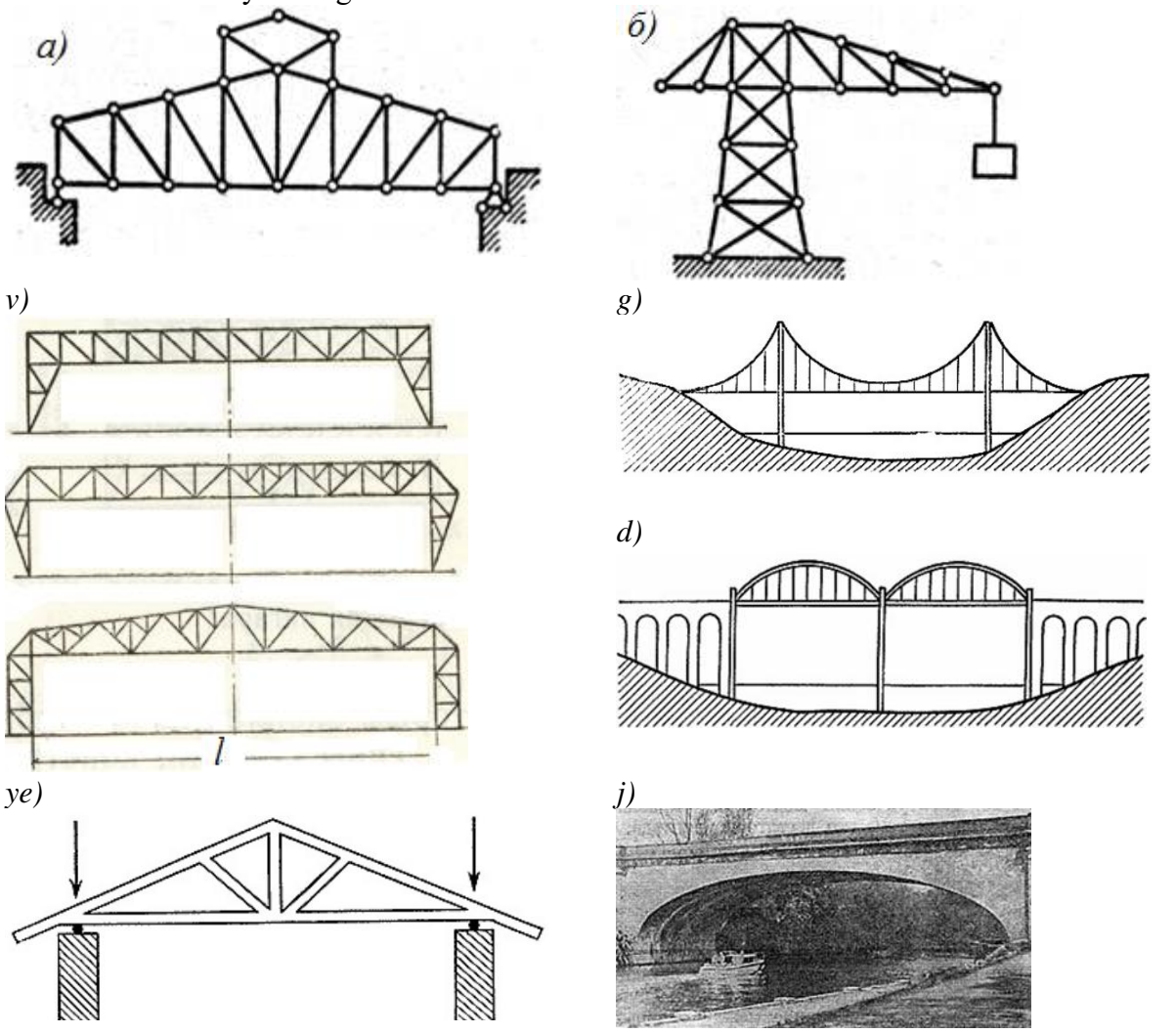
***I*nshoot va konstruksiya to‘g‘risida tushuncha.** Mexanika – moddiy jismlarning mexanik harakati va o‘zaro ta’sirlashuvi to‘g‘risidagi fan. Vaziyati va harakati boshqa jismlarning harakatiga bog‘liq bo‘lgan qattiq jismlarning to‘plamiga mexanik sistema deyiladi.

Elementlari harakatlanmaydigan mexanik sistemalar muhandislik inshootlari deyiladi. Poydevorlar, yer osti inshootlari, ko‘priklar, binolar, rezervuarlar, temir yo‘llar, issiqlik–gaz ta’minoti qurilmalari, konteynerlar barchasi muhandislik inshootlari deyiladi.

Aluminiy qurilma, to‘sinli qurilma, blokli qurilma, osma qurilma, yig‘ma yog‘och qurilma, temir-beton qurilma, sinchli temir-beton qurilma, tosh qurilma, konsol qurilma, yirik blokli qurilma, yirik panelli qurilma, tom qurilmasi, gumbazsimon qurilma, ko‘p qavatli qurilma, yaxlit qurilma, yuk ko‘taruvchi qurilma, tayanch ustuni qurilmasi, yig‘ma qurilma, binokorlik qurilma va h.k.lar muhandislik inshootlarining konstruksiyalarini tashkil etadi.

Inshootlar klassifikatsiyasi. Inshoot elementlarinig o‘zaro bog‘lanishiga ko‘ra quyidagicha bo‘ladi:

1. Sharnirli bog‘lanishli inshootlar
2. Bikr bog‘lanishli inshootlar
3. Kombinatsiyali bog‘lanishli inshootlar.



1-rasm. Konstruksiyalar: a) tomni yopuvchi ferma;b) kran fermasi; v) rama ko‘rinishidagi fermalar; g) osma ko‘prik d) yuqori egri poyasli fermali ko‘prik; ye) tomni yopuvchi ferma, j) toshli arkadan tayyorlangan ko‘prik.

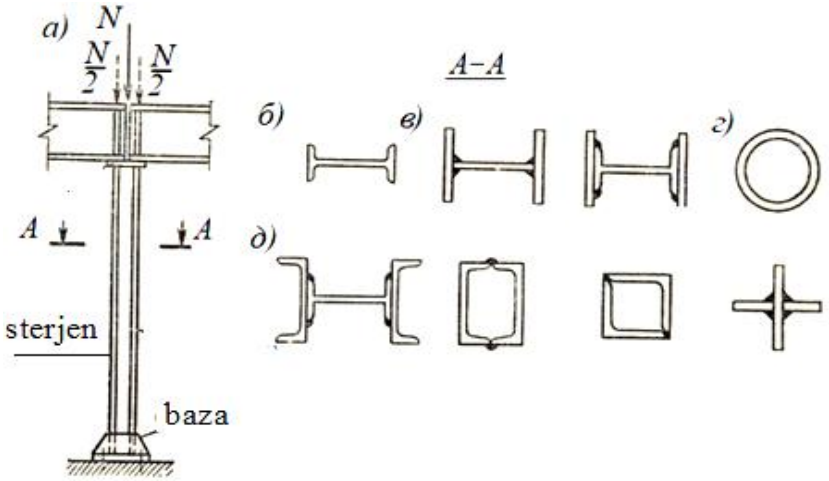
Sharnirli bog‘lanishli inshootlarga fermalar misol bo‘lsa, bikr bog‘lanishli inshootlarga ramalar kiradi. Ham sharnirli, ham bikr bog‘lanishli birikmalardan tashkil topgan shprengelli fermalar misol bo‘ladi. Inshoot elementlarining joylashishiga ko‘ra yassi va fazoviy sistemalarga bo‘linadi.

Inshoot va unga qo‘yiladigan yuklar bir tekisliklarda bo‘lsa, bunday inshootlar yassi sistemalar deyiladi. Agar inshoot elementlari turli tekisliklarda joylashgan bo‘lsa, u fazoviy sistema deyiladi. Inshootlar tayanch reaksiyalarining yo‘nalishiga ko‘ra havonli va havonsiz sistemalarga bo‘linadi.

Vertikal yuklar ta’sirida bo‘lgan inshootlarning chetlarida vertikal va gorizontal yo‘nalishlarda reaksiyalar hosil bo‘lsa, u havonli sistema deyiladi. Agarda vertikal yuklar ta’sirida bo‘lgan inshootlarning tayanchlarida faqat vertikal yo‘nalishlarda reaksiyalar hosil bo‘lmasa, unga havonsiz sistema deyiladi. Masalan ko‘p oraliqli balka havonsiz sistemalarga kiradi.

Kolonnalar. Yuk konstruksiyani yuqori qismidan fundamentgacha uzatiladigan sterjenli elementlar vertikal joylashgan kolonnani tashkil etadi. Kolonnalar konstruksiyasining yuqori qismlari tayanadigan bosh qismi, yukni yuqoridan pastga uzatadigan asosiy qismi-sterjen, va baza (boshmoq)- (pastki) yukni sterjendan fundamentgacha uzatadigan qismlaridan tashkitl topgan. (2-rasm). Agar kolonnalar kesimining og‘irligi markaziga qo‘yilgan bitta bo‘ylama kuchni qabul qilsa, markaziy siqilgan deyiladi.

Kolonnalarning sterjenlari o‘zgarmas, o‘zgaruvchan yoki pog’onali kesimli bo‘ladi. Kolonna sterjenining kesimi g‘ovaksiz yoki alohida tarmoqlardan tashkil topgan, raskoslar yoki kalonnalar bilan biriktirilgan g‘ovakli bo‘lishi mumkin. O‘zgarmas kesimli g‘ovaksiz va g‘ovakli sterjenli markaziy siqilishdagi kolonnalar keng qo‘llaniladi. G‘ovaksiz kolonnalar uncha katta bo‘lmagan balandlikda yuqori yuklanish-da, g‘ovakli, aksincha kam yuklanish va katta balanliklarda qo‘llaniladi.



2-rasm. Yaxlit kolonnalar: a) umumiy ko‘rinish; b-d) kesimlarning turlari

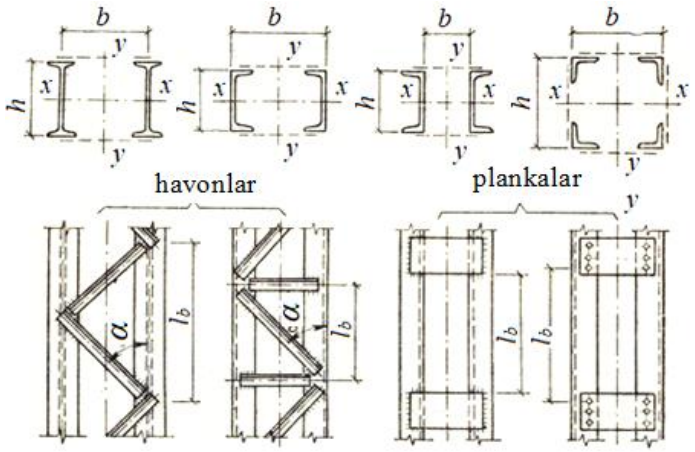
. G‘ovaksiz kolonnalarning kesimlari eng oddiy kolonna bitta qo‘shtavr prokatidan hosil qilinadi, lekin nisbatan yon tomon bikrligini pishiqligi, ularni tadbiqi uchun minimal bikrlik tekisligida qo‘shimcha bog‘lanishni taqozo qiladi.

Tarkibiy qo‘shtavrli kesimlar keng tarqalgan, chunki ular har ikki tekislikda ham bikrligi yetisharli va tayyorlanishi oson. Metall sarfi bo‘yicha trubasimon kesimli kolonnalar samarali, lekin trubalarni kamchiligi ulardan foydalanish kam (2-rasm).

Metall konstruksiyalarining afzalliklari va kamchiligi. Afzalliklari:

1) Yuqori yuk ko‘tarish qobiliyati. Metall konstruksiyalarni nisbatan kichik kesimda metallni yuqori mustahkamligi evaziga (o‘lchamlarida) sezilarli katta yukni ko‘tarishi mumkin.

2) Yuqori ishonchlilik. Metall strukturasini bir jinsli va elastik xossalari evaziga loyihalanayotgan inshootni ishonchliligini ta’minlash uchun metall konstruksiyalarini aniqlik bilan hisoblash mumkin
3) Metallni yuqori mexanik sifatlarida unda katta qo‘llanishlarni hosil bo‘lishiga imkon beradi, va bir xil yuklanishda boshqa metallarga nisbatan metall konstruksiyalar kesimi yengil bo‘ladi.



G‘ovakli kolonnalarning kesimlari (3-rasm) kolonnaning tarmoqli plankalar va raskoslardan tayyorlanishi mumkin. Kolonna tarmoqlarini raskos bilan birikmasi sterjen bikrligini va yuk ko‘tarish qobiliyatini oshiradi.

3- rasm G‘ovakli kolonnalar birikmalari va kesimlarining turlari

4) Material va birikmalarni bir butunligi, konstruksiyani suv va gaz o‘tkazmasligini ta’minlaydi;
5) Industriallik- inshootlarni montaj qilish va konstruksiyani zavodlarga tayyorlashni ta’minlashga erishiladi. Metall konstruksiyalar ekspluatatsiyasi, qulay va oson, yuk ortishi bilan ularning kesimini kattalashtirish mumkin.

Kamchiliklari:

1) Po‘lat konstruksiyalarni korroziyasi, uni kamaytirish uchun alohida tadbir talab etadi.

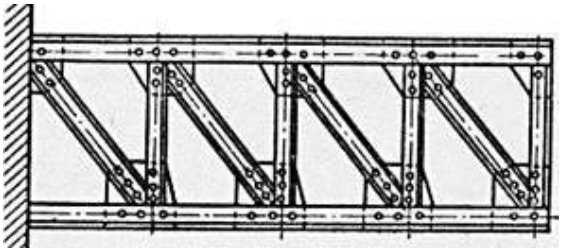
2) Po‘lat 400^0C va aluminiyda 200^0C dan ortsa materiallarda surilish boshlanadi. (o‘zgarmas yukda plastik deformatsiya o‘sadi.)

Ferma to‘g‘risida tushuncha. To‘g‘ri chiziqli sterjenlardan tashkil topgan geometrik o‘zgarmas konstruksiyaga ferma deyiladi. Fermalar uzun proletlarda monolit (yaxlit) kesimli balkalar o‘rnida qo‘llaniladi. Chunki yaxlit balkalarda, masalan qo‘shtavrli profillarda, qo‘shtavrning devorida normal kuchlanish polkasiga nisbatan kichik bo‘lganligi uchun, ushbu qism materialidan to‘liq foydalanilmaydi va iqtisodiy samara bermaydi. Bunday hollarda yaxlit balka sterjenli sistema – tugunlarga qo‘yilgan to‘planma kuch ta’siridan cho‘zilish yoki siqilishga ishlaydigan elemantli fermalar bilan almashtiriladi. Bu ferma materialidan unumli foydalanishga imkon beradi, chunki normal kuchlanish har bir sterjen kesimida teng bo‘ladi.

Fazoviy ramalarni hisoblash bir nechta tekis fermalarni hisoblashga olib kelinadi (5-*rasm,b*). Masalan, rasmda ko‘rsatilgan ko‘prik fermasini vertikal kuch ta’siridan hisoblashda, fermani AVSD va MNFE tekis fermalarni hisoblash bilan almashtiriladi. Agar kuch bitta bo‘lsa fazoviy ferma hisoblanadi. Bunda AMNB va DEFC gorizontal fermalar kuchni bir vertikal fermadan ikkinchisiga uzatadi.

Fazoviy fermalarda elementlar tugunlarda parchin mix yoki payvand birikma bilan bikr qilib mahkamlanadi. Lekin, uzellarni bunday bikr birikmasi hisoblashni qiyinlashtiradi. Shuning uchun fazoviy fermalarning barcha elementlari sharaviy sharnilar vositasida biriktirilgan deb qabul qilinadi. Bunday sharnirlarning har biri uchtadan erkinlik darajaga ega, bu sharnir bilan tutashgan element uchta o‘q atrofida aylanishi mumkin.Tekis fermadagi silindrik sharnir bitta aylanishga imkon beradi. Fazoviy fermalar, fazoda joylashgan va sharaviy sharnirlar vositasida o‘zaro biriktirilgan geometrik o‘zgarmas sterjenlar sistemasi. Sterjenlarning uchlarini birlashtiruvchi nuqta tugun deyiladi. Sterjenlari bir tekislikda yotuvchi ferma tekis ferma deyiladi.

Real fermalarning sterjenlari sharnirlar yordamida emas, balki payvandlab yoki parchin mixlar vositasida biriktiriladi. Shu sababli ferma sterjenlariga bo‘ylama kuchlardan tashqari eguvchi kuchlar ham ta’sir etadi. Fermaga ta’sir qiluvchi kuchlar uning tugunlariga qo‘yilgan bo‘ladi. Tugunlarga qo‘yilgan kuchlardan fermaning sterjenlari faqat cho‘zilishi yoki siqilishi mumkin.

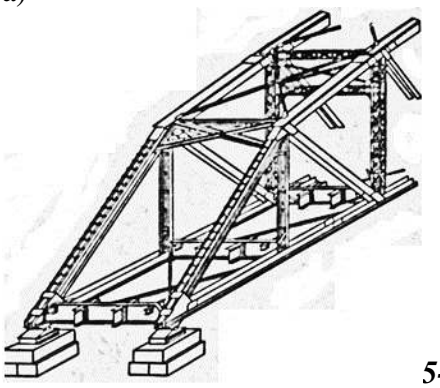


4-rasm

Shuning uchun bir xil prolyotli ferma balkadan yengil hisoblanadi. Shunday ferma rasmda ko‘rsatilgan. Tekis fermalarda barcha sterjenlarning o‘qlari bir tekislikda joylashadi.

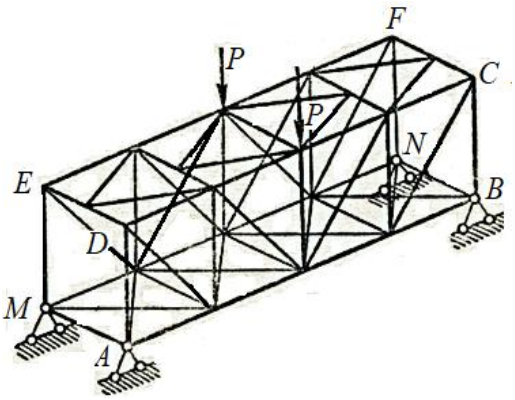
O‘qlari har xil tekislikda joylashgan fermalar fazoviy fermalar deyiladi.

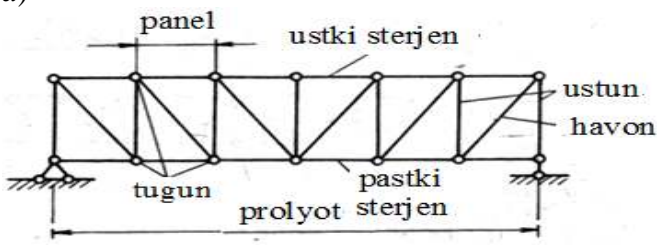
a)



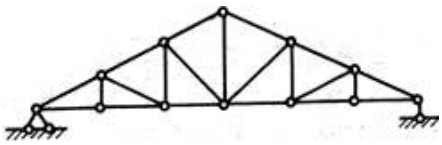
5- rasm

b)

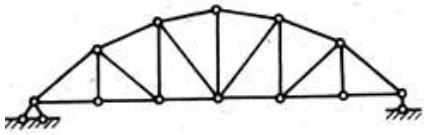


a)  ***6 - rasm. fermalarni elementlari, turlari*: *a) elementlari, b) stropila fermalari; v) arkasimon ferma; g) kran fermasi.***	Tayanch o‘qlari orasidagi masofa prolyot deyiladi, tashqi konturda sterjenlar joylashsa, poyasni tashkil etadi; poyaslarni birlashtiruvchi vertikal sterjenlar stoyka (ustun) deyiladi; poyaslarni birlashtiruvchi qiya sterjenlar havon (raskos) deyiladi. Ferma poyasining o‘zaro qo‘shni uzellari orasidagi masofa panel deyiladi.

a)



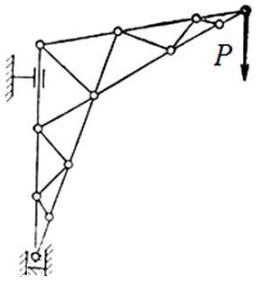
b)



Fermalar beshta belgilarga asosan turlanadi:

1.Tashqi konturni shakliga ko‘ra;
2.Reshetka (panjara) turiga ko‘ra;
3.Fermani tayanishiga ko‘ra;
4.Fermani vazifasiga ko‘ra;
5.Yurish darajasiga ko‘ra

Fermalar qanday inshootda qo‘llanishiga qarab turlicha nom bilan ataladi. Masalan, ko‘prik qurilishida foydalaniladigan ko‘prik fermalari (7-*rasm*), inshootlarning tomini ushlab turadigan stropila fermalari, ko‘tarish qurilmalarida foydalaniladigan kran fermalari.



7-rasm

Odatda, ko‘prik va stropila fermalari bir tomondan qo‘zg‘almas, ikkinchi tomondan qo‘zg‘aluvchan tayanchlarga o‘rnatiladi. Kran fermalar tayanch podshipnikka (podpyatnikka) tayanishi va silindrik sharnirlar vositasida ushlab turilishi mumkin.

Ferma sterjenlariga faqat bo‘ylama (cho‘zuvchi yoki siquvchi) kuchlar ta’sir etadi.

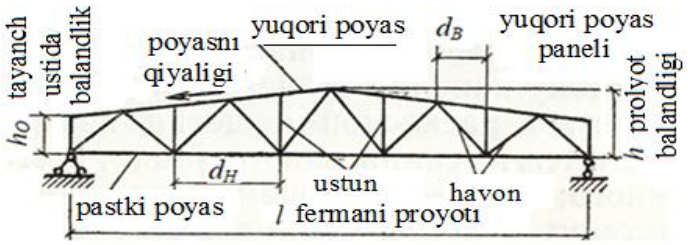
Fermalar xarakteristikasi, klassifikatsiyasi, komponovkasi va elementlarining kesimlari. Fermalar raskoslar va ustunlar panjaralar orqali biriktirilgan yuqori va pastki poyaslardan tashkil topgan. Panjara uzellari orasidagi masofa panel deyiladi, tayanchlar orasidagi masofalar prolet deyiladi.

Fermalarni turlari: Vazifasi bo‘yicha – ko‘priklar fermasi, stropila qoplamasi, transport estakadasi, yuk ko‘taruvchi kranlar va h.k..

- poyaslar shakli bo‘yicha – parallel poyasli, arkali va uchburchak. Poyasni shakli fermani vazifasi va inshootni konstruktiv sxemasiga bog‘lik.

-panjara sistemasi bo‘yicha – uchburchak panjarali fermalar, uchburchak qo‘shimcha panjara ustun bilan, raskosli fermalar, shprengel panjarali va maxsus panjarali: ayqashli, rombli, yarim raskosli fermalar mavjud. Panjara sistemasida fermaga yukni quyilishi sxemasi va maxsus talablarga bog‘lik. Uchburchak panjara eng oddiysi. Qo‘shimcha stoykalar o‘rnatilishi uchun, ular o‘rnatiladigan nuqtalarga to‘planma kuch qo‘yilsa yoki yuqori, siqiladigan sterjen poyas panelining uzunligi kamaytirilsa.

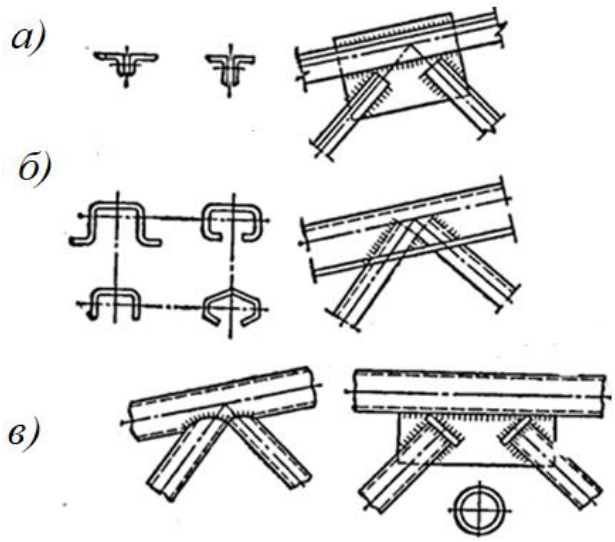
Raskosli reshetkalar xususiyati shundaki, barcha raskoslar bir xil ishorali kuchga ega, stoykalarga esa qarama-qarshi, shprengelli reshetka ayrim hollarda yuqori poyasga to‘planma kuch qo‘yilsa tadbik etiladi. Krestli raskoslar ingichka elementlardan loyihalanadi, faqat cho‘zuvchi kuchlarni qabul qiladi, siquvchi kuchlarda ishlamaydi. Shuning uchun krestli reshetkalar statik aniq sistema bo‘ladi.



8-rasm. Fermaning elementlari

Fermalarni komponovkasi. Fermalar komonovkasining vazifasi turli talablarni e’tiborga olib uning ratsional sxemasini aniqlash: metall sarfi bo‘yicha iqtisodiy samara, tayyorlash va transportirovka qulayligi va h.k. belgilaydi.

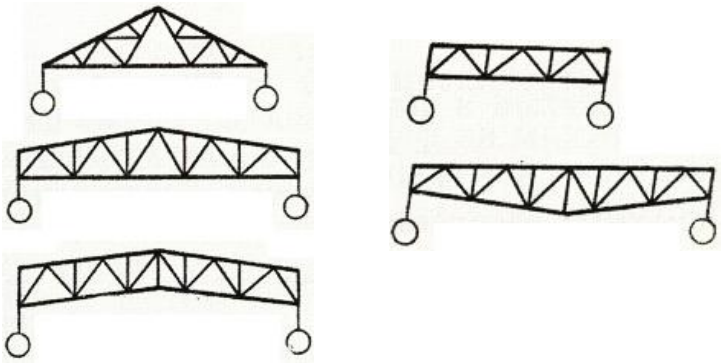
Fermaning massasi uning balandligini proletga nisbatiga bog‘lik. Fermaning poyaslaridagi kuchlar eguvchi moment ta’sirida hosil bo‘ladi, reshetkada esa ko‘ndalang kuch ta’siridan. Fermaning balandligi kattalashsa poyaslardagi kuchlar va massa kamayadi, lekin reshetkaning uzunligi ortadi. Kam massali fermalarda balandligini proletta nisbatini nazariy qiymati $\frac{h_{opt}}{l} = \frac{1}{4} \cdots \frac{1}{6}$. Fermalarni temir yo‘lda transportirovka qilish uchun balandligi 3900 mm.dan katta bo‘lmasligi lozim. Balandligi 3900 mm kattalikdagi fermalar montaj joyida yig‘ilishi kerak, bunda qurilish murrakablashadi va qimmatlashadi. Og‘ir fermalarda nisbat $\frac{1}{7} \cdots \frac{1}{10}$ fermani proleti 36-42 m, balandligi 3900 mm, raskosni qiyalik burchagi 33-55^0 qabul qilinishi mumkin.



9 – rasm. Ferma sterjeni kesimlari-ning turlari: a) burchak prokatli b) qayrilgan profillarda;v) trubadan

Ferma sterjenlarining kesimi (12-rasm). Prolěti 36-42 mm. gacha va undan katta bo‘lmagan bo‘ylama kuch (5000 kn. gacha) yengil fermalarning elementlari juft burchaklardan tayyorlanadi.

Teng burchakli yoki burchakli bo‘lmagan kesimlarni kombinatsiyasida birikmasida teng ustuvorli bo‘ylama kuchni qabul qiladigan konstruksiya hosil bo‘ladi. Sterjenlar tugunlari ochiq fasonli choklar bilan biriktiriladi. Qaytarib hosil qilingan profilni ferma elementlari burchakli fermalardan 10-15% yengil. Kesimi truba bo‘lgan elementli fermalar ratsional shaklli hisoblanadi. Ularda metall sarfi kam, korroziyaga qarshiligi yaxshi. Truba defitsit bo‘lganligi uchun truba kesimi elementlardan tashkil topgan fermalar ishlab chiqarish kam.

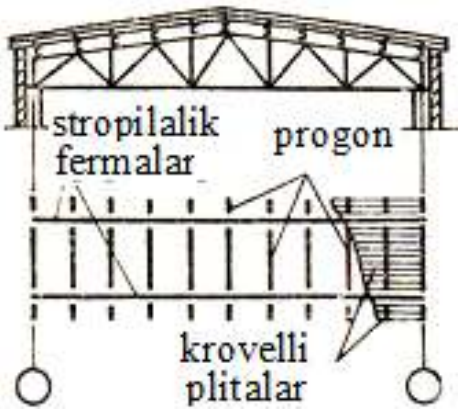


10-rasm. Stropila fermalarining sxemalari

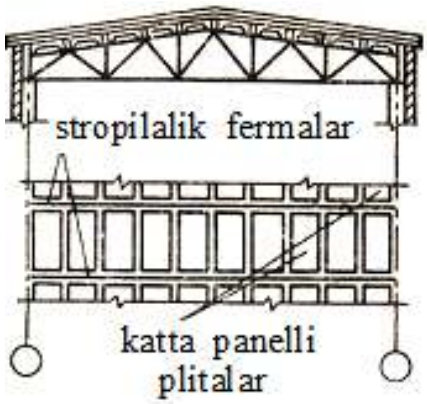
Og‘ir fermalar sterjendagi kuchlar 5000 kN dan yuqori bo‘lganda payvandlangan tarkibli qo‘shtavrlardan tayyorlanadi. Elementlarini turli markali po‘latlardan tayyorlanadigan ferma konstruksiyalari ratsional hisoblanadi. O‘ta ko‘p yuklanadigan (poyaslar, tayanch raskoslari) elementlar o‘ta mustahkam po‘latdan tayyorlanadi

kam yuklangan elementlar (panjaralar) oddiy uglerodli po‘latdan tayyorlanadi. Alyuminiy qotishmali fermalar qayrilgan listlarni presslab hosil qilinadi.

Stropila fermalarining sxemalari. Inshootlarni qoplamasi sifatida ishlatiladigan fermalarining sxemalari turlicha bo‘lishi mumkin.



11-rasm. Progonlar bo‘yicha qoplama sxemasi



Progonsiz qoplama sxemasi

Fermalarni o‘rnatish qiyaligi krovlyaning konstruksiyasiga bog‘liq. Asbest sementli to‘lqinsimon krovlya, po‘lat yoki aluminiy listlarining orasidan suv o‘tmasligi uchun metall krovlyalarda 1/7 dan kichik bo‘lmagan va asbest sement krovlya uchun 1⁄4 qiyalik o‘rnatiladi. Rulonli yoki pulot payvandlangan krovlyalar (δ = 3....4 mm) uchun qiyalik 1/8 ... 1/12 dan kichik bo‘lishi mumkin. Qiyalik 1.5% rulonli qoplama yupqa bitum mastikali krovli keng tarqalgan.

Ferma panjarasining turi qoplama konstruksiyasi va pastki poyasga (potolok, kommunikatsiya, osma transport) qo‘yiladigan yukga bog‘lik tanlanadi. Ferma panelining o‘lchovi 3 m.ga solishtiriladi. Qoplama konstruksiyalarida ikkita konstruktiv qaror keng tarqalgan: bo‘ylama progonlar va ularsiz. Birinchi holatda stropila fermasi bo‘yicha 1,5 yoki 3 m qadam bilan kichik o‘lchamli krovlya plitalari tayanadigan yengil yetakchi elementlar, progonlar o‘rnatiladi.

Ikkinchi holatda fermalarning to‘g‘ridan - to‘g‘ri progon va plita funksiyasini ham bajaradigan katta o‘lchamli plitalar yoki panellar o‘rnatiladi.

Progon po‘lat shveller yoki qo‘shtavr balkalar oddiy progonlar hisoblanadi (stropila fermalarining qadami 6m). Progonlar ferma yuqori poyasining uzellariga o‘rnatiladi. Isitilmaydigan binolarda progonlarga qoplama sifatida kichik o‘lchamli asfalt bilan tekislangan qatlamli temirbeton plitalar va ruberoid kuchaytirilgan profillarda to‘lqinsimon asbest sement listlar ishlatiladi.

Isitiladigan krovellarda krovlya elementi sifatida progonlarga po‘lat profilli nastil, asbestsementli plitalar ko‘llaniladi. Po‘latdan profilli nastillar qalinligi δ =0.8; 0.9; 1,0 mm, eni 680, 711, 782 mm balandligi h = 40,60,88 mm va uzunligi 12 m bo‘lgan ko‘rg‘oshinli po‘latdan tayyorlanadi.

Profilli listlar progonda 3 m.dan o‘rnatiladi. Listlar progonga diametri 6 mm bo‘lgan boltlar bilan biriktiriladi. Uzunligi bo‘ylab listlar har 300 dan d=5mm parchin mixlar bilan biriktiriladi. Profilli nastilning og‘irligi 0,1-0,15 kH/M².

To‘liq (tekis, yaxlit) progonlar. Qiya krovlyada joylashgan progonlar tekislikda egilishga ishlaydi. Vertikal yuk q ikkita tashkil qiluvchiga ajratiladi: progonni katta bikrlik tekisligida q_X va qiya q_U ga. Krovlyani qiyalik burchagi uncha katta bo‘lmasa ham, q_U ta’siridagi kuchlanish sezilarli katta bo‘ladi. q_U ta’siridan eguvchi momentni kamaytirish mumkin. Buning uchun qiyalik tekisligida progonni hisobiy prolyotini tyajalar o‘rnatish usuli bilan kamaytirish Tyaja progon tik o‘rnatilgan bruslar. Agar, krovlya nastillari progonlarga bikr mahkamlansa (po‘lat list progonga payvandlanadi) tortqich o‘rnatishga ehtiyoj bo‘lmaydi, progon faqat q_X kuch ta’siriga hisoblanadi.

Progonlarni salqligi faqat katta bikrlik teksligida tekshiriladi, u prolyotni 1 /200 dan ortmasligi kerak. Ferma qadami 12 m .da to‘liq progonlar po‘lat sarfini har 1 m^2 ko‘paytiradi. Unda g‘ovakli progonlar qo‘llaniladi. Ushbu progonlarda yuqori poyas ikkita shvellar prokatdan yoki qayrilgan shvellerdan polkalari tashqari tomonda 80 mm. oralik masofada tayyorlanadi.

Shprengelli sistemalar. Ferma sterjenlaridagi kuchlarni momentli nuqta usulida aniqlash uchun $N = \mp\frac{M}{2}$ formuladan foydalanamiz.

Bu yerda: M – chap va o‘ng tomondagi kuchlar sistemasini momentli nuqtaga nisbatan momenti; r – momentli nuqtaga nisbatan N kuchni yelkasi.

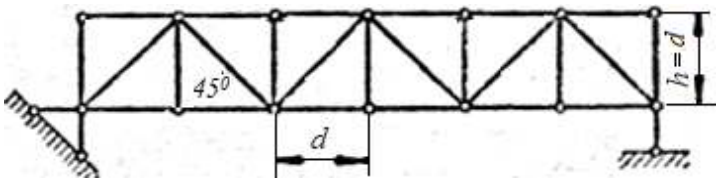
Formuladan ko‘rinishicha r yelka kattalashsa N kuch kichiklashadi. Fermaning balandligi ortsa r yelka ham kattalashadi, natijada N kuch kichiklashadi.

Konstruktiv mulohazalar bo‘yicha ferma havonlarini ustunlar va belbog‘larga taxminan 45^0 qiyalikda joylashtirish mumkin. Bunda ferma balandligini kattalashtirish panel uzunligini ortishiga olib keladi.

Masalan, ushbu shart asosida, parallel belbog‘li fermalar paneli taxminan ferma balandligiga teng (12-*rasm*)

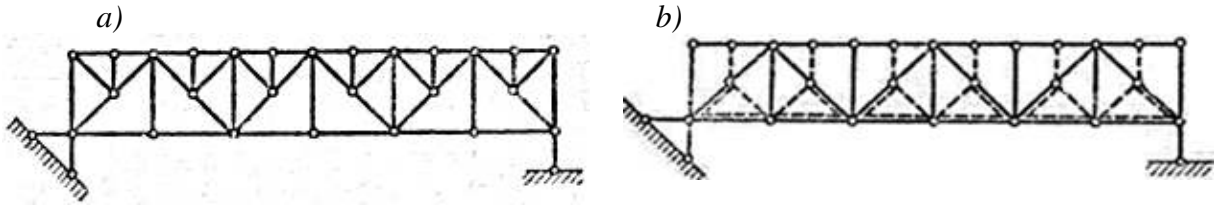
Katta panellar ko‘prik yo‘lakcha massasini ortishiga olib keladi. Ferma balandligini oshirish har bir panelga fermani asosiy uzellariga tayanadigan ikki tayanchli fermachalarni–shprengellarni kiritish usuli bilan ratsional yechimga ega bo‘lish mumkin. Bunday fermalarni sterjenlari berilgan prolyot chegarasida mahalliy yuk ta’sirida ishlaydi.

Shprengellar ko‘ndalang balkalarni fermaning faqat asosiy uzellarida emas, balki yordamchi uzellarda ham o‘rnatilishi mumkin. Shprengellarni qo‘llanishi ko‘prik yo‘lakchasida panel uzunligi ortishi bilan massasini kamaytiradi, ferma balandligini kattalashishi evaziga belbog‘lardagi kuchlarni kamaytiradi.



Shprengellarni o‘rnatishni turli variantlari mavjud, masalan, 13- rasmda bir yarusli va ikki yarusli shprengelli fermalar ko‘rsatilgan. Shprengelga ta’sir qiladigan mahalliy vertikal kuchlar fermani shprengellarga tayanch hisoblanadigan asosiy uzellarga vertikal holatda uzatiladi.

12-rasm



13- rasm. Shprengelli fermalar a) bir yarusli shpregelli b) ikki yarusli shprengelli



Bir yarusli shprengelli fermalar yuqori uzellarga qo‘yilgan mahalliy vertikal yukni asosiy yuqori uzelga vertikal holatda uzatadi, ikki yarusli shprengelli fermalar yuqori uzellarga qo‘yilgan mahalliy vertikal yukni asosiy pastki uzelga vertikal holatda uzatadi

14- rasm. Shprengellarni turlari va hisoblash sxemalari

Shprengelli fermalarning elementlari to‘rt turkumga bo‘linadi:

1) fakat asosiy fermaga tegishli bo‘lgan elementlar. Bu elementlardagi zo‘riqishlar asosiy ferma hisobidan topiladi; ferma tarkibiga shprengellarning qo‘shilishi mazkur elementlardagi zo‘riqishlarga ta’sir etmaydi;
2) fakat shprengellarga, ya’ni qo‘shimcha fermachalarga tegishli bo‘lgan elementlar. Bu elementlardagi zo‘riqishlar shprengellarning alohida hisobidan topiladi;
3) bir vaqtning o‘zida ham asosiy fermaga, ham shprengelga tegishli bo‘lgan elementlar. Bunday elementdagi zo‘riqish ikki xil zo‘riqishning yig‘indisi sifatida aniqlanadi; bulardan biri asosiy ferma elementining zo‘riqishi; ikkinchisi esa shprengelli elementning zo‘riqishidir;.
4) asosiy fermaning shunday elementlariki, qo‘zg‘aluvchan yukning harakat sathiga ko‘ra, ya’ni yukning ostki yoki ustki tasmadan harakatlanishiga qarab elementdagi zo‘riqishning ta’sir chiziqlari turlicha bo‘ladi.

Adabiyotlar

1. N.S.Bibutov, A.X.Hojiyev Z.I Boltaev Qurilish mexanikasi Buxoro, Durdona, 2024. 376 b
2. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Москва Высшая, 1986. -607 с
3. K.S.Abdurashidov, B.A.Xobilov, N.J.To‘ ychiev, A.G.Raximboyev Qurilish mexanikasi .”O‘ zbekiston” nashriyoti, Toshkent, 1999 yil,382 bet
4. Саидий С.А. Қурилиш механикаси. Дарслик. –Тошкент. “Фан ва технологиялар”, 2019, 272 б
5. А.А.Васильев Металлические конструкции. Москва. Стройиздат. 1979 г. 471 с

BARABANLI QURITGICHDA GIDRODINAMIK REJIMLARINI NAZARIY TADQIQ QILISH

Shukrullayev J.O., Jo‘rayev X.F.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada qishloq xo‘jaligini hosildorligini oshirish uchun foydalaniladigan mineral o‘g‘it mahsulotlari, jumladan, azotli va kaliyli o‘g‘itlarni quritish jarayoni va unda qo‘llaniladigan qurilmalarning tahlili, jarayondagi mavjud muammolar va ularning maqbul yechimlari tahlil qilingan. Tahlillar asosida mineral o‘g‘itlarni quritish jarayonini intensivlash va issiqlik almashinish yuzalarni ko‘paytirish muammosini yechimi va quritgichning laboratoriya nusxasi ishlab chiqilgan. Barabanli quritgichning gidrodinamik rejimlari tadqiq qilingan. Qurilmaning umumiy gidravlik qarshiligi va kontakt elementning qarshilik koeffitsientini aniqlovchi tenglama tavsiya etilgan.*

Kalit so‘zlar: *barabanli quritgich, kronshteyn, gidravlik qarshilik, gidrodinamik rejim, kontakt yuza, issiqlik almashinish.*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В БАРАБАННОЙ СУШИЛКЕ

Шукруллаев Ж.О., Джураев Х.Ф.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация*. В статье проанализированы процессы сушки минеральных удобрений, используемых для повышения урожайности сельского хозяйства, включая азотные и калийные удобрения, а также устройства, применяемые в этих процессах. Рассмотрены существующие проблемы в процессе сушки и их возможные решения. На основе анализа предложены методы интенсификации процесса сушки минеральных удобрений и решения проблемы увеличения теплообменных поверхностей, а также разработана конструкция кронштейна для формирования теплообменных поверхностей и лабораторный образец сушилки. Исследованы гидродинамические режимы барабанной сушилки. Предложено уравнение для определения общего гидравлического сопротивления устройства и коэффициента сопротивления контактного элемента.*

Ключевые слова: *барабанная сушилка, кронштейн, гидравлическое сопротивление, гидродинамический режим, контактная поверхность, теплообмен.*

THEORETICAL INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC REGIMES IN A ROTARY DRYER

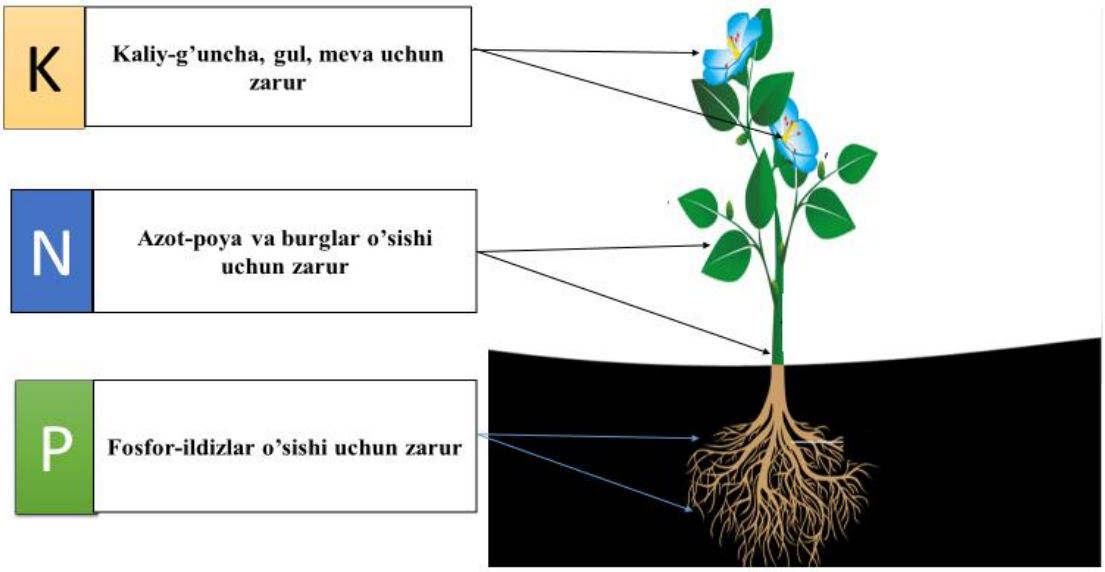
Shukrullayev J.O., Djurayev X.F.
Bukhara state technical university.

Abstract*. The article analyzes the drying processes of mineral fertilizers used to increase agricultural productivity, including nitrogen and potassium fertilizers, as well as the equipment used in these processes. It addresses the existing issues in the drying process and their potential solutions. Based on the analysis, methods for intensifying the drying process of mineral fertilizers and solutions to increase heat exchange surfaces are proposed. Additionally, the design of a bracket to form heat exchange surfaces and a laboratory prototype of the dryer are developed. The hydrodynamic regimes of the drum dryer are investigated. An equation for determining the overall hydraulic resistance of the device and the resistance coefficient of the contact element is proposed.*

Keywords: *drum dryer, bracket, hydraulic resistance, hydrodynamic regime, contact surface, heat exchange.*

***K*irish.** Aholining oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabining ortib borishi, qishloq xo‘jaligi sohasida zamonaviy agrotexnik vositalardan samarali foydalanishni talab etmoqda. Tuproq unumdorligini oshirish va qishloq xo‘jalik ekinlarining yuqori hosildorligini ta’minlashda mineral o‘g‘itlarning roli muhim hisoblanadi.

Hozirgi kunda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini yetishtirishda azot(N), fosfor(P) va kaliy(K) asosiy oziqlantiruvchi elementlar sifatida keng qo‘llanilmoqda. Mineral o‘g‘itlar o‘simliklarning o‘sish tezligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilashda beqiyos ahamiyatga ega. Shu paytgacha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fosforli o‘g‘itlar o‘simlik ildizlariga, azotli o‘g‘itlar poya(tana) va barglariga, kaliyli o‘g‘itlar esa o‘simliklarning g‘uncha, gul va mevasini rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan minerallar hisoblanadi (1-rasm).



1-rasm. Mineral o‘g‘itlarni o‘simlik tanasi bo‘yicha tarqalishi

Ammo buni ta’kidlash joizki mineral o‘g‘itlarning me’yoridan ortiq yoki noto‘g‘ri qo‘llanilishi tuproq degradatsiyasi, suv havzalarining ifloslanishi va ekologik muammolariga olib kelishi mumkin. Shu sababli o‘g‘itlashning ilmiy asoslangan tizimini ishlab chiqish va samarali boshqarish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Ushbu maqolada mineral o‘g‘itlarning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati ularning hosildorlikka ta’siri, to‘g‘ri qo‘llash usullari va ekologik xavfsizligi tahlil qilinadi.

Quritish jarayoni materialning namligi, zarrachalar hajmi, zarrachalarning, issiq havo oqimining barabanda harakatlanish gidrodinamikasi, shuningdek quritish agenti bilan nam material o‘rtasidagi gidrodinamik ta’sir hamda baraban ichki muhit sharoitlariga bog‘liq bo‘lib, ushbu omillar jarayonini tashkil etuvchi faktorlari hisoblanadi.

Shu sababli quritish jarayonida materialning fizik-kimyoviy va mexanik xususiyatlariga qarab, turli xil texnologik usullar va qurilmalardan foydalanish zarur.

Eng keng tarqalgan qurutish usullaridan biri konvektiv qurutish bo‘lib, bu jarayonda ishlatiladigan barabanli qurutgichlar o‘zining oddiy konstruksiyasi, yuqori samaradorligi va universalligi bilan ajaralib turadi. Shu boisdan bugungi kunda ushbu qurutish agregatlaridan turli sanoat tarmoqlarida foydalanish tobora kengayib bormoqda. Biroq hozirgacha olib borilgan ilmiy tatqiqotlardan ma’lumki bu turdagi quritgichlar ham kamchiliklardan holi emas. Masalan, quritish jarayonining jadalligini oshirish, issiqlik agentidan samarali foydalanish, gidrodinamik parametrlarni optimallashtirish hamda energiya sarfini minimal dararaga tushirish kabi bir qator murakkab jarayonlar mavjud.

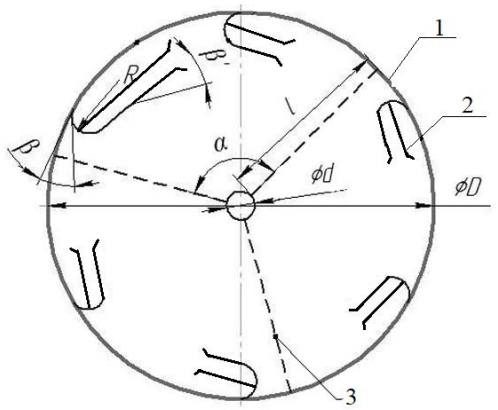
Ya’niki baraban ko‘ndalang kesim yuzasi bo‘yicha nasadkalar sochib berayotgan nam mahsulot(zarracha)larning tarqalishi va unga kelib urilayotgan issiq havo oqimining to‘qnashish yuzasini oshirish muammoligicha qolib kelmoqda. Shu sababli, ushbu turdagi qurilmalarda optimal ishlash parametrlarini aniqlash va qonuniyatlarni ilmiy asoslash muhim masalalardan biri hisoblanadi.

Barabanlar quritgichlarda issiqlik almashinuvi kontakt va konvektiv usullar orqali amalga oshiriladi. Biroq, quritish jarayonida materialga uzatiladigan issiqlikning asosiy qismi konvektiv issiqlik almashinuvi orqali yetkaziladi. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rasatadiki, barabanli quritgichlarda konvektiv usuli bilan uzatiladigan issiqlik miqdori kontakt usuli bilan uzatiladigan issiqlik miqdoridan 30 barobargacha yuqori bo‘lishi mumkin. Ushbu qurilmalarda konvektiv issiqlik kuzatilishining intensivligi material zarrachalarining baraban ichki yuzasi bo‘yicha tarqalish darajasi va ularning o‘rtacha o‘lchamiga bevosita bog‘liq. Material baraban ichki yuzasiga qancha keng tarqalsa, issiqlik almashinuv maydoni shuncha ortadi. Natijada quritish jarayonining

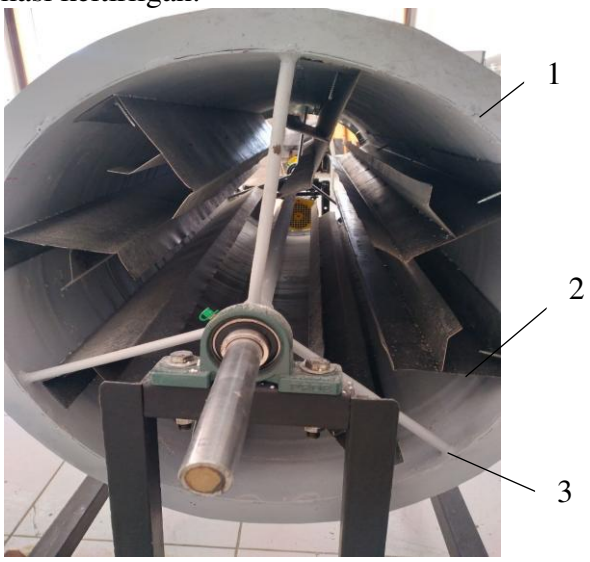
samaradorligini oshishi yuzaga keladi. Bu jarayonda optimal parametrlarni aniqlash bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan [1,2].

Biroq qurutgichning gidravlik qarshiligi issiqlik almashinuvchi kontakt elementlari (nasadkalar) va issiqlik almashinuv jarayonlariga oid optimal sharoitlarni aniqlash bo‘yicha hali to‘liq yechimlar ishlab chiqilmagan.

Yuqoridagilardan kelib chiqgan holda mineral o‘g‘itlarni qurutish jarayonini intensivlash va qurutgichda issiqlik almashinish yuzalarini ko‘paytirish maqsadida issiqlik almashinish yuzalarini hosil qiluvchi qo‘sh *U* simon nasadka va unga yordamchi qurilma sifatida qo‘llangan kronshteynning konstruktiv sxemasi ishlab chiqildi. 2-rasmda qo‘sh *U* simon nasadka va kronshteynning baraban korpusiga o‘rnatilish sxemasi keltirilgan.



2-rasm. Qo‘sh U simon nasadka va kronshteynning baraban korpusiga o‘rnatilish sxemasi. *1-baraban korpusi; 2-qo‘sh U simon tipdagi nasadka; 3-kronshteyn:*



3-rasm. Qo‘sh U simon nasadka va kronshteynning baraban korpusiga o‘rnatilish sxemasini qurilmadagi ko‘rinishi. *1-baraban korpusi; 2-qo‘sh U simon tipdagi nasadka; 3-kronshteyn*

Tadqiqot natijalari. Ma’lumki barabanli quritgichlarda issiqlik tashuvchiagent quritgich ichida havo kanallarida harakatlanganda gidravlik qarshilik yuzaga keladi. Bu qarshilik ishqalanish P_{ishq}, mahalliy yo‘qotishlar P_{max}, quritgich nasadkalari ishchi yuzalaridagi qarshilik P_{nas}, kronshteyndagi qarshilik P_{kr} va kaloriferda yuzaga keladigan qarshilik P_k kabi bir necha omillarga bog‘liq bo‘ladi.

Shu boisdan qurilmaning umumiy gidravlik qarshiligi ΔP ni quyidagicha ifodalash mumkin(Pa);

$$\Delta P= P_{ishq}+P_{max}+P_k+P_{nas}+P_{kr} \qquad (1)$$

bu yerda, P_{ishq}-qurilmada harakat qilayotgan issiqlik agenti oqimining ishqalanish kuchi sababli yo‘qotilgan bosimi hisoblanadi va u quyidagicha aniqlanadi [6].

$$P_{ishq}= \lambda * \frac{1}{d} * \frac{\omega^2 * \rho}{2} \qquad (2)$$

bu yerda, λ - ishqalanish qarshiligi koeffitsienti bo‘lib, u oqimning harakat rejimiga bog‘liq va uni Blazius tenglamasi orqali topish mumkin [2]; d-kalorifer quvuri(m); ω -qurituvchi agent tezligi(m/s); ρ-mahsulo+++t zichligi(kg/m^3);

$$\lambda= \frac{1}{\sqrt[4]{Re}} \qquad (3)$$

Bu tenglamada Reynolds soni quyidagiga teng bo‘ladi:

$$Re= \frac{\omega * d * \rho}{\mu} \qquad (4)$$

(3) tenglamaga (4) tenglamani qo‘ysak u quyidagicha bo‘ladi:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{\mu}{\omega * d * \rho}} \qquad (5)$$

Bu yerda, d-kalorifer quvurining diametri bo‘lib, uni sekundli sarf tenglamasidan topiladi.

$$d = \sqrt{\frac{V_c}{0.785 * \omega}} \qquad (6)$$

bu yerda, V_c-qurituvchi agentning sekundli hajmiy sarfi(m^3/s), ρ-qurituvchi agent zichligi.
U holda (2) tenglamaga qo‘ysak, quyidagi ko‘rinishni oladi.

$$P_{ishq} = \sqrt[4]{\frac{\mu}{\omega * \rho * \sqrt{\frac{V_C}{0.785 * \omega}}}} * \frac{l}{d} * \frac{\omega^2 * \rho}{2} \qquad (7)$$

P_{max}-quritgichda mahalliy yo‘qotilgan bosim va u quyidagicha aniqlanadi, (Pa);

$$P_{max} = \xi_{max} * \frac{\omega^2 * \rho}{2} \qquad (8)$$

P_k-kaloriferda yo‘qotilgan bosim, (Pa). Uni aniqlash uchun barabanli quritgich uchun tanlanadigan kalorifer markasi hisobga olinadi va gidravlik qarshilik qiymatlari kaloriferni hisoblash jadvalidan topiladi.

P_k-kaloriferda yo‘qotilgan bosim bo‘lib, u quyidagicha topiladi:

$$P_k = \xi_k * \frac{\omega^2 * \rho}{2} \qquad (9)$$

P_{nas}-qurituvchi agentning qurilma nasadkasi ishchi yuzalaridagi yo‘qotilgan bosimi va u quyidagicha topiladi:

$$P_{nas} = \xi_{nas} * \frac{\omega^2 * \rho}{2} \qquad (10)$$

Bunda, ξ_{nas}- ishchi yuzaning qarshilik koeffitsiyenti bir qator omillarga bog‘liq bo‘lib, uni aniqlash murakkab hisob-kitoblar va turli aniqliklar talab qiluvchi tekshiruvlar talab etadi. Tadqiq etilayotgan quritgichda ishchi yuzaning qarshilik koeffitsiyentini aniqlashni osonlashtirish maqsadida R.X.Mirsharipovning dissertatsiya ishida taklif qilingan usuldan foydalanish mumkin. Ushbu usulga ko‘ra, baraban yuzasining issiqlik agentidan foydalanilmagan qismiga nisbati asosida hisoblash tenglamasi qo‘llaniladi [8].

$$\xi_{nas} = n * \alpha * \frac{S_B}{S_{Fyu}} * N \qquad (11)$$

bu yerda, S_B-barabanning ko‘ndalang kesim yuzasi(m^2); S_{FYu}-quritgichning issiqlik agentidan foydalanilmagan yuzasi; n-baraban aylanishlar soni; N-kronshteynning aylanishlar soni.

(10) tenglamadagi qarshilik koeffitsiyentini ξ_{nas} ni o‘rniga (11) tenglamani qo‘ysak, (10) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi.

$$P_{nas} = n * \alpha * \frac{S_B}{S_{Fyu}} * N * \frac{\omega^2 * \rho}{2} \qquad (12)$$

Yuqorida keltirilgan barcha nazariy natijalarni quyidagicha umumlashtirish mumkin:

$$\Delta P = \left(\sqrt[4]{\frac{\mu}{\omega*\rho*\sqrt{\frac{v_C}{0{,}785*\omega}}}}*\frac{l}{d}+\xi_{max}+\xi_k+n*\alpha*\frac{S_B}{S_{Fyu}}*N+\xi_{kr}\right)*\frac{\omega^2*\rho}{2} \quad (13)$$

(13) tenglama asosida ikki qismli nasadka bilan jihozlangan barabanli quritgichning umumiy gidravlik qarshiligini nazariy jihatdan aniqlash mumkin bo‘lgan tenglama hisoblandi.

Xulosa qilinganda, maqolada barabanli quritgichlarda mineral o‘g‘itlarni quritish jarayonida yuzaga keluvchi gidrodinamik rejimlarning nazariy tahlili berilgan. Mualliflar tomonidan azotli va kaliyli o‘g‘itlarni samarali quritishga doir texnologik yechimlar, shuningdek, mavjud qurilmalardagi issiqlik almashinuv samaradorligini oshirishga qaratilgan konstruktsion takliflar asoslab berilgan.

Quritish jarayonida issiqlik tashuvchi agentning harakati natijasida yuzaga keluvchi umumiy gidravlik qarshilikni hisoblash bo‘yicha kompleks tenglama ishlab chiqilgan. Bu tenglama ishqalanish kuchlari, mahalliy yo‘qotishlar, issiqlik almashinish yuzalaridagi hamda kalorifer va kronshteyn elementlaridagi bosim yo‘qotishlarini inobatga oladi. Qurilma konstruksiyasini takomillashtirish maqsadida qo‘sh U-simon nasadka va kronshteyn birikmasi taklif etilib, u issiqlik almashinish yuzalarini kengaytirishga xizmat qilishi ilmiy jihatdan asoslangan.

Tadqiqotda Blazius va Reynolds soniga asoslangan matematik ifodalar orqali gidravlik qarshilik elementlari aniqlangan bo‘lib, bu yechimlar quritgichning energiya samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, Mirsharipov usulidan foydalanilgan holda nasadka ishchi yuzalaridagi qarshilik koeffitsiyenti ifodalanib, u real ishlab chiqarish sharoitlariga moslashtirilgan.

Yakuniy natijalar barabanli quritgichlarda issiqlik va massa almashinuv jarayonlarining nazariy modellashuvini chuqurlashtirib, sanoat quritgichlarini loyihalash va modernizatsiyalashda muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппарты химической технологии. – Москва: Химия, 1973. – 752 с.
2. Салимов. З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва курилмалари. Том–1.– Тошкент: Ўзбекистон, 1994. – 366 б.
3. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – Москва: Химия, 1987. – 496 с. 3
4. Расулов Ш.Х., Джураев Х.Ф., Увайзов С.К., Мизомов М.С., Файзиев А.Х. Разработка оптимального механизма перемещения тепло и массоперенос в процессе сушки. Научно – технический журнал Ферганского политехнического института 2023 год Том 27. №5 Фергана: 2023. С. 118-125
5. Sh.X. Rasulov., Kh.F. Djuraev., A.U. Usmanov., M.Khalikov. Kinetics of drying process of tomato fruit. Manifacturing technology problems Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technilogy. ISSN 2181-8622 Volume 8 Issue 4 2023 P. 240-247
6. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent: Fan va texnologiya-lar, 2015. – 848 b.
7. Ж.О.Шукруллаев., Х.Ф.Джураев. Барабанли қуритгичда минерал ўғитларнинг динамик оқим структурасини тадқиқ қилиш.Илмий техника журнали. ISSN 2181-7200. 2025 й. 29 том. №2. Стр.110-117

Shukrullayev Javohir Oybek o‘g‘li – Buxoro davlat texnika universiteti “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish”kafedrasi doktoranti, Tel.: +998948859997 (c),
E-mail: shukrullayevj654@gmail.com

Djurayev Xayrullo Fayziyevich– texnika fanlari doktori, professor. Buxoro davlat texnika universiteti “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish”kafedrasi. Tel.: +998914448490 (c),
E-mail: djuraev_xf@mail.ru

АДАПТИВНЫЙ ВИРТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР НА ОСНОВЕ МЕТОДА “ДВИЖУЩЕГОСЯ ОКНА”, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И АНАЛИЗА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХЛОРИДА КАЛИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ, ПОСТОЯННО АДАПТИРУЮЩИЙ СВОЙ АЛГОРИТМ РАБОТЫ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДНИХ ДАННЫХ

Беккулов Дж.Ш.

Каршинский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной статье освещены разработка и принципы работы адаптивного виртуального анализатора на основе метода “движущегося окна,” предназначенного для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени. Адаптивный виртуальный анализатор позволяет с помощью современных информационных технологий осуществлять мониторинг основных показателей качества продукции хлорида калия, автоматическую обработку данных и оперативный анализ результатов. С помощью метода "движущегося окна" анализатор постоянно получает новые данные, обновляет существующую модель и адаптируется к условиям процесса. Данный подход позволяет повысить точность в процессе управления качеством продукции, уменьшить влияние человеческого фактора и оптимизировать технологический процесс.*

Ключевые слова: *хлорид калия, реальное время, качество продукции, движущееся окно, адаптивный виртуальный анализатор, метод робастной регрессии, среднеквадратическая ошибка.*

ADAPTIVE VIRTUAL ANALYZER BASED ON THE “MOVING WINDOW” METHOD, DESIGNED TO DETERMINE AND ANALYZE THE QUALITY INDICATORS OF POTASSIUM CHLORIDE IN REAL-TIME REJIM, CONSTANTLY ADAPTING ITS WORKING ALGORITHM BASED ON THE LATEST DATA.

Bekkulov J.Sh.

Karshi state technical university.

Annotatoin. *This article highlights the development and operating principles of an adaptive virtual analyzer based on the “moving window” method, designed for real-time determination and analysis of the quality indicators of potassium chloride. The adaptive virtual analyzer, through the use of modern information technologies, enables monitoring of the main quality parameters of potassium chloride products, automatic data processing, and prompt analysis of results. By applying the “moving window” method, the analyzer continuously acquires new data, updates the existing model, and adapts to the process conditions. This approach improves accuracy in product quality control, reduces the influence of the human factor, and optimizes the technological process.*

Keywords: *potassium chloride, real time, product quality, moving window, adaptive virtual analyzer, robust regression method, mean squared error.*

KALIY XLORIDNING SIFAT KO‘RSATKICHLARINI REAL VAQT REJIMIDA ANIQLASH VA TAHLIL QILISHGA MO‘LJALLANGAN, SO‘NGGI MA’LUMOTLAR ASOSIDA O‘Z ISH ALGORITMINI DOIMIY RAVISHDA MOSLASHTIRIB BORUVCHI “HARAKATLANUVCHI OYNA” USULIGA ASOSLANGAN ADAPTIV VIRTUAL ANALIZATOR

Bekqulov J.Sh.

Qarshi davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada kaliy xloridning sifat ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida aniqlash va tahlil qilishga mo‘ljallangan, “harakatlanuvchi oyna” usuliga asoslangan adaptiv virtual analizatorni ishlab chiqish va uning ishlash tamoyillari yoritib berilgan. Adaptiv virtual analizator zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida kaliy xlorid mahsulotining asosiy sifat ko‘rsatkichlarini monitoring qilish, ma’lumotlarni avtomatik qayta ishlash va natijalarni tezkor tahlil qilish imkonini beradi. “Harakatlanuvchi oyna” usuli yordamida analizator doimiy ravishda yangi ma’lumotlarni qabul qilib, mavjud modelini yangilab boradi va jarayon sharoitlariga moslashadi. Bu yondashuv mahsulot sifatini boshqarish jarayonida aniqlikni oshirish, inson omilini kamaytirish va texnologik jarayonni optimallashtirish imkonini yaratadi.*

Kalit so‘zlar: *kaliy xlorid, real vaqt, mahsulot sifati, harakatlanuvchi oyna, adaptiv virtual analizator, Robast regressiya usuli, o‘rtacha kvadratik xatolik.*

***В*ведение.** В настоящее время в мире особое внимание уделяется проблемам совершенствования методов определения и оценки качественных показателей готовой

продукции химической промышленности, в том числе калийных удобрений. Повышение эффективности усовершенствованных систем управления технологическими процессами производства калийных удобрений является одним из важнейших факторов конкурентоспособности готовой продукции. Применение оперативно-прогностических систем управления в задачах определения, контроля и оптимизации управления качеством калийных удобрений на сегодняшний день становится чрезвычайно актуальным и важным [1-4].

Методы и материалы исследования. Поэтому проводятся масштабные научно-исследовательские работы, направленные на создание высокоэффективных виртуальных систем определения и анализа качества продукции. В связи с этим особое внимание уделяется внедрению усовершенствованных систем управления, обеспечивающих энергоэффективность и ресурсосбережение, включая адаптивные виртуальные анализаторы. Для выполнения этих задач использование адаптивных виртуальных анализаторов, определяющих качество калийных удобрений, является чрезвычайно актуальным [2].

Адаптивный виртуальный анализатор - это интеллектуальная система, которая автоматически анализирует данные в режиме реального времени или в офлайн-режиме, способная к самонастройке. Этот анализатор обрабатывает данные с использованием искусственного интеллекта или передовых статистических методов и предоставляет результаты пользователю. Вместе с тем, адаптивный виртуальный анализатор автоматически настраивается на основе результатов модели, при вводе дополнительных данных обновляет алгоритмы, а при изменении потока данных - оптимизирует себя.

Поэтому предлагается использовать его для определения и контроля качества продукции во всех отраслях промышленности, в том числе в производстве калийных удобрений. Адаптивный виртуальный анализатор для контроля технологических параметров и качества продукции при производстве калийных удобрений обеспечивает высокий уровень точности и эффективности [4-11].

Результаты исследования. Качество хлорида калия (KCl) требует постоянного контроля в ходе технологических процессов. При этом, по сравнению с традиционными методами анализа, предпочтительны быстрые, в реальном времени и автоматизированные методы [3-6]. С этой целью совершенствуется виртуальный анализатор, разработанный на основе метода ***“движущегося окна”.***

Для определения качества хлорида калия предложено обновить виртуальный анализатор, который может адаптировать устройство на основе разработанного метода ***“движущееся окно -*** (*это алгоритм, который анализирует последние ξ интервала данных на основе измерений в реальном времени и адаптирует модель на этой основе*),” который состоит из этапов подготовки анализатора к работе и (1÷ξ) деления данных на диапазон [6]. Представлена структурная схема процесса функционирования предлагаемого виртуального анализатора (рис. 1).

Обобщенная математическая модель виртуального анализатора построена с помощью метода робастной регрессии при следующих параметрах: $\hat{A}_{\psi}^{k} = \left\{\hat{a}_{\psi}, \hat{b}_{1,\psi}, ..., \hat{b}_{m,\psi}\right\}$. Основываясь на обучающей выборке размерности *k*, получим:

$$B_{\psi} = \left\{Y_{\psi}, X_{\psi}\right\},$$

где: $Y_{\psi} = \begin{pmatrix} y_{\psi-k+1} \\ \vdots \\ y_{\psi} \end{pmatrix}$ — аргументы функции настройки; $\tilde{\tilde{X}}_{\psi} = \begin{pmatrix} X_{k-h+1} \\ X_{k} \end{pmatrix}_{h\times 1}$ -матрица расчета величин на входе; *k*-интервал изменения аргументов согласующих функций.

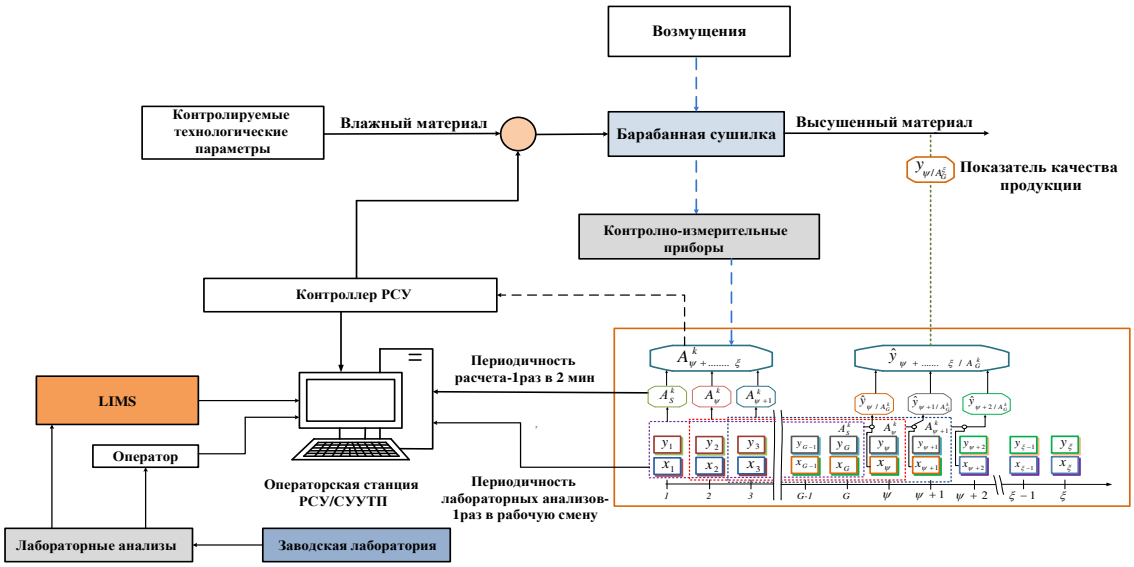


Рис.1. Структурная схема функционального процесса работы виртуального анализатора.

По построенной модели значения выходных переменных можно использовать для прогнозирования значений:

$$y_{k+1/\hat{B}_k^h} = \hat{a}_k + \sum_{i=1}^{m} \hat{b}_k^{(i)} u_{k+1}^{(i)}, \tag{1}$$

где: $u_k^{(i)}$ - технологические параметры, $y_{k+1/\hat{B}_k^h}$ - показатель качества продукции,

$b_k^{(i)}$ - коэффициенты регрессии, обновляемые на основе каждого измерения ξ.

По выборке реального значения вычисляется абсолютная ошибка, чтобы прогноз, сделанный моделью с регрессионной связью, не приводил к ошибке:

$$САП_{\psi+1} = y_{\psi+1} - y_{\psi+1/B_\psi^k}. \tag{2}$$

Во избежание больших ошибок в общем прогнозе после вычисления абсолютной ошибки используется виртуальный анализатор:

$$B_{\psi+1} = \{Y_{\psi+1}, X_{\psi+1}\}, \tag{3}$$

где: $Y_k = \begin{pmatrix} y_{k+2-1} \\ \vdots \\ y_{k+1} \end{pmatrix}; X_{k+1} = \begin{pmatrix} x_{k+2-h,1} & \cdots & x_{k+2-h,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{k+1,1} & \cdots & x_{k+1,m} \end{pmatrix}_{h\times m}$

Для выборки $\hat{B}_{k+1}^h$, которая обучает новую регрессию, задаются параметры модели, и выполняется описанная выше последовательность действий.

Вместе с наблюдением выходных и входных параметров используются $(\psi,...,N)$, переменных и формируется вектор ошибки прогнозирования:

$$САП^k = \{САП_\psi^k, САП_{\psi+1}^k, ...САП_N^k\} \tag{4}$$

Погрешность качественного показателя адаптивного виртуального анализатора вычисляется для следующего усреднения квадратичной ошибки:

$$\overline{СКП}^h = \frac{\sum_{i=\psi}^{N} (САП_i^k)^2}{N - \psi + 1}. \tag{5}$$

Виртуальный анализатор непрерывно рассчитывает показатель качества продукции, основываясь на параметрах технологического процесса [5-11].

Для определения входных параметров виртуального анализатора и получения регрессионных зависимостей оценивают показания датчиков соответствующих параметров технологического процесса с сервера системы управления (рис.2-рис.7).

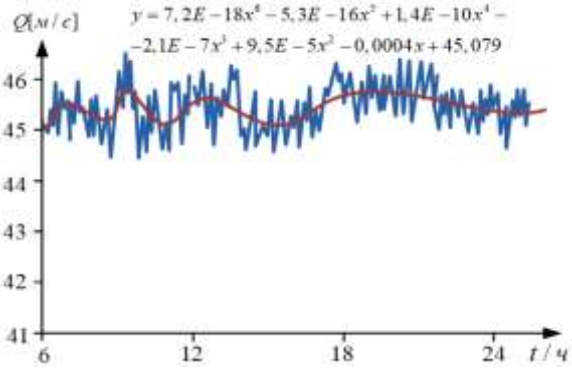


Рис.2. Регрессионная зависимость от показаний датчика расхода сушильного агента.

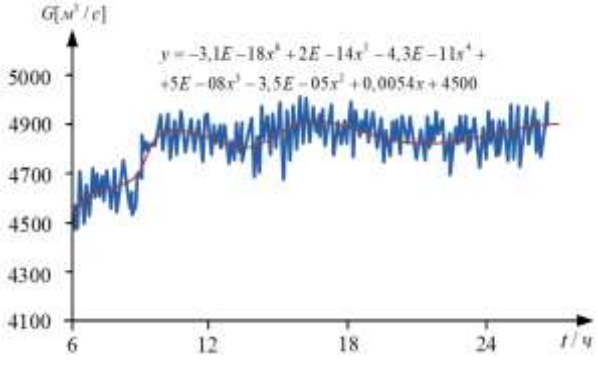


Рис.3. Регрессионная зависимость от показаний датчика первичного расхода воздуха.

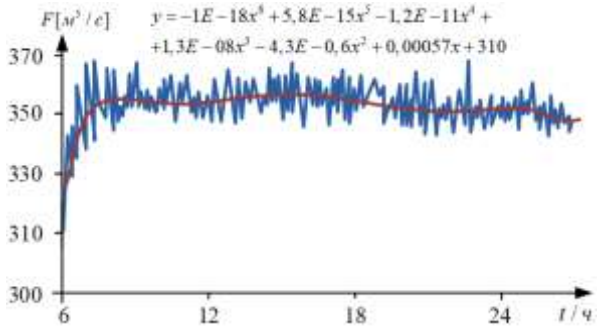


Рис.4. Регрессионные аппроксимации показаний с датчика вторичного расхода воздуха.

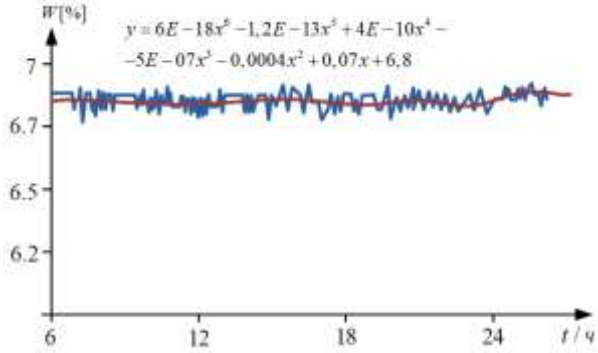


Рис.5. Регрессионные аппроксимации показаний с датчика влажности KCl на входе в сушильный аппарат.

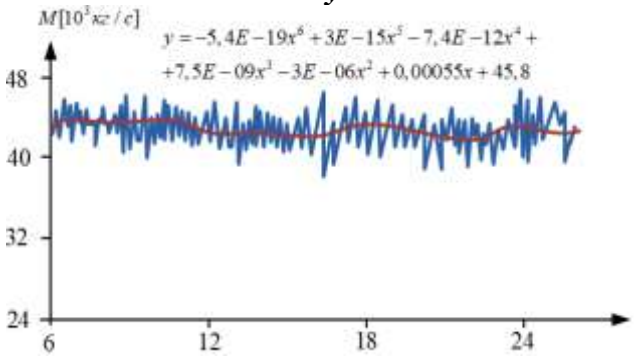


Рис.6. Регрессионные аппроксимации показаний с датчика расхода материала на входе в сушильный аппарат.

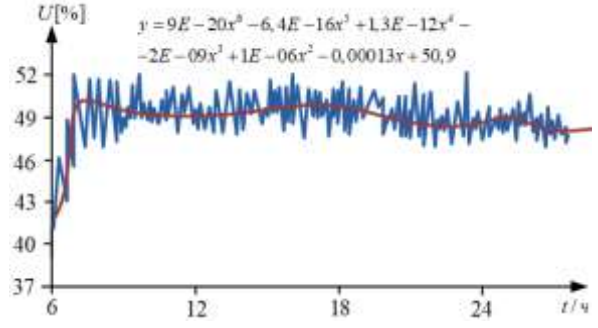


Рис.7. Регрессионные аппроксимации показаний с датчика влажности воздуха на входе в топку сушилки.

Структура модели виртуального анализатора, включая влажность хлористого калия на входе и выходе барабанной сушилки, расход сушильного агента, первичный расход воздуха, вторичный расход воздуха, влажность хлористого калия на входе, расход влажного концентрата, влажность воздуха на входе, получена нелинейность рабочей характеристики калорифера на входе [143]. Технологические параметры, влияющие на влажность в процессе сушки, являются основными входными переменными виртуального анализатора: x_1 – расход теплоносителя [m^3/soat]; x_2 – расход первичного воздуха [m^3/soat]; x_3 – вторичный расход

воздуха [m^3/soat]; x_4 – входная влажность хлорида калия [%]; x_5 – расход влажного концентрата [m^3/soat]; x_6 – входная влажность воздуха [%].

Переменные для концентрации CO в сушильном агенте, соответственно входы $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ выражаются следующим образом:

$$\begin{aligned}
&\phi(y_{co}) = 0{,}025\, y_{co} - 0{,}82\\
&\psi_1(x_1) = -0{,}0032 x_1 + 0{,}63\\
&\psi_2(x_2) = 0{,}00041 x_2^2 + 0{,}0062\\
&\psi_3(x_3) = 0{,}000071 x_3 + 4{,}1\\
&\psi_4(x_4) = -0{,}0005 x_4 - 0{,}07 x_4 + 681{,}3\\
&\psi_5(x_5) = -0{,}00075 x_5^2 - 0{,}007 x_5 + 814{,}8\\
&\psi_6(x_6) = -0{,}00083 x_6^2 - 0{,}008 x_5 + 845{,}9
\end{aligned} \qquad (6)$$

Используя существующий промышленный образец и уравнение (7), строится модель ВА для концентрации оксида углерода (CO) в сушильном агенте:

$$y_{co} = 2071{,}6 - 0{,}7 x_1 + 81{,}5 x_2 - 0{,}8 x_3 - 671{,}5 x_4 - 420{,}8 x_5 - 0{,}54 x_2^2 + 3{,}6 x_4^2 + 6{,}02 x_5^2 \quad (7)$$

На рисунке 8 ниже видно изменение результатов лабораторных и модельных исследований окиси углерода в теплоносителе.

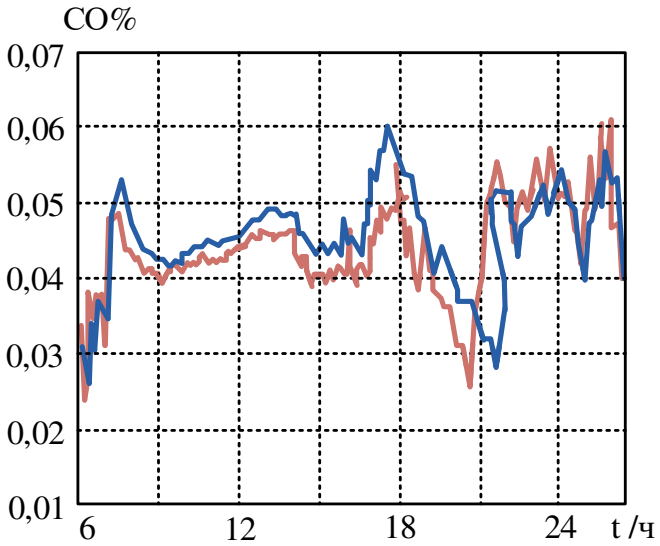


Рис.8. Изменение лабораторных и модельных результатов содержания оксида углерода в теплоносителе.

Анализ результатов исследования. Виртуальный анализатор, построенный на основе регрессионных моделей, позволяет улучшить качество управления процессом, исходя из его способности адаптироваться при изменении значений качества продукта. С помощью этих регрессионно-связанных моделей строится виртуальный качественный анализатор. Виртуальные анализаторы предоставляют математические модели, которые выполняют косвенные расчеты показателей хлорида калия с использованием архивных данных, хранящихся в их базе данных, и лабораторных результатов [10,11]. Одной из инвариантных задач при прогнозировании качества является нахождение решения для выбора наиболее оптимального значения ширины окна на основе точных критериев. Если отклонение результата виртуального анализатора от положения равновесия больше обычного, окончательный результат расчета ширины окна определяется по следующему выражению: $\xi_0 = 10 \cdot n$, где n - показатель степени входных тактовых переменных в конечном результате модели [6-8].

В зависимости от отклонений переменных на входе в модель в положении равновесия целесообразно использовать среднеквадратическую ошибку, чтобы избежать ошибок при прогнозировании значения выходного результата, соответствующего каждому удаляющемуся от положения равновесия такту на этапе выбора оптимального результата из переменных:

$$J_{O'KX} = \frac{1}{\xi - G}\sqrt{\sum_{\psi=G+1}^{\xi}(y_\psi - \hat{y}_{\psi/A_{\psi-1}^k})^2}\,, \tag{8}$$

где: y_ψ - значение аргументов k функций согласования; $\hat{y}_{\psi/A_{\psi-1}^k} - A_{\psi+1}^k$ – прогнозирование значений аргументов функций адаптации. Ширина окна виртуального анализатора соответствует минимизированному значению прогноза. Кроме того, при расчете ширины окна целесообразно использовать коэффициенты детерминации. Она рассчитывается следующим уравнением:

$$J_{N^2} = 1 - \xi^2 = \frac{\sum_{\psi=G+1}^{\xi}(y_\psi - \hat{y}_{\psi/A_{\psi-1}^k})^2}{\sum_{\psi=G+1}^{\xi}(y_\psi - \bar{y})^2}, \tag{9}$$

где: $\bar{y}$ - среднее арифметическое значения аргументов функций согласования. Ширина окна виртуального анализатора с адаптивным свойством J_{N^2} определяется минимальным значением оптимальной ширины критерия. При выборе оптимальных значений ширины окна виртуального анализатора, обладающего свойством адаптации, модель с регрессионной зависимостью от данных об аргументах адаптационной функции требует использования в качестве информации критериев, отражающих изменение значений технологических параметров.

Среднеквадратические отклонения используются для определения изменения прогнозируемого значения модели с регрессионной зависимостью:

$$P_{\hat{b}_k^{(i)}} = \sqrt{\frac{1}{\xi - G}\sum_{\psi=\xi+G}^{\xi}(\hat{b}_{\psi,k}^{(i)} - \bar{b}_{k,b}^{(i)})^2}\,, \tag{10}$$

где, $\bar{b}_{k,b}^{(i)}$ - i -переменные модели, имеющие регрессионную зависимость на основе k - аргументов функций согласования в ширине ξ подвижного окна; Виртуальный анализатор с шириной $\bar{b}_k^{(i)} - \xi$ представляет собой среднее арифметическое i-прогнозных значений модели с регрессионной зависимостью в результате движения[6-10].Проанализируем критерий расчета ошибок точности прогноза модели с регрессионной зависимостью в качестве критерия выбора наилучшего значения ширины окна виртуального анализатора:

$$J_B = \sum_{i=1}^{m} p_{P_k^{(i)}}\,. \tag{11}$$

На рис. 9 изображены графики зависимости минимизированного значения от оптимальной ширины окна виртуального анализатора.

В то же время предлагается использовать значение минимизации с целью уменьшения ошибок в прогнозировании модели:

$$J = J_{CKO} + J_{N^2} + J_B \tag{12}$$

J - минимизированное значение модельного прогноза.

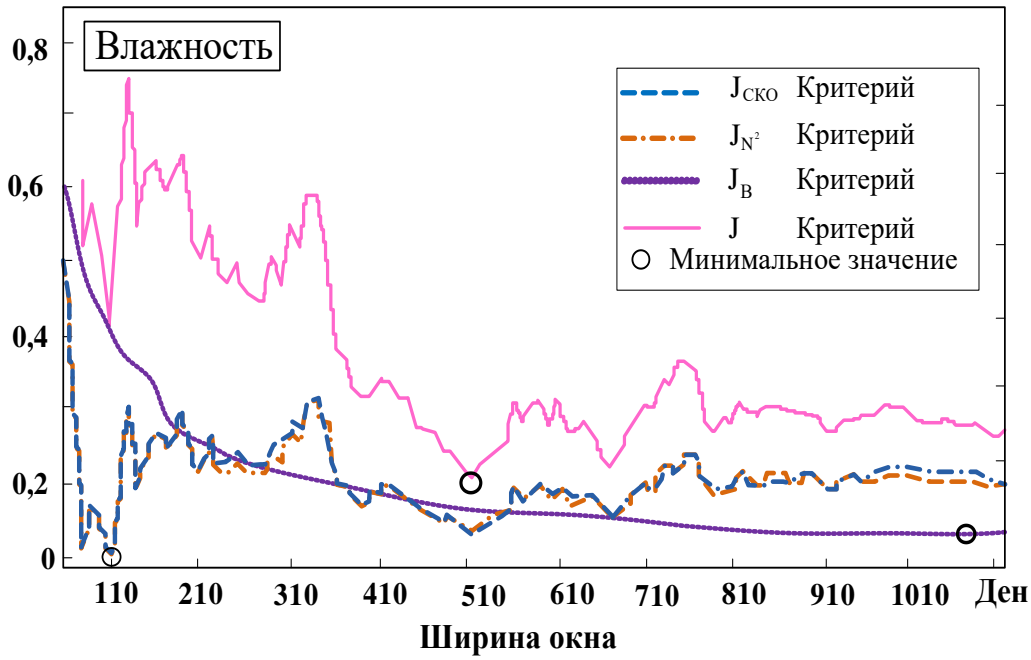


Рис.9. Ширина окна виртуального анализатора с адаптивными свойствами.

Ширина окна, среднеквадратическая ошибка и коэффициенты детерминации, используемые при расчете значений аргументов функции согласования, приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Критерий	$J_{СКО}$	J_{N^2}	J_B	J
Оптимальная ширина окна	110	110	1010	610
N среднеквадратическая ошибка (СКО)	0,07339	0,07339	0,14123	0,07828
N^2 коэффициенты детерминации	0,40172	0,40172	0,35345	0,39115

В действительности, в ходе изучения различных критериев выбора оптимальной ширины окна виртуального анализатора, обладающего свойством адаптации, наличие способности подобия $J_{СКО}$ и J_{N^2}, совпадение значений при расчете оптимальной ширины и превращение их в убывающую по изменению функцию выражает соответствие между ними [11].

Заключение. В данной статье разработана и предложена концепция адаптивного виртуального анализатора на основе метода "движущегося окна" как современного подхода к определению и оценке качественных показателей продукта хлорида калия (KCl). Предлагаемая система постоянно обновляет модель линейной регрессии на основе данных последних ξ измерений, а также алгоритм работы анализатора и обеспечивает быструю адаптацию системы к малым изменениям параметров процесса, позволяя точно прогнозировать качество продукции.

В результате за счет высокоточных прогнозов значительно повышается устойчивость технологического процесса и эффективность контроля качества продукции. Также полученные результаты показывают возможность практического применения предложенного виртуального анализатора в промышленных условиях и считаются перспективным решением для автоматизации мониторинга качества продукции в химической промышленности, что имеет важное практическое значение для повышения эффективности контроля качества продукции, снижения ошибок, связанных с человеческим фактором, и обеспечения общей стабильности производства.

Литература

1. Юсупбеков, Н., & Беккулов, Ж. (2023). Технологические процесса производства калийных удобрений как объекта контроля и управления. In *Международная конференция академических наук* (Vol. 2, No. 1, pp. 57-64).
2. Sherboyevich, B. J., & Askarovna, A. S. (2024). The conceptual structure of the APC-an improved system for monitoring and controlling technological processes for the production of mineral (potash) fertilizers. *American Journal of multifunctional publishing*, *1*(7), 26-35.
3. Potocki, V.A., Fadeev, V.M., Maksimov, E.A., Bakhtadze, N.N. (2004). Virtual analyzers of the quality of technological process control based on a nonlinear dynamic predictor. Abstracts of the 5th International dokpads. Conferences "Problems of management and energy".Tbilisi, 35 p.
4. Ruziyev U.A., Bekkulov Zh.Sh./ Virtual Potassium Chloride Analyzer in the System of Advanced Control of Potash Fertilizer Production Processes. «Chemical technology control and management». №1 (109) ,2023-pp.80-88. https://ijctcm.researchcommons.org/journal.
5. Маллаев А.Р., Беккулов Ж.Ш., Норбоев О. Н., Эшонкулов М Н. Программа для отображения на экран данных, полученных с виртуальных анализаторов/Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. № DGU 09820.2021 г.
6. Д.А.Никитин и др. Адаптивный виртуальный анализатор в системе усовершенствованного управления// «Южно-сибирский научный вестник» №2(36).2021.ст.149-155.
7. Самотылова С.А. Разработка виртуальных анализаторов для системы управления массообменными технологическими процессами производства метилтрет-бутилового эфира //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Владивосток -2020.
8. Chew, Chun Ming and Aroua, Mohamed Kheireddine and Hussain, Mohd Azlan. Advanced process control for ultrafiltration membrane water treatment system//Journal of Cleaner Production, 179.2018 -pp. 63-80. ISSN 0959-6526
9. Neural virtual sensor for the inferential prediction of product quality from process variables / R. Rallo, J. Ferre-Gin, A. Arena, F. Giralt // Computers and Chemical Engineering. - 2002. - Vol. 26. - P. 1735-1754.
10. Бахтадзе Н.Н., Лотоцкий В.А. Современные методы управления производственными процессами // Системы управления технологическими процессами. - 2009. - №3 (1). - С. 56-63.
11. Логунов П.Л., Шаманин М.В. и др. Усовершенствованное управление технологическими процессами //Автоматизация в промышленности. 2015. №4, с. 4-14 с.

Беккулов Джахонгир Шербоевич - Каршинский государственный технический университет доцент кафедры "Автоматизации и управления технологическими процессами" Тел: +99899-091-09-55 E-mail: jbekqulov@mail.ru

SIANLASH JARAYONIDA IONSELEKTIV ELEKTRODI USULI YORDAMIDA SIAN KONSENTRATSIYASINI O'LCHASH ANIQLIGINI OSHIRISH

Mahmudov G'.B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada sian ionlarining konsentratsiyasini o'lchashda ionselektiv elektrodlardan (ISE) foydalanishning ilmiy-metodik asoslari, metrologik jihatidan o'lchash aniqligi va sanoatdagi qo'llanilishi keng tahlil etilgan. Nodir metallarni sianlash jarayonining umumiy fizik-kimyoviy xususiyatlari, sinalash jarayonida ISE usulining afzalliklari o'lchash aniqligini oshirishga qaratilgan texnik va algoritmik yechimlar, shuningdek o'lchash tizimining strukturaviy sxemalari va uning tavsifi yoritilgan. Bundan tashqari, ISE asosidagi o'lchash tizimlarini sun'iy intellekt bilan bog'lash orqali aniqlikni oshirish, ishonchlilikni ta'minlash hamda avtomatlashtirilgan monitoring qilish imkoniyatlarini yaratish istiqbollari ko'rib chiqilgan.*

Tayanch so'zlar: *sian ionlari, ionselektiv elektrod, metrologik aniqlik, sianlash jarayoni, kalibrlash, signallarni filtrlash, intellektual tizim, real vaqt monitoring, membrana selektivligi, oltin qazib olish, fizik-kimyoviy tahlil, mikroprotsessorli tizim, sun'iy intellekt.*

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИОНСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА В ПРОЦЕССЕ ЦИАНИРОВАНИЕ

Махмудов Г.Б., Равшанов Ф.А., Каландаров А.Ф.

Навоийский государственный горно-технологического университета.

Аннотация. *В статье представлен комплексный анализ научных и методических основ применения ионселективных электродов (ИСЭ) для измерения концентрации цианид-ионов, их метрологической точности и промышленного применения. Обсуждаются общие физико-химические свойства процесса цианирования редких металлов, преимущества метода ИСЭ в процессе анализа, технические и алгоритмические решения, направленные на повышение точности измерений, а также структурные схемы измерительной системы и её описание. Кроме того, рассматриваются перспективы повышения точности, обеспечения надежности и создания возможностей автоматизированного контроля путем подключения измерительных систем на основе ИСЭ к искусственному интеллекту.*

Ключевые слова: *цианид ионы, ионселективный электрод, метрологическая точность, процесс цианирование, калибровка, фильтрация сигналов, интеллектуальная система, мониторинг в реальном времени, селективность мембран, извлечение золота, физико-химический анализ, микропроцессорная система, искусственный интеллект.*

INCREASING THE ACCURACY OF CYANINE CONCENTRATION MEASUREMENT USING THE ION-SELECTIVE ELECTRODE METHOD IN THE CYANIDATION PROCESS

Makhmudov G.B., Ravshanov F.A., Kalandarov A.F.

Navoi state mining-technological university.

Abstract.*The article presents a comprehensive analysis of the scientific and methodological foundations of the use of ion-selective electrodes (ISE) for measuring the concentration of cyanide ions, their metrological accuracy and industrial application. The general physicochemical properties of the rare metal cyanidation process, the advantages of the ISE method in the analysis process, technical and algorithmic solutions aimed at improving the accuracy of measurements, as well as structural diagrams of the measuring system and its description are discussed. In addition, the prospects for improving accuracy, ensuring reliability and creating automated control capabilities by connecting ISE-based measuring systems to artificial intelligence are considered.*

Keywords: *cyanide ions, ion-selective electrode, metrological accuracy, cyanidation process, calibration, signal filtering, intelligent system, real-time monitoring, membrane selectivity, gold extraction, physicochemical analysis, microprocessor system, artificial intelligence.*

***K*irish.** Jahonda so‘nggi vaqtlarda oltin tarkibli madanlardan oltinni ajratib olish jarayonlaridan biri sorbsiyali sianlash usuli bilan ishlab chiqarish jarayonlarini modellashtirish va boshqarish texnologiyalarida tayyor mahsulotlarning sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha avtomatik va avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini takomillashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Shuning uchun sorbsiyali sianlash jarayonining energiya va resurs tejamkor, optimal parametrli boshqarish tizimlarini ishlab chiqish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Gidrometalurgik jarayonlarida zaharli kimyoviy reangentlar va chiqindilarni atrof-muhitga zarar yetkazayotganligi, madan konsentratsiyalariga ishlov berish usullarini xavfsizroq qo‘llash eng muhim muammolardan biri hisoblanadi. Ko‘plab davlatlarda madanlardan oltinni ajratib olish uchun eritma konsentratsiyalari sifatida sian eritmasi (NaCN) ishlatiladi. Lekin bu jarayon ekologik nuqtayi nazardan juda ham xavfli hisoblanadi. Chunki yuqori darajali zaharli reagentlar ishlatiladi. Bu esa atrof – muhidga va ishchilarga xavf tug‘diradi.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan nazorat qilish va rostlash tizimlarini ishlab chiqib, ularni joriy qilish tadbirlari amalga oshirilib kelmoqda. Bu esa bevosita ishlab chiqarish unumdorligi, tayyor mahsulot sifati hamda tannarxiga katta ta’sir o‘tkazadi [1].

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Oltin ishlab chiqarish fabrikalarida sorbsiyali sianlash usulida oltin tanlab eritish jarayoni asosiy jarayonlaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda sorbsiyali sianlash usulida oltin ajratib olishda aktiv ko‘mir yoki ion almashinuvchi smolalar yordamidagi texnologiyalar Rossiya Federatsiyasi hamda MDH Respublikalarida jumladan: Rossiyada: Kuran, Keramin, Lebidin, Severoenisey; O‘zbekistonda: Muruntau (NKMK:

GMZ1, GMZ2, GMZ3, GMZ4, GMZ5, GMZ6 va GMZ7), Angren va Marjonbuloq; Qizg‘izistonda: Makmal; Armeniyada: Ararat korxonalarida amalda qo‘llanilmoqda [1-2].

Kichik o‘lchamli oltin zarrachalarini ajratib olishning asosiy usullaridan biri bu sianlash jarayoni hisoblanadi. Sianlash jarayonining asosiy mohiyati – nodir metallarni ishqoriy metallari bilan hosil qilgan tuzlar va kislorod yordamida eritishdan iborat. Odatda, oltin tarkibli madanlarni sianlashdan oldin 80 – 90 % kattalikkacha 0,074 mm o‘lchamda yanchiladi. Sianlash jarayonida oltin kislorod yordamida oksidlanadi va eritmaga kompleks anion ko‘rinishda o‘tadi. Jarayonning umumiy kimyoviy ko‘rinishi quyidagi 2 ta ketma-ket reaksiya orqali boradi [3]:

$$2Me + 4CN^- + O_2 + 2H_2O = 2\left[Me(CN)_2\right]^- + 2OH^- + H_2O_2 \quad (1)$$

$$2Me + 4CN^- + H_2O_2 = 2\left[Me(CN)_2\right]^- + 2OH^- \quad (2)$$

Oltin bilan ko‘pincha birinchi reaksiya amalga oshadi, ya’ni:

$$2Au + 4CN^- + O_2 + 2H_2O = 2Au\left[(CN)_2\right]^- + 2OH^- + H_2O_2 \quad (3)$$

Sianlash jarayoni elektrokimyoviy jarayon hisoblanib, oltinning erishiga asosiy sabab uning kompleks ion $Au(CN)_2$ ni hosil qilishidadir. Oltin juda yuqori erkin energiyaga ega bo‘lib, u NaCN ishtirokida kompleks ion hosil qilishini (3) reaksiya tenglamasidan ko‘rish mumkin. Oltin kompleksi sian ionlarining metall yuzasida diffuziyasi sababli hosil bo‘ladi. Ular suv molekulalarini siqib chiqarib metall bilan ta’sirlashadi va natijada oltin anion kompleks hosil bo‘ladi va oltin eritmaga o‘tadi [1]:

$$Au + 2CN^- = Au(CN)^{2-} + e \quad (4)$$

Shunday qilib, oltin ionining yo‘qotilishi valent elektronning erkinlashishi oltinning elektronlarini berilishi bilan izohlanib, u mikroelementda galvanik tok hosil qiladi va anodga aylanadi. Katod bo‘limida kislorodning qaytarilishi kuzatiladi va natijada ma’lum miqdorda vodorod pereoksid hosil bo‘ladi [1-2].

$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-, \varphi = +0,4B \quad (5)$$

$$O_2 + 2H_2O + 2e = H_2O_2 + 2OH^-, \varphi = -0,15B \quad (6)$$

Yuqorida keltirilgan (5-6) reaksiyalar orasida sekin boradigani bu kislorodni qaytarilishi hisoblanadi. Ushbu jarayonning mohiyati shundan iboratki, molekula holidagi kislorod parchalanib atom holiga o‘tadi. Sianlash jarayonida NaCN ning 0,02-0,05 % li eritmasi ishlatiladi. Oltin kompleks holda erib eritmaga o‘tadi. Yuqorida keltirilgan moddalarning kamayishi, jarayonni sekinlashishiga olib keladi. Kislorod va sian konsentratsiyasini oshib ketishi salbiy natija beradi, chunki kislorod va NaCN eritma tarkibidagi qo‘shimcha metallarni eritishga olib keladi va bu esa oltin ajratib olishni qiyinlashtiradi. Sianlash jarayonini olib borish harorati 20-45 ^{0}C da olib boriladi. Bunda erigan kislorodning diffuziyasining ishonchli borishini ta’minlash kerak. Eng kerakli sharoit uchun NaCN va O_2 larning diffuziya tezligi barobar bo‘lishi kerak [4].

NaCN konsentratsiyasini o‘ta ko‘payishi, erish jarayonini oshirmaydi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, kislorodning portsial bosimi 0,21 atm., bo‘lganda NaCN ning chegaralangan konsentratsiyasi 0,02-0,1 % ga teng bo‘lishi kerak. Bu kattaliklar oltin saralash fabrika va zavodlarining ko‘rsatkichlariga mos keladi. Agar NaCN ning kerakli konsentratsiyasini ushlash oson bo‘lsa, kislorod uchun bu ish murakkab sanaladi. Sianning optimal konsentratsiyasini tanlashda eritma tarkibidagi kislorod konsentratsiyasi hisobga olinadi. Reagentlarning konsentratsiyalarini o‘lchashda elektrodlardan foydalanishning statsionar sharoitlari uchun ionometriyaning nazariy asoslari ancha batafsil ishlab chiqilgan bo‘lib [6-7], gidrodinamik nazorat qilinadigan sharoitlarda potensiometrik aniqlash nazariyasi 1980-yillarga kelib jadal rivojlana boshlagan.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida kimyoviy reaksiyalarni aniq va tezkor nazorat qilish texnologik xavfsizlik hamda mahsulot sifati uchun muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, nodir metallar, jumladan oltin va kumush rudalaridan ajratib olishda keng qo‘llaniladigan sianlash jarayoni samaradorligi ko‘p jihatdan NaCN konsentratsiyasining to‘g‘ri belgilanishiga bog‘liq hisoblanadi.

Sianlash jarayonida sian ionlari metallarning eruvchan komplekslarini hosil qilib, ularni rudadan ajratib olishga imkon yaratadi. Jarayon samaradorligi va ekologik xavfsizligi sianning hajmiy sarfini boshqarishga tayanadi. Sian konsentratsiyasining ortiqcha bo‘lishi atrof-muhit uchun xavfli chiqindilarga olib keladi, yetarli darajada bo‘lmasa, texnologik jarayon to‘liq rejim amalga oshmaydi. Shu sababli, NaCN konsentratsiyasini yuqori aniqlikda va real vaqt rejimida o‘lchash dolzarb vazifalardan biri sanaladi. NaCN konsentratsiyasini o‘lchashning an’anaviy usullari – titrimetrik analiz, kolorimetriya va spektrofotometriya – odatda laboratoriya sharoitida qo‘llaniladi va ko‘proq vaqt talab etadi. Ushbu usullarni ishlab chiqarish jarayonining o‘zida to‘g‘ridan-to‘g‘ri amalga oshirishning imkoniyati yo‘q. Shuning uchun, ularning sezuvchanligi va qayta takrorlanuvchanligi ko‘pincha talab darajasida bo‘lmaydi. Ushbu muammoning zamonaviy yechimlaridan biri – ionselektiv elektrodlarga (ISE) asoslangan avtomatlashtirilgan o‘lchash tizimlaridan foydalanish hisoblanadi. ISE texnologiyasi orqali eritmadagi ma’lum ionlarga sezgir elektrokimyoviy datchiklar yordamida tezkor va aniqligi yuqori tahlillarni amalga oshirish mumkin.

ISE eritmadagi ma’lum bir ionga sezgirlikni ko‘rsatadigan maxsus elektrokimyoviy sezgir element hisoblanadi. Ular ion selektiv membranasi, ichki elektrod, ichki bufer eritmasi va tashqi korpusdan iborat bo‘lib, turli analitik o‘lchashlarda keng qo‘llaniladi. NaCN uchun ishlab chiqilgan ISE lar ushbu ionga nisbatan yuqori selektivlik xususiyatiga ega bo‘lib, oltin ajratish texnologiyalarida muhim ahamiyat kasb etadi.

ISE larining ishlash prinsipi Nernst tenglamasiga [8] asoslangan bo‘lib, elektrod potensiali eritmadagi ionning konsentratsiyasiga proporsional bo‘ladi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} ln(a_{CN^-} + \sum K_i a_i) \quad (7)$$

bu yerda, K_i – interferent ionlar ta’sirini ko‘rsatuvchi koeffitsiyent, E – o‘lchanayotgan potensial, E^0 – standart potensial, R – gaz doimiysi, T – mutlaq harorat (Kelvin), n – ion zaryadi (CN^- uchun n=1), F – Faradey doimiysi, a_{CN} – sian ionlarining konsentratsiyasi bilan ifodalanadi.

Mazkur tenglama asosida ISE potensiali logaritmik ko‘rinishda o‘zgaradi. Ushbu xususiyat tahlilning sezuvchanligini oshiradi va konsentratsiya o‘zgarishlarini aniq qayd etish imkonini beradi. ISE sian ionlariga optimal selektivlikni faqatgina pH 11–13 oralig‘ida namoyon qiladi.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Tahlil qilinayotgan pulpa tarkibidagi metallning xususiyati va uning konsentratsiyasini aniqlashda muhitning xususiyatlarga bog‘liq bo‘lgan yondashuv asosida amalga oshiriladi. Ushbu sohaning muammolaridan biri sianli eritmalar $[Au(CN)_2]^-$ tarkibidagi oltin konsentratsiyasini aniqlashning potensiometrik usulini ishlab chiqish hisoblanadi [9]. Tahlil qilinayotgan NaCN yirik gidrofobli kationlar bilan ionli birikmalarni hosil qilib, organik erituvchilar yordamida oson ajratib olinadi.

Pulpa tarkibini tahlil qilishdan oldin ISE kuchli sianli oltin tarkibli eritmalarda uzoq vaqt saqlab turildi. Tadqiqotlarni o‘tkazish uchun 1-jadvalda keltirilgan xususiyatlarga ega bo‘lgan oltin tarkibli NaCN lardan foydalanildi.

1-jadval

Standart eritmalarning xususiyatlari

№	Konsentratsiya Au, mg/dm^3	Konsentratsiya NaCN,%	Konsentratsiya NaOH,%
1	2	0,12	0,85
2	11,6		
3	106,3		
4	977		

ISE ning metrologik xarakteristikalarini tadqiq qilish uchun quyidagi uskunalardan foydalanildi:

- I-160M markali laboratoriya ionomerining asosiy yo‘l qo‘yiladigan xatoligi ±1mV va ishchi diapazoni -3000...+3000 mV ga teng;
- Biosan MSH-300 harorat rostlagichiga ega elektromagnitli aralashtirgich;
- elektrodli o‘lchash yacheykasi 50 ml;
- EVL-1,3 M markali taqqoslash elektrodi.

Kimyoviy datchiklarning sezgirligini aniqlovchi elektrod funksiyasining qiyaliligi [10] EYuK qiymatlari bilan aniqlanayotgan moddaning konsentratsiyasi logarifmi orasidagi bog‘lanishni ifodalovchi parametr bo‘lib, u son jihatdan haroratga bog‘liq bo‘lgan Nernstning burchak koeffitsiyentiga teng. 25 °C haroratda va aniqlangan ionning faolligi o‘n marta o‘zgarganda, u bir zaryadli ionlar uchun 59,16 mV va ikki zaryadli ionlar uchun 29,58 mV ga teng. Biroq, odatda qiyalik burchagi koeffitsiyenti nazariy qiymatdan pastroq bo‘ladi. Bunga halaqit beruvchi aralashmalarning mavjudligi va membranasidan yuvib chiqarilishi sabab bo‘ladi. ISE membranasining tarkibidagi moddalar xususiyatiga ko‘ra, quyidagi turlarga bo‘linadi [6-8]:

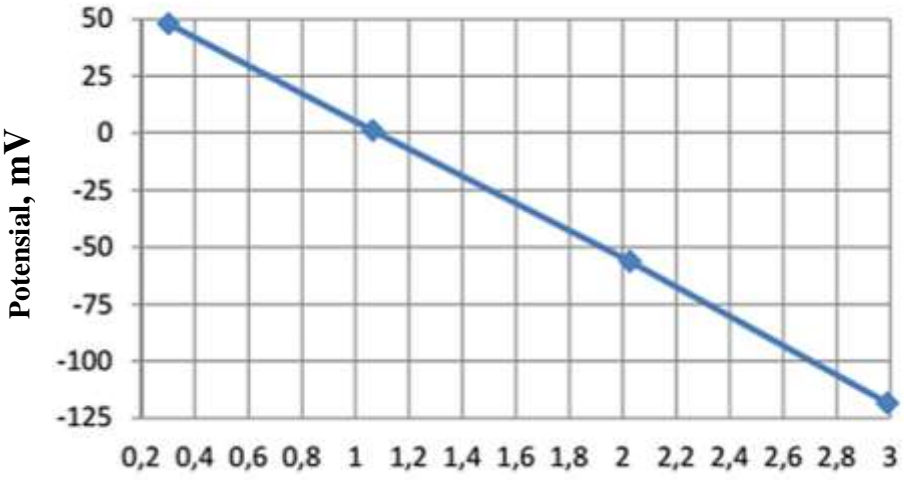
- qattiq membranali elektrodlar;
- ion almashinuvchanlikka asoslangan suyuqlikli elektrodlar;
- gazli va fermentli elektrodlar;
- ion selektiv maydonli tranzistorlari;
- polivinilxlorid membranali elektrodlar;

PVX membranalar birinchi marta Mangoliya olimi A. Shatki tomonidan taklif qilingan. Bunday membranalarni ishlab chiqish usuli J. Mudi, R. Oke va D. Tomaslar tomonidan taklif etilgan va keng qo‘llanilgan [7].

2-jadval

PVX-elektrodning statik xarakteristikasini olish natijalarini qayta ishlash

Parametr	Konsentratsiya, mg/dm^3			
	2	11,6	106,3	977
O‘lchashlar soni	6	6	6	6
Matematik kutilma, mV	47,95	1,15	–56,20	–118,38
O‘rtacha kvadratik og‘ishi, mV	1,12	1,63	1,16	0,63
0,95 ehtimollik uchun ishonchli qiymat oralig‘i	2,874	4,191	2,984	1,629



1-rasm. Normal sharoitda ISE ning statik tavsifi

Nazariy qiymatdan yuqori bo‘lgan qiyalik burchak koeffitsiyentlari juda kam hollarda kuzatiladi. Ular shuni ko‘rsatadiki, asosiy jarayondan tashqari, bir qator qo‘shimcha elektroddagi jarayonlari ham sodir bo‘ladi. Bu hodisani kumush simdan tok olish usulini qo‘llab, unga membrana qoplash paytida kuzatgan. O‘lchash ma’lumotlarini statistik qayta ishlash natijalari 2-jadvalda keltirilgan. Statik xarakteristikaning grafik ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan.

Elektrodning o‘rtacha qiyaligi 56±2 mV/lgC ni tashkil etdi. Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

- yaratilgan ISE ning statik tavsifi koordinatalarda chiziqli bo‘ladi:

$$E = f(lgC([\mathrm{Au}\ (\mathrm{CN})_2]^-) \quad (8)$$

- o‘rtacha kvadratik og‘ish 2 mV dan oshmaydi;
- elektrod oltin konsentratsiyasining o‘zgarishiga yetarlicha sezgir bo‘ladi.

Potensiallarni o‘rnatish vaqti yoki javob berish vaqti [6] har qanday o‘lchash vositasining ishlashining dinamik xarakteristikalaridan biri hisoblanadi. Bu tushuncha elektrodning eritmaga botirilgan paytidan boshlab, ko‘rsatkichlar barqarorlashgan paytgacha bo‘lgan vaqt oralig‘ini anglatadi. Ushbu vaqt oralig‘ida potensial muvozanat yoki turg‘un qiymatga erishadi.

ISE potensialining siljishi elektrod yuzasi tuzilishidagi o‘zgarishlar va ion almashinuvchi ionlarning tekshirilayotgan eritmada erishi bilan bog‘liq hodisa hisoblanadi. Adabiyotlarda keltirilgan potensial siljish qiymatlari sezilarli darajada farqlanadi va ba’zi ma’lumotlarga ko‘ra, ushbu ko‘rsatkich sutkasiga 2-4 mV gacha yetishi mumkin. Eritmaning konsentratsiyasi va harorati o‘zgarmas bo‘lgan sharoitda, potensialning o‘zgarishi elektrod tizimining vaqt davomida potensial o‘zgarishini o‘lchash orqali tadqiq qilindi [11].

O‘lchash asbobining ishlashiga quyidagi omilning ta’sirini bartaraf etish maqsadida, elektrodli o‘lchash tizimi ko‘rsatkichlariga tuzatish kirituvchi algoritm ishlab chiqildi. Algoritm quyidagi amallar ketma-ketligi bilan ifodalanishi mumkin.

1. O‘lchash tizimini ikki nuqta bo‘yicha kalibrlash ishga tushiriladi, bunda birinchi kalibrlash eritmasi uchun potensial $E_1(0)$ va ikkinchi kalibrlash eritmasi uchun potensial E_2 (0) mV da qayd etiladi, shuningdek kalibrlashni o‘tkazish vaqti eslab qolinadi.
2. O‘lchashlarning birinchi bosqichida siljish bo‘yicha tuzatish kiritilmaydi.
3. *t* vaqtdan keyin o‘lchash tizimini qayta kalibrlash amalga oshiriladi, shuningdek ikkita kalibrlash eritmalari $E_1(t)$ va $E_2(t)$ uchun potensial qiymatlari qayd etiladi va kalibrlash vaqti *t* sekundlarda qayd etiladi.
4. Ikkita kalibrlash o‘rtasidagi potensial siljishi hisoblanadi:

$$\begin{aligned} \Delta E_1 &= E_1(t) - E_1(0) \\ \Delta E_2 &= E_2(t) - E_2(0) \end{aligned} \quad (8)$$

5. Siljishning o‘rtacha qiymati hisoblanadi va sekundga teng bo‘lgan vaqt birligiga keltiriladi:

$$D = (\Delta E_1 + \Delta E_2)/(t_2), \quad (9)$$

bu yerda: *D – mV/s* da ifodalangan tuzatish qiymati.

6. Oxirgi bosqichda o‘lchangan E_{tek} potensialining qiymatiga oxirgi kalibrlashdan keyin o‘tgan t_{tek} vaqtga ko‘paytirilgan *D* tuzatish qiymatini qo‘shish yo‘li bilan tuzatish kiritiladi

$$E_x = E_{Tek} + D \cdot t_{Tek} \quad (10)$$

bu yerda: E_x – tuzatish kiritishni hisobga olgan holda o‘lchash tizimi potensialining qiymati.

Izopotensial nuqtaning haqiqiy koordinatalarini aniqlash uchun eritmadagi elektrod potensialini ikki temperaturada o‘lchash kifoya. Izopotensial nuqtaning koordinatalarini hisoblash quyidagi formulalar bo‘yicha amalga oshirildi:

$$LgC_u = \frac{E_{t1} - E_{t2} + S_{t2} \cdot LgC_{t2} - S_{t1} \cdot LgC_{t1}}{S_{t2} - S_{t1}} \quad (11)$$

$$E_u = S_{t1} \cdot (LgC_u - LgC_{t2}) + E_{t1} \quad (12)$$

bu yerda: E_{t1} va E_{t2} – elektrodning t_1 va t_2 haroratlardagi potensiallari, S_{t1} va S_{t2} – tegishli haroratdagi qiyaligi, LgC_{t1} va LgC_{t2} – tegishli haroratda o‘lchangan eritmalar konsentratsiyasining o‘nli logarifmlari, E va lgC – izopotensial nuqtaning koordinatalari.

Birinchi datchik uchun izopotensial nuqtaning qiymatlari:

$$E_u = -120 мВ \lg C_u = 3,07 ;$$

Ikkinchi datchik uchun

$$E_u = -143 мВ \lg C_u = 3,7$$

Izopotensial nuqtaning koordinatalaridan foydalanib, elektrodning E_t potensialining berilgan t harorati uchun LgC ga bog‘liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E_t = E_u \mp S_t (LgC_t - \lg C_u) . \quad (13)$$

Amaliy hisoblashlar uchun mazkur tenglamadan quyidagi ko‘rinishda foydalanish maqsadga muvofiq:

$$E_t = E_u - (E_0 + 0,198 \cdot (273,15 + t))(LgC - \lg C_u) . \quad (14)$$

Mos ravishda eritmaning LgC qiymati t temperaturada quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$LgC_t = \lg C_u + \frac{(E_t - E_u)}{S_t} , \quad (15)$$

bu yerda: S_t – berilgan harorat uchun elektrod funksiyasining qiyaligi; LgC_t – eritma konsentratsiyasining berilgan haroratdagi o‘nli logarifmining qiymati.

ISElarga asoslangan o‘lchash tizimlarining asosiy ustunligi ularning sezuvchanligi va aniq o‘lchash qobiliyati sanaladi. Biroq real sharoitda ISEning o‘lchash aniqligi membrana sifati, eritma tarkibi, signalni qayta ishlash texnologiyasi, kalibrlash aniqligi va interferensiyaga qarshi himoya ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘ladi.

ISE dan olingan signal odatda kuchlanishi pastroq va shovqin ta’siri ostida bo‘ladi. Uni aniqlik bilan unifikatsiyalash va raqamli signalga o‘zgartirish uchun Kalman va boshqa filtrlar, ARO‘ (Analog raqamli o‘zgartirgich) lar qo‘llaniladi. Bundan tashqari oraliq kuchytirgich sxemalari orqali birlamchi o‘zgartirgichdan olingan mV ko‘rinishidagi signallarni V ko‘rinishida kuchaytiriladi.

ISE larga asoslangan tizimlarni zamonaviy mikroprotsessor va sun’iy intellekt algoritmlari bilan bog‘lash orqali real vaqtli, aniq va mustahkam o‘lchash tizimlari yaratish mumkin. Ushbu yondashuv raqamli sanoat (Industry 4.0) talablari bilan uyg‘un bo‘lib, sianlash jarayonidagi sian konsentratsiyasini avtomatik nazorat qilish va rostlashni ta’minlaydi [4-5].

Olingan natijalarning qo‘llanilish sohalari. Zamonaviy mikrokontrollerlar ISE datchiklaridan olingan signalni o‘qish, raqamli signalga o‘zgartirish va qayta ishlash uchun asosiy vosita bo‘lib xizmat qiladi. Eng ko‘p qo‘llaniladigan mikrokontrollerlar sifatida STM32 – kuchli ARO‘, DMA va UART interfeyslariga ega, ESP32 – Wi-Fi va Bluetooth modullari bilan jihozlangan, bulutli texnologiyaga ulanish imkoniga ega, Arduino UNO / Mega – o‘rganish uchun qulay, past energiya sarfi, Raspberry Pi – yuqori darajadagi hisoblash quvvatiga ega bo‘lgan mikrosxemalarni olish mumkin [12].

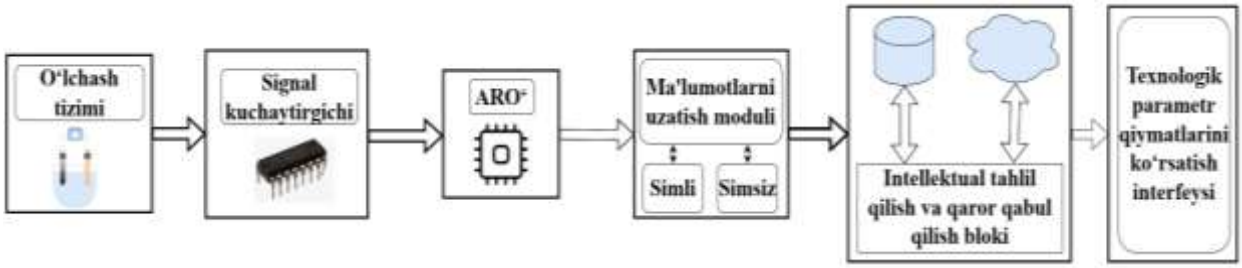
O‘lchash aniqligini oshirish va natijalarni tahlil qilish uchun ISE tizimiga sun’iy intellekt (SI) algoritmlari bog‘lash orqali yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Bunda SI ning sun’iy neyron tarmoqlari [13] – oldingi natijalar asosida yetarli aniqlikda bashorat qilish uchun, noravshan mantiq [14-15] – noravshan signallardan tushunarli xulosa chiqarish uchun, Decision Tree va Random Forest [16] – signalni belgilariga ko‘ra sinflash hamda diagnostika qilish uchun eng samarali vositalarida sanaladi.

SI algoritmlarining dasturiy ta’minotlarini Python, MATLAB yoki LabVIEW muhitida ishlab chiqilib, mikrokontroller bilan bog‘langan kompyuter orqali sinxronlash mumkin. Natijada, o‘lchash kanallaridagi signal shovqini kamayadi, o‘lchash natijalarini avtomatik tarzda baholash va

tahlil qilish mumkin bo‘ladi, avtomatik ravishda signallash tizimlari joriy etiladi. Bu esa bevosita texnologik jarayon parametrlarni sarfini hamda jarayon stabil optimal rejimda borishini ta’minlaydi.

Intellektual tizimlarda o‘lchash natijalarini masofadan monitoring qilish imkoniyati ham mavjud. Buning uchun bugungi kunda rivojlanib borayotgan LoRa – uzoq masofali va energiya tejamkor uzatish (10 km gacha), Wi-Fi / Ethernet – tarmoq orqali real vaqt rejimida ma’lumotlarni uzatish, Bluetooth / BLE — mobil qurilmalarga ulanish va GSM / GPRS (SIM800L) — mobil aloqa orqali uzatish uchun texnologiyalardan foydalanish maqsadga muvofiq.

ISE asosidagi intellektual o‘lchash tizimining strukturaviy sxemasi quyidagi ko‘rinishda keltirildi.



1-rasm. ISE asosidagi intellektual o‘lchash tizimining strukturaviy sxemasi

ISE larga asoslangan sian konsentratsiyasini o‘lchash tizimi samaradorligini baholash uchun laboratoriya va yarim sanoat sharoitida tajribalar o‘tkazildi. Tadqiqotlar sian ionlarining turli konsentratsiyadagi eritmalardagi elektroddan berilyotgan signalini, interferensiya omillari, kalibrlash chiziqlari va sun’iy intellekt yordamida aniqlikni oshirish imkoniyatlarini qamrab oldi.

Eksperimental sinov tajribasida Ag_2S asosidagi sian konsentratsiyasini sezuvchi ISE, Ag/AgCl (3M KCl eritmasida) taqqoslovchi elektrod, pulpadagi pH qiymati 11,5–12,8 oralig‘ida NaOH standart buffer eritmasi, $1\cdot10^{-6}$, $1\cdot10^{-5}$, $1\cdot10^{-4}$, $1\cdot10^{-3}$, $1\cdot10^{-2}$ mol/l konsentratsiyali kalibrlash eritmalari, 12-bitli STM32 mikrokontrollerli ARO‘, Kalman filtrlari [17], Python muhitida yaratilgan 3 qatlamli sun’iy neyron tarmoqlari qo‘llanilgan.

Tajriba raqami	Konsentratsiya (mol/l)	O‘lchangan potensial (mV)	Aniqlik (%)
1	$1\cdot10^{-2}$	-93.4	±1.8
2	$1\cdot10^{-3}$	-117.6	±2.0
3	$1\cdot10^{-4}$	-141.1	±2.2
4	$1\cdot10^{-5}$	-164.7	±3.8
5	$1\cdot10^{-6}$	-188.2	±5.1

Yuqori konsentratsiyalarda ($\geq10^{-4}$ mol/l) ISE juda barqaror signal bergan. Past konsentratsiyalarda esa shovqin ko‘paygan, ammo raqamli filtrlash yordamida foydali signal ajratib olingan. Taqqoslovchi ionlar ta’siri: Zn^{2+} (10^{-3} mol/l) – ±1,2 mV, Cu^{2+} (10^{-3} mol/l) – ±1,7 mV, SO_4^{2-} va NO_3^- – deyarli nol interferensiya, HCN (gaz holati) – signalga ta’sir qilmagan (pH 12 dan yuqori bo‘lgani uchun) ko‘rib chiqildi.

Xulosa. ISE tizimi STM 32 orqali jihozlangach, o‘lchash natijalari grafik interfeys orqali ko‘rsatildi. Grafik interfeysning asosiy funksiyalari sifatida real vaqt konsentratsiya grafigini ko‘rsatish, pH va haroratni real vaqt rejimida monitoring qilish, “Konsentratsiyaning chegaraviy qiymatlarida” signallash, Excel/PDF hisobotlarni yaratish va nusxalab berish imkoniyatlariga erishildi.

ISE larga asoslangan sian ionlarini o‘lchash tizimi – zamonaviy metrologik, texnologik va ekologik talablarga javob beruvchi, yuqori aniqlikli va tezkor o‘lchash usuli sifatida sanoat jarayonlarida o‘zining dolzarbligini isbotlamoqda. Ayniqsa, oltin va boshqa qimmatbaho metallarni sianlash texnologiyasida, bu usulning qo‘llanilishi samaradorlikni oshirish bilan birga, xavfsizlikni ham ta’minlaydi [18]. Raqamli signalni qayta ishlash (Kalman, Moving Average) orqali signal shovqinlari sezilarli darajada kamaytirishga erishildi. SI texnologiyalari yordamida o‘lchash aniqligi

o‘rtacha 18 % ga oshirildi, bu esa tizimning adaptivligini va o‘z-o‘zini optimallashtirish imkoniyatini yaratdi. Tizimni mikrokontrollerlar (STM32, ESP32) va LoRa/Wi-Fi [19] orqali intellektual monitoring qilish tizimlariga bog‘lash orqali, real vaqt rejimida sianlash jarayonidagi sian konsentratsiyasini uzluksiz nazorat qilish imkoniyati paydo bo‘ldi.

Kelajakda quyidagi yo‘nalishlarda tadqiqot va amaliy ishlanmalarni davom ettirish uchun ko‘p ionli selektiv tizimlarni ishlab chiqish (sian bilan birga rux, mis, nitratlar aniqlanishi), SI bilan o‘z-o‘zini o‘rganuvchi kalibrlash algoritmlari ishlab chiqish, bulutli texnologiyalarga asoslangan monitoring tizimlari (IoT) [19] orqali onlayn nazorat qilish, portativ ISE qurilmalarini ishlab chiqish va konchilik sanoatidagi boyitish jarayonlarida bevosita qo‘llash maqsadga muvofiq. Mazkur maqolada aynan sianlash jarayonida ISE usulini qo‘llashning ilmiy asoslari, metrologik talablari, signalni tahlil qilish algoritmlari va sun’iy intellekt bilan integratsiyalash imkoniyatlari keng yoritiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Петухов О.Ф., Санакулов Қ.С., Хасанов А.С., Мустокимов О.М. “Окислително–востоновительние процесси в металлургии”. Ташкент, “Истиқлол нури” 2013 г.
2. de Andrade Lima, L.R.P., Hodouin, D., and Bax, A. (2002). Comparison of empirical and phenomenological approaches to the analysis of gold cyanidation plant performance. In: Laplante, A. (ed.), Proceedings of the International Symposium on Gold Recovery. CIM Special Volume, no. 51, pp. 45-55.
3. Шумилова В.Л. “Подготовка пирит – арсенопиритового концентрата к выщелачиванию золота на основе использования полиреагентных комплексов” Transbaical State University, “Горне науки и технологии” / “Mining science and technology”, 2016, № 1, pp. 3–11.
4. О.А. Жумаев, А.А. Ахматов, Г.Б. Махмудов. «Моделирование процессы оптимального смешения цианистых растворов с использованием интеллектуальных систем измерения на основе нечеткой логики». Контроль и управления химической технологии. 1- 2/2018.
5. Jumaev O. et al. Development of a digital signal processing model using a frequency synthesizer and synthesis of quadrature conversion circuits //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 419. – С. 01003.
6. Volkov V. I., Zaytsev I. A. Ionselektiv elektrodlari va membranali sensorlar. – Moskva: Kimyo nashriyoti, 2015. – 304 b.
7. Nemtsov A. A., Menshikov P. A. Elektroanalitik kimyoning nazariy asoslari. – Moskva: Oliy maktab, 2012. – 387 b.
8. Mahmudov, G., & Qalandarov, A. F. (2025). Ion selektiv elektrodlari yordamida NaCN konsentratsiyasini o‘lchash tizimini tadqiq QILISH. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, *6*(1), 5-11.
9. Velikanova T. I., Saxarov K. Yu. Sianidlar tahlilida ionselektiv elektrodlardan foydalanish // Metallurgiya va ekologiya jurnali. – 2020. – № 3. – B. 55–62.
10. Pavlov D. I. Sianidga sezgir ISE yordamida gidrometallurgiyada tahliliy qo‘llanma // *Elektroanalitik kimyo jurnali*. – 2019. – T. 837. – B. 145–151.
11. Jumaev, O., Karpovich, D., Ismoilov, M., Makhmudov, G., & Sayfulin, R. (2025). Algorithms to improve system reliability. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 627, p. 04008). EDP Sciences.
12. Jumaev, O. A., Mahmudov, G. B., Rashidov, G. H., & Sodiqov, B. Q. (2023, September). Microcontroller device for increasing the accuracy of PID regulators. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2872, No. 1, p. 120051). AIP Publishing LLC.
13. Husayn A. va boshq. Kimyo sanoatida jarayonlarni boshqarishda sun’iy neyron tarmoqlar: tahliliy sharh // Kompyuterlar va kimyo muhandisligi. – 2020. – T. 137. – 106813.
14. Юсупбеков, Н. Р., Жумаев, О. А., & Исмоилов, М. Т. Ў. (2020). Ноаниқ мантиқ асосида интеллектуал бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 20-25.

15. Abdujaliliovich, J. O., Bakoyevich, M. G., & Eldor, A. (2021). Fuzzy logic controller in the management of technological processes of bacterial oxidation.
16. Karimov B. T., Xudoyberganov A. R. Sun'iy intellekt algoritmlarining o'lchash signallarini qayta ishlashdagi roli // O'zbekiston metrologiyasi jurnali. – 2022. – № 1. – B. 17–25.
17. Rumiantsev S. A. va boshq. Kimyoviy sensor signallarini Kalman va harakatlanuvchi o'rtacha filtrlar bilan tozalash // *O'lchash texnologiyalari jurnali*. – 2020. – T. 63, № 2. – B. 134–141.
18. Mirzayeva N.R. va boshq. Oltin ajratish jarayonida modifikatsiyalangan PVC-membranali elektrodlardan foydalanish // *Sensors and Actuators B: Chemical*. – 2021. – T. 329. – 129233.
19. Ayupov U.T., Abdusamatova M. S. IoT asosidagi monitoring tizimlarida LoRa va Wi-Fi texnologiyalari // Telekommunikatsiya va avtomatlashtirish texnologiyalari jurnali. – 2023. – № 2. – B. 31–36.

GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODLARIDA TURLI XILDAGI ABSORBENTLARNING TAHLILI VA JIHOZ, QURILMALARNING KORROZIYALANISHINI OLDINI OLISH

Obidov H.O.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada gazni qayta ishlash zavodlarida gaz tarkibidagi nordon komponentlarni absorbsion tozalashda ishlatiladigan reagentlar MEAni MDEAga almashtirish hamda tabiiy gazni tozalash uchun moddiy resurslarni sezilarli darajada tejashni ta'minlash va MDEA ni texnik ko'rsatkichlari o'rganilgan. MDEA eritmasi tarkibidagi tuzlarning bo'lishi, bu gazni oltingugurtdan tozalash qurilmalari va texnologik tarmoqlarining korroziyasiga olib kelishi uni bartaraflash metodlari tahlil qilingan.*

Kalit so'zlar: *tabiiy gaz, gazkondensati, suyultirilgan gaz, absorbent, H_2S, CO_2, monoetanolamin, metildietanolamin, gazni oltingugurtdan tozalash qurilmalari.*

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ АБСОРБЕНТОВ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КОРРОЗИИ ОБОРУДОВАНИЯ И УСТРОЙСТВ НА ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ

Обидов Х.О.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье изучены реагенты, используемые при абсорбционной очистке кислых компонентов газа на газоперерабатывающих заводах, для замены МЭА на МДЭА и обеспечения значительной экономии материальных ресурсов для очистки природного газа и технических показателей МДЭА. Анализируется содержание солей в растворе МДЭА, что приводит к коррозии сероочистных установок и технологических сетей.*

Ключевые слова: *природный газ, газоконденсат, сжиженный газ, абсорбент, H_2S, CO_2, моноэтаноламин, метилдиэтилоламин, установки сероочистки газа.*

ANALYSIS OF VARIOUS TYPES OF ABSORBENTS AND PREVENTION OF CORROSION OF EQUIPMENT AND DEVICES AT GAS PROCESSING PLANTS

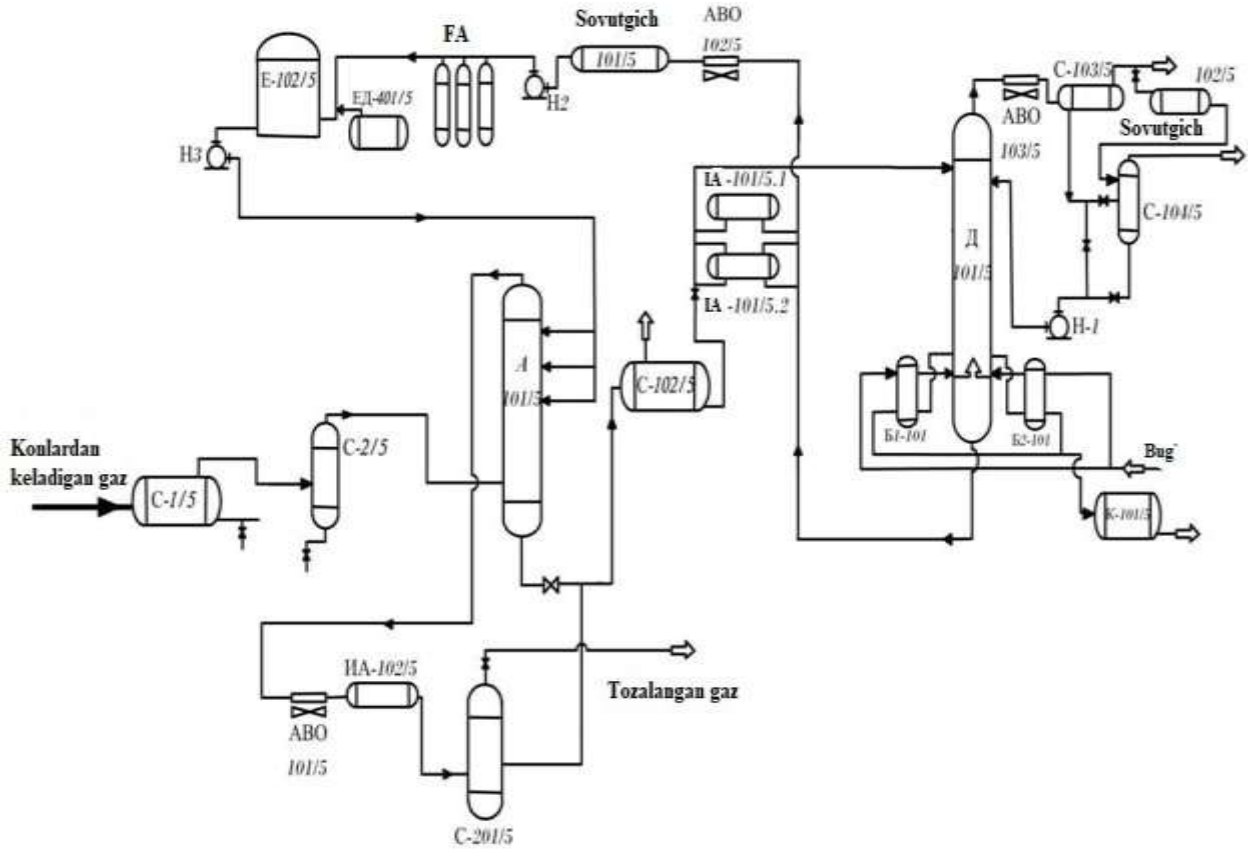
Obidov Kh.O.

Bukhara state technical university.

Annotation. *The article examines the reagents used in the absorption treatment of acid gas components in gas processing plants to replace MEA with MDEA and provide significant savings in material resources for natural gas treatment and MDEA technical indicators. The salt content in the MDEA solution is analyzed, which leads to corrosion of sulfur treatment plants and process networks.*

Keywords: *natural gas, gas condensate, liquefied gas, absorbent, H_2S, CO_2,monoethanolamine, methyldiethylolamine, gas desulfurization units*

Hozirgi vaqtda Gazli neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasining asosiy faoliyati gaz, gazkondensati va suyultirilgan gaz ishlab chiqarishdir. Keyingi yillarda Qumli, Tayloq, Haqqul, Qo'shimcha, Yorqin, Garbi, Haqqul, Mirkomilquduq, Savatli, Chakkaqum, Janubiy Kulbeshkak, Andakli, To'maris, Sho'rqum va Sho'rtak kabi konlardan qazib chiqarilgan va konda birlamchi qayta tayyorlanadi. Asosiy konlardan qazib olingan tabiiy gaz va gazkondensati 18 ta tarmoqlararo gaz quvurlari orqali gaz Gazli gazni qayta ishlash zavodiga yuboriladi (1- rasm).



1-rasm. Gazli gazni qayta ishlash zavodining V – texnologik bo‘linma (nitka)dagi texnologik qurilmalarda gazlarni metildietanolamin bilan tozalash texnologik sxemasi.

Tabiiy gazni nordon komponentlar (H_2S, CO_2)dan tozalash texnologik jarayonlari 30-40 foiz MDEA (metildietanolamin) eritmasi yordamida absorbtsiya usulida olib boriladi.

Gazli gazni qayta ishlash zavodining markaziy laboratoriya tahlillariga ko‘ra, MDEA eritmasi tarkibidagi tuzlarning bo‘lishi, bu gazni oltingugurtdan tozalash qurilmalari va texnologik tarmoqlarining korroziyasiga olib keladi.

90-yillarda xorijda aminni tozalash qurilmalarini metildietanolamin (MDEA) ning korroziyasi kam faol bo‘lishiga o‘tkazish tendensiyasi kuzatildi.

Quyidagilar MDEAning texnologik afzalliklari hisoblanadi:

• eritmadagi ish konsentratsiyasi 50 mas.%gacha;

• to‘yinganlik darajasi - uglerodli po‘latdan yasalgan jihozlar uchun 0,9 mol/mol gacha;

• MEAga nisbatan bug’larning kamroq bosimi;

• MDEAning kislotali komponentlar bilan reaksiyasi boshqa aminlarga nisbatan kamroq ekzotermik;

• oltingugurt vodorodiga nisbatan selektivlik, bu H_2S ning boshlang‘ich oqimini kam kapital va foydalanish xarajatlari bilan sezilarli miqdorda CO_2 ishtirokida chuqur tozalash imkonini beradi.

Shunday qilib, MEAni MDEAga almashtirish gazni tozalash uchun moddiy resurslarni sezilarli darajada tejashni ta’minlashi mumkin. O‘tkazilgan tadqiqotlar davomida energetika xarajatlarini 30 foizgacha kamaytirish quyidagilar hisobiga ta’minlanishi mumkinligi aniqlandi:

• ish eritmasining aylanma sarfini kamaytirish;

• ish eritmasining to‘yinganlik darajasini oshirish

• MDEA desorbsiyasi issiqligining pasayishi.

MDEAning korroziya faolligini MEAga nisbatan kamaytirish ikkilamchi va uchinchi darajali aminlarni konsentratsiyalangan holda - MDEAning 50 foizigacha ishlatish imkonini beradi. Tadqiqotlar davomida nima sodir bo‘layotgani ko‘rsatildi:

- eritma aylanishining kamayishi, bu esa uni nasos qilish uchun elektr energiyasidan foydalanishning kamayishiga olib keladi;
- issiqlik iste'molini kamaytirish, bu esa energiya resurslari sarfini tejashga olib keladi;
- uskunalar korroziyasini kamaytirish va quvurlarni joriy ta'mirlash xarajatlarini kamaytiradi;
- belgilangan ta'mirlashlararo yurish davrida qurilmaning barqaror ishlashi xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning mehnat sharoitlarini yaxshilashga olib keladi.

1-jadvalda GOTQ asosiy ish parametrlarining haqiqiy va me'yoriy qiymatlari ko'rsatilgan.

1-jadval

Absorberning ishlash parametrlari

№	Parametrlar	Haqiqiy qiymatlar	Reglament bo'yicha qiymat
1	Qurilmaga gazning kirish bosimi, kgs /sm^2	28 -29	46÷55
2	Qurilmaga gazning kirish harorati, ^{0}C	15-16	40 gacha
3	A – 101da tozalangan gazning harorati, ^{0}C 1,2 – chi bo'linma	-	56
	4,5,6 – chi bo'linma	60-70	
4	**A – 101da bir texnologik bo'linma uchun gaz sarfi, 1·10^3 m^3 / soat**		
	1 – chi bo'linma	27	62,5
	2 – chi bo'linma	28	
	4 – chi bo'linma	153	
	5 – chi bo'linma	130	187,5
	6 – chi bo'linma	91	187,5
5	**D – 101da bir texnologik bo'linma uchun MDEA sarfi m^3 / soat**		
	1 – chi bo'linma	45	50-55
	2 – chi bo'linma	60	
	4 – chi bo'linma	135	170,0
	5 – chi bo'linma	160	170,0
	6 – chi bo'linma	77	170,0
6	D – 10 pastidagi harorat, ^{0}C	115-120	120
7	D – 101yuqorisidagi harorat, ^{0}C	105-110	105
8	**Xomashyo gazdagi H_2S konsentratsiyasi, % hajm**		
	1 – chi bo'linma	1,02	-
	2 – chi bo'linma		
	4 – chi bo'linma		
	5 – chi bo'linma		
	6 – chi bo'linma		
9	**Tozalangan gazda H_2S konsentratsiyasi, mg / m^3**		
	1 – chi bo'linma	8	7
	2 – chi bo'linma	10	
	4 – chi bo'linma	8	
	5 – chi bo'linma	8	
	6 – chi bo'linma	11	

Tajriba yo‘li bilan ta’kidlanishicha, MEA asosidagi absorbentni MDEA asosidagi absorbentga almashtirishda gazlarni amindan tozalash va absorbentni regeneratsiya qilish sifati texnologik reglamentlarning belgilangan normalariga javob beradi.

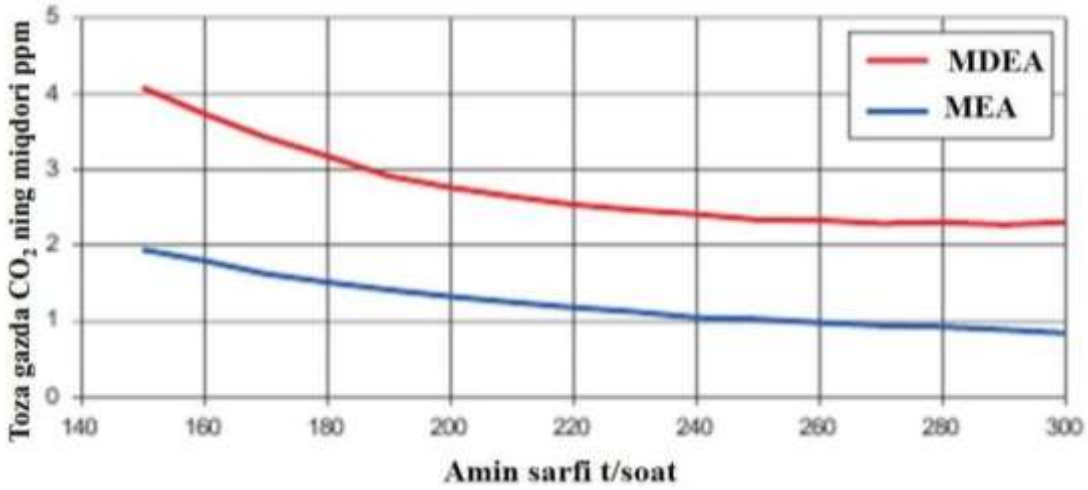
Absorbentni almashtirishda tozalash jarayonining energiya samaradorligi:

• aylanuvchi absorbent miqdorini kamaytirish;

• qurilmalar ishlashidan energiya xarajatlarini kamaytirish;

• gazlarni amindan tozalash tizimida suyuq faza olib ketilgan holda amin nobudgarchiliklarini kamaytirish va tegishli ravishda reagent xarid qilish xarajatlarini jamlash

• bug’ning umumiy hajmini kamaytirish hisobiga absorbent regeneratsiyasiga sarfini kamaytirish.



2-rasm. Gazni CO_2dan tozalashning amin sarfiga bog‘liqligi

Gazni tozalash sifatini aniqlovchi muhim omillardan biri amin eritmasi tsirkulyatsiyasi hisoblanadi. Aminning optimal sarfi gazni tozalash barqarorligi va aminning CO_2 bilan to‘yinishidan kelib chiqib tanlanadi. Grafikda keltirilishicha, gazni tozalash darajasi har bir amin uchun tsirkulyatsiya tezligi 250 t/soat dan yuqori bo‘lganda doimiy bo‘lib qoladi (2-rasm). MEAning shu tsirkulyatsiyada 0,31 mol/mol, MDEA uchun esa 0,31 mol/molni tashkil etadi. MDEA uchun tsirkulyatsiya kam ishlatilishi mumkin, chunki unda to‘yinish uchun zahira mavjud [6].

Texnologik tarmoqlardagi tuzlar bilan kelib chiqadigan korroziyani kamaytirishda quydagi ishlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq:

– MDEA dan foydalangan holda aminli qurilmalarni ishlatish amaliyotiga asoslanib, regeneratsiyalangan MDEA eritmasining kontsentratsiyasini tozalash darajasi normativ qiymatlarga mos kelishi uchun 30-35% gacha ko‘tarilishi;

– seperatorlardagi suyuqlik sathini doimiy ravishda kuzatib borib va nazorat qilish uchun nazorat klapanlari o‘rnatilishi lozim.

Bu absorberlarga uglevodorod kondensati va qatlam suvining kirishini oldini oladi, bu esa ko‘pik hosil bo‘lishining, MDEA ga tuzlarning kirib kelishining oldini oladi va shunga mos ravishda MDEA eritmasining yo‘qotilishini kamaytiradi.

Turli absorbentlarning korrozion faolligi bo‘yicha tadqiqotlar gravimetrik usul bilan ya’ni GOST 9.905-82 bo‘yicha olib borildi. Tadqiqot 120°C haroratda va 1-jadvaldan kelib chiqqan holda aminning kislota gazlari bilan to‘yinganligi 0,3 mol/mol, sinovlar davomiyligi 168 soatni tashkil qildi.

Amalga oshirilgan texnologik tadbirlar MDEA eritmasi MEA eritmasiga nisbatan afzalligini ko‘rsatdi. Tizimga MDEA eritmasini kiritishdan oldin qurilma 3 marta yuvildi: 1-marta limon kislota va yog‘sizlantirilgan modda qo‘shilgan sulfamin kislotaning 9% issiq suvli eritmasi bilan; 2-marta kalsinirlangan sodaning 5% li suvli eritmasi bilan; 3-marta yuvish MDEAning 2%li

suvli eritmasi yordamida MDEA bilan reaksiyaga kirishadigan barcha birikmalarni yo‘qotish uchun amalga oshirildi.

1-jadval

Gazli GQI zavodidagi metildietanolamin eritmasining tahlil natijalari:

Namuna olingan bo‘limlar (nitka)	Regeneratsiyalangan eritma (MDEA)			To‘yingan eritma (MDEA)				
	Konts C, %	CO_2 mol/mol	H_2S mol/mol	Konts C, %	CO_2 mol/ mol	H_2S mol/mol	Mex/zar. mg	pH
1	9,5	0,05	0,02	9,3	0,27	0,03	0,007	8,2
2	33,8	0,04	0,06	33,4	0,27	0,12	0,007	8,3
3	7,1	0,03	0,02	6,9	0,51	0,02	0,003	7,9
4	33,8	0,01	0,06	33,4	0,27	0,12	0,004	8,0
5	33,1	0,01	0,05	32,7	0,28	0,09	0,007	8,4
6	40,0	0.02	00,1	39,5	0,17	0,11	0,004	7,8

Keyin tizimga MDEAning 33% (mass)li suvli eritmasi kiritildi. Ishlatish boshlagandan bir necha kun o‘tib, absorberning turli xil sarfli amindagi ishini tahlil qildik. Aminning har bir sarfi qiymati uchun absorberga kiruvchi va chiquvchi gaz tarkibi, hajmi, harorati va bosimi, toza aminning tarkibi, sarfi va harorati, to‘yingan aminning harorati hamda absorber quyi qismidagi harorat bo‘yicha qiymatlar oldik.

Tadqiqotlar davomida gazlarni amindan tozalash tizimining absorberlarida amin eritmasi sarfi optimallashtirildi va aylanma eritma hajmi ishonchli kamayganligi isbotlandi.

Yangi MDEA absorbentiga o‘tishda jarayonning energiya samaradorligini baholash uchun qurilmaning energiya parametrlari, ya’ni bug‘ va elektr energiyasi sarfi o‘lchandi (o‘lchovlar gazlarni amindan tozalash sxemasi tarkibiga kiruvchi qurilmalarda amalga oshirildi). Natijada qurilmalar tomonidan elektr energiyasi iste’moli o‘rtacha ~ 3300 kVt/sutkaga kamaygani aniqlandi. Tajribalar davomida aniqlanishicha, MDEA asosida absorbentga o‘tishda to‘yingan amin eritmasi regeneratsiyasiga bug’ iste’moli ham kamaygan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ashurov M. Neft va gaz konlari jihozlarida ichki elektrokimyoviy korroziya jarayonlari. –Qarshi: Nasaf, 2010.-88 b.
2. S.K.Kamolov. Korroziyadan himoya etish. O‘quv qo‘llanma. –T. TDTU, 2006 y.
3. Н.С. Мамулова и др. Всё о коррозии. Справочник. –М.: Химиздат, 2000, 520 с.
4. Korovina L.V. , Agzamov SH. K. Ashyolarning kimyoviy qarshiligi va korroziyadan himoyasi. O‘quv qo‘llanma. ToshDTU, 2004
5. Технологич. реглам. на эксплуатация сероочисной установки Учкыр. ТР 20982991- 5: 2009
6. Do‘stov X.B., Kim K.V., Soyibov S.A. Gazni kompleks tayyorlash qurilmalarida modellashtiruvchi tizimlarni qo‘llash. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. №1. 2016. 76-82 b.
7. Obidov H.O. Ekspanzer gazini xemosorbtsion usulda tozalash jarayonini takomillashtirish. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti jurnali, 2024, № 6, 109-113 b.
8. Obidov H.O., Isaev B.N. Tabiiy gazni metildietanolomin yordamida nordon komponentlardan tozalash texnologiyasi. Science and education scientific journal. Vol. 5 Issue 11. 2024. P.96-103
9. Х.О.Обидов, Э.Р.Паноев, Х.Б.Дустов. Анализ коррозионных характеристик различных алканоламинов при очистке газа. Science and education, Scientific journal. Volume 2. Issue 4. 2021. P. 173-177.
10. Э.Р.Паноев, Х.О.Обидов, Э.Э.Мирзаев, Х.Б.Дустов. Механизм сорбции кислых компонентов природного газа абсорбентами. Science and education, Scientific journal. Volume 2. Issue 4 2021. P. 221-226.

IMPROVEMENT OF THE DEMERCAPTANIZATION PROCESS BASED ON KEROSENE PRODUCTION TECHNOLOGY

Tilloeva Sh., Sharipov K.

Bukhara state technical university.

Annotation. *The Merox process is widely used in the petrochemical industry to remove mercaptans from petroleum fractions. But due to the high cost and disadvantages associated with environmental pollution, significant efforts have been made in the last few decades to develop more effective desulfurization methods.This study describes the mechanism of mercaptan formation based on the sulfur content in oil and gas condensates. This process has been studied in gasoline and kerosene using a mechanical standard. This process has been studied in gasoline and kerosene using a mechanical standard. As the temperature increases, the reaction rate also increases. The results and analysis of this process are shown below.*

Keywords: *odorant, sulfide, methyl mercaptan, ethyl mercaptan, propyl mercaptan, diethyl sulfide, dimethyl sulfide, caustic solution.*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕМЕРКАПТАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕРОСИНА

Тиллоева Ш.Ф., Шарипов К.К.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Процесс Merox широко используется в нефтехимической промышленности для удаления меркаптанов из нефтяных фракций. Но из-за высокой стоимости и недостатков, связанных с загрязнением окружающей среды, в последние несколько десятилетий были предприняты значительные усилия по разработке более эффективных методов десульфурации.В этом исследовании описан механизм образования меркаптанов, основанный на содержании серы в нефтяных и газовых конденсатах. Этот процесс был изучен в бензине и керосине с использованием механического стандарта. Этот процесс был изучен в бензине и керосине с использованием механического стандарта. Ниже приведены результаты и анализ этого процесса.*

Ключевые слова: *одорант, сульфид, метилмеркаптан, этилмеркаптан, пропилмеркаптан, диэтилсульфид, диметилсульфид, каустический раствор.*

KEROSINNI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI ASOSIDA DEMERKAPTANIZATSIYA JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

Tilloyeva Sh.F., Sharipov Q.Q.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Merox jarayoni neft-kimyo sanoatida neft fraktsiyalarida merkaptanlarni olib tashlash uchun keng qo‘llanilgan. Ammo yuqori narx va atrof-muhitning ifloslanishining kamchiliklari tufayli so‘nggi bir necha o‘n yilliklarda yanada samarali desulfurizatsiya usullarini ishlab chiqish uchun katta harakatlar qilindi. Ushbu tadqiqotda neft va gazkondensat tarkibidagi oltingugurt tarkibiga qarab merkaptanlarni hosil bo‘lish mexanizmi haqida bayon qilingan. Ushbu jarayon mexanik standart yordamida benzin va kerosinda o‘rganildi. Quyida ushbu jarayon natijalari va tahlillari keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *odorant, sulfid, metil merkaptan, etil merkaptan, propil merkaptan, dietil sulfid, dimetil sulfid, kaustik eritma.*

Introduction. Natural gas in the Republic of Uzbekistan is the main source of energy of the population and industry. For this reason, in order to ensure safety in gas networks, special odorants are added to natural gas – odorizers.

An analysis of the literature revealed that the country has a number of unresolved problems, although certain work has been carried out in this direction.First of all, odorants are mainly imported from Russia and other countries. For example, tert-butyl mercaptan and dimethyl disulfide substances are used a lot, but their cost is high and requires additional costs for the country's economy. At the same time, due to the fact that these substances contain sulfur, their release into the atmosphere causes environmental problems. This issue is considered very relevant at a time of increasing environmental standards. [1]

First of all, odorants are mainly imported from Russia and other countries. For example, tert-butyl mercaptan and dimethyl disulfide are widely used, but their price is high and requires additional costs for the country's economy. At the same time, since these substances contain sulfur,

their release into the atmosphere causes environmental problems. This issue is very relevant at a time when environmental standards are becoming stricter.

A solvable problem and a statement of the problem. Sulfur-containing organic compounds, including mercaptans, also pose serious environmental problems when they enter the environment. Most people encounter xenobiotics like mercaptans in their daily lives when using natural gas. Natural gas is odorless and colorless, making it difficult to detect in the event of a leak. Therefore, before being supplied to consumers, the gas is odorized at gas distribution stations (GDS) with mercaptans, disulfides, or other compounds. Due to the strong adsorption of mercaptans on various surfaces, they are firmly and permanently retained, causing a persistent unpleasant odor.

Currently, organic sulphur compounds (components of formerly applied coal gases) are used as odorants in most countries. This solution ensures that the resulting smell is correctly identified as the "gas smell". The most widely used sulphur compounds represent the following groups: [1]

1. alkyl mercaptans:
   a. ethyl mercaptan (ethanethiol) C_2H_6S,
   b. *n*- and *iso*-propyl mercaptans (1- and 2-propanethiol), C_3H_8S;
   c. *tert*-butyl mercaptan (2-Methyl-2-propanethiol) TBM, $C_4H_{10}S$
2. alkyl sulphides
   a. diethyl sulphide, DMS, C_2H_6S,
   b. diethyl sulphide, $C_4H_{10}S$,
   c. methylethyl sulphide C_3H_8S
3. cyclic sulphides
   a. tetrahydrothiophene, C_4H_8S.

The bulk of sulfur-containing compounds is concentrated in light fractions: gasoline and diesel (Table 1). According to their chemical composition and structure, they are sulfide-type compounds with aliphatic and cyclic radicals. Free sulfur, hydrogen sulfide, low molecular weight mercaptans, and disulfides were also found in small amounts in some fractions. Sulfur accumulates in fractions as a result of the oxidation of hydrogen sulfide, disulfides as a result of the oxidation of mercaptans. [2; 3].

Depending on the presence of mercaptans, oils are divided into mercaptan-containing and mercaptan-free. Mercaptans are mainly concentrated in light fractions of oil, where their amount ranges from 40-50% to 70-75% of the total amount of all sulfur-containing compounds in the fraction. With an increase in the boiling point of the fraction, their amount decreases sharply, and in the fraction boiling at temperatures above 300^0C they are almost absent. Currently, more than 50 different mercaptans containing from 1 to 8 carbon atoms in their molecules have been isolated. Of these, more than 40 are alkylthiols, 6 cycloalkylthiols and thiophenol.

The bulk of the demerkaptanning process takes place in the "FIBER-FILM" section of the MERICAT II system. Under the condition of the MERICAT process, the micror of the active catalyst solution in the caustic flow in a circular motion to accelerate oxidation reactions is 200 weight.RRM level retention is required. Approximately 0.16 kg (0.68 liters) of the active catalyst must be added every 24 hours through a 12 ms 04 addition mixer. Usually the caustic moves from the lower part of the capacity 12d 01 to the upper part of the contactor 12 ms 01, where it enters into dialogue with kerosene, which contains air [3].

As can be seen from this table, the indicators of the raw materials that will be required for the demercaptation of kerosene are mentioned.

Analysis of the experiment and the results obtained. A resiclated solution of kerosene and caustic oxidation catalyst containing air simultaneously flows down through the contact apparatus (contactor), where acidic compounds (naphthenic acids, hydrogen sulfide and mercaptanes) are diffused into the aqueous phase and react with sodium hydrooxide to form sodium sulfide, sodium naphthenate and sodium Mercaptide.

Table 1

Description of chemical composition, reagents, catalysts, organic materials, polymer oils, materials used in production

Naming of raw materials, materials, products	Definition of a regulatory document	Mandatory quality indicator name for control	Unit of measurement	The value of the indicator according to the regulatory document	Scope of application
Kerosene driven directly	KSt 16472899-003:2008	1. Density in 20^oS	kg/m^3	Not less than 775	raw materials for kerosene demercapting device
		2. Fractional content: the beginning of driving -10 %, not higher than - 50%, not higher than - 90%, not higher than - 98%, not higher than	^0S	150^0S 165^0S 195^0S 230^0S 250^0S	
		3. Kinematic meltdown at 20 ^0S	mm^2/s	Not less than 1.25	
		4. Detectable flash temperature in a closed Crucible	^0S	Not less than 28	
		5. Mass fraction of aromatic hydrocarbons	weight %	Not less than 22	
		6. Mass fraction of mercaptane sulfur	%	Not more than 0.01 (100)	
		7. Crystallization	^{0} S	minus 50.	
		8. 100 cm^3 flammable acid aluminum does	Mg KOH	not cover from 0.7 mg	

The bulk of the demerkaptanning process takes place in the "FIBER-FILM" section of the MERICAT II system (fiber-pleated contactor).

Such Cleaning makes it possible to ensure the acidity number and mercaptane sulfur content in commodity kerosene in technical demand.

When kerosene is treated with caustic (NaOH) in the MERICAT II device, two types of reactions occur:

- extraction of naphthenic acids and hydrogen sulfide;

-Extraction of R-SH and regeneration of caustic.

More naphthenic acids in paraffin are extracted according to the following reaction:

$$R\text{-}COOH+NaOH \rightarrow R\text{-}COONa+H_2O$$

If the kerosene is found to contain hydrogen sulfide, it reacts quickly and intensively with caustic (NaOH), thereby reducing its amount in the reaction mixture. [2]

The following reaction occurs:

$$2NaOH + H_2S \rightarrow Na_2S+2H_2O$$

Purification of light hydrocarbons from mercaptans is performed by their extraction with an alkaline solution with alkali regeneration by oxidation of mercaptides to disulfides in the presence of a catalyst:

$$RSH+NaOH \rightarrow NaSR+H_2O$$
$$2NaSR+ H_2O+1/2O_2 \rightarrow RSSR+2NaOH$$

Catalyst

The resulting disulfides are insoluble in alkaline solution. They are removed from the regenerated alkali by extraction with gasoline. When using homogeneous catalysts dissolved in alkali, disulfide formation continues outside the regenerator—in pipelines or in the extractor itself. The resulting disulfides are transferred from the circulating alkaline solution into the purified feedstock in the extractor, increasing the total sulfur content in the purified product.

The removal of mercaptans by alkaline leaching is associated with great difficulties.The acidic properties of mercaptans decrease with increasing length of the hydrocarbon chain, and therefore the upper mercaptans do not react with alkalis. In addition to the reaction of mercaptanide formation in the presence of atmospheric oxygen, the oxidation of mercaptans to form disulfides is also observed.

$$RSH+O_2 \rightarrow RSSR+H_2O_2$$
$$RSH+ H_2O_2 \rightarrow RSSR+H_2O$$

Disulfides are insoluble in water and migrate into the distillate being purified, thereby reducing the efficiency of mercaptan removal [4].

Table 2

Obtained product control

Naming of the product under analysis	Sampling site	Indicator in control	Control method
Demercaptanated kerosene	12SC14	1. Density at 20 °S, kg / m^3	GOST 3900 or Own OU 0372: 2008 ASTM d1298
		2.Fractional content: os - temperature, - 10% expelled; - 50% expelled; - 90% expelled;	GOST 2177 or ASTM D86 on
		3.Detectable flash temperature in closed tigel, os	GOST 2177 or
		4.Mass fraction of mercaptane sulfur, % ppm	GOST 17323 or 0369:2008 ASTM D3227

As a result of the research, it was possible to improve the quality of stable sulfur condensates supplied to oil refineries and ensure the production of import-substituting products based on local raw materials. A sample of the resulting mercaptan mixture was collected and analyzed for its composition using method a of GOST 2177. The composition of the results is given in Table 2.The administration of the Bukhara oil refinery tested odorant obtained from a mixture of mercaptans containing kerosene.

Conclusion. In conclusion, sulfur compounds contained in oil and gas condensate are of great importance as an available, cheap and renewable raw material for the production of odorants. Mercaptan and disulfide derivatives obtained as a result of their processing are the most effective components that give odor to natural and liquefied gases. Therefore, the processing of sulfur compounds should be considered not only as a purification process, but also as a productive chemical conversion stage. This direction has strategic prospects for energy security, the development of waste-free technologies and the improvement of environmental control systems.

References

1. Natural gas odorizing process technical and economic aspects.All content following this page was uploaded by Wojciech J. Kostowski on 20 May 2020.

2. Технология совмещенной стабилизации и очистки нефти от сероводорода и меркаптанов. Теляшев Г.Р., Теляшева М.Р., Теляшев Г.Г., Арсланов Ф.А. 2010 .
3. Способ определения степени одоризации газа, одорированного смесью природных меркаптанов. патент. 24.09.2018.
4. Hydrotreating and Hydrocracking Processes in Refining Technology. The first edition of the book was published in 2024 USA.

SINTEZ QILIB OLINGAN 1-(DEFENILAMINO)BUTANON-2NING XROMATO-MASS SPEKTRI TAHLILI

Jo‘rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoyev E.X
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada vinilatsetilen va difenilamin asosida olingan 1-(difenilamino)butanon-2 xromato-mass spektri tahlili o‘rganilgan. Xromato-mass spektrida ko‘ringan asosiy bo‘lakli ioning massasiga mos kelishi aniqlangan. Bundan tashqari sintez qilib olingan moddani boshqa dabiyotlar bilan qiyoslanib umumiy reaksiya tenglamasi keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *1-(difenilamino)butanon-2, xromato-mass spekrtlar, (2S)-1-morfolin-4-ilbutan-2-ol, 1-(difenilamin)butin-2 vinilatsetilen, bo‘lakli ion, radikallar.*

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИНТЕЗИРОВАННОГО 1-(ДИФЕНИЛАМИНО)БУТАНОНА-2

Жураева Д.Ш., Жумаев Ж.Х., Атоев Е.Х.
Бухарский государственный технический университет.

Абстрактный*. В статье изучен хромато-масс-спектральный анализ соединения 1-(дифениламино)бутанон-2, полученного на основе винилацетилена и дифениламина. Установлено, что основной фрагментный ион в спектре соответствует расчетной молекулярной массе. Кроме того, синтезированное соединение было сопоставлено с литературными данными, и приведено общее уравнение реакции.*

Ключевые слова*: 1-(дифениламино)бутанон-2, хромато-масс-спектры, (2S)-1-морфолин-4-илбутан-2-ол, 1-(дифениламин)бутин-2, винилацетилен, фрагментный ион, радикалы.*

CHROMATOGRAPHIC-MASS SPECTRAL ANALYSIS OF SYNTHESIZED 1-(DIPHENYLAMINO)BUTAN-2-ONE

Jurayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoyev E.X.
Bukhara state technical university.

Abstract. *The article investigates the chromatographic-mass spectral analysis of 1-(Diphenylamino)butan-2-one obtained from vinylacetylene and diphenylamine. It was determined that the major fragment ion observed in the spectrum corresponds to the expected molecular mass. Additionally, the synthesized compound was compared with literature data, and the general reaction equation was provided.*

Key words: *1-(Diphenylamino)butan-2-one, chromatographic-mass spectra, (2S)-1-morpholin-4-ylbutan-2-ol, 1-(Diphenylamino)but-2-yne, vinylacetylene, fragment ion, radicals*

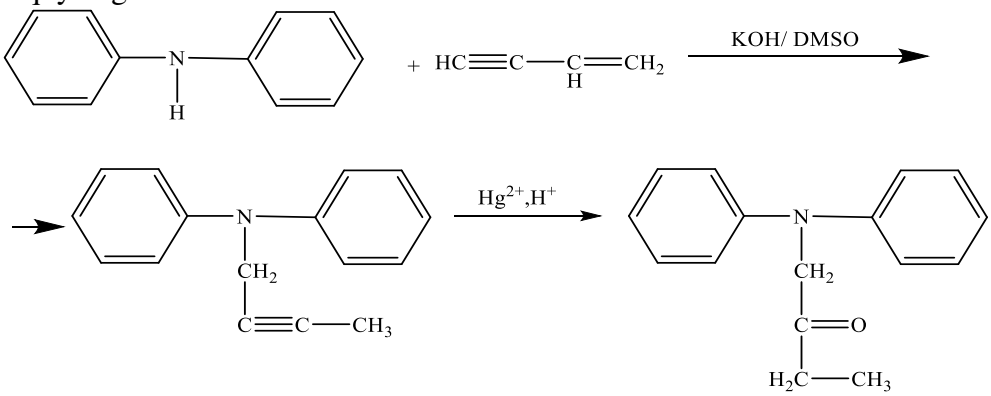
***K*irish**. Xromato-mass spektri sintez qilib olingan moddalarni sifat jihatdan aniqlashga muhim o‘rin tutadi. Hozirgi kunda ushbu usulda ko‘plab tadqiqotlarda qo‘llanilib kelinmoqda. Lipofil birikmalar yovvoyi sabzi urug‘larining o‘simlik namunalari yordamida, 1:6 nisbatda etil asetat bilan ekstraksiya qilingan holda, xromato-mass-spektrometriya usuli bilan tadqiq qilingan [1]. Boshqa tadqiqotlarda [2] mass-spektrometriya yordamida oddiy qo‘ziqorinning tarkibini tahlil qilingan. Natijada oddiy zamburug‘da mavjud bo‘lgan birikmalarni ajratib olish va miqdoriy aniqlangan. Xromatograf-mass-spektrometriya tahlili asosida, morfolinning vinil atsetatga nukleofil birikishi natijasida (2S)-1-morfolin-4-ilbutan-2-olning ikkilamchi mahsulot sifatida hosil bo‘lishi aniqlangan [3]. Boshqa tadqiqotda yangi sintez qilingan korroziya ingibitorining asosi bo‘lgan ftal angidridning divinilatsetilen hosilasining xromato-mass-spektri tahlil qilingan [4]. Bundan tashqari vinilatsetilen asosida yangi birikmalar sintezlari ham amalga oshirilmoqda. Vinilatsetileni morfolin

bilan birikish reaksiyalari [5], ftal kislota bilan [6], fenollar bilan [7], va diefinilamin bilan [8] tadqiqotlar olib borilmoqda bu uning hosilalarini turli maqsadlarda qo‘llab ko‘rish imkonini beradi.

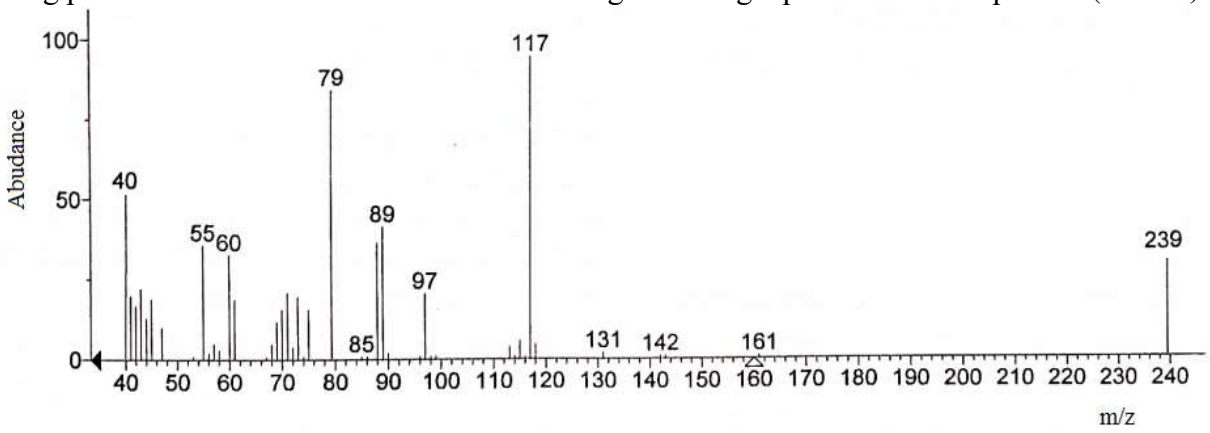
Tadqiqot maqsadi. 1-(defenilamino)butanon-2ning xromato-mass spektrini tahlil qilish.

Tadqiqot natijalari va muhokamalar. Xromatomass spektr tahlili- Xromato-mass spekrtlar standart HP-5MS markali kolonkada suyuq fazada, nazorat parametrlari 0-320 °C oralig‘ida, boshlang‘ich harorat 50 °C dan 120 °C gacha bo‘lgan “*Agilent MSD 5975C-GC7890A”* xromato-mass-spektrometrlarda olindi. Sintez qilingan 1-(defenilamino)butanon-2 xromato-mass-spektrida uning molekulyar massasiga va parchalanishidan hosil bo‘ladigan bo‘lakli ionlarning massasiga mos keladigan ionlarning hosil bo‘lishi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari. Oldingi tadqiqotlarimiz [8] asosida olingan mahsulotga xona sharoitida 1-(difenilamin)butin-2 hosil bo‘lishi IQ spektroskopiya usuli yordamida aniqlangan edi. Olingan mahsulot simob tuzlari ishtirokida barqaror bo‘lgan 1-(defenilamino)butanon-2ga o‘tadi. Reaksiya tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin.



Sintez qilib olingan 1-(difenilamino)butanon-2ning xromato-mass spektri tahlili asosida uning pachalanishida hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan ionlarga qarab xulosa chiqariladi (1-rasm).



1-rasm. 1-(defenilamino)butanon-2ning xromato-mass spektri

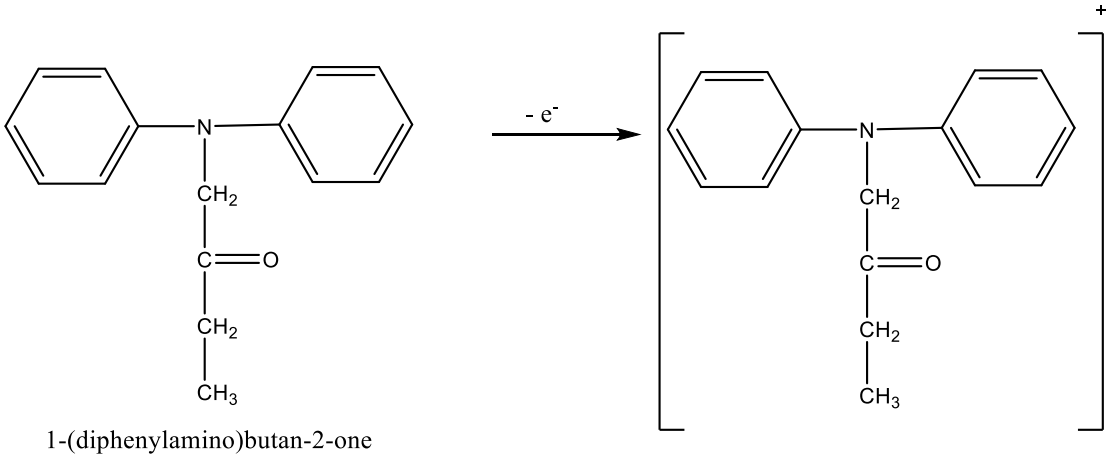
Bunda 1-(difenilamino)butanon-2ning molekulyar massasiga mos holda molekulyar ion cho‘qqisi 239.0 ga teng bo‘ldi. Quyida boshlang‘ich 1-(difenilamino)butanon-2 molekulyar ionidan hosil bo‘lgan bo‘lakli ionlarning hosil bo‘lish sxemasi va jadvali (1-jadval) keltirilgan.

1-jadval

1-(difenilamino)butanon-2ning xromato-mass spektrometriga kritilganda hosil bo‘lgan ionlarning nisbiy massalari va intensivligi

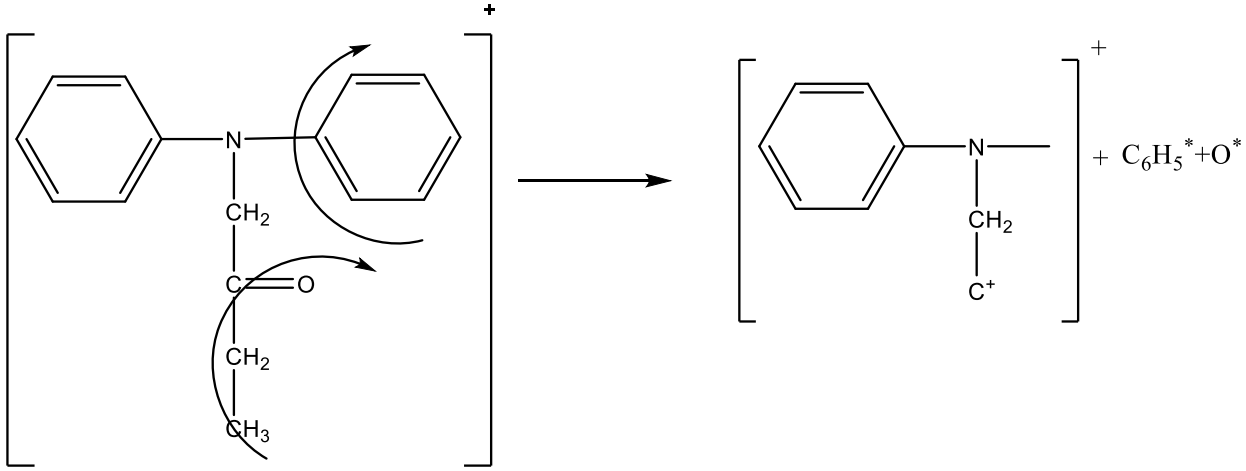
m/e	Ionlar	Nisbiy intensivlik,%
40	$C_2H_2N^+$	53,7
79	$C_5H_5N^+$	80,2
117	$C_8H_7N^+$	98,0
239	$C_{16}H_{17}NO^+$	43,8

1-(difenilamino)butanon-2ning xromato-mass spektrometriga kiritilgandan keyin, tanlangan sharoitda 3.152 dan 3.152 minut oralig‘ida m/z 239.0 bo‘lgan 1-(difenilamino)butanon-2 molekulyar ioni hosil bo‘ldi.



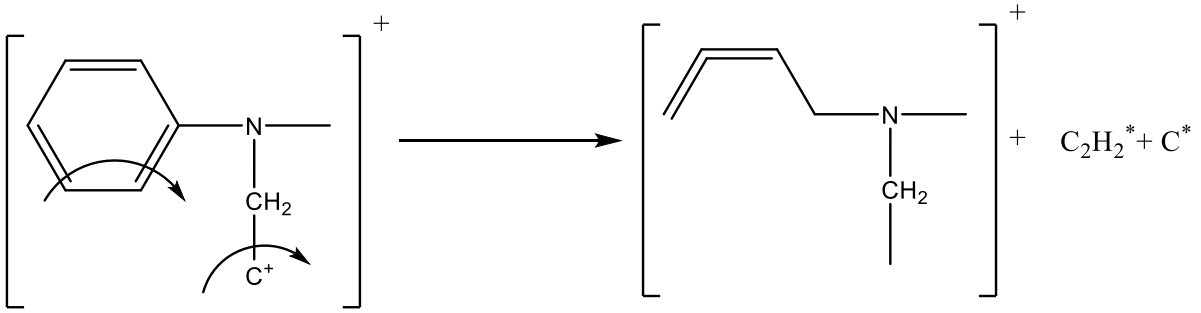
1-(diphenylamino)butan-2-one

Bundan tashqari spektrda massasi m/z 239, m/z 117, m/z 79, m/z 40 bo‘lgan bo‘lakli ionlarning hosil bo‘lishi aniqlandi. 1-(difenilamino)butanon-2 ionidan 3.152 minutda bir paytda ikkita radikalining ajralib chiqishi natijasida m/z 117 ionining ajralishi namoyon bo‘ldi. Bu cho‘qqi m/z 117 bo‘lgan $C_8H_7N^+$ ioniga mos keladi va bu bog‘ energiyalariga ham mos keladi.



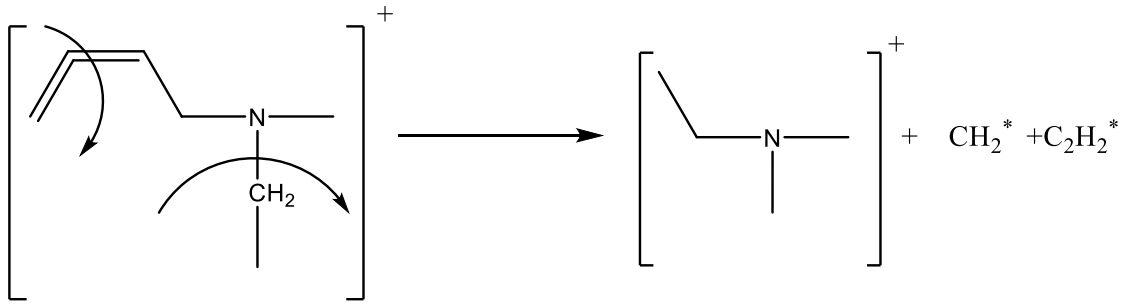
m/z=239 m/z=117

$C_8H_7N^+$ ionidan $C_6H_5^*$ va O^* radikalining ajralib chiqishi hisobiga m/z 79 ionining ajralishi namoyon bo‘ladi. Bu cho‘qqi m/z 79 bo‘lgan $C_5H_5N^+$ ioniga mos keladi.



m/z=117 m/z=79

Bundan tashqari birga $C_5H_5N^+$ ionining parchalanishidan [$C_2H_2^*$ va O^*] radikalining ajralib chiqishidan m/z 40 bo‘lgan bo‘lakli ionning hosil bo‘lganligini ko‘rish mumkin. Bu cho‘qqi massasi m/z 40 bo‘lgan $C_2H_2N^+$ ioniga mos keladi.



m/z=79 m/z= 40

Xulosa. Olingan analitik natijalar va aniqlangan fragment ionlarining massasi ko‘plab ilmiy manbalar bilan solishtirilganda, hosil bo‘lgan mahsulotning (1-(difenilamino)butanon-2 ekanligi tasdiqlandi [9]. Shuningdek, 1-(difenilamino)butanon-2ning hosildorligini oshirish (1-(difenilamino)butanon-2 miqdorini kamaytirish orqali mumkinligi aniqlanmoqda. Yakuniy tahlil natijalariga ko‘ra, sintez qilingan moddaning massa spektri asosida uning identifikatsiyasi yana bir bor ishonchli tarzda tasdiqlandi. Olingan xromatomassa spektri hamda sintez jarayonida olib borilgan tadqiqotlar reaksiya mahsuloti sifatida (1-(difenilamino)butanon-2 hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. Unga tegishli fragment ionlari yordamida moddaning tuzilishi aniqlanib, xromatomassa spektri asosida tahlil qilindi. Mazkur birikma o‘z tarkibida difenilamin va karbonil guruhlarni saqlaganligi sababli, ingibitorlar sifatida tadqiqotlar o‘tkazish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Gorlachova V. et al. Chromato-mass-spectrometry identification of lipophilic compounds in plant extract //The Pharma Innovation. – 2015. – T. 3. – №. 11, Part B. – C. 72.
2. Sapaev B. et al. Chromato-mass-spectrometry of the analysis of the sum of the common mushrooms //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 65. – C. 01006.
3. Jabbor J. Chromato-mass spectrum analysis of (2s)-1-morpholin-4-yl butan-2-ol //Universum: технические науки. – 2025. – Т. 11. – №. 5 (134). – С. 51-54.
4. Zukhriddin R., Sadullo K. Chromatomatic mass analysis of divinylacetylene derivative of phthalic anhydride //Universum: технические науки. – 2023. – №. 5-8 (110). – С. 30-33.
5. Жумаев Ж. Х., Ахмедов В. Н. Механизм повышение активности катализатора в процессе алленлизации мофолина винилацетиленом //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 3-2 (93). – С. 24-27.
6. Zuhriddin R. et al. Mechanisms of eterification of tereftalic acid with etylenglycol //Universum: технические науки. – 2022. – №. 5-11 (98). – С. 63-67.
7. Назаров Ш. и др. Синтез мономеров при участии винилацетилена из одноатомных фенолов содержащих ариловую группу //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 11-2 (77). – С. 11-15.
8. Atoev E., Jumaev J., Juraeva D. Influence of solvent on the reaction of vinyl acetyl with diphenyla-mine //Universum: химия и биология. – 2024. – Т. 2. – №. 7 (121). – С. 9-12.
9. Anderson R. J., Bendell D. J., Groundwater P. W. Organic spectroscopic analysis. – Royal Society of Chemistry, 2004. – Т. 22.

Jo‘rayeva Dilsora Shodmonovna - Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti., Tel:(+99897)300-62-16

Jumayev Jabbor Hamroqulovich- Buxoro davlat texnika universiteti. “Kimyo texnologiyasi” kafedrasi dotsenti,.Tel.:(+99890)299-29-95. E-mail:jabbor.jumayev@mail.ru

Atoyev Extiyor Xudoyorovich- Buxoro davlat texnika universiteti. “Kimyo texnologiyasi” kafedrasi dotsenti,.Tel.:(+99891)411-87-96.

РИФОРМИНГ ЖАРАЁНИ УЧУН ЯНГИ АВЛОД КАТАЛИЗАТОРИНИ ТАНЛАШ

[1]Ахмедова О.Б., [2]Мустафоев Б.Ж.

[1]Бухоро давлат техника университети, [2]Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи.

Аннотация. *Мақолада ишлаб чиқаришда маҳсулотлар чиқиш ҳажмини ошириш мақсадида Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи 21- қурилма – каталитик риформинг жараёни катализатори билан олиб борилган тадқиқот натижалари асосида янги авлод катализатори танланиб, уларнинг физик-кимёвий хоссалари таҳлил этилди. Технологияда аввал қўлланилган CR-401 маркали катализатор билан янги авлод CR-157 маркали катализатори ўзаро таққосланиб, жуда юқори селективлик ва C_5+ ва водород фракцияларининг максимал рентабеллиги, регенерациядан кейин ўзига хос сирт майдонининг бироз қисқариши туфайли юқори регенерация қобилияти, полиметалик формула туфайли паст кокс ҳосил бўлиши, бу коксни ёқиш туфайли чекловларга дуч келмасдан иш режимининг (октан, маҳсулдорлик, оғирроқ хомашё) оширишга имкон бериши каби афзалликларга эгалиги аниқланди.*

Калит сўзлар: *каталитик риформинг, катализатор, регенерация, октан сони, риформат, нафтен углеводород, дегидроциклизация, оғир нафта, эндотермик, платина ва промотор, кокс қатлами.*

ВЫБОР КАТАЛИЗАТОРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССА РЕФОРМИРОВАНИЯ

[1]Ахмедова О.Б., [2]Мустафоев Б.Ж.

[1]Бухарский государственный технический университет,

[2]Бухарский нефтеперерабатывающий завод.

Аннотация. *В статье с целью увеличения выхода продукции в производстве выбран катализатор нового поколения по результатам исследований, проведенных с катализатором Бухарского НПЗ 21- процесса каталитического риформинга, и проанализированы их физико-химические свойства. По сравнению с ранее использовавшимся катализатором CR-401 и катализатором нового поколения CR-157 в технологии очень высокая селективность и максимальный выход по фракциям C_5+ и водорода, высокая регенерационная способность за счет незначительного уменьшения удельной поверхности после регенерации, низкая образование кокса из-за полиметаллической формулы, которая, как было обнаружено, имеет преимущество, позволяющее увеличить рабочий режим (октановое число, производительность, более тяжелое сырье) без ограничений, связанных с коксованием.*

Ключевые слова: *каталитический риформинг, катализатор, регенерация, октановое число, риформинг, нафтеновый углеводород, дегидроциклизация, тяжелая нафта, эндотермическая, платина и промотор, коксовый слой.*

SELECTION OF A NEW GENERATION CATALYST FOR THE REFORMING PROCESS

[1]Akhmedova O.B., [2]Mustafoyev B.J.

[1]Bukhara state technical university, [2]Bukhara oil refinery.

Abstract. *In the article, in order to increase the yield of products in production, a new generation catalyst is selected based on the results of studies conducted with the catalyst of Bukhara Oil Refinery 21 - catalytic reforming process, and their physical and chemical properties are analyzed. Compared to the previously used CR-401 catalyst and the new generation CR-157 catalyst, the technology has very high selectivity and maximum yield for C_5+ and hydrogen fractions, high regeneration capacity due to slight decrease in specific surface area after regeneration, low coke formation due to the polymetallic formula, which was found to have the advantage of allowing higher operating mode (octane number, productivity, heavier feedstock) without coking constraints.*

Keywords: *catalytic reforming, catalyst, regeneration, octane number, reforming, naphthenic hydrocarbon, dehydrocyclization, heavy naphtha, endothermic, platinum and promoter, coke bed.*

Каталитик риформинг қурилмаси тадқиқот усули бўйича 102 октан сонли ва мотор усулида 90 гача бўлган, бензин ишлаб чиқариш учун хизмат қиладиган маҳсулотлар таркибига кирадиган этилланмаган риформатни ва водородни истеъмол қилувчи барча қурилмалар учун водород ишлаб чиқариш учун мўлжалланган жараёндир.

Каталитик риформинг қурилмаси учун хомашёси бўлиб, газ конденсати ва нефтни ҳайдаш қурилмаси фракциялаш бўлимидан етказиладиган паст октанли гидротозаланган оғир нафта хизмат қилади. Қурилмага етказиладиган хомашёнинг таркибида механик қўшимчалар, эмульгацияланган сув, сувда эриган кислота ва ишқорлар бўлмаслиги керак. Шунинг учун ҳам гидротозалаш жараёнидан оғир нафта ўтказилиши шарт. Ҳайдаш хомашё

компонентларининг ҳарорат бўйича тарқалишини характерлайди. Қайнаш охирининг юқори ҳарорати 180 ^{o}C [1,2].

Риформинг жараёнининг самарадорлигига хомашё таркиби ҳам таъсир этади. Хомашё қанча нафтен углеводородлар билан тўйинган бўлса, уни риформатлаш шунча осон кечади ва парафинланган хомашё мураккаброқ риформатланади, бунинг учун дегидроциклизациянинг қулай шароитларини таъминлаш керак, буни амалга ошириш қийинроқ кечади.

Хомашё таркибидан ташқари жараённи самарали амалга оширишда янги авлод катализаторлари муҳим аҳамиятга эга. Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи каталитик риформинг жараёни учун «Axens» фирмаси ишлаб чиқарган, реакцияларни фаоллаштирадиган 0,3 % (масс)ли платина ва промоторлар билан тўйинтирилган глинозём бўлган CR-401 катализаторида олиб борилади. Завод ишга тушиш давридан бошлаб шу катализатор йилига 532800 тонна оғир нафтани қайта ишлаб келади [3,4,5].

CR-401 катализатори–юқори октанли этилланмаган бензинни олиш мақсадида гидротозаланган оғир нафтани риформлаш, глинозёмни 0,3 фоизли платина ва промоторлар билан тўйинтирилган катализатордир. Каталитик фаолликнинг ташувчиси бўлиб платина хизмат қилади (1-жадвал).

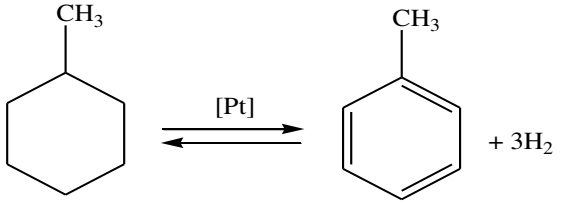
1-жадвал.

CR-401 маркали катализатор тузилиши

1	Промоторлар ва платина билан тўйинтирилган алюминий оксиди	%	0,32	Юқори октанли этилланмаган бензин олиш учун қўлланилади
2	Шакли		шариклар	
3	Ранги		сарғиш	
4	Шарик ўлчами	mm (∅)	1,8	
5	Ҳажмий вазни	g/cm^2	0,64+/-0,05	

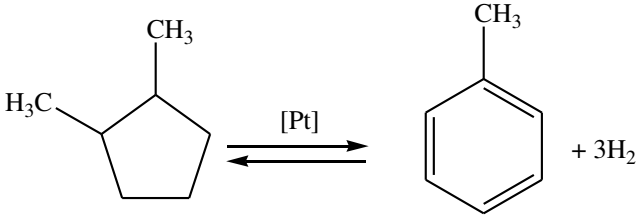
CR-401 катализатори ва керакли параметрлар ёрдамида қуйидагича кимёвий реакциялар натижасида юқори октанли бензин компонентлари ҳосил қилинади:

1. Нафтенларнинг дегидрогенизацияси: Хомашёнинг нафтенли бирикмалари ароматик бирикмаларга дегидрогенизацияланади. Жараён жуда эндотермик (- 50 ккал/моль), водороднинг ажралиши билан кечади.



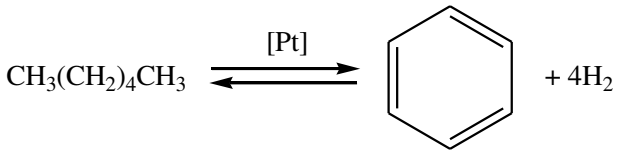
Метилциклогексан (октан сони 71) *Толуол* (*октан сони 104*)

2. Нафтенларнинг изомеризацияси: Жараён енгил экзотермик.



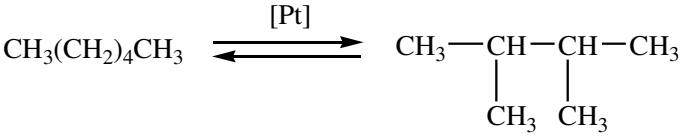
Диметилциклопентан (октан сони 80) *Толуол (октан сони 104)*

3. Парафинларнинг дегидроциклизацияси: Жараён жуда эндотермик (- 60 ккал/моль), водороднинг ажралиши билан кечади.



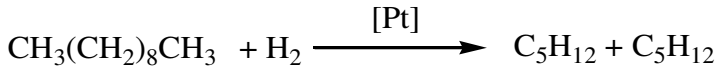
Нормал гексан (октан сони 25) *Бензол (октан сони 108*)

4. Парафинларнинг изомеризацияси: Жараён енгил экзотермик ва риформингнинг юқори ҳароратларида боради.



Нормал гексан (октан сони 25) *Диметилбутан* (*октан сони 108*)

5. Гидрокрекинг: Молекуляр массаси оғир углеводородларни парчаланиши билан жараёнда бензин компонентлари ҳосил бўлади. Жараён экзотермик, катализаторнинг кислоталигига гидрокрекинг ёрдам беради.



Нормал декан (октан сони нолдан паст) *Нормал пентан (октан сони 52*)

Катализаторнинг айланма ҳаракати ва регенерацияси ўзаро чамбарчас боғлиқ параметрлар ҳисобланади. Жараён давомида реактордаги кокс миқдори доимий назорат қилиб турилади. Катализатордаги кокс миқдори 4-6 % (масс.) бўлганда регенерация жараёни талаб этилади. Регенерация коксни куйдиришнинг икки босқичида амалга оширилади, улардан сўнг оксихлорлаш ва тоблаш босқичлари ўтади, бунда хлорнинг оптимал (мақбул) миқдори тикланади. Куйиб кетишнинг биринчи босқичида киришда O_2 нинг чекланган (0,5 дан 0,7 ҳажм.% гача) миқдорида, куйиб кетишнинг иккинчи босқичида куйиб кетишнинг тўлиқлигини таъминлаш учун O_2 нинг миқдорини 0,2 % (ҳажм.) чиқишда амалга оширилади. Регенерация тўхтаган маҳалда, сув-хлорид тенглигини ростлаш мақсадида, катализаторнинг оптимал ишчи кўрсаткичларини тутиб туриш учун хлорагент сувли эритмаси қўшилади**.** Регенерация 1 соат давомида, 520 °*C* гача ҳароратда амалга оширилади. Регенерация жараёнининг 1 порцияси 700 кг ни ташкил этади [7,8].

Қурилманинг қуввати, талаб этиладиган иш режимлари ва хомашё сифатига боғлиқ ҳолда, барқарор иш режимда ишлатилган катализатор коксланиш даражасини 4 ва 6 % (масс.) орасида тутиб туриш мақсадга мувофиқдир. Бунга эса катализатор айланма ҳаракатининг тезлигини ростлаб туриш йўли билан эришилади.

Аммо, қаттиқ режимларда, катта сарф ва парафинли хомашё қайта ишланганда, кокс қатламининг фоизи вақтинча юқорида кўрсатилган қийматдан ошиши мумкин. Бундай ҳолатда кислород сарфини қуйидагича танлаш талаб этилади (2-жадвал).

2-жадвал.

Коксни куйдиришда кислород сарфи

№	Коксни куйдириш босқичлари	O_2 % (ҳажм.)	Ҳарорат, ^oC
1	Куйишнинг биринчи зонаси кириш	0,5 дан 0,7% гача	420 - 460
2	Куйишнинг биринчи зонасидан чиқиш		460 - 490
3	Куйишнинг иккинчи зонасидан чиқиш	0,2 дан 0,3% гача	510 ^oC гача
4	Оксихлорланишга газ	2,0 дан 6,0% гача	520

Изоҳ: O_2 нинг 0,1 фоизи ҳароратнинг 10 ^oC га ошишига олиб келади.

Углерод ва хлор таркибининг ривожланиш майлини билиш учун, ишлатилган ва регенерация қилинган катализаторда углерод ва хлор таркиби таҳлилларини ҳар куни бажариш ва натижаларнинг вақтинчалик диаграммасини тузиш тавсия этилади.

Саноатда нисбатан кам харажат қилиб, яхши натижа олиш замонавий ишлаб чиқаришнинг мухим тенденциясидир. Шунинг учун хам риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш ва тадбиқ этиш ниҳоятда муҳим аҳамият касб этади.

Янги авлод катализаторларининг тадбиқ этилиши афзалликлари, тан нархларининг арзонлиги, унда сарфланган ноёб металлар миқдорининг камайтирилиб, сифати яхшиланишига эришилиши, ишлаб чиқаришдаги сарф харажатларнинг камайтирилишига эришилиши энг муҳим кўрсатгичларидир [11,12].

Янги авлод катализатори сифатида эътироф этилаётган катализаторлар орасидан илмий тадқиқот натижалари асосида CR–157 маркали катализатор танланиб, 2023 йилдан бошлаб Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи 21- қурилма – каталитик риформинг жараёни реакторларига юкланди (3-жадвал).

3-жадвал.

CR-157 маркали катализатор тузилиши

№	Кўрсатгичлар	Бирлик	Катталиклар	Мақсади
1	Платина улуши	% (wt) масс.	0,25	Юқори октанли этилланмаган бензин олиш учун қўлланилади
2	Шакли		шариклар	
3	Ҳаракатланувчи қатлам зичлиги	t/m^3	0,68	
4	Ранги		сарғиш	
5	Шарик ўлчами	mm (∅)	1,8	
6	Ҳажмий вазни	g/cm^2	0,64+/-0,05	
7	Муайян сирт майдони	m^2/g	190	
8	Хлоридлар миқдори	% (wt) масс.	1,0	
9	Сиқилиш кучи	даН	2,3 дан катта	
10	Катализатор унум иқдори	t	62,2	
11	Платина миқдори	кг	155,55	

Юқори октанли этилланмаган бензин олиш учун қўлланиладиган бу катализатор нодир метал – платина улушининг нисбатан камлиги билан ҳам аҳамиятлидир [9,10].

Ушбу кўрсатгичлар билан тайёрланган янги авлод катализатори афзалликларга эга. CR-157 маркали катализаторнинг илгари ишлатилган CR-401 маркали катализатор билан таққослаганда бир қанча афзалликларини қўриш мумкин (4-жадвал).

4-жадвал.

CR-157 маркали ва CR-401 маркали катализаторлар қиёсий таҳлили

№	Кўрсатгичлар	Бирлик	CR-157 маркали катализатор	CR-401 маркали катализатор
1	Платина улуши	% (wt) масс.	0,25	0,32
2	Кафолатланган муддат	йил	10	6
3	Актив юзаси		Поралари юқори	Поралари ўрта
4	Чиқиш, C_5+	% масс.	88,6 – 90	87,6
5	Водород чиқиши (H_2)	%	87,3	85,3

Хулоса қилиб, CP-157 маркали катализаторнинг CP-401 маркали катализаторга нисбатан афзалликларини келтириш мумкин:

1. Жуда юқори селективлик ва C_5+ ва водород фракцияларининг максимал рентабеллиги.
2. Реакция бўлими ва регенератор ўртасида лифт тизими орқали катализаторни ташишда механик куч ва минимал йўқотишлардан истисно.

3. Кўп регенерациядан кейин ўзига хос сирт майдонининг бироз қисқариши туфайли юқори регенерация қобилияти.
4. Оптималлаштирилган ташувчи тузилма ва промоторлар туфайли юқори хлорни ушлаб туриш қобилияти, бу заводга хлор оқимини камайтиради ва заводнинг қуйи оқимида хлорни олиб ташлаш учун зарур бўлган харажатларни камайтиради.
5. Полиметалик формула туфайли паст кокс ҳосил бўлиши, бу коксни ёқиш туфайли чекловларга дуч келмасдан иш режимининг (октан, маҳсулдорлик, оғирроқ хомашё) оширишга имкон беради.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Мирзаев С.С., Ахмедова О.Б. Каталитические процессыгарант качественного топлива //перспективное развитие науки, техники и технологий. – 2013. – С. 353-355.
2. Сафаров, С.С. У., Огамуродов, Ж.Ж., & Ахмедова, О.Б. (2017). Газоконденсатные исследования на уппг" Самантепе". Вопросы науки и образования, (2 (3)), 78-79.
3. Бомуродов, Ш.Ш. У., Огамуродов, Ж.Ж., & Ахмедова, О.Б. (2017). Исследование показателей качества технологической продукции на УКПГ" Памук". Вопросы науки и образования, (2 (3)), 25-26.
4. Axmedova, O.B., & Ibrohimov, A.A. O. (2021). Yuqori oktanli benzin ishlab chiqarish uchun katalitik kreking jarayoni texnologik rejimini tanlash va tadqiq qilish. Science and Education, 2(12), 117-124.
5. Axmedova, O.B., & Davronov, B. O. O. (2021). Atrof-muhitga chiqarilayotgan zaharli gazlar miqdorini kamaytirish imkoniyatlari. Science and Education, 2(12), 229-237.
6. Fozilov, S.F. (2020, January). Latipov Kh.R., Nurullaeva ZV, Fozilov Kh.S. Akhmedova OB Synthesis and study of multifunctional additives based on local secondary raw materials to improve the lubricating properties of diesel fuels. Dynamics of the development of world science. In V International Scientific and Practical Conference Vancouver, Canada (pp. 1056-1059).
7. Axmedova, O.B., & Boltayev, S.S. (2021, November). To study the effect of local demulsifier for oil desalination and dehydration process. Low temperature separator used in gas preparation process. In V International Conference-Symposium on" Chemical technology and anotechnology-research in the field of chemistry of highmolecular compounds and organic substances and composite materials-problems and solutions." Tashkent.
8. O'lmas Niyoz o'g'li Namozov, Qayum Karimovich Jumayev, & Saidjon Abdusalimovich G'aybullayev (2022). Gazlarni quritish usullari va jarayon parametrlari. Scientific progress, 3 (3), 602-611.
9. Farhod Kamolovich Davronov, Sadulla G'aybullayevich Toshev, Ozoda Baxronovna Axmedova, & Saidjon Abdusalimovich G'Aybullayev (2022). Gidrogenlovchi katalizatorlar modifikatsiyalovchi qo'shimchalarining tashuvchilar va faol katalizator markazlari sturkturasiga ta'siri. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2 (5), 561-571.
10. Shahzodjon Hayot o'g'li Yaxyoyev, Ozoda Baxronovna Axmedova, & Saidjon Abdusalimovich G'aybullayev (2022). Gazlarni glikolli quritish jarayonining ishchi parametrlari. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2 (5), 543-552.
11. Ахмедова, О. Б., & Турдиева, С. А. Қ. (2023). Риформинг жараёнида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш. Scientific progress, 4(5), 348-352.
12. Рўзиев, А.Т., & Тиллоев, Л.И. (2021). Газ конденсати ва нефт аралашмасини атмосферали ҳайдаб олинган оғир нафтани риформинглаш жараёнига асосий омиллар таъсири. Science and Education, 2(4), 188-193.

УДК 669.283.053.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТОГО ВОЛЬФРАМОВЫЙ АНГИДРИДА.

[1]Сафаров Ё.Т., [1]Гуро В.П., [1]Расулова С.Н., [2]Рузиев У.Н., [2]Абдуллаев Ф.Р., [2]Асадов А.И.,
[1]Институт общей и неорганической химии Академии Наук РУз,
[2]АО «Узбекский комбинат технологических металлов».

Аннотация. *В статье рассмотрено влияние минералогического состава шеелитового концентрата (различных месторождений), являющегося сырьем для производства вольфрама, на его перевод в раствор вольфрамат-ионов автоклавным методом. Также приведены результаты исследования по разработке оптимальных условий комплексной очистки от кремния, фосфора, мышьяка и других примесей, влияющих на физико-механические свойства изделий, с использованием солей алюминия и магния.*

Ключевые слова: *вольфрамовый ангидрид; высокочистые материалы; методы очистки; технология получения; термическая обработка; химизаторные процессы; очистка вольфрама; тугоплавкие оксиды; промышленная технология; физико-химические свойства.*

YUQORI TOZALIKKA EGA BO‘LGAN VOLFRAM ANGIDRIDI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH.

[1]Safarov Y.T., [1]Guro V.P., [1]Rasulova S.N., [2]Ruziyev U.N., [2]Abdullayev F.R., [2]Asadov A.I.
[1]O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti,
[2]“Texnologik metalllar O‘zbek kombinati” AJ.

Annotatsiya. *Maqolada volfram ishlab chiqarish uchun xom ashyo bo‘lgan scheelit kontsentratidan (turli konlardan olingan) avtoklav usulida volframat ionlarini eritmaga o‘tkazishga mineralogik tarkibining ta’siri ko‘rib chiqilgan. Alyuminiy va magniy tuzlaridan foydalangan holda mahsulotlarning fizik-mexanik xususiyatlariga ta’sir qiluvchi kremniy, fosfor, mishyak va boshqa aralashmalardan kompleks tozalash uchun optimal sharoitlarni ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqot natijalari ham keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *volfram angidridi; yuqori toza materiallar; tozalash usullari; ishlab chiqarish texnologiyasi; issiqlik bilan ishlov berish; kimyoviy jarayonlar; volframni tozalash; o‘tga chidamli oksidlar; sanoat texnologiyasi; fizik va kimyoviy xossalari.*

IMPROVEMENT OF HIGH-PURITY TUNGSTEN ANHYDRIDE PRODUCTION TECHNOLOGY.

[1]Safarov Y.T., [1]Guro V.P., [1]Rasulova S.N., [2]Ruziev U.N., [2]Abdullaev F.R., [2]Asadov A.I.
[1]Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, [2]Uzbek Technological Metals Combine JSC.

Abstract. *The article discusses the influence of the mineralogical composition of scheelite concentrate (from various deposits), which is a raw material for tungsten production, on its conversion into a solution of tungstate ions using the autoclave method. It also presents the results of a study on the development of optimal conditions for complex purification from silicon, phosphorus, arsenic and other impurities that affect the physical and mechanical properties of products, using aluminum and magnesium salts.*

Key words: *tungsten anhydride; high-purity materials; purification methods; production technology; heat treatment; chemical processes; tungsten purification; refractory oxides; industrial technology; physical and chemical properties.*

Введение. В АО «Узбекский комбинат технологических металлов» (УзКТМ) полупродуктом вольфрамового многоступенчатого производства является паравольфрамат аммония (ПВА) [1-2], требуемый для производства твердых сплавов системы «карбид вольфрама-кобальт». Технология получения из него металлического вольфрамового порошка включает выщелачивание вольфрам-содержащего сырья, концентрирование, извлечение ПВА, прокаливание его до вольфрамового ангидрида WO_3, восстановление до металлического вольфрамового порошка в токе водорода [3-4]. Условием получения качественного WO_3 из шеелитовых концентратов является очистка от примесей, или на стадии автоклавно–содового выщелачивания [5-6], или из технологических растворов вольфрамата натрия [7-8]. Требование к чистоте по примесям WO_3 обусловлено необходимостью достижения максимально высокой пластичности вольфрама,

чувствительной к примесям и термической обработке [9]. Задача повышения чистоты вольфрамовго ангидрида является актуальной для комбината [10-12].

Цель исследовательской работы: Разработка методов комплексной очистки продуктов содового автоклавного выщелачивания шеелитовых концентратов - продукционных натрия-вольфраматных растворов, от примесей.

Методы и материалы исследования. Образцы шеелитовых концентратов разных месторождений подвергнуты содовому автоклавному выщелачиванию с переводом вольфрамат-ионов в растворы. Затем образовавшиесы растворы очищали от примесей гидрометаллургическими способами. По мере выщелачивания и очистки от примесей пробы растворов и твердых фаз осадков анализировали (Agilent 7500 ICP).

Результаты и обсуждение. При переработке высокопримесных шеелитовых концентратов [13-14] распределение примесей, в частности мышьяка, по циклу таково, что в некоторых промпродуктах его оказывается больше, чем в исходном сырье. Все расмотренные промпродукты являются оборотными и возвращаются на стадию выщелачивания. В этой связи, переработку высокопримесных шеелитовых концентратов рассматривали совмесно с оборотными промпродуктами, учитывая формы нахождения соединений вольфрама и примесей. Одной из задач исследования являлась разработка способа комплексной очистки от примесей целевых оборотных автоклавно–содового выщелачивания (табл. 1). В зависимости от оборота, предполагалось в мягких условиях извлечь из них вольфрам без примесей, оставляя примеси в растворе или в осадке, обеспечив получение чистого WO_3. Извлечение вольфрама производилось из оборотных продуктов. (алюмосиликатного, “кислого” кека, кека ПВА), а отмывка примесей – в основном, из кека ПВА новым или оборотным содовым раствором.

Таблица. 1 Автоклавно–содовое выщелачивание оборотных продуктов

Концентрат	As, %	P, %
шеелитовый (ЛРУ)	0,40-1,5	1,0-1,94
Приморский	1,6	1,1-3,1
Алюмосиликатный кек	0,6	2,5-3,5
«Кислый кек»	0,3	-
Кек ПВА	2,5	0,2

Ниже приведены результаты очистки оборотных продуктов.

Алюмосиликатный кек. Брались его образцы, как не содержащего неразложенного шеелита, так и содержащего (из-за проскока при фильтрации). Режим обработки: температура содового раствора 90°С (1,37 г/л),время - 90 мин, Т:Ж = 1:5,5. Вольфрам из маточного раствора извлекался в первые минуты контакта, неразложенный шеелит разлагался содой на 70-80%. Концентрация WO_3 в получаемом растворе 14-16 г/л.

Кислый кек. За 60 мин взаимодействия кека с содовым раствором в условиях приготовления пульпы извлекается 60-65% WO_3, концентрация WO_3 в растворе 60 г/л, извлечение мышьяка 57%, кремния 0,46 г/л, Мо 1 г/л. Уменьшение массы кека на 20%. Остаточное содержание WO_3 в оборотном кеке ~ 26%. Цвет образующихся растворов темно-коричневый, что объяснено галичием в нем органических соединений, перешедших из кислого кека.

Кек ПВА. Режим обработки кека содовым раствором: C_{Na2CO3} -130-140 г/л, Т - 90°С, время 60 мин., Т:Ж=1:5, приводит к полному растворению кека (93%) и извлечению W на 97%. Концентрация WO_3 в растворе 135 г/л, SiO_2 - 0,45 г/л, Мо до 0,5 г/л. Мышьяк переходит в содовый раствор в концентрации 50-60 г/л и присутствием в жидкой фазе на уровне 0,5-1,0 г/л.

Как видно из табл. 1, из оборотных продуктов вольфрам извлекается содовым раствором достаточно эффективно и в безавтоклавных условиях, что позволяет рекомендовать этот способ к внедрению.

Переработку оборотных продуктов рассматривали с точки зрения их отмывки от примесей, в первую очередь, из кеков ПВА, т.к. в случае его очистки от них появляется возможность, напрямую, при термическом разложении ПВА получать товарный WO_3.

Сущность процесса заключается в отмывке горячей дистиллированной водой «грязного» ПВА на вакуум-фильтре или в репульпации кека с последующей фильтрацией. Репульпация производится при Т:Ж = 1:(1,5-2,0), концентрация WO_3 в фильтрате 20-25 г/л, что соответствует полному переводу WO_3 из жидкой фазы влажного ПВА и на 3-5% - из ПВА. Степень очистки продуктов от примесей разная. Наименшая - от молибдена, а от натрия, алюминия, кремния, железа степень очистки 40-52%, что при последующей прокалке продукта означает получение чистого WO_3.

Поведение примеси фосфора при автоклавно–содовом выщелачивании шеелитовых концентратов описывается степенью перехода его в раствор вольфрамата натрия на 10-15%; максимальная концентрация его в жидкой фазе достигает 0,045+0,06 г/л. Причиной незначительного перехода фосфора в раствор является образование малорастворимых фосфатов кальция.

Таким образом, при автоклавно – содовом выщелачивании шеелитовых концентратов и оборотных кеков, за счет химических взаимодействий, происходит очистка от примесей P и As, которые, в малорастворимой форме, переходят в твердую фазу. Степень очистки от As - 35-45, от P - 85-90 %.

При обескремнивании растворов вольфрамата натрия азотнокислым алюминием очистка фосфора незначительна, от мышьяка - на 35-40 %. При подкислении растворов перед сорбцией концентрация фосфора и мышьяка снижается на 50-60 %, но при большом содержании последнего в исходном растворе она также остается в кислых растворах значительной- 0,15-0,3 г/л. Отмечено обогащение кислого кека мышьяком до 0,01-0,1 % при преимущественном в нем W (25-40 %) и органических веществ (20-35 %).

Определены концентрации фосфора и мышьяка на всех стадиях реализации технологии выщелачивания (табл. 2)

Таблица 2.

Автоклавно–содовое выщелачивание оборотных продуктов

Вид продукта	Исходное сод. As, %	Степень извл. As, %	Концентр. As, г/л	Выход кека, %	As в кеке, %
«Кислый кек»	0,13	57,0	0,14	80,0	0,07
«Кек ПВА»	0,39	56,0	0,46	6,25	2,7

Как видно из табл. 2, в зависимости от видов перерабатываемых продуктов, распределение фосфора и мышьяка в них отличается. При переработке высокопримесных концентратов, применяемые в вольфрамовом производстве АО «УзКТМ» способы очистки растворов от примесей требуют усовершенствования с целью повышения их эффективности.

Таблица. 3. Варианты способов очистки растворов вольфрамата натрия

№ варианта	Дозировка реагентов, г/л		Состав исходного раствора, г/л			
	$Al(NO_3)_3/Al^{+3}$	$Mg(NO_3)_2/Mg^{+2}$	WO_3	SiO_2	As	P
1	2,84/0,36	-	18,0	0,54	0,02	-
2	1,42/0,18	4,1/0,66	18,0	0,54	0,02	-
3	2,84/0,36	-	40,0	1,02	0,065	0,008
4	-	4,1/0,66	40,0	1,02	0,065	0,008
5	1,42/0,18	2,05/0,33	40,0	1,02	0,065	0,008
6	2,84/0,3 6	-	75,0	0,9	0,2	0,1
7	-	4,1/0,66	75,0	0,9	0,2	0,1

Таблица. 4

Данные распределения P и As по технологическим стадиям при переработке различных шеелитовых концентратов.

Примесный элемент	Технологические стадии						
	Исх. раствор Na_2WO_4	После обескремнивания	После фильтрации	После подкисления до pH 3,0-3,5	Кислый раствор на сорбцию	Раствор вольфрамата аммония	Маточный раствор после кристаллизации ПВА
P	0,006	0,0018	0,0011	0,0047	0,0081	0,0084	0,127
	0,0046	0,0011	0,0011	0,0011	0,004	0,0115	0,079
	0,0064	0,003	0,0023	0,006	0,0067	0,0091	0,0624
	0,007	0,0038	0,0037	0,0058	0,0084	0,0184	0,136
	0,0029	0,0014	0,004	0,0096	-	0,0155	0,122
	0,0028	0,0019	0,004	0,0096	-	0,016	0,12
	0,011	0,0064	0,006	0,0071	0,0091	0,0123	0,22
As	0,339	0,3	0,28	0,167	0,15	1,95	2,33
	1,79	0,85	0,8	0,358	0,35	-	0,176
	0,649	0,57	0,126	0,029	0,023	0,228	-
	1,62	0,89	0,9	0,468	0,36	0,599	2,4
	0,0328	0,0026	0,0024	0,001	Следы	0,0155	0,122
	0,036	0,0132	0,02	Следы	Следы	0,01	0,1

Разработка условий комплексной очистки от кремния, фосфора, мышьяка осуществлялась на растворах вольфрамата натрия, отбираемых в цехе №4 АО «УзКТМ». Состав исходного очищаемого раствора, г/л: WO_3 48-75; SiO_2 0,5-1,2; P 0,007-0,01; As 0,02-0,20. Из него примеси удаляли осаждением растворенными реагентами: $Al(NO_3)_3$, $Mg(NO_3)_2$, 50 г/л (табл. 4).

Очистка растворов вольфрамата натрия, по семи вариантам, от примесей проводилась путем осаждения реагентами: $Al(NO_3)_3$, $Mg(NO_3)_2$., при температуре 90 °C; за 40 мин; pH 8,0–8,7 (табл. 5).

Таблица 5. Результаты очистки растворов вольфрамата натрия от примесей

№ варианта	Состав конечного раствора, г/л				Кек		Степень осажд, %			
	WO_3	SiO_2	As	P	Вес (г)	WO_3 %	WO_3	SiO_2	As	P
1	17,74	0,03	0,005	-	2,9	5,3	1,42	94,4	77,67	-
2	17,52	0,02	0,0015	-	3,8	7,5	1,85	98,1	93,25	-
3	39,5	0,09	0,0254	0,005	5,1	5,6	1,19	91,18	61,00	37,5
4	38,8	0,085	0,008	0,003	8,1	8,8	2,97	89,7	87,4	62,5
5	39,6	0,092	0,0087	0,009	5,7	4,3	1,02	91,0	85,1	75
6	73,65	0,02	0,085	0,003	8,1	9,6	1,8	97,8	57,5	70
7	72,45	0,04	0,04	0,003	10,5	14,5	3,4	95,5	80,1	70

Как видно из табл. 5, наибольшей обескремнивающей способностью обладает нитрат алюминия, при этом степень очистки от мышьяка у него ниже, чем у нитрата магния или их смеси. В то же время, чем выше исходная концентрация мышьяка, тем процесс очистки в одинаковых условиях идет слабее. При достаточно высоких концентрациях мышьяка, 1,0 г/л, очистка в рекомендуемом режиме не превышает 50 %.

Отмечено, что использование в качестве реагента нитрата магния приводит к

образованию объемных, гидрофильных осадков. Соосаждение вольфрама при этом заметно выше, а фильтруемость пульп затруднена. В целом, полученные данные показывают целесообразность и определенную перспективность использования смеси азотнокислых солей алюминия и магния для комплексной очистки растворов вольфрамата натрия.

Заключение. На основании приведенных экспериментальных данных разработаны условия комплексной очистки раствора вольфрамата натрия, найдены оптимальные количественные показатели расхода реагентов. Для комплексной очистки натрий-вольфраматных растворов использовались нитраты алюминия и магния, а также их смеси в определенных пропорциях. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании смеси солей.

Список литературы

1. Sun, P., Chen, Z., Li, H. *et al.* A new technology for production of high purity paratungstate ammonium from low grade tungsten concentrate. *J. Cent. South Univ. Technol.* **3**, 171–176 (1996). https://doi.org/10.1007/BF02652199
2. Liang Yang, Jie Qu, Dandan Gong, Zhongbing Wang, Ruixiang Wang, Linsheng Wan Solventing out crystallization-basic magnesium carbonate percipitation for thorough phosphorus removal from ammonium tungstate solution, Front. Chem., 17 August 2022 Sec. Inorganic Chemistry Volume 10 - 2022 https://doi.org/10.3389/fchem.2022.976376
3. Liqiang Xu, Baojun Zhao A Fundamental Study on the Preparation of Sodium Tungstate from Wolframite via the Smelting Process. Metals 2024, 14(3), 299;
4. Zhongwei Zhao, Jiangtao Li, Shibo Wang, Honggui Li, Maosheng Liu, Peimei Sun, Yunjiao Li, Extracting tungsten from scheelite concentrate with caustic soda by autoclaving process,
Hydrometallurgy, Volume 108, Issues 1–2, 2011, Pages 152-156, ISSN 0304-386X, https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2011.03.004.
5. Xuheng Liu, Jiajin Xiong, Xingyu Chen, Jiangtao Li, Lihua He, Fenglong Sun, Zhongwei Zhao, Acidic decomposition of scheelite by organic sodium phytate at atmospheric pressure,
Minerals Engineering, Volume 172, 2021, 107125, ISSN 0892-6875, https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.107125.
6. Зеликман А.Н. Металлургия тугоплавких редких металлов. М.: Металлургия, 1986. 324 с.
7. I. Szilassy, K. Vadasdi, Solvent Extraction of Arsenic from Sodium Tungstate Solutions,Editor(s): T. SEKINE, Process Metallurgy, Elsevier, Volume 7, Part B, 1992, Pages 1139-1144, https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88677-4.50009-X.
8. tungstate and molybdate solutions with primary amine and tributyl phosphate as solvents. I — Synergistic extraction and separation of phosphorus, arsenic and/or silica from tungstate and molybdate solutions, Hydrometallurgy, Volume 42, Issue 3, 1996, Pages 313-324,
9. Lars B. Ekbom, The distribution and influence of impurities in tungsten heavy metals, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Volume 10, Issue 3, 1991, Pages 155-159, ISSN 0263-4368, https://doi.org/10.1016/0263-4368(91)90020-O.
10. Patent China. CN 104973628 A. Methods for purifying sodium tungstate solution / Deng Shenghua, Danday Huang Zehui Li Hongchao Deng Dengfei ; publ. 14.10.2015.
11. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов.-М.: Металлургия, 2003.
12. А.Н. Зеликман. Металлургия редких металлов.-М.: Металлургия, 1980.
13. Ё. Т. Сафаров, С. Н. Расулова, У.Н. Рузиев, Ф. Р. Абдуллаев, А.И. Асадов, Г.А. Султанов, В. П. Гуро, Совершенствование технологии получения вольфрамового ангидрида // Узб. хим. журн. - 2025. - №1. - С.10-16.
14. Ё. Т. Сафаров, С. Н. Расулова, У.Н. Рузиев, Ф. Р. Абдуллаев, А.И. Асадов, Г.А. Султанов, В. П. Гуро, Сравнительная оценка подходов к переработке шеелитовых концентратов разных месторождений // Узб. хим. журн. - 2025. - №2. - С.

NEFT VA GAZ QUDUQLARINING MAHSULDORLIGINI OSHIRISH UCHUN TARKIBI YAXSHILANGAN KISLOTA ERITMASINI OLISH.

Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotasiya. *Taqdim etilgan tadqiqotda yuqori qatlam haroratida karbonat miqdori yuqori bo‘lgan past o‘tkazuvchan terrigenli kollektorlarda neft va gaz qazib olishni jadallashtirish uchun kislotali kompozitsiyalar ishlab chiqish va tadqiq qilishni tavsiflaydi. Ushbu ish katta amaliy qiziqish uyg‘otadi, chunki yaratilgan kislota kompozitsiyalari gil kislotasi bilan neft va gaz kollektorlarini standart qayta ishlash bilan taqqoslaganda bunday ishlov berishning texnologik bosqichlari sonini kamaytirish orqali kislota bilan ishlov berish texnologiyasini sezilarli darajada soddalashtiradi.*

Kalit so‘zlar: *kislota bilan ishlov berish, quduq tubi atrof-zonasiga ishlov berish, terrigen qatlamlar, xlorid kislota, vodorid ftorid kislotasi, gil kislotasi.*

ПОЛУЧЕНИЕ КИСЛОТНОГО РАСТВОРА УЛУЧШЕННОГО СОСТАВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН.

Тожиев О.О., Шарипов К.К., Яминов Ф.Ф.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В представленной работе описана разработка и исследование кислотных составов для интенсификация добыча нефти и газа в низко-проницаемых терригенных коллекторах с высоким содержанием карбонатов при высоких пластовых температурах. Данная работа представляет большой практический интерес, поскольку созданные кислотные составы существенно упрощают технологию кислотной обработки за счет сокращения количества технологических этапов такой обработки по сравнению со стандартной обработкой нефтяных и газовых пластов глинистой кислотой.*

Ключевые слова: *кислотная обработка, обработка призабойной зоны, терригенный коллектор, соляная кислота, грязевая кислота, плавиковая кислота, азотная кислота.*

OBTAINING AN ACID SOLUTION WITH IMPROVED COMPOSITION TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF OIL AND GAS WELLS.

Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F.
Bukhara state technical university.

Absract. *The presented study describes the development and study of acid compositions for accelerating oil and gaz production in low-permeabiliti terrigenous reservoirs with high carbonate content at high formation temperatures.This work is of great practical interest, since the created acid compositions significantly simplify the technology of acid treatment of oil and gas reservoirs by reducing the number of technological steges of such treatment compared to standart treatment with clay acid.*

Key words: *acid treatment, bottomhole treatment, terrigenous reservoir, gidrochlorik acid, mud acid, nitric acid.*

K*irish.* Quduqni kislotali ishlov berish – burg‘ulash, quduq devorlarini mustahkamlash yoki quduqni ishlatish paytida quduq tubi atrof-zonasida hosil bo‘lgan ifloslantiruvchi moddalarning mahsuldor qatlamlarini tozalashning samarali usulidir.

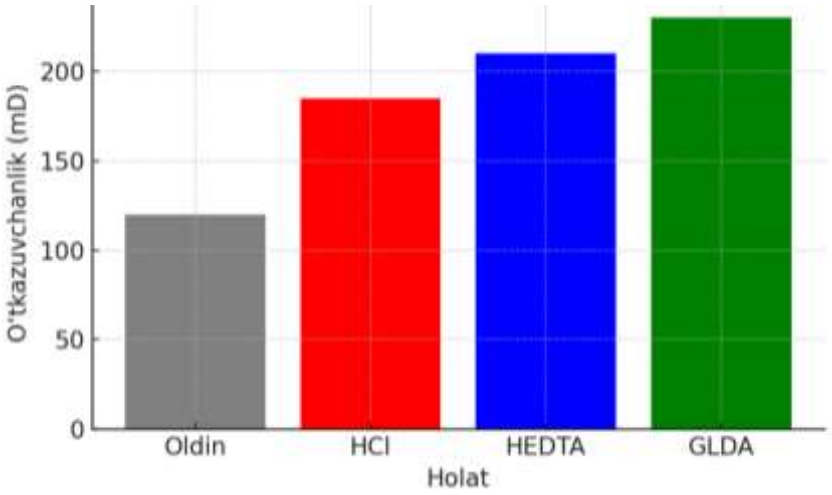
Quduqni kislotali ishlov berish – burg‘ulash, quduq devorlarini mustahkamlash yoki quduqni ishlatish paytida quduq tubi atrof-zonasida hosil bo‘lgan ifloslantiruvchi moddalarning mahsuldor qatlamlarini tozalashning samarali usulidir [1].

Kislota bilan ishlov berish, chuqurligi (ishlov berish hajmi) va texnologiyasi bo‘yicha bir-biridan farq qiladi. Kislotali ishlov berish texnologiyasi mo‘ljallangan maqsadga va mahsuldor qatlam xususiyatlariga bog‘liq.

Bundan tashqari, kislotali ishlov berish hozirgi vaqtda neft va gaz qazib chiqarishni jadallashtirishning keng tarqalgan va zamonaviy usuli qatlamni gidravlik yorilish (gidravlik yorilish) usulidan ustunlik qilishga imkon beradigan bir qator boshqa sabablar mavjud.

Quduq tubi-atrof zonasi (QTZ) - quduq tanasiga tutash bo‘lgan qatlam uchastkasi bo‘lib, uning ichida quduqni qurilishi, ta’mirlash yoki ishlatish jarayonida mahsuldor qatlamning filtrlash xususiyatlari o‘zgaradi [2].

Kislotali ishlov berish quduqning tanasi, perforasiya kanallari va quduq tubi atrof-zonasi holati bilan mahsuldorlik chegaralanganda quduq unumdorligini tiklash va oshirish uchun amalga oshiriladi. Kislotali ishlov berish chuqurlik (ishlov beriladigan hajm) va texnologiyada farq qiladi [3].



1-rasm. Kislotali ishlov berishdan oldin va keyin o‘tkazuvchanlik

Quduqqa xlorid kislota bilan ishlov berish – neft va gazni qazib chiqarishni jadallashtiradi. Bu neft va gazni qazib chiqarishni oshirish usuli bo‘lib, unda ifloslantiruvchi moddalarni eritib, uning o‘tkazuvchanligini oshirish uchun quduq tubi atrof-zonasiga xlorid kislotasi yuboriladi.

Kislotali ishlov berish karbonatli va darzli qatlamlarda quduq debitini oshirish, qabul qiluvchanlikni kamaytirish va tiqinlarni bartaraf etish uchun qo‘llaniladi.

Kislotali ishlov berish, quduqni yuvish, qatlamga kislota quyish, uning reaksiyaga kirishishini ta’minlash va keyin reaksiya mahsulotlarini yuvib chiqarishni o‘z ichiga oladi.

Xlorid kislota (HCl) odatda kislota bilan ishlov berishda qo‘llaniladi, ammo uni ishlatish quvurlarning korroziyasi, atrof-muhitning xavf-xatarlari va florosilikatlarning cho‘kishi kabi ba’zi muammolar bilan bog‘liq yoki kaltsiy ftorid va HCl ning gil minerallari bilan mos kelmasligi bo‘lib xizmat qiladi.

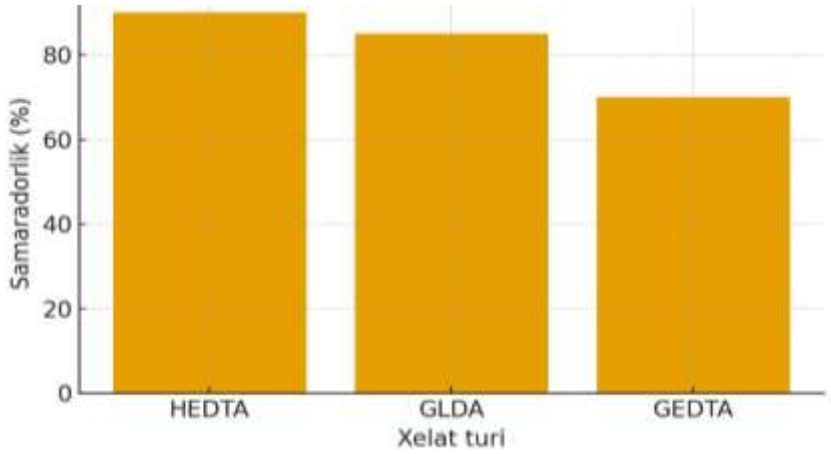
Ushbu muammolarni yumshatish uchun bir nechta tadqiqotlar xelatlashtiruvchi vositalardan (metall ionlari bilan reaksiyaga kirishib, barqaror, suvda eriydigan metall komplekslarini hosil qiluvchi kimyoviy birikmalar) foydalanishni taklif qiladi. Ushbu ishda Kolton qumtoshi va Gvelf dolomiti namunalariga ishlov berish uchun uchta turli xil xelatlashtiruvchi vositalar ishlatilgan: etilendiamintetrauksus kislota (EDTA), N- (2-gidroksietil) etilendiamin - N, N ′, N'- triuksus kislota (GEDTA) va N-asetil-L-glutamin kislota (GLDA).

Ushbu xelatlarning pH qiymati 1,7 dan 3 gacha o‘zgarib turadi va qatlamdagi tog‘ jinsi va suyuqligi aralashmalaridagi fizik-kimyoviy o‘zgarishlarni kuzatish uchun namunani suv bostirish oldidan va keyin o‘lchandi. Qatlam namunalari 180°C da suv bostirish tajribalari past tezlikda o‘tkazildi, bu esa suyuqlik bilan tog‘ jinsini aloqa qilish vaqtini va erigan ionlarni miqdorini oshirdi.

Qatlam xususiyatlaridagi o‘zgarishlarni o‘lchash uchun g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik, induktiv ravishda bog‘langan plazma (ICP) va minerallarning kompleks tahlillaridan (TIMA- Tescan Integrated Mineral Analysis) dan foydalanilgan. Oqava suv namunalari kaltsiy, magniy, alyuminiy, natriy, kaliy, kremniy va temirni o‘zida saqlashi bo‘yicha ICP yordamida ushbu xelatlarning ko‘rsatilgan ionlarni kompleks hosil qilish qobiliyatini baholash uchun tahlil qilindi. HEDTA qumtosh namunalaridan kaltsiy, temir, magniy, natriy va oz miqdorda alyuminiy ionlari uchun yuqori xelatlash qobiliyatini namoyish etdi. G‘ovaklikni taqsimlash tahlili shuni ko‘rsatdiki, HEDTA qumtoshlarda yangi bo‘shliqlarni yaratishda samaraliroq bo‘lgan, GLDA esa dolomitlarda bo‘shliqlarni yaratishda samaraliroq edi. Qumtoshlarda HEDTA va dolomitlarda GLDA yordamida

katta miqdordagi qattiq moddalar eritildi. Har bir namunaning kuzatish shuni ko'rsatadiki, barcha xelatlar yangi bo‘shliqlarni yaratgan.

Karbonatli gaz qatlamlariga asosan kislotali gidravlik yorish usullari yordamida samarali ishlov berish mumkin. Fluyidlarning oqimi hududi asosan kislotali gidravlik yorish amalga oshirilmagan hudud va quduq tubi atrof-zonasi hududidan iborat. Qatlam qalinligi, o‘tkazuvchanlik va skin-omillarni hisobga olgan holda mahsuldorlik modellari bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazildi. Ushbu tadqiqotning maqsadi an’anaviy modellarning o‘tkazuvchanlik anizotropiyasini, kollektorning kompozitsion xususiyatlarini, kislotali gidravlik yorish, ikki fazali gaz-suv oqimini va karbonatli gaz qatlamlarida kuchlanishni sezgirligini har tomonlama ko‘rib chiqib, kamchiliklarni bartaraf etishdir.



2-rasm. Xelatlovchi kislotalarning samaradorligini taqqoslanishi

Karbonatli gazli qatlamlardagi gorizontal quduqlarning ikki fazali gaz-suv oqimi mahsuldorligini hisoblash va tahlil qilish uchun takomillashtirilgan kompozit modelni yaratish uchun bir nechta konformal (texnologiya) transformatsiyalardan foydalanildi. Yangi mahsuldorlik tenglamasining to‘g‘riligini tekshirish uchun an‘anaviy binomial mahsuldorlik tenglamasi va raqamli modellar ishlatilgan.

Gaz quduqlari mahsuldorligining keng faktorli tahlili amalga oshirildi, jumladan, gorizontal quduq uzunligi, mahsuldor qatlam qalinligi, darzliklar parametrlari, qatlam o‘tkazuvchanligi, asosiy o‘tkazuvchanlik yo‘nalishi va gorizontal quduq orasidagi burchak, o‘tkazuvchanlik anizotropiyasi, darzliklarning sezgirligi va matritsaning kuchlanish, gaz va suvning nisbiy o‘tkazuvchanligi, suv va gaz qazib olish nisbatlari bunga misol bo‘ladi. Ishda birinchi bo‘lib quduqning mutlaq ochiq oqimi tezligi va qatlamning o‘tkazuvchanligi anizotropiyasi o‘rtasidagi munosabatlarni, shuningdek, asosiy o‘tkazuvchanlik yo‘nalishi va gorizontal quduq qudug‘i orasidagi burchakni tasvirlash uchun X shaklidagi plastinkadan foydalanishni taklif qilindi.

Neft va suv fazalari o‘rtasidagi o‘ta past oraliq kuchlanish va mikroemulsiya tizimlarining eruvchanligi ularni sirtni tozalash va neft beruvchanlikni oshiradi. Mikroemulsiyalar tog‘ jinsida adsorbsion to‘siq hosil qilishi mumkin, bu esa kislota-tog‘ jinslarining reaksiya tezligini kamaytiradi. Biroq, kislota reaksiyasini sekishlashtiruvchi qo‘shimchalar sifatida ishlaydigan mikroemulsiyalarning adsorbsion harakati aniq belgilanmagan.

Tadqiqotlarda turli elektroaktiv sirt faol moddalar, neft saqlovchi tog‘ jinsi va ularga qo‘shimchalardan tashkil topgan mikroemulsiyalar tayyorlandi va ularning fazaviy xususiyatlari o‘rganildi. Adsorbsiya va reaksiya tajribalari bizga adsorbsion ta’sirni kuchaytiruvchi tozalash mikroemulsiyalarini aniqlash va oqim sharoitida adsorbsiya harakati va moslashuvchanligini baholash imkonini berdi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, manfiy zaryadlangan qutbli birikmalarning kiritilishi kislota bilan aralashtirilgandan keyin 30 nm dan kam bo‘lgan o‘rtacha tomchi o‘lchami bilan ajralib turadigan yaxshilangan adsorbsiyaga ega mikroemulsiya hosil qiladi. Bunday

birikmalarning kiritilishi adsorbsiyaning 177% ga oshishiga va statik sekinlashuv effektining 81% ga yaxshilanishiga olib keldi.

Dinamik adsorbsiya sinovlari shuni ko‘rsatadiki, ikkilamchi tartibli model tog‘ jinslari yuzasida mikroemulsiyalarning dinamik adsorbsiyasi kinetikasini aniqroq tavsiflaydi. Ruxsat etilgan oqim tezligida dinamik sekinlashtirish tezligi ortib borayotgan mikroemulsiya kontsentratsiyasi bilan oshdi. Amalda kislotalanish sharoitida mikroemulsiya adsorbsiyasi asosan elektrostatik kuchlar va suyuqlik eroziyasi ta’sirida sodir bo‘lib, doimiy adsorbsiya va desorbsiya jarayoni bilan tavsiflanadi.Skanerli elektron mikroskop mikroemulsiyalarning tog jinsida adsorbsion plyonka hosil qilishi va kislota-tog‘ jinsi reaksiya tezligini kamaytirishi mumkinligini tasdiqladi.

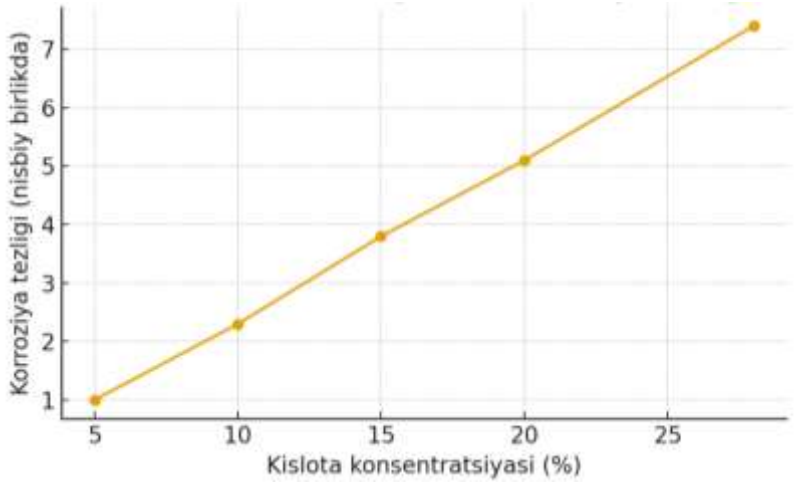
Karbonatli kollektorlar odatda nisbatan past birlamchi neftberuvchanlik bilan tavsiflanadi, bu ko‘pincha burg‘ulashdan keyin va ekspluatatsiyaning oxirgi bosqichlarida ularni tozalash va oqimni jadallashtirishni talab qiladi. Karbonatli kollektorlar quduqdagi ifloslantiruvchi moddalardan tozalashning asosiy usullaridan biri kislota bilan ishlov berishdir.

Kislota bilan ishlov berishning samaradorligi ko‘plab omillar bilan belgilanadi, jumladan kislotaning turi va miqdori, takroriy ishlov berish soni, qatlamning turliligi, qatlam flyuidlarining suvlanganligi, shuningdek ishlamayotgan qatlamlar va qavatlarning mavjudligi. Shu bilan birga, kislotali ishlov berishdan so‘ng, qazib chiqarish ko‘pincha loyiha talablariga javob bermaydi.

Ishlaydigan kislota tarkibini filtrlash sinovi barcha dastlabki tajribalarni umumlashtiradi. Filtrlash xususiyatlarini bunday tadqiqotlash tabiiy tog‘ jinslari namunalariga amalga oshirilganligi sababli, qatlam sharoitiga yaqin sharoitlarda kislota tarkibining ishlashini yuqori aniqlik bilan baholash mumkin.

Kislota bilan ishlov berish - bu qatlam kanallarining tiqilib qolishi natijasida yuzaga keladigan neft qazib chiqarishning pasayishini bartaraf etishning eng keng tarqalgan kimyoviy usullaridan biridir. Tadqiqot o‘zaro ta’sir energiyasi nazariyasidan foydalangan holda xom neftda 15 va 28 mas.% konsentratsiyali HCl dispers tomchilarining barqarorligini baholadi.

Bu turli xil o‘zaro ta’sir energiyalari orasida ustun bo‘lgan va neft emulsiyalarida kislotaning barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadigan kislota-asos o‘zaro ta’siri bilan bog‘liq. 28 mas.% HCl eritmasi bo‘lgan emulsiyalar og‘irligi 15 mas.% ga qaraganda barqarorroqdir.



3-rasm. Kislota konsentratsiyasi va korroziya tezligi

Kislota bilan ishlov berishda, ayniqsa terrigen kollektorlari uchun, mineral-kislota reaksiyasi mahsulotlarining cho‘kishi tufayli g‘ovakliklarning tiqilib qolishi katta ahamiyatga ega. Terrigen qatlamlarini gil kislotasi bilan ishlov berishda bir qator cho‘kma hosil bo‘lishi deyarli muqarrar. Biroq, quduq mahsuldorligining pasayishi cho‘kma miqdori va joylashuviga bog‘liq. Ushbu omillarni ma’lum darajada to‘g‘ri ishlov berishni rejalashtirish bilan nazorat qilish mumkin [3, 5].

Odatda qumtosh minerallari va vodorodftorid kislotasi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir reaksiyalarining uchta sinfini ajratish odatiy holdir: birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi reaksiyalar.

Cho‘kindi hosil bo‘lish muammosidan tashqari, kislota bilan ishlov berish, salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin bo‘lgan yana bir muammo bilan bog‘liq. Bu korroziya [5].

Korroziya - bu elektrokimyoviy reaktsiyalar vositasi bilan, kislota bilan ishlov berish jarayonida, quduqning metall konstruktsiyalarining (nasos-kompressor quvurlari, mustahkamlovchi quvur) yemirilishiga olib keladigan jarayon [4, 5].

Metall quruq bo‘lganda mahalliy elektr zaryadlari va korroziya kuzatilmaydi, metall yuzasi suvli vodorod o‘z ichiga olgan kislota bilan aloqa qilgandan keyin, mahalliy elektr zaryadlari hosil bo‘lib, metallning kimyoviy korroziya mahsulotlariga aylanishiga olib keladi. Kelib chiquvchi elektrokimyoviy reaktsiyani umumiy shaklda quyidagicha yozish mumkin (reaktsiya 1.1):

$$Fe + 2HC1 \rightarrow Fe^{+2} + H_2\uparrow + 2Cl \qquad (1.1)$$

Berilgan reaktsiya juda tez amalga oshadi, harorat va kislota kontsentratsiyasi oshganda uning tezligi yanada oshadi [5]. Shunday qilib, agar kislotaga korroziya ingibitori qo‘shilmagan bo‘lsa, korroziya tezligini sekinlashtiradigan moddalar bo‘lsa, quduqdagi metall quvurlar yoki kislota bilan aloqa qiladigan quduq usti metall jihozlari qisman eritilishi mumkin, bu esa kislotali ishlov berishning iqtisodiy ta’sirini keskin kamaytiradi [5].

Bugungi kunda qo‘llaniladigan korroziya ingibitorlari organik birikmalardir. Ular asosan moyda eriydigan sirt faol moddalardir [5].

Xulosalar. Ushbu tadqiqotlarda keltirilgan barcha usullar o‘rganilayotgan kislota tarkibining texnologik parametrlarini, uning ishlashini to‘liq tavsiflashga imkon beradi va uni haqiqiy ish sharoitida qo‘llash imkoniyatini aniqlaydi. Tadqiqot usullarni ikki sinfga bo‘lish, kislota tarkibini o‘rganishda ishchi va texnologik xususiyatlarni aniq ajratish va o‘rganishga yordam beradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Кислотная обработка терригенных и карбонатных коллекторов: Обзорная информация / Гейхман М. Г., Исаев Г. Л., Середа Н. Е., Малышев С. В., Нифантов В.И., Джафаров К. И. –М.: ИРЦ Газпром, 2007. -104 с.
2. Rahimov, B. R., & Tojiyev, O. O. (2022). Mahsuldorlikni oshirish uchin quduq tubi atrofida kislotali ishlov berish texnologiyasi. Science and Education, 3(11), 470-477.
3. Tojiyev, O. O., & Nabiyev, A. A. (2023). Quduq tubi zonasiga kislotali ishlov berishda nasos-kompressor quvurlarini korroziyadan himoyalash. Science and Education, 4(6), 538-543.
4. Тожиев, О. О. Бокиева Ш. К., Адизов Б. З. Механические методи очистки сточных вод в нефтяных месторождениях. «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки». Rossiya: №6(81)2023., (1-tom), С.650-654 ISSN2587-6244
5. Рахимов, Б. Р., Тожиев, О. О. (2022). Анализ составов и свойств высокосмолистых нефтей. «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки». Rossiya: №12(75) 2022., (1-том), С.608-612 ISSN2587-6244

Tojiyev Obid Olimovich – Neft-gaz ishi kafedrasi katta o‘qituvchisi, Buxoro davlat texnika universiteti. Tel: +998997041780 Email: obidtojiyev64@gmail.com

Sharipov Qahramon Qandiyorovich – Neft-gaz ishi kafedrasi mudiri, Buxoro davlat texnika universiteti. Tel: +998914495669

Yaminov Feruzjon Fayzullo o‘g‘li – Neft-gaz ishi kafedrasi o‘qituvchi-stajor, Buxoro davlat texnika universiteti. Tel: +998973031253, Email: fayzullayevich.feruz@gmail.com

УДК 661.725.68

ЭТИЛ СПИРТИ КУБ ҚОЛДИҒИ СИВУШ МОЙИ АСОСИДА ДИЗЕЛ ЁҚИЛҒИЛАРИ УЧУН МОЙЛОВЧИ ВА ЕДИРИЛИШГА ҚАРШИ ПРИСАДКАЛАРНИ ОЛИШ

[1]Фозилов Ҳ.С., [2]Туробжонов С.М., [1]Фозилов С.Ф.

[1]Бухоро давлат техника университети, [2]Тошкент давлат техника университети.

Аннотация. *Ушбу мақолада дизел ёқилғиларининг эксплуатацион хоссаларини яхшилашда едирилишга қарши присадкаларнинг роли таҳлил қилинади. Присадкалар таркиби, уларнинг кимёвий ва физикавий хусусиятлари, ҳамда двигател тизимидаги металл юзалар билан ўзаро таъсири илмий асосда ўрганилади. Тадқиқотда замонавий лаборатория усуллари ёрдамида турли типдаги мойловчи қўшимчаларнинг самарадорлиги баҳоланиб, уларнинг едирилиш жараёнини камайтиришдаги таъсир механизмлари аниқланган. Шунингдек, экологик хавфсизлик ва ёқилғи тизимларининг ишончлилигини оширишга хизмат қилувчи инновацион формулаларга алоҳида эътибор қаратилган. Мақола натижалари дизел двигателларининг ишлаш муддати ва самарадорлигини оширишга қаратилган амалий тавсиялар ишлаб чиқишда фойдали бўлиши мумкин.*

Калит сўзлар: *дизел ёқилғиси, едирилишга қарши присадка, трибологик хусусиятлар, ёқилғи тизими, металл юзалар, экологик хавфсизлик, самарадорлик, эксплуататсион хоссалар*

ПОЛУЧЕНИЕ СМАЗЫВАЮЩИХ И ПРОТИВОИЗНОСНЫХ ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ СИВУШНОГО МАСЛА КУБОВОГО ОСТАТКА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

[1]Фозилов Ҳ.С., [2]Туробжонов С.М., [1]Фозилов С.Ф.

[1]Бухарский государственный технический университет,

[2]Ташкентский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной статье анализируется роль противоизносных присадок, специально разработанных для дизельных топлив, в улучшении их эксплуатatsионных свойств. Рассматриваются химический состав, физико-химические характеристики и механизмы взаимодействия присадок с металлическими поверхностями в системе двигателя. Эффективность различных типов противоизносных добавок оценена с использованием современных лабораторных методов, выявлены механизмы их действия по снижению износа. Особое внимание уделено инноватsионным формулам, способствующим повышению экологической безопасности и надёжности топливных систем. Полученные результаты могут быть полезны при разработке практических рекомендатsий, направленных на повышение ресурса и эффективности дизельных двигателей.*

Ключевые слова: *дизельное топливо, противоизносная присадка, трибологические свойства, топливная система, металлические поверхности, экологическая безопасность, эффективность, эксплуатatsионные характеристики.*

OBTAINING LUBRICANTS AND ANTI-WEAR ADDITIVES FOR DIESEL FUELS BASED ON FUSHEL OIL AND ETHYL ALCOHOL VAT

[1]Fozilov H.S., [2]Turobjonov S.M., [1]Fozilov S.F.

[1]Bukhara state technical university, [2]Tashkent state technical university.

Annotation. *This article analyzes the role of anti-wear additives specifically developed for diesel fuels in improving their operational properties. The chemical composition, physical characteristics, and interaction mechanisms of these additives with metal surfaces in engine systems are examined from a scientific perspective. The study evaluates the efficiency of various types of anti-wear additives using modern laboratory methods, identifying their mechanisms in reducing wear processes. Special attention is given to innovative formulations that enhance environmental safety and the reliability of fuel systems. The results of the study can be useful in developing practical recommendations aimed at increasing the service life and efficiency of diesel engines.*

Keywords: *diesel fuel, anti-wear additive, tribological properties, fuel system, metal surfaces, environmental safety, efficiency, operational characteristics*

Республикамизда ҳозирги кунда спирт ишлаб чиқариш «Қўқон биокимё», «Бектемир-спирт экспериментал заводи» 1983 йили ташкил этилди, 1991 йилдан йилига 4,02 млн.л. этил спирт ишлаб чиқарилмоқда. Заводларида спирт олиш жараёнида куб қолдиқ маҳсулотлар ҳосил бўлади. Этил спирти ишлаб чиқаришда чиқадиган қолдиқлари (сивуш мойи), дистиллаш қолдиғидан ажратилган бошланғич қайнаш ҳарорати -95°С фракцияси, шунингдек, сульфат кислота, барий гидроксид ва бензол олинди.

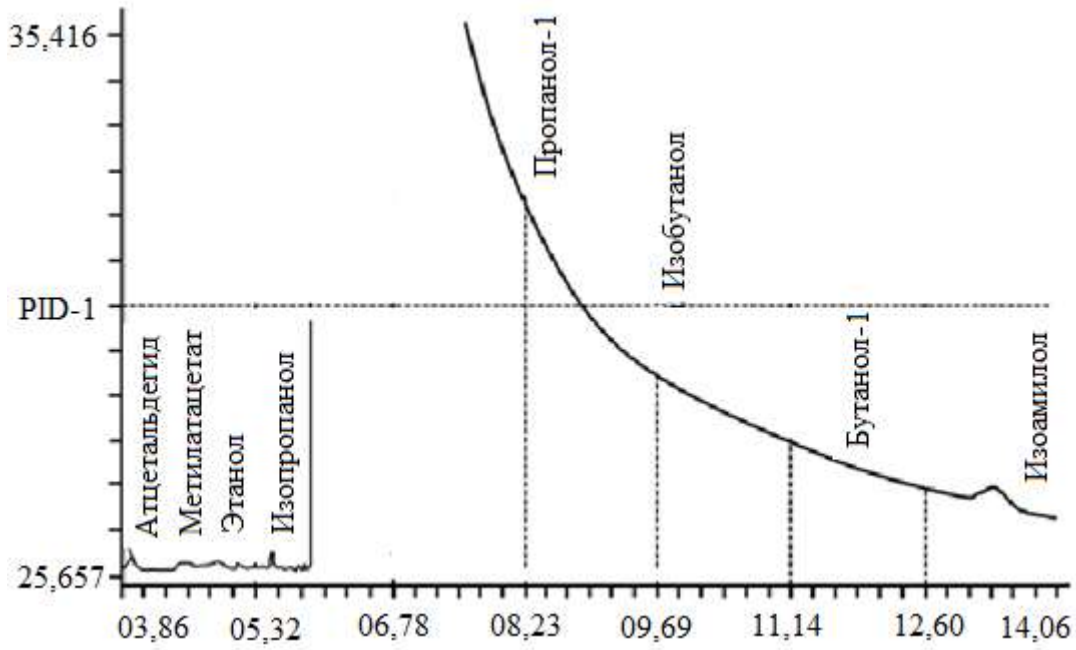
Спиртларни этерификациялаш, металл сульфонатларидан мойловчи ва эскиришга қарши присадка сифатида ишлатилиши мумкин. Сивуш мойлари ва барий бензосульфонатдан фойдаланиб, эскиришга қарши присадкаларни ишлаб чиқариш учун хом ашё сифатида кўриб чиқиш қизиқиш уйғотади. Этил спирти ишлаб чиқариш қолдиқлари таҳлил қилиш (1-жадвал) кўрсатганидек, сивуш мойларининг таркибига молекуляр оғирлиги 74 дан 130 гача бўлган бир қатор спиртлар киради, улар сони 3 дан 9 гача бўлган углерод атомлари, шунингдек эфирлардан иборат [1].

Этил спирти ишлаб чиқариш қолдиқларининг кўп компонентлари туфайли дастлабки потенциал хом ашёнинг қайси таркибий қисмлари уларни сульфатлаш орқали цетан сонини оширувчи ва мойловчи присадка олиш учун энг оқилона ишлатилишини аниқлаш керак эди. Этил спирти қуб қолдиғининг компонент таркиби 1-жадвалда келтирилди.

1-жадвал

Этил спирти қуб қолдиғининг компонент таркиби

Т/р	Компонент таркиби	Миқдори, мг/л
1	Атцетальдегид	0,3223
2	Амилацетат(Уксус кислотани амил эфири)	0,5223
3	Метилатацетат	0,0115
4	Этилатацетат	0,0175
5	Метанол	0,0001
6	Изопропанол	0,2547
7	1-Пропанол	0,0046
8	Изобутанол	0,0043
9	1-Бутанол	0,0046
10	Изоамил спирт	0,3547
11	Изоамилол	0,0046



1-расм. Этил спирти қуб қолдиғи хроматограммаси

Катализаторлар иштирокисиз, этерификациялаш одатда жуда секин давом этади, шунинг учун кўп ҳолларда карбоциклик кислоталарнинг спиртлар билан реакцияси реакцияни тезлаштирадиган моддаларсиз амалга ошириб бўлмайди. Катализатор сифатида ҳар хил турдаги бирикмалар қўлланилади: кислоталар, ион алмашинадиган смолалар, тузлар,

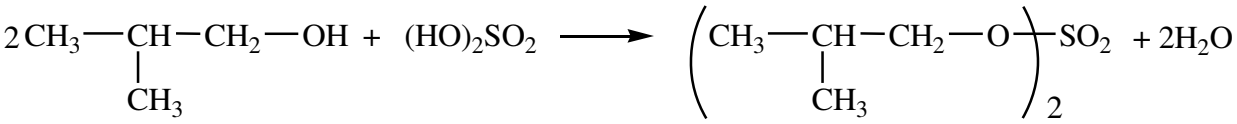
оксидлар ва бошқалар этерификация реакцияси суюқ ёки буғ фазасида, инерт органик эритувчи иштирокида ёки усиз, юқори ҳарорат ва босимда амалга оширилиши мумкин. Карбонил гуруҳидаги углероднинг мусбат заряди ортиши билан карбоксил кислотанинг этерификацияланиш тезлиги ортади. Мураккаб тузилмаган органик кислоталар, жумладан чумоли, оксалат, пирувик кислоталар катализатор бўлмаганида ҳам жуда тез реакцияга киришади [2].

2-жадвал

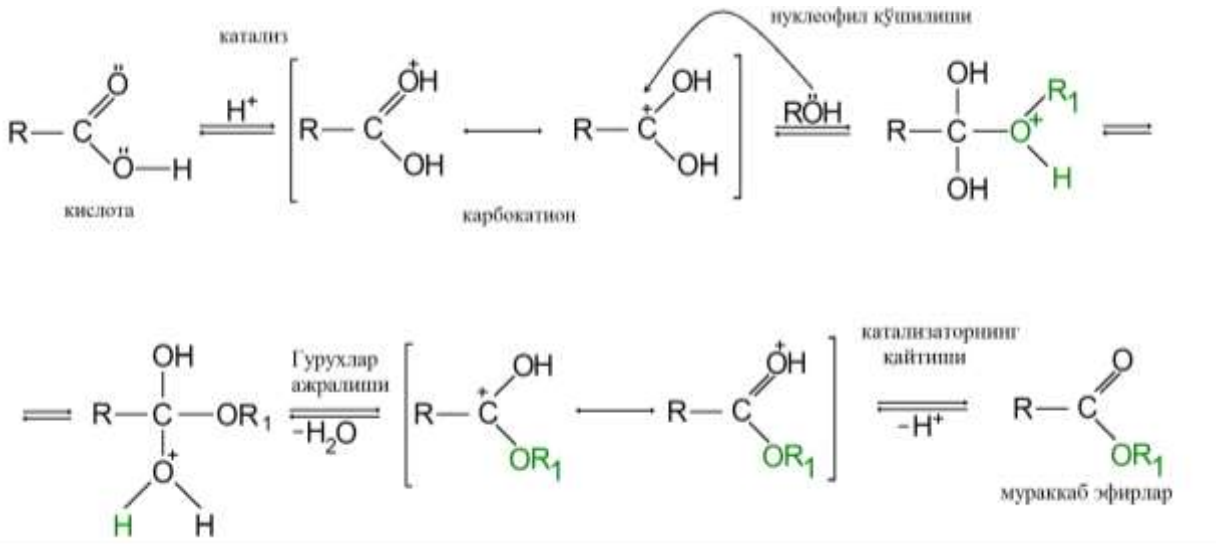
Этил спирти қуб қолдиғи таркибидаги гуруҳларнинг компонент таркиби

№	Гуруҳлар	Концентратцияси, мг/л	Майдон, мв*мин
1	Аллдегидлпр	0,3223	0,0073
2	Эфирлар	0,0290	0,0004
3	Сивуш мойи	0,0180	0,0006
4	Метанол	0,0001	0,0112
5	Фурфурол	0,0000	0,0000
6	Изопропанол	0,2547	0,0060

Спиртнинг ноорганик кислоталар билан ўзаро таъсири этерификациялаш реакцияси билан эфирларнинг ҳосил бўлиши билан амалга оширилади, шунинг учун, масалан, хом ашё таркибидаги 2-метилпропанол-1 спирти сульфат кислота билан ўзаро таъсирлашганда, қуйидаги схема бўйича 2-метилпропил сульфат ҳосил қилади:



Этерификация реакциясининг мумкин бўлган механизми 2-расмда кўрсатилган.



2-расм – Этерификацияланиш реакциясининг механизми

Кислота катализаторлари иштирокида этерификацияланиш. Реакцияда ишлатилатиладиган катализаторнинг асосий вазифаси кислотанинг карбонил гуруҳини фаоллаштиришдан иборатдир. Катализаторнинг водород протони карбоксилик кислотанинг карбонил кислороди билан ўзаро таъсирлашганда, унинг карбонил гуруҳининг қутблилиги ортади, карбонил углеродда қисман заряд ҳосил бўлади ва карбоксилик кислота молекуласи бироз фаолроқ бўлиши кузатилади. Кислота катализаторлари (H_2SO_4, HCl) иштирокида

этерификатsiя ва эфирларнинг гидролизи 70-150 °С да давом этади. Этерификация жараёнида ҳосил бўлган сув ҳосил бўлган эфирни гидролизлайди. Бироқ, кислота катализаторлари (H_2SO_4, HCl) кўпроқ селектив катализаторлардир. Гидролиз реакцияларига қараганда этерификация-ланиш ва катализатор концентрациясининг ортиши билан этерификацияланиш реакцияси тезлиги гидролиз реакцияси тезлигидан тезроқ ошади, мувозанат эфир ҳосил бўлиши томон силжийди.

Этил спирти массаси тахминан 50 % бўлиб, оксидловчи моддалар таъсирида карбоксилик кислоталарга айланадиган бирламчи спиртлар, кислотали муҳитда карбоксилик кислоталарнинг спиртлар билан ўзаро таъсири натижасида қуйидаги реакция бўйича эфирлар ҳосил бўлади [3].

$$R-COOH + HO-R' \rightleftharpoons R-COOR' + H_2O$$

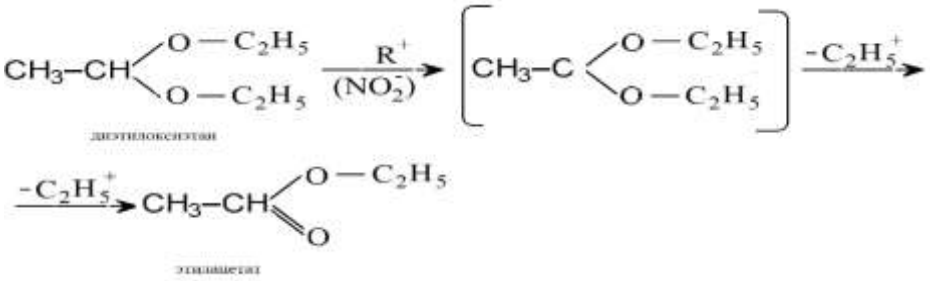
- бирламчи спирт этанол оксидланганда қуйидаги реакцияга кўра карбоциклик кислотага (сирка (этан) кислотаси) айланади:

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-COOH$$

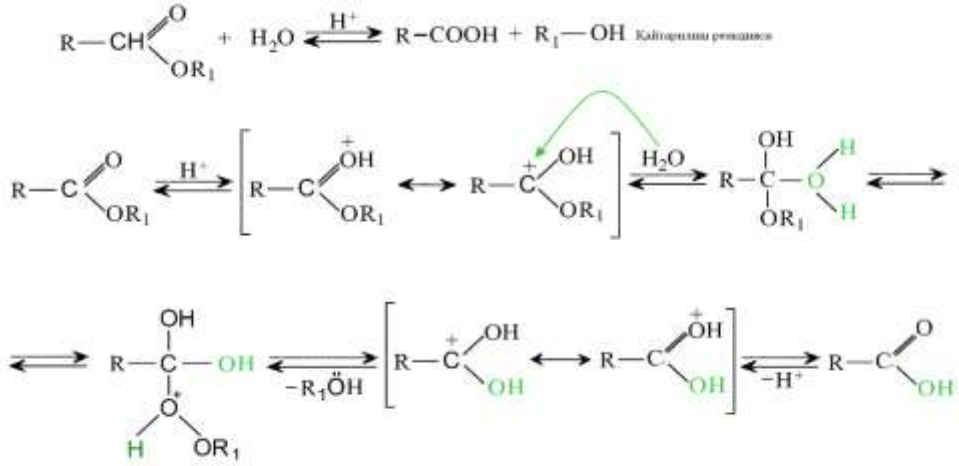
- кейин этерификация реакцияси, яъни этил спиртининг ҳосил бўлган сирка кислотаси билан ўзаро таъсири, сирка кислотанинг этил эфирининг ҳосил бўлиши билан қуйидаги реакцияга кўра амалга оширилади:

$$CH_3-CH_2-OH + CH_3-COOH \xrightarrow{[H_2SO_4]} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

Шуни ҳам таъкидлаш керакки, этил спирти ишлаб чиқариш қолдиғи таркибидаги 1,1-диэтоксиэтан компоненти (тахминан 12 % оғирлик) нитрация реакцияси таъсирида эркин радикал механизмига кўра қуйидагича парчаланади:



Олинган этилацетатдан сирка кислотаси ва этил спиртини ҳосил қилиш учун гидролиздан ўтиши мумкин. Эфирларнинг гидролизи 3-расмда келтирилган мумкин бўлган механизм бўйича амалга оширилади.



3-расм – Эфирларнинг гидролизланиши

Ажратилган радикал C_2H_5 натижасида қуйидаги схема бўйича этил сульфат ҳосил бўлади:

$$CH_3—CH_2—CH_2—\dot{C}H_2 + H_2O \longrightarrow CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + OH^{\bullet}$$

$$CH_3—CH_2—CH_2—\dot{C}H_2 + OH \longrightarrow CH_3—CH_2—CH_2—CH_2-OH$$

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2-OH + HNO_3 \xrightarrow[-H_2O]{} CH_3—CH_2—CH_2—CH_2-ONO_2$$

Этил спирти ишлаб чиқариш қолдиқлари сульфати ҳосил бўлган этил сульфат эфирлари дизел ёқилғисига присадка сифатида киритилганда мойловчи ва эскиришини камайишига олиб келиши керак [4].

Сульфатлар бўлган присадкалар дизел ёқилғисига қўшилганда, аминлар, кетонлар, альдегидлар, спиртлар ва галоген ҳосилаларига қараганда мойловчи ва эскирувчи ҳосил қилувчиларни (оғир углеводородлар, асфальтен смолалари) сезиларли даражада камайишига ҳисса қўшиши маълум.

Ароматик бирикмалар сульфат кислота иштирокида дизел ёқилғиси мойловчанлик ва эскиришига қарши присадкалар олишнинг реакцияси қуйидагича бўлади. Реакция 80-100 ^{0}C да сув ҳаммомида 2 соат давомида олиб борилади [5].

$$C_6H_6 + H_2SO_4 \longrightarrow C_6H_5OSO_2H + H_2O$$

Мойловчи ва эскиришга қарши присадка олиш учун фақатгина сульфонатли бирикмалардан фойдаланиб мақсадга эришиб бўлмайди.

Бунинг учун биз олинган сульфонатли бирикмаларга кам миқдорда (Барий оғирлиги бўйича 0,075 % ни ташкил қилади.) барий гидроксид ($Ba(OH)_2$) қўшганимизда тутун ҳосил бўлгандаги эскириш миқдорини камайишига эришамиз.

$$2C_6H_5OSO_2H + Ba(OH)_2 \longrightarrow (C_6H_5OSO_2)_2Ba + 2H_2O$$

Спиртдаги углерод атомлари сонининг сульфатланиш жараёнига таъсири. Молекуляр оғирлиги паст бўлган спиртнинг сульфатланиши юқори молекуляр оғирликдаги спиртга қараганда тезроқ бўлади. Аввало, бу спиртларнинг эрувчанлиги билан боғлиқ бўлади.

Молекуляр массанинг ортиши билан спиртларнинг сувда эрувчанлиги кескин пасаяди, юқори молекуляр тузилишга эга спиртларнинг эрувчанлиги нормал тузилишга эга спиртларга қараганда юқори бўлади.

Сивуш мойларидаги спирт молекулаларининг тузилишида углеводород радикали ва кислород атоми бир хил тўғри чизиқлар бўйича бормайди, балки бир-бирига нисбатан қандайдир бурчак остида жойлашган. Бундан ташқари, кислород атомида эркин электрон жуфтлари ҳам мавжуд. Шунинг учун кислород атоми электронларнинг кислород атомига силжиши натижасида қандайдир мусбат зарядга эга бўлган бошқа молекуланинг водород атоми билан ўзаро таъсир қилиши мумкин. Водород боғларининг мустаҳкамлиги анъанавий ковалент боғланишдан анча паст (тахминан ўн марта).

Водород боғлари спирт ва сув молекулалари ўртасида ҳам ўрнатилиши мумкин. Бу углеводородлардан фарқли ўлароқ, спиртларнинг эрувчанлигини тушунтиради, улар С-Н боғларининг паст қутблилиги туфайли сув билан водород боғларини ҳосил қилмайди ва шунинг учун унда эримайди [6].

Макромолекуляр спиртларнинг эрувчанлигининг камайиши билан изоҳлаш мумкинки, спирт молекуласидаги углеводород радикали қанчалик катта бўлса, гидроксил гуруҳига водород боғлари ҳосил бўлиши туфайли бундай молекулани эритмада ушлаб туриш шунчалик қийинлашади [7].

Тадқиқотда асосий ёқилғи сифатида гидротозаланган дизел фракцияси (қишки ва арктик иқлим учун дизел ёқилғисини ишлаб чиқаришда ГОСТ Р 52368-2005 бўйича дизел

ёқилғисининг таркибий қисми) ишлатилган, унинг физик-кимёвий хусусиятлари 3-жадвалда келтирилган.

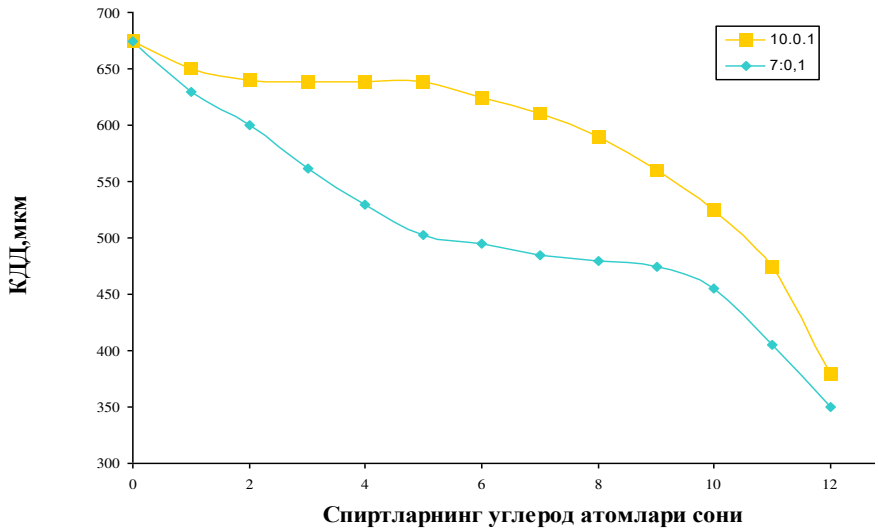
3-жадвал

Гидротозаланган дизел ёқилғисининг физик ва кимёвий хоссалари

Кўрсаткич номи	Белги кўрсаткичи
Цетан сони	51,0
Зичлик 15°С учун, кг/м^3 20°С учун, кг/м^3	 830 840,6
Полициклик ароматик углеводородларнинг таркиби, %.	5,5
Олтингугурт таркиби, мг/кг, III синф.	27-(0,27)
Ёпиқ тигелда чақнаш ҳарорати, °С	49
Сув таркиби, мг/кг	Мавжуд эмас
Мойланиш қобилияти: 60°С учун куйиниш доғи диаметр, мкм	 565*
40°С кинематик қовушқоқлик, мм^2/с	1,60
Фракцион таркиб: -қайнаш бошланиши, °С - 180°С гача бўлган ҳароратда дистилланган, %. - 10 % фракция чиқиши, °С - 50 % об. фракция чиқиши, °С - 90 % об. фракция чиқиши, °С - 95 % об. фракция чиқиши, °С - 358°С гача бўлган ҳароратда ҳайдаш, % об.	 168 3 191 264 352 356 97
Чекланган фильтрлаш ҳарорати, °С	4,2
Хираланиш ҳарорати	-24
Қотиш ҳарорати	минус 30

**тадқиқотни бажаришда куйинди доғи диаметри қиймати 580 микронни ташкил қилади*

3-жадвалдан кўриниб турибдики, ўрганилаётган асосий ёқилғининг мойланишини тавсифловчи куйинди доғи диаметрининг қиймати рухсат этилган қийматлардан (460 мкм) ошади ва 565 мкм ни ташкил қилади.



4-расм-Куйинди доғи диаметрини корректировка қилишда алифатик спиртларнинг таъсири

Шу муносабат билан ўрганилаётган дизел ёқилғисининг мойлаш қобилиятини яхшилаш учун унинг таркибига ўрганилаётган спиртларни киритиш таклиф этилади. Дизел ёқилғиси таркибидаги алифатик спиртнинг турли хил миқдори (0,1 ва 0,5 %) билан тажрибалар ўтказилди, натижалари 4-расмда кўрсатилган.

Юқорида келтирилган 4-расмдан келиб чиқадики, спиртдаги углерод атомлари сонининг кўпайиши (молекуляр оғирлик) билан куйиниш доғи диаметрининг камайиши кузатилади. Энг муҳим ўзгариш C_6 ва ундан юқори алифатик спиртларда аниқланган.

Шундай қилиб, ўтказилган тадқиқотлар дастлабки этил спирти ишлаб чиқариш куб қолдиқларини икки қисмга бўлиш мақсадга мувофиқлигини кўрсатди: паст қайнаш ва юқори қайнаш чегаралари бўйича. Шу билан бирга, углерод атомлари сони 3 дан 7 гача бўлган, паст куйинишга қарши хусусиятларга эга бўлган спиртларни ўз ичига олган паст қайнайдиган фракцияни кейинги куйинишга қарши присадка ишлаб чиқариш билан сульфатланишга, углерод сони эса юқори қайнайдиган фракцияга таъсир қилиш тавсия этилади. Тўғридан-тўғри куйинишга қарши присадка сифатида фойдаланиш учун 7 ва ундан ортиқ спирт атомлардан фойдаланиш мақсадга муофиқ. Мойловчи ва эскиришга қарши присадка дистиллаш натижалари шуни кўрсатдики, этил спирти ишлаб чиқаришнинг колдиқлари паст ва юқори қайнайдиган фракцияларга бўлиниш чегараси 95 °C ҳароратга тўғри келади, шунинг учун биз этил спирти ишлаб чиқариш қолдиғини 95 °C фракциясини паст қайнайдиган фракция деб ҳисоблаймиз.

Эскиришга қарши присадка ишлаб чиқариш билан сульфатлаш жараёни учун хом ашё ва 95°C да бошланғич қайнаш фракцияси эсиришга қарши присадка сифатида фойдаланиш таклиф этилади. Бу дизел ёқилғиси учун икки турдаги присадкалар ишлаб чиқариш билан этил спирти ишлаб чиқариш қолдиғидан тўлиқ фойдаланиш имконини беради.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Пат. 021535 B1. Способ получения этанола и высших спиртов / Нильсен Пол Эрик Хойлунд, Темель Бурчин, Беато; опубл. 2015.07.30;
2. Пат. №2263660 Российская Федератsiя, МПК C07C69/24, C07C69/52, C07C67/03, СПСЗ/10. Способ переэтерификатsii жира и/или масла биологического происхождения путем алкоголиза./ 2005.11.10. 109.
3. Фозилов Ҳ.С., Шарипов М.З., Фозилов С.Ф., Мавлонов Б. А, Ғайбуллаева А.Ф. Получение и изучение высших жирных спиртов и их применение в нефтехимичкской промышленности. «Universum: технические науки» электронный научный журнал. - Москва. 2021. №11 (92) часть 4. -С.97-100.
4. Фозилов Х.С., Мавланов Б.А., Фозилов С.Ф. Саноати чиқиндиларидан юқори ёғ спиртларини олиш усуллари ва уларнинг саноатдаги аҳамияти // Бухоро муҳандислик-технология институти «Озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқаришда илм-фан ва инноватsion технологиялар» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференция . 2022 й . 535-537 б.
5. Мамарасулова З.В., Громова В.В.. Этерификациія пентаэритрита на гетерогенных катализаторах. // Перспективы развития химической переработки горючих ископаемых: материалы конференции - СПб.: КИНЕФ, 2006. - С. 149.
6. Fozilov X.S. Mahalliy ikkilamchi xom-ashyolar asosida dizel yoqilg‘isining moylovchanlik xossalarini yaxshilovchi prisadkalar olish texnologiyasini ishlab chiqish. Avtoreferat texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD). –Toshkent.-2024.-48 b.
7. Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Кам олтингугуртли дизель ёқилғиларининг мойловчанлик хоссаларига юқори ёғ кислота ва спиртларнинг присадкалик хусусиятларини ўрганиш. Фан ва технологиялар тараққиёти Илмий-техникавий журнал. 3/2025.58-62 б.

BUXORO NEFTNI QAYTA ISHLASH ZAVODIDAGI MAZUT XOMASHYOSINING FIZIK - KIMYOVIY TAHLILI VA UNDAN MOY VA KOKS OLISH JARAYONINI TAHLIL QILISH

Panoyev E.R., Do‘stov H.B., Nurnazirova G.D.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Buxoro neftni qayta ishlash zavodida (BNQIZ) neftni atmosferali kolonna (AT) qurilmasida haydab olingan qoldiq mazutning fraksion tarkibi keltirilgan bo‘lib, bunda mazutning fizik-kimyoviy xususiyalari GOST va ASTM standartlariga muvofiq laboratoriya tahlil natijalari hamda moy va koks olish usuli tadqiq qilingan.*

Kalit so‘zlar: *mazut, atmosferali haydash, qurilma, uglevodorod, asfalten, smola, fraksiya, moy, koks, parafin, qovushqoqlik, xromotografiya, termik qayta ishlash.*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАЗУТНОГО СЫРЬЯ БУХАРСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА И АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НЕГО НЕФТИ И КОКСА

Паноев Э.Р., Дустов Х.Б., Нурназирова Г.Д.

Бухарский государственный технический университет

Аннотация. *В данной статье представлен фракционный состав остаточного топочного мазута, извлеченного из установки атмосферной колонны (АТ) Бухарского нефтеперерабатывающего завода (БНПЗ), где изучены физико-химические свойства мазута, результаты лабораторного анализа по стандартам ГОСТ и ASTM, а также способ получения масла и кокса.*

Ключевые слова: *мазут, атмосферное движение, устройство, углеводород, асфальтены, смола, фракция, нефть, кокс, парафин, вязкость, хроматография, термическая обработка.*

PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF FUEL OIL RAW MATERIALS AT THE BUKHARA OIL REFINERY AND ANALYSIS OF THE PROCESS OF OBTAINING OIL AND COKE FROM IT

Panoev E.R., Dustov Kh.B., Nurnazirova G.D.

Bukhara state technical university.

Abstract. *This article presents the fractional composition of residual fuel oil extracted from the atmospheric column (AC) unit at the Bukhara Oil Refinery (BOR), where the physicochemical properties of fuel oil, the results of laboratory analysis in accordance with GOST and ASTM standards, and the method of obtaining oil and coke are studied.*

Keywords: *fuel oil, atmospheric driving, device, hydrocarbon, asphaltene, tar, fraction, oil, coke, paraffin, viscosity, chromatography, thermal processing.*

Buxoro neftni qayta ishlash zavodida neftni atmosferali haydash qurilmasidan qoladigan og‘ir qoldiq mazut xomashyosi hisoblanadi.

Mazut odatda moy mahsulotlari surkov materillari va qozonxonalarda yoqilg‘i sifatida ishlatiladi. Hozirgi vaqtda mazutdan katalitik kreking yoki gidrokreking qurilmalarida yoqish uchun xomashyo sifatida ham foydalanish mumkin.Lekin bu xomashyoni qayta ishlab ko‘p mahsulotlar olish mumkin. Buning uchun mazut xomashyosining tarkibi xossalariga bog‘liq. Ushbu xomashyodan quyidagi mahsulotlarni olish mumkin.

Mazut xomashyosi quyidagi birikmalardan tashkil topgan.

- Og‘ir uglevodorodlar: C_{20+} uglevodorodlar (parafinlar, naftenlar va aromatik birikmalar).
- Smolalar: Yuqori molekulyar og‘irlikdagi aromatik va geteroatomli birikmalar.
- Asfaltenlar: Eng yuqori molekulyar og‘irlikdagi va polar birikmalar, tarkibida oltingugurt, azot va metallar mavjud.
- Mexanik qo‘shimchalar: Mineral tuzlar, qum va boshqa qattiq zarrachalar (oz miqdorda).
- Suv: Emulsiya holatida bo‘lishi mumkin.

Tadqiqot usuli. BNQIZ mazutning sifatini nazorat qilish uchun GOST va ASTM standartlariga muvofiq laboratoriya tahlillari o‘tkazildi.

Yuqoridagi birikmalarni qancha miqdorda bor ekanligi va uning fraksion tarkibini aniqlashda quyidagi tadqiqot ishlari amalga oshirildi.



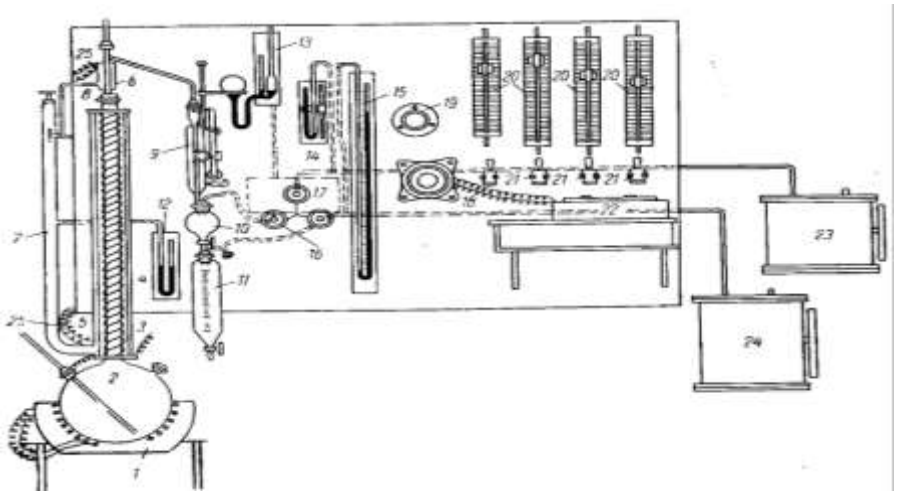
Tadqiqotning birinchi bosqichda mazut xomashyosining fizik-kimyoviy xususiyatlari aniqlandi (1-jadval).

1-jadval

Buxoro neftni qayta ishlash zavodining neftni atmosferali haydash qurilmasidagi qoldiq mazut xomashyosining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Xususiyati	Qiymati	Standarti
Zichlik (15 ^{o}C da)	950-1050 kg/m^3	GOST 3900-2007, ASTM D4052
Qovushqoqlik(100 ^{o}C da)	50-500 cSt	GOST 33-2000, ASTM D445
Qotish harorati	10-50 ^{o}C	GOST 20287-91, ASTM D97
Oltingugurt miqdori	1-3,5 %	GOST R 51947-2002, ASTM D4294
Kul miqdori	0,02-0,15 %	GOST 1461-75, ASTM D482
Suv miqdori	0,1-1,0 %	GOST 2477-65, ASTM D95
Mexanik qo‘shimchalar	0,01-0,1 %	GOST 6370-83
Vodorod ko‘rsatkichi	50-70 mg KOH/g	GOST 5985-79, ASTM D974

Ikkinchi bosqichda mazut xomashyosining fraksion tarkibi aniqlandi. Buni aniqlashda 1-rasmdagi gadaskina laboratoriya qurilmasidan foydalanildi. Bunda 350-470 ^{o}C gacha haroratlarda olib borildi.



1-rasm. Mazut xomashyosini fraksiyalash uchun laboratoriya qurilmasi. *1 - elektr isitgich; 2 - kolba; 3 - rektifikatsion kolonna; 4 - elektr cho‘lg‘am; 5 - korpus; 6 - kondensator; 7 - havo kanali; 8 - yangi ulanish namunasi; 9 - kondensator; 10,11 - qabul qiluvchilar; 12 - manometr; 13 - termostat; 14,15 - vakuumetr; 16,17 - kranlar; 18,19 - taqsimlagichlar; 20 - reostat; 21 - kalit; 22 - millivoltmetr; 23,24 - vakuumli nasos; 25 - termopara.*

Har bir fraksiyaning fizik-kimyoviy tahlillari amalga oshirildi. Uning natijalari 2-jadvalda berilgan.

2-jadval

Mazut xomashyosining fraksion tarkibi

Fraksiya	Og‘irligi, *g*	%	Kinematik qovushqoqlik, 50 ^{o}C da mm^2/s	Kinematik qovushqoqlik, 100 ^{o}C da mm^2/s
Qaynashning boshlanishi, 350 ^{o}C	5,0	0,83		
350-380	1,46	2,43	4,56	
380-400	19,2	3,2	7,52	
400-410	16,2	2,7	10,58	
410-420	8,4	1,4	13,00	
420-430	11,2	1,87	14,36	
430-440	19,0	3,12	16,92	
440-450	39,6	6,6	22,56	
450-460	26,1	4,35	24,17	6,20
460-470	29,7	4,97		6,82
Qoldiq	405,48	67,58		
Yo‘qotilish	18,66	0,97		
Jami	**600**	**100**		

Moy fraksiyasi 50 va 100 ^{o}C haroratlarda VPJ-2 viskozometri laboratoriya jihozidan foydalanib qovushqoqliklari o‘rganildi va uning tahlil natijalari 3-jadvalda keltirigan.

3-jadval

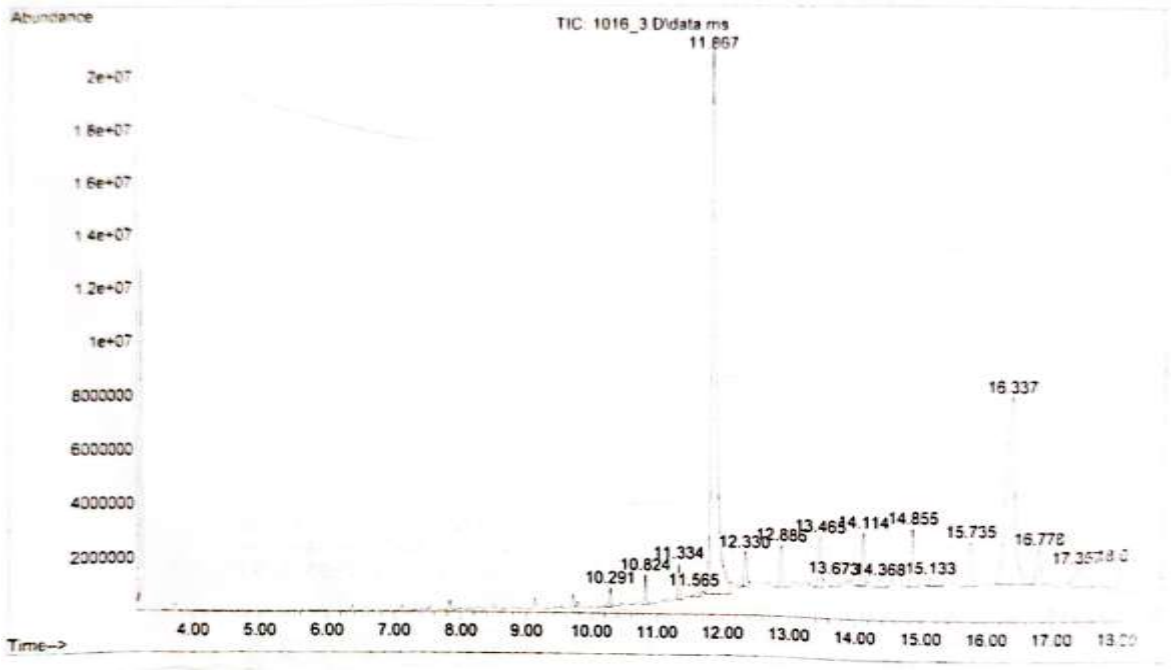
Ma’lum haroratlarda moy fraksiyasidagi qovushqoqlik ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkichlar	I-fraksiya (350-400 ^{o}C)	II-fraksiya (400-450 ^{o}C)	III-fraksiya (450-470 ^{o}C)
1	Kinematik qovushqoqlik mm^2/sek. 50-100 ^{o}C	υ_{50}=7,18	υ_{50}=17,98	υ_{100}=6,51



2-rasm. Xromatek-Kristall 5000 C qurilmasi

Uchinchi bosqichda mass spektrometriyali gaz xromatografiyasi (GC-MS) - bu gaz xromatografiyasini mass-spektrometrik detektor bilan birlashtirgan yuqori aniqlilikda tahlil chuqur tadqiqot ishlari olib borildi. Bunda mazut tarkibidagi moddalar miqdori tahlil qilindi.



3-rasm. Gaz xromatografiyaning mass-spektrometri

Tahlil natijalariga ko‘ra quyidagi moddalar aniqlandi.

4-jadval

Gaz xromatografiyasidan olingan tahlil natijalari

Nomi	Uglerod atomlar soni (*n*)	Kimyoviy formulasi
Nanodekan	9	C_9H_{20}
Heptadekan	17	$C_{17}H_{36}$
Oktadekan	18	$C_{18}H_{38}$
Eikosan	20	$C_{20}H_{42}$
Heneikosan	21	$C_{21}H_{44}$
Dokosan	22	$C_{22}H_{46}$
Trikosan	23	$C_{23}H_{48}$
Tetrakosan	24	$C_{24}H_{50}$
Pentakosan	25	$C_{25}H_{52}$
Geksakosan	26	$C_{26}H_{54}$
Heptakosan	27	$C_{27}H_{56}$
Oktakosan	28	$C_{28}H_{58}$
Nonakosan	29	$C_{29}H_{60}$

Bu moddalar to‘g‘ri zanjirli alkanlar bo‘lib, faqat uglerod (C) va vodorod (H) atomlaridan tashkil topgan. Ushbu alkanlar ko‘pincha parafin mumlari, moylash materiallari, erituvchilar va boshqa sanoat mahsulotlarida uchraydi. Ularning fizik xususiyatlari (qaynash harorati, erish harorati) uglerod zanjirining uzunligiga bog‘liq. Uglerod atomlari soni ortishi bilan qaynash va erish haroratlari ham ortib boradi. Bundan tashqari mazut tarkibida boshqa moddalar ham mavjud bo‘lib, tadqiqot ishining maqsadi yuqoridagi moddalarni qancha miqdorda ekanligini aniqlashdan iborat.

So‘ngi to‘rtinchi bosqichda mazutni termik qayta ishlash usuli bo‘lib, bunda koks olish jarayoniga qaratilgan.

Mazut yuqori haroratda (470-520 °C) va past bosimda (0,1-0,3 MPa) parchalanadi. Bunda uglevodorod molekulalari issiqlik ta’sirida parchalanib:

- gazlarni (metan, etan, propan, butan)
- yengil suyuqlik fraksiyalarini (gazoyl, benzinga o‘xshash fraksiya)

- qattiq qoldiq - neft koksini hosil qiladi.

Umumiy olingan mahsulotlar 5-jadvalga keltirilgan.

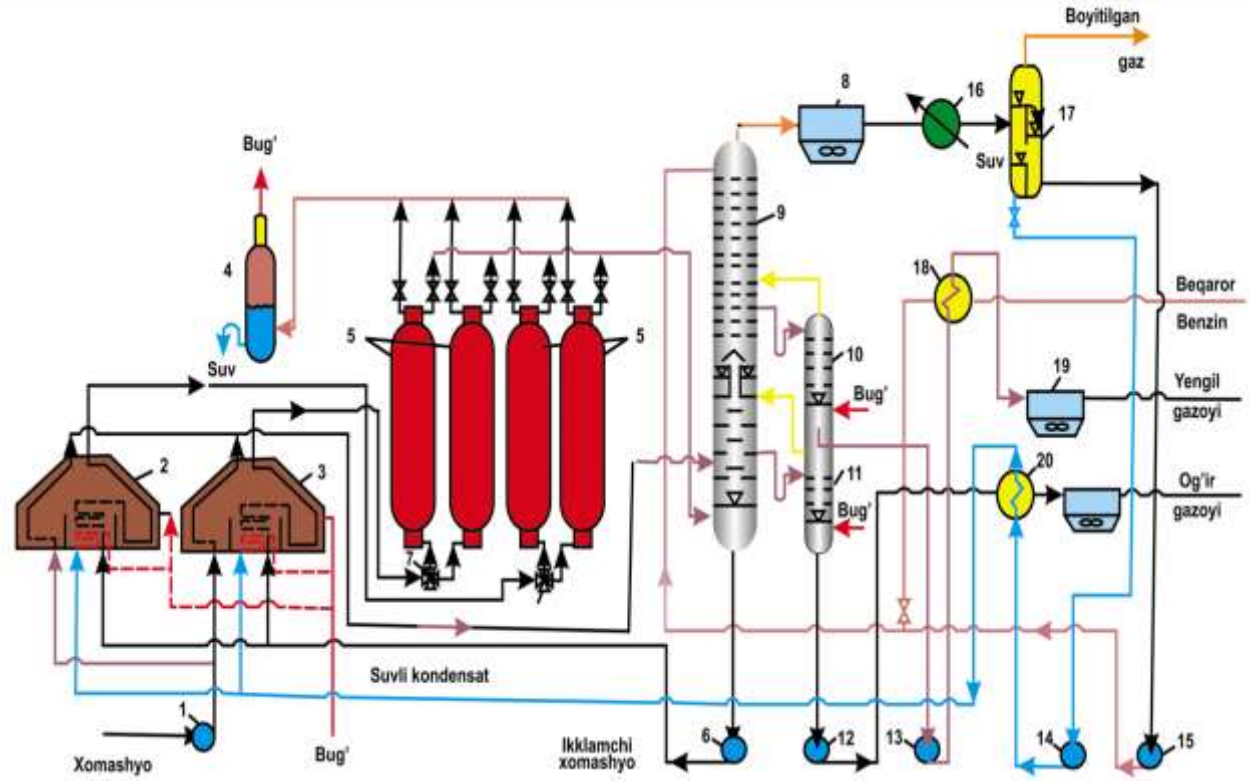
5-jadval

Olingan mahsulotlar tarkibi va qo'llanilish sohalari

Mahsulot va miqdor (mass % hisobida)	**Tarkibi**	**Qo'llanilishi**
Gazlar (20–30 %)	CH_4, C_2H_6, H_2	Isitish yoki sintez gazi sifatida
Benzin fraksiyasi (50–60 %)	C_5–C_{12}	Avtomobil benzini uchun qo'shimcha xomashyo
Gazoyl fraksiyasi (10–15 %)	C_{12}–C_{20}	Dizel yoqilg'isi, qayta kreking xomashyosi
Koks (5–10 %)	80–90 % C, kam miqdor S, H	Elektrodlar, metallurgiya (reduktor sifatida), karbon materiallar

Termik parchalanish reaksiyasi:

$$C_nH_{2n+2} \rightarrow C_mH_{2m+2} + C_kH_{2k}$$



4-rasm. Mazutdan koks olish texnologik sxemasi. *1,6,12,15 - nasoslar; 2,3 - quvurli o'choqlar; 4 - yig'gich; 5 - sekinlik bilan koks hosil qiluvchi kameralar; 7- to'rt yo'lli kran; 8,19,21 - havoli sovitish jihozlari; 9 - rektifikatsion kolonna; 10, 11 - bug'latuchi kolonna;16 - sovitkich; 17 - ajratkich; 18,20 - issiqlik almashtirgichlar.*

Mazut xomashyo *1* nasos yordamida parallel oqimda *2* va *3* quvurli o'choqlarning yuqori qismidan berilib, u yerda 350-380 ^oC gacha qizdiriladi. So'ngra xomashyo rektifikatsion kolonnaning *9* pastki qismiga kaskadli tarelka yuqorisidan kiritiladi. Shuningdek, bu yerdan parallel ravishda ishlovchi kameralarda hosil bo'ladigan koksli mahsulotlarini gaz va bug'larni pastki tarelka ostidan kiritiladi.

Xomashyo kolonnadagi to'qnashuv natijasida og'ir fraksiya bug'lari kondensatsiyalanadi va xomashyo bilan aralashadi. Bunga ko'ra kolonna pastida resirkulyat yoki ikkilamchi xomashyo hosil qilinadi. Ikkilamchi xomashyo *9* kolonnadan *6* nasos yordamida *2* va *3* quvurli o'choqlarga

qaytariladi va 490-510 ^{o}C gacha qizdiriladi. Quvurli o'choq quvurlarida koks hosil bo'lishi oldini olish maqsadida yuqori ekran qismiga ≈3 % gacha turbolizator deb ataluvchi jihozga qizdirilgan suv bug'i beriladi. Suv bug'i berilishi hisobidan oqimni zmeevikning reaksion qismidan o'tishi tezlashadi. Qizdirilgan ortiqcha bug'dan *10* va *11* bug'latish kolonnalarida ishlatish mumkin.

Bug' holida aralashma quvurli o'choqlaridan so'ng parallel oqimda *4* yo'lli *7* kranlar orqali ikkita teng ishlovchi *5* kameraga kiritiladi. Bu vaqtda ikki kamera ishchi davriy siklga tayyorlanadi. Qaynoq xomashyo kameralar pastidan beriladi va asta-sekinlik bilan to'lib boradi. Hajmi ancha katta, ichki diametri 4,6-5,5 *m* va balandligi 27-28 *m*. Parchalanishdagi bug' mahsulotlari uzluksiz ravishda kamera yuqorisidan chiqariladi va *9* kolonnaga yuboriladi, og'ir qoldiq esa qoladi. Suyuq qoldiq esa asta-sekinlik bilan koksga aylanadi. Kamera taxminan 24 soatda koks bilan to'ladi. Kameralarda bu bosim 0,18-0,60 MPa. Kokslash mahsulotlari *9* kolonnada ajratiladi. Kolonna yuqorisidan benzin bug'lari, suv, hamda koks gazlari chiqariladi. Yengil va og'ir gazoyllar *10* va *11* bug'lanish kolonnalaridan *13* va *12* nasos yordamida beqaror benzinni qizdirish uchun *18* issiqlik almashtirgich orqali va suv kondensatini isitish uchun *20* issiqlik almashtirgichdan o'tib, sovutish tizimidan so'ng rezervuarga chiqadi.

Kameralar koks bilan to'lgandan keyin, kameraga xomashyo qabul qilishi to'xtatiladi va suv bug'i yordamida qolgan suyuq mahsulotlar va neft bug'lari siqib chiqariladi. Dastlab siqib chiqarilayotgan mahsulotlar *9* kolonnaga, qachonki koks harorati 400-405 ^{o}C ga pasayganda bug'lar oqimi *4* yig'gichda siqiladi. Koks harorati 200 ^{o}C gacha pasayguncha suv bug'i berish davom etadi. Keyinchalik kameraga suv bug'i beriladi va berilayotgan suv atmosferaga bug'lanish davom etguncha, ya'ni *4* yig'gichni quyish quvurida paydo bo'lguncha davom ettiriladi. Kameralardan koks gidravlik usulda gidroburg'i va gidrokeskichlar yordamida 10-15 MPa bosimda kesib bo'laklanadi va chiqariladi.

Xulosa. Ushbu maqolada Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi neftni atmosferali kolonna qurilmasida haydab olingan qoldiq mazutning fizik-kimyoviy xususiyalari GOST va ASTM standartlariga muvofiq laboratoriya tahlil natijalari va ushbu xomashyo asosida moy fraksiyalar va koks mahsulotlari olish jarayonlarining tadqiqot usullari keltirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. Buxoro neftni qayta ishlash zavodi reglamaneti.
2. N.N.Xudoyberdiev, M.N.Murodov Buxoro neftni qayta ishlash zavodi xom ashyo neftining tarkibi va xossalarini tadqiq qilish // Science and Education. 2023. №5.
3. И.Р.Гумеров, Н.Е. Кувшинов Основные физико-химические свойства мазута // Инновационная наука. 2016. №4-3 (16).
4. Ю.Г. Назмеев "Мазутные хозяйства ТЭС" Москва Изд; МЭИ-2002год.
5. А.Ф.Ахметов, Ю.В.Красильникова, Е.В.Герасимова Особенности переработки тяжелых нефтяных остатков // Нефтегазовое дело. 2011. Т. 9, № 1. С. 101-104.
6. http://www.kotel21.ru/mazutnoe-hozjaystvo-kotelnih/
7. https://begemot.ai/projects/339232-texnologiia-proizvodstva-mazuta-osnovnye-etapy-i-perspektivy-razvitiia
8. https://www.ngpedia.ru/pg00211jY5G0Y0d6d3H6960007070795/

XONDIZA POLIMETALL MA’DANLARINING KOLLEKTIV-SELEKTIV FLOTATSIYASINI OPTIMALLASHTIRISH VA MIS BOYITMASINI AJRATIB OLISHNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

[1]Soatov B.Sh., [2]Xasanov A.S., [1]Hakimov K.J., [1]Muhammadiyev E.M.

[1]Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar davlat universiteti, [2]"Olmaliq KMK" AJ.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Xondiza polimetall konidan qazib olingan ma’dan materiallarini boyitish usulini takomillashtirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar tahlili keltirilgan. Kon ma’danlarining mineral tarkibi, ularning texnologik xususiyatlari, shuningdek, boyitish jarayonida qo‘llanilgan reagentlar haqidagi ma’lumotlar atroflicha tahlil qilingan. Ilmiy tadqiqotlarning turli bosqichlarida taklif etilgan flotatsion boyitishning turli variantlari samaradorligini o‘rganishga alohida e’tibor qaratilgan. Olingan natijalar asosida mis boyitmasini ajratib olish samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.*

Kalit so‘zlar: *xondiza, polimetall ma’danlar, mis konsentrati, flotatsiya, selektiv boyitish, reagent rejimi, metallarni ajratib olish, SEM-tahlil.*

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЛЕКТИВНО-СЕЛЕКТИВНОЙ ФЛОТАЦИИ ХАНДИЗИНСКИХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА

[1]Соатов Б.Ш., [2]Хасанов А.С., [1]Хакимов К.Ж., [1]Муҳаммадиева Э.М.

[1]Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий, [2]АО “Алмалыкский ГМК”.

Аннотация. *В статье представлен анализ научных изысканий, сфокусированных на оптимизации методики обогащения рудных материалов, добытых на полиметаллическом месторождении Хандизы. Проанализированы сведения о минеральном составе руд месторождения, их технологических параметрах, а также о реагентах, применявшихся в ходе обогатительного процесса. Особое внимание уделено анализу эффективности различных вариантов флотационного обогащения, предлагавшихся в рамках различных этапов научных исследований. На основе полученных данных выработаны научно-практические рекомендации для улучшения результативности извлечения медного концентрата.*

Ключевые слова: *Хандиза, полиметаллические руды, медный концентрат, флотация, селективное обогащение, реагентный режим, извлечение металлов, SEM-анализ.*

OPTIMIZATION OF COLLECTIVE-SELECTIVE FLOTATION OF KHANDIZA POLYMETAL ORE AND INCREASING THE EFFICIENCY OF COPPER CONCENTRATE EXTRACTION.

[1]Soatov B.Sh., [2]Khasanov A.S., [1]Khakimov K.J., [1]Mukhammadiev E.M.

[1]Termez State University of Engineering and Agricultural Technology, [2]Almalyk KMK JSC

Abstract. *The article presents an analysis of scientific research focused on optimizing the methodology for enriching ore materials extracted from the Xondizapolymetallic deposit. Information on the mineral composition of the deposit's ores, their technological parameters, and the reagents used in the beneficiation process were analyzed. Special attention was paid to the analysis of the effectiveness of various flotation enrichment options proposed within the framework of various stages of scientific research. Based on the obtained data, scientific and practical recommendations have been developed to improve the efficiency of copper concentrate extraction.*

Keywords: *Handiza, polymetallic ores, copper concentrate, flotation, selective beneficiation, reagent mode, metal extraction, SEM analysis.*

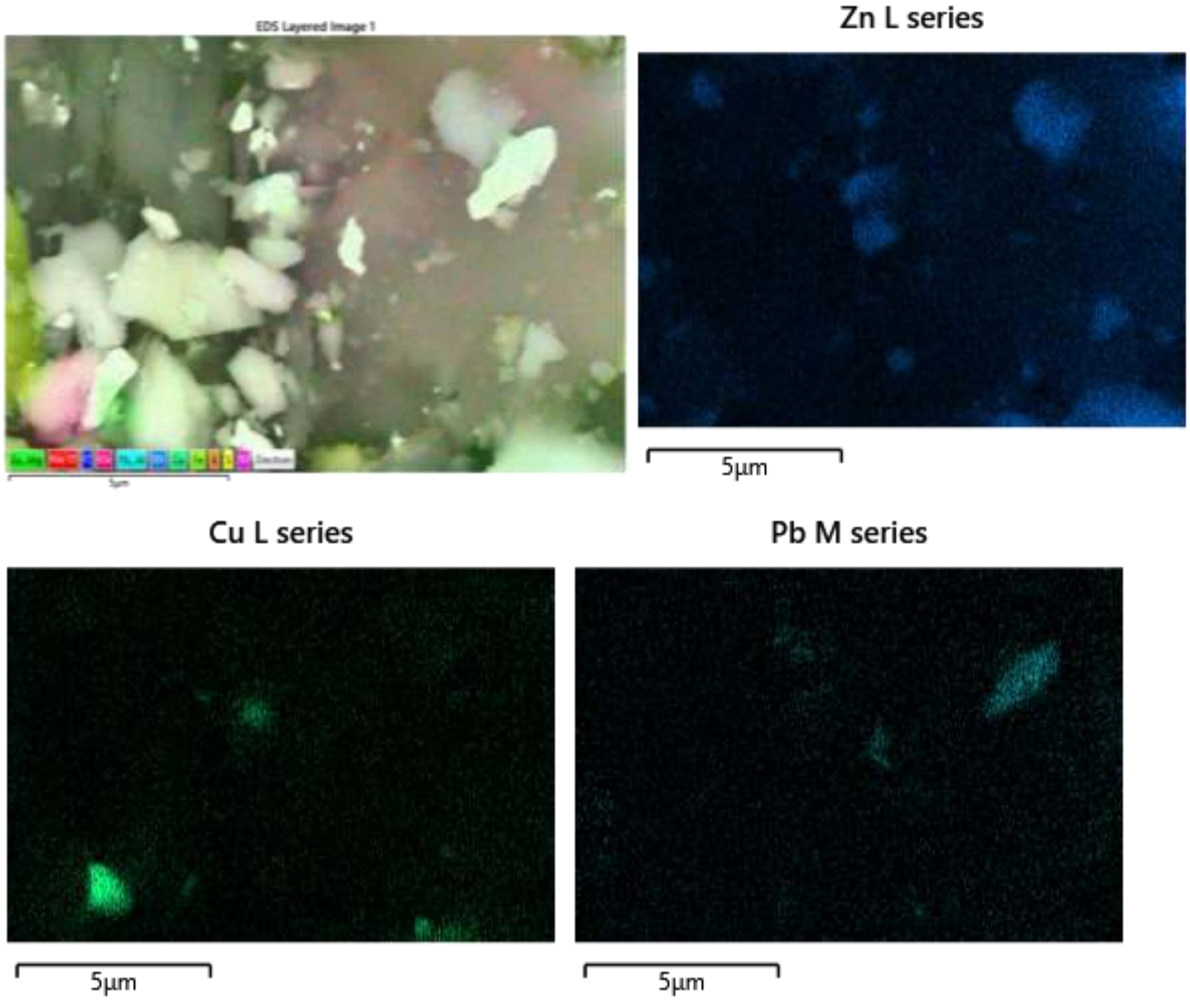
Kirish. O‘zbekistonning janubiy qismida (Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumani) joylashgan Xondiza konining polimetall ma’danlari murakkab mineralogik tarkib va boyitish jarayonining qiyinligi kuzatiladi. 1970-yillarning boshidan beri bir qator mahalliy va xorijiy ilmiy tashkilotlar ushbu ma’danlardan rangli metallar - mis, qo‘rg‘oshin va ruxni ajratib olish samaradorligini oshirish maqsadida texnologik tadqiqotlar olib bormoqdalar.

Ushbu ishning dolzarbligi murakkab tarkibli va yuqori miqdordagi qo‘shimchalarga ega bo‘lgan ma’danlarni boyitishda rangli metallarni ajratib olish samaradorligini oshirish zarurati bilan belgilanadi. Xondiza konining sanoat ahamiyati foydali komponentlarning yuqori miqdori bilan izohlanadi: mis (0,46% gacha), qo‘rg‘oshin (1,45% gacha), rux (4,.45% gacha), shuningdek, kumush va oltin mavjudligi. Biroq, an’anaviy flotatsiya usullari maqbul ajratib olish darajalarida sifatli boyitmalar olishni ta’minlay olmaydi.

“Mavjud tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, asosiy muammo – sulfid minerallarining o‘zaro kuchli bog‘langan holda uchrashi bo‘lib, bu esa boyitish jarayonida murakkab reagentlar tizimini qo‘llashni hamda ko‘p bosqichli qayta ishlash sxemalarini talab qiladi.”

Tadqiqotning maqsadi — Xondiza konining polimetall ma’danlarini boyitishning texnologik sxemasini ishlab chiqish va optimallashtirish, bu orqali mis, qo‘rg‘oshin va ruxni samarali ajratib, sifatli boyitmalar olishni ta’minlash. Foydali komponentlarni maksimal darajada ajratib olishni ta’minlovchi reagent rejimlarini, maydalash darajasini va flotatsiya tartiblarini tanlashga alohida e’tibor qaratilmoqda [1].

Tadqiqot usullari. Dastlab namunalar tarkibidagi qimmatli komponentlar kimyoviy tahlildan o‘tkazildi. Skanerlovchi elektron mikroskopiya usuli yordamida rux-qo‘rg‘oshin-mis mineralizatsiyali polimetall ma’danlarning strukturaviy-morfologik xususiyatlari va mineralogik tarkibi aniqlandi. To‘rtta ma’dan namunasida o‘tkazilgan tahlillar ularda quyidagi foydali komponentlar borligini ko‘rsatdi, foiz hisobida: Cu 0,35-2,35, Pb 1,7-6,6, Zn 4,8-15,5, S5,6-22,4, SiO_2 22,8-71,8. Asosiy ma’danli minerallari xalkopirit, galenit, sfalerit, pirit, jins hosil qiluvchi kvars.

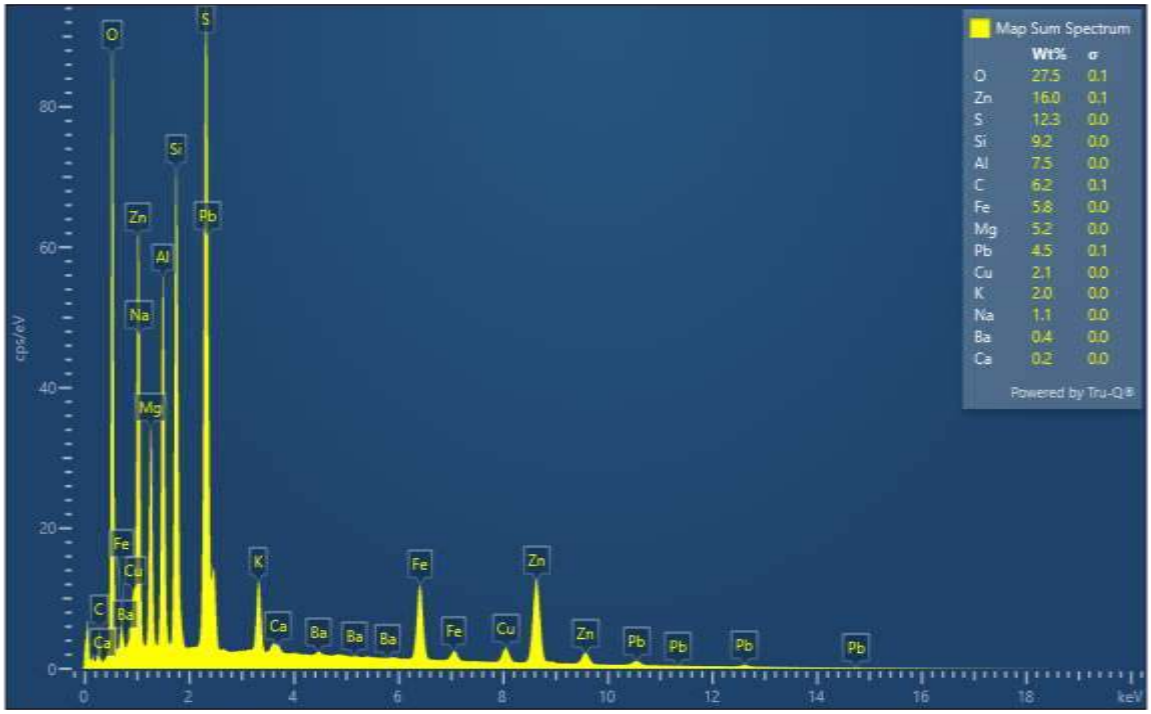


1-rasm. Xondiza polimetall ma’danlari boshlang‘ich ma’danlarining SEM suratlari (x15000 kattalashtirishda)

O‘rganilayotgan dastlabki namunalar SEM-ThermoFisherScientificApreo 2 S LoVac rusumli skanerlash mikroskopida elektron-mikroskopik tadqiqotlar o‘tkazish uchun tabletka shaklida tayyorlangan.

1-rasmdagi tasvir shuni ko‘rsatadiki, 01 spektrida rux va mis minerallarining yuqori konsentratsiyasi kuzatiladi, ular kvars va temirning sulfidli minerallari bilan birga uchraydi. Metall birikmalar yuqori zichligi tufayli skanerlovchi elektron mikroskopda yorqin aks etadi va g‘ovak

jinslardan ajralib turadi. Ma’dan namunasining o‘rganish maydoni taxminan 50 mkm ni tashkil etadi, mikroskopik tadqiqot esa 15000 marta kattalashtirilgan holda olib borildi.



2-rasm. Xondiza dastlabki polimetall ma’danlari diagrammasi

Tasvir spektri (1-rasm) asosida aniqlangan asosiy va qo‘shimcha elementlarning miqdoriy tarkibi 2-rasmda diagramma shaklida ko‘rsatilgan.

Skanerlovchi elektron mikroskopiya yordamida olingan energiya dispersiya spektri tahlili shuni ko‘rsatdiki, namunaning tekshirilayotgan qismida 12,3 foizgacha oltingugurt mavjudligi qayd etilgan. Asosiy kiritma moddalar sulfidli minerallar - sfalerit, galenit, kovellin va pirit bo‘lib, ular alyumosilikatlar bilan birgalikda uchraydi.

Shunday qilib, tadqiq etilayotgan namunalar qiyin boyitiluvchi polimetall ma’dandan iborat. Kollektiv boyitmani ajratishda rux kuporosi, sianid va natriy gidrosulfit kabi reagentlardan foydalanildi. Biroq, mis, qo‘rg‘oshin va ruxning alohida selektiv boyitmalarini olishning imkoni bo‘lmadi [2].

Tajribalar to‘g‘ridan-to‘g‘ri selektiv flotatsiya sxemasi va kollektiv-selektiv sxema bo‘yicha Cu-Pb boyitmasini olish hamda keyinchalik uni ajratish orqali o‘tkazildi. Har ikkala sxemada rux minerallarining depressori sifatida $ZnSO_4$, qo‘rg‘oshin minerallarining depressori sifatida esa xrompik ishlatildi. Sianidning sarfi 300 g/t, xrompikning sarfi 6000 g/t ni tashkil etdi. Tajribalar faqat ochiq siklda o‘tkazilib, quyidagi natijalar olindi:

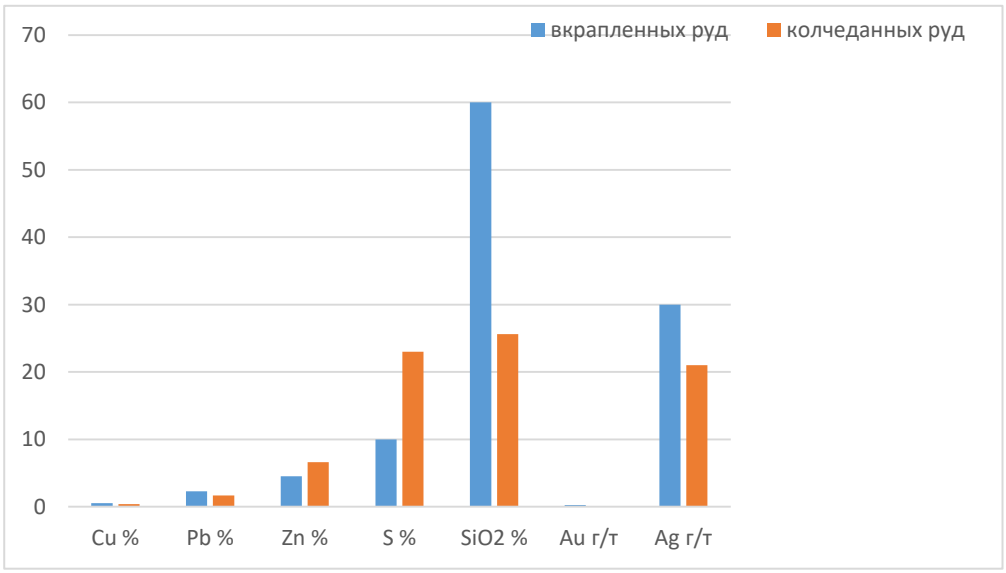
Mis miqdori 22% va ajratib olish darajasi 59% bo‘lgan mis boyitmasii, unda qo‘rg‘oshin va rux miqdori mos ravishda 11,4%, 12,9% ni tashkil etdi, ya’ni aralashmalar bo‘yicha konditsion bo‘lmagan boyitma.

Qo‘rg‘oshin miqdori 41% va ajratib olish darajasi 69,6% bo‘lgan qo‘rg‘oshinli nokonditsion boyitma;

Rux boyitmasi (konditsion) tarkibida rux miqdori 56,6% va ajratib olish darajasi 37%;

To‘g‘ridan-to‘g‘ri selektiv flotatsiya sxemasi bo‘yicha ma’danning maydalik yirikligi -0,074 mm sinfida 80% ni, kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasi bo‘yicha -55%, -0,074 mm ni tashkil etdi, Su-Rb k-ta 92% -0,074 mm sinfgacha maydalandi.

Shunday qilib, tadqiqotlar natijasida faqat 67% mis ajratib olingan mis boyitmasi olindi.



3-rasm. Ma'danlarning nuqtalilik darajasiga qarab asosiy metallar (Cu, Pb, Zn) miqdorining o'zgarishi

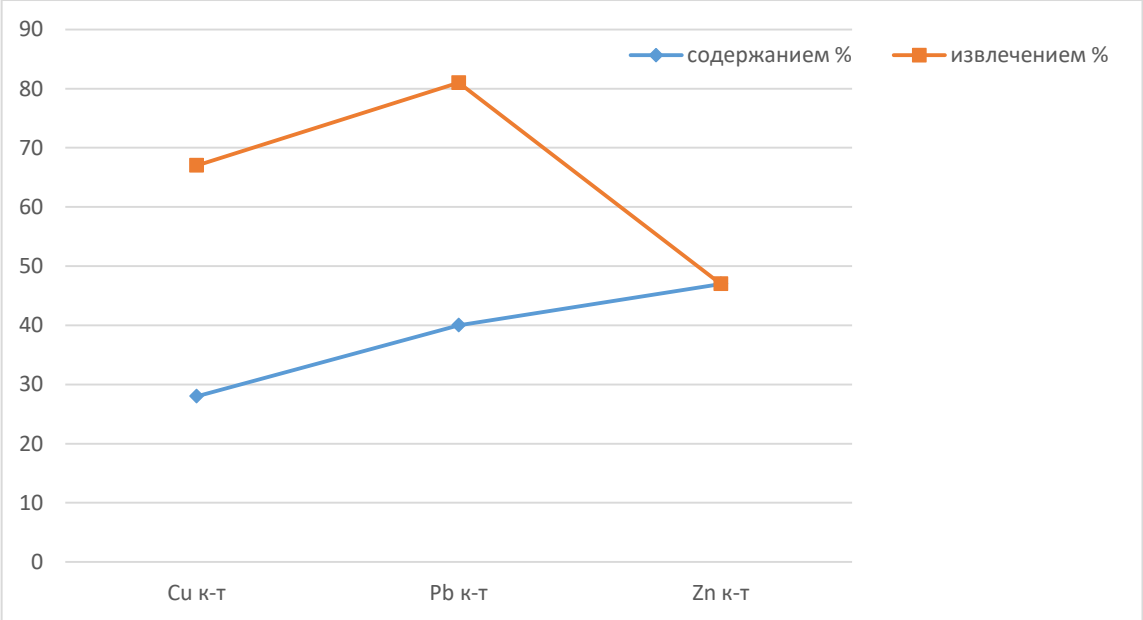
Markaziy analitik laboratoriyada OKMK AJ sharoitida tarkibida %: Su-0,5, Pb-2,3, Zn-4,5, S-10,0, SiO_2-60-73%, Au 0,25 g/t, Ag 21-42 g/t bo'lgan xol-xol ma'danlarning 3 ta namunasida va tarkibida: Su-0,37, Pb-1,67, Zn-6,6, S-23, SiO_2-25,6, Au-0,1 g/t, Ag-21 g/t bo'lgan kolchedan ma'danlarning (No10) namunasida tadqiqotlar o'tkazildi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagilarni o'z ichiga olgan kollektiv-selektiv sxema tavsiya etildi: ma'danni 75% -0,074 mm o'lchamgacha maydalash, Cu-Pb boyitmasini olish va uni 100% -0,044 mm o'lchamgacha maydalash; natriy gidrosulfit ($Na_2S_2O_4$, 1500 g/t ma'dan sarfi) yordamida Cu-Pb boyitmasini ajratish; mis va qo'rg'oshin flotatsiyasi oraliq mahsulotlarini kimyoviy (H_2SO_4) qayta ishlash; mis-qo'rg'oshin sikli qoldiqlaridan ruxni ajratib olish[3]. Ko'rsatilgan sxema bo'yicha tajribalar ochiq siklda o'tkazildi va quyidagi ko'rsatkichlar olindi:

Mis boyitmasi *tarkibida mis 28% va ajratib olish darajasi 67%;*

Qo'rg'oshin boyitmasi *tarkibida qo'rg'oshin miqdori 40% va ajratib olish darajasi 81%;*

Rux boyitmasi *tarkibida rux miqdori 47% va ajratib olish darajasi 47%.*



4-rasm. Mis, qo'rg'oshin va ruxni ajratib olishga flotoreagentlar sarfining ta'siri

Yopiq siklda tajribalar o‘tkazishda ajratilgan sanoat mahsulotlarini hisobga olgan holda, hisob-kitoblarga ko‘ra, kutilayotgan mis ajratib olish darajasi taxminan 70 foizni, qo‘rg‘oshin taxminan 90 foizni, rux esa 70-80 foizgacha tashkil etishi mumkin.

Kolchedan ma’danlarini namunasini yopiq sikl sxemasi bo‘yicha boyitish jarayonida misni 70% gacha, qo‘rg‘oshinni 60% gacha va ruxni 80% gacha ajratib olish mumkinligi kutiladi.

Hisob-kitob ko‘rsatkichlarini tasdiqlash maqsadida, ishlab chiqilgan sxemani uzluksiz qurilmada yopiq aylanma jarayonda sinab ko‘rish tavsiya etiladi [4].

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida ikkala turdagi ma’dan uchun quyidagi boyitish sxemasi ishlab chiqildi: ma’danni 90% -0,074 mm sinfgacha maydalash; Cu-Pb boyitmasini olish (reagentlar sarfi, g/t: Na_2S-2000, $ZnSO_4$-1400, KCN-300); 30 daqiqalik natriy sulfid bilan desorbsiyalash (5 kg/t ma’dan) va sulfat kislotali muhitda (H_2SO_4 1500 g/t) natriy sulfit (Na_2SO_3 1700 g/t) yordamida kollektiv boyitmasini ajratish, mis va qo‘rg‘oshin boyitmalarini olish (soda muhitida (1000 g/t) sianid (100 g/t) bilan to‘ldirilgandan so‘ng); mis-qo‘rg‘oshin siklining chiqindilaridan kuchsiz ishqoriy ohak muhitida (erkin CaO miqdori 100 mg/l) sfaleritni mis kuporosi (300 g/t) bilan faollashtirgandan so‘ng rux boyitmasi olinadi[5].

Yopiq sikl sxemasi bo‘yicha tarkibida 0,56% mis, 2,55% qo‘rg‘oshin va 5,2% rux mavjud bo‘lgan xol-xolli ma’dandan quyidagilar olindi:

Mis boyitmasi - mis miqdori 23,5 foiz, ajratib olish darajasi 79 foiz;

Qo‘rg‘oshin boyitmasi - qo‘rg‘oshin miqdori 48,2 foiz, ajratib olish darajasi 83,4 foiz;

Rux boyitmasi - rux miqdori 47 foiz, ajratib olish darajasi 84,3 foiz.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan barcha tadqiqotlar orasida faqat so‘nggi izlanishlargina tugallangan ko‘rinishga ega bo‘lib, ular tavsiya etilgan boyitish sxemasi va yuqori boyitish ko‘rsatkichlariga ega. Bundan tashqari, ushbu tadqiqotlarda seleksiya jarayonida sanoatda qo‘llaniladigan rejim ishlatilgan.

Shuni ta’kidlash joizki, yuqorida keltirilgan natijalar sianidning katta miqdorini (400 g/t ma’dan) qo‘llash sharoitida olingan [5].

Markaziy uchastkada sinovlar o‘tkazish uchun 1,5 tonna og‘irlikdagi namuna (№13) tanlab olindi. Unda mis miqdori 0,52%, qo‘rg‘oshin miqdori 2,52% va rux miqdori 5,39% ni tashkil etdi. [8].

Sinovlar avvalroq tavsiya etilgan [3] sxemaga ko‘ra o‘tkazildi. Bu sxema quyidagilarni o‘z ichiga olardi: ma’danni ikki bosqichda 80% -0,074 mm o‘lchamgacha maydalash boyitmasini 96% -0,044 mm gacha qo‘shimcha maydalash bilan mis-qo‘rg‘oshin flotatsiyasi hamda Na_2SO_3 (500 g/t), $Na_2S_2O_4$ (550 g/t), $ZnSO_4$ (2300 g/t), Na_2S (100 g/t), ko‘mir (850 g/t), sianid va xrompikni 15 g/t dan qo‘llash. Cu-Pb boyitmasini ajratish, reagentlarni faollashtirilgan ko‘mir (500 g/t) bilan desorbsiyalashdan so‘ng, H_2SO_4 (500 g/t), $Na_2S_2O_4$ (150 g/t), $FeSO_4$ (300 g/t) yordamida amalga oshirildi. Cu-Pb flotatsiyasi qoldiqlaridan reagentlar qo‘shish orqali rux boyitmasi olindi, g/t hisobida: CaO 2000, $CuSO_4$-600, butil ksantogenati 90, T-66 60. O‘tkazilgan yarim sanoat sinovlari natijasida quyida keltirilgan ko‘rsatkichlar olindi (1-jadval) [6].

1-jadval.

Polimetall ma’danni optimal rejimda flotatsiya qilishning o‘rtacha natijalari

Продукты	γ	β			∑ %		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
Медный к-т	1,57	23,2	7,7	8,4	64,8	4,8	2,5
Свинцовый к-т	4,18	1,2	42,8	19,3	9,9	70,7	14,9
Цинковый к-т	7,12	0,6	2,6	58,4	8,1	7,3	77,1
Хвосты	87,15	0,06	0,50	0,34	7,2	7,2	5,5
Руда	100,0	0,52	2,5	5,4	100,0	100,0	100,0

Tarkibida mis miqdori yuqori bo‘lgan boyitmasi pechda qayta ishlanib, yuqori texnologik ko‘rsatkichlarga erishildi [7].

Xulosa: Xondiza polimetall koni ma’danlarining murakkab mineralogik tarkibi ularni boyitish texnologiyasini takomillashtirishni talab qiladi. Texnologik parametrlarni moslash va maqbul reagent rejimlarini tanlash natijasida metallarni ajratishning yuqori darajasiga erishildi. O‘tkazilgan tadqiqotlar yuqori ajratish darajasiga ega rux boyitmasini olish uchun eng qulay sharoitlarni aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ulardan sanoat ishlab chiqarishida texnologik jarayon samaradorligini oshirish maqsadida foydalanish mumkin.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. Чантурия Е.Л., Иванова Т.А., Зимбовский И.Г. О повышении селективности флотации сульфидов колчеданных руд. ФТПРПИ. 2012. № 1. С. 146-152.
2. Туресебеков А.Х. Медно - рудные формации Узбекистана. Металлогения золота и меди Узбекистана– Т.: ИГиГ АН РУз, 2012. – С. 101-195.
3. Умарова И. К. Технологические исследования на обогатимость полиметаллических проб руды месторождения Чинарсай // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности: матер. 12-й междунар. конф. Тула–Минск–Донецк, 2016. С. 332–338.
4. Хакимов К. Ж., Каюмов О. А. У., Эшонкулов У. Х. У., Соатов, Б. Ш. У. (2020). Техногенные отходы-перспективное сырье для металлургии узбекистана в оценке отвальных хвостов фильтрации медно-молибденовых руд. *Universum: технические науки*. – 2020.- №12-1 (81)).- С. 54-59
5. Xasanov A.S., Xakimov K.J., Soatov B.Sh. // Исследование Технологии Обогащения Полиметаллических Руд Хандизы С Получением Медного Концентрата // Universum: технические науки Научный журнал., Выпуск: 9(135) сентябрь, 2025 Часть 3, С. 45-50.
6. Хасанов А.С., Санакулов К.С, Юсупходжаев А.А. // Ранглиметаллар металлургияси // Ўқув қўлланма. «Фан» нашриёти. Тошкент 2009й. Б.19-24.
7. Якубов М.М. Теоретические и технологические основы производства черновой меди – Ташкент: Фан, 2005. – 127 с.
8. Xasanov A.S., Eshonqulov U.X., Soatov B.Sh. // Xondiza boyitish fabrikasining mis, qo‘rg‘oshin va rux konsentratlarini ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi texnologik yondashuvlar // Sanoatda raqamli texnologiyalar №-3/2025-y, Qarshi shahar. 49-53 b

Soatov Bekzod Shokir o‘g‘li – Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar davlat universiteti assistenti, bekzodsoatov16@gmail.com

Xasanov Abdurashid Saliyevich – texnika fanlari doktori, professor, "Olmaliq KMK" AJ bosh muhandisining ilm-fan bo‘yicha o‘rinbosari.

Hakimov Kamol Jo‘rayevich – PhD, dotsent, Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar davlat universiteti.

Muhammadiyev Elbek Mirza o‘g‘li – Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar davlat universiteti assistenti

УДК: 541.123.3

КАЛИЙ ХЛОРИДИ ВА НАТРИЙ ГИПОХЛОРИТ КОНВЕРСИЯСИ АСОСИДА КАЛИЙ ХЛОРАТИНИ ОЛИШ

[1]Ниёзов С.А., [2]Умиров Ф.Э., [2]Номозова Г.Р., [1]Махмудов.Р.А., [3]Худойбердиев Ф.И.

[1]Бухоро давлвт техника университети, [2]Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети, [3]Тошкент кимё-тенология институти.

Аннотация. *Ушбу мақолада калия хлоратни олишнинг конверсия усули ўрганилган бўлиб, улар калий хлорид тузини натрий гипохлоридни билан турли 50, 75 ва 100^{0}С ҳароратларда ва ҳар хил вақт 15, 30, 45, 60, 90 дақиқаларда буғлатиб ва буғлатмасдан 600-630 мм.см.уст. босим остида 3:1 нисбатда конверсия жараёни ўрганилган. Ҳосил бўлган бирикмалар перганаметрик ва комплексометрик титрлаш усуллари ёрдамида тахлил қилинган. Калий хлоратнинг ҳосил бўлиши физик-кимёвий тахлил усуллари: ИК-спектрлари, рентген фазали, СЕМ тахлиллари асосида исботланган.*

Калит сўзлар: *натрий гипохлорит, калий хлорид, калий хлорат, конверсия, ИР-спектр, рентген фазаси, СЕМ- таҳлил, концентрация, ҳарорат.*

ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРАТА КАЛИЯ НА ОСНОВЕ КОНВЕРСИИ ХЛОРИДА КАЛИЯ И ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ

[1]Ниёзов С.А., [2]Умиров Ф.Э., [2]Номозова Г.Р., [1]Махмудов.Р.А., [3]Худойбердиев Ф.И.

[1]Бухарский государственный технический университет, [2]Навоийский государственный горно-технологический университет, [3]Ташкентский химико-технологический институт.

Аннотация. *В данной статье изучен метод получения хлората калия посредством конверсии. Исследован процесс конверсии хлорида калия с гипохлоритом натрия при различных температурах — 50, 75 и 100 °C, и при различном времени выдержки — 15, 30, 45, 60 и 90 минут, как с выпариванием, так и без, под давлением 600–630 мм.рт.ст. в соотношении 3:1. Полученные соединения были проанализированы методами пергонометрического и комплексонометрического титрования. Образование хлората калия подтверждено физико-химическими методами анализа: ИК-спектроскопией, рентгенофазовым и СЭМ-анализами.*

Ключевые слова*: гипохлорид натрия, хлорид калия, хлорат калия, конверсия, ИК-спектр, рентгеновская фаза, анализ СЭМ, концентрация, температура.*

OBTAINING POTASSIUM CHLORATE BASED ON THE CONVERSION OF POTASSIUM CHLORIDE AND SODIUM HYPOCHLORITE

[1]Niyozov S.A, [2]Umirov F.E, [2]Nomozova G.R., [1]Maxmudov R.A., [3]Xudoyberdiyev F.I.

[1]Bukhara state technical university, [2]Navoi state mining and technologies university, [3]Tashkent chemical-technological institute.

Annotation. *This article studies the conversion method for obtaining potassium chlorate. The conversion process of potassium chloride with sodium hypochlorite was investigated at various temperatures-50, 75, and 100°C-and different durations-15, 30, 45, 60, and 90 minutes-both with and without evaporation, under a pressure of 600–630 mm.me.col in a 3:1 ratio. The resulting compounds were analyzed using permanganometric and complexometric titration methods. The formation of potassium chlorate was confirmed by physicochemical analysis techniques such as IR spectroscopy, X-ray phase analysis, and SEM analysis.*

Keywords: *sodium hypochlorite, potassium chloride, potassium chlorate, conversion, IR spectrum, X-ray phase, SEM analysis, concentration, and temperature.*

Введение Освоение в промышленную переработку огромных запасов минеральных ресурсов, их комплексное использование, создание конкурентоспособных импортозамещающих продуктов на базе местного сырья, переработка отходов производства и вторычных ресурсов является одним из главных направлений развития химического комплекса Республики Узбекистан. Создание новых видов химической продукции обеспечит успешное развитие экономического сектора страны [1-5].

Хлораты калия, натрия, магния и кальция относятся к числу важнейших химических продуктов, потребность в которых растет вследствие их применения как промежуточного продукта при создании многих видов продукции для различных отраслей народного хозяйства [6-10]. Хлорат калия является одним из наиболее распространенных окислителей и широко применяется в спичечной промышленности, промышленности взрывчатых веществ и

пиротехнике, в анилинокрасочной и фармацевтической промышленности, для травления металлов, для получения кислорода, в деревообрабатывающей промышленности, в производстве пестицидов в качестве одной из основных составляющих веществ [10-13]. Одной из причин такой популярности хлората калия-невысокая стоимость и доступность. Однако, несмотря на высокую востребованность со стороны отечественных потребителей и наличие значительных запасов сырьевых ресурсов для производства хлората калия, до настоящего времени в Республике его не выпускают.

В производстве каустической соды в АО «Навоиазот» ежегодно образуется гипохлорит натрия, хлор и хлорводород. Однако на сегодняшний день эти вторичные продукты используется не в полном объеме. Организация его переработки с получением хлората калия позволит одновременно решить ряд проблем: экологическую и получение дешевой продукции на основе вторичного сырья [14-17].

Необходимо отметить, что данная задача актуальна не только для Узбекистана, но и для других стран, имеющих аналогичные производства калийсодержащих продуктов.

Современные методы получения хлората калия заключаются в термическом разложении гипохлоритов, либо электролизе растворов хлоридов калия. [19-21]. Основным фактором, обеспечивающим высокую скорость образования хлората из гипохлорита, является нейтральность среды. В отличие от прежних взглядов, согласно которым стремились создать кислую среду, последующими исследованиями установлено, что максимальная скорость образования хлората наблюдается при pH раствора 7-7,4 [23]. Для производства бертолетовой соли применяются, также каустический и содовый методы. Отметим, что хлорат калия можно получить хлорированием MgO, ZnO, K_2CO_3 и ,$CaCO_3$ [25].

В основе технологии получения хлората калия на большинстве предприятий используется процесс обменного разложения хлората натрия с твердым хлористым калием по следующей реакции:

$$NaClO_3+KCl=KClO_3+NaCl$$

Проведение вышеуказанной обменной реакции имеет множество преимуществ, особенно, если хлористый калий не загрязнен примесями [24]. В связи с чем, получение хлората калия конверсионным методом, по нашему мнению, является наиболее целесообразным направлением переработки крупнотоннажного отхода производства каустической соды – гипохлорита натрия на основе обменной реакции хлорида калия

$$6NaClO+3KCl=3KClO_3+3NaCl$$

Потребность в хлорате калия очень высокая, имеются и большие запасы сырьевых ресурсов, но почему-то ни одно химическое предприятие Республики его не выпускает. Хлорат калия - один из наиболее распространенных окислителей. Причина популярности этой соли - его дешевизна и легкая доступность.

Методика эксперимента и методы исследования. Хлорат калия получали выпариванием полученной смеси гипохлорита натрия с хлоридом калия при температурах 70, 80, 90°С в течение 20, 40, 60, 80 минут [24].

Эксперименты выполняли на установке, представляющей собой герметичный реактор с перемешивающим устройством, термостатируемый при заданной температуре. В ходе исследований использовали хлорид калия и гипохлорит натрия марки «х. ч.». Для получения достоверных результатов процесс проводили параллельно. Оценку погрешности устанавливали путем составления баланса количества молей катионов и анионов в жидкой фазе. Разность между суммой анионов и катионов не превышала 0,7–4 %.

Для определения количественных характеристик жидкую и твердую фазы анализировали на содержание хлорид-иона, калия и натрия стандартными методами. Содержание калия и натрия выявляли методом пламенной фотометрии [25]. Объемный метод определения хлоридов (метод Мора) основан на осаждении хлора азотнокислым серебром в присутствии индикатора хромовокислого калия [26]. Анализ хлорат-ионов

проведен потенциометрическим методом, основанным на взаимодействии их с восстановителями [27]. Допустимые расхождения между параллельными определениями, согласно требованиям, не превышали 0,3 абс.%. Дополнительная промывка твердой фазы перед проведением анализов не осуществлялась.

Идентификацию соединений и установление природы фаз выполняли рентгенофазовым методом и методом ИК-спектроскопии. ИК-спектроскопический анализ проводили на спектрометре Irtracer 100 (Shimadzu, Япония) в области частот 400 – 4000 $см^{-1}$ согласно имеющейся методике [27] и определено ЭДС.

Результаты исследований и их обсуждение. Наиболее удобным и недорогим методом получения хлората калия является проведение конверсии гипохлорита натрия и хлорида калия при различных температурах и времени. Поэтому изучен процесс конверсии хлорида калия с гипохлоритом натрия в зависимости от температуры и продолжительности времени. Конверсию хлорида калия с гипохлоритом натрия проводили при 50, 75, 100°С и продолжительности опытов 15, 30, 45, 60, 90 минут без выпарки и с выпаркой под вакуумом при остаточном давлении 600-630 мм.рт.ст.

В круглодонную колбу вместимостью 250 $см^3$, снабженную мешалкой, загружали расчетное количество хлорида калия и эквивалентное количество гипохлорита натрия. Колбу помещали в термостат с заданной температурой и интенсивно перемешивали. Через необходимый промежуток времени уделяли жидкую фазу от осадка и проводили соответствующий химический анализ. Количество удаленной воды устанавливали по разности исходного веса колбы с реакционной массой и через определенный промежуток времени, а также составлением баланса солей и воды по общему уравнению процессов конверсии и выпарки. На основе полученных данных установлена степень конверсии хлорида калия с гипохлоритом натрия и расход исходных компонентов при конверсии без выпарки и с выпаркой (рис 1, табл.1, 2).

Из таблицы 1 видно, что степень конверсии значительно зависит от температуры и повышается с ее ростом. При проведении процесса без выпарки в течении 45 минут степень конверсии при 50, 75 и 100°С составляет соответственно 11,02, 17,40 и 24,90%, а через 60 минут, при указанных температурах эти показатели достигают до 13,52, 22,40 и 31,75%.

Таблица 1

Зависимость константы скорости и степени конверсии от температуры и продолжительности процесса при конверсии без выпарки

Темп-ра, °С	Время, (г), мин.	Содержание $KC1O_3$ в в жидкой фазе,	Степень конверсии, (Ск)%	Константа скорости, К-10^{-2}, τ^{-1}	Энергия активации, (Е), кДЖ/моль
50	15 30 45 60	4,75 7,52 9,06 9,41	3,57 7,22 11,02 13,52	0,243 0,250 0,260 0,242	18,984 18,984 18,984 18,984
				среднее 0,249	
75	15 30 45 60	7,43 9,46 11,32 13,12	6,33 12,15 17,40 22,40	0,434 0,431 0,421 0,422	18.984 18,984 18,984 18,984
			среднее 0,427		
100	15 30 45 60	8,43 11,39 14,05 16,61	9,25 17,56 24,90 31,75	0,647 0,644 0,637 0,636	18,984 18,984 18,984 18,984

	среднее 0.641

Содержание хлората калия в растворе после конверсии при указанных температурах и продолжительности процесса 60 минут составляет 9,41, 3,12 и 16,61% соответственно. Последующее увеличение продолжительности времени практически не приводит к повышению степени конверсии. Это, по-видимому, объясняется тем, что в течение первых 60 минут конверсии образуется достаточное количество хлорида натрия по реакции, которое в дальнейшем отрицательно влияет на протекание этой реакции в водной среде:

$$KCl+NaClO = KC1O_3+NaCl$$

При проведении конверсии с выпаркой значительно ускоряется интенсивность процесса, о чем свидетельствуют данные представленные в таблице 2. При 50°С через 45 минут удаление 15,50% воды из реакционной смеси приводит к повышению степени конверсии до 21,69%, через 60 минут удаление 18,83% воды из реакционной смеси приводит к повышению степени конверсии до 27,74%. С повышением температуры ускоряется процесс конверсии и степень удаления воды. При продолжительности процесса 60 минут при 70°С степень конверсии и удаление воды составили соответственно 80,13% и 79,15%. При 100°С с удалением 74,32% воды степень конверсии достигает до 93,68, для которого достаточно проведение конверсии в течении 30 минут.

Таблица 2

Зависимость состава жидкой фазы и степени конверсии от температуры и степени удаления воды

Темп-ра, °К	Время (т), мин.	Содер-жание $KClO_3$ в фидкой фазе, %	Степень конверсии, (Ск)%	Степень удаления воды, %	Константа скорости, $K\text{-}10^{-2}$, τ^{-1}	Энергия активации (Е), кДЖ/моль
50	15	4,85	7,68	7,15	0,5328	56,746
	30	7,64	15,19	11,53	0,5489	56,746
	45	10,23	21,69	15,50	0,5448	56,746
	60	12,74	27,74	18,83	0,5427	56,746
	среднее 0,542					
75	15	16,15	32,64	36.50	2,635	56,746
	30	30,09	55,11	55.87	2,671	56,746
	45	42,97	70,13	69,55	2,686	56,746
	60	54,08	80,13	79,15	2,694	56,746
	среднее 2,666					
100	2,5	9,81	20,39	17,25	9,129	56,746
	5,0	17,38	36,68	30,20	9,143	56,746
	7,5	24,89	50,14	40,60	9,283	56,746
	10,0	31,64	60,82	47,33	9,373	56,746
	15,0	43,16	75,56	58,25	9,399	56,746
	20,0	52,06	84,11	66,87	9,202	56,746
	30,0	63,03	93,68	74,32	9,195	56,746
	среднее 9,255					

Определение порядка реакции процесса конверсии проводили по кинетическому уравнению первого порядка:

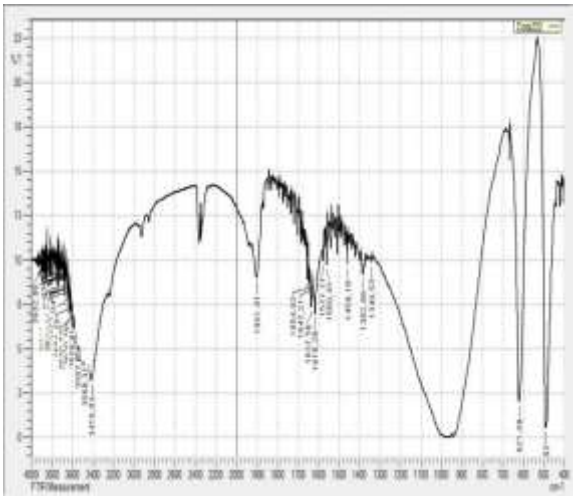
$$K= 2{,}303/\tau \cdot lg\ C_0/(C_0-C_\tau)$$

где Со и $C_т$ - концентрации хлорида калия, соответственно, в начальной стадии конверсии и за истекший промежуток времени (т); К - константа скорости конверсии.

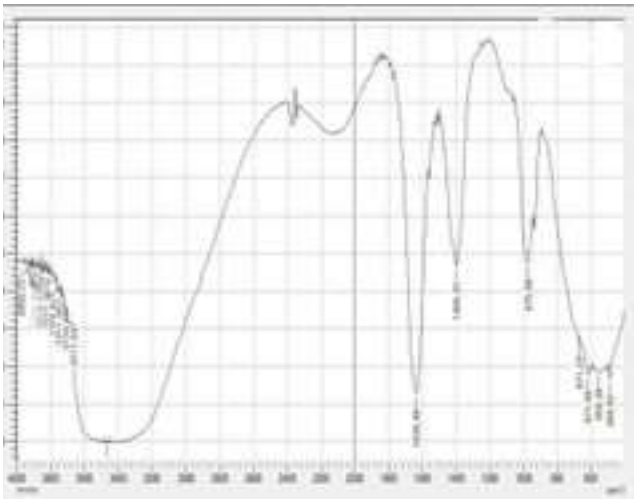
Согласно полученным результатам, порядок процесса конверсии хлорида калия с гипохлоритом натрия равен единице. Подтверждением этого является то, что константа скорости конверсии, рассчитанная по уравнению на основе экспериментальных данных, остается практически постоянной для каждой температуры в течение первых 60 минут.

Таким образом на основе конверсии без выпарки и выпарки хлорида калия с гипохлоритом натрия получен хлората калия, идентифицированного как химическим так и ренгенографическим а также ИК-спектроскопическим и масс-спектроскопическим методами анализов, результаты которых представлены на рис. 2 и в табл. 2. В частности, химический анализ твердой фазы, выделенной из области кристаллизации предполагаемого соединения $KClO_3$ показал следующие результаты, масс. %: K^+-30,97%; ClO_3^- - 67,11%. Химический состав $KClO_3$, вычисленный теоретически показал близкие к экспериментальным результаты, масс %: K^+ -31,83%; ClO_3^- -68,16%.

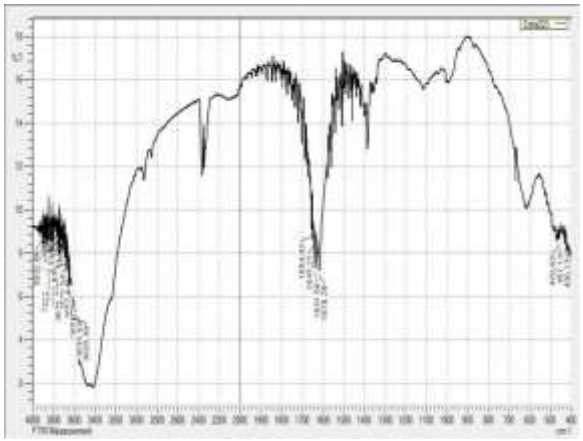
ИК-спектроскопия является одним из методов, применяемых для качественного определения структуры и идентификации новых соединений. В связи с этим для выяснения типов химической связи, места и способа координации исходных молекул NaClO и KCl, а также выделенным в твёрдом виде соединением, сняты ИК-спектры $KClO_3$ и составляющих систему компонентов (рис. 2). В ИК спектрах NaClO (гипохлорита натрия) наблюдается полоса поглощения в области 3200-3650 $см^{-1}$, которая относится к деформационным колебаниям кристаллизационной воды и гипохлорита натрия (3626$см^{-1}$). Деформационные колебания воды отмечены в области 1633 $см^{-1}$. Характерные полосы для NaClO наблюдаются в области 3630 $см^{-1}$, симметричные валентные колебания [ClO^-] ионов и её ассимметричные валентные колебания наблюдаются при 671-700 $см^{-1}$*(рис.2б).*



a



b



c

Рис. 2. ИК-спектры $KClO_3$ (a), NaClO (b), NaCl (c)

Полученные результаты подтверждают образование [ClO_3^-]. В спектрах [ClO_3^-] ионов наблюдаются полосы поглощения в области 991.4; 964.4; 937; 790.8; 624.9 и 482.2 $см^{-1}$. Полосы 991.4; 964.4 и 937 $см^{-1}$ относятся к симметричным валентным колебаниям [ClO_3^-] *(рис.2а.)*. Ее деформационное колебание– 482.2 $см^{-1}$, при 624.9 $см^{-1}$- является ассимметричным деформационным колебанием, которое согласуется с литературными данными [22-23].

Полоса поглощения для HCl в ИК-спектрах появляется интервале 2900-2400 $см^{-1}$ и она наблюдается в спектрах KCl+NaClO. Таким образом, данные ИК-спектроскопического анализа подтверждают образование соединения $KClO_3$ в системе хлорид калия–гипохлорит натрия – вода.

Таблица 3.

ИК-спектры опытных образцов

№	Исход. в-ва	νH_2O^{-2} $см^{-1}$	$\delta H_3O^{-}см^{-1}$	$\nu ClOсм^{-1}$	$\delta ClOсм^{-1}$	$\nu ClO_3см^{-1}$	$\delta ClO_3см^{-1}$	$HClсм^{-1}$
1.	NaClO	3600	1639	3420	1400	-	-	
2.	$KClO_3$	3532	1654	3450	1380	1000-920	621	-
3.	KCl+ NaClO	3587	1618	3410	1391	960-940	620-486	2920

Для дополнительной идентификации хлората калия полученного на основе конверсии хлорида калия с гипохлоритом натрия был определен анализ ЭДС (энергетическая дисперционная рентгеновская спектроскопия), который выявил количество элементов и кристаллическую структуру вещества, а также его размеры. Результаты представлены на рисунке 3.

Как выдно рисунке 3 на результатах, полученных в ЕДС, вещества в образце, представляют собой хлорат калия и частично хлорид калия. Это соответствует растворимым солям, содержащих калий, хлор и кислород вместе.

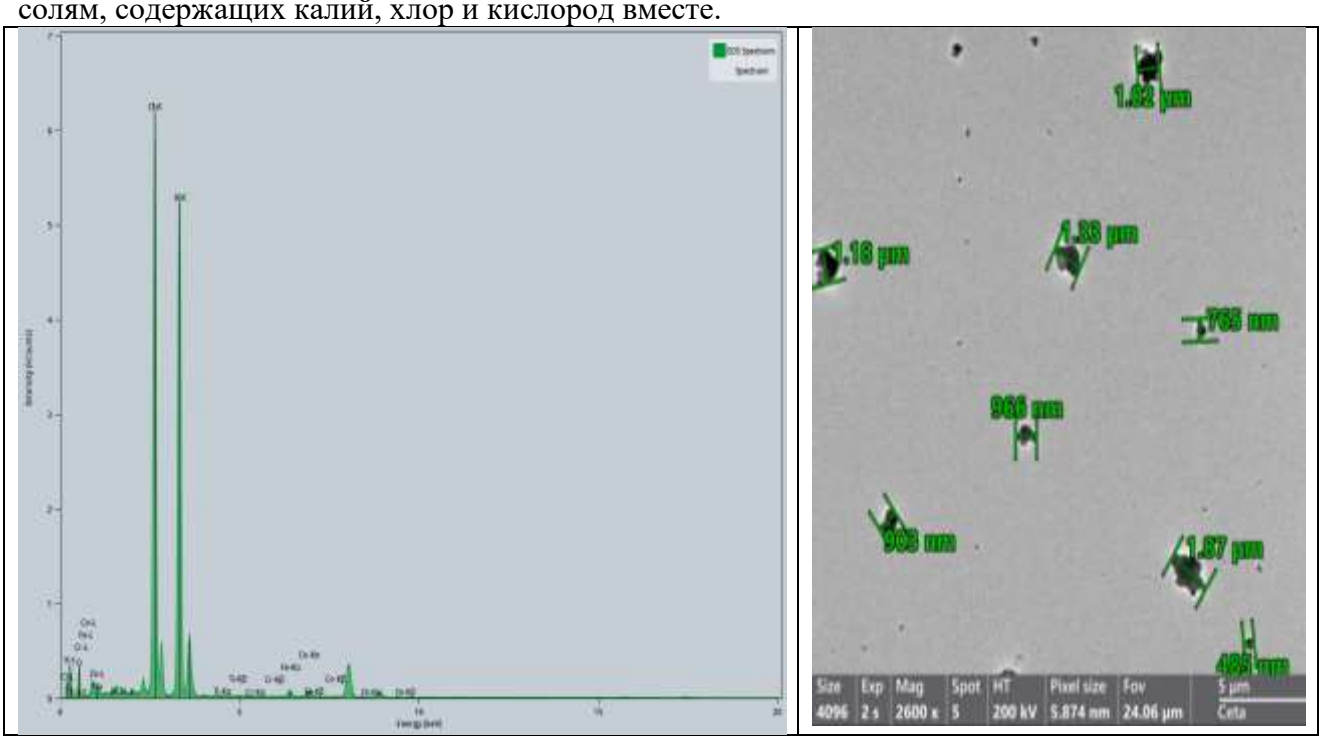


Рис.3. ЭДРС(энергетическая дисперционная рентгеновская спектроскопия) - $KClO_3$

Заключение. В результате выполненного комплекса исследований изучен процесс конверсии хлорида калия с гипохлоритом натрия в зависимости от температуры и продолжительности времени. Конверсию хлорида калия с гипохлоритом натрия проводили при 50, 75, 100°C и продолжительности опытов 15, 30, 45, 60, 90 минут без выпарки и с выпаркой под вакуумом при остаточном давлении 600-630 мм.рт.ст., при котором выделен хлорат калия индивидуально и идентифицирован методами химического и физико-

химического анализов. Результатах ИК-спектров и полученных ЕДС доказывают образование хлората калия.

Соединение $KClO_3$ представляет собой белое кристаллическое вещество, инконгруэнтно растворимое в воде. Соединение хорошо растворимо в воде при температуре 25°С – 86 г/л, удельная масса -2,18 *г/см*^{3}. Данные химического анализа экспериментально полученных образцов хлората калия подтверждили их инентичность теоретическому составу чистого $KClO_3$.

Полученные результаты исследования конверции хлорид калия с гипохлоритом натрия является теоритической основной создания новой технологии получения хлората калия с использованием техногенных отходов химического производства.

Список использованных источников

1. Ажиметова *Г.Н.* // Казахстане. Современные проблеммы науки и образования. Ж. 2017. 53-58с №1. Мировой опыт и обзор развития хлопководства.
2. Умиров, Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М. Физико-химические свойства и агрохимическая эффективность новых дефолиантов на основе хлоратов натрия, магния и кальция, содержащих ПАВ // Universum: Химия и Биология. Москва, 2021. – № 1(79). – С. 33–35.
3. Умиров Ф.Э. Получение дефолианта на основе хлоратов и органических соединений. – Бухара: Дурдона, 2019. – 139 с.
4. Тешаев Ш. // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали. 2006. 14 – 15б. №1. Дефолиация ва тола хусусиятлари
5. Dmitry V.G., Al'ona A.G., Nikolai V.N. Potentiometric Determination of Chlorate Impurities in Hypochlorite Solutions // Research Article, 2019. V. 2. https://doi.org/10.1155/2019/2360420.
6. Тогашаров А.С., Шукуров Ж.С., Тухтаев С. Новые дефолианты на основе хлоратов и техногенных отходов хлопкоочистительных заводов. – Навруз, 2019. – 156 с.
7. Raghavendra T., Rama ReddyY. Efficacy of Defoliants on Yield and Fibre Quality of American Cotton in Semi–Arid Conditions. // Indian J. Agrico. Res. 2020. V. 54. C. 404–407. https://doi.org//10.18805/IJARe.A–5288.
8. Умиров Ф.Э., Закиров Б.С., Номозова Г.Р., Худойбердиев Ф.И. Исследование процесса получения дефолианта трикарбамидохлорат натрия, содержащих поверхностно-активные вещества. Наманган давлат университети илмий ахборотномаси. Наманган,2019, № 3. – С. 46–49.
9. Шукуров Ж.С., Тогашаров А.С., Аскарова М.К. и др. Комплекснодействующие дефолианты, обладающие физиологически активными и инсектицидными свойствами. – Навруз, 2019. – 136 с.
10. El–Sherbeni A.EH.ED., Khaleid M.S., AbdAllah S.A.E.A. etal. Effect of some insecticides alone and in combination with salicylic acid against aphid, Aphis gossypii, and whitefly Bemisia tabaci on the cotton field // Bull. Natl. Res. Cent. 2019. V. 63. P. 57. https://doi.org/10.1186/s42269–019–0103–0.
11. Boyd C.E. Water quality. 2020. – C. 66. https://doi.org/10.1007/978–3–030–23335–8_4.
12. Адилов З.Х., Эргашев Д.А., Тожиев Р.Р., Хамдамова Ш.Ш. Получение хлоратсодержащих дефолиантов, обладающих инсектицидными свойствами / Фергана–Винница «Европейская научная платформа», 2021. – 133 с. https://doi.org/10.36074/ad–er–to–kha.monograph.
13. Kossev K., Tsvetanova L., Dimowa L., etal. Synhtesis and crustal structure of magnesium chloride dihidrate and chlorate hexahydrate // Bulgarian Chem.Commun. 2013. – №4. – С. 543.
14. Хамдамова Ш.Ш. // Изучение процесса получения жидкого дефолианта на основе хлората кальция, карбамида и этиленпродуцентов / Universum: технические науки. 2019. – №. 10–2 (67).

15. Якименко Л.Н., Пасманник М.И. Справочник по производству хлора, каустической соды и основных хлор продуктов / Химия, 1976. – 440 с.
16. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М. Solubility Diagram of the Sodium Hypochlorite–Sodium Chloride–Water System.ISSN 0036-0236, Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2022, Vol. 67, No. 4, pp. 514–518.
17. Умиров Ф.Э., Аслонов А.Б., Шодикулов Ж.М.,Шарипов С.Ш. Вещественный состав талькомагнезитовых пород Зинельбулакского месторождения Узбекистана // Научно-технический журнал Обогащение руд №4(406). 2023у 25-31 DOI: 10.17580/or.2023.04.05
18. Umirov F.E., Namazova G.R., Majidov H. Solubility Diagram of the Sodium Hypochlorite–Sodium Chloride–Water System. Russian Jornal of Inorganic Chemistry // J. Critical Rev. 2020. – V.7. – P. 2577.
19. Хамдамова Ш., Аскарова М., Тухтаев С. // Разработка технологии получения хлорат кальциевого дефолианта с использованием промышленных отходов / International scientific review. 2017. – №. 4 (35). – С. 14. (in Russian).
20. Набиев М.Н., Шаммасов Р., Тухтаев С. и др. // Пат. СССР № 1143691 // Изобр. 1985. – №9. – С. 84.
21. Шукуров Ж.С., Хусанов Э.С., Мухитдинова М.Ш., Тогашаров А.С. Растворимость компонентов в водной системе уксусная кислота–моноэтаноламин // Журнал неорганической химии. 2021. – Т. 66. № 6. – С. 807. doi: 10.31857/S0044457X21060179
22. SidikovA.A., ToghasharovA.S., ShukurovJ.S. etal. The solubility of the $NaClO_3 \cdot CO(NH_2)_2$–$N(C_2H_4OH)_3 \cdot HNO_3$–$H_2O$ system // Int. J. Adv. Res. Sci. Eng. Tech. 2020. – V. 7. № 5. – P. 13619.
23. Umirov F.E., Zhurabek Shodikulov, Najimuddin Usanbayev, Khamza Trobov, Azam Rasulov, Abdurasul Mamataliyev Kinetics of the conversion process of the MgCl2-NaClO. E3S Web of Conferences **563**, 01026 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456301026
24. Кочеров В.И., Сараева С.Ю., Алямовская И.С. и др. Химические и физико-химические методы анализа. / Издательство Уральского университета, 2016. – 104 с.
25. Харитонов Ю.Я. Физико-химические методы анализа / Высшая школа, 2001. – 252 с.
26. Накамота К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / Мир, 1991. – 536 с.
27. Сериков В.А., Серикова Н.В. Определение хлоратов и перхлоратов в питьевой воде с использованием капиллярного электрофореза // Journal of Siberian Federal University. 2018. – V. 3. – P.361.

Ниёзов Собир Ахрор угли – докторант кафедры технологии химии, Бухарский государственный технический университет, g-mail: sobirniyozov1991gmail.com

Умиров Фарход Эргашович – доктор технических наук, профессор, кафедры химической технологии. Навоийский государственный горно-технологический университет E-mail: Umirov3@yandex.ru

Номозова Гульмира Рахматуллаевна – PhD (технические науки), доцент кафедры химической технологии. Навоийский государственный горно-технологический университет E-mail: gulmiranr1986@mail.ru

Махмудов Рафиқ Амонович - доктор технических наук, профессор, кафедры технологии химии. Бухарский государственный технический университет, улица К. Муртазаева 15. Г. Бухара, 200100 Узбекистан. g-mail: rafiqmaxmudov330@gmail.com

Худойбердиев Фазлидин Исроилович - PhD (технические науки), профессор, начальник отдела организации академической деятельности Ташкентского химико-технологического института E.mail: fazlidin.khudoyberdiev@mail.ru

UNCONVERTED OIL (UCO) NING KIMYOVIY TARKIBINI GAZ XROMATOGRAFIYA–MASS-SPEKTROMETRIYA YORDAMIDA TAHLIL QILISH

Savriyev M.S., Do‘stov H.B., Tilloyev L.I.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda Unconverted Oil (UCO) ning kimyoviy tarkibi gaz xromatografiya–mass-spektrometriya (GC–MS) usuli yordamida tahlil qilindi. UCO namunasi Gas-to-Liquid (GTL) texnologiyasi asosida sintez qilingan sintetik neftni gidrokrekinglash va undan yoqilg‘i fraksiyalarini atmosfera sharoitida rektifikatsiya qilish jarayonida hosil bo‘lgan qoldiq fraksiya hisoblanadi. Tahlil natijalariga ko‘ra, UCO tarkibi asosan normal to‘yingan uglevodorodlardan iborat bo‘lib, ularning uglerod zanjiri C_{16} dan C_{34} gacha bo‘lgan oraliqda taqsimlanganligi aniqlandi. Aniqlangan komponentlar orasida $C_{21}-C_{25}$ uglerodli alkanlar ustunlik qilishi kuzatildi. Aromatik va geteroatomli (kislorodli, oltingugurtli yoki azotli) birikmalar aniq miqdorda qayd etilmadi. Olingan natijalar UCO ning parafin tabiatga ega, yuqori molekulali uglevodorodlar bilan boyitilganligini ko‘rsatib, uni parafinli mahsulotlar olish, yoqilg‘i fraksiyalarini modifikatsiyalash va keyingi termik yoki katalitik qayta ishlash jarayonlari uchun istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi.*

Kalit so‘zlar: *Konvertatsiya qilinmagan neft, gazni suyuqlikka aylantirish, gidrokreking, rektifikatsiya, gaz xromatografiyasi-mass-spektrometriya.*

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОНВЕРТИРОВАННОГО НЕФТИ (НФН) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Савриев М.С., Дустов Х.Б., Тиллоев Л.И.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В данном исследовании химический состав Unconverted Oil (UCO) был проанализирован с использованием метода газовой хроматографии–масс-спектрометрии (GC–MS). Образец UCO представляет собой остаточную фракцию, образующуюся в процессе гидрокрекинга синтетической нефти, полученной по технологии Gas-to-Liquid (GTL), и последующей атмосферной ректификации с целью выделения топливных фракций. По результатам анализа установлено, что состав UCO преимущественно представлен нормальными насыщенными углеводородами, углеродная цепь которых распределена в диапазоне от C_{16} до C_{34}. Среди идентифицированных компонентов отмечено преобладание алканов с числом атомов углерода $C_{21}-C_{25}$. Ароматические и гетероатомные (кислородсодержащие, серосодержащие или азотсодержащие) соединения в заметных количествах не обнаружены. Полученные результаты свидетельствуют о парафиновой природе UCO и его обогащенности высокомолекулярными углеводородами, что позволяет рассматривать данный продукт как перспективное сырьё для получения парафиновых материалов, модификации топливных фракций и последующих термических или каталитических процессов переработки.*

Ключевые слова: *Неконвертированная нефть, конверсия, газ-жидкость, гидрокрекинг, ректификация, газовая хроматография-масс-спектрометрия.*

ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF UNCONVERTED OIL (UCO) USING GAS CHROMATOGRAPHY–MASS SPECTROMETRY

Savriyev M., Dostov H., Tilloyev L.

Bukhara state technical university.

Annotation. *In this study, the chemical composition of Unconverted Oil (UCO) was analyzed using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). The UCO sample represents a residual fraction formed during the hydrocracking of synthetic oil produced via Gas-to-Liquid (GTL) technology, followed by atmospheric distillation for the separation of fuel fractions. The analysis results indicate that the UCO composition consists predominantly of normal saturated hydrocarbons, with carbon chain lengths distributed in the range from C_{16} to C_{34}. Among the identified components, alkanes with carbon numbers $C_{21}-C_{25}$ were found to be predominant. Aromatic and heteroatom-containing (oxygen-, sulfur-, or nitrogen-containing) compounds were not detected in significant amounts. The obtained results demonstrate the paraffinic nature of UCO and its enrichment with high-molecular-weight hydrocarbons, suggesting that it can be considered a promising feedstock for the production of paraffinic materials, modification of fuel fractions, and subsequent thermal or catalytic processing.*

Keywords: *Unconverted oil, conversion, gas-to-liquid, hydrocracking, rectification, gas chromatography–mass spectrometry.*

Bugungi kunda neft va neft-gazkimyo sanoatining jadal rivojlanishi natijasida qayta ishlash jarayonlarida turli xil ikkilamchi va qoldiq mahsulotlar hosil bo‘lmoqda [1]. Ushbu mahsulotlar orasida Unconverted Oil (UCO) alohida ahamiyatga ega bo‘lib, u asosan katalitik kreking, gidrokreking yoki termik qayta ishlash jarayonlarida to‘liq konversiyaga uchramagan og‘ir

uglevodorod fraksiyalaridan tashkil topadi [2]. Mazkur tadqiqotda o‘rganilayotgan UCO Gas-to-Liquid (GTL) texnologiyasi asosida sintez qilingan vaks (wax)ni gidrokreking jarayonidan o‘tkazib, undan atmosfera sharoitida rektifikatsiya usuli yordamida yoqilg‘i fraksiyalarini ajratib olish jarayonida kolonna tagidan olinadigan qoldiq fraksiya hisoblanadi. UCO ning yuqori qovushqoqligi, murakkab kimyoviy tarkibi hamda tarkibida turli sinfga mansub organik birikmalarning mavjudligi uni to‘g‘ridan-to‘g‘ri sanoatda qo‘llash imkoniyatlarini sezilarli darajada cheklaydi [3].

So‘nggi yillarda energiya resurslaridan oqilona foydalanish, chiqindilarni minimallashtirish va ekologik barqarorlikni ta’minlash masalalari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtayi nazardan, UCO ni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash va undan samarali foydalanish imkoniyatlarini aniqlash muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Biroq UCO ning qayta ishlash texnologiyalarini ishlab chiqishdan avval uning kimyoviy tarkibini chuqur va aniq tahlil qilish zarur.

UCO tarkibi kelib chiqishiga qarab, asosan, to‘g‘ri va tarmoqlangan alkanlar, sikloalkanlar, aromatik uglevodorodlar, shuningdek, kislorodli, oltingugurtli va azotli organik birikmalardan iborat murakkab aralashma bo‘lishi mumkin [4]. Ushbu komponentlarning nisbiy miqdori va tuzilishi UCO ning fizik-kimyoviy xossalariga, termik barqarorligiga hamda keyingi qayta ishlash jarayonlarining samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, aromatik va oksidlangan birikmalarning mavjudligi mahsulotning eskirish jarayonlarini tezlashtirishi va ekologik xavfini oshirishi mumkin [5].

Murakkab uglevodorod aralashmalarini aniqlash va tavsiflashda gaz xromatografiya–mass-spektrometriya (GC–MS) usuli eng ishonchli va informativ analitik metodlardan biri hisoblanadi [6]. Ushbu usul komponentlarni yuqori aniqlikda ajratish va ularning molekulyar tuzilishini mass-spektrlar asosida identifikatsiya qilish imkonini beradi. GC–MS yordamida og‘ir neft fraksiyalari va qoldiq mahsulotlarning kimyoviy tarkibini tahlil qilish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan bo‘lib, bu usulning yuqori samaradorligi tasdiqlangan.

Mazkur ilmiy ishning maqsadi UCO ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya usuli yordamida chuqur tahlil qilish, aniqlangan komponentlarni guruhlash hamda olingan natijalar asosida UCO ni qayta ishlash va sanoatning turli tarmoqlarida qo’llash imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslab berishdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida GTL texnologiyasi asosida sintez qilingan vaksni gidrokreking jarayonidan o‘tkazib, atmosfera sharoitida rektifikatsiya yo‘li bilan yoqilg‘i fraksiyalarini ajratib olish jarayonida kolonna tagidan olingan UCO namunasi tanlandi. Namuna tashqi mexanik aralashmalardan tozalangan holda tahlil qilindi.

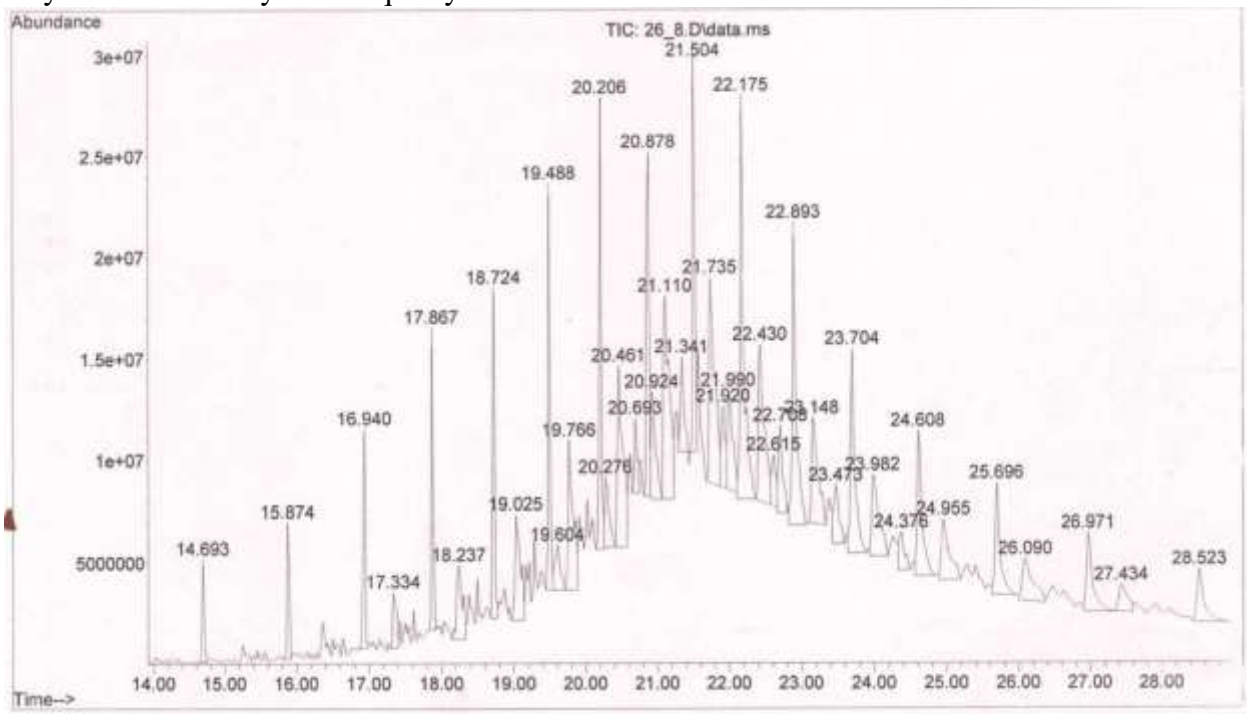
GC–MS tahlili uchun UCO namunasidan ma’lum miqdorda olinib, erituvchi sifatida toluol ($C_6H_5CH_3$) ishlatildi. UCO ning yuqori qovushqoqligi va og‘ir uglevodorodlardan tashkil topganligi sababli, namunalar toluolda ma’lum nisbatda (odatda 1:10, hajm) eritildi. Olingan eritma gomogen holatga keltirilishi uchun mexanik aralashtirish yordamida muayyan vaqt davomida aralashtirildi. So‘ng 0,45 μm g‘ovakli filtr orqali filtrlab, GC–MS tizimiga yuborildi.

Tahlillar gaz xromatografiya–mass-spektrometriya qurilmasida amalga oshirildi. Ajratish jarayonida kapillyar turdagi xromatografik kolonka (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm) qo‘llanildi. Tashuvchi gaz sifatida yuqori tozalikka ega geliy ishlatildi. Inyeksiya split rejimda amalga oshirilib, inyektor harorati 280–300 $°C$ oralig‘ida ushlab turildi.

Pech harorat dasturi dastlab past haroratdan boshlanib, keyinchalik ma’lum tezlikda bosqichma-bosqich oshirildi, bu esa past molekulali uglevodorodlardan tortib yuqori qaynash haroratiga ega komponentlargacha samarali ajratishni ta’minladi.

Mass-spektrometrda ionlash jarayoni elektron zarbasi (EI, 70 eV) usulida olib borildi. Ion manbai va interfeys haroratlari mos ravishda optimal qiymatlarda saqlanib, mass-spektrlar keng m/z diapazonda qayd etildi.

Olingan xromatogrammalar va mass-spektrlar maxsus dasturiy ta’minot yordamida qayta ishlandi (1-rasm). UCO tarkibidagi komponentlar ularning mass-spektrlarini standart kutubxonalar (NIST, Wiley) bilan solishtirish orqali identifikatsiya qilindi. Komponentlarning nisbiy miqdori pik maydonlari asosida yarim miqdoriy usulda baholandi.



1-rasm. UCO namunasi uchun GC–MS yordamida olingan xromatogramma.

UCO namunalarini toluolda eritib GC–MS yordamida tahlil qilish usuli og‘ir va murakkab uglevodorod aralashmalarini aniqlashda yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikni ta’minlaydi. Ushbu yondashuv UCO tarkibidagi asosiy uglevodorodlar sinflarini aniqlash, oksidlangan va aromatik birikmalarni baholash hamda keyingi qayta ishlash texnologiyalarini tanlash uchun ishonchli analitik asos yaratadi.

UCO namunasining kimyoviy tarkibi GC–MS usuli yordamida tadqiq etildi. Olingan umumiy ion oqimi (TIC) xromatogrammasida ko‘plab intensiv piklar qayd etildi, bu esa UCO ning murakkab va ko‘p komponentli uglevodorod aralashmasi ekanligini ko‘rsatadi (1-rasm).

GC–MS tahlili natijalariga ko‘ra, UCO tarkibida asosan to‘g‘ri zanjirli va qisman tarmoqlangan to‘yingan uglevodorodlar (n-alkanlar) ustunlik qilishi aniqlandi. Identifikatsiya jarayoni mass-spektrlarni NIST kutubxonalari bilan solishtirish asosida amalga oshirildi.

Xromatogrammada C_{16} dan C_{34} gacha bo‘lgan uglerod atomlari soniga ega alkanlar mavjudligi qayd etildi (1-jadval). Dastlabki saqlanish vaqtlarida geksadekan ($C_{16}H_{34}$), geptadekan ($C_{17}H_{36}$) va oktadekan ($C_{18}H_{38}$) kabi past molekulali normal alkanlar aniqlangan bo‘lib, ularning piklari nisbatan yuqori intensivlikka ega ekanligi kuzatildi.

Keyingi saqlanish vaqtlarida eikosan ($C_{20}H_{42}$), geneikosan ($C_{21}H_{44}$), dokosan ($C_{22}H_{46}$) va trikosan ($C_{23}H_{48}$) kabi o‘rta zanjirli alkanlar aniqlanib, ular xromatogrammada asosiy komponentlar sifatida namoyon bo‘ldi. Ushbu birikmalar UCO ning asosiy uglevodorod fraksiyasini tashkil etishi aniqlandi.

Shuningdek, yuqori saqlanish vaqtlariga mos keluvchi hududlarda tetrakosan ($C_{24}H_{50}$), pentakosan ($C_{25}H_{52}$), geksakosan ($C_{26}H_{54}$), geptakosan ($C_{27}H_{56}$), oktakosan ($C_{28}H_{58}$), nonakosan ($C_{29}H_{60}$) va triakontan ($C_{30}H_{62}$) kabi og‘ir normal alkanlar mavjudligi aniqlandi. Bundan tashqari, tetratriakontan ($C_{34}H_{70}$) kabi juda og‘ir uglevodorodlarning ham oz miqdorda mavjudligi qayd etildi.

1-jadval

GC–MS asosida UCO namunasi tarkibidagi aniqlangan birikmalar va ularning nisbiy foiz ulushi

№	Saqlanish vaqti, min	Aniqlangan birikma	Kimyoviy formulasi	Uglerod soni	Nisbiy ulushi, %
1	14,60	Geksadekan	$C_{16}H_{34}$	16	1,43
2	15,87	Geptadekan	$C_{17}H_{36}$	17	2,02
3	16,94	Oktadekan	$C_{18}H_{38}$	C18	0,90
4	17,33	izo alkanlar*	—	19–20	2,32
5	17,87	Nonadekan	$C_{19}H_{40}$	19	1,84
6	18,24	Eikosan	$C_{20}H_{42}$	20	3,01
7	18,72	Eikosan	$C_{20}H_{42}$	20	2,48
8	19,03	Eikosan / Pentakosan	$C_{20}-C_{25}$	20–25	3,33
9	19,49	Geneikosan	$C_{21}H_{44}$	21	1,01
10	19,60	Dokosan	$C_{22}H_{46}$	22	3,20
11	20,20	Geneikosan	$C_{21}H_{44}$	21	1,23
12	20,46	Dokosan	$C_{22}H_{46}$	22	4,29
13	20,69	Trikosan	$C_{23}H_{48}$	23	0,95
14	20,88	Trikosan	$C_{23}H_{48}$	23	4,23
15	21,15	Metil-trikosan	$C_{24}H_{50}$	24	5,40
16	21,50	Tetrakosan	$C_{24}H_{50}$	24	4,10
17	21,99	Trikosan	$C_{23}H_{48}$	23	2,07
18	22,18	Pentakosan	$C_{25}H_{52}$	25	5,94
19	22,43	Dokosane / Geksakosan	$C_{22}-C_{26}$	22–26	4,05
20	22,90	Geksakosan	$C_{26}H_{54}$	26	4,66
21	23,15	Geptakosan	$C_{27}H_{56}$	27	1,22
22	23,98	Geksakosan	$C_{26}H_{54}$	26	3,70
23	24,61	Oktakosan	$C_{28}H_{58}$	28	2,91
24	25,69	Nonakosan	$C_{29}H_{60}$	29	2,36
25	26,92	Triakontan	$C_{30}H_{62}$	30	1,88
26	28,52	Tetratriakontan	$C_{34}H_{70}$	34	1,57

** Izoh: ayrim piklar bir nechta izomerlarni o‘z ichiga olgan.*

Tahlil davomida ayrim piklar uchun 9-metil-nonadekan, 2-metil-trikozan kabi tarmoqlangan alkanlar ham aniqlanib, UCO tarkibida izomer uglevodorodlarning ham mavjudligi tasdiqlandi. Aromatik, kislorodli yoki oltingugurtli birikmalarning intensiv piklari deyarli kuzatilmadi, bu esa tahlil qilingan UCO namunasi asosan parafin tabiatiga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Olingan natijalarga ko‘ra, UCO namunasi keng uglevodorod taqsimotiga ega bo‘lib, uning tarkibi asosan o‘rta va yuqori molekulali normal alkanlardan iborat. GC–MS tahlili yordamida UCO tarkibidagi asosiy komponentlar aniq identifikatsiya qilinib, ularning saqlanish vaqtlari va mass-spektr xususiyatlari belgilandi.

GC–MS tahlili natijalarining umumiy statistik baholanishiga ko‘ra, UCO namunasi tarkibida uglerod atomlari soni $C_{16}-C_{20}$ oralig‘ida bo‘lgan alkanlar ulushi taxminan 15–18 % ni tashkil etishi aniqlandi. Uglerod zanjiri $C_{21}-C_{25}$ bo‘lgan alkanlar asosiy fraksiyani tashkil etib, ularning nisbiy miqdori 40–45 % atrofida ekanligi kuzatildi. Shuningdek, C_{26} va undan yuqori molekulyar massaga ega bo‘lgan og‘ir alkanlar ulushi 30–35 % oralig‘ida baholandi. Olingan natijalarga ko‘ra, UCO tarkibining asosiy qismini normal to‘yingan parafin uglevodorodlar tashkil etadi. Tahlil jarayonida aromatik, kislorodli, oltingugurtli yoki boshqa geteroatomli organik birikmalar aniq miqdorda qayd etilmadi.

Quyida UCO tarkibini alohida uglerod soni bo‘yicha guruhlab, GC–MS pik maydonlari asosida nisbiy foiz ulushlar yig‘indisi ko‘rinishida tuzildi (2-jadval).

2-jadval. GC–MS asosida UCO namunasi tarkibining uglerod soni bo‘yicha taqsimlanishi

Uglerod soni (C_n)	Asosiy aniqlangan birikmalar	Nisbiy ulushi, %
16	Geksadekan	1,43
17	Geptadekan	2,02
18	Oktadekan	0,90
19	Nonadekan va metil-nonadekanlar	4,16
20	Eikosan	8,82
21	Geneikosan	5,57
22	Dokosan	8,72
23	Trikosan va metil-trikosan	12,65
24	Tetrakosan	9,50
25	Pentakosan	5,94
26	Geksakosan	8,36
27	Geptakosan	1,22
28	Oktakosan	2,91
29	Nonakosan	2,36
30	Triakontan	1,88
31–34	Tetratriakontan va og‘ir alkanlar	1,57
Jami	—	**≈100**

2-jadvalda UCO namunasi tarkibidagi uglevodorodlarning uglerod atomlari soni bo‘yicha taqsimlanishi keltirilgan bo‘lib, asosiy ulush $C_{21}-C_{25}$ oralig‘idagi normal alkanlarga to‘g‘ri keladi. 3-jadvalda keltirilgan asosiy n-alkanlar uchun normal sharoitdagi asosiy harorat ko‘rsatkichlari keltirilgan va ma’lumotlar tegishli ilmiy manbaalar [2,3,7-9] ga asoslanib shakillantirildi.

3-jadval. 1 atm da UCO tarkibidagi asosiy normal alkanlarning harorat ko‘rsatkichlari

Modda (n-alkan)	Kimyoviy formulasi	Qaynash harorati, $°C$	Qotish harorati, $°C$	*Chaqnash harorati, $°C$	**Termik parchalanish, $°C$
Geksadekan	$C_{16}H_{34}$	~287	~18	~135	>350
Geptadekan	$C_{17}H_{36}$	~302	~22	~150	>350
Oktadekan	$C_{18}H_{38}$	~316	~28	~165	>360
Nonadekan	$C_{19}H_{40}$	~330	~32	~180	>360
Eikosan	$C_{20}H_{42}$	~343	~36	~195	>370
Geneikosan	$C_{21}H_{44}$	~356	~40	~210	>370
Dokosan	$C_{22}H_{46}$	~369	~44	~225	>380
Trikosan	$C_{23}H_{48}$	~381	~47	~240	>380
Tetrakosan	$C_{24}H_{50}$	~391	~50	~255	>390
Pentakosan	$C_{25}H_{52}$	~401	~54	~270	>390
Geksakosan	$C_{26}H_{54}$	~412	~56	~285	>400
Geptakosan	$C_{27}H_{56}$	~422	~59	~300	>400
Oktakosan	$C_{28}H_{58}$	~432	~61	~315	>410
Nonakosan	$C_{29}H_{60}$	~441	~63	~330	>410
Triakontan	$C_{30}H_{62}$	~450	~66	~345	>420
Tetratriakontan	$C_{34}H_{70}$	>500	~74	>380	>430

** Chaqnash harorati va parchalanish harorati uzun zanjirli alkanlar uchun taxminiy oraliqlar sifatida beriladi, chunki ular bosim, muhit va apparatga bog‘liq.*

*** Parchalanish — termik kreking boshlanishi (~350–450 °C).*

3-jadvalda UCO tarkibida aniqlangan asosiy normal alkanlarning normal sharoitdagi qaynash, qotish, chaqnash va termik parchalanish haroratlari keltirilgan. Uglerod zanjiri uzayishi bilan ushbu haroratlarning muntazam ravishda ortib borishi kuzatiladi.

GC–MS tahlili natijasida aniqlangan normal alkanlarning fizik-kimyoviy xossalari ularning uglerod zanjiri uzunligiga bevosita bog‘liqligini ko‘rsatadi. 3-jadvalda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, C_{16} dan C_{34} gacha bo‘lgan normal alkanlar uchun qaynash harorati taxminan 287 $°C$ dan 500 $°C$ dan yuqori qiymatlargacha oshib boradi, bu esa molekulyar massaning ortishi bilan molekulalararo Van-der-Vaals kuchlarining kuchayishi bilan izohlanadi. Xuddi shuningdek, qotish harorati ham uglerod atomlari soni ortishi bilan muntazam ravishda ko‘tarilib, past uglerodli alkanlarda suyuq holat ustun bo‘lsa, yuqori uglerodli alkanlar normal sharoitda qattiq (mum-simon) holatda bo‘lishi aniqlanadi.

Aniqlangan alkanlarning chaqnash harorati qiymatlari ham uglerod zanjiri uzayishi bilan oshib borib, bu UCO tarkibidagi og‘ir parafinlarning nisbatan past uchuvchanlikka ega ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu holat UCO ning yonuvchanlik xususiyatlarini baholashda va uni yoqilg‘i yoki texnik moylar tarkibida qo‘llash imkoniyatlarini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, 3-jadvalda keltirilgan termik parchalanish haroratlari shuni ko‘rsatadiki, normal alkanlar $350-450\,°C$ dan yuqori haroratlarda kreking jarayonlariga moyil bo‘lib, bu UCO ni gidrokreking yoki termik qayta ishlash texnologiyalarida qayta ishlash mumkinligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, aniqlangan fizik-kimyoviy xususiyatlar UCO tarkibining asosan yuqori molekulali normal parafinlardan iborat ekanligini, ularning esa yuqori qaynash va qotish haroratlari bilan tavsiflanishini ko‘rsatadi. Bu xususiyatlar UCO ning qayta ishlash texnologiyalarini tanlashda, xususan, yoqilg‘i fraksiyalarini ajratish, vaksning xossalarini baholash va termik jarayonlar parametrlarini optimallashtirishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida o‘tkazilgan tahlillar natijasida UCO namunasi tarkibining asosan n-alkanlardan iborat ekanligi aniqlandi. Aniqlangan uglerod zanjiri uzunligi C_{16} dan C_{34} gacha bo‘lgan alkanlar keng taqsimotga ega bo‘lib, UCO ning yuqori molekulali va parafin tabiatga egaligini ko‘rsatadi. Bunday tarkib GTL texnologiyasi asosida olingan vaksni gidrokreking va keyingi rektifikatsiya jarayonlari natijasida hosil bo‘ladigan qoldiq fraksiyalar uchun xos hisoblanadi.

UCO tarkibida $C_{21}-C_{25}$ oralig‘idagi alkanlarning ustunligi uning o‘rta va og‘ir fraksiyalar bilan boyitilganligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, C_{26} va undan yuqori uglerodli alkanlarning sezilarli ulushi mavjudligi mahsulotning yuqori qotish va qaynash haroratlariga ega ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu holat UCO ning past haroratlarda oqimlilik xususiyatlarini cheklashi mumkin bo‘lsa-da, uni parafinli mahsulotlar yoki vaks asosidagi materiallar sifatida qo‘llash imkoniyatlarini oshiradi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, UCO tarkibida aromatik, kislorodli yoki oltingugurtli birikmalar aniqlanmagan yoki faqat juda oz miqdorda mavjud bo‘lib, bu mahsulotning nisbatan toza uglevodorod tabiatga egaligini ko‘rsatadi. Bunday tarkib gidrotozalash yoki gidrokreking jarayonlarida katalizator zaharlanishi xavfining pastligi bilan bog‘liq bo‘lib, UCO ni qayta ishlash jarayonlarini soddalashtiradi. Shuningdek, normal alkanlarning ustunligi mahsulotning termik barqarorligini oshirib, uni yuqori haroratli qayta ishlash jarayonlari uchun qulay xomashyo sifatida baholash imkonini beradi.

Aniqlangan komponentlarning harorat ko‘rsatkichlari tahlili shuni ko‘rsatadiki, uglerod zanjiri uzayishi bilan qaynash, qotish va chaqnash haroratlarining oshishi kuzatiladi. Bu esa UCO ning fraksiyalash, selektiv qayta ishlash yoki modifikatsiya qilish jarayonlarida optimal texnologik parametrlarni tanlash zarurligini ko‘rsatadi. Natijalar UCO ni yoqilg‘i fraksiyalarini yaxshilash, parafinli materiallar olish yoki termik jarayonlar uchun istiqbolli xomashyo sifatida ko‘rib chiqish mumkinligini tasdiqlaydi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida UCO ning kimyoviy tarkibi gaz xromatografiya–mass-spektrometriya usuli yordamida aniqlanib, uning asosan normal to‘yingan uglevodorodlardan iborat

murakkab aralashma ekanligi aniqlandi. GC–MS tahlili UCO tarkibida $C_{16}-C_{34}$ oralig‘idagi alkanlar mavjudligini ko‘rsatib, asosiy ulush $C_{21}-C_{25}$ uglerodli fraksiyalarga to‘g‘ri kelishini tasdiqladi.

UCO tarkibida aromatik va geteroatomli birikmalarning yo‘qligi yoki juda oz miqdorda bo‘lishi uning parafin tabiatga ega va nisbatan toza uglevodorod xomashyo ekanligini ko‘rsatadi. Aniqlangan komponentlarning yuqori qaynash va qotish haroratlari UCO ning mum-simon xususiyatlarini belgilab, uni parafinli mahsulotlar olish, yoqilg‘i fraksiyalarini modifikatsiyalash yoki keyingi gidrokreking jarayonlari uchun istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi.

Umuman olganda, GC–MS yordamida olingan natijalar UCO ning tarkibiy xususiyatlarini chuqur tushunishga imkon yaratib, uning qayta ishlash texnologiyalarini tanlash va optimallashtirish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu tadqiqot natijalari UCO ni ikkilamchi xomashyo sifatida samarali foydalanish va sanoatda qayta qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. CRC Press, 2014.
2. Gary J.H., Handwerk G.E., Kaiser M.J. Petroleum Refining: Technology and Economics. CRC Press, 2007.
3. Ancheyta J. Heavy Crude Oil Refining. CRC Press, 2013.
4. Mullins O.C. The Asphaltenes. Annual Review of Analytical Chemistry, 2011.
5. Mortazavi Y., Khodadadi A.A. Oxidation and aging of heavy hydrocarbon fractions. Fuel Processing Technology, 2008.
6. Sparkman O.D., Penton Z., Kitson F.G. Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide. Academic Press, 2011.
7. Gray M.R. Upgrading Petroleum Residues and Heavy Oils. CRC Press, 1994.
8. ASTM D92 – Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup.
9. Speight J.G. Heavy Oil Production Processes. Gulf Professional Publishing, 2012.

*Savriyev Muhriddin Sadriddinovich – Buxoro davlat texnika uni*versiteti tayanch doktoranti, *Tel.: +998902998885, E-mail: savriyevmuhriddin@gmail.com*

Do‘stov Hamro Bozorovich – kimyo fanlari doktori, Buxoro davlat texnika universiteti, “Neft-gaz ishi” kafedrasi professori. Tel.: +998916476242, E-mail: dkhamro@mail.ru.

Tilloyev Lochin Ismatilloyevich – texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent, Buxoro davlat texnika universiteti, “Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi dotsenti. Tel.: +998914128791, E-mail: tilloevl@mail.ru.

QUYOSH FOTOELEKTR PANELLARINING ASOSIY PARAMETRLARINI TAHLILI VA MODELLARI

Qo‘ziyev Z.E.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada quyosh fotoelektr panellariga harorat va panelga tushuvchi quyosh nurlanish oqimi ta’siri bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijasida Matlab/Simulink dasturi yordamida quyosh fotoelektr panelining imitatsion modeli ishlab chiqilgan va panellarning ishlash samaradorligini aniqlashda Volt-Amper va Volt-Vatt tavsiflarini qurish muhim ahamiyatga ega ekanligi asoslangan.*

Tayanch so‘zlar: *quyosh fotoelektr paneli; harorat; quyosh nurlanish oqimi zichligi; Matlab/Simulink dasturi; imitatsion model; Volt-Amper tavsifi; Volt-Vatt tavsifi.*

АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Кузиев З.Э.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье анализируются научные исследования влияния температуры и потока солнечного излучения на солнечные фотоэлектрические панели. В результате исследований разработана имитационная модель солнечной фотоэлектрической панели в программе Matlab/Simulink, основанная на важности построения вольт-амперных и вольт-ваттных характеристик для определения эффективности панелей.*

Ключевые слова: *солнечная фотоэлектрическая панель; температура; плотность потока солнечного излучения; программное обеспечение Matlab/Simulink; имитационная модель; вольт-амперная характеристика; вольт-ваттная характеристика.*

ANALYSIS AND MODELING OF THE MAIN PARAMETERS OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS

Kuziev Z.E.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article analyzes scientific research on the influence of temperature and solar radiation flux on solar photovoltaic panels. As a result of the research, a simulation model of a solar photovoltaic panel was developed in the Matlab/Simulink program, based on the importance of constructing volt-ampere and volt-watt characteristics for determining the efficiency of panels.*

Key words: *solar photovoltaic panel; temperature; solar irradiance; Matlab/Simulink software; simulation model; volt-ampere characteristic; volt-watt characteristic.*

Jahonda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirish, organik yoqilg‘i asosidagi ishlaydigan energiya qurilmalaridan foydalanishni cheklash, ekologiyaga salbiy ta’sirlarni kamaytirishda quyosh fotoelektr panellarini loyihalash, modellashtirish, joriy etish va ishlash samaradorligini oshirish singari masalalariga alohida ahamiyat qaratilmoqda. Quyosh fotoelektr panellarining ishlash samaradorligi o‘rnatilgan hududning yil davomida qancha vaqt yoritilishiga, vaqt intervalida quyosh nurlanish oqimiga yoki hududning nurlanish rejimiga bog‘liq bo‘ladi. Asosan, quyosh fotoelektr panellarining ishlash samaradorligiga harorat va panelga tushuvchi quyosh nurlanish oqimi ta’sirini o‘rganish muhim ahamiyatga ega [1]. Yuqoridagi omillarni hisobga olmaslik fotoelektr panellarning ishlash samaradorligi pasayishiga olib keladi.

Respublikamizda organik yoqilg‘i asosidagi ishlaydigan energiya qurilmalaridan foydalanishni cheklash, ulardan foydalanishda ekologiyaga salbiy ta’sirlarni kamaytirish, global isishning oldini olish maqsadida hududning geografik joylashuvidan kelib chiqib qayta tiklanadigan energiya manbalaridan va energiya tejovchi texnologiyalardan foydalanish orqali iste’molchilarning energiyaga bo‘lgan ehtiyojini ta’minlash, jumladan, markazlashgan energiya ta’minotidan uzoqda joylashgan hududlar uchun avtonom va barqaror energiya ta’minotini yo‘lga qo‘yish bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan 2025 yil 27 martda imzolangan PF-63-son “Energiya samaradorligini oshirish sohasida davlat boshqaruvini takomillashtirish va energiya servis kompaniyalari xizmatlari bozorini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi farmonda quyosh panellari va boshqa turdagi energiya tejovchi qurilmalarni o‘rnatish orqali 2025 yilda 2,60 milliard kW·h elektr energiyasini ishlab chiqarish

rejalashtirilgan hamda boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda ushbu sohada belgilangan vazifalarni amalga oshirish uchun ushbu ilmiy tadqiqot ishi muayyan darajada xizmat qiladi [2].

Tadqiqotning maqsadi: markazlashgan energiya ta’minoti tizimidan uzoqda joylashgan hududlar uchun avtonom va barqaror energiya ta’minotini yo‘lga qo‘yish uchun quyosh fotoelektr panellarini ishlash samaradorligiga ta’sir qiluvchi omillarni tahlil qilish va ularning elektr parametrlarini modellashtirish.

Quyida jahonda ishlab chiqarilayotgan va foydalanilayotgan quyosh fotoelektr panellariga harorat va panelga tushuvchi quyosh nurlanish oqimi ta’siri bo‘yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari tahlil qilindi:

Singapurda ilmiy izlanishlar olib borgan olimlar H.G. Teo, P.S. Li va M.N.A. Houladerlarning tadqiqot ishlarida FEB larni orqa yuzasini sovutishda g‘ovak metall materialdan tayyorlangan plastinkalar yordamida passiv sovutish usulidan foydalanish orqali samaradorlikni oshirishga erishilgan. Tajriba sinov ishlarini olib borishda 55 W li FEB lardan foydalanilgan. 2 ta FEB larning orqa yuzasiga g‘ovak metall materialdan tayyorlangan plastinkalar joylashtirilib an’anaviy FEB bilan solishtirilgan. Olib borilgan tadqiqot natijalaridan ko‘rinadiki, metal plastinkalar orasidagi masofa qancha kichik bo‘lsa havoning sovutish tezligi kamayadi. Sovutish tizimidan foydalanilganda quyosh radiatsiyasi 1000 W/m^2 bo‘lganda FEB ning orqa yuzasidagi harorat 59°C dan 47°C gacha kamayadi. Haroratning pasayishi natijasida FEB ning elektr energiya samaradorligi 12% dan 14% gacha oshadi [3].

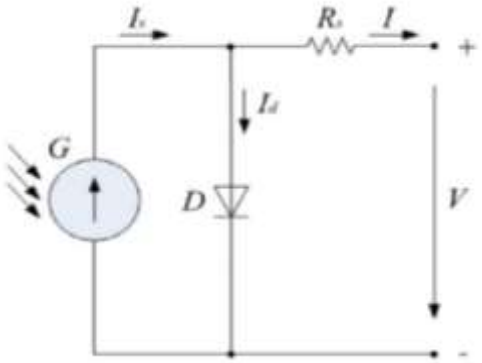
Misrlik olimlar K.A. Moharram, M.S. Abd-Elhadi, H.A. Kandil va H. El-Sheriflarning tadqiqot ishlarida FEB larni sovutish maqsadida foydalaniladigan suvni tejab ishlatish, xususan, issiq mintaqalarda suv purkash asosida sovutish tizimi ishlab chiqilgan. Mazkur tadqiqot ishida FEB larning sirtini sovutish maqsadida ishlatilgan suv har xil chang zarralaridan tozalash vazifasini ham bajaradi. Shuning uchun sovutishda foydalanilgan suv iflos bo‘ladi va er ostidagi suv bakiga yig‘iladi. Suv baki er ostiga o‘rnatililganligi uchun sovutish samaradorligi oshadi. Yer ostidagi suv konveksiya usulida issiqlik almashinishi natijasida soviydi va maxsus filtrlar esa suvni tozalab FEB larni qayta sovutishda ishlatiladi. Tadqiqot ishida harorat 0°C dan 75°C gacha oshganda FEB hosil qiladigan maksimal quvvat 4,5 W dan 3,0 W gacha pasayadi [4].

Birlashgan Arab Amirliklarida tadqiqot olib borgan olim Abdul Hai Alamining ishida sovutish tizimi sifatifa FEB ning orqa sirtida biriktirilgan loysimon massaan foydalanilgan. Sovutish tizimida loysimon massani qo‘llanilishi juda samarali, arzon va ekologik jihatdan qulay hisoblanadi. Olib borilgan tadqiqot ishlari natijasida FEB larni issiqlik almashinuvi orqali sovutish tizimi nazariy ma’lumotlar asosida matematik modellashtirilgan. Sovutilgan va an’anaviy FEB larning chiqish kuchlanishi maksimal 19,4% va chiqish quvvati esa maksimal 19,1% ga oshganligi aniqlangan [5].

Yunonistonlik olimlar S. Nizetic, F. Grubišic-Cabo, I. Marinic-Kragic va A.M. Papadopoulos ilmiy tadqiqot ishlarida FEB larni konvektiv sovutish asosida o‘rgangan. Tadqiqotni bir vaqtning o‘zida FEB larni old va orqa tomonini havo oqimi yordamida sovutish orqali o‘rgangan. Havo yordamida sovutishning bu usulida ham FEB lardan foydalanishdagi asosiy amaliy muammolardan birini hal qila oladigan va sirtini chang to‘planishi bilan bog‘liq bo‘lgan tozalash vazifasini ham bajaradi. FEB larni orqa tomondan sovutilganda 2,59%, old tomondan sovutilganda 3,48%, old va orqa tomondan sovutganda esa 4,57% ga farqlanganligi o‘rganilgan. O‘rganilgan usullardan FEB larni old va orqa tomondan sovutish boshqa holatlarga qaraganda samarali ekanligi aniqlangan [6].

Quyosh fotoelektr panelining modeli odatda elektr kattaliklarning parametrlariga, ya’ni turli nurlanish oqimi zichliklari va haroratlarda panelning Volt-Amper tavsiflariga asoslanadi. Quyosh panelining eng oddiy ekvivalent sxemasi diod bilan parallel ulangan tok manbai hisoblanadi. Mazkur manbaning chiqishi panelning fototoki (I_{ph}) ga tushadigan nurlanish oqimi zichligi bilan to‘g‘ri proportsionaldir. Qorong‘uda quyosh paneli diod sifatida ishlaydi. U tok va

kuchlanish hosil qilmaydi. Shunday qilib, fotoelektr panelining matematik modeli 1-rasmda keltirilgan ekvivalent sxemaga asoslanadi.



1-rasm. Quyosh fotoelektr panelining ekvivalent sxemasi.

Ekvivalent sxemadan ishchi tokning qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$I = I_{ph} - I_{sat}\left[e^{\frac{q(V+IR_S)}{nkT}} - 1\right] \quad (1)$$

bu yerda, I_{ph} – fototok, A; I_{sat} – diodning to‘yingan teskari toki, A; R_S – ketma-ket ulangan aktiv qarshilik, Ом; V – ishchi kuchlanish, B; I – ishchi tok, A; q – elektronning zaryadi, $1{,}6\cdot10^{-19}$ C; k – Boltsman doimiysi, $1{,}38\cdot10^{-23}$ J/C; T – harorat, K.

Panelning quvvati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\mathrm{P} = \mathrm{V}\cdot I = V\cdot\left[I_{ph} - I_{sat}\left(e^{\frac{q(V+IR_S)}{nkT}} - 1\right)\right] \quad (2)$$

Chiquvchi tok quyosh nurlanish oqimi zichligi va haroratga quyidagicha bog‘liq bo‘ladi.

$$I_{ph}(G;T) = I_{scs}\cdot\frac{G_\alpha}{G_{\alpha s}} + \alpha_{scT}(T - T_s) \quad (3)$$

bu yerda, I_{scs} – normal sharoitdagi qisqa tutashuv toki, A; G_α – quyosh nurlanish oqimi zichligi, Вт/м^2, $G_{\alpha s}$ – normal sharoitdagi quyosh nurlanish oqimi zichligi, 1000 W/m^2, α_{scT} – qisqa tutashuv tokining harorat koeffisienti, T – paneldagi harorat, ^{o}C, T_s – standart sinov sharoitidagi paneldagi harorat, 25 ^{o}C.

Turli quyosh nurlanish oqimi zichliklari va haroratlardagi paneldagi ishchi kuchlanish quyidagi ifoda yordamida topiladi.

$$V_{oc}(G;T) = V_{ocs} + \beta_{ocT}(T - T_s) + \frac{kT}{q}ln\left(\frac{I_{mpp}}{I_{scs}}\right) \quad (4)$$

bu yerda, V_{ocs} – standart sinov sharoitidagi salt ishlash kuchlanishi, B; β_{ocT} – ochiq zanjirdagi kuchlanishning harorat koeffisienti, I_{mpp} – ochiq zanjirdagi tok, A.

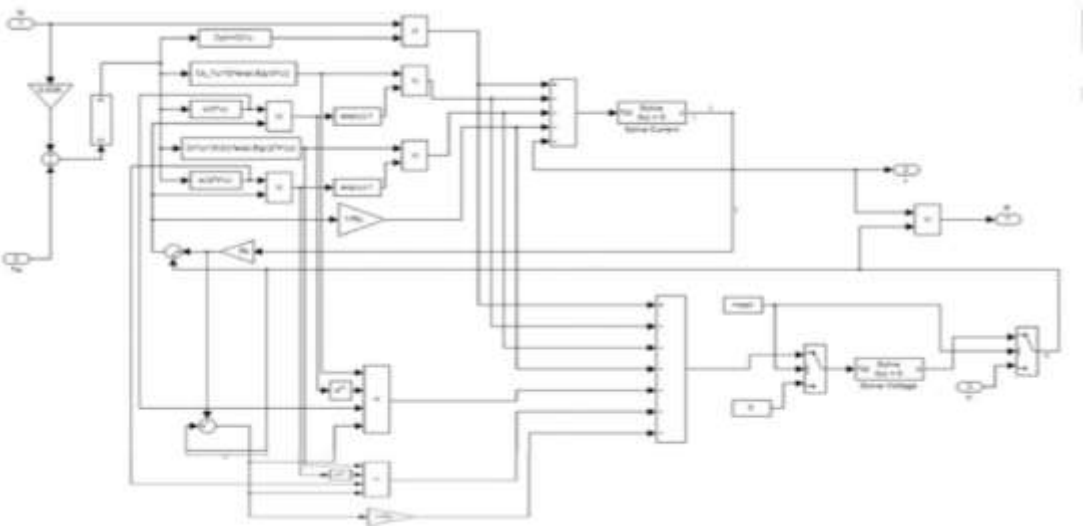
$I_{ph}(G;T) = I_D$ bo‘lganda $I_{ph}(G;T) = I_{sat}(G;T)\cdot\left[e^{\frac{V_{oc}}{V_t}} - 1\right]$.

Bundan

$$I_{sat}(G;T) = \frac{I_{ph}(G;T)}{\left[e^{\left(e^{\frac{V_{oc}}{V_t}}-1\right)} - 1\right]} \quad (5)$$

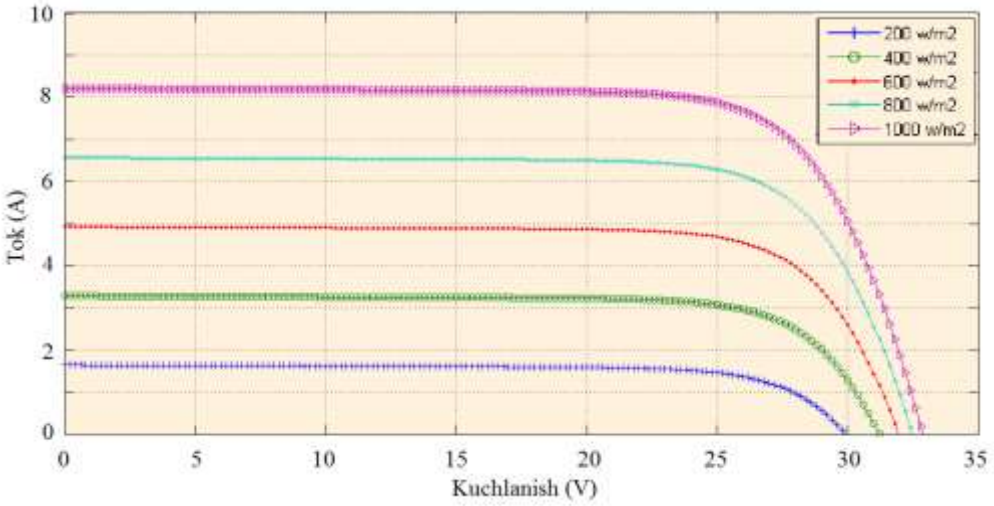
bu yerda, $V_t(T) = \frac{nkT}{q}$.

Yuqoridagi tenglamalar yordamida 2-rasmda keltirilgan quyosh fotoelektr panelining imitatsion modeli Matlab/Simulink dasturi yordamida ishlab chiqildi.



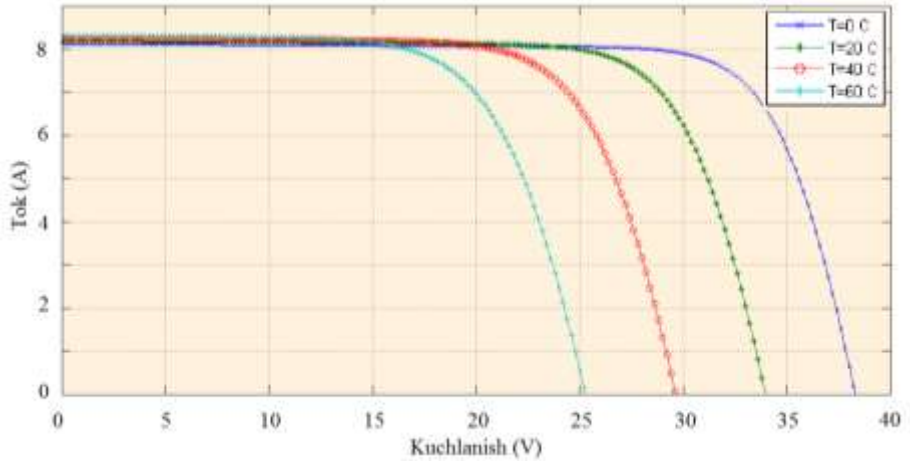
2-rasm. Matlab/Simulink dasturi yordamida ishlab chiqilgan quyosh fotoelektr panelining imitatsion modeli.

3-rasmda o‘zgarmas haroratda quyosh fotoelektr panelining turli quyosh nurlanish oqimi zichliklaridagi Volt-Amper tavsiflari Matlab/Simulink dasturida qurilgan. Quyosh nurlanish oqimi zichligi 200 W/m^2 va kuchlanish 12 V bo‘lganda tok 1,7 A ni, 600 W/m^2 va 12 V da 5,0 A hamda 1000 W/m^2 va 12 V da 8,2 A ni tashkil qildi.



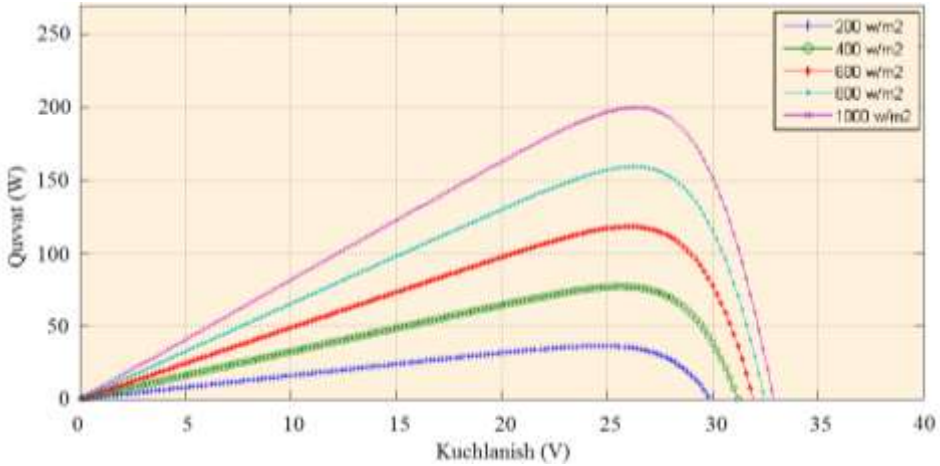
3-rasm. O‘zgarmas haroratda quyosh fotoelektr panelining turli quyosh nurlanish oqimi zichliklaridagi Volt-Amper tavsiflari.

4-rasmda o‘zgarmas quyosh nurlanish oqimi zichligida quyosh fotoelektr panelining turli haroratlardagi Volt-Amper tavsiflari keltirilgan. Quyosh nurlanish oqimi zichligi 1000 W/m^2 bo‘lganda quyosh fotoelektr panelidagi harorati 20°C va kuchlanish 12 V ekanligida tok 8,2 A ligi modellashtirish natijasida aniqlandi.



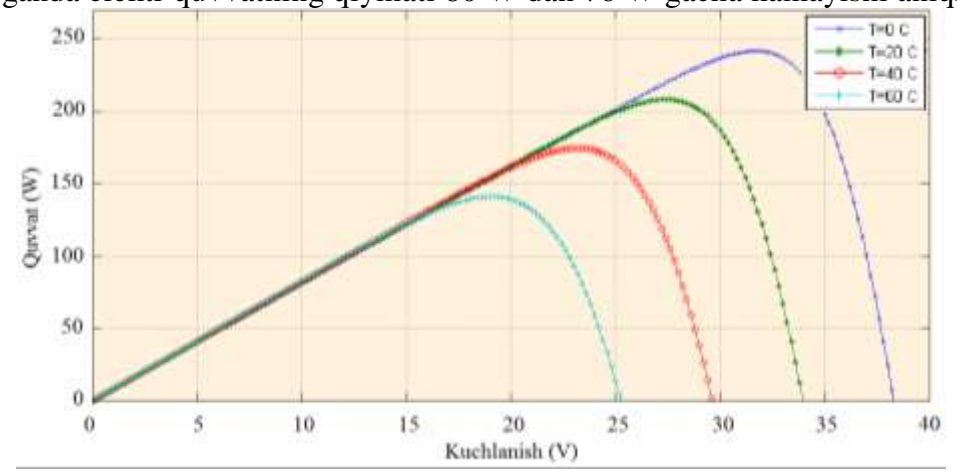
4-rasm. O‘zgarmas quyosh nurlanish oqimi zichligida quyosh fotoelektr panelining turli haroratlardagi Volt-Amper tavsiflari.

5-rasmda quyosh fotoelektr panelining o‘zgarmas harorat va turli quyosh nurlanish oqimi zichliklarida Volt-Vatt tavsiflari keltirilgan. Quyosh nurlanish oqimi zichligining qiymati 1000 W/m^2 gacha oshganda 0^{0}C harorat va 12 V kuchlanishda elektr quvvatning qiymati 80 W ni tashkil qildi.



5-rasm. O‘zgarmas haroratda quyosh fotoelektr panelining turli quyosh nurlanish oqimi zichliklaridagi Volt-Vatt tavsiflari.

6-rasmda esa quyosh fotoelektr panelining o‘zgarmas quyosh nurlanish oqimi zichligi va turli haroratlarda Volt-Vatt tavsiflari ko‘rsatilgan. Bu tavsiflarga asoslanib harorat 0°C dan 60°C gacha o‘zgarganda elektr quvvatning qiymati 80 W dan 76 W gacha kamayishi aniqlandi.



6-rasm. O‘zgarmas quyosh nurlanish oqimi zichligida quyosh fotoelektr panelining turli haroratlardagi Volt-Vatt tavsiflari.

Olib borilgan tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarga olib keldi:

1. Jahonda ishlab chiqarilayotgan va foydalanilayotgan quyosh fotoelektr panellariga harorat va panelga tushuvchi quyosh nurlanish oqimi ta'siri bo'yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari tahlil qilindi va Matlab/Simulink dasturi yordamida quyosh fotoelektr panelining imitatsion modeli ishlab chiqildi.
2. Matlab dasturida o'zgarmas haroratda quyosh fotoelektr panelining turli quyosh nurlanish oqimi zichliklaridagi Volt-Amper tavsiflari qurildi. Quyosh nurlanish oqimi zichligi 1000 W/m^2 bo'lganda quyosh fotoelektr panelidagi harorati 20°C va kuchlanish 12 V ekanligida tok 8,2 A ligi modellashtirish natijasida aniqlandi.
3. O'zgarmas quyosh nurlanish oqimi zichligida quyosh fotoelektr panelining turli haroratlardagi Volt-Amper tavsiflari qurildi. Quyosh nurlanish oqimi zichligi 1000 W/m^2 bo'lganda quyosh fotoelektr panelidagi harorati 20°C va kuchlanish 12 V ekanligida tok 8,2 A ni tashkil qildi.
4. Quyosh fotoelektr panelining o'zgarmas harorat va turli quyosh nurlanish oqimi zichliklarida Volt-Vatt tavsiflariga asosan quyosh nurlanish oqimi zichligining qiymati 1000 W/m^2 gacha oshganda 0^{0}C harorat va 12 V kuchlanishda elektr quvvatning qiymati 80 W ni tashkil qildi.
5. Quyosh fotoelektr panelining 1000 W/m^2 quyosh nurlanish oqimi zichligi va harorat 0°C dan 60°C gacha o'zgarganda elektr quvvatning qiymati 80 W dan 76 W gacha kamayishi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Weisz P.B. Basic Choices and Constraints on Long-Term Energy Supplies // Physics Today, 2004, pp. 141-144.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 27 martdagi PF-63-son farmoni [https://www.lex.uz/uz/docs/7455519].
3. Teo H.G., Lee P.S., Hawlader M.N.A. An active cooling system for photovoltaic modules // Applied Energy, 2012, pp. 309–315.
4. Moharram K.A., Abd-Elhady M.S., Kandil H.A., El-Sherif H. Enhancing the performance of photovoltaic panels by water cooling // Ain Shams Engineering Journal, 2013, pp. 869–877.
5. Abdul Hai Alami. Effects of evaporative cooling on efficiency of photovoltaic modules // Energy Conversion and Management, 2014, pp. 668–679.
6. Nizetic S., Grubišic-Cabo F., Marinic-Kragic I., Papadopoulos A.M. Experimental and numerical investigation of a backside convective cooling mechanism on photovoltaic panels. Energy, 2016, pp. 211–225.

UO'K 621.314

KONVEYER ELEKTR YURITMALARIDA GARMONIK BUZILISHLARNI KAMAYTIRISH HAMDA MEXANIK NOSOZLIKLARNING ELEKTR ENERGIYASI SIFATIGA TA'SIRINI BAHOLASH TEXNOLOGIYALARI

Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini baholash texnologiyalarini ishlab chiqishga qaratilgan. Konveyer tizimlarida elektr yuritmalar yuklamaning o'zgarishi, mexanik elementlarning shikastlanishi va tarmoqdagi elektromagnit nomutanosibliklar sababli yuqori darajadagi garmonik buzilishlar hosil qiladi. Ushbu buzilishlar kuchlanish barqarorligiga, fazalar simmetriyasiga, chastota stabilligiga va quvvat koeffitsiyentiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotda mexanik nosozliklar elektr yuritmaning shikastlanishi, lenta sirpanishi, mufta ishdan chiqishi kabi omillarning elektr parametrlariga ta'siri tahlil qilinadi. Garmoniklarni kamaytirish uchun passiv va aktiv filtrlar, shuningdek, adaptiv boshqaruv tizimlari qo'llash samaradorligi o'rganiladi. Taklif etilgan texnologiyalar konveyer elektr yuritmalarining ishonchliligini oshirish, energiya samaradorligini yaxshilash va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi.*

Kalit so'zlar: *konveyer, elektr yuritma, garmonik buzilishlar, mexanik nosozliklar, elektr energiyasi sifati, kuchlanish barqarorligi, fazalar simmetriyasi, quvvat koeffitsiyenti, aktiv filtrlar, adaptiv boshqaruv.*

ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ В КОНВЕЙЕРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИВОДАХ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Товбоев А.Н., Тогаев И.Б.

Навоийский государственный горно-технологический университет.

Аннотация. *В данной статье представлено исследование, направленное на разработку технологий снижения гармонических искажений в конвейерных электрических приводах, а также оценки влияния механических неисправностей на качество электрической энергии. В конвейерных системах электрические приводы из-за изменения нагрузки, повреждения механических элементов и электромагнитных несбалансированностей в сети формируют высокие уровни гармонических искажений. Эти искажения оказывают негативное воздействие на стабильность напряжения, симметрию фаз, стабильность частоты и коэффициент мощности. В исследовании анализируется влияние таких механических неисправностей, как повреждение электрического привода, проскальзывание ленты, выход из строя муфты, на электрические параметры. Рассматривается эффективность применения пассивных и активных фильтров, а также адаптивных систем управления для снижения гармоник. Предложенные технологии направлены на повышение надежности конвейерных электрических приводов, улучшение энергоэффективности и снижение эксплуатационных затрат.*

Ключевые слова: *конвейер, электрический привод, гармонические искажения, механические неисправности, качество электрической энергии, стабильность напряжения, симметрия фаз, коэффициент мощности, активные фильтры, адаптивное управление.*

TECHNOLOGIES FOR REDUCING HARMONIC DISTORTIONS IN CONVEYOR ELECTRIC DRIVES AND ASSESSING THE IMPACT OF MECHANICAL FAULTS ON ELECTRIC POWER QUALITY

Tovboev A.N., Togaev I.B.

Navoi state mining and technology university.

Annotation. *This article presents a study aimed at developing technologies for reducing harmonic distortions in conveyor electric drives and assessing the impact of mechanical faults on electric power quality. In conveyor systems, electric drives generate high levels of harmonic distortions due to load variations, mechanical component damage, and electromagnetic imbalances in the power network. These distortions negatively affect voltage stability, phase symmetry, frequency stability, and power factor. The study analyzes the impact of mechanical faults such as electric drive damage, belt slippage, and coupling failure on electrical parameters. The effectiveness of using passive and active filters, as well as adaptive control systems, to mitigate harmonics is examined. The proposed technologies are aimed at improving the reliability of conveyor electric drives, enhancing energy efficiency, and reducing operational costs.*

Key words: *conveyor, electric drive, harmonic distortions, mechanical faults, electric power quality, voltage stability, phase symmetry, power factor, active filters, adaptive control.*

***K*irish.** Konveyer elektr yuritmalari sanoat korxonalarida, xususan, tog‘-kon, metallurgiya va energetika sohalarida yuklarni uzluksiz va samarali tashish jarayonida muhim ahamiyatga ega bo‘lgan tizimlardan biridir. Ushbu yuritmalarning uzluksiz ishlashi va energiya samaradorligi bevosita elektr energiyasi sifatining barqarorligiga bog‘liq. Amaliyotda kuzatilganidek, konveyer tizimlarida yuklamaning keskin o‘zgarishi, mexanik elementlarning eyilishi yoki shikastlanishi, hamda tarmoqdagi elektromagnit nomutanosibliklar natijasida yuqori darajadagi garmonik buzilishlar hosil bo‘ladi. Bunday buzilishlar kuchlanish barqarorligi, fazalar simmetriyasi, chastota stabilligi va quvvat koeffitsiyenti kabi asosiy parametrlarning me’yorlardan chetga chiqishiga olib keladi [1,2]. Mexanik nosozliklar, masalan, lenta sirpanishi, mufta ishdan chiqishi yoki podshipniklarning eyilishi, faqat mexanik samaradorlikni pasaytiribgina qolmay, balki elektr yuritma va butun energiya ta’minoti tizimiga ham sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shuningdek, garmonik buzilishlarning ortishi nafaqat elektr energiyasi sifatini yomonlashtiradi, balki elektr qurilmalarining ishlash muddatini qisqartiradi va ekspluatatsion xarajatlarni oshiradi. Shu sababli, garmoniklarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning salbiy ta’sirini minimallashtirish bo‘yicha samarali texnologiyalar ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqot

konveyer elektr yuritmalarida yuzaga keladigan garmonik buzilishlarni aniqlash va kamaytirish, shuningdek, mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta’sirini baholashga qaratilgan. Tadqiqot natijalari konveyer tizimlarining ishonchliligi va energiya samaradorligini oshirish, hamda sanoat korxonalarida ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga xizmat qilishi kutilmoqda [3,4,5].

Asosiy qism. Konveyer elektr yuritmalari sanoat korxonalarida uzluksiz material tashishning asosiy texnologik bo‘g‘inlaridan biridir. Ularning samarali va barqaror ishlashi butun ishlab chiqarish jarayonining unumdorligini ta’minlaydi. Biroq, zamonaviy konveyer yuritmalari, ayniqsa chastotani boshqaruvchi o‘zgartirgichlar bilan jihozlangan tizimlar, tarmoqga garmonik buzilishlarni kiritishi mumkin. Bundan tashqari, mexanik nosozliklar elektr yuritma ish rejimini o‘zgartiradi va elektr energiyasi sifatining pasayishiga olib keladi. Garmonik buzilishlar quvvat koeffitsientining pasayishiga, jihozlarning qizib ketishiga, himoya apparatlarining noto‘g‘ri ishlashiga va energiya yo‘qotishlarining ortishiga olib keladi [6,7,8]. Umumiy garmonik darajasi va kommutatsiya jarayoni tok va kuchlanish egri shakllarining buzilishiga olib keladi. Kommutatsiya burchagi kattaligiga qarab, n-kuchlanish garmonikasining garmonik tarkibiy qismlarini quyidagi1-ifodadan aniqlaymiz.

$$U_n = \frac{P_d}{S_{qt}} \cdot \frac{\sin(n\frac{\gamma}{2})}{n\frac{\gamma}{2}} \quad (1)$$

To‘g‘rilagich tomonidan tarmoqdan iste’mol qilinadigan tokning garmonik tarkibi 2-ifodadan aniqlanadi:

$$i_{1(n)} = \frac{6\sqrt{3}}{\pi^2 k_{tr}} \cdot \left(sin\omega t - \frac{1}{5^2} sin5\omega t + \frac{1}{7^2} sin7\omega t - \frac{1}{11^2} sin11\omega t + \right) \quad (2)$$

Mexanik nosozliklar (podshipnikning eyilishi, lenta sirpanishi, reduktor tishlarining shikastlanishi, valning disbalansi) dvigatel momentida davriy tebranishlarga sabab bo‘ladi, natijada:

- ✓ Tok va kuchlanishning tebranishi kuchayadi;
- ✓ Garmonik amplitudalar ortadi;
- ✓ Qo‘shimcha yo‘qotishlar paydo bo‘ladi;
- ✓ Tizimning samaradorligi kamayadi.

Garmonik buzilishlarni kamaytirish uchun quyidagi texnik choralardan foydalaniladi:

- ✓ Passiv LC-filtrlar – aniq garmonik chastotalarni so‘ndiradi.
- ✓ Aktiv filtrlar – real vaqt rejimida qarshi fazali garmonik tok hosil qiladi.
- ✓ Ko‘p-pulsli konvertorlar-past tartibdagi garmoniklarni konstruktiv tarzda kamaytiradi.
- ✓ Yuqori sifatli o‘zgartirgichlar –PWM boshqaruv algoritmlarini optimallashtirish orqali spektrni tozalaydi.

Chiziqli yuklamaning parametrlari quyidagi formula bo‘yicha hisoblab chiqilgan va 3-ifodadan aniqlaymiz:

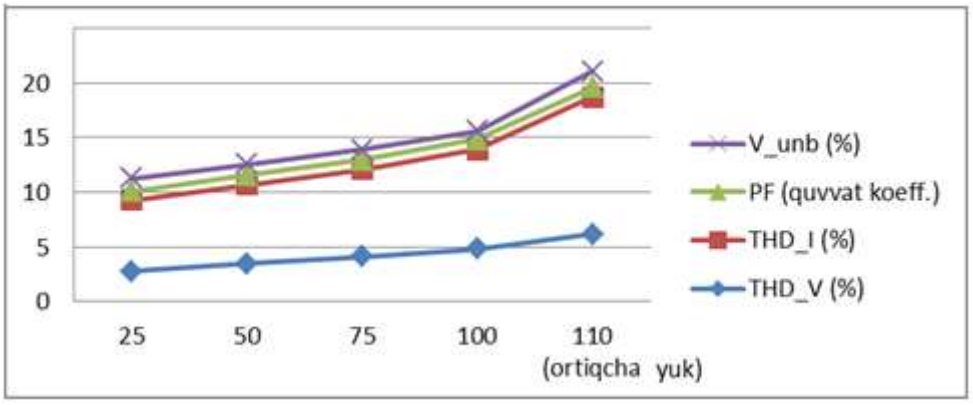
$$Z_{LN} = R_{LN} + jX_{LN} = \frac{U_T^2}{S_T \cdot k_T} \cdot cos\varphi + j\frac{U_T^2}{314 S_T \cdot k_T} \cdot sin\varphi \quad (3)$$

Yuklama o‘zgarishi va quvvat sifati ko‘rsatkichlarini quyidagi 1-jadvalda keltiramiz.

1-jadval

Yuklama o‘zgarishi va quvvat sifati ko‘rsatkichlari

Yuklama darajasi (%)	THD_V (%)	THD_I (%)	cosf (quvvat koeff.)	V (%)
25	2.8	6.5	0.78	1.2
50	3.5	7.2	0.84	1.0
75	4.1	8.0	0.89	0.9
100	4.8	9.1	0.92	0.8
110 (ortiqcha yuklamada)	6.2	12.5	0.87	1.5



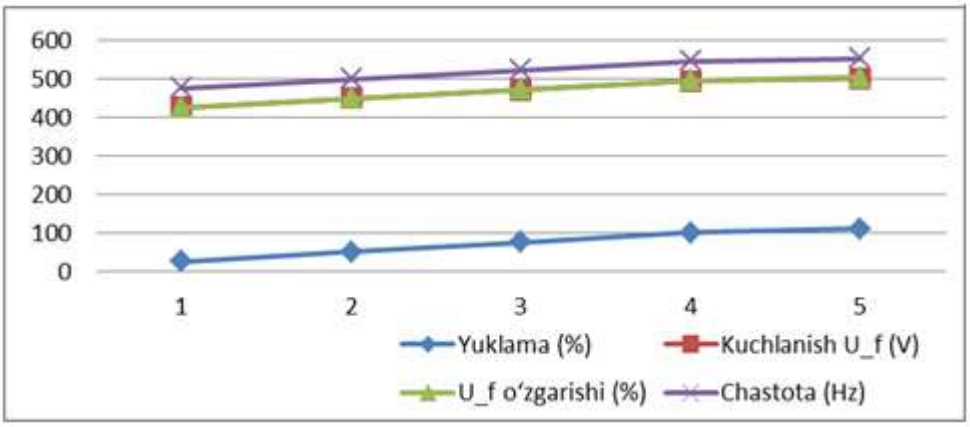
1-rasm. Yuklama o‘zgarishining quvvat sifati ko‘rsatkichlariga bog’liqlik diagrammasi

Elektr ta’minot tizimida yuklamaning o‘zgarishi kuchlanish darajasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Buning sababi-elektr tarmog‘ida mavjud bo‘lgan ichki qarshilik va reaktiv komponentlar (induktivlik va sig‘im) tufayli yuklamaning oshishi yoki kamayishi kuchlanishning pasayishiga yoki ko‘tarilishiga olib keladi. Yuklama oshganda tok kattalashadi, tarmoqdagi aktiv va reaktiv qarshilikda katta kuchlanish yo‘qotishlari paydo bo‘ladi va kuchlanish pasayadi. Yuklama kamayganda tok kichrayadi, kuchlanish yo‘qotishlari kamayadi kuchlanish ko‘tarilishi mumkin. Yuklama o‘zgarishi bilan kuchlanish tebranishini quyidagi 2-jadvalda keltiramiz.

2-jadval

Yuklama o‘zgarishi bilan kuchlanish tebranishi

Yuklama (%)	Kuchlanish U_f (V)	U_f o‘zgarishi (%)	Chastota (Hz)
25	400	0.5	50
50	398	1.0	50
75	396	1.5	50
100	394	2.0	50
110	390	3.0	50



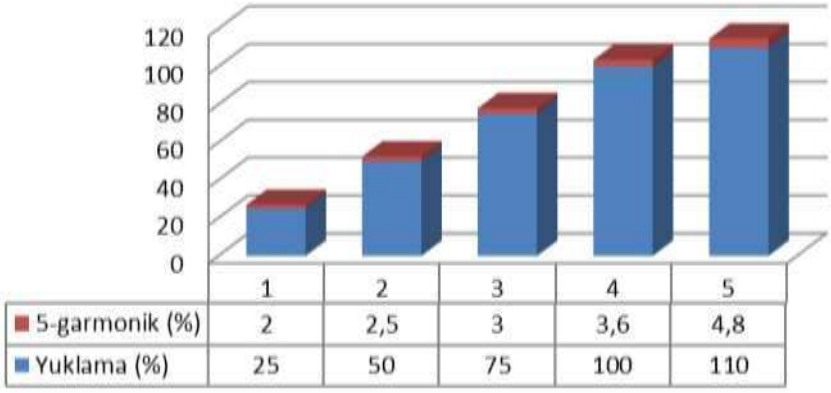
2-rasm. Yuklama o‘zgarishi bilan kuchlanish tebranishiga bog‘liqligi

3-jadval

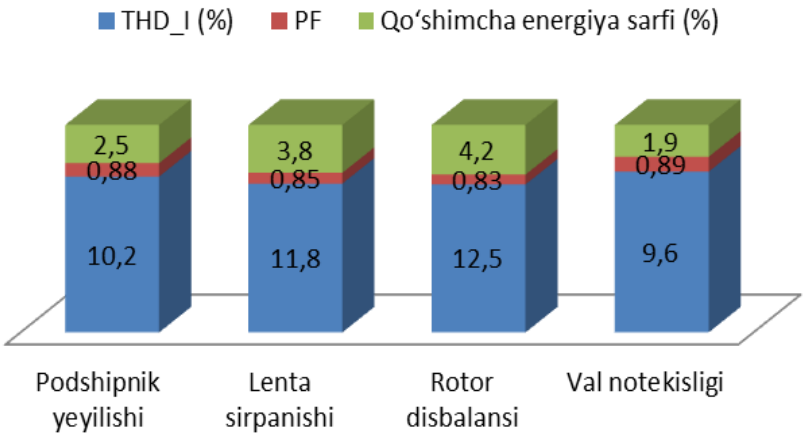
Garmonik komponentlar amplitudasi

Yuklama (%)	5-garmonik (%)	7-garmonik (%)	11-garmonik (%)	13-garmonik (%)
25	2.0	1.2	0.6	0.4
50	2.5	1.6	0.8	0.5
75	3.0	2.0	1.0	0.6
100	3.6	2.4	1.3	0.8
110	4.8	3.1	1.7	1.0

Yuklama kamayganda esa tok kamayishi bilan garmoniklar ham pasayadi, biroq ayrim hollarda kommutatsiya rejimining o‘zgarishi natijasida ayrim garmonik komponentlar nisbatan kuchayishi mumkin. Elektr ta’minoti tizimida yuklama o‘zgarishi nafaqat kuchlanish va tokning asosiy chastotasidagi qiymatlariga, balki garmonik komponentlar amplitudasiga ham sezilarli ta’sir ko‘rsatishini 3-jadvalda keltirilgan.

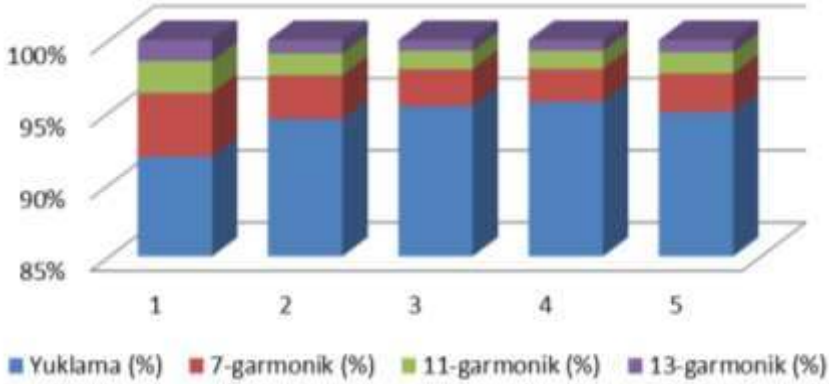


3-rasm. Yuklama o‘zgarishining garmoniklar amplitudasiga ta’sirining bog‘liqlik grafigi



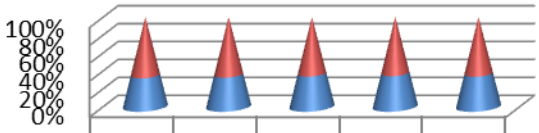
4-rasm. Mexanik nosozlik bo‘yicha energiya sifati o‘zgarishi grafigi

Ayrim iste’molchining kirish qismiga kondensator to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulansa, xususiy o‘rnatish sodir bo‘ladi. Bunday ulanishda kondensatorning ishlatilishi to‘la bo‘lmaydi, chunki iste’molchini uzilishi kondensatorni ham tarmoqdan uzilishiga olib keladi. Guruh iste’molchilari uchun o‘rnatilganda kondensator batareyasi tarmoqning taqsimlash punktiga ulanadi.



5-rasm. Yuklama o‘zgarishining garmonikalar amplitudasiga ta’siri grafigi

Markazlashtirilgan ravishda o‘rnatilganda kondensatorlar batareyasi transformator podstansiyasining yuqori kuchlanishli qismiga ulanadi. Bu holda kondensatorlarning o‘rnatilgan quvvatlarining ishlatilishi eng yuqori darajada bo‘ladi. O‘lchov asboblari va kommutatsiya apparatlariga ketadigan xarajatlarni kamaytirish maqsadida 6-10kV kuchlanishda quvvati 400 kvardan kam bo‘lgan kondensator batareyalarni ayrim uzgich orqali o‘rnatish tavsiya etilmaydi.

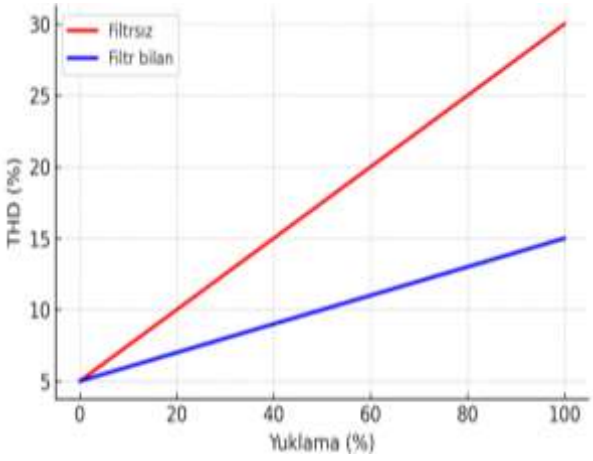


	1	2	3	4	5
Tok tebranish koeffitsienti (K_t)	0,02	0,025	0,03	0,04	0,055
Tokning RMS o‘zgarishi (%)	1	1,5	2	3	4,2
I_eff (A)	45	88	126	165	185
Yuklama (%)	25	50	75	100	110

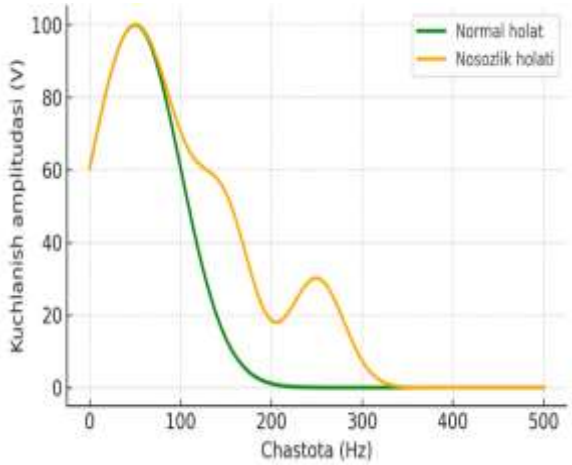
6-rasm. Yuklama o‘zgarishi va tok tebranishi ko‘rsatkichlari grafigi

Past yuklamada garmoniklar nisbatan kichik bo‘ladi, lekin yuqori yuklamada ular tez oshadi. Masalan, konveyer elektr yuritmasi nominal quvvatning 90–100 % da ishlaganda THD 15–25 % gacha chiqishi mumkin. Aktiv filtrlar bilan THD 5 % dan pastga tushiriladi. Agar yuklama uch fazada teng taqsimlanmagan bo‘lsa:

- ✓ **Asimmetrik garmoniklar** paydo bo‘ladi;
- ✓ Fazalar simmetriyasi buziladi;
- ✓ 3-tartibli garmonik (triplen harmonics) kuchayadi va neytral simdan katta tok o‘tishiga sabab bo‘ladi.



7-rasm. Yuklama o‘zgarishiga bog‘liq THD darajasi grafigi



8-rasm. Mexanik nosozlik ta’sirida kuchlanish spektri grafigi

Xulosa. O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, konveyer elektr yuritmalarida yuklama o‘zgarishi va mexanik nosozliklar elektr energiyasi sifatiga bevosita va sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Yuklamaning ortishi natijasida tok va kuchlanish shaklida buzilishlar yuzaga keladi, bu esa yuqori darajadagi garmonik komponentlarning hosil bo‘lishiga olib keladi. Garmoniklar amplitudasining ortishi kuchlanish barqarorligining pasayishi, fazalar simmetriyasining buzilishi, chastota stabilligining yomonlashishi va quvvat koeffitsiyentining kamayishi bilan birga keladi. Natijada tizimning umumiy samaradorligi pasayadi va ekspluatatsion xarajatlar oshadi. Tadqiqot natijalari mexanik nosozliklarning-lenta sirpanishi, muftaning ishdan chiqishi, rotor shikastlanishi

kabi omillarning-garmonik buzilishlarni kuchaytiruvchi qo‘shimcha manba sifatida xizmat qilishini tasdiqladi. Bunday holatlarda yuklama taqsimotining notekisligi va mexanik qarshilikning oshishi tokning noideal shaklini hosil qiladi, bu esa THD ko‘rsatkichining sezilarli oshishiga sabab bo‘ladi. Garmonik buzilishlarni kamaytirish bo‘yicha o‘rganilgan texnologiyalar orasida passiv va aktiv filtrlar hamda adaptiv boshqaruv tizimlari yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Passiv filtrlar nisbatan oddiy va iqtisodiy jihatdan arzon bo‘lib, past chastotali garmoniklarni samarali kamaytiradi. Aktiv filtrlar esa yuklama o‘zgarishiga moslashuvchan javob qaytarib, keng chastota diapazonida garmoniklarni bartaraf etish imkonini beradi. Adaptiv boshqaruv tizimlari elektr yuritma parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtirish orqali yuklama o‘zgarishining salbiy ta’sirini minimallashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ibodullayev M.I, Tovboyev A.N., Yesenbekov A.K., Nazarov A.I. Avtoparametrik tebranishlarni tahlil qilishda chastota-energiya munosabatlari // «O'zbekiston Konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali. – Navoiy, 2017. № 2. 165-167 betlar.
2. Tovboyev A.N., Norqulov A.O., Tog'ayev I.B. Uch fazali ferromagnit elementlarga ega bo'lgan uch fazali zanjirlarda subgarmonik tebranishlarning harakat tenglamasi. Ilm-fan, texnika va texnologiyalar bo'yicha ilg'or tadqiqotlar xalqaro jurnali. Hindiston, IJARSET jildiga mualliflik huquqi. 6, 10-son, 2019 yil oktyabr, 11207-11210 betlar.
3. Tovboyev A.N., Tog’ayev I.B., Nodirov G’.Y. Statistical analysis of power waste in 6-10 kV tension overhead electrical transmission lines // International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology Vol. 9, Issue 11, November 2022. India, pp. 2-7.
4. Savina N.V., Myasoedov Yu.V. Tarqatish elektr tarmoqlarining ishlashida elektr energiyasini yo'qotish bo'yicha tizimli tadqiqotlar // IrGTU Vestnik. 2012. № 1 (60).142–148 bet.
5. Mavlonov J A., Mardonov D.Sh. “Rudani yanchuvchi tegirmonlarni elektr energiya samaradorligini oshirish usullari” // Konchilik xabarnomasi. Ilmiy texnik va ishlab chiqarish jurnali. – Navoiy, 2022. № 3.102-104 bet.
6. Tovboyev A.N., Baynazarov G.G., Jumayev Z.I. Bo'lingan ferromagnit elementga ega bo'lgan uch fazali zanjirlarda uchinchi darajali subarmonik tebranishlarni tahlil qilish. Ilm-fan, texnika va texnologiyalar bo'yicha ilg'or tadqiqotlar xalqaro jurnali. Hindiston, IJARSET mualliflik huquqi. Jild. 6,12-son, 2019 yil dekabr, 12229-12233-betlar.
7. Tovboyev A.N., Ibadullayev M.I., Murodov H.Sh., Narzullayev B.Sh. Yuqori kuchlanishli elektr tarmoq va tizimlarida subgarmonik ferrorezonans. «Uzbekiston konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali – Navoi 2020. №4 (83). 110-113 bet
8. Tog’ayev I.B.,Tursunova A.A., Eshmirzayev M.A. Monitoring of overhead power lines.// Problems and scientific solutions.Vol.6, Issue 4, 2022 Australia, Melbourne. 267-271pt.

Tovboyev Akram Nurmonovich-v.b. professor. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Elektr energetikasi” kafedrasi v.b. professori, Tel.: +998913097172 (c), E-mail: tovboyev70@mail.ru

Tog‘ayev Islom Bekpo‘lat o‘g‘li – assistent. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Elektr energetikasi” kafedrasi assistenti Tel.: +998977966636 (c), E-mail: togayev.islom@mail.ru

NEFT VA GAZ SANOATIDA ENERGIYA SAMARADORLIKKA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR VA ENERGIYA SAMARADORLIKNI OSHIRISH IMKONIYATLARI.

Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Umumiy sanoat ishlab chiqarishining zaruriy kuchi energiya hisoblanadi. Bu eng muhim omil bo'lib iqtisodiy o'sish va sanoat rivojlanishi negizi hisoblanadi. Turli energiya resurslari iste'moli darajasi texnologik jarayonga bog'liq bo'lib, Sanoat korxonalari izlanishlari davomida texnika-texnologiyalar yordamida energiyadan tejamkor foydalanish orqali energiya zaxiralarini saqlash imkoniyatlarini qidirishadi. Neft va gaz sanoati yoqilg'i energiyasini qazib chiqarish, qayta ishlash, iste'molga etkazguncha ko'p energiya iste'mol qiladi. Bunda energiya samaradorlikni oshirib energiya iste'molini kamaytirishning ko'p usullari mavjud. Quyida ushbu maqolada neft- gaz sanoatida texnika va texnologiya, shuningdek qayta ishlash metodlarini o'zgartirish orqali qanday energiya tejash imkoniyati mavjudligi haqida so'z boradi.*

Kalit so'zlar: *energiya, kogeneratsiya, turbina, nasos, kompressor, energiya samaradorlik, AVO , separator.*

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ, И ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.

Садуллаев Н.Н., Муртазоев Ф.Ф.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Необходимая мощность общепромышленного производства – это энергия. Это важнейший фактор, лежащий в основе экономического роста и развития промышленности. Уровень потребления различных энергетических ресурсов зависит от технологического процесса, и промышленные предприятия ищут возможности экономии энергетических запасов за счет экономного использования энергии, используя в своих исследованиях методы и технологии. Нефтегазовая промышленность потребляет большое количество энергии, получаемой при добыче, переработке и потреблении топлива. Существует множество способов снижения энергопотребления за счет повышения энергоэффективности. Ниже в этой статье будет рассмотрено, как можно сэкономить энергию в нефтегазовой промышленности путем изменения методов и технологий, а также методов переработки.*

Ключевые слова: *энергия, когенерация, турбина, насос, компрессор, энергоэффективность, АВО, сепаратор.*

FACTORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY AND OPPORTUNITIES FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY.

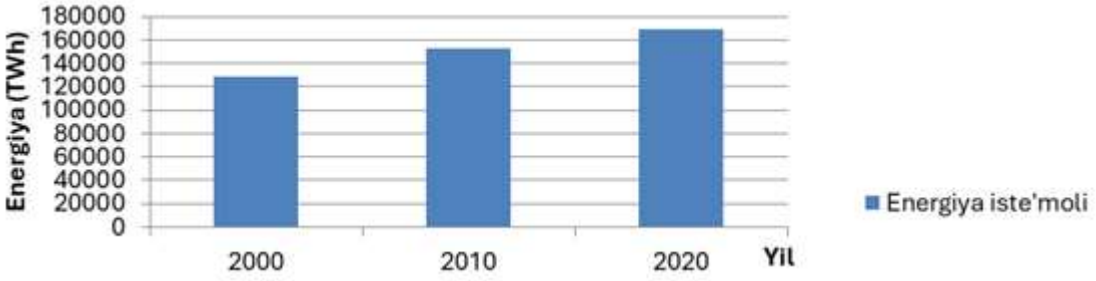
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F.
Bukhara state technical university.

Annotation. *The necessary power of general industrial production is energy. This is the most important factor and is the basis of economic growth and industrial development. The level of consumption of various energy resources depends on the technological process, and industrial enterprises are looking for opportunities to save energy reserves through the economical use of energy using techniques and technologies in their research. The oil and gas industry consumes a lot of energy from the extraction, processing, and consumption of fuel energy. There are many ways to reduce energy consumption by increasing energy efficiency. Below, this article will discuss how energy can be saved in the oil and gas industry by changing techniques and technologies, as well as processing methods.*

Keywords: *energy, cogeneration, turbine, pump, compressor, energy efficiency, AVO, separator.*

Energiya – sanoatning asosi bo'lib, u turli ko'rinishda, turli joyda, turli vazifalarni bajarishda asosiy omil, resurs bo'lib xizmat qiladi va bunda energiya samaradorlikni oshirish har bir sanoat tarmog'ining asosiy vazifasi hisoblanadi. Yoqilg'i energiyasi iste'moli yildan yilga oshib bormoqda. Dunyo bo'yicha 2000-yilda umumiy energiya iste'moli 128868 twh, 2010-yilda 153125 twh, 2020- yilda 168779 twh ni tashkil etgan. Bu esa har 10 yillikda energiya iste'moli 10% dan 19% gacha oshib borgan. Ayni paytda energiya iste'moli o'sishi – ushbu energiya zaxiralarining miqdori o'zgarishiga sabab bo'lmoqda.

Neft- gaz korxonalari energiya tejashi uchun yirik moliyaviy rag'bat zarur, chunki ularning obyektini ishlatishda umumiy xarajatlarda energiyaning ulushi katta. Energiyadan samarador foydalanish butun zanjir bo'ylab energiya iste'molini kamaytiradi. Bundan tashqari energiya samaradorlikni oshirish orqali energiyani tejash korxonaning ekologik barqarorlikni saqlash uchun ijobiy qadam hisoblanadi [1].



1-grafik. Dunyo bo‘yicha energiya iste’moli o‘zgarishi har 10 yillikda

Energiya samaradorlik. Neft va gaz sanoatida barqaror energiya samaradorlikga erishish uchun bir qancha innovatsion tendentsiyalar shakllanmoqda va bu imkoniyatlarni turli toifalarga ajratish mumkin [2].

Ish sharoitlarini optimallashtirish, shu jumladan sinxron mashinalar faoliyatini yaxshilash shamollatish yoki olovga yuborilgan oqimlarning yo‘nalishini o‘zgartirish ba’zi bir oqimlarni qayta tiklash, masalan, ba’zi jihozlarda qoplovchi gaz yoki baraban bug‘lari:

- Iste’molni yaxshiroq kuzatish uchun o‘rnatish o‘rtasida yaxshiroq o‘lchash;
- Energiya tejamkor turbinalar, nasoslar va kompressorlardan foydalanish.

Issiqlik va energiyani kogeneratsiya qilish va turbinaga chiqindi gazni qayta ishlash moslamalarini o‘rnatish, bu chiqindi energiyadan jarayonda isitish maqsadlarida foydalanishga imkon berish orqali turbinaning umumiy samaradorligini oshiradi.

- Chiroqlarda ultratovushli oqim o‘lchagichlardan foydalanish;
- Kompressorlardagi quruq gaz muhrlari.

Seysmik o‘lchash va tahlil qilish hamda burg‘ulash texnikasidagi yutuqlar tufayli burg‘ulash muvaffaqiyati ko‘rsatkichlarini oshirish orqali yanada samarali qidiruv ishlari.

Gazni qayta ishlash va taqsimlashga investitsiyalar hisobiga qo‘shma gazni yoqish va havoga chiqarishni qisqartirish kabi omillar orqali energiya samaradorlikka erishish mumkin [3].

Yudong Mao, Xinwei Li, Jiying Liu kabi xitoyning Jianzhu universiteti olimlari “Tabiiy gaz sanoat zonalarida ko‘p obyektli integratsiyalashgan optimal energetik tizimini shakllantirish, turli xil vodorod gazlarini aralashtirish orqali jarayonni kuchaytirish” [4] maqolasida tabiiy gazni qazib chiqarishda integratsiyalashgan tizim ishlab chiqarish orqali energiya samaradorlikka erishish imkoniyatini o‘rganib chiqishgan. Bundan tashqari ularning asosiy maqsadi gaz qazib chiqarish va uzatishda vodorod aralashmasining nisbatini dasturiy ta’minot orqali boshqarish tizimini yaratgan.

Madieh Zakizadeh, Mazyar Zand kabi Eron olimlari energiya samaradorlikga mavjud texnologiyani yaratish va sun’iy intelektni joriy etish shuningdek, boshqarishda foydalanish orqali erishish mumkin deydi tadqiqotlarida. Tadqiqotda aniq vaqtda ma’lumotlarni yig‘ib tahlil qilish orqali energiya sarfini optimallashtirish, tizimda sodir bo‘ladigan kamchiliklarni oldindan aniqlash va ishlab chiqarish imkoniyatlarini yaxshilashga qaratilgan [5].

Mostafa Mahinroosta, Eron olimi o‘zining tahliliy maqolasida neft-gaz sanoatida energiya samaradorlikni oshirish usullarini o‘rgangan. Energiya tejovchi texnika va texnologiyalar orqali energiya iste’molini kamaytirish mumkinligini isbotlab bergan [6].

Boshqa tadqiqotlarda esa texnologik jarayonlarda kogeneratsiya, chiqindi issiqlikdan foydalanish, turbinalar samaradorligini oshirish, ultratovushli o‘lchov qurilmalari, quruq gaz muhrlari, va sinxron mashinalarni optimallashtirish kabi yondashuvlar alohida ta’kidlanadi. Masalan, seysmik o‘lchovlar va ilg‘or burg‘ulash texnologiyalari orqali tabiiy resurslar aniqligi oshirilmoqda, bu esa energiya sarfini bevosita kamaytiradi.

Ushbu adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, neft va gaz sanoatida energiya samaradorligini oshirish uchun:

- Texnologik yangiliklarni joriy etish;
- Sun’iy intellekt va raqamli tizimlardan foydalanish;
- Energiya oqimlarini integratsiyalashgan boshqaruv ostiga olish;

- Qayta ishlash jarayonlarida chiqindi energiyadan foydalanish;

singari yondashuvlar muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, hozirgacha olib borilgan ilmiy izlanishlar mavjud bo‘lsada, ishlab chiqarishdagi real sharoitlar va amaliy tajribalarning to‘liq qamrab olinmaganligi, ushbu mavzuning istiqbolli tadqiqot yo‘nalishi ekanini tasdiqlaydi.

Tabiiy gaz qazib chiqarish va qayta ishlashda AQSh, Kanada va Norvegiya davlatlarining qazib chiqarish texnologiyasiga O‘zbekistonning gazni qazib chiqarish texnologiyasi yaqin. Shuning uchun ham energiya samaradorlikni oshirish uchun ushbu davlatlarda qo‘llaniladigan texnologik jarayonni o‘rganish foydali. Shuningdek ushbu davlatlarda asosiy yo‘nalishlardan biri sifatida umumlashgan boshqaruv tizimida gazni qazib chiqarish hamda ekologik ta’sirni kamaytirish asosiy vazifa qilib tayinlangan. AQSH da umumiy energiya iste’molida gazning ulushi 38% ni [7], Norvegiyada ushbu ko‘rsatkich 16% [8] ni tashkil etadi. O‘zbekistonda ushbu ko‘rsatkich 88% ni tashkil etadi [9]. Shuningdek ularda gazni qazib olish quyidagi ketma - ketlikda amalga oshiriladi:

Geologik-qidiruv ishlari:

1. Zaxiralarni aniqlash uchun seysmik tadqiqotlar va burg‘ulash ishlari olib boriladi.
2. 3D modellashtirish orqali kon strukturasi aniqlanadi.

Burg‘ulash va quduqlarni tayyorlash:

1. Gorizontal yoki vertikal burg‘ulash.
2. Neft konlarida gaz bosimi yuqori bo‘lgani uchun maxsus quvurlar, separatorlar kerak bo‘ladi.

Neft va gaz qazib chiqarish usullari:

1. Tabiiy bosimdan foydalanish (natural flow). Zahira bosimi kuchli bo‘lsa, quduqdan neft-gaz oz-o‘zidan chiqadi.
2. Sun’iy usullar: a) Gazni bosim bilan siqib chiqarish (gas lift), b) Nasoslar (ESP, SRP) orqali qazib olish.

Ajratish va dastlabki qayta ishlash:

- Gaz va neft aralashmasi separatorlarda ajratiladi.
- Gaz: qisman tozalanadi va yoqiladi/yoki transport qilinadi.
- Suv: tozalanib, ba’zida orqaga, qatlamga yuboriladi.

Transport va saqlash:

- Gaz — quvurlar orqali.
- Neft — quvurlar, temir yo‘l yoki tankerlarda.

Qayta ishlash zavodlariga uzatiladi: gazni tozalash, suyuqlashtirish (LNG) yoki xom neftni fraksiyalash. Kabi bosqichlar orqali neft-gaz qazib chiqariladi. Albatta, bu bosqichlar barida energiya sarfi, shuningdek energiya isroflari ham bo‘ladi. Bular mexanik isroflar, fakelda chiqindi gazlarni yonishi tufayli, shuningdek texnologik jarayonda issiqlikga ajralib chiqib ketishi mumkin.

O‘zbekiston respublikasi prezidentining 2024-yil 27-avgust kuni bo‘lib o‘tgan yig‘ilishda energiya tejamkorligi masalasiga chuqur to‘xtalib, gaz tarmog‘i korxonalarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish, texnologik modernizatsiya va energiya tejamkor uskunalarni keng tatbiq etish zarurligini qayd etdi. Bu esa, o‘z navbatida, gaz qazib chiqarish va qayta ishlashda sarflanayotgan energiya miqdorini sezilarli darajada kamaytirishga xizmat qiladi. Prezident Mirziyoyevning bu boradagi qaror va tashabbuslari O‘zbekistonda energiya resurslaridan foydalanish siyosatini tubdan yangilash, gaz sanoatida tejamkor va ekologik barqaror yondashuvlarni joriy etishga xizmat qilmoqda. Bu yondashuv mamlakatda sanoatning raqobatbardoshligini oshirish, energetik xavfsizlikni ta’minlash hamda yashil iqtisodiyot tamoyillariga asoslangan rivojlanish strategiyasini amalga oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi [10].

Respublikamizning Buxoro viloyatida joylashgan “Gazli neft-gaz qazib chiqarish boshqarmasi” gaz qazib chiqaradi, hamda uni qayta ishlaydi va uzatadi. Bunda qazib chiqarilgan gaz bir necha bosqichli separatorlardan o‘tadi. Chiqindilar bilan birga yonish xususiyatiga ega oltingugurt moddasi ham ajratib olinadi va bu bir necha bosqichda davom ettirilib yoqish uchun fakelga uzatiladi. Bunda ushbu bosqichlar davomida gazning harorati AVO lar (gazni uzatilish

davomida sovutish apparati) orqali o‘rtacha 2 ^{o}C ga tushiriladi. Chiqindilardan tozalangan gaz metan va propanga ajratish uchun keyingi bosqichga o‘tadi. Bunda tabiiy gazdan propan moddasini ajratib olish uchun gazni -70 ^{o}C gacha sovutish lozim. Kotyol tizimida suvni o‘ta qizigan bug‘ga aylantiriladi va bug‘ yordamida gazning harorati tushiriladi. Ishlatilgan bug‘ kotyolga kondensatsiyalanib qaytadi. Ushbu jarayon ketma- ketligida tabiiy gazdan metan va propan ajratib olinadi. AVO (havo sovutish apparati) turli o‘lchamda va quvvatda ishlovchi qurilma bo‘lib sovutish jarayoni uchun zaruriy vosita. AVOlarni takomillashtirish gaz qazib chiqarish sanoatini yanada rivojlantirishga turtki bo‘ladi. Bunda uning korpusini o‘zgartirish, diffuzor va kollektorning tuzilishini va ta’sir burchagini o‘zgartirish, shuningdek elektr motorning o‘rnatilish o‘rnini o‘zgartirish orqali erishish mumkin. Misol uchun 37 kwtli 24 soat ishlaydigan 2 ta AVOni 20 kwtlisiga almashtirish yiliga 297 840 kwt*soat elektr energiyani tejashga tengdir

Ushbu maqolada energetika samaradorligini tahlil qilish uchun quyidagi metodlar qo‘llanildi:

Deskriptiv (tasviriy) tahlil: Global va mahalliy energiya iste’moli bo‘yicha statistik ma’lumotlar o‘rganildi (2000–2020 yillar oralig‘ida).

Solishtirma metod: AQSh, Kanada, Norvegiya va O‘zbekistonning gaz qazib chiqarish texnologiyalari va energiya samaradorligi taqqoslab tahlil qilindi.

Amaliy holat (case-study): “Gazli neft-gaz qazib chiqarish boshqarmasi” misolida energiya tejash imkoniyatlari tahlil qilindi.

Ilmiy adabiyotlar sharhi: Xitoy va Eron olimlarining zamonaviy texnologiyalar va sun’iy intellekt asosidagi ishlanmalari ko‘rib chiqildi.

Vizualizatsiya: Energiya iste’molining o‘sishini grafik asosida ko‘rsatish orqali tendensiyalar ochib berildi.

Ko‘pgina olimlar gaz qazib chiqarish va qayta ishlashda ilmiy izlanishlar olib borganlar. Ular energiya tejamkor yangi texnologiyalar taklif qilganlar, IoT tizimini taklif etganlar va oltingugurt ajratmasini qayta ishlash texnologiyalarini ishlab chiqganlar. Gaz tarkibiga qarab separator tanlash orqali qayta ishlash korxonasiga kelguncha bo‘lgan masofada so‘rish kompressorlaridagi yuklamani kamaytirish imkoniyatiga erishish mumkin. Bu esa so‘rish kompressorlaridan nisbatan kam energiya sarflovchi kichik quvvatli dvigatellardan foydalanish imkoniyatini beradi. Shuningdek konning o‘zida separatordan o‘tgan gaz gazni qayta ishlash korxonasiga kelguncha zichligi o‘zgaishi hisobiga tempraturasi tushishi mumkin. Bu esa uni bir bosqichda sovutish tizimida ehtiyoj bo‘lmasligini va 8 ta 37 kvt quvvatli motorlarning energiyasini tejash imkonini berishi mumkin. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorligini oshirish masalasi sanoat ishlab chiqarishining ekologik va iqtisodiy barqarorligi uchun nihoyatda dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, energiya iste’moli global miqyosda muntazam ortib bormoqda, AQSh, Kanada va Norvegiya kabi davlatlar tajribasini o‘rganish foydalidir. “Gazli neft-gaz qazib chiqarish boshqarmasi” faoliyati misolida energiya tejalishi mumkin. Chiqindi issiqlikdan foydalanish, kompressorlarni modernizatsiya qilish, sun’iy intellekt va IoT texnologiyalarini joriy etish foydalidir. Gaz zichligi va sovutish tizimi gaz tarkibiga qarab moslashtirilishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mao, Y., Li, X., Liu, J., Yu, M., Kim, M. K., & Yang, K. (2025). Multi-objective optimization of integrated energy systems in natural gas industrial zones: Enhancing performance through variable hydrogen blending ratios. Applied Thermal Engineering, 268, 125942. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.125942
2. Ren, X. Y., Wang, Z. H., & Li, L. L. (2025). Coordinated optimization of a novel integrated energy system considering ground source heat pump, organic Rankine cycle and power-to-gas. Renewable Energy, 244, 122624. https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.122624
3. Wang, Y., & Zhou, Y. (2025). Equipment capacity matching methodology and techno-economic analysis for a novel low-carbon multi-energy system with the integration of oxy-coal combustion power plant and power-to-gas. Energy, 322, 135693. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.135693

4. Trần, N. N. (2024). Improving energy efficiency. World Journal of Advanced Research and Reviews, 24(3), 2254–2257. https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.24.3.3899
5. Chen, N., Gao, J., Gao, L., Yang, S., & Chen, S. (2025). Scheduling strategy for an electricity-heat-gas hybrid energy storage microgrid system. Energy Reports, 13, 4719–4733. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.04.028
6. Xie, Q., Wu, H., & Deng, L. (2025). The optimal variable geometry combination strategy for the gas turbine combined-cycle part-load performance based on energy-saving and pollutant-reducing. Thermal Science and Engineering Progress, 59, 103339. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103339
7. https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/
8. https://www.ceicdata.com/en/country/norway
9. https://www.iea.org/countries/uzbekistan/energy
10 . https://president.uz/oz/lists/view/7501

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА – АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Статья посвящена исследованию внедрения комбинированных систем, рассчитанных на широкий спектр предлагаемых энергетических услуг потребителю, использование систем тригенерации (комбинированная выработка электроэнергии, теплоты и холода) в условиях цифровой трансформации. В ней проанализированы различные технологии использования тригенерации (+ производство холода), существенно превосходящие по своим показателям лучшие мировые технологии комбинированной выработки электроэнергии, теплоты и т.д.*

Ключевые слова*: надежность комбинированных систем, использование энергоинформационных систем, тригенерация (комбинированная выработка электроэнергии, теплоты и холода), цифровая трансформация.*

ELEKTR ENERGASI, ISSIQLIK VA SOVUQNI KOMBINATSIYALASHGAN USULDA ISHLAB CHIQARISHI – ENERGETIKANI RAQAMLI TRANSFORMATSIYALASH SHAROITIDA DOLZARB YO‘NALISH.

Jalilov R.B., Sharipova N.O.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqola iste’molchiga taklif etilayotgan keng ko‘lamli energiya xizmatlari uchun mo‘ljallangan kombinatsiyalangan tizimlarni joriy etishni, raqamli transformatsiya sharoitida trigeneratsiya tizimlaridan (elektr energiyasi, issiqlik va sovuqni kombinatsiyalangan ishlab chiqarish) foydalanishni o‘rganishga bag‘ishlangan. U elektr, issiqlik va boshqalarni birgalikda ishlab chiqarish bo'yicha eng yaxshi jahon texnologiyalaridan sezilarli darajada ustun bo‘lgan trigeneratsiyadan foydalanishning turli texnologiyalarini tahlil qiladi (+ sovuq ishlab chiqarish).*

Kalit so‘zlar: *kombinatsiyalangan tizimlarning ishonchliligi, energiya axborot tizimlaridan foydalanish, trigeneratsiya (elektr, issiqlik va sovuqni birgalikda ishlab chiqarish), raqamli transformatsiya.*

PROSPECTS FOR COMBINED PRODUCTION OF ELECTRIC ENERGY, HEAT AND COLD – A CURRENT DIRECTION IN ENERGETICS IN THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION

Jalilov R.B., Sharipova N.O.

Bukhara state technical university.

Annotation. *The article is devoted to the study of the implementation of combined systems designed for a wide range of energy services offered to the consumer, the use of resource-saving and environmentally friendly systems in order to increase their reliability in the context of the transition to a “green” economics. It analyzes various technologies for using generations (+ cold production), which are significantly superior in their performance to the world's best technologies for combined generation of electric energy, heat, etc.*

Key words: *reliability of combined systems, use of resource-saving and environmentally friendly systems, generations (combined generation of electrical energy, heat and cold), “green” economics.*

Введение. Одна из стратегических линий развития мировой энергетики – это явная ориентация на малую энергетику, в частности, на альтернативные источники энергии. Тригенерация – это процесс организации выработки одновременно трех энергий: электричества, тепла и холода является более выгодной по сравнению с когенерацией [1-5,7-10], поскольку дает возможность эффективно использовать утилизированное тепло не только зимой для отопления, но и летом для кондиционирования помещений или для технологических нужд. Для этого используются тригенераторные абсорбционные бромистолитиевые холодильные установки. Такой подход позволяет использовать генерирующую установку круглый год, тем самым не снижая высокий КПД энергетической установки в летний период, когда потребность в вырабатываемом тепле снижается. Таким образом, если это тепло направить в абсорбционную машину, то отпадет надобность в работе системы принудительного охлаждения мини-ТЭЦ, на которую расходуется часть производимой электроэнергии и будет получена охлажденная вода для системы кондиционирования. Следовательно, совместное использование газопоршневых мини-ТЭЦ и абсорбционных холодильных машин значительно повышает эффективность использо-вания мини-ТЭЦ. Кроме того, в качестве электрической нагрузки к мини-ТЭЦ могут быть подключены обычные компрессорные холодильные установки, которые позволят получать промышленный холод.

Анализ различных технологических схем тригенерации. С широким проникновением электроэнергии в быт возникла потребность в холоде, получаемом из электричества в кондиционерах. Удобство современных кондиционеров заключается также в том, что они могут работать как кондиционер летом и как отопительный прибор (тепловой насос) при отрицательных температурах окружающего воздуха, эффективность которого, однако, снижается с понижением температуры.

Можно предположить, что современные кондиционеры могут работать как тепловой насос только при температуре окружающего воздуха выше –100 °С. Следует отметить, что удельные капитальные затраты на получение 1 кВт электроэнергии в 10–15 раз выше, чем на получение 1 кВт тепловой энергии.

Большой интерес представляет создание холодильных машин, использующих тепловую энергию для производства холода.

К ним, в частности, относятся абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ) [2].

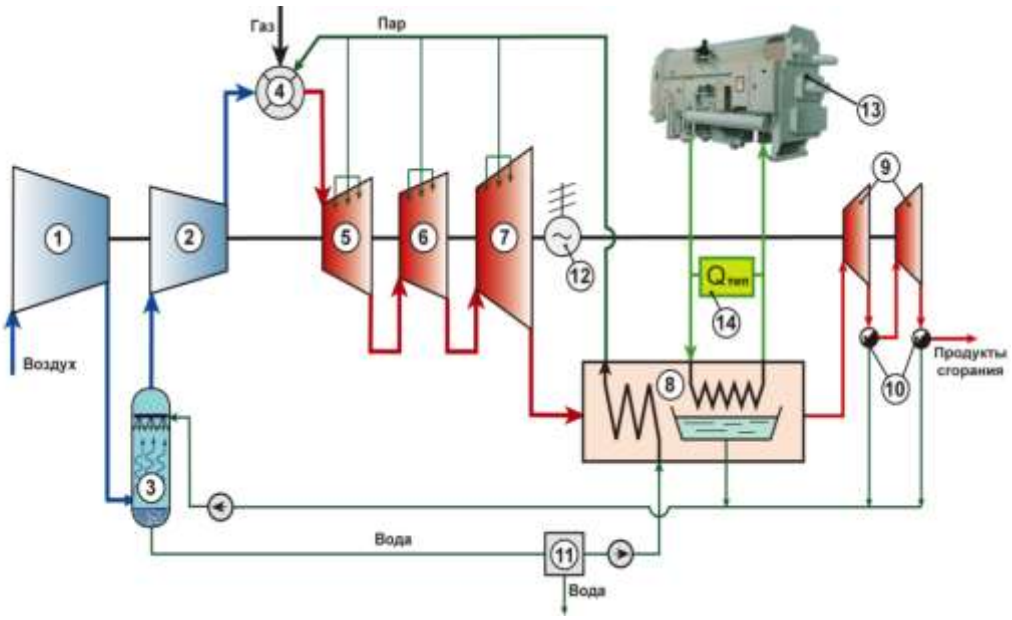
В ряде случаев при снятии тепловой нагрузки в период положительных температур у потребителя возрастает потребность в холоде для кондиционирования помещений.

С точки зрения наиболее эффективного использования оптимальной является установка с тригенерацией, которая вырабатывает электроэнергию круглогодично в соответствии с потребностями потребителя, тепло для горячего водоснабжения и отопления по графику отопительного сезона и холод в соответствии с потребностями в кондиционировании помещения по обратному графику тепловой нагрузки.

Принципиальная тепловая схема предлагаемой ПГУ, разработанной Объединенным институтом высоких температур РАН, модифицированной для работы в системе тригенерации, оптимизированной для комбинированной выработки электроэнергии, тепла и холода, представлена ниже на рис. 1.

Основные преимущества предлагаемой технологии:

- На базе существующего отечественного авиационного двигателя АЛ-31 мощностью 20 МВт может быть создана парогазовая установка с впрыском пара электрической мощностью порядка 80–100 МВт, как за счёт повышения степени сжатия газотурбинного агрегата, так и за счёт впрыска пара в газовый тракт.



Источник:: URL:http://www.Energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.

Рис. 1. Принципиальная тепловая схема ПГУ для комбинированной выработки электроэнергии, тепла и холода: *1 – компрессор низкого давления; 2 – компрессор высокого давления; 3 – воздухоохладитель смешения; 4 – камера сгорания; 5 – приводная турбина высокого давления, 6 – приводная турбина низкого давления, 7 – силовая турбина, 8 – регенеративный подогреватель (котел-утилизатор) с подогревателем сетевой воды; 9 – паровоздушный турбодетандер; 10 – капельная влагоуловитель; 11 – система очистки конденсата и подготовки оборотной воды; 12 – электрогенератор; 13 – блок АБХМ; 14 – типовой потребитель тепла (система централизованного теплоснабжения).*

- Конденсатор пара из парогазовой смеси после силовой газовой турбины работает под избыточным давлением 0,35–0,45 МПа, что позволяет конденсировать весь впрыскиваемый пар из парогазовой смеси и создать замкнутую систему водоснабжения с получением горячей сетевой воды температурой около 100 °С для нужд отопления или охлаждения.
- Осушенная парогазовая смесь расширяется в турбодетандере, охлаждение до температуры около 40°С с конденсацией водяного пара, образующегося при сжигании водородного топлива (метана), что обеспечивает КПД выработки электроэнергии по потреблению тепла по низшей теплотворной способности и КИТТ, значительно превышающий 100%.

По сравнению с традиционными парогазовыми установками бинарного цикла, при работе в режиме ТЭЦ выработка тепла на единицу вырабатываемой электроэнергии увеличивается более чем на 70%, что позволяет расширить диапазон работы в системе «кодирования» при увеличении тепловой нагрузки без использования пиковых котлов. В отличие от всех типов энергоустановок уровень температуры низкопотенциального тепла, отводимого от конденсатора парогазовой смеси при всех сезонных тепловых нагрузках составляет 90-100°С, что наиболее подходит для обеспечения систем АБХМ горячим теплоносителем с целью получения холода без дополнительных затрат при снижении расхода тепла на нужды отопления, т.е. может работать круглогодично в режимах, близких к номинальным.

Помимо увеличения мощности газовой турбины, впрыск пара в камеру сгорания газотурбинной установки позволяет снизить содержание оксидов азота в дымовых газах газотурбинной установки до нескольких ppm (подтверждено экспериментально), т.е. делает установку экологически чистой. Помимо электроэнергии, тепла и холода, из продуктов сгорания метана производится вода, что позволяет использовать её в безводных районах.

Результаты сравнительного технико-экономического анализа.

Для энергоснабжения определенной замкнутой территории рассматриваются три альтернативных варианта:

- парогазовая установка бинарного цикла для выработки электроэнергии для собственных нужд и холода с использованием традиционных электрических кондиционеров, а для нужд отопления и горячего водоснабжения – строительство отопительной котельной;
- строительство ПГУ-ТЭЦ на базе перспективных парогазовых установок для выработки электроэнергии и тепла для нужд теплоснабжения и получения холода с использованием систем АБХМ с установкой дополнительной пиковой котельной для покрытия максимальных тепловых нагрузок;
- строительство оригинальной, специально спроектированной парогазовой установки с впрыском пара для комбинированной выработки электроэнергии и тепла для нужд теплоснабжения и холода с использованием систем АБХМ.

Для более корректного определения капитальных и эксплуатационных затрат при выборе типа ПГУ бинарного цикла использовались существующие установки.

Использовалось дробное количество установок для покрытия требуемых потребностей. В таблице 1 приведены основные данные сравниваемых альтернатив.

Таблица 1

Основные данные сравниваемых альтернатив.

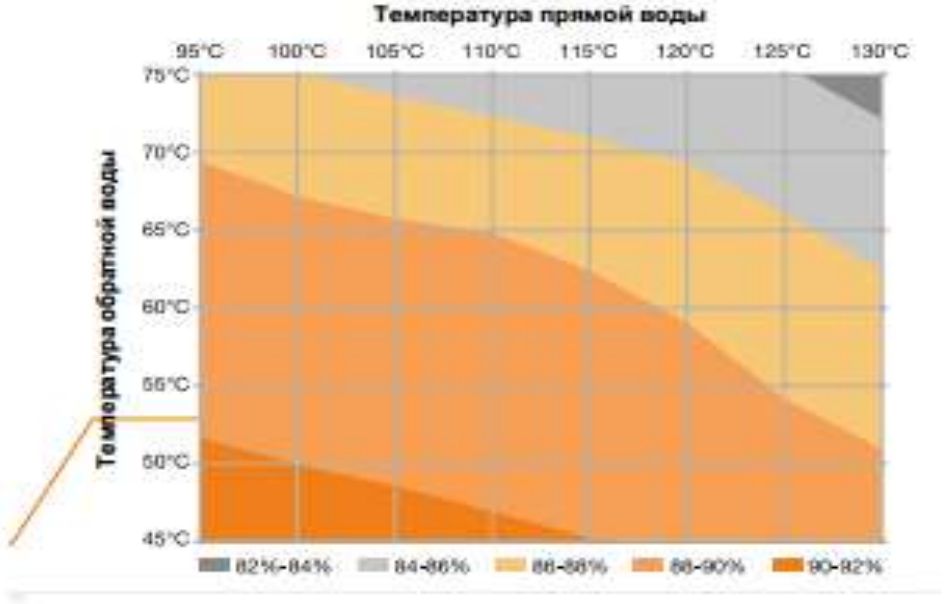
Рассмотренные варианты	ПГУ + котельная + кондиционеры	ПГУ + котельная + АБХМ	СГИ ИВТ РАН + котельная + АБХМ
Электрическая мощность, МВт			
- на общие нужды	220,0	220,0	220,0
- на производство холода	40,8		
- Всего	260,8	220,0	220,0
Тепловая мощность, МДж/с			
- в зимний максимум на нужды отопления и горячего водоснабжения	400,0	400,0	400,0
- в летний максимум, всего	96,0	273,0	273,0
в т.ч. на нужды горячего водоснабжения	96,0	96,0	96,0
в т.ч. на производство холода		177,0	177,0
Основная мощность, МВт			
- установленная мощность	230	230	70
- полезная мощность в номин. режиме	221,0	212,5	70,1
- полезная мощность в летний период	206,9	200,8	61,8
Условный расчет кол. энергоустановок	**1,261**	**1,096**	**3,560**
Тепловая мощность основных энергоустановок, МДж/с			
- одной установки	0	160,5	87,5
- суммарно, по всем энергоустановкам	0	175,8	311,5
Мощность котельной установки, МДж/с	400,0	224,2	88,5
Условный расчет количества	**3,439**	**1,927**	**0,761**
водяных скважин	405,4 329,9 49,1 26,4	364,8 296,1 27,5 41,3	305,7 253,6 10,9 41,3

Таким образом, годовая экономия энергоресурсов в этом случае должна составить до 24% по сравнению с Парогазовой установкой - Теплоэлектроцентралью (ПГУ-ТЭЦ) на базе зарубежной газотурбинной установки (ГТУ) и до 38% по сравнению с вариантом раздельного производства электроэнергии на базе перспективной БПЛ КПИ 92% и холода с помощью современных электротрехцикловых кондиционеров. Предлагаемая к внедрению ПКУ ОИВТ РАН является экологически чистой, т.к. выбросы углекислого газа на 1 кВт·ч вырабатываемой электроэнергии снижаются более чем на 20-30% [2].

Решения Wärtsilä для централизованного холодоснабжения и электроснабжения. Высокая эффективность Wärtsilä на когенерационных электростанциях обеспечивает значительную экономию затрат на топливо по сравнению с другими технологиями [4,7,11].

Wärtsilä предлагает проекты, обеспечивающие максимальную эффективность и наилучшие эксплуатационные характеристики.

Автоматизированная система управления не только контролирует все внутренние процессы на самой ТЭС, но и интегрируется в существующие системы с учетом всех необходимых уведомлений и связей, которые эксплуатирует станция.



Источник: http://www.energosovet.ru.

Рис.2. Типичные переменные характеристики трёхгенераторной станции с двумя двигателями, вырабатывающими электроэнергию, тепло и охлаждающую воду.

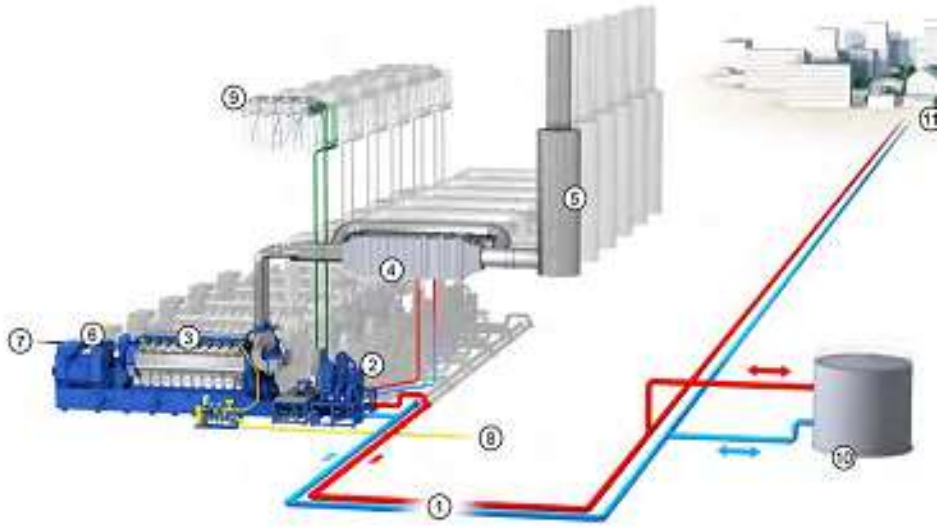
В промышленных применениях (текстильная, пищевая промышленность, нефте-перера-батывающие и перерабатывающие предприятия) производство пара может быть использовано для обеспечения технологических процессов. За счёт производства пара может быть повышена топливная эффективность. В ситуациях, когда энергосистема работает с перебоями, двигатели Wärtsilä гарантированно гарантируют надёжное энергоснабжение.

Благодаря эффективности и гибкости технологии двигателей Wärtsilä в сочетании с оптимизированными для индивидуального потребления тепловыми электростанциями, динамическая тепловая сеть может эффективно работать на рынке электроэнергии [4,7,11]. Централизованная система холодоснабжения и энергоснабжения Wärtsilä разработана для регионов с суровым климатом, где отопление не требуется, а для централизованного холодоснабжения требуются только электроэнергия и охлаждающая вода.

Такие системы могут быть рассчитаны на 50 000 тонн холода. Оптимальное решение всегда основано на точном проектировании и оценке параметров.

Потребление охлажденной воды не должно покрываться только за счет абсорбционных холодильных установок. Для покрытия пикового спроса можно использовать холодильные установки с электроприводом и/или резервуары с охлажденной водой.

Мощность (общая) 43–30%
Керамика 23,0%
Холодная вода (общая) = 0,4–0,7 кВт на тонну холода
Тепло 31%
Расход топлива 100%
Тепло на холодильник 31%
(Коэффициент охлаждения = 1)
Электроэнергия 46%
Электроэнергия на холодильную установку 0–10%
(Коэффициент охлаждения = 5)
Общий коэффициент полезного действия 77,0%
Вспомогательное оборудование 1–3%.



Источник: https://www.wartsila.com/energy.

Рис. 3. Схема когенерационной электростанции Wärtsilä.Основное отопительное оборудование: *1. Система центрального отопления; 2. Когенерационный модуль; 3. Двигатель Wärtsilä 20V34SG; 4. Котел-утилизатор; 5. Дымовая труба; 6. Генератор; 7. Электросеть; 8. Природный газ; 9. Радиатор; 10. Теплоаккумулятор; 11. Муниципалитет*.

Заключение.

1. Проведенный анализ позволил выделить перспективные технологии, которые существенно определяют облик системы управления нового поколения в условиях цифровой трансформации.
2. Влияние тепловых электростанций, особенно для малых домохозяйств и малого бизнеса, будет возрастать в будущем, если цены на природный газ продолжат расти. Однако тепло, сбрасываемое электростанциями, работающими на биомассе, солнечной энергии, угле, дизельном топливе, других тяжелых нефтепродуктах и атомной энергии, может быть использовано для производства энергии, например, для электрогенерации и когенерации.
3. Использование систем регенерации особенно эффективно в летний период, когда на мини-ТЭС наблюдается избыток тепла. Избыток тепла обычно сбрасывается в атмосферу системой принудительного охлаждения.
4. Централизованное холодоснабжение и электроснабжение снижают потребление первичного топлива на 2/3. По сравнению с традиционными централизованными электростанциями или устанавливаемыми на кровлях холодильными компрессорными станциями с электроприводом обеспечивается экономия по затратам более 60% первичного топлива.

Список литературы

1. Фортов Е.Е. Энергетика будущего на основе прорывных технологий как основа новой энергетической цивилизации. // [Электронный ресурс]. URL:http://www.Energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.
2. Масленников В.М. Комбинированное производство электроэнергии, тепла и холода — актуальное направление в современной энергетике. // [Электронный ресурс]. URL:http://www.Energy-strategy.ru/projects/energy_21.htm.
3. Кому и зачем нужно комбинированное производство энергии // [Электронный ресурс]. URL:https: //www.eprussia.ru/teploenergetika/10/142.htm.
4. Микросхемы комбинированной теплоэлектрогенерации. [Электронный ресурс]. URL:https://global.kawasaki. com/ ru/energy /solutions/distributed_power/index.html.
5. Кудрин Б.И., В.С. Кожиченков. Новые тенденции в технологиях тригенерации // Портал теплоснабжения RosTeplo.ru. [Электронный ресурс]. URL: http://www.energosovet.ru.
6. Когенерационные установки на базе двигателей внутреннего сгорания http://www.energo
7. sovet.ru/entech.php?idd=97.
8. Когенерационные установки на базе парогазовых систем. http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=96.
9. Теплогенерация http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=98.
10. Централизованное холодоснабжение при когенерации http://www.energosovet.ru/ entech.php?idd=99.
11. Жалилов Р.Б. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях перехода к «зеленой» экономике. Материалы Международной научно-технической конференции на тему: «Эффективность применения инновационных технологий в сельском и водном хозяйстве». Buxoro, “TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti. 2024 y, p.p.188-196.
12. Wärtsilä лидирует в переходе к 100% возобновляемой энергетике будущего. https://www.wartsila.com/energy.
13. Rashid Jalilov, Sharipova N.O. Implementation hydrogen fuel cells as an innovative technology in energetics during of the transition to a green economics. International scientific and practical con-ference on the topic «Actual problems and solutions of green economy and sustainable development». Бухоро, Бух ДТУ, 2025 . 478-481 b.
14. Jalilov R.B., Sharipova N.O. Application of combined-cycle plants with hydrogen fuel cells as an innovative technology in energetics during of the transition to a green economics. International scientific and practical con-ference on the topic «Actual problems and solutions of green economy and sustainable development». Бухоро, Бух ДТУ, 2025. 475-478 b.
15. Jalilov R.B., Nigora Sharipova. Prospects for combined production of electric energy, heat and cold – a current direction in energetics in the conditions of the transition to a green economics. E3S Web of Conferences **524**, 0100 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452401006 *APEC-VII-2024*.

Жалилов Рашид Бабакулович – Бухарский государственный технический университет, д.т.н.,проф. кафедры «Электрическая ва энергетическая инжинерия» Тел: (+998 90) 636-62-73.E-mail: zhalilov.rashid@mail.ru.

Шарипова Нигора Олим кизи – Бухарский государственный технический университет, препода-ватель стажёр кафедры «Электрическая ва энергетическая инжинерия» Тел: (+998 91) 637-08-80. E-mail: nigorasharipova0010@gmail.com.

МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ПЛОДОВ (обзор)

Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б.

Бухарский государственный технический университету.

Аннотация. *В настоящей работе рассматривается влияние низкочастотного электрического поля на процесс сушки растительного сырья на примере плодов. Анализируются физико-химические и биофизические механизмы, обусловливающие ускорение влагоудаления и повышение энергоэффективности при использовании низкочастотного электрического поля. Обоснована перспектива применения данной технологии в агропромышленном комплексе.*

Ключевые слова: *электрическое поле; частота; сушка; влага; плоды; растительное сырьё; энергозатраты; диффузия влаги.*

MECHANISM OF THE INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY ELECTRIC FIELD ON THE FRUIT DRYING PROCESS (review)

Gafurov K.X., Rakhmonov Sh.B.

Bukhara state technical university.

Abstract*. This paper examines the influence of a low-frequency electric field on the drying process of plant materials, using fruits as an example. The physico-chemical and biophysical mechanisms responsible for accelerating moisture removal and improving energy efficiency when applying a low-frequency electric field are analyzed. The prospects of applying this technology in the agro-industrial sector are substantiated.*

Keywords*: electric field; frequency; drying; moisture; fruits; plant materials; energy consumption; moisture diffusion.*

PAST CHASTOTALI ELEKTR MAYDONINING MEVALARNI QURITISH JARAYONIGA TA’SIR MEXANIZMI (tahliliy sharh)

Gafurov K.X., Rakhmonov Sh.B.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada o‘simlik xomashyolarini quritish jarayoniga past chastotali elektr maydonining ta’siri mevalar misolida o‘rganilgan. Past chastotali elektr maydonidan foydalanilganda namlikni tezroq chiqarib yuborish va energiya samaradorligini oshirishga sabab bo‘luvchi fizik-kimyoviy hamda biofizik mexanizmlar tahlil qilingan. Shuningdek, ushbu texnologiyani agro-sanoat sohasida qo‘llash istiqbollari ilmiy asoslab berilgan.*

Kalit so‘zlar: *elektr maydon; chastota; quritish; namlik; mevalar; o‘simlik xomashyosi; energiya sarfi; namlik diffuziyasi.*

***В*ведение.** Совершенствование технологий сушки биологических материалов остается актуальной задачей в пищевой и сельскохозяйственной промышленности. Введение физических факторов, таких как электрическое поле, в процесс сушки позволяет снизить энергозатраты, уменьшить продолжительность процесса и сохранить качественные характеристики продукта. Особый интерес представляет воздействие низкочастотного электрического поля (НЧЭП), способное модифицировать структурные и транспортные свойства материалов на клеточном уровне. Как известно электрическое поле - это силовое поле, создаваемое электрическими зарядами. Оно оказывает воздействие на другие заряды, притягивая или отталкивая их. Низкочастотное электрическое поле (англ. *low-frequency electric fields*) характеризуется тем, что его частота не превышает определённого значения, обычно несколько десятков килогерц.

Теоретические основы воздействия НЧЭП. Механизм воздействия низкочастотного электрического поля (частота менее 1 кГц) на процесс сушки основан на изменении физических свойств влаги и структуры материала под действием электрического поля. Это позволяет ускорить удаление влаги и улучшить качество сушки. Ключевыми механизмами являются [1].

1. Поляризация и ориентация молекул воды: молекулы воды обладают дипольным моментом. Под действием низкочастотного переменного поля (обычно 50–1000 Гц) они начинают колебаться и ориентироваться вдоль направления поля; эти колебания усиливают разрыв водородных связей, ослабляют сцепление воды с матрицей вещества, что

способствует её **мобилизации и более лёгкому удалению**; под действием внешнего электрического поля молекулы воды, обладающие дипольным моментом, ориентируются по линиям напряжённости. Это снижает энергию удержания воды в капиллярных и межклеточных пространствах плодов, облегчая её испарение. Эффект особенно выражен при частотах менее 1 кГц, когда диполи успевают ориентироваться в соответствии с изменением направления поля.

2. Электроосмос и диэлектрофорез: в пористой структуре материала возникает **электроосмотическое движение влаги** — перемещение воды вдоль капилляров под действием электрических сил. В результате усиливается миграция влаги из глубинных слоёв плодов к поверхности, что ускоряет процесс сушки; также проявляется **диэлектрофорез** — перемещение влаги из областей с низкой напряжённостью поля в области с высокой, что способствует выравниванию распределения влаги и предотвращению локального перегрева.

3. Электростимуляция клеточных стенок: воздействие электрического поля способно вызывать временное повышение проницаемости клеточных мембран (электропорацию), особенно при превышении определённого порогового напряжения. Это облегчает выход внутриклеточной влаги и ускоряет дегидратацию без значительного разрушения ткани, особенно при оптимальных режимах.

4. Генерация тепла и локальный нагрев: хотя НЧЭП не вызывает значительного диэлектрического нагрева, небольшое повышение температуры может происходить в результате ионного движения и сопротивления ткани. Это способствует дополнительному нагреву материала без перегрева и потери качества**.**

5.Снижение поверхностного натяжения и капиллярного давления: электрическое поле снижает поверхностное натяжение в микрокапиллярах клеточной структуры, что облегчает выход воды и её перемещение к поверхности продукта. Это особенно важно на поздних стадиях сушки, когда влага удерживается капиллярными силами.

Обобщенный механизм воздействия НЧЭП при сушке плодов приведен на рис.1, а результаты этого воздействия – в табл.1.



Рис.1. Схема механизма воздействия НЧЭП при сушке плодов

2. Влияние применения НЧЭП на кинетику сушки. Ряд экспериментальных исследований показывает, что применение НЧЭП приводит к ускорению первых стадий сушки, характеризующихся активным влаговыделением. Это связано с улучшением условий, приведенных в таблице 1.

Табл.1. Результаты воздействия НЧЭП на процесс сушки

Параметр	Эффект
Скорость сушки	Повышается
Температура сушки	Можно снизить
Энергозатраты	Снижаются
Качество продукта	Сохраняется лучше (меньше термического повреждения)
Микробиологическая безопасность	Повышается за счёт электропорации

Внизу приведены работы зарубежных исследователей по процессам сушки плодов абрикоса с использованием НЧЭП:

1. Проф. Лян Лю (Китай, 2023) [2]. Использовал магнитное поле 50 Гц, 10 мТл в течение 50 минут для обработки сорта "Сюньчи". Сушка при 50°C в течение 10 часов снизила влажность с 75 % до 15 % при сохранении 90 % витамина C. Применял специальный соленоид с датчиком Холла.
2. Др. Елена Иванова (Россия, 2021) [3]. Импульсное поле 20 кГц, 5 мТл в течение 45 минут для сорта "Краснощёкий". Сушка при 55°C (12 часов) уничтожила 99% микроорганизмов, влажность снизилась с 78% до 16%. Использовала катушку Тесла с ЧПУ.
3. Проф. Сейд Джафари (Иран, 2023) [4]. Комбинация 75 Гц поля с наноэмульсией (2 часа обработки). Сорт "Шахруди" сушили при 45°C (8 часов), сохранив 95% антиоксидантов. Влажность: 80 %→14 %. Применял ферритовый сердечник.
4. Др. Фатих Тарлак (Турция, 2022) [5]. Диапазон 40-60 Гц (30 мин обработки). Сорт "Хаджихалилоглу" сушили при 60°C (9 часов), повысив микробную стабильность в 3 раза. Влажность: 72%→18%. Использовал 3D-печатную катушку.
5. Проф. Антонио Мулет (Испания, 2022) [6]. Гибридный метод: 30 Гц поле + ИК-излучение (90 мин). Сорт "Булида" сушили при 50°C (7 часов), экономя 40% энергии. Влажность: 77 %→12 %.
6. Др. Чжан Вэй (Китай, 2023) [7]. Поле 30 Гц, 15 мТл (25 мин). Сорт "Дашахэ" сушили при 55°C (6 часов), улучшив стабильность цвета. Влажность: 74 %→17 %. Система с водяным охлаждением.
7. Проф. Мария Крокида (Греция, 2021) [8]. 100 Гц, 12 мТл (50 мин). Сорт "Тиринтос" сушили при 50°C (11 часов) с CFD-моделированием. Влажность: 76 %→15 %.
8. Др. Сергей Фролов (Россия, 2022) [9]. Высокочастотное поле 10-50 кГц (1 час). Сорт "Кубанский" сушили при 60°C (10 часов) с плазменной поддержкой. Влажность:75 %→19 %.
9. Проф. Кристина Бильбао (США, 2024) [10]. Импульсное поле 1-5 Гц (40 мин). Сорт "Бленим" сушили при 45°C (9 часов) с биологической обратной связью. Влажность: 79 %→13 %.
10. Др. Андрей Горбунов (Казахстан, 2023) [11]. Диапазон 100-300 Гц (6 часов обработки). Сорт "Мирсанжали" сушили при 50°C (8 часов), сохранив фенолы. Влажность: 73 %→16 %. Ротационная камера.
11. Проф. Мин Хуан (Китай, 2023) [12]. 50 Гц поле + вакуум (25 мин). Сорт "Чуаньчжихун" сушили при 40°C (12 часов), сохранив 85% аромата. Влажность: 81 %→11 %. Реактор из нержавеющей стали.
12. Др. Анна Маттиоли (Италия, 2024) [13]. Диапазон 25-75 Гц (3 часа). Сорт "Пеллечиелла" сушили при 55°C (7 часов) с онлайн-мониторингом. Сохранено 90% фенолов. Влажность: 77 %→14 %.

Отсюда можно сделать следующие ключевые выводы:

Оптимальные параметры: 50-75 Гц, 10-15 мТл; Лучшие температуры: 45-60°C; Время сушки: 6-12 часов; Эффективные методы: наноэмульсии, гибридные системы, плазма.

Максимальное сохранение питательных веществ при 50 Гц

Заключение. Технология сушки с применением НЧЭП особенно перспективна для обработки термочувствительного сырья, например фруктов, овощей, лекарственных растений. Метод позволяет сохранять большее количество биологически активных веществ,

улучшать цвет, аромат и текстуру продукта. Кроме того, данная технология может быть интегрирована в существующие линии сушки с минимальными затратами.

Воздействие низкочастотного электрического поля оказывает значительное влияние на процессы влагоудаления при сушке биологического сырья. В зависимости от режима обработки (интенсивность поля, частота, продолжительность воздействия) может наблюдаться снижение общего времени сушки на 10–30 % по сравнению с традиционными методами. За счёт комплексного физико-химического воздействия наблюдается ускорение сушки, снижение энергопотребления и улучшение качества конечного продукта. Внедрение НЧЭП в технологические процессы сушки представляется целесообразным и экономически обоснованным направлением.

Использованная литература:

1. Карикурубу Жан-Феликс. (2015). Эффект электромагнитного поля низкой частоты в технологии сушки плодов манго и папайи. Научный журнал КубГАУ, №110(06), 13 ст.
2. Liu L. et al. (2023). "Low-frequency electromagnetic field-assisted drying of apricots (cv. Xunchi and Luntao)". Food Chemistry, 405.
3. Ivanova E.A. (2021). "High-frequency pretreatment effects on apricot dehydration kinetics". Journal of Food Engineering, 298.
4. Jafari S.M. et al. (2023). "Nanoencapsulation combined with LF-EMF in apricot processing". Ultrasonics Sonochemistry, 95.
5.Tarlak F. et al. (2022). "Microbial stabilization of apricots via EMF pretreatment". Food Bioscience, 47.
6.Mulet A. et al. (2022). "Hybrid drying: LF-EMF and infrared synergy for fruit processing". Drying Technology, 40(5): 923-935.
7. Zhang W. et al. (2023). "30 Hz electromagnetic field effects on apricot quality attributes". LWT - Food Science and Technology, 178.
8. Krokida M.K. (2021). "CFD simulation of LF-EMF drying for agricultural products". Journal of Food Engineering, 292.
9. Frolov S.M. (2022). "Plasma-assisted EMF drying of fruits". Innovative Food Science & Emerging Technologies, 75.
10. Bilbao-Sainz C. et al. (2024). "Pulsed EMF drying for bioactive retention in apricots". Journal of Food Processing and Preservation, 172.
11. Gorbunov A.A. (2023). "Rotational EMF drying technology for Central Asian fruits". Food and Bioproducts Processing, 139.
12. Huang M. et al. (2023). "Vacuum-assisted LF-EMF drying: A breakthrough for heat-sensitive fruits". Chemical Engineering Journal, 451(3): 138.
13. Mattioli A.V. (2024). "Real-time monitoring of LF-EMF drying processes". Trends in Food Science & Technology, 143.
14. Rustamov E., Djuraev Kh., Gafurov K. Research of the process of apricot fruit drying with instant pressure release. International journal for innovative engineering and management research. Hyderabad: 2021, 10(03), P. 219-226.
15. Rustamov E., Djuraev Kh., Gafurov K. Kinetics of fruit crops drying with instant pressure release. The American J. of Engineering and Technology. Las Vegas: 2020. 2(10), P.45-54.
16. Rakhmanov S. Calculation of the smooth distribution of sharp steam supplied in a bubble-type mass exchange apparatus over the sectional surface of the apparatus // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 11(116).
17. Rustamov E., Rakhmanov S. STUDYING GAS PHASE FLOW BASED ON THE BOUNDARY LAYER THEORY // Universum: Технические науки : 2024. 8(125).
18. Raxmanov Sh., Gafurov K., Rustamov E. Shaftoli va o‘rik navlarining quritishga mosligi bo‘yicha biokimyoviy tahlili va xalqaro talablar asosidagi baholanishi. Development of science, 2025/6 VOLUME 2, 73-83 b.

УДК 669.131.2

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, МОРФОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛЫХ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ

Ахмедов Х.И.

Навоийский государственный горный и технологический университет.

Аннотация. *В представленной работе уделено внимание вопросам совершенствования эксплуатационных характеристик высокохромистых белых чугунов, в частности их износостойкости при абразивном воздействии. Для выявления закономерностей формирования структуры был выполнен анализ химического состава данных сплавов с привлечением термодинамических расчетов, осуществленных в программной среде Thermo-Calc. Таким образом, термодинамическое моделирование позволило установить фундаментальные связи между химическим составом, структурой и свойствами коррозионностойких белых чугунов, что открывает возможности для целенаправленной оптимизации их эксплуатационных параметров.*

Ключевые слова: *карбидная фаза, абразивное изнашивание, высокохромистый чугун, химический состав, микроструктура, износостойкость, твердость, кристаллизация.*

YEYILISHGA BARDOSHLI OQ CHO‘YANLARNING STRUKTURAVIY TAHLIL NATIJALARI

Axmedov X.I.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu ishda yuqori xromli oq cho‘yanlarning ekspluatatsion xususiyatlarini takomillashtirish, xususan, ularning abraziv ta’sir sharoitidagi eyilishga chidamliligini oshirish masalalariga e’tibor qaratilgan. Struktura shakllanishining qonuniyatlarini aniqlash maqsadida mazkur qotishmalarning kimyoviy tarkibi Thermo-Calc dasturiy muhitida amalga oshirilgan termodinamik hisoblar asosida tahlil qilindi. Demak, termodinamik modellashtirish orqali kimyoviy tarkib, struktura va oq cho‘yanlarning xossalari o‘rtasidagi asosiy bog‘lanishlar aniqlandi va bu ularning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini maqsadli ravishda optimallashtirish imkoniyatini yaratadi.*

Kalit so‘zlar: *karbid faza, abraziv eyilish, yuqori xromli oq cho‘yan, kimyoviy tarkib, mikrostruktura, eyilishga bardoshliligi, qattiqlik, kristallanish.*

RESULTS OF THE STRUCTURAL ANALYSIS OF WHITE WEAR-RESISTANT CAST IRONS

Akhmedov Kh.I.

Navoi state university of mining and technologies.

Annotation. *This study focuses on the improvement of the performance characteristics of high-chromium white cast irons, with particular emphasis on their wear resistance under abrasive conditions. To identify the patterns of structural formation, the chemical composition of the investigated alloys was analyzed using thermodynamic calculations performed in the Thermo-Calc software environment.. Thus, thermodynamic modeling has made it possible to establish fundamental relationships between chemical composition, microstructure, and properties of corrosion-resistant white cast irons, thereby enabling targeted optimization of their operational performance.*

Key words: *carbide phase, abrasive wear, high chromium cast iron, chemical composition, microstructure, wear resistance, hardness, crystallization.*

В современном металлургическом производстве одной из ключевых мировых задач является повышение экономической эффективности литых деталей из белых чугунов за счёт улучшения их эксплуатационных и механических характеристик. Для достижения этой цели необходимы углублённые научные исследования, направленные на оптимизацию структуры и свойств износостойких белых чугунов. В частности, актуальными являются такие направления, как разработка оптимального химического состава сплавов с применением современных программных средств моделирования, учитывающих условия эксплуатации; совершенствование процессов литья белого чугуна; создание новых ресурсосберегающих методов термической обработки [1-3].

В металлургических предприятиях развитых стран ведётся широкий спектр научно-исследовательских работ по получению высококачественных износостойких чугунов, в особенности белых хромистых чугунов. США, Россия, Германия, Великобритания, Канада,

Бразилия, Япония, Австралия, Украина, Польша, Индия, Китай, Беларусь, Иран, Мексика и ряд других государств выступают ведущими производителями, обеспечивая 60–70 % мирового выпуска деталей из белого чугуна. Ежегодный рост объёмов производства и возрастающие требования к качеству обусловили необходимость разработки и внедрения технологий, позволяющих получать износостойкие отливки с более низкой себестоимостью за счёт ресурсосбережения [4-6].

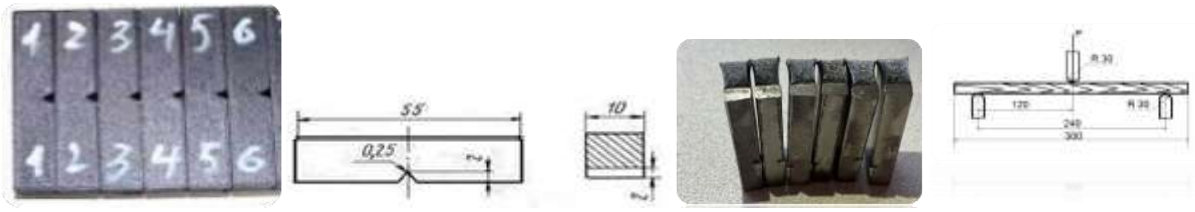
Повышение износостойкости деталей из белых хромистых чугунов представляет собой комплексную задачу, включающую подбор состава сплава в зависимости от условий работы, определение оптимальных технологических параметров литья и разработку рациональных режимов получения отливок. Существенное влияние на эксплуатационные характеристики оказывают параметры кристаллизации, определяющие морфологию и пространственное распределение карбидных фаз. Увеличение скорости охлаждения расплава при затвердевании, а также использование методов направленной кристаллизации позволяют целенаправленно регулировать размер, форму и ориентацию карбидных включений, что обеспечивает улучшение эксплуатационных характеристик литых деталей.

Таким образом, выбор оптимальной технологии производства отливок из хромистых чугунов имеет не меньшее значение, чем разработка их химического состава, так как именно структура, формируемая в процессе кристаллизации, определяет комплекс свойств сплавов и долговечность деталей в реальных условиях эксплуатации [7-11].

Методы исследования и использованные материалы. В качестве исследуемого материала были выбраны износостойкие белые чугуны 280Х29НЛ и 330Х17Л. Данные чугуны применяются для отливок горно-обогатительного оборудования, работающих в условиях интенсивного абразивного износа (питающие диски, подложки, плит для дробилок).

Образцы отливали в песчано формы для определения механических свойств абразивного износа белого износостойкого чугуна.

Для определения механических свойств образцов сплава использовали электроразрядный станок ДМ 80 Cormak, применяемый на Навоийском машиностроительном заводе, изготавливаемый в США на основании ГОСТ 1497-84. (рис. 1).



а) б)

Рисунок 1. Образцы, приготовленные для определения механических свойств сплава, а) для определения ударная вязкости, б) для предела прочности

Для проведения исследований отлиты образцы (рис. 2.) из белых износостойких чугунов марки 280Х29НЛ и 330Х17Л на индукционной печи ИЧТ-2,5 (пр-во Россия).

Для выявления структуры образцы подвергнуты травлению реактивом следующего состава: 15 мл азотной кислоты, 15 мл соляной кислоты и 15 мл глицерина. Время травления 10 мин., при температуре реактива 60˚С [12-15].

Для изучения микроструктуры образцов изучали на микроскопе марке сканирующий



Рисунок 2. Образцы белых износостойких чугунов. 1- 280Х29НЛ, 2 – 330Х17Л

электронный микроскоп (СЭМ) четвертого поколения TESCAN VEGA (пр-во Германия).

Для измерения твердости по $HRC_э$ использовался твердомер ТК-2М и для измерения твердости по HV_{50} использовался твердомер ПМТ – 3М.

Химический состав отливок, приготовленных в промышленных условиях, определены эмиссионным спектральным методом на приборе Spectro-Lab –M (пр-во Германия).

Микрошлифы подготовили на шлифовально-полировальном станке «НЕРИС» (пр-во Латвия). Для шлифовки образцов применены шлифовальный шкурки зернистостью от 180 до 1500 мкм. Полировка поверхности микрошлифов произведены с помощью алмазной пасты ASM зернистостью 1/0, 2/1 и 3/2.

Таблица 1. Составы чугунов, предназначенных для изготовления наковальни

№	Марка чугуна	Содержание химических элементов, % по массе							
		C	Si	Cr	Mo	Ni	Ti	P	S
1	280Х29НЛ	2,55	≤ 1,5	28,0	-	0,6	1	≤ 0,1	≤ 0,1
2	330Х17Л	3,40	0,6	16,5	0,5	0,6	-	≤ 0,01	≤ 0,01

Образцы чугунов для испытаний отливали в земляные формы. Износостойкость изучали в режиме сухого трения. Хромистый чугун 330Х17Л был выбран как наиболее распространенный износостойкий чугун в Республике Узбекистан. Легированный никелем чугун 280Х29НЛ обладает хорошими механическими свойствами, хорошо зарекомендовал себя в горнорудной промышленности, при изготовлении детали «питающие диски» дробилка роторная модели KEV 96.

Для изготовления сплавов использовали индукционную печь объемом 2,5 т., шихтовый материалы следующего состава: чушковый чугун в количестве 400 кг, феррохром (марка ФХ 100А) 300 кг, никель – от 1 до 2 кг в зависимости от состава конечного сплава, ферромарганец – от 3 до 5 кг и электробой до 5 кг. Температура плавки составила 1400 ˚С. Выбранная температура превышает температуру полного перехода сплава в жидкое состояние на 150 – 200 градусов. Температура литья составила 1380 ˚С, которая выбрана на основании практики литья и с целью снижения объема полной литейной усадки.

Скорость охлаждения сплавов при литье в землю составила 100 ˚С/минуту, при литье в металлическую изложницу 235 ˚С/минуту. Рафинирование сплавов не проводили, очистку поверхности расплава от шлаков проводили в течение 5-10 минут после снижения температуры расплава до температуры литья. Механические свойства сплавов определяли по ГОСТ 1497-84. Структур сплавов изучали на микроскопе марке сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) четвертого поколения TESCAN VEGA при увеличениях ×500, ×2000, ×5000.

Результаты исследования и их анализ. С целью сопоставительного анализа характеристик чугунов разных марок, предназначенных для изготовления детали «наковальня», была определена твердость готовой детали. Результаты испытаний на твердость $HRC_э$ приведены в табл. 2. При этом твердость по Роквеллу была определена на поверхности и сердцевине детали, поскольку ее габариты позволили предполагать наличие градиента скорости охлаждения по сечению детали в процессе кристаллизации.

Таблица 2. Относительная износостойкость и механические свойства хромистых чугунов (литье в земляные формы).

Марка чугуна	330Х17Л	280Х29НЛ
Твердость на поверхности в литом состоянии $HRC_э$	57-62	46-47
Твердость в сердцевине в литом состоянии $HRC_э$	47-48	40-41

Высокохромистый белый чугун марки 280Х29НЛ по показателям твердости и износостойкости уступает сплаву 330Х17Л. Однако с экономической точки зрения он также не является оптимальным выбором, так как стоимость сплава 280Х29НЛ примерно в 1,5 раза выше, чем у 330Х17Л, при этом эксплуатационные характеристики остаются ниже. В связи с этим для получения литых деталей с высокими механическими и эксплуатационными свойствами необходимо выбирать оптимальные режимы литья, а также научно обоснованно регулировать соотношение легирующих элементов в составе сплава.

Для термодинамического анализа использовалась база данных TCFE7 программы Thermo-Calc, обновлённая в мае 2018 года и являющаяся результатом более чем 30-летних исследований шведских учёных. Преимуществом версии TCFE7 по сравнению с предыдущими является её расширение за счёт включения 20 дополнительных элементов при минимальном содержании железа 50 %, что позволяет рассчитывать трёх- и четырёхкомпонентные диаграммы состояния. Важным отличием этой базы является также более высокая точность термодинамических данных и возможность моделирования фаз, образующихся при малых добавках ванадия (V), молибдена (Mo), титана (Ti), ниобия (Nb) и вольфрама (W).

На основании химического состава белого чугуна 280Х29НЛ в программе Thermo-Calc была рассчитана диаграмма состояния четырёхкомпонентной системы Fe–2,6C–Cr–Ni при температуре 2000 °C. В ходе анализа установлено, что варьирование концентрации никеля и хрома приводит к формированию различных фаз в металлической основе и карбидных соединений. При содержании 1,2 % Ni и 16 % Cr структура сплава характеризуется металлической основой с остаточным графитом, ферритной и аустенитной фазами, а также карбидами типа M_3C_2. В интервале 16–25 % Cr и более 1,1 % Ni в структуре формируются устойчивые аустенитные и ферритные фазы с карбидами M_3C_2 и M_7C_3. Следует подчеркнуть, что при увеличении концентрации хрома до 26 % в металлической матрице сохраняются аустенит и феррит, при этом наблюдается полное образование карбида M_7C_3 (рис. 3).

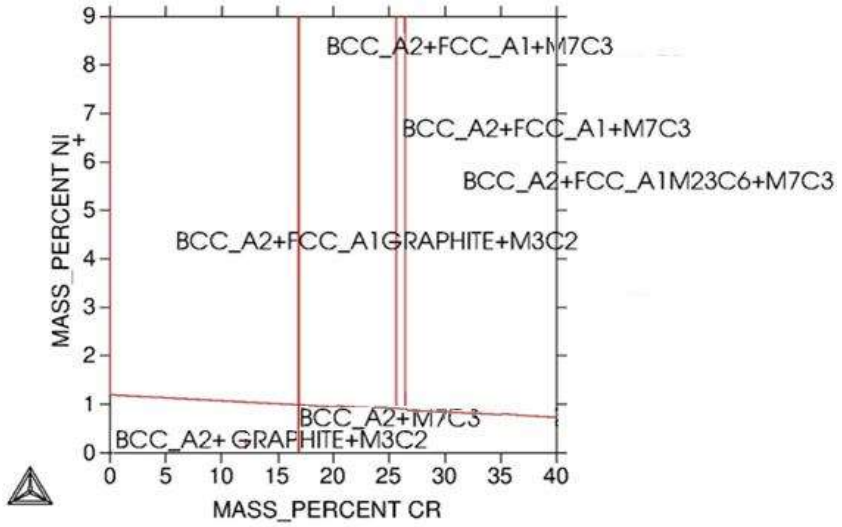


Рисунок 3. Диаграмма состояния Fe-2,6C-Cr-Ni. T-200^{0}C

При содержании хрома свыше 16 % и увеличении концентрации никеля до 1 % в структуре сплава наблюдается формирование ферритной металлической матрицы с полностью кристаллизованными карбидами типа M_7C_3. Дальнейшее повышение содержания хрома до 26 % при сохранении никеля на уровне 1 % способствует образованию смешанной металлической основы (феррит + аустенит) с одновременным формированием карбидных фаз M_7C_3 и $M_{23}C_6$.

На основании химического состава белого чугуна марки 280Х29НЛ была построена термодинамическая диаграмма состояния четырёхкомпонентной системы Fe–2,6C–Cr–Mn.

Согласно полученным данным, в структуре сплава формируется феррит как основная металлическая фаза, а также графит, не подвергшийся полному разложению. При содержании до 45 % хрома и до 9 % марганца фиксируется полное формирование металлической матрицы с карбидными соединениями типов M_3C_2, M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Следует отметить, что при увеличении концентрации марганца свыше 9 % в структуре сохраняются графитовые включения, свидетельствующие о неполном разложении сплава до металлической основы (рис. 4).

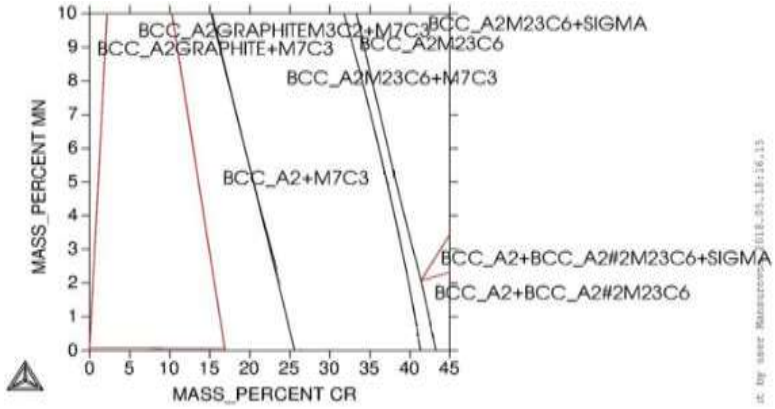


Рисунок 4. Диаграмма состояния Fe-2,6C-Cr-Mn. T-200^{0}C

При содержании марганца на уровне 3–4 % в структуре сплава наблюдается полностью сформированная ферритная металлическая основа, а также устойчивые карбидные фазы типа M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Особенно примечательно, что при пониженном содержании марганца (0,7–0,8 %) и высоком содержании хрома (16–45 %) структура сохраняет ферритный характер, при этом, несмотря на низкую концентрацию марганца, формируются устойчивые карбиды M_7C_3.

Высокая концентрация марганца в белом чугуне оказывает отрицательное влияние на фазообразование: она способствует выделению графита и препятствует стабильному формированию карбидных фаз. В результате в структуре фиксируются участки частичного феррита, незрелые графитовые включения и хрупкие карбиды типа M_3C_2, что сопровождается снижением механических свойств сплава. Согласно термодинамическому анализу системы Fe–2,6C–Cr–Mn для чугуна ИЧ280Х29НЛ, оптимальное содержание марганца составляет 0,4–0,6 %, а минимально необходимое содержание хрома должно быть не менее 16,5 %.

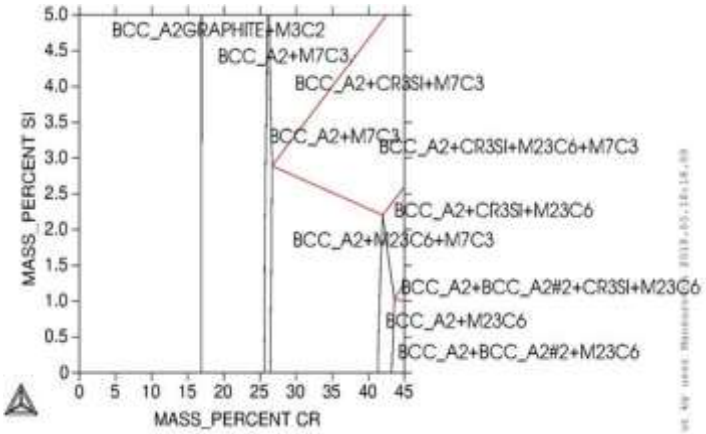


Рисунок 5. Диаграмма состояния Fe-2,6C-Cr-Si. T-200^{0}C

На основании химического состава белого чугуна 280Х29НЛ с использованием программы Thermo-Calc построена фазовая диаграмма системы Fe–2,6C–Cr–Si. Анализ диаграммы показал, что фазовый состав существенно зависит от соотношения кремния и

хрома. Так, при содержании кремния выше 4,5 % структура сплава характеризуется ферритной металлической матрицей с остаточным графитом, не подвергшимся полному разложению. При увеличении концентрации хрома до 25–26 % графит полностью растворяется, а структура переходит в ферритную фазу (рис. 5).

Анализ диаграммы состояния системы Fe–2,6C–Cr–Si показал, что при определённых соотношениях кремния и хрома в структуре, помимо карбидных фаз M_3C_2, M_7C_3 и $M_{23}C_6$, формируется интерметаллид Cr_3Si. Основным фактором его образования является повышенное содержание кремния (свыше 2,5–3 %) в сочетании с высоким содержанием хрома (более 26–27 %). Возникновение этой фазы связано с тем, что кремний неравномерно распределяется в металлической основе и при высоких концентрациях хрома взаимодействует с ним с образованием соединения Cr_3Si. Дополнительно установлено, что при содержании хрома выше 42 % образование Cr_3Si становится более интенсивным. Следует отметить, что данный карбид характеризуется низкой твёрдостью и хрупкостью и, в отличие от карбидов хрома, не способствует повышению прочностных характеристик сплава. В целом определено, что оптимальное содержание кремния в белом чугуне не должно превышать 1 %, что является достаточным для стабилизации металлической матрицы и предотвращения образования нежелательных фаз.

Диаграмма термодинамического состояния четырёхкомпонентной системы Fe–2,6C–Cr–Ti при температуре 2000 °C демонстрирует образование различных фаз в зависимости от концентрации титана и хрома. При содержании до 16 % Cr и до 10 % Ti в структуре фиксируются ферритные и аустенитные участки, а также остаточные графитовые включения; из карбидных фаз формируется преимущественно M_3C_2. При увеличении содержания хрома до 16–26 % наблюдается полное растворение графита, металлическая основа становится ферритно-аустенитной, а в структуре формируются карбиды M_3C_2 (частично) и преимущественно M_7C_3. При дальнейшем росте содержания хрома до 26–42 % металлическая основа сохраняет ферритно-аустенитный характер, но при этом в структуре полностью формируются карбиды M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Только при содержании хрома более 42 % сплав характеризуется окончательным формированием карбидной фазы $M_{23}C_6$, что определяет специфику его структурного состояния (рис. 6).

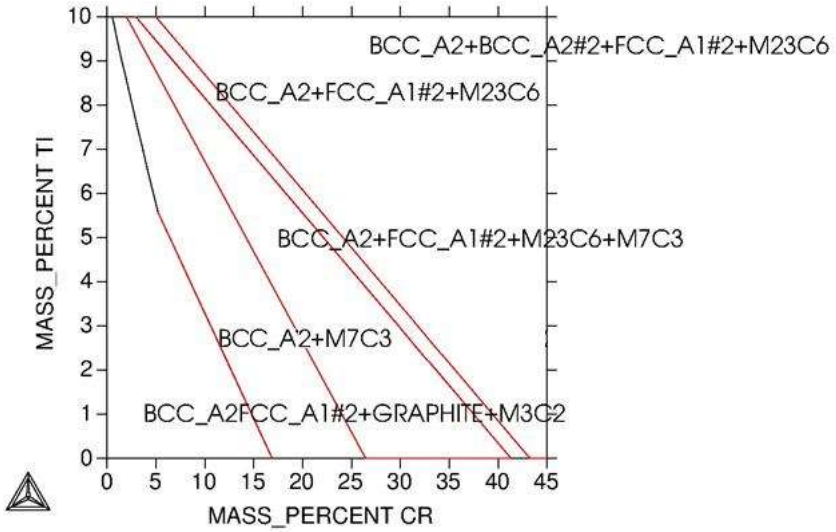


Рисунок 6. Диаграмма состояния Fe-2,6C-Cr-Ti. T-200^{0}C

Из образовавшихся фаз на диаграмме видно, что титан в сплаве первоначально вызывает образование металлической основы сплава и мелкозернистость основного металла. После этого, в зависимости от количества прироста хрома, обеспечивает образование карбидов твердого типа.

В результате анализа термодинамических диаграмм состояния сплавов рассчитан химический состав марки 330Х17Л из высокопрочного белого чугуна. В соответствии с ней было подобрано оптимальное количество молибдена для сохранения оптимального соотношения углерода и хрома в сплаве и образования в сплаве M_7C_3 и $M_{23}C_6$ карбидных фаз.

В результате анализа термодинамических диаграмм состояния двух-, трёх- и многокомпонентных систем, а также исследования микроструктуры сплавов были получены следующие основные выводы:

1. С использованием программного комплекса Thermo-Calc выполнен анализ термодинамических диаграмм состояния для двух-, трёх- и многокомпонентных систем. Проведено исследование фазового состава высокохромистых белых чугунов марок 280Х29НЛ и 330Х17Л**.** Установлено, что устойчивое формирование определённых фазовых составляющих может оказывать негативное влияние на долговечность литых деталей.

2. Изучено влияние легирующих элементов **(**Cr, Ni, Mo, Ti, W, V и др.) на фазообразование в белом чугуне. Рассмотрены закономерности изменения количества легирующих элементов и их роль в формировании карбидных фаз. Для оптимизации их содержания в сплаве применялись расчётные возможности программы Thermo-Calc**.**

3. Определены условия образования карбидных фаз в зависимости от химического состава белого чугуна. Проведён анализ механизмов увеличения их количества и способов пространственной ориентации карбидов в структуре сплава.

4. Осуществлён микроструктурный анализ белых чугунов марок 280Х29НЛ и 330Х17Л. Установлено, что морфология, дисперсность и количественное содержание карбидных фаз типов M_7C_3 и $M_{23}C_6$ играют ключевую роль в обеспечении механических и эксплуатационных характеристик сплавов.

Авторы выражают искреннюю признательность руководству Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (Москва, Российская Федерация) за предоставленную возможность использования высокоточного лабораторного оборудования и современных программных средств.

Библиографический список

1. Гарбер М.Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация. — М.: Машиностроение, 2010. — 280 с.
2. Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А., Дувалов П.Ю. Повышение ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов // Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2019. – Вып. 40. - С. 78-83.
3. А.А. Жумаев, Ю.Н. Мансуров, Дж.Дж. Маматкулов, К.С. Абдуллаев. Фазовые превращения в сплавах железа с углеродом, легированных редкоземельными и переходными металлами. // Черные металлы, № 11 (1067). 2020. – С.22 – 29.
4. А.А. Жумаев, Ю.Н. Мансуров, Дж. Дж. Маматкулов, Г. Д. Улугов. Оптимизация состава и структуры износостойких белых чугунов, используемых в горнодобывающей промышленности. // Черные металлы, № 12 (1068). 2020. – С.4 – 10.
5. Kopyciński, D., Piasny, S. Influence of tungsten and titanium on the structure of chromium cast iron // Archives of Foundry Engineering. 2012, No 12(1), - P 57-60.
6. U. Pranav, M. Agustina, F. Mücklich. A Comparative Study on the Influence of Chromium on the Phase Fraction and Elemental Distribution in As-Cast High Chromium Cast Irons: Simulation vs. Experimentation. // Metals. 2020, No 12, - P 4-17.
7. Ponomareva A.V., Ruban A.V., Mukhamedov B.O., Abrikosov I.A. Eff ect of multicomponent alloying with Ni, Mn and Mo on phase stability of bcc Fe–Cr alloys // Acta Materialia. 2018. Vol. 150. - P. 117–129.
8. Mukhamedov B. O., Ponomareva A. V., Abrikosov I. A. Spinodal decomposition in ternary Fe–Cr–Co-system // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 695. P. 250–256.

9. Ali K., Ghosh P. S., Arya A. A DFT study of structural, elastic and lattice dynamical properties of Fe2Zr and FeZr2 intermetallics // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 723. - P. 611–619.
10. Konar B., Kim J., Jung I. Critical Systematic Evaluation and Thermodynamic Optimization of the Fe-RE System: RE = La, Ce, Pr, Nd // Journal Phase Equilibria and Diffusion. 2016. Vol. 37, Iss. 4. - P. 438–458.
11. Kolokoltsev V. M., Petrochenko E. V., Molochkova O. S. Influence of boron modification and cooling conditions during solidification on structural and phase state of heat- and wear-resistant white cast iron // CIS Iron and Steel Review. 2018. Vol. 15. - P. 11–15.
12. А. А. Жумаев, К.Э. Барановский, Ю. Н. Мансуров, Х.И. Ахмедов. Результаты исследования структуры отливок из белых износостойких чугунов. // Черные металлы, № 2 (1082). 2022. – С.4 – 10.
13. Abrikosov I. A., Ponomareva A. V., Steneteg P., Barannikova S. A., Alling B. Recent progress in simulations of the paramagnetic state of magnetic materials // Current Opinion Solid State Materials Science. 2016. Vol. 20. - P. 85–106.
14. Ahmad J. K. Melting of a new carbon –free waxed sponge iron in Electric Arc Furnace (EAF) for steelmaking // International Journal of Materials Science and Applications. 2015. Vol. 4. No. 1-2. - P. 1–6
15. Shamelkhanova N. A., Uskenbayeva A. M., Volochko A. T., Korolyov S. P. The Study of the Role of Fullerene Black Additive During the Modification of Ductile Cast Iron // Materials Science Forum. Switzerland. 2017. Vol. 891. - P. 235–241.

Ахмедов Хасан Исламович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» Навоийского государственного университета горного дела и технологий. Тел.: +998 97-228-37-57 (моб.) E-mail: kh_akhmedov@mail.ru

IKKI ROTORLI SHAMOL TURBINASINI MATLAB/SIMULINK TIZIMIDA MODELLASHTIRISH VA OPTIMAL PARAMETRLARINI ANIQLASH

Sayfiddinov Q.E.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada quvvati 20,5 kW bo‘lgan gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasi o‘zgaruvchan shamol oqimlarida va parraklarining turli ortilish burchaklarida energetik ko‘rsatgichlarini anilash imkonini beradigan modellashtirish blok-sxemasi Matlab/Simulink tizmida ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra shamol tezligi o‘zgarish diapozoni 3…12 m/s, parraklarning o‘rnatilish burchaklar oralig‘i 0°…10° bo‘lganda rotor aylanish tezligi 7…25 rad/s, turbina mexanik momenti 45,71…821 Nm va turbina mexanik quvvati 0,32…20,6 kW ga teng bo‘lishi aniqlangan. Shamol turbinasi parraklari 0° burchak ostida o‘rnatilgan parraklarning tez aylanuvchanlik koeffisienti optimal 8,1 ga teng bo‘lishi asoslangan.*

Kalit so‘zlar: *gorizontal o‘qli shamol turbinasi, shamol tezligi, shamol energiyasidan foydalanish koeffisienti, mexanik quvvat va moment, Matlab/Simulink, modellashtirish.*

MODELING A DUAL-ROTOR WIND TURBINE IN MATLAB/SIMULINK AND DETERMINING ITS OPTIMAL PARAMETERS

Sayfiddinov Q. E.
Bukhara State Technical University.

Annotation. *In this paper, a modeling block diagram of a horizontal-axis wind energy system with a capacity of 20.5 kW has been developed in MATLAB/Simulink. The model allows for the analysis of energy performance under varying wind flows and different blade pitch angles. According to the research results, when the wind speed varies between 3–12 m/s and the blade pitch angle ranges from 0° to 10°, the rotor speed is between 7–25 rad/s, the turbine torque is 45.71–821 Nm, and the mechanical power of the turbine reaches 0.32–20.6 kW. It has been substantiated that the optimal tip speed ratio is 8.1 when the turbine blades are set at a 0° pitch angle.*

Keywords: *horizontal-axis wind turbine, wind speed, wind energy utilization coefficient, mechanical power and torque, MATLAB/Simulink, modeling.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХРОТОРНОЙ ВЕТРЯНОЙ ТУРБИНЫ В MATLAB/SIMULINK И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЁ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Сайфиддинов Қ. Э.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной статье разработана блок-схема моделирования горизонтальной ветроэнергетической установки мощностью 20,5 кВт в системе MATLAB/Simulink, позволяющая анализировать энергетические характеристики при переменных потоках ветра и различных углах установки лопастей. По результатам исследования установлено, что при изменении скорости ветра в диапазоне 3–12 м/с и углах установки лопастей от 0° до 10°, скорость вращения ротора составляет 7–25 рад/с, механический момент турбины — 45,71–821 Н·м, а механическая мощность турбины — 0,32–20,6 кВт. Обосновано, что при угле установки лопастей 0° оптимальное отношение скорости на концах лопастей составляет 8,1.*

Ключевые слова: *горизонтальная ветровая турбина, скорость ветра, коэффициент использования энергии ветра, механическая мощность и момент, MATLAB/Simulink, моделирование.*

***K*irish.** Jahonda yoqilg‘i energetik resurslarni tejashda, atrof-muhitga chiqadigan issiqxona gazlarini kamaytirishda, aholi va sanoat korxonalarni uzluksiz va ishonchli elektr energiyasi bilan ta’minlashda qayta tiklanadigan energiya manbalari jumladan, shamol energiyasidan foydalanish etakchi o‘rinlardan birini egallamoqda.

Yevropa 2024 yilda 16,4 GW yangi shamol energetikasi quvvatlari o‘rnatildi. Hozirda jami 285 GW shamol energiyasi jumladan, quruqlikda 248 GW dengizda esa 37 GW quvvatga ega. Yevropaning shamol energetikasini rivojlantirishdagi istiqbolli rejalardan 2025-2030 yillar davomida 187 GW yangi shamol energiyasi quvvatini o‘rnatishini kutilmoqda. Yevropadagi yangi shamol loyihalari uchun yig‘ilgan kapital 2024 yilda 33 milliard evroni tashkil qilgan [1]. 2024 yil holatiga ko‘ra, Xitoyda 521 GW shamol energetikasi quvvatlari o‘rnatilgan. 2014-yildan beri mamlakatda 90 GW shamol energetikasi milliy tarmoqqa ulanganidan beri uch baravardan ko‘proq o‘sishga erishilgan [2].

O‘zbekistonda shamol energiyasidan foydalanish imkoniyatlari bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi va hududning shamol energetik resurslari xaritasi ishlab chiqildi. Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra respublikamizning 17000 km^2 maydonida shamol energiyasi yalpi (nazariy) salohiyati 80 m balandlikda 520 GW ni, texnik salohiyati 10 GWni tashkil etishi aniqlangan [3,4]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvarda “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi farmoni qabul qilindi. Unga ko‘ra, umumiy quvvati 4000 MW bo‘lgan 8 ta shamol elektr stansiyasi quriladi. Xususan, 2023-2024 yillarda Qoraqalpog‘iston Respublikasi, Buxoro va Navoiy viloyatlarida umumiy quvvati 1600 MW bo‘lgan 4 ta, 2025-2026 yillarda respublika bo‘ylab umumiy quvvati 2400 MW bo‘lgan 4 ta shamol elektr stansiyasini ishga tushirish ko‘zda tutilgan [5,6].

Hozirgi kunda shamol elektr stansiyalarida gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmalar umumiy o‘rnatilgan quvvatning 98 % ni tashkil qiladi. Gorizontal oq‘li shamol energetik qurilmasining turli shamol oqimlarida energetik parametrlarini aniqlash bo‘yicha bajarilgan tadqiqotlar tahlil qilindi.

C. Beldjaatit va T. Sebbagh shamol turbinasini MATLAB/Simulink tizimida modellashtirish va tadqiq qilish bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. Ushbu tadqiqot shamol energiyasi sohasiga, xususan, shamol turbinasi dinamikasi va samaradorligiga qaratilgan. Tadqiqot shamol energiyasini konversiyalash tizimlarini, ya’ni rotor, generator va mexanik uzatmalar qutisini o‘z ichiga olgan komponentlarni batafsil o‘rganishni o‘z ichiga olgan. Tadqiqot shamol turbinalari tomonidan ishlab chiqarilgan mexanik energiyaning keng qamrovli tahlilini taqdim etgan, bunda quvvat koeffitsienti, tez aylanuvchanlik koeffisienti va parraklarni o‘rnatilish burchagi kabi asosiy parametrlar aniqlangan [7].

C.H. Chong va boshqa olimlar shamol turbinasini Matlab tizimida modellashtirish va simulyatsiya qilish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan. Malayziyaning Saravak shahrida shamol energiyasining imkoniyatlarini o‘rganish uchun tadqiqotlar olib borildi. Maqolada elektr generatorlarning samaradorligini tekshirish uchun Matlab/Simulink yordamida bir xil parametrlar

ostida ishlaydigan turli generatorlar yordamida turli xil shamol energiyasini konversiyalash tizimini modellashtirish va simulyatsiya qilish amalga oshirilgan. Nominal shamol tezligi uchun SCIG, DFIG va PMSG samaradorligi mos ravishda 66,25%, 69,38% va 71,88% ni tashkil qilgan [8].

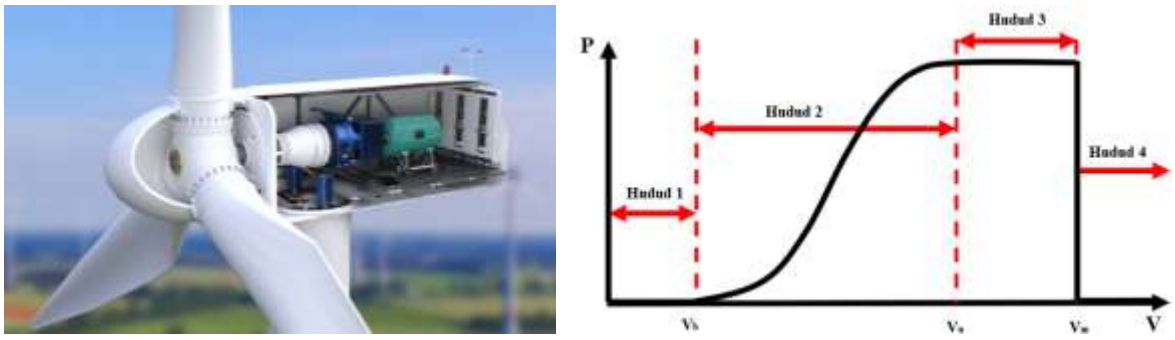
A.A. Teyabeen boshchiligidagi bir guruh olimlar shamol turbinasi quvvat egri chizig‘ini matematik modellashtirish bo‘yicha ilmiy ishlar bajargan. Tadqiqotda Veybulla va Gamma ehtimollik zichligi funksiyalaridan foydalangan holda quvvat omilini baholash uchun yangi modellar ishlab chiqilgan va 330 dan 7580 kW gacha bo‘lgan 32 ta shamol turbinasidan ishlab chiqaruvchi ma’lumotlaridan foydalangan holda WTPC ning 9 ta matematik modelini qiyosiy o‘rganish natijalari taqdim etilgan [9].

Erishilgan ijobiy natijalarga qaramasdan gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasini Matlab/Simulink tizimida shamol tezligi, parraklarni o‘rnatilish burchaklari va tez aylanuvchanlik koeffisientlarining o‘zgaruvchanligiga bog‘liq energetik parametrlarini modellashtirish bo‘yicha etarlicha tadqiqotlar olib borilmagan.

Tadqiqot maqsadi. 20,5 kW quvvatli shamol energetik qurilmasining Matlab/Simulink tizimida modellashtirish va maqbul parametrlarini aniqlash.

Shamol energetik qurilmalari quvvatni shamol tezligi o‘zgarishiga bog‘liq optimallashtirish yoki cheklash uchun turli nazorat usullaridan foydalaniladi. Elektr generator tezligini, parraklar o‘rnatilish burchagini sozlashni va butun shamol turbinasining aylanishini nazorat qilish orqali turbinani boshqarishimiz mumkin.

Usullar va materiallar. Shamol elektr qurilmalarini quyidagi shamol tezliklari xarakterlanadi: shamolning 3 - 4,5 m/s gacha oraliqdagi ishga tushirish tezligi, bunda shamol energetik qurilmasi rotori asta-sekin aylanib boshlaydi; shamolning nominal tezligi, aksariyat 10 dan 13 m/s gacha, bu tezlikda shamol energetik qurilmasinining quvvati nominal qiymatiga etadi; shamolning maksimal tezligi, bunda shamol energetik qurilmasi tarmoqdan uziladi va to‘xtatiladi, aksariyat tezlik diapazoni 20-25 m/s. 1-rasmda gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasi ko‘rinishi (a) va shamol turbinasining quvvat egri chizig‘i (b) keltirilgan.



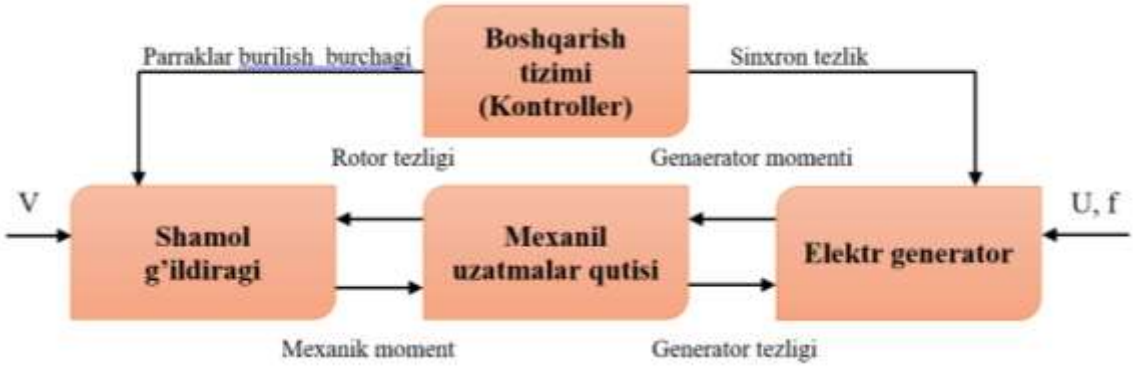
a) b)

1-rasm. Gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasi ko‘rinishi (a) va shamol turbinasining quvvat egri chizig‘i (b).

O‘zgaruvchan shamol tezliklarida shamol energetik qurilmalari yordamida olinadigan elektr energiyasining uzluksizligi va ishonchliligini oshirishda qurilmaning shamol g‘ildiragi, mexanik uzatmalar qutisi va elektr generator bilan bog‘langan boshqarish tizimini to‘g‘ri tanlash talab etiladi. 2-rasmda gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmalarini boshqarish tizimi sxemasi keltirilgan. Shamol turbinasi tomonidan olinishi mumkin bo‘lgan quvvat quyidagi formula bilan ifodalanadi [10]:

$$P_M = \frac{\rho \cdot S \cdot v^3}{2} \cdot C_p(\lambda, \beta) \qquad (1)$$

bunda: $C_p(\lambda, \beta)$ – shamol energiyasidan foydalanish koeffisienti; λ – shamol parraklarining tez aylanuvchanlik koeffisienti; β – shamol parraklarining o‘z o‘qi atrofida burilish burchagi; v – shamol oqimining tezligi; ρ – havo oqimining zichligi; S – shamol g‘ildiragining ko‘ndalang kesim yuzasi.



2-rasm. Shamol energetik qurilmalarini boshqarish tizimi sxemasi.

Shamol g‘ildiragining mexanik momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi [11]:

$$M_M = \frac{P_M}{\omega_M} = \frac{\rho \cdot S \cdot v^3 \cdot C_p(\lambda,\beta)}{2 \cdot \omega_M} \quad (2)$$

Shamol parraklarining tez aylanuvchanlik koeffisientining shamol turbinasi radiusi, aylanish tezligi va shamol oqimi tezligiga bog‘liqlik matematik ifodasi [12]:

$$\lambda = \frac{\omega_M \cdot R}{v} \quad (3)$$

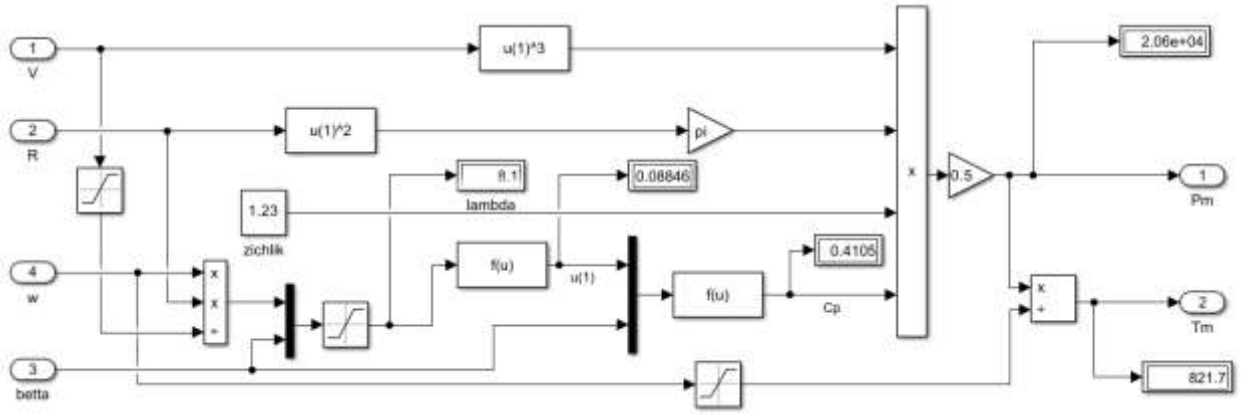
bunda: ω_M −shamol g‘ildiragining mexanik burchak tezligi; R − shamol g‘ildiragining radiusi.

Gorizontal o‘qli shamol turbinasining shamol energiyasidan foydalanish koeffisientini quyidagi emperik formula orqali aniqlash mumkin [13,14]:

$$C_p(\lambda,\beta) = 0.5 \cdot \left(\frac{116}{\lambda + 0.08 \cdot \beta} - \frac{4.06}{\beta^3 + 1} - 0.4 \cdot \beta - 5\right) \cdot \exp\left(-\frac{21}{\lambda + 0.08 \cdot \beta} + \frac{0.735}{\beta^3 + 1}\right) \quad (4)$$

Gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasini turli shamol tezliklarida va parraklarini optimal o‘rnatilish burchaklariga bog‘liq energetik parametrlari aniqlash uchun Matlab/Simulink tizimida modellashtirildi. Bunda quyidagi boshlang‘ich shartlar qabul qilindi: shamol tezligi o‘zgarish oralig‘i 3…12 m/s, rotor radiusi 3,87 m, parraklarni o‘rnatish burchagi 0°…10°, turbina quvvati maksimal 20,5 kW.

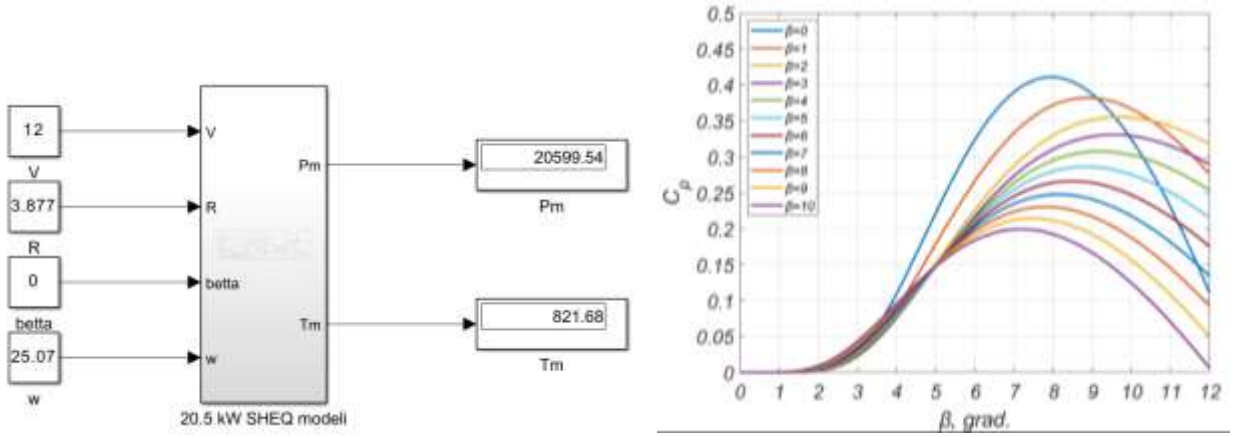
Natijalar. 3-rasmda 20,5 kW quvvatli shamol energetik qurilmasining Matlab/Simulink tizimida qurilgan modellashtirish blok-sxemasi keltirilgan. Bunda parraklarning o‘rnatilish burchaklari 0°, shamol oqimi tezligi 12 m/s, rotor aylanish tezligi 25 ay/min, parraklarning tez aylanuvchanlik koeffisienti 8,1 bo‘lgan turbina mexanik momenti 821,7 Nm, nominal quvvati 20,6 kW va shamol energiyasidan foydalanish koeffisienti 0,41 ni tashkil qilishi aniqlandi.



3-rasm. Matlab/Simulink tizimida qurilgan modellashtirish blok-sxemasi.

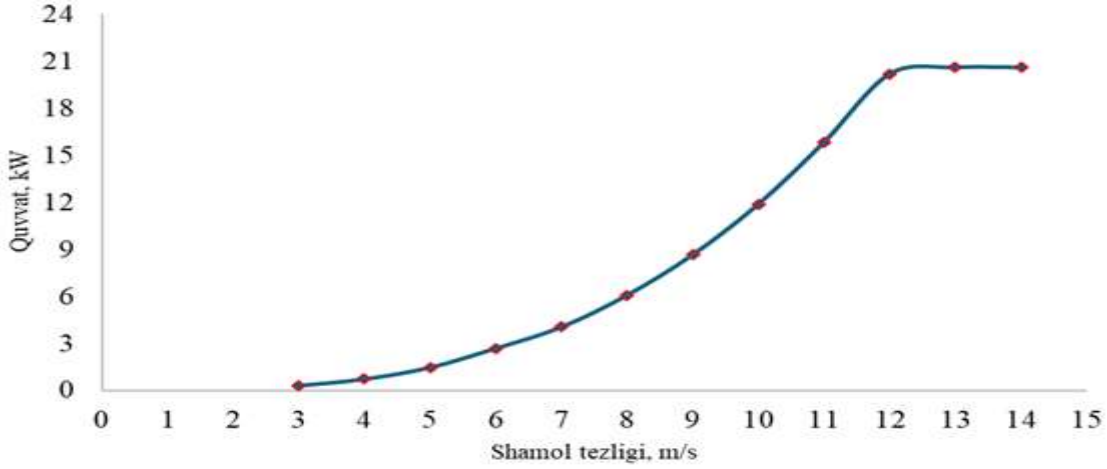
4-rasm (a) parametrlarni o‘zgartirish imkoniga ega blok osti modellashtirish sxemasi keltirilgan. Bunda shamol oqimi tezligi 3…12 m/s, parraklarning o‘rnatilish burchagi 0°…10° va rotor aylanish tezligi 7…25 bo‘lganda shamol energetik qurilmasi mos ravishda 0,32…20,6 kW quvvat ishlab chiqarishi tadqiq qilindi. 4-rasm (b) shamol energiyasidan foydalanish koeffisineti (b)

grafigi keltirilgan. Shamol parraklari o‘rnatilish burchagi 0° bo‘lganda samaradorlik ko‘rsatgichi maksimal bo‘lishi hisoblandi.



4-rasm. Blok osti modellashtirish sxemasi (a), shamol energiyasidan foydalanish koeffisineti (b). grafigi.

Munozara. 5-rasmda shamol energetik qurilmasi quvvatining shamol tezligiga bog‘liqlik grafigi keltirilgan. Bunda boshlang‘ich shamol tezligi 3m/s bo‘lgan 0,32 kW, nominal shamol tezligi 12m/s bo‘lgan 20,5 kW quvvat bilan ishlashi aniqlandi.



5-rasm. Shamol energetik qurilmasi quvvatining shamol tezligiga bog‘liqlik grafigi.

1-jadvalda 20,5 kW quvvatli shamol turbinasining shamol oqimi tezligi o‘zgarishiga bog‘liq parametrlari keltirilgan. Hisoblashlar (1) va (2) tenglamalardan foydalanilgan.

1-jadval. 20,5 kW quvvatli shamol turbinasi parametrlari

№	Shamol tezligi, m/s	Rotor aylanish tezligi, rad/s	Mexanik moment, Nm	Mexanik quvvat, kW
1	3	7	45,71	0,32
2	4	9	82,22	0,74
3	5	10	148	1,48
4	6	12	214,16	2,57
5	7	14	290	4,06
6	8	16	380,62	6,09
7	9	18	482,22	8,68
8	10	21	567,14	11,91
9	11	23	689,56	15,86
10	12	25	821	20,6

Xulosa. Quvvati 20,5 kW bo‘lgan gorizontal o‘qli shamol energetik qurilmasi o‘zgaruvchan shamol oqimlarida va parraklarining turli o‘rtilish burchaklarida energetik ko‘rsatgichlarini anilash imkonini beradigan modellashtirish blok- sxemasi Matlab/Simulink tizmida ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra shamol tezligi o‘zgarish diapozoni 3…12 m/s, parraklarning o‘rnatilish burchaklar oralig‘i 0°…10° bo‘lganda rotor aylanish tezligi 7…25 rad/s, turbina mexanik momenti 45,71…821 Nm va turbina mexanik quvvati 0,32…20,6 kW ga teng bo‘lishi aniqlangan. Shamol turbinasi parraklari 0° burchak ostida o‘rnatilgan parraklarning tez aylanuvchanlik koeffisienti optimal 8,1 ga teng bo‘lishi asoslangan.

Adabiyotlar

1. Yevropada shamol energiyasidan foydalanish ko‘rsatgichlari va istiqbollari. https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2024-statistics-and-the-outlook-for-2025-2030/
2. Xitoy davlatida shamol energiyasidan foydalanish ko‘rsatgichlari va istiqbollari. https://www.statista.com/statistics/950342/china-accumulated-installed-wind-power-capacity/
3. R.A. Zakhidov., M.V. Kremkov. The wind power potential of Uzbekistan. *Applied Solar Energy*. volume 51, pp. 336–337(2015).
4. Uzakov G.N., Sednin V.A., Safarov A.B., Mamedov R.A., Khatamov I.A. CFD-Modeling of the Airfoil of the Blades of a Wind Power Plant with a Vertical Axis in the Ansys Fluent System. *ENERGETIKA. Proceedings of CIS higher education institutions and power engineering associations*. 2024;67(2):97-114. (In Russ.)
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 22.12.2020 yildagi PQ-4933-son, 23.02.2021 yildagi PQ-5003-son va 18.03.2022 yildagi PQ-169-son qarorlari.
6. G.N.Uzakov, R.A.Zaxidov, A.B.Safarov, X.A.Davlonov. *Shamol energetikasi*/Darslik. -Qarshi. «Intellekt» nashriyoti, 2023. –253 bet.
7. C. Beldjaatit, T. Sebbagh. Studying, modeling, and simulation of wind turbine using MATLAB/Simulink. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy,* Vol:9, No:1, Page 18-24 (2024)
8. C.H. Chong, A.R. Rigi, I. Ali. Wind turbine modelling and simulation using Matlab/Simulink. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. The 13th International UNIMAS Engineering Conference 2020
9. A.A. Teyabeen et al: Mathematical modelling of wind turbine power curve. *International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*, 19(5):15.1-15.13 (2018)
10. A.W. Manyonge. Mathematical Modelling of Wind Turbine in a Wind Energy Conversion System: Power Coefficient Analysis. *Applied Mathematical Sciences* 6(91(2012)):4527-4536 (2012)
11. Osintsev, K., Aliukov, S., & Shishkov, A. (2021). Improvement Dependability of Offshore Horizontal-Axis Wind Turbines by Applying New Mathematical Methods for Calculation the Excess Speed in Case of Wind Gusts. *Energies*, 14(11), 3085.
12. Moghaddam, A. and Doost, A. (2013) Technical-economical optimization of horizontal axis wind turbines by means of the genetic algorithm. *Natural Science*, 5, 1-8.
13. Keyhani, A., Ghasemi-Varnamkhasti, M., Khanali, M. and Abbaszadeh, R. (2010) An assessment of wind energy potential as a power generation source in the capital of Iran. Tehran. *Energy*. 35. 188-201.

Sayfiddinov Qamariddin Elmurod o‘g‘li – tayanch doktorant (PhD). Buxoro davlat texnika universiteti. E-mail: qamariddinsayfiddinov@gmail.com. Tel: +998916498667

UO‘K 621.314

ELEKTR TARMOQLARIDA KO‘NDALANG KOMPENSATSIYA TIZIMINING FUNKSIONAL TAHLILI

Tovboyev A.N.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada reaktiv quvvat kompensatsiyasining o‘zaro kompensatsiyani almashtirish sxemasi va vektor diagrammasini qurish funksional tahlil qilinadi. Reaktiv kompensatsiyaning asosiy maqsadi quvvat koeffiyisentini oshirishdir. Bunday kompensatsiyada kondensatorlarni elektr tarmoqlariga joylashtirish orqali quvvat yo‘qotishlari va kuchlanishning pasayishi ularning kompensatsiyadan oldingi va kompensatsiyadan keyingi holatlari uchun tahlil qilindi. Bundan tashqari, ko‘ndalang sig‘imning kompensatsiya zanjirining vektor diagrammasi va ko‘ndalang kompensatsion tarmoqning boshida va oxirida kuchlanish bo‘yicha vektor diagrammasi o‘rganildi.*

Kalit so‘zlar: *aktiv quvvat, reaktiv quvvat, to‘la quvvat, ko‘ndalang kompensatsiya, kompensatsiyalangan quvvat, kondensator batareyalari, reaktiv quvvat isrofi, kuchlanish isrofi, ko‘ndalang kompensatsiyani almashtirish sxemasi, ko‘ndalang sig‘imli kompensatsiya, kompensatsiya zanjirining vektor diagrammasi.*

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОПЕРЕЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Товбоев А.Н.

Навоийский государственный горно-технологический университет.

Аннотация. *В данной статье проведён функциональный анализ схемы замещения и векторной диаграммы взаимной компенсации реактивной мощности. Основной целью реактивной компенсации является повышение коэффициента мощности. В такой компенсации посредством установки конденсаторов в электрические сети анализируются потери мощности и падение напряжения для состояний до и после компенсации. Кроме того, исследованы векторная диаграмма цепи поперечной ёмкостной компенсации и векторная диаграмма напряжений в начале и в конце поперечной компенсационной линии.*

Ключевые слова: *активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, поперечная компенсация, компенсированная мощность, батареи конденсаторов, потери реактивной мощности, потери напряжения, схема замещения поперечной компенсации, поперечная ёмкостная компенсация, векторная диаграмма цепи компенсации.*

FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE TRANSVERSE COMPENSATION SYSTEM IN ELECTRIC POWER NETWORKS

Tovboev A.N.

Navoi state mining and technology university.

Annotation. *This article presents a functional analysis of the equivalent circuit and vector diagram of reactive power mutual compensation. The primary objective of reactive power compensation is to improve the power factor. In this type of compensation, by installing capacitors in electrical networks, power losses and voltage drops are analyzed for the states before and after compensation. In addition, the vector diagram of the transverse capacitive compensation circuit and the voltage vector diagram at the beginning and end of the transverse compensation line are investigated.*

Key words: *active power, reactive power, apparent power, transverse compensation, compensated power, capacitor banks, reactive power losses, voltage losses, equivalent circuit of transverse compensation, transverse capacitive compensation, vector diagram of the compensation circuit.*

***K*irish.** Ko‘ndalang kompensatsiya qurilmalari elektr tarmoqlarida kuchlanishning pasayishiga qarshi ishlaydi hamda reaktiv quvvat balansini tiklashga xizmat qiladi. Bu tizimlarning almashtirish sxemasi elektr liniyasining reaktiv elementi va kompensator orasidagi energetik muvozanatni aks ettiradi. Vektor diagramma asosida aniqlanishicha, kompensatsiya ulanmasdan oldingi holatda tok fazasi kuchlanishdan orqada bo‘ladi. Kompensatsiyalashning muhim turlaridan biri ko‘ndalang kompensatsiya hisoblanadi. Kompensatsiyalash jarayonida kondensatorlarni joylashtirish orqali elektr tarmoqlarida quvvat yo‘qotishlarni eng katta kamaytirishga erishiladi. Bunda kondensatorlarni joylashtirish bilan birga uzatiladigan kuchlanish darajasini oshirish imkonini beradi. Ushbu jarayon asosan kondensatorlarni joylashgan o‘rniga bog‘liq bo‘ladi.

Ma’lumki, ko‘ndalang kompensatsiya ta’siri ostida, elektr ta’minoti tizimidagi mavjud elementlarning tokli yuklamasidan tashqari, tarmoqdagi kuchlanish pasayishiga hamda elektr

tarmog‘ining boshi va oxirida kuchlanish nisbati paydo bo‘lishiga olib keladi [1,2]. Agar ko‘ndalang sig‘imli kompensatsiyasiga ehtiyoj bo‘lsa, bu elektr ta’minoti tizimining ma’lum joylariga o‘rnatilgan kondensator qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Shu maqsadda, reaktiv quvvat manbai sifatida ko‘ndalang kompensatsiyani hisoblash va tahlil qilish uchun elektr energiyasi iste’molchilari va parallel kondensator batareyalari ulangan o‘zgaruvchan tok elektr zanjirlarini ko‘rib chiqish kerak [3-6].

Asosiy qism. Ko‘ndalang kompensatsiya elektr uzatish liniyalarida kuchlanishning pasayishi va reaktiv quvvat koeffiyisentini boshqarish uchun qo‘llaniladigan samarali usullardan biridir. Bunday kompensatsiya usuli tarmoqning elektr barqarorligini oshirish, uzatish quvvatini kengaytirish hamda kuchlanish qiymatini me’yor darajasida ushlab turish imkonini beradi.

Ko‘ndalang kompensatsiya qurilmalari odatda tiristor bilan boshqariladigan kondensatorlar yoki tiristor bilan boshqariladigan reaktorlar asosida quriladi. Ushbu qurilmalar elektr uzatish liniyasiga parallel tarzda ulanib, tarmoqdagi reaktiv quvvat koeffiyisentini dinamik tarzda tartibga soladi. Shunday qilib, kompensatsiya darajasi yuklama o‘zgarishlariga muvofiq real vaqt rejimida o‘zgartirilishi mumkin. Almashtirish sxemasiga ko‘ra, ko‘ndalang kompensatsiya tizimining almashtirish sxemasi elektr uzatish liniyasi va kompensatsiya elementi (reaktor yoki kondensator) ning ekvivalent tasviridan iborat bo‘ladi. Liniya parametrlari R_L, X_L bilan, kompensator esa X_C yoki X_{TCR} bilan ifodalanadi.

$$k = \frac{Q_k}{Q_L} = \frac{U^2 X_L}{U^2 X_C} = \frac{X_L}{X_C} \quad (1)$$

bu yerda: Q_k, — kompensatsiya quvvati, Q_L— liniya reaktiv quvvati.

Kompensatorning optimal qiymati kuchlanish barqarorligini ta’minlaydigan darajada tanlanadi, bunda tarmoq kuchlanishining faza diagrammasi bo‘yicha o‘zgarishlar minimal bo‘ladi.

Vektor diagrammasi tahliliga ko‘ra ko‘ndalang kompensatsiyaning vektor diagrammasi kuchlanish va tok vektorlarining fazaviy bog‘liqligini aks ettiradi. Kompensatsiyasiz holatda yuklama toki I kuchlanish vektori U ga nisbatan kechikkan fazada joylashadi. Kompensator ulanib, reaktiv quvvat ishlab chiqara boshlaganda, tokning fazasi kuchlanish vektoriga yaqinlashadi, ya’ni quvvat koeffitsiyenti cosφ ortadi.

Kompensatsiya darajasi ortganda tok vektori bosqichma-bosqich kuchlanish bilan fazada moslashadi, bu esa fazaviy og‘ishning kamayishiga**,** tarmoq quvvat isroflarining qisqarishiga va kuchlanish barqarorligining oshishiga olib keladi. Umuman olganda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash bu quvvat koeffitsiyetini oshirishga erishishdir. Kompensatsiya qurilmasini ulanib, quvvat koeffitsienti yaxshilanganda esa fazaviy og‘ish kamayadi. Natijada, elektr uzatish samaradorligi ortadi, yo‘qotishlar kamayadi va tizimning statik barqarorligi ta’minlanadi. Ko‘ndalang kompensatsiyalash tahlil qilishda elektr energiyasi iste’molchisi va kondensator batareyalari parallel ulangan sxemasi olinadi. Usbu sxemani almashtirish sxemasining A tugundagi tarmoq toklari Kirxgofning birinchi qonuni bo‘yich tuzilgan tenglama asosida topiladi (1-rasm). Unga ko‘ra I_L tok quyidagi aniqlanadi:

$$\dot{I}_L = \dot{I}_d + \dot{I}_{KB} \quad (2)$$

bu yerda: $\dot{I}_L$, $\dot{I}_d$, $\dot{I}_{KB}$ − mos holda, tarmoq, yuklama va kondensator batareyalaridagi toklarning vektor qiymatlari.

Kirxgofning birinchi qonuniga (2) muvofiq tok vektorlarini qo‘shish va vektor diagrammasini qurish 2-rasmda keltirilgan. Ko‘ndalang kompensatsiyasifatida X_{kb} kondensator batareyasi ulangan tarmoq oxiridagi yuklamadan iborat tarmoq uchun vektor diagramma qurilgan. Bunda kondensator batareyasining aktiv qarshiligini hisobga olmasa ham bo‘ladi. Kondensator batareyasi iste’molchi bilan parallel ulanganligi sababli φ_1 −burchak φ_2 − burchakka iste’molchining yuklanish toki I_1 qiymatdan I_2 qiymatgacha kamayadi. Bunda tarmoqdagi tokning miqdori kamayadi, ya’ni $\Delta I = I_1 - I_2$ bo‘ladi. Elektr ta’minoti tizimida mavjud generatorlar va kondensator batareyalar o‘rnatiilgan joyidan Q_{KB} reaktiv quvvat ishlab chiqarganligi sababli elektr iste’molchilarida tok bir xil miqdorda kamayadi. Tarmoq va generatorlarda yuklama kamayganligi

sababli reaktiv quvvat isrofining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari ΔP_q va ΔQ_q lar kamayadi. Natijada umumiy reaktiv quvvat kondensator batareyasi Q_{KB} quvvatigacha kamayadi.

$$\Delta P = \left(\frac{Q_{KB}}{U}\right)^2 \cdot R\,; \qquad \Delta Q = \left(\frac{Q_{KB}}{U}\right)^2 \cdot x \tag{3}$$

bu yerda: R va x −energetika tizimi iste'molchilarining aktiv va reaktiv qarshiliklari

Loyihalashtirilayotgan tarmoq uchun tanlanayotgan o'tkazgichning kesimi yuzasi quyidagicha topiladi.

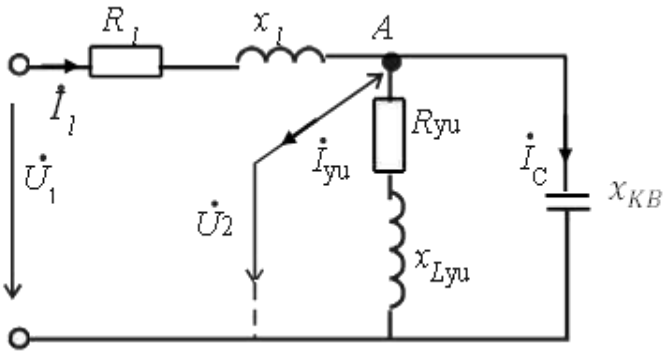
$$\Delta F = \frac{\Delta I}{j_e} \tag{4}$$

bu yerda: ΔI −tarmoq tokining kamayishi; J_e −tarmoq tokining iqtisodiy zichligi

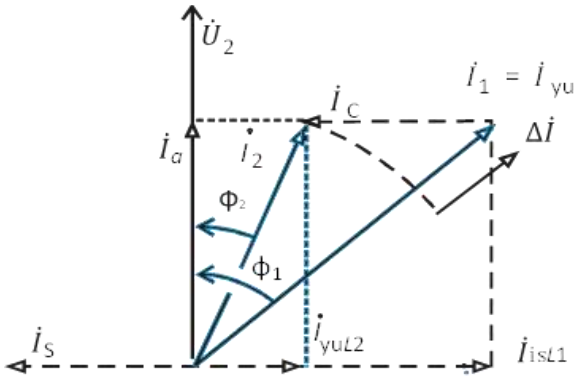
Mos holda transformatorning o'rnatilgan quvvati ham kamayadi va kondensator batareyasidagi Q_{KB} reaktiv quvvat oqimi hisobiga tarmoqdagi kuchlanish yo'qotishlari ΔU kamayadi.

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{KB}) \cdot x}{U} \tag{5}$$

Agar kondensator batareyalarining quvvati juda yuqori bo'lsa, tok I_{bk} induktiv yuklamadagi iste'molchi I_{yu} tokidan katta bo'ladi, ya'ni $I_{bk} > I_d$. U holda φ_2 burchak noldan kichik bo'ladi va quvvat koeffitsiyenti $cos\varphi = 1$ orqali o'tadi va quvvat sig'imning kvadrantida bo'ladi. Natijada ortiqcha kompensatsiya yuzaga keladi. Sig'im toki iste'molchidan manbaga oqib o'tadi va I_c sig'im tok ortib borishi bilan tarmoq toki I_L ortadi. Bunda C sig'imning oshirish va I_L tarmoq tokiga bog'liqligi ma'lum bir diapazondagi φ_2 burchakka mos keladi, ya'ni $\varphi_2 \geq 0$ va $cos\varphi \leq +1$ chegarada bo'lishi tavsiya etiladi. Vektor diagrammasi 2-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Ko'ndalang sig'imli kompensatsiya almashtirish sxemasi



2-rasm. Ko'ndalang sig'imli kompensatsiya zanjirning vektor diagrammasi

Ko'ndalang kompensasiyani qo'llashdan oldin tabiiy quvvat koeffisientini oshirish uchun tarmoq boshlanishidagi cos φ_1 quvvat koeffisiyentini tarmoq oxiridagi cos φ_2 quvvat koeffisiyentini yuqori qiymatigacha oshirish kerak bo'ladi. Bunda vektor diagrammadan foydalanib zarur bo'ladigan C sig'im va kondensator batareyasining reaktiv quvvatini aniqlash imkonini beradi va I_s tok quyidagicha topiladi:

$$I_S = I_{isL1} - I_{isL1} = I_a tg\varphi_1 - I_a tg\varphi_2 = I_a(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) \tag{6}$$

Bu yerdan $I_c = \frac{U}{x_{KB}} = U\omega C$ va $I_a = \frac{P}{U}$ ekanligini hisobga olib, $U\omega C = \frac{P}{U}(tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$ hosil qilamiz.

Shuningdek,

$$\left.\begin{array}{c} C = \frac{P}{U^2\omega}(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) \\ = \\ Q_{KB} = U^2\omega C = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) \end{array}\right\} \tag{7}$$

Quvvat koeffitsiyentini yaqinlashtirish uchun yuklama normal holatda sig‘imli bo‘lganda yuklamaga parallel ravishda ulangan induktorda tok I_{KB} ning sig‘imli xususiyatlarini qoplash uchun ishlatiladi. Bu maxsus holatlarda, korxonalarda tarmoq yuklamai past bo‘lgan davrda uzoq muddatli yuqori kuchlanishli kabel liniyalari mavjud bo‘lganda va kondensaorlarning butun sig‘imi faqat korxonalarning nominal yuklama soatlarida ishlaganda sodir bo‘lishi mumkin. Tarmoq oxiridagi kuchlanishlar vektor diagrammasida ikki usulda ifodalanishi mumkin. Birinchisi, butun tarmoq bo‘ylab ko‘ndalang kompensatsiyalash tizimi bo‘lmaganda; ikkinchisi - quvvat koeffitsiyentini cosφ=1 ga oshiradigan kompensatsiyalash imkoni mavjud bo‘lganda. Elektr uzatish liniyasining oxiridagi kuchlanish U_2 va iste’molchidagi aktiv quvvatning doimiy kuchlanish qiymatlarining vektor diagrammalari 3-rasmda keltirilgan.

Diagrammaga ko‘ra, uzatish tarmog‘ining boshida U_1 kuchlanishining mutlaq qiymatlari va uzatish tarmog‘ining oxiridagi U_2 kuchlanish, shuningdek ko‘ndalang kompensatsiyalash burchakning biror bir φ qiymatdan 0 qiymatgacha o‘zgarishiga olib keladi, shuning uchun kuchlanish U_1 kuchlanishdan U_2 kuchlanish kichik bo‘lishi kuzatiladi.

Ko‘ndalang kompensatsiya jarayoni uchun kondensator qurilmasining yuklama zanjiriga ulanish sxemasi 4-rasmda keltirilgan.

Rasmda keltirilgan sxemaning qisqichlariga sinusoidal kuchlanish beriladiganda bir fazali kondensatorning quvvati quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

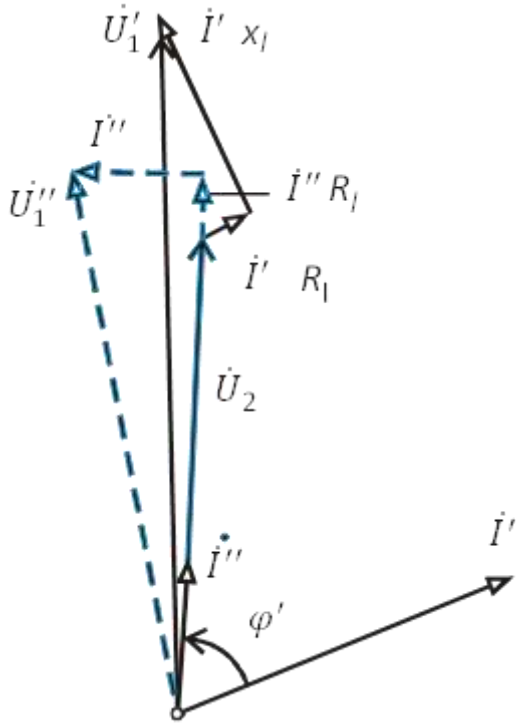
$$Q = U^2\omega C. \qquad (8)$$

Bu yerda: $U-$ tarmoq kuchlanish; $C-$ uch fazali kondensatorning sig‘imi.

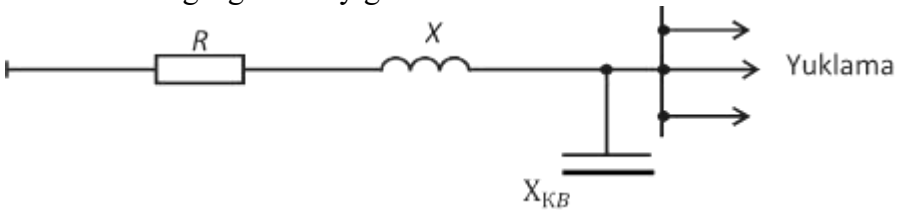
Umuman olganda uchburchak ulangan uch fazali kondensator batareyalarining quvvati ham yuqoridagidek aniqlanadi. Bunday holda, U tarmoq kuchlanish, Yulduz sxemada ulangan uch fazali kondensatorning quvvati, har uch fazaning teng sig‘imiga ega, nisbati bilan aniqlanadi:

$$Q = \frac{1}{3}U^2\omega C\ . \qquad (9)$$

bu yerda: C-barcha uch fazaning sig‘imlari yig‘indisi.



3-rasm. Ko‘ndalang kompensatsiyali tarmoqning boshida va oxiridagi kuchlanishlari bo‘yicha vektor diagrammasi



4-rasm. Ko‘ndalang kompensatsiyali yuklama zanjiriga sig‘imni ulash sxemasi

Qabul qilingan belgilar ko‘ra reaktiv quvvat koeffitsiyenti kompensatsiyagacha $\left(tg\varphi_1 = \frac{Q}{P}\right)$ va kompensatsiyadan keyin $\left(tg\varphi_2 = \frac{(Q-Q_{KB})}{P}\right)$ ko‘rinishda hisoblanadi. Shunga ko‘ra $tg\varphi_2 < tg\varphi_1$ ekanligidan $cos\varphi_2 > cos\varphi_1$ bo‘ladi.

Tarmoqdagi kompensatsiyagacha quvvat isrofi $\Delta P_1 = 3I^2R = \frac{S^2}{U^2}R = \frac{P^2+Q^2}{U^2}R$ (10)

Kompensatsiyadan keyin

$$\Delta P_2 = \frac{P^2+(Q-Q_{kb})^2}{U^2} R \qquad (11)$$

Kompensatsiyadan keyingi elektr isroflarining kamayishi esa

$$\Delta P_1 - \Delta P_2 = \frac{P^2+Q^2}{U^2} R - \frac{P^2+(Q-Q_{KB})^2}{U^2} R = \frac{(2Q-Q_{KB})\cdot Q_{KB}}{U^2} R. \qquad (12)$$

Kompensatsiyadan oldin elektr uzatish liniyasidagi kuchlanish pasayishi quyidagicha ifodalanishi mumkin

$$\Delta U_1 = \frac{PR+Q_1 X U_1}{U_1}, \qquad (13)$$

bu yerda: R va X mos ravishda chiziq empedansining aktiv va reaktiv komponentlarini bildiradi va Q_1 kompensatsiyadan oldin reaktiv quvvatdir. Kompensatsiyani kiritgandan so‘ng, reaktiv quvvat Q_2 ga kamayadi va mos keladigan kuchlanish pasayishi bo‘ladi

$$\Delta U_2 = \frac{PR+Q_2 X U_2}{U_2}, \qquad (14)$$

Bundan kelib chiqadiki, $Q_2 > Q_1$dan boshlab, $\Delta U_2 > \Delta U_1$ sharti qondiriladi. Bu shuni ko‘rsatadiki, reaktiv quvvat kompensatsiyasi nafaqat quvvat koeffiyisentini yaxshilaydi, balki tarmoq bo‘ylab kuchlanish pasayishini samarali ravishda kamaytiradi va shu bilan elektr uzatish barqarorligi va samaradorligini oshiradi. Kompensatsiyadan oldin ham, keyin ham tizimdagi kuchlanish pasayishi quyidagi shaklda ifodalanishi mumkin: $\Delta U_1 \equiv \sqrt{3} \cdot I\,(R\,cos\varphi + X\,sin\,\varphi)$ yoki almashtirilgandan keyin quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta U_1 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} \qquad (15)$$

- kompensatsiyadan keyin

$$\Delta U_2 = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} \qquad (16)$$

Kuchlanish isrofining pasayishi, shuningdek iste’molchilar oxirida kuchlanishning oshishi (10) va (11) ifodalarni hisobga olgan holda quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta U_1 - \Delta U_2 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} - \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} = \frac{Q_{kb} \cdot X}{U} \qquad (17)$$

Iste’molchi yuklamasining o‘zgarishi tarmoqdagi kuchlanish o‘zgarishiga olib keladi.

Yuqoridagi (12) ifodaga ko‘ra kompensatsiyadan oldin to‘liq yuklamada kuchlanish isrofi quyidagicha:

$$\Delta U_1 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} \qquad (18)$$

to‘liq yuklamada bo‘lganda esa

$$\Delta U'_1 = \frac{k \cdot (P \cdot R + Q \cdot X)}{U} \qquad (19)$$

bu yerda: $k -$ yuklamaning kamayishiga proporsional koeffitsient.

To‘la yuklamada bo‘lmagan holatdagi kuchlanish isrofini kamaytirish

$$\Delta U_1 - \Delta U'_1 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} - \frac{k \cdot (P \cdot R + Q \cdot X)}{U} =$$

$$= (1-k)\frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} = (1-k)\Delta U_1 \qquad (20)$$

To‘liq yuklamada kompensatsiyadan keyingi kuchlanish isrofi, (11) formula quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta U_2 = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} \qquad (21)$$

To‘la yuklamada bo‘lmagan holatda esa

$$\Delta U'_2 = \frac{k \cdot P \cdot R + (kQ - Q_{kb}) \cdot X}{U} \quad (22)$$

Kompensatsiya va to‘liq bo‘lmagan yuklama paytida kuchlanish isrofini kamaytirish

$$\Delta U_2 - \Delta U'_2 = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} - \frac{k \cdot P \cdot R + (kQ - Q_{kb}) \cdot X}{U} =$$
$$= \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X - k \cdot P \cdot R + (kQ - Q_{kb}) \cdot X}{U} = \quad (23)$$
$$= \frac{PR + QX - k(PR + QX)}{U} = \frac{(1-k)(PR + QX)}{U} = (1-k)\Delta U_1$$

Ushbu (23) ifodadan kelib chiqadiki, yuklama kamayganda, kompensatsiyadan keyingi kuchlanish tebranishlari kompensatsiyadan oldingi (22) ifoda kabi bo‘ladi, lekin kuchlanishning darajasi yuqori bo‘ladi. Bu (21) ifodadan kelib chiqadi, chunki kuchlanish isrofining kamayishi elektr qurilmalar uchun doimiy qiymatlar bo‘lgan faqat Q_{kb} va X ga bog‘liq bo‘lgan parametr hisoblanadi.

Xulosa. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, ko‘ndalang kompensatsiya jarayonida tarmoqdagi kuchlanish darajasi o‘rnatilgan kondensator batareyasining quvvatiga, o‘rnatish joyiga va ulangan elementlarning reaktivligiga qarab doimiy qiymatga oshishi mumkin. Bundan tashqari, ko‘ndalang kompensatsiya uzatiladigan quvvatni saqlab turganda quvvat yo‘qotishlarini kamaytiradi yoki muqobil ravishda bir xil darajadagi yo‘qotishlar bilan tarmoqning uzatish quvvatini oshiradi. Elektr tarmoqlaridagi reaktiv quvvatni “ishlab chiqarish” va “iste'mol qilish” dan tashqari, sig‘imli va induktiv elementlarning kompensatsiya tarzda o‘zaro ta’siri ham yaxshi tasdiqlangan prinsiplar asosida amalga oshiradi. Reaktiv elementlarning bu xususiyati reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish uchun elektr ta’minoti tizimlarida keng qo‘llaniladi va shu bilan birga kuchlanishning pasayishini ham, quvvat yo‘qotishlarini ham kamaytiradi. Bundan kelib chiqadiki, kompensatsiyadan keyingi kuchlanishlar kompensatsiyadan oldingi kuchlanishlarga o‘xshash tebranadi, ammo umumiy kuchlanish darajasi yuqoriroq. Bu kuchlanish pasayishini kamaytiradi va tarmoq ish faoliyatini yaxshilaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ibodullayev M.I, Tovboyev A.N., Yesenbekov A.K., Nazarov A.I. Avtoparametrik tebranishlarni tahlil qilishda chastota-energiya munosabatlari // «O'zbekiston Konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali. – Navoiy, 2017. № 2. 165-167 betlar.
2. Tovboyev A.N., Norqulov A.O., Tog'ayev I.B. Uch fazali ferromagnit elementlarga ega bo‘lgan uch fazali zanjirlarda subgarmonik tebranishlarning harakat tenglamasi. Ilm-fan, texnika va texnologiyalar bo'yicha ilg‘or tadqiqotlar xalqaro jurnali. Hindiston, IJARSET jildiga mualliflik huquqi. 6, 10-son, 2019 yil oktyabr, 11207-11210 betlar.
3. Tovboyev A.N., Tog‘ayev I.B., Nodirov G’.Y. Statistical analysis of power waste in 6-10 kV tension overhead electrical transmission lines // International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology Vol. 9, Issue 11, November 2022. India, pp. 2-7.
4. Tovboyev A.N., Baynazarov G.G., Jumayev Z.I. Bo‘lingan ferromagnit elementga ega bo‘lgan uch fazali zanjirlarda uchinchi darajali subarmonik tebranishlarni tahlil qilish. Ilm-fan, texnika va texnologiyalar bo‘yicha ilg‘or tadqiqotlar xalqaro jurnali. Hindiston, IJARSET mualliflik huquqi. Jild. 6,12-son, 2019 yil dekabr, 12229-12233-betlar.
5. Tovboyev A.N., Ibadullayev M.I., Murodov H.Sh., Narzullayev B.Sh. Yuqori kuchlanishli elektr tarmoq va tizimlarida subgarmonik ferrorezonans. «Uzbekiston konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali – Navoi 2020. №4 (83). 110-113 bet
6. Tog’ayev I.B., Tursunova A.A., Eshmirzayev M.A. Monitoring of overhead power lines.// Problems and scientific solutions.Vol.6, Issue 4, 2022 Australia, Melbourne. 267-271pt.

Tovboyev Akram Nurmonovich-v.b. professor. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Elektr energetikasi” kafedrasi v.b. professori, Tel.: +998913097172 (c), E-mail: tovboyev70@mail.ru

UDK:621.311

GRAVITATSION GIRDOBLI MIKROGES KONUSSIMON HAVZASINING MAQBUL KONSTRUKSIYASINI ASOSLASH ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH

[1]Mamadjanov A.B., [2]Akmalov J.X.

[1]Namangan davlar texnika universiteti, [2]Farg‘ona davlat texnika universiteti.

Annatatsiya. *Maqolada dunyo miqyosida jadallik bilan rivojlanib kelayotgan past bosimli mikroGESlar qatoriga kiruvchi giravitatsion girdobli mikro gidroelektr stansiyasi konussimon havzasining maqbul geometriyasini aniqlash orqali samaradorligini oshirish tahlili keltirilgan. Tadqiqot Solidworks Flow simulation dasturi orqali simulatsion tahlil qilindi. MikroGES yuqori samaradorlikka erishishi uchun, havzaning eng maqbul parametrlari aniqlangan. Havza konus qismining gorizontga nisbatan og‘ish burchagi 45°, havza konus qismi balandligini havza diametriga nisbati (h_k/D)=0,5 havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati (d/D)=0,24 ekanligi aniqlandi. Bu qiymatlar havzada girdob shakllanishi va tangensial tezligining ortishiga olib keldi.*

Kalit so‘zlar: *mikroGES, Gravitatsion, Girdob, Tangentsial tezlik, Solidworks Flow simulation, Konussimon havza.*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЁТ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КОНУСНОЙ БАССЕЙНЫ ГРАВИТАЦИОННОЙ ВИХРЕВОЙ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

[1]Мамаджанов А.Б., [2]Акмалов Ж.Х.

[1]Наманганский государственный технический университет, [2]Ферганский государственный технический университет

Аннотация. *В статье представлен анализ повышения эффективности гравитационной вихревой микро-гидроэлектростанции, относящейся к быстро развивающейся в мире группе микрогидроустановок низкого давления, за счёт определения оптимальной геометрии конического водосбросного бассейна. Исследование выполнено методом симуляционного анализа в программе SolidWorks Flow Simulation. Для достижения высокой эффективности работы микроГЭС были определены оптимальные параметры водосборного бассейна. Установлено, что угол наклона конической части бассейна относительно горизонта составляет 45°, отношение высоты конической части к диаметру бассейна (hk/D) равно 0,5, а отношение диаметра водосливного отверстия к диаметру бассейна (d/D) составляет 0,24. Эти значения обеспечили формирование устойчивого вихря и увеличение тангенциальной скорости потока в бассейне.*

Ключевые слова: *микроГЭС, гравитационная, вихрь, тангенциальная скорость, SolidWorks Flow Simulation, конический бассейн.*

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY THROUGH THE JUSTIFICATION OF THE OPTIMAL DESIGN OF THE CONICAL BASIN OF A GRAVITATIONAL VORTEX MICRO-HYDROPOWER PLANT

[1]Mamadjanov A.B., [2]Akmalov J.Kh.

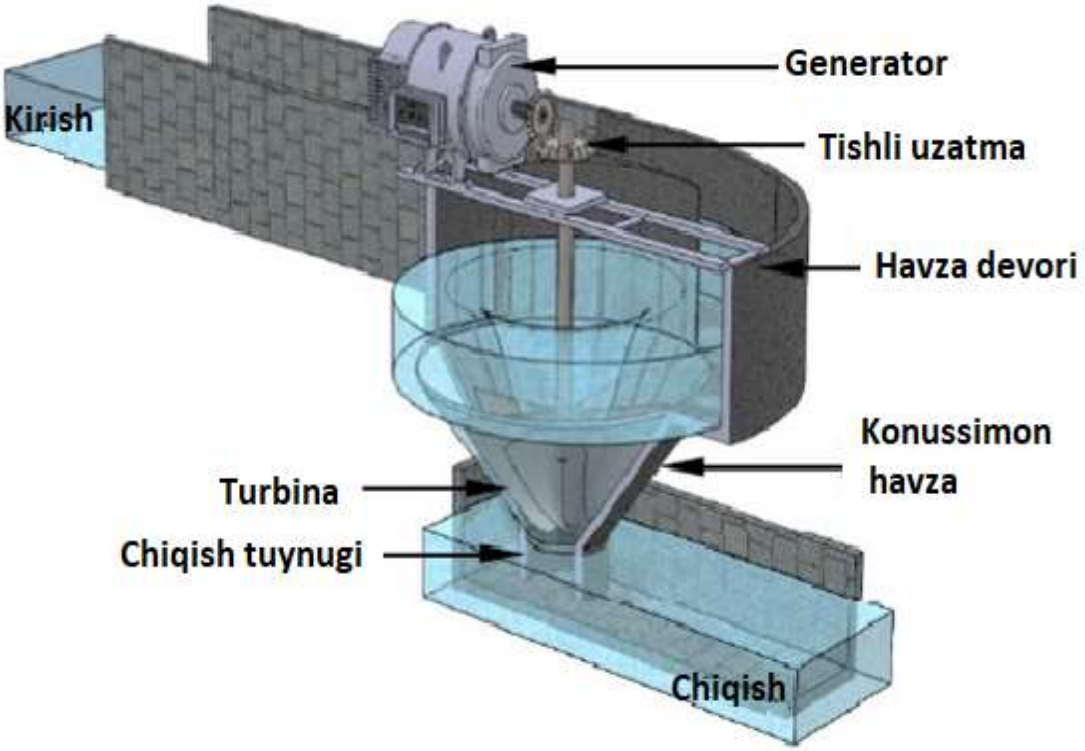
[1]Namangan state technical university, [2]Fergana state technical university

Abstract. *The article presents an analysis of improving the efficiency of a gravitational vortex micro-hydropower plant, which belongs to the rapidly developing class of low-head micro-hydropower systems worldwide, by determining the optimal geometry of its conical basin. The study was carried out using simulation analysis in SolidWorks Flow Simulation. To achieve high efficiency of the micro-hydropower plant, the optimal parameters of the basin were identified. It was determined that the inclination angle of the conical section relative to the horizontal plane is 45°, the ratio of the cone height to the basin diameter (hk/D)=0.5, and the ratio of the outlet diameter to the basin diameter (d/D)=0.24. These values led to the formation of a stable vortex and an increase in the tangential flow velocity within the basin.*

Keywords: *micro hydropower plant, gravitational, vortex, tangential velocity, SolidWorks Flow Simulation, conical basin.*

***K*irish.** Jahon energetika amaliyotida noan’anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ko‘lamini kengaytirish, uglevodorodli yoqilg‘i energetik resurslarni tejash orqali global iqlim o‘zgarishlarini oldini olish va ekologik muvozanatni barqarorlashtirishga qaratilgan jumladan, kichik gidroenergetikaga oid ilmiy texnik ishlanmalar muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan «2030 yilga borib rivojlanayotgan mamlakatlarda kichik energetik tizimlarning energiya ta’minotidagi ulushini 30-40 % ga yetkazish...» vazifalari belgilangan [1]. Bu borada jahon

amaliyotida keng rivojlanayotgan markazlashgan energiya ta’minotidan ajralgan, yakka holdagi kichik energetik tizimlar uchun energiya manbasi hisoblanadigan qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan, jumladan mikro gidroelektr stansiyalardan oqilona foydalanish yuqori sur’atlarda ortib bormoqda va o‘z navbatida mazkur sohaning rivojlanishiga katta e’tibor qaratilmoqda [2]. Hozirgi kunda Respublikamiz iqtisodiyotining muhim va ajralmas tarmog‘i bo‘lgan energetika sohasini tubdan rivojlantirish va zamonaviy talablar asosida sohaning texnik va texnologik darajasini yangilash maqsadida 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiya ishlab chiqilgan. Unga ko‘ra mamlakatimiz gidroenergetika sohasida 62 ta loyiha bo‘yicha ishlarni amalga oshirish rejalashtirilgan, shu jumladan, umumiy quvvati 1537 MVt bo‘lgan 35 ta gidroelektr stansiyalari qurilishi va quvvati 186 MVt ga oshirilgan 27 ta gidroelektr stansiyalarni modernizatsiya qilish mo‘ljallangan. Natijada, 2030 yilga kelib, GESlarning umumiy quvvati 3785 MVtni tashkil qilib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi - 13,1 milliard kVt soatni tashkil qiladi [3].



1-rasm. Gravitatsion girdobli mikroGES

Dunyo miqyosida GESlar tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasi yirik gidroelektrostansiyalardan olinadi va ularning quvvati 100 MW dan ortiq. Ammo bunday yirik gidroelektrostantsiyalar ekologiyaga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi. Umuman olganda, kichik gidroelektrostantsiyalar 10 MW dan kam quvvat ishlab chiqaradi, ekalogiyaga kamroq ta’sir qiladi. Elektr ishlab chiqarish quvvatiga ko‘ra, mikro gidroelektrostantsiyalar quvvatiga qarab 5 kW dan 100 kW gacha bo‘ladi. Gravitatsion girdobli gidroelektr stansiyalar, suv girdob hosil qilishi uchun maxsus havza, uning pastki qismida suv chiqish tuynugi mavjud bo‘ladi. Suv odatda havzaga kirib turbina qanotlariga uriladi va hosil bo‘lgan mexanik energiya generatorga uzatiladi (1-rasm).

Gravitatsion suv girdobli gidroturbina tizimlari ham past bosimli mikro gidroenergetika tizimlari sifatida qo‘laniladi, chunki 0,1 m^3/s dan 2 m^3/s gacha bo‘lgan oqim sarfida, 1-3 m gacha balandlikda 100 W dan 20 kW gacha quvvat ishlab chiqaradi [5,6]. Bunday gravitatsion girdobli mikro GESlarni rivojlantirish va samaradorligini havza dizayniga bog‘liqligini o‘rganish uchun ko‘plab olimlarning tadqiqotlari o‘rganildi. 2003 yili Avstriyalik muhandis Frans Zotloterer tomonidan silindrsimon shakldagi havzadan foydalanib elektr quvvati ishlab chiqarishga ilk patent olingan. Izlanishlar natijasida konussimon shakldagi havzada girdobning tangensial tezligini oshirish, girdob hosil qilish qulayligi tufayli yanada rivojlanib kelmoqda [9].

Izlanishlar natijasida olimlar havzalarning bir nechta turlarini taklif qilishgan, a) silindrsimon havza, b) konussimon havza [9]. Mulligan va boshqalar tomonidan olib borilgan izlanishlarda, girdob kuchiga bog‘liq bo‘lgan, suvning aylanishlar soni havza geometriyasiga bog‘liqligini aniqlangan [11]. Havza geometriyasi tangensial tezlik, girdob balandligiga va samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [7]. Tangensial tezlikning oshishi turbinaning gidrodinamik kuchini va samaradorligini oshiradi. Ko‘plab tadqiqotchilar konussimon havzalarga qiziqish bildirishgan, chunki ular silindrsimon havzadan ko‘ra kuchliroq girdoblar hosil qilish qobiliyatiga ega [12]. Dhakal va boshqalar konussimon va silindrsimon havzalar ko‘rsatkichlarini tahlilini o‘tkazdi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, konusli havzalar bir xil oqim tezligi va balandlikda, yuqori tezlik bilan girdobni hosil qiladi.

Konussimon havzada, havza kengligi asta torayishi uzluksizlik tenglamasiga amal qilgan holda tezlikning oshishiga olib keladi. Bunday holda, girdob balandligi doimiy qiymatda saqlanadi [13]. Havzaning suv chiqish diametri, havza diametriga nisbati (d/D) va konusning burchagi (konusli havza uchun) girdob xususiyatini aniqlaydigan muhim geometrik parametrlar hisoblanadi [14]. Mulligan va boshqalar, silindrsimon havzada tadqiqot o‘tkazdi va havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati d/D girdobning shaklanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini aniqladi. Shunga binoan ushbu tadqiqot, havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati 14%<d/D<18% oraliqda bo‘lgan silindrsimon havza maksimal girdob kuchini ta’minlaydi [15].

Havza diametri (D) ning o‘zgarishi havo yadrosi maydonini o‘zgarishiga olib keladi, chiqish diametrining (d) oshishi esa havo uyurmasining maydonini ortishiga olib keladi. Havo uyurmasining diametri muhum omil hisoblanadi [16]. 2014 yilda olimlar tomonidan silindirsimon havza ustida tadqiqot olib borilgan. Bunda D=4d=268, d=67, havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati 0,25 olingan [17]. Konussimon havzadagi girdobning xarakteristikalari konus burchagiga bog‘liq. R.S. Sreeraj va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda konus burchagini 10^{0} dan 18^{0} gacha o‘zgartirdi va eng yuqori tangensial tezlikka erishishi [18]. S.Dhakal va boshqalar, 800 mm diametrli havzada konus burchagini 23^{0} da yuqori tangentsial tezlikka erishi keltirilgan [19]. Konussimon havza burchagining oshishi, tangentsial tezligining oshishiga olib keladi [14]. Erna Septyaningrum va boshqalar tomonidan tavsiya etilayotgan konussimon havzasining o‘lcham parametrlari (d/D)=0.20, konus burchagi 20^{0} deb olingan [20].

1-jadval.

Gravitatsion girdobli mikro GES havzasi va kirish kanalining geometrik parametrlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari

Adabiyotlar	Havza turi	d/D	H/D	w/D	h/D	L/D	Quvvat W	Samara dorligi %
[22]	Silindir	0.14	1.53	0.50	0.0	2.20	2.83-9.83	14.4-48.6
[23]	konus	0.17	1.50	0.50	0.50	-		
[24]	konus	0.50	1.42	0.50	0.50	2.83	33	42.4
[25]	konus	0.22	1.06	0.32	0.16	2.08		
[26]	konus	0.13	1.96	0.42	0.42	0.45		
[27]	konus	0.20	0.37	-	0.33	-		55
[28]	konus	0.14	0.43	-	0.57	2.14		75
[29]	konus	0.16	1.84	0.59	-	-		
[29]	Silindir	0.18	1.57	0.36	0.0	1.51		
[30]	Concave(botiq)	0.34	1.27	0.42	0.89	3.30	3.0	45
[30]	Convex (qabariq)	0.22	1.35	0.28	0.59	2.19	2.0	45
[31]	konus	0.28	0.19	0.20	-	-		
[32]	konus	0.13	0.57	0.50	0.43	2.14		

Rahman va boshqalar izlanishi natijasida 2017 yilgacha gravitatsion girdobli mikro GESlarning umumiy samaradorligi 50% dan kam edi. Biroq, bugungi kunimizda gravitatsion girdobli mikro GESlar bilan bog‘liq rivojlantirish jarayoni yaxshilanishi kuzatildi [21].

Metodologiya. Avval olib borilgan tadqiqotlarning aksariyat qismi nazariy va amaliy usullardan foydalangan holda gravitatsion girdobli mikro GESlarning havzasi geometrik parametrlarini yaxshilash va energiya samaradorligini oshirish uchun o‘tkazildi. Tadqiqot ishlarini engillashtirish, tez va unumli ishlash uchun suyuqliklar dinamikasi hisobi (CFD) paketlaridan foydalangan holda raqamli usul (masalan, Ansys Fluent va CFX, Comsol multiphyisics, Solidworks Flow simulation va boshqalar) asta-sekin gravitatsion girdobli mikro GESlarni o‘rganish uchun ishlatiladigan asosiy vositasi sifatida keng qo‘llanilmoqda. Gravitatsion girdobli mikro GESlarni o‘rganishning asosiy maqsadi yuqori samaradorlikda ishlashga erishishdir.

Havza ichidagi oqim harakatini ifodalash uchun quyidagi uzluksizlik tenglamasi va Navier-Stoks formulalaridan foydalanildi [11].

Uzluksizlik formulasi:

$$\frac{\partial V_r}{\partial_r} + \frac{\partial V_z}{\partial_z} + \frac{V_r}{r} = 0$$

Navier-Stoks formulasi:

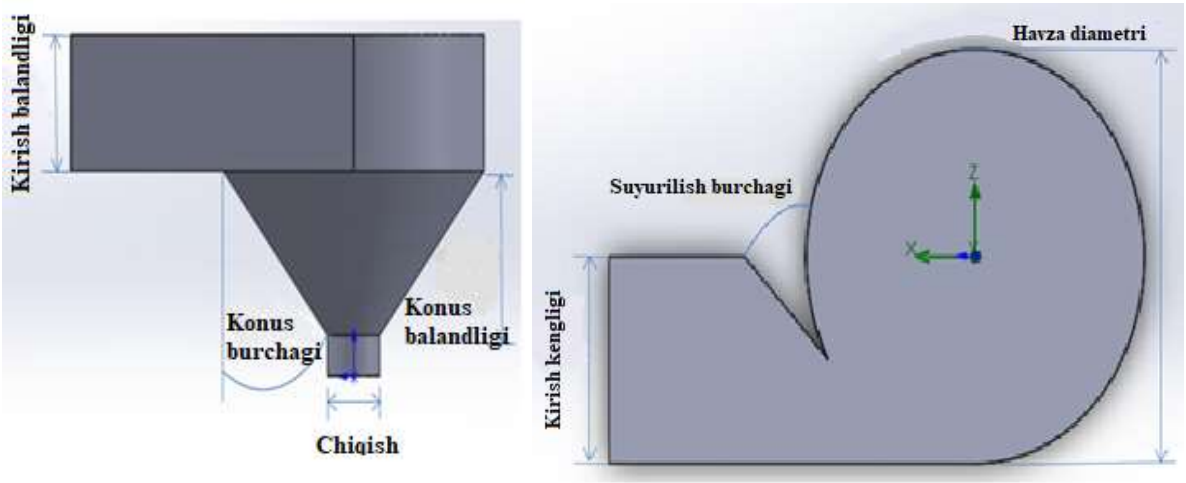
$$\partial V_r \frac{\partial V_t}{\partial r} + V_z \frac{\partial V_t}{\partial z} - \frac{V_r V_t}{r} = k\left(\frac{\partial^2 V_t}{\partial r^2} + \frac{\partial V_t}{r\partial r} - \frac{V_t}{r^2} + \frac{\partial^2 V_t}{\partial z^2}\right) \quad (2)$$

$$V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_t^2}{r} + \frac{\partial \rho}{\rho \partial r} = k\left(\frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} + \frac{\partial V_r}{r\partial r} - \frac{V_r}{r^2} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2}\right) \quad (3)$$

$$\partial V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + V_z \frac{\partial z}{\partial z} + \frac{\partial \rho}{\rho \partial z} = \mathrm{g} + k\left(\frac{\partial^2 V_z}{\partial r^2} + \frac{\partial V_z}{r\partial r} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2}\right) \quad (4)$$

Bu erda, V_t, V_r, V_z – mos ravishda tangensial, radial va o‘qiy tezliklar; g- erkin tushish tezlanishi; k-qovushqoqlik koeffitsienti; ρ- suv zichligi.

Tadqiqotlar konussimon havza ustida olib borildi. Olib borilgan tadqiqotlarda (CFD) va amaliy ishlar tahlili, maqbul qiymatlari tavsiya etilgan. A. Sapkota va boshqalar, amaliy olib borgan ishlarida havzaning konus burchaqini 42° olgan. Ishning energiya samaradorligi 49% ni tashkil etgan [22]. Biz olib borayotgan tadqiqotimizda tezlikni o‘zgarishi asosida Solid Work Flow Simulation (CFD) dasturi yordamida maqbul burchakni aniqlangan. Tangensial tezlikning oshishi turbinaning gidrodinamik kuchini va ish faoliyatini oshiradi [12].



a) b)

2-rasm. Konussimon havzaning a) yonidan, b) yuqoridan ko‘rinishi

Natijalar. Avvalgi tadqiqot nashrlarimizda konus burchagini simmulyatsion modellashtirish orqali 45° ekanligi aniqlangan [23]. Olingan natijalarni yanada mukammallashtirish va havza konus balandligini havza diametriga bog‘liqligini ham o‘rganildi. Havzaning konus burchagi o‘zgarishi

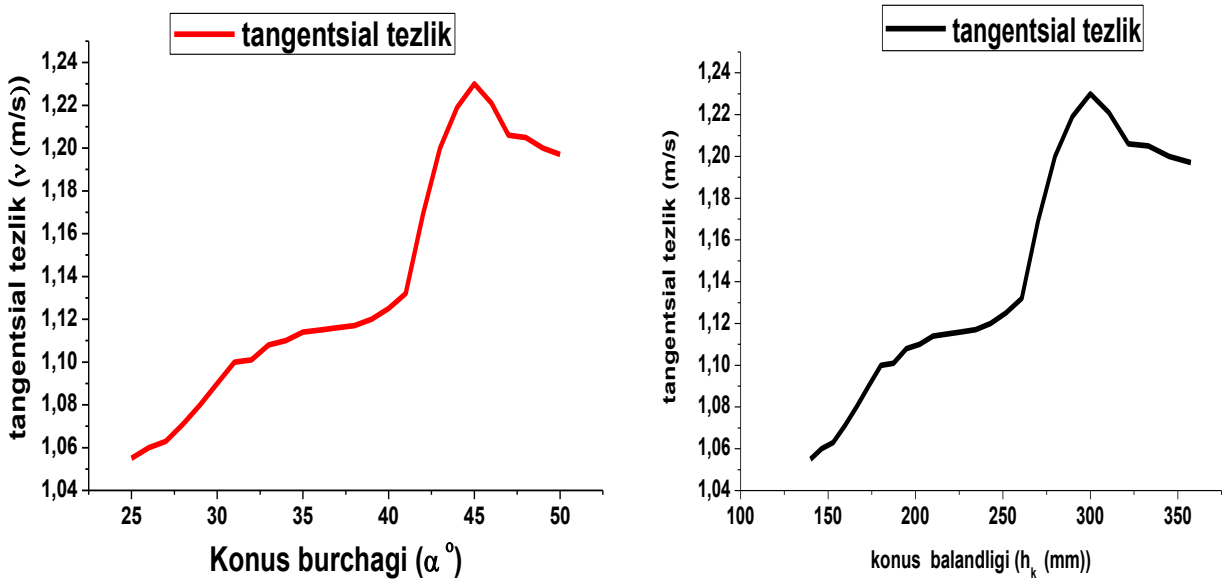
havza balandligini o‘zgarishiga olib keladi, 3-rasm, 2-jadvalda keltirilgan konus qismi 45° bo‘lgan havzaning simulyatsion modeli keltirilgan. Qolgan madellar [23] da keltirgan.

2-jadval.

Havzaning konstruktiv paramerlari

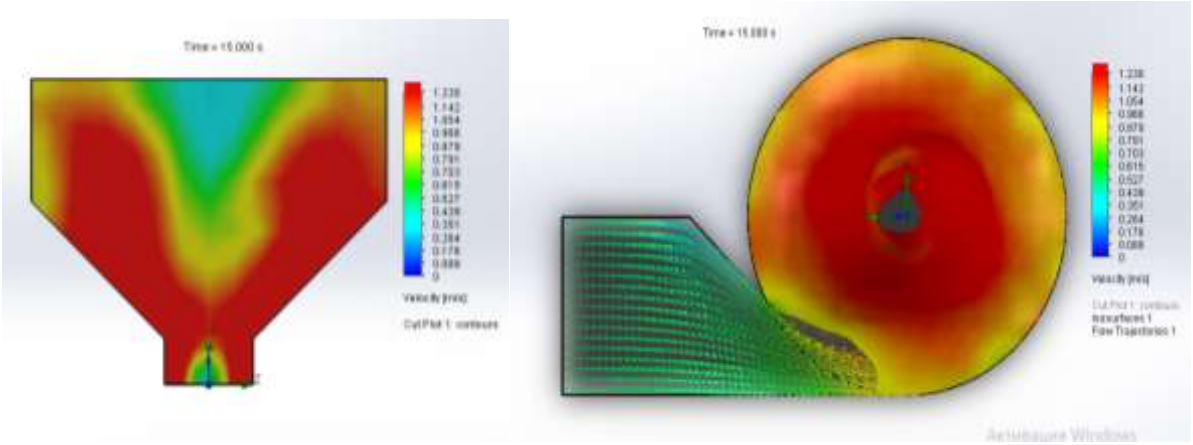
№	Havza diametri D(mm)	Havzaning konus qismining balandligi h_k (mm)	Kanal kengligi (mm)	Kanal baland ligi va silindir balandligi b (mm), h_s (mm)	Havzaning konus qismining gorizontga nisbatan (α)	Havzadagi suvning tangentsial tezligi ($\frac{m}{s}$)
1	600	139,89	300	200	25	1,055
2	600	146,32	300	200	26	1,060
3	600	152,86	300	200	27	1,063
4	600	159,51	300	200	28	1,071
5	600	166,29	300	200	29	1,080
6	600	173,21	300	200	30	1,090
7	600	180,26	300	200	31	1,100
8	600	187,46	300	200	32	1,101
9	600	194,82	300	200	33	1,108
10	600	202,35	300	200	34	1,110
11	600	210,06	300	200	35	1,114
12	600	217,96	300	200	36	1,115
13	600	226,07	300	200	37	1,116
14	600	234,39	300	200	38	1,117
15	600	242,94	300	200	39	1,120
16	600	251,73	300	200	40	1,125
17	600	260,79	300	200	41	1,132
18	600	270,12	300	200	42	1,169
19	600	279,75	300	200	43	1,200
20	600	289,71	300	200	44	1,219
21	600	300	300	200	45	1,230
22	600	310,66	300	200	46	1,221
23	600	321,71	300	200	47	1,206
24	600	333,18	300	200	48	1,205
25	600	345,11	300	200	49	1,200
26	600	357,53	300	200	50	1,197

Olingan natijalar asosida 3-rasmdagi kabi havza konus burchagining maqbul qiymatida tangensial tezlikning oshishi asoslangan. Ko‘rishimiz mumkinki, tezlik ma’lum bir qiymatdan asta oshib, ma’lum qiymatdan asta kamaygan. Grafikda tezlik oshishi tasvirlangan bundan xulosa qilishimiz mumkinki 45º gacha konus burchagida tezlik oshdi va maqbul qiymatlaridan so‘ng havza ichidagi suvning aylanma tezligi kamaydi. Ma’lumki konus burchagi 0º dan 90° gradusgacha o‘zgartirish mumkin. Burchakni maqbul qiymatidan oshishi havza ichida girdob hosil bo‘lmasligiga olib keldi. Suv esa o‘z og‘irlik kuchi ta’sirida harakatlanishiga olib keladi.



a) b)

3-rasm. Girdob tangensial tezligining: a) konus burchagi, b) konus balandligiga bog‘liqlik girafigi.



4-rasm. Konussimon havzaning 45° va konus balandligini, tangensial tezligining o‘zgarishiga bog‘liqligi(CFD tahlili)

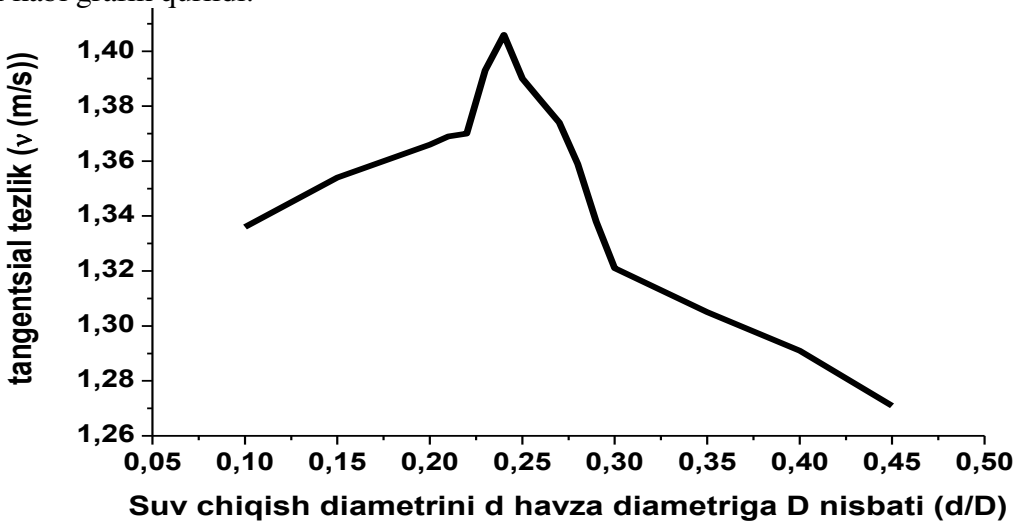
Tangensial tezlik samaradorlika bog‘liqligini bilgan holda, havza ichidagi tangentsial tezlikni o‘zgarishini, diametrlar nisbatini (d/D) maqbul qiymatini aniqlash orqali (CFD yordamida) aniqlandi. Mulligan silindirsimon havza uchun 0.14 dan 0.18 deya belgilagan [15]. A. Sapkota va boshqalar o‘z izlanishlariga ko‘ra konussimon havza uchun (d/D) 0.18 olingan [17], energiya samaradorligi 49% tashkil qilgan. 3-jadvalga qarasak turli xil (d/D) nisbatlarda olib borilgan ishlarni ko‘rishimiz mumkin [24-26].

3-jadval. Konussimon havza parametrlari

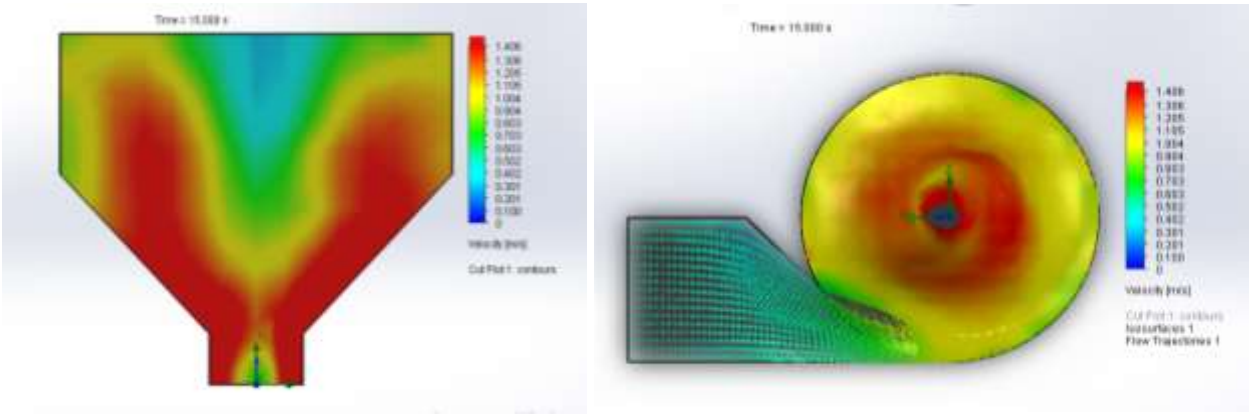
№	Suv chiqish diametrini d havza diametriga D nisbati.	havza konus qismining balandligini (h_k), havza diametrga nisbati (h_k/D)	Kanal kengligi (mm)	Kanal balandligi va silindir balandligi b (mm), h_s (mm)	Havzaning konus qismining gorizontga nisbatan (α)	Havzadagi suvning tangentsial tezligi ($\frac{m}{s}$)
1	0,10	0,50	300	200	45	1,336
2	0,15	0,50	300	200	45	1,354

3	0,20	0,50	300	200	45	1,366
4	0,21	0,50	300	200	45	1,369
5	0,22	0,50	300	200	45	1,370
6	0,23	0,50	300	200	45	1,393
7	0,24	0,50	300	200	45	1,406
8	0,25	0,50	300	200	45	1,390
9	0,26	0,50	300	200	45	1,382
10	0,27	0,50	300	200	45	1,374
11	0,28	0,50	300	200	45	1,359
12	0,29	0,50	300	200	45	1,338
13	0,30	0,50	300	200	45	1,321
14	0,35	0,50	300	200	45	1,305
15	0,40	0,50	300	200	45	1,291
16	0,45	0,50	300	200	45	1,271

Gravitatsion girdobli mikro GESlar samaradorligi diametrlar nisbatiga bog‘liq. 3-jadvalda ko‘rishimiz mumkinki, diametrlar nisbati 0,13 dan 0,50 gacha qiymatlarda tahlil qilindi. Solidworks Flow simulation (CFD) dasturi yordamida 6-rasmdagidek simulyatsiya va olingan natijalar asosida 5-rasmdagi kabi grafik qurildi.



5-rasm. Havza diametrlarining nisbatlarini tangentsial tezlikka bog‘liqlik girafigi



6-rasm. Konussimon havzaning 45°, havza diametrlarining nisbati (d/D) va havza konus qismining balandligini (h_k), havza diametrga nisbati (h_k/D) da tangensial tezligining o‘zgarishi (CFD tahlili)

Xulosa. Energiya samaradorligini oshirish uchun oldin olib borilgan ishlarni tahlil qilindi. Olib borilgan izlanishlar gravitatsion suv girdobli mikroGESlarni energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan. Girdobni samarali hosil qilish uchun raqamli simulyatsion tadqiqotlar olib borildi. Bunda konussimon havzaning, konus burchagining maqbul qiymati 45° deb belgilandi. Chunki uzluksizlik tenglamasiga binoan havza diametrini asta torayishi, suvning tezligini oshishiga olib keladi. Yuqori gradusli burchaklarda suvning tushish tezligi ortadi lekin girdob uyurmasining kamayishiga, kuchsiz girdob hosil bo‘lishiga yoki hosil bo‘lmasligiga olib keladi. Havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati (d/D) 0.24 ekanligi aniqlandi. Havza konus qismining balandligi ham girdob va tangentsial tezlikka bog‘liqligi raqamli tahlil etildi. Havza konus qismi balandligini havza diametriga nisbati (h_k/D)= 0,50 teng ekanligi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi “2022 — 2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60 sonli farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 22 avgustdagi «Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to‘g‘risida» gi PQ-4422-sonli qarori.
3. A.B.Mamadjanov. Инновационный метод выработки электроенергии с исползованием гравитационной водоворотной турбины. NamMTI ilmiy-texnika jurnali, maxsus son №1, 2019 234-238 betlar.
4. Zotlöterer, F. Hydroelectric Power Plant. 2022. Available online: https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2 004061295 (accessed on 15 January 2023).
5. Timilsina,A.B; Muligan,S; Bajracharya,T.R. Water vortex hydropower technology: A state-of-the-art review of developmental trends. *Clean Technol. Environ. Poliki 2018,20,1737-17-60.*
6. Ruiz Sanchez,A; Sierra Del Rio,J.A; Guevara Munoz,A.J; Posada Montoya,J.A. Numerikal and exsperementel evaluation of concave and convex designis for gravitational water vortex turbine.J.Adv.Res.Fluid Mesh. Therm. Sci.2019,64,160-172.
7. A. B. Timilsina, S. Mulligan, and T. R. Bajracharya, “Water vortex hydropower technology: a state-of-the-art review of developmental trends”, Clean Technologies and Environmental Policy, vol. 20, no. 8, pp. 1737–1760, 2018. doi: 10.1007/s10098-018-1589-0.
8. S. Wanchat and R. Suntivarakorn, “Preliminary design of a vortex pool for electrical generation,” Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, vol. 13, no. 1, pp. 173–177, 2011. doi: 10.1166/asl.2012.3855.
9. S. Mulligan and P. Hull, “Design and optimisation of a water vortex hydropower plant”, Material Science and Engineering A, vol. 6, p, 1, 2010.
10. T. R. Bajracharya and R. K. Chaulagai, “Developing innovative low head turbine for free-flowing streams suitable for micro-hydro-power in flat (Terai) regions in Nepal”, Kathmandu: Center for Applied Research and Development (CARD), Institute of Engineering, Tribhuvan University, Nepal, 2012.
11. S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, “Effects of geometry on strong free-surface vortices in subcritical approach flows,” Journal of Hydraulic Engineering, vol. 142, no. 11, p. 1-12, 2016. doi: 10.1061/(asce)hy.1943- 7900.0001194
12. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, “Effect of dominant parameters for conical basin : Gravitational water vortex power plant specification of the appropriate boundary conditions at cells which coincide with or touch the domain boundary,” Proceedings of IOE Graduate Conference, pp. 380–386, 2014. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.7843.
13. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, H. P. Pandit, N. Amatya, A. M. Nakarmi “Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of

runner: Gravitational water vortex power plant", Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 48, pp. 662–669, 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
14. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, H. P. Pandit, N. Amatya, A. M. Nakarmi "Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant", Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 48, pp. 662–669, 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
15. S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, "Effects of geometry on strong free-surface vortices in subcritical approach flows," Journal of Hydraulic Engineering, vol. 142, no. 11, p. 1-12, 2016. doi: 10.1061/(asce)hy.1943- 7900.0001194.
16. N. H. Khan, "Blade optimization of gravitational water vortex turbine," Master Thesis, Faculty of Mechanical Engineering, Ghulam Ishaq Khan Institute of Engineering Sciences and Technology, 2016.
17. Sean, Mulligan. Richard, Sherlock . John, Casserly. **Experimental and Numerical Modelling of Free-Surface Turbulent Flows in Full Air Core Water Vortices.** SimHydro 2014:Modelling of rapid transitory flows,11-13 June 2014, Sophia Antipolis – Sean Mulligan.
18. R. S. Sreerag, C. K. Raveendran, and B. S. Jinshah, "Effect of Outlet Diameter on the Performance of Gravitational Vortex Turbine With Conical Basin," International Journal of Scientific and Engineering Research, vol. 7, no. 4, pp. 457–463, 2016.
19. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, "Effect of dominant parameters for conical basin : Gravitational water vortex power plant specification of the appropriate boundary conditions at cells which coincide with or touch the domain boundary," Proceedings of IOE Graduate Conference, pp. 380–386, 2014. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.7843.
20. Erna Septyaningrum, Ridho Hantoro, Naufal Khoodi Mouti, Wiwit Ria Rahayu. Gravitational Vortex Water Turbine (GVWT) Conical Basin Design: the Effects of Cone Angle and Outlet Diameter on Vortex Characteristics. Journal of Mechanical Engineering Vol 21(1), 177-198, 2024 Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia. Received for review: 2022-10-03 Accepted for publication: 2023-10-03 Published: 2024-01-15 https://doi.org/10.24191/jmeche.v21i1.25366.
21. M J Khan, M T Iqbal, and J E Quaicoe, "River current energy conversion systems: progress, prospects and challenges," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 12, pp. 2177-2193, 2008.
22. Bajracharya, T.R.; Ghimire, R.M.; Timilsina, A.B. Design and performance analysis of water vortex power plant in context of Nepal. In Proceedings of the 20th International Seminar on Hydropower Plants, Vienna, Austria, 14–16 November 2018; pp. 1–20.
23. Khan, N.H.; Cheema, T.A.; Chattha, J.A.; Park, C.W. Effective basin–blade configurations of a gravitational water vortex turbine for microhydropower generation. J. Energy Eng. 2018, 144, 04018042. [CrossRef]
24. Srihari, P.S.V.V.; Narayana, P.S.V.V.S.; Sanathkumar, K.V.V.S.; Raju, G.J.; Naveen, K.; Anand, P. Experimental study on vortex intensification of gravitational water vortex turbine with novel conical basin. In Proceedings of the 1st International Conference on Manufacturing, Material Science and Engineering (ICMMSE-2019), Telangana, India, 16–17 August 2019; p. 020082.
25. Sedai, A.; Yadav, B.K.; Kumal, B.B.; Khatiwada, A.; Dhakal, R. Performance analysis of gravitational water vortex power plant using scale-down model. In Proceedings of the Current Research in Hydropower Technologies, Kathmandu University, Dhulikhel, Nepal, 31 March 2020; p. CRHTX–24.
26. Ullah, R.; Cheema, T.A.; Saleem, A.S.; Ahmad, S.M.; Chattha, J.A.; Park, C.W. Preliminary experimental study on multi-stage gravitational water vortex turbine in a conical basin. Renew. Energy 2020, 145, 2516–2529. [CrossRef]

UDC: 66.047:620.91

KEY FACTORS IN SELECTING DRYING PROCESS PARAMETERS AND THEIR IMPACT ON PRODUCT QUALITY AND ENERGY EFFICIENCY

Maxmudov B.M.

Namangan state technical university.

Abstract. *This article analyzes the selection and optimization of key technological parameters of the drying process for raw materials and products in light industry. Drying is considered as a coupled heat and mass transfer process, and the effects of temperature, air velocity, relative humidity, pressure, and drying time on product quality and energy consumption are investigated. The study demonstrates that improperly selected drying conditions can lead to deterioration of physical and mechanical properties of materials and increased energy usage. The constant-rate and falling-rate drying periods, energy-saving strategies in industrial dryers, heat recovery technologies, and modern drying methods are discussed. In addition, the potential of solar energy as a renewable source for drying applications and the prospects for using solar dryers under the climatic conditions of Uzbekistan are examined. The results provide scientific and practical recommendations for achieving high-quality and energy-efficient drying processes in light industry.*

Keywords: *drying process, light industry, temperature, air velocity, relative humidity, energy efficiency, drying time, solar energy.*

QURITISH JARAYONLARI PARAMETRLARINI TANLASHDAGI ASOSIY OMILLAR VA ULARNING MAHSULOT SIFATI HAMDA ENERGIYA SAMARADORLIGIGA TA’SIRI

Maxmudov B.M.

Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada yengil sanoat xomashyolari va mahsulotlarini quritish jarayonining asosiy texnologik parametrlarini tanlash va optimallashtirish masalalari tahlil qilingan. Quritish jarayoni issiqlik va massa almashinuvi jarayoni sifatida ko‘rib chiqilib, harorat, havo tezligi, nisbiy namlik, bosim va quritish vaqti kabi omillarning mahsulot sifati hamda energiya sarfiga ta’siri yoritilgan. Tadqiqotlarda noto‘g‘ri tanlangan quritish rejimi mahsulotning mexanik, fizik va kimyoviy xossalarining yomonlashishiga, ortiqcha energiya sarfiga olib kelishi ko‘rsatib berilgan. Maqolada quritish jarayonining doimiy va kamayuvchi tezlik bosqichlari, sanoat quritkichlarida energiya tejash usullari, issiqlikni qayta tiklash texnologiyalari hamda zamonaviy quritish usullari tahlil qilingan. Shuningdek, qayta tiklanuvchi energiya manbai sifatida quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari va O‘zbekiston sharoitida quyosh quritkichlarini qo‘llash istiqbollari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari yengil sanoatda yuqori sifatli va energiya tejamkor quritish jarayonlarini tashkil etish uchun ilmiy-amaliy tavsiyalar beradi.*

Kalit so‘zlar: *quritish jarayoni, yengil sanoat, harorat, havo tezligi, nisbiy namlik, energiya samaradorligi, quritish vaqti, quyosh quritkichi.*

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ СУШКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Махмудов Б.М.

Наманганский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной статье рассмотрены вопросы выбора и оптимизации основных технологических параметров процесса сушки сырья и продукции легкой промышленности. Процесс сушки проанализирован как процесс тепло- и массообмена, при котором изучено влияние температуры, скорости воздуха, относительной влажности, давления и времени сушки на качество продукции и энергопотребление. Показано, что неправильно выбранный режим сушки приводит к ухудшению физических и механических свойств продукции, а также к избыточным затратам энергии. В работе рассмотрены периоды постоянной и убывающей скорости сушки, методы энергосбережения в промышленных сушильных установках, технологии рекуперации тепла и современные методы сушки. Особое внимание уделено использованию солнечной энергии как возобновляемого источника и перспективам применения солнечных сушилок в условиях Узбекистана. Полученные результаты могут быть использованы для повышения энергоэффективности и обеспечения высокого качества продукции в легкой промышленности.*

Ключевые слова: *процесс сушки, легкая промышленность, температура, скорость воздуха, относительная влажность, энергоэффективность, время сушки, солнечная энергия.*

***I*ntroduction.** The drying process is an important stage in the preparation of products for storage and maintaining their quality in industry. Drying various raw materials and products extends

their shelf life, prevents microbiological deterioration, and provides the necessary moisture level for subsequent technological processing. Drying is relevant in light industry (for example, in food, pharmaceuticals, and agricultural products), and directly affects product quality and energy consumption.

Drying processes are characterized by high energy demands in industry - some studies have found that at least 7–15% of the total energy consumption of industry falls on drying processes [1]. Therefore, in light industry, optimizing drying technology, i.e., correctly selecting and controlling parameters such as temperature, air velocity, humidity, and drying time, is an important task to achieve energy efficiency while maintaining high product quality. However, choosing the wrong parameters during the drying process can cause a number of problems. For example, overdrying raw materials such as cotton fiber (moisture content < 6%) makes the fiber brittle and prone to breakage; on the contrary, if the moisture content is high (> 8%), the fibers become sticky, making the cleaning and shearing processes difficult [2,3]. Similarly, drying foods at very high temperatures or for long periods of time can reduce their nutritional value [4]. Therefore, it is necessary to choose the optimal drying mode for each product: this mode should ensure fast and efficient drying without compromising the quality of the product.

To model and analyze the drying process, it is first necessary to understand its physical foundations. Drying is essentially a heat and mass transfer process, in which thermal energy is supplied to evaporate water from a moist material and the resulting vapor is carried away by the air flow. Drying usually occurs in two stages: a constant rate period (constant) and a decreasing rate period (decreasing). During the constant rate period, external factors - the temperature of the drying medium, air velocity and relative humidity - determine the removal of moisture; during the decreasing period, internal diffusion processes prevail, and moisture from the interior of the material moves to the surface (tends to the surface). Theoretical models are often used to accurately model the drying process using experimental data [5]. In addition, in modern approaches, the drying process is modeled using numerical methods (e.g., computational fluid dynamics – CFD) and the effects of process parameters are predicted in advance [6].

This article examines the main technological parameters used in drying light industrial raw materials and their importance, as well as the possibilities for energy saving and the use of solar energy.

Method. The factors (parameters) that affect the drying process are a guarantee of the quality of the dried product. In order to study how to improve the quality of drying, it is necessary to establish and analyze each method (parameter) that affects drying one by one.

Temperature (T) is the most influential parameter in the drying process. Increasing the temperature accelerates the evaporation process by transferring more heat to the material. It is known that at higher temperatures, air can hold more moisture and evaporate more quickly from a moist material [7]. However, increasing the temperature beyond the norm can lead to unpleasant consequences: the surface of the product dries out too quickly, causing a "crust" phenomenon (it becomes difficult for internal moisture to escape). Also, excessively high temperatures lead to a decrease in strength and elasticity in light industrial (fiber) products, easy breakage of fibers, and deterioration of quality through yellowing [4]. Therefore, the optimal temperature is selected individually for each material: for example, for fruits and vegetables, a temperature of around 50–60 °C is optimal for quality and speed, while some fibrous products (for example, cotton fabrics) can be dried at temperatures up to 70–90 °C, since their structure is resistant to such heat [8]. Scientific studies often test temperatures between 45–65 °C, and it is also noted that this range provides a balance between efficient drying and quality preservation [9].

Drying time is the total time required for a given reduction in moisture content of a material and is one of the most important parameters in industrial drying processes. Incorrect selection of drying time directly affects product quality, energy consumption and efficiency of drying equipment. There are no exact values for drying time, since the optimal value of drying time

directly depends on factors such as air temperature, air velocity, relative humidity, pressure, material thickness and structure, and initial moisture content of the material.

The optimal drying time preserves the internal structure of the product (molecular bonds, interfiber capillaries) and especially increases technical aspects such as energy consumption and dryer efficiency. Shorter drying time leads to insufficient drying of the product, while longer drying time leads to overdrying, energy consumption, and quality deterioration.

Air velocity (V) plays an important role in drying equipment. Increasing air velocity helps to remove evaporated moisture from the product surface more quickly, i.e. the moisture boundary layer around the product becomes thinner. As a result, higher air flow increases the evaporation rate during the constant velocity stage of drying [7]. For example, in a study on hot air drying of wood, it was observed that the drying rate increased significantly by increasing the air velocity from 0.5 m/s to 4.0 m/s [10, 7]. However, increasing the air speed excessively is not always beneficial - after a certain limit, the process begins to be limited by internal diffusion, and a very strong air flow does not provide additional efficiency, but only increases energy consumption. Therefore, in practice, air speeds of about 1.5–2.5 m/s are often used, these values significantly increase the drying speed and are economically justified [5].

Relative humidity (RH) of the air determines the moisture capacity of the drying environment. Dryer air (low RH) is more likely to absorb moisture from the product, which speeds up drying. Conversely, if the air has a high RH, it becomes saturated and cannot absorb new moisture, which slows down or stops drying. Studies have shown that when the air RH is low, the final equilibrium moisture (the remaining moisture content of the product) is also lower, while high RH leaves more moisture in the product [7]. Therefore, in industrial dryers, the air is first heated and its relative humidity is reduced - for example, air heated to 60 °C is dried to about 15–20% RH, depending on the atmospheric humidity. The optimal RH value depends on the type of material: in some cases, it is also necessary not to dry the air too much to maintain product quality. In general, heat exchangers and dehumidifiers (e.g. desiccant rotors) are used in dryers to maintain air in the range of 10–30% RH in industry.

Pressure (P) is another parameter that affects the drying process, and is especially important in vacuum drying technologies. It is known that at atmospheric pressure, water evaporates at 100 °C, and reducing the pressure lowers the boiling point of water. Vacuum dryers operate at low pressure, which allows drying the product at relatively low temperatures (for example, 40–60 °C). For thermolabile products, vacuum and even freeze-drying (lyophilization) methods can be used to remove water while preserving their valuable substances. For example, pharmaceutical and biological products are dried in a vacuum, limiting thermal damage that would otherwise occur under normal conditions [12]. Vacuum dryers can also be used in some areas of light industry (food, medicinal herbs), but due to their high energy consumption and complex design, their economic efficiency is often low. Nevertheless, accelerating the drying process and maintaining product quality through pressure control is a current area of scientific research.

Results. If we look at the results of drying quality through the variation of drying parameters, industrial practices have provided a lot of information on the effect of drying parameters on efficiency. In general, increasing the temperature significantly reduces the drying time: for example, while drying of fibers at 60 °C is quite slow, drying at 80-90 °C can be completed several times faster.[9]However, increasing the temperature to higher values (°C) provides little additional benefit in terms of drying rate, as internal diffusion often becomes the limiting step at higher temperatures. However, excessive temperatures have a negative impact on product quality.

The effect of air velocity varies depending on the nature of the material and the drying stage. For thin and permeable materials (e.g. fabrics or fibers), increasing the air flow will quickly remove moisture at the beginning of the drying process, reducing the drying time. When air velocities are tested at higher speeds, the speed increases the initial rate of moisture evaporation. However, in the

second, decreasing stage of drying, the effect of air velocity decreases as internal moisture diffusion becomes the main limitation [14]. By supplying air at a higher speed, the drying rate is initially faster, but then it does not change. This is due to the diffusion of moisture exchange in the material. Therefore, when choosing the optimal air speed, energy consumption is also taken into account: too high a speed requires a large flow capacity. Most industrial dryers use air speeds around 2 m/s, at which point convective heat and mass transfer are good and no excess energy is consumed. For thicker or denser materials (wooden boards, grain layers, etc.), slightly higher speeds (3–5 m/s) can be used, since in them the air flow must penetrate deeper into the material and transfer heat [10].

The effect of air humidity is in the opposite direction: the drier the drying environment, the more efficient the drying. Air humidity is one of the main factors that has a very strong influence on the drying process. Drying is mainly a process of evaporation of moisture, and air humidity directly controls the rate of evaporation. At low humidity, the drying rate increases, because dry air has the ability to absorb more moisture. This increases the humidity difference between the surface of the material and the surrounding air, and the moisture evaporates faster. In the opposite case, i.e. at high humidity, the air is already saturated with moisture, so it hardly absorbs new moisture. The evaporation process slows down or may stop altogether.

Changing the drying rate directly affects energy consumption. In low humidity conditions, drying is faster, which saves energy. In high humidity conditions, the process takes longer and the dryer has to work extra, which increases operating costs. Air humidity has a profound effect not only on the drying rate, but also on the quality of the dried product. In high humidity conditions, the outer shell of the material can dry out, leaving moisture inside. This uneven drying leads to subsequent mold, rot, or deformation of the product. In addition, the color and composition of some materials change, or the likelihood of microorganisms multiplying increases. In industrial drying methods, it is possible to control the air humidity in the drying chamber or reduce it using special dryers. Analyzing the results, it is recommended that most drying systems do not exceed 20–30%. If the air humidity is 50% or higher, the drying time will be much longer, and in the end, the product may contain more moisture than allowed.

Drying time is closely related to the above parameters and is considered an indicator of efficiency. The goal is to achieve the desired moisture level in the shortest possible time. Experiments show that, for example, a thin layer of fruit and vegetables (3–5 mm) can be dried in 6–8 hours at a temperature of 60 °C and an air speed of 2 m/s, while the same product will have to be dried for 15–20 hours at 40 °C and slower ventilation [16]. In industrial continuous drying processes, the time is determined by the time the product is held in the conveyor belt or drum. For example, textile fabrics can be dried in conveyor dryers in a few minutes because the temperature is very high (80–120 °C), the air flow is strong, and the fabric is thin. In the case of granular or granular materials (grain, tea leaves), the drying time depends on the layer thickness: the thicker the layer, the longer it takes for the moisture in the lower layer to evaporate. In this case, the total time is reduced by mixing or moving the layer (fluidization). It is clear that there is an optimal combination of drying times for each product, and it can be determined experimentally. Regarding the drying time, it should be noted that the drying process is carried out slowly at a lower temperature, which serves to preserve the quality of the product. However, this, in turn, reduces the efficiency of the device and increases energy consumption. Since drying processes are seasonal depending on the product, it is also necessary to dry them faster (without mold, rot, or fungus).

Summarizing the above results, the most effective drying regime in industrial drying processes is achieved by selecting a specific combination of temperature, air velocity and humidity. The drying time depends on the type of product, its thickness and the value of the moisture content required to remain in it. In the textile industry, although higher temperatures (70–90 °C) are used depending on the type of fabric, the drying time is very short and humidification operations (e.g. steaming) are also used to avoid damaging the quality of the product. For raw materials such as cotton fiber, it is important to maintain the ideal moisture level: leaving cotton in the moisture range of about 6–8% after drying gives the best results - in this case the fibers have optimal strength and

elasticity [2]. If cotton fiber is dried more than normal (for example, to 3–4% moisture), it will have to be re-wetted later, which is an additional cost and a loss of quality [17].

Discussion. Maintaining balance during the drying process is one of the main tasks. As mentioned above, drying too quickly (with high temperature and strong air flow) sometimes leads to the product becoming hard on the surface and preventing the internal moisture from escaping. On the contrary, drying too slowly (with low temperature and humid air) can create conditions for bacterial or fungal growth, which can spoil the product, and also waste energy. When choosing the optimal mode, it is necessary to adjust each parameter proportionally: for example, if a slightly higher temperature is used, it is time not to increase the air speed too much, or vice versa - when drying at a low temperature, it is possible to compensate for the time by increasing the air flow. Often, a multi-stage drying strategy is used: in the first stage, the main part of the moisture is removed with high temperature and speed (constant speed period), in the next stage(s) the temperature is slightly reduced and the internal moisture of the product is gradually removed (decreasing speed period). This method helps to save energy and maintain quality.

Energy saving strategies are becoming an integral part of drying technology. It is known that drying processes release a large amount of heat into the air, especially in traditional convective dryers, where the efficiency is only around 30–60% [18]. Therefore, modern drying systems are equipped with heat recovery (utilization) capabilities: for example, using the hot and humid air leaving the dryer to absorb energy using heat exchangers and heat the incoming fresh air. One study showed that using dryer exhaust air can increase the overall energy efficiency by 60–80% [1][19]. Energy consumption can also be reduced by further improving drying equipment: for example, heat pump dryers consume significantly less energy than traditional gas or electric dryers because they operate in a closed cycle, recovering heat from the air [12]. Technologies such as microwave drying and infrared drying generate heat directly in the product itself, dramatically reducing drying time and thereby achieving energy savings [12]. But such methods sometimes result in uneven drying of the product or technological complexity, so they are used more in special cases.

Another important approach is to optimize the organization of the drying process. For example, energy consumption can be reduced by evenly distributing the material being dried inside the dryer, ensuring that air reaches every part of it, and by properly insulating the dryer walls and air ducts [20]. It is also important not to set the drying time incorrectly: the process should be stopped as soon as the product reaches the required moisture content, continuing it too much is a waste of energy and time. Many modern dryers have automatic control, which determines the end of the process based on the humidity level of the exhaust air. It should be noted that by replacing electric motors and fans with energy-efficient ones, and installing inverter control (VFD), it is also possible to save about 5–15% of electricity [21].

One of the promising future directions of drying in light industry is the use of solar energy. Solar energy has great potential as a cheap and environmentally friendly source, especially in regions with a sunny climate. Traditional open-air solar drying has been used for a long time, but its serious drawback is the inability to fully control the process (dependence on weather, contamination with dust and insects, etc.). A modern approach is the use of solar dryers. Solar dryers have special designs that pass air heated by concentrating sunlight or the greenhouse effect through the product. For example, in tunnel-type solar dryers, air is heated under a transparent cover, creating temperatures of up to 50–60 °C inside [22]. It has been found that the temperature inside a solar dryer chamber exposed to direct sunlight is twice as high as the outside temperature – for example, when it is 32 °C outside, the temperature inside the dryer reaches around 70 °C [23][24]. Another study reported that a hybrid dryer with a solar collector and battery achieved daytime temperatures of up to 73 °C [25]. Such systems dry much faster and more efficiently than conventional open drying: for example, a maximum temperature of 57.6 °C was observed in a direct solar dryer, which dried the wet material faster than in conventional solar drying, while a relatively high temperature of 55.4 °C was achieved in an indirect (collector) dryer, which ensured more stable drying (at the

same time, the temperature in open air drying was at most 38 °C) [26]. Hybrid solar-electric dryers have also been developed, allowing the process to continue uninterrupted at night or when the sun is low, using an electric heating system; such dryers have been shown to be capable of reaching temperatures above 60 °C with solar energy during the day and maintaining temperatures of 40–50 °C at night using a heat accumulator [27]. In Uzbekistan, scientific research is even studying the issue of optimizing drying systems using solar concentrators, that is, analyzing ways to achieve maximum efficiency when sunlight is focused and directed to the dryer [28]. Of course, the widespread introduction of solar dryers faces some limitations - weather variability, the need for night time, the problem of uniform drying of large volumes of products, etc. Nevertheless, the prospects for using solar energy in terms of energy saving and environmental friendliness are very high.

Conclusion. When drying light industrial raw materials, the correct selection and control of technological parameters such as temperature, air speed, humidity and time determine the success of the drying process. The above analyses and examples show that there is an optimal drying regime for each type of product, and achieving this regime requires a scientific approach and experimental tests. By taking into account the interaction of parameters and adjusting them in a balanced way, the following achievements are achieved: drying time is reduced to a minimum, product quality (taste, color, consistency, nutritional value) is maintained, and energy consumption is optimized.

For example, in fibrous materials, it is advisable to keep the moisture content in the range of 6–8% (in the case of cotton fiber) [2]. By following such optimal parameters, it is possible to reduce excessive energy consumption and the risk of obtaining poor-quality products. Measures such as automating the drying process, controlling temperature and humidity in real time, and improving the design of the dryer reduce the human factor and facilitate the achievement of stable results.

Renewable energy sources, in particular solar energy, are expected to play an important role in increasing the energy efficiency of industrial drying in the future. Dryers using solar energy can reduce traditional fuel consumption and reduce greenhouse gas emissions. In the conditions of Uzbekistan, there is a possibility of widespread use of solar dryers in the processing of light industrial products and drying agricultural raw materials, and scientific research is being conducted in this regard [28].

In conclusion, scientifically based optimization of drying parameters is an important condition for ensuring competitive and sustainable production in light industry. A correctly selected drying mode maintains high product quality, reduces energy consumption and costs, and makes the process more environmentally friendly. At the same time, by introducing innovative technologies using solar energy, drying processes can be made more economical and environmentally friendly in the future. This will not only bring economic benefits to industrial enterprises, but also make a positive contribution to the overall energy efficiency and environmental sustainability of the country.

List of used literature

1. Mujumdar AS Handbook of Industrial Drying. – 4th Edition. – Boca Raton: CRC Press, 2014. – 1350 p.
2. Keey RB Drying: Principles and Practice. - Oxford: Pergamon Press, 2017. - 412 p.
3. Erbay Z., Icier F. A review of thin layer drying of foods: Theory, modeling, and experimental results. // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2010. - Vol. 50(5). – P. 441–464.
4. Belessiotis V., Delyannis E. Solar Drying: An Overview of Its Use for Food and Agricultural Products. // Solar Energy, 2011. – Vol. 85(8). – P. 1665–1679.
5. Ceylan I., Aktaş M., Doğan H. Energy and exergy analysis of a solar drying system for textile materials. // Energy Conversion and Management. - 2018. - Vol. 174. – P. 356–367.
6. Jain D., Tiwari GN Thermal aspects of open and covered solar drying systems: A comparative study. // Energy Conversion and Management. - 2004. - Vol. 45. – P. 3071–3087.
7. Tursunov AA, Sharibayev NY Methods for increasing energy efficiency in the cotton drying process. – Namangan: NamSTU Scientific Bulletin, 2024. – No. 2. – P. 55–62.

8. Makhmudov BM, Sharibayev NY Optimized parameters of the drying technology of fibrous products. // Journal "Technological Process Management". – 2023. – No. 4. – P. 41–47.
9. Kadyrov MA Fundamentals of modeling heat transfer processes. – Tashkent: Fan, 2020. – 186 p.
10. Karimov SR Food drying technology and thermal processes. – Tashkent: UzMU Publishing House, 2021. – 144 p.
11. Yuldashev I. The interaction of air humidity and temperature in drying processes. // Journal of “Energy and Heat Engineering”. – 2022. – No. 3. – P. 30–36.
12. Nurmatov J., Usmonov D. Technology of optimal moisture retention during the drying process of cotton fiber. – Tashkent: Journal of Agricultural Problems, 2022. – No. 5. – P. 57–63.
13. Mahmudov BM, Sharibayev NY Energy analysis of the drying process in light industry. // NamSTU Scientific Reports. – 2024. – No. 1. – P. 28–35.
14. G'ulomov TM Thermal Physics. – Tashkent: TDPU, 2019. – 212 p.
15. Omonov UM, Rakhmonov IS Design parameters of drying machines. – Tashkent: “Technika” publishing house, 2021. – 180 p.
16. Mirzayev M., Tohirjonova M. Innovative methods of using solar energy. // Journal "Energy and Alternative Resources". – 2023. – No. 2. – P. 44–50.
17. Abdujalilov F., Mamatov O. Heat reuse systems in industrial drying equipment. – Andijan: ADTI Publishing House, 2022. – 135 p.
18. Khudoyberdiev A., Ergashev J. Advantages of vacuum drying technologies. // Journal "Technological machines". – 2023. – No. 1. – P. 22–28.
19. Kholmatov B. Analysis of drying processes based on CFD modeling. – Namangan: NamDU Scientific Bulletin, 2024. – No. 3. – P. 58–65.
20. Tursunov AA, Sharibayev NY Optimization of drying systems using renewable energy sources. – NamSTU, 2025. – 112 p.
21. Rasulov Sh.M., Urazaliyev N. Experimental analysis of heat-mass transfer in drying processes. // Journal “Problems of Heat Power Engineering”. – Tashkent, 2023. – No. 2. – P. 33–40.
22. Sayfullayev B., Murodov R. Air flow control method for increasing the efficiency of cotton fiber drying. // Scientific journal "Labor and Technology". – 2022. – No. 5. – P. 51–57.
23. Tohirjonova MM, Mamatov BA Application of automatic control tools in drying systems. // Journal "Technological machines and processes". – 2023. – No. 3. – P. 25–31.
24. Karimova G., Sharipov E. Experimental results of a hybrid dryer operating on solar energy. // Journal "Alternative Energy". – 2024. – No. 1. – P. 44–51.
25. Tursunov AA, Sharibayev NY Innovative solutions for increasing energy efficiency in the drying process. // “Scientific Bulletin of NamSTU”. – 2025. – No. 2. – P. 29–36.
26. Sagar VR, Kumar PS Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. // Journal of Food Science and Technology. - 2010. - Vol. 47(1). – P. 15–26.
27. Chua KJ, Mujumdar AS Developments in dryers for energy efficient drying operations. // Drying Technology. - 2007. - Vol. 25(1). – P. 1–28.
28. Fudholi A., Sopian K., Ruslan MH, Alghoul MA, Sulaiman MY Review of solar dryers for agricultural and marine products. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2010. - Vol. 14(1). – P. 1–30.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ УСЛОВНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Тураев Х.С.

Ташкентский государственный технический университет.

Аннотация. *Системы управления с условной обратной связью относятся к классу систем управления, содержащих внутреннюю модель объекта. Эти системы отличаются способностью снижать чувствительность к изменению параметров объекта, влияющих на качество управления. Это позволяет классифицировать их как системы пассивной адаптации. Основное отличие систем условной обратной связи от других систем управления с внутренней моделью заключается в наличии в их структуре специального формирующего элемента. Благодаря этому элементу система в нормальном режиме работы функционирует с минимальной коррекцией, а дополнительное воздействие через канал обратной связи осуществляется только при выполнении заданных условий или обнаружении опасных тенденций.*

Ключевые слова: *условная обратная связь, системы управления, внутренняя модель, пассивная адаптация, формирующий элемент, надёжность, безопасность, сложные технологические процессы, чувствительность к параметрам, энергосбережение.*

INCREASING THE RELIABILITY AND SAFETY OF COMPLEX TECHNOLOGICAL PROCESSES USING THE PRINCIPLES OF CONDITIONAL FEEDBACK

Turaev Kh.S.

Tashkent state technical university.

Annotation. *Control systems with conditional feedback belong to the class of control systems that contain an internal model of the object. These systems are characterized by their ability to reduce sensitivity to changes in the parameters of the object that affect control quality. This allows them to be classified as passive adaptation systems. The main difference between conditional feedback systems and other control systems with an internal model lies in the presence of a special shaping element in their structure. Due to this element, the system operates with minimal correction in normal mode, while additional influence through the feedback channel occurs only when specified conditions are met or dangerous tendencies are detected.*

Keywords: *conditional feedback, control systems, internal model, passive adaptation, shaping element, reliability, safety, complex technological processes, parameter sensitivity, energy saving.*

SHARTLI TESKARI ALOQA TAMOYILLARIDAN FOYDALANGAN HOLDA MURAKKAB TEXNOLOGIK JARAYONLARNING ISHONCHLILIGI VA XAVFSIZLIGINI OSHIRISH

Turayev X.S.

Toshkent davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Shartli teskari aloqa tizimlari ichki obyekt modelini o‘z ichiga olgan boshqaruv tizimlari sinfiga kiradi. Ushbu tizimlar boshqaruv sifatiga ta’sir qiluvchi obyekt parametrlarining o‘zgarishlariga sezuvchanlikni kamaytirish qobiliyati bilan ajralib turadi. Bu ularni passiv moslashuv tizimlari sifatida tasniflash imkonini beradi. Shartli teskari aloqa tizimlarining asosiy farqi — ularning tuzilmasida maxsus shakllantiruvchi elementning mavjudligidir. Ushbu element tufayli tizim normal ish rejimida minimal tuzatish bilan ishlaydi, qo‘shimcha ta’sir esa faqat belgilangan shartlar bajarilganda yoki xavfli tendensiyalar aniqlanganda teskari aloqa kanali orqali amalga oshiriladi.*

Kalit so‘zlar: *shartli teskari aloqa, boshqaruv tizimlari, ichki model, passiv moslashuv, shakllantiruvchi element, ishonchlilik, xavfsizlik, murakkab texnologik jarayonlar, parametrga sezuvchanlik, energiya tejash.*

Введение. Системы управления, использующие принцип условной обратной связи (УОВ), были впервые предложены и подробно проанализированы в [1]. Они относятся к числу систем, в которых конструктивно предусмотрена внутренняя номинальная модель управляемого объекта. Благодаря такой архитектуре обеспечивается корректировка управляющего воздействия u, что позволяет снизить влияние вариаций параметров объекта на общее качество управления.

В традиционных схемах с внутренней моделью производится сравнение фактического выхода системы y с выходным сигналом модели объекта y', после чего полученное

рассогласование поступает на вход ошибки ε в регулятор. В системах с условной обратной связью (рис. 1) разность между y и y' подается непосредственно на вход управляемого объекта.

Таким образом, в классической системе с внутренней моделью корректировка осуществляется по сигналу на входе регулятора (ε), тогда как в системе с УОВ воздействие формируется уже на его выходе (u). Модификация управляющего сигнала u, направляемого к объекту, позволяет компенсировать влияние изменений параметров, а сама процедура реализуется с помощью так называемого формирующего элемента (ФЭ) (рис. 1). [1]

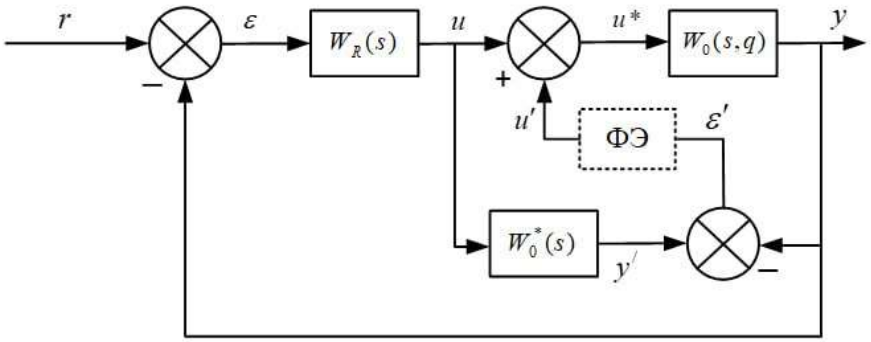


Рис. 1. Структурная схема системы управления с УОВ.

Цель и задачи исследования. Цель данной работы заключается в проведении комплексного анализа систем управления с условной обратной связью (УОВ) при различных вариантах конфигурации формирующего элемента. В рамках реализации поставленной цели рассматриваются четыре типа управляемых объектов:

- статические;
- астатические;
- неустойчивые;
- объекты, имеющие запаздывание в моделирующей их передаточной функции.

Такой подход позволяет выявить особенности работы УОВ в зависимости от динамических характеристик объекта, а также оценить влияние структуры формирующего элемента на надежность и качество управления.

Теоретические сведения. Системы управления с условной обратной связью (УОВ) могут эффективно применяться для объектов, параметры которых подвержены изменениям в процессе работы. Обязательным условием функционирования таких систем является наличие априорной информации о диапазоне возможных изменений этих параметров.

Передаточная функция объекта $W_0(s,q)$ зависит от заранее известного изменения параметров, обозначенного через q, где $q \in [q^-, q^+]$ (см. рис. 1). Условная обратная связь формирует корректирующее воздействие u'на управляющий сигнал u в тех случаях, когда возникает отклонение ε'между выходом системы y'с номинальной моделью объекта $W_0^*(s)$ и выходом системы y с реальным объектом $W_0(s,q)$, то есть при $q \neq 0$.

Структурная схема, приведённая на рис. 1, может быть эквивалентно преобразована в модифицированную структурную схему, показанную на рис. 2. [2-3]

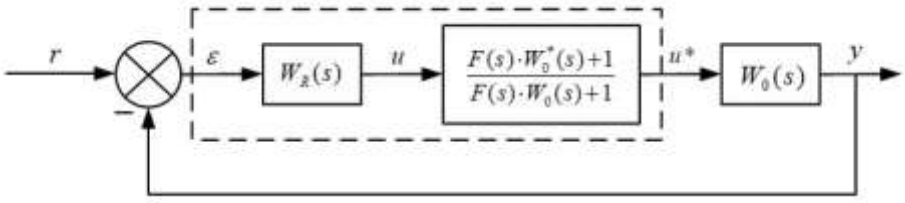


Рис. 2. Эквивалентная структурная схема системы с УОВ.

Показано, что для обеспечения высокой эффективности условной обратной связи в компенсации неточностей объекта посредством корректирующего сигнала u∗u^*, решающую роль играет как специфика управляемого объекта, так и конфигурация формирующего элемента (ФЭ), передаточная функция которого F(s), F(s) представлена на рис. 2.

В [2] предложена следующая форма моделирующей передаточной функции формирующего элемента (1)

$$F(s) = -\frac{W_R(s,q^+) - W_R(s)}{1 + W_R(s)W_0^*(s)}. \quad (1)$$

В (1) используется фиктивная передаточная функция $W_R(s,q^+)$, представляющая собой модель регулятора, настроенного на наиболее неблагоприятный режим сочетания параметров объекта.

Другой возможный вариант передаточной функции формирующего элемента имеет вид (2).

$$F(s) = f, \text{ где } f = const. \quad (2)$$

В литературе не существует однозначного решения относительно выбора формирующего элемента. Помимо свойств управляемого объекта, успешное применение условной обратной связи зависит также от диапазона изменения параметров объекта. Значительные неточности в его модели требуют введения большего числа степеней свободы при синтезе алгоритма управления [1–4].

Числовые примеры. С целью анализа эффективности системы управления с условной обратной связью при компенсации отклонений параметров объекта рассмотрены типовые модели промышленных объектов управления (см. табл. 1). В таблице приведены передаточные функции регуляторов, оптимизированных для номинального режима работы по заданным критериям качества, а также регуляторов, настроенных для функционирования при наихудшем сочетании параметров объекта. [5-12]

Таблица 1

Типовые модели промышленных объектов управления

№	Модель номинального объекта $W_0^*(s)$	Модель Смутного объекта $W_0(s,q)$	Модель номинального регулятора $W_R(s)$	Модель“ Смутного " регулятора $W_R(s,q^+)$	Критерии качества
1.	$\frac{1}{3s+1}$	$\frac{2}{3.2s+1}$	$2.3\frac{(3s+1)}{3s}$	$0.45\frac{(3.2s+1)}{s}$	$\sigma \approx 2.3\%$ $t_s \approx 5.2s$
2.	$\frac{1}{s(s+1)}$	$\frac{1}{s(s+1.2)}$	$3\frac{s+1}{s}$	$0.35\frac{(s+0.68)}{s}$	$\sigma \approx 17\%$ $t_s \approx 8.3s$
3.	$\frac{1}{s(s-1)}$	$\frac{1.4}{s(s-1.1)}$	$215\frac{s+0.95}{s+20}$	$620\frac{(s+0.9)}{(s+33)}$	$\sigma \approx 21\%$ $t_s \approx 8.5s$
4.	$1.2e^{2.1s}/(10s+1)$	$1.3e^{8.3s}/(10.5s+1)$	$6.3\frac{(5.4s+1)(0.1s+1)}{(0.01s+1)}$	$8.5\frac{(10s+1)(0.2s+1)}{(0.01s+1)}$	$\sigma \approx 3.2\%$ $t_s \approx 50.5s$

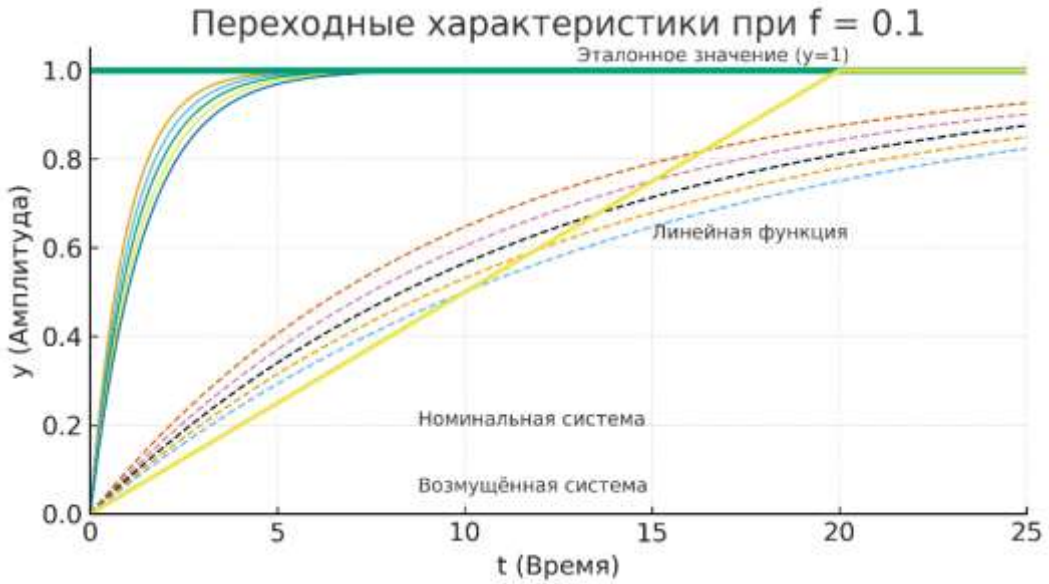
В табл.2 были рассчитаны аналитические выражения формирующего элемента по (1) и записаны значения f из (2).

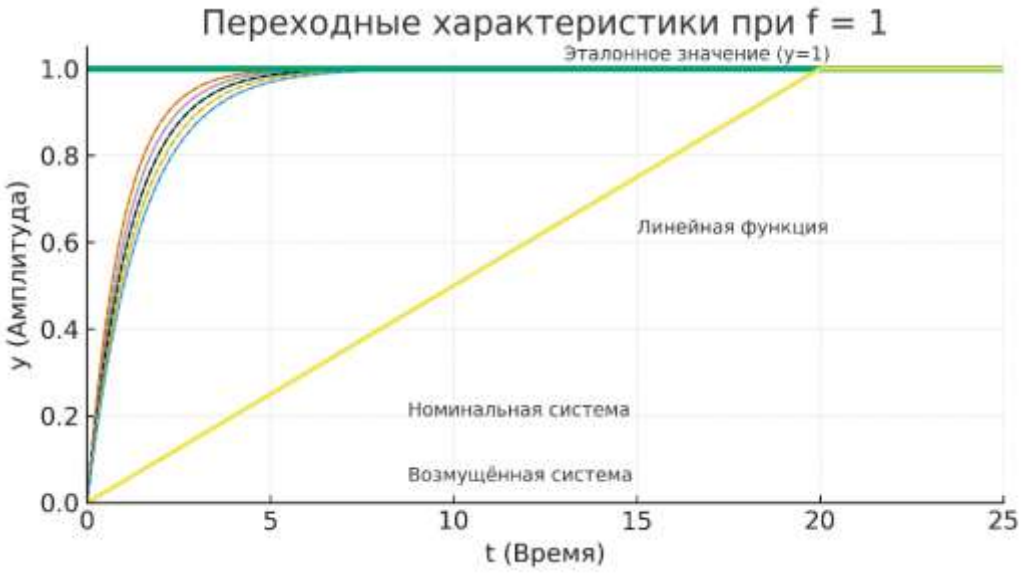
Проведены симуляционные исследования во временной области, результаты которых представлены на рис.3–рис.6. Синтез систем управления с условной обратной связью выполнен на основе рис.1, при этом формирующий элемент рассчитан по формулам (1) и (2). Для анализа качества управления с условной обратной связью были выбраны объекты с различными свойствами — со статическими и астатическими свойствами, с неустойчивой динамикой и наличием запаздывания [13-14].

Таблица 2

Аналитические выражения формирующего элемента

№	Формирующий элемент $F(s)$и (1)	Функциональный элемент $F(s) = f = const$ и (2)
1.	$F_1(s) = \frac{0.8}{s + 0.8}$	$f_1(s) = \frac{0.78}{s + 0.82}$
2.	$F_2(s) = \frac{2.9(s+1)}{s(s+1)} = \frac{2.9}{s}$	$f_2(s) = \frac{2.75(s + 1.05)}{s(s + 1.2)}$
3.	$F_3(s) = \frac{1.1}{s(s-1)}$	$f_3(s) = \frac{1.26}{s(s - 1.08)}$
4.	$F_4(s) = \frac{1.15e^{-2.0s}}{(10.5s+1)}$	$f_4(s) = \frac{1.28e^{-8.0s}}{(10.2s+1)}$





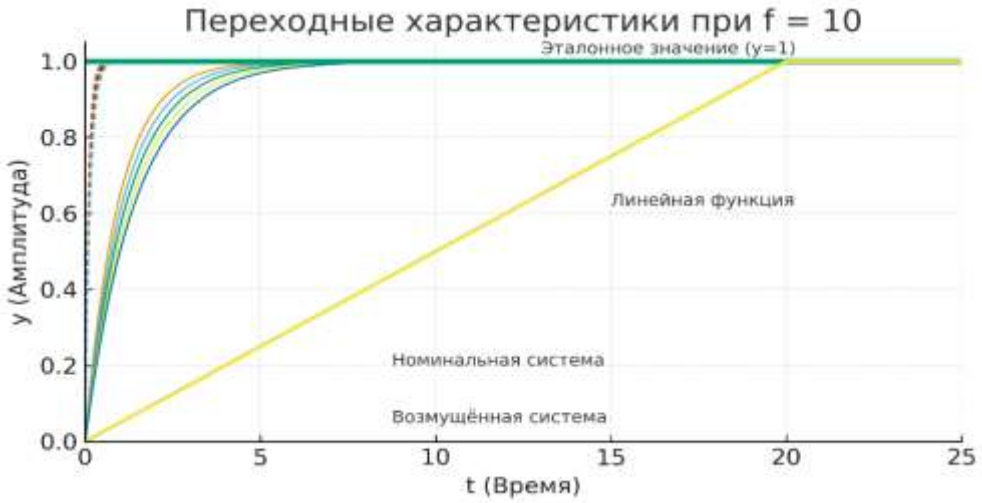


Рис.3. Система управления с условной обратной связью и статическим объектом, №1.

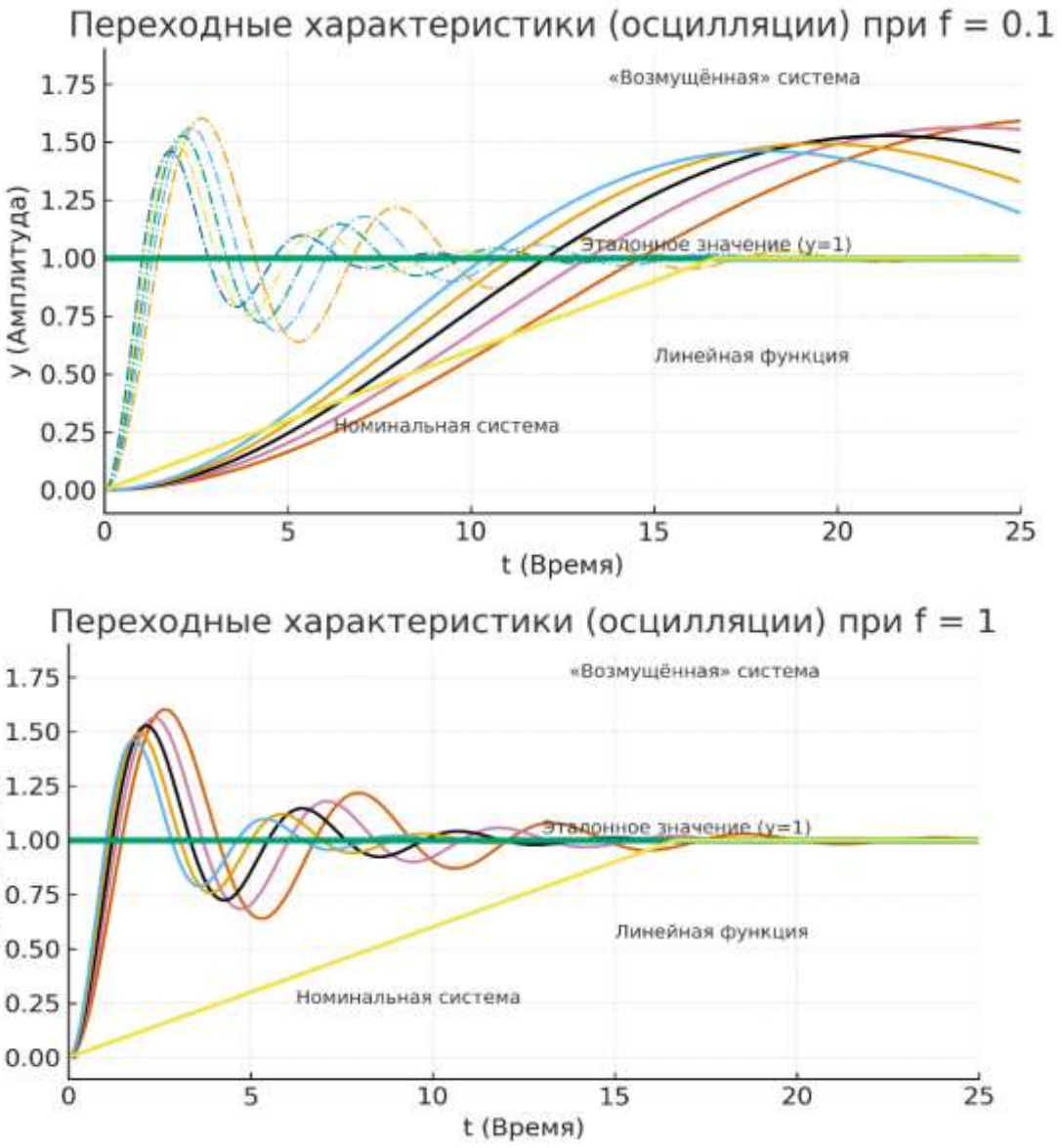
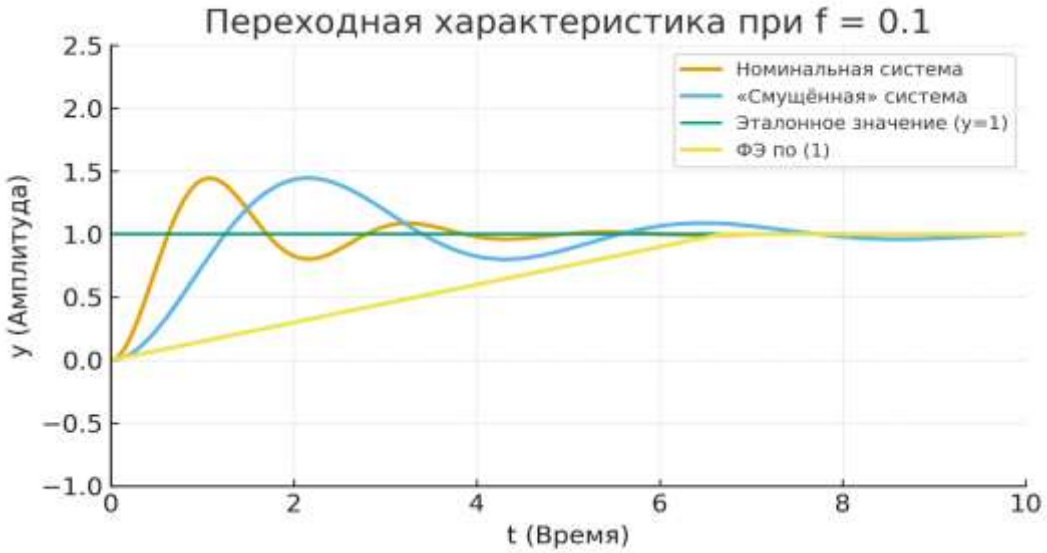
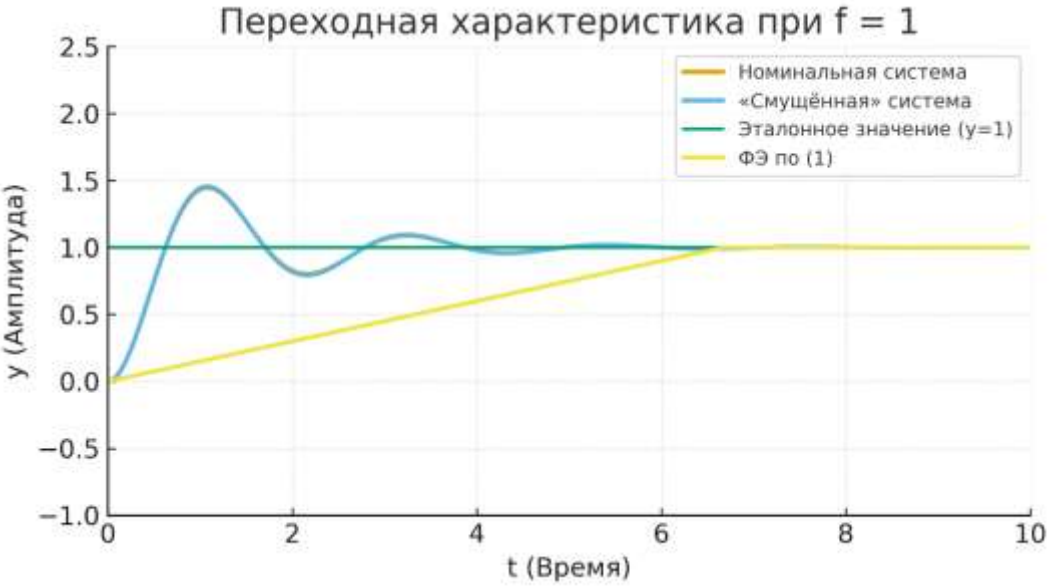
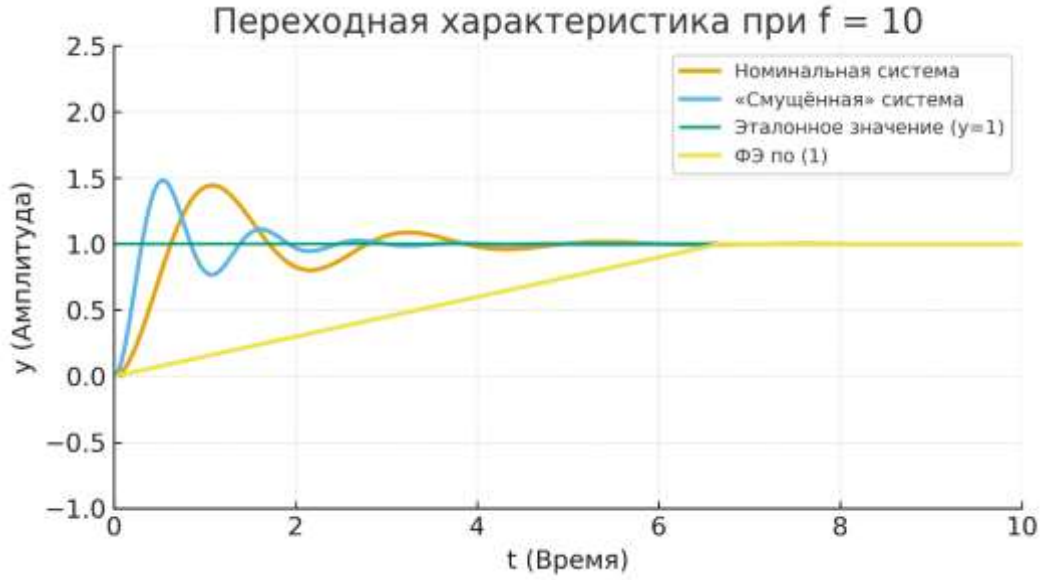


Рис.4. Система управления с условной обратной связью и астатическим объектом, №2.


Переходная характеристика при f = 0.1
Номинальная система
«Смущённая» система
Эталонное значение (y=1)
ФЭ по (1)
y (Амплитуда)
t (Время)


Переходная характеристика при f = 1
Номинальная система
«Смущённая» система
Эталонное значение (y=1)
ФЭ по (1)
y (Амплитуда)
t (Время)


Переходная характеристика при f = 10
Номинальная система
«Смущённая» система
Эталонное значение (y=1)
ФЭ по (1)
y (Амплитуда)
t (Время)

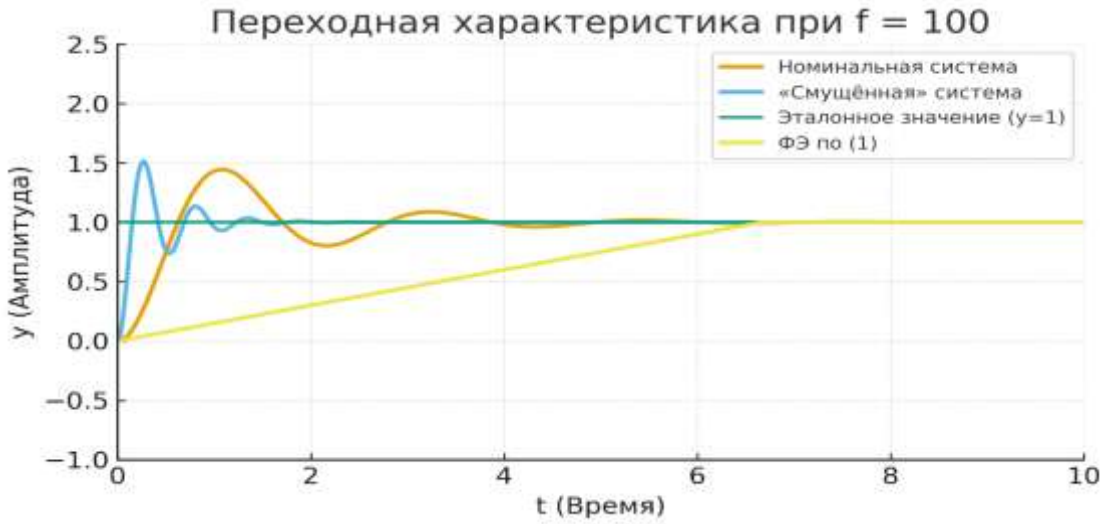
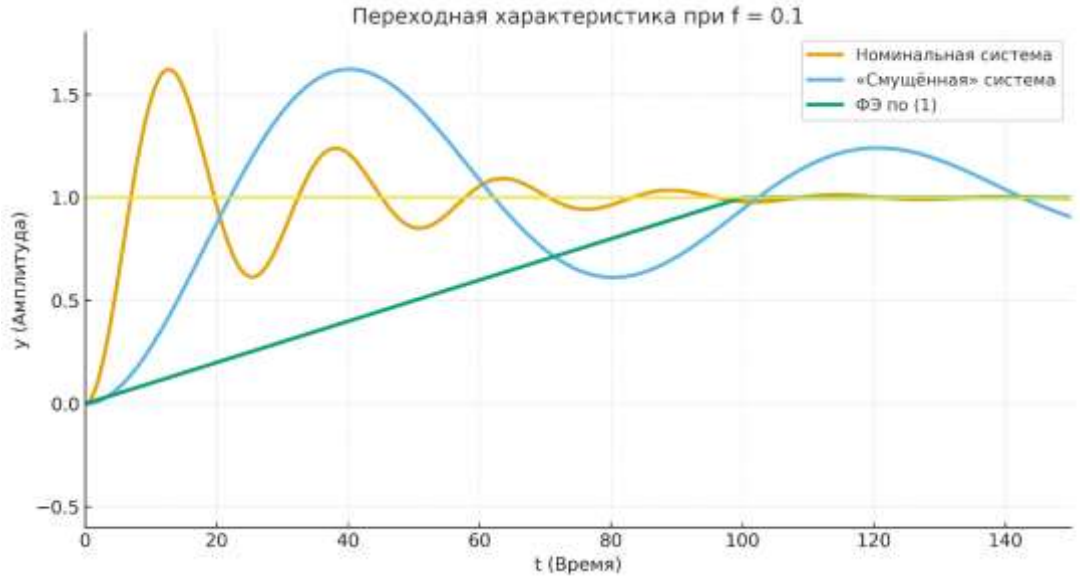
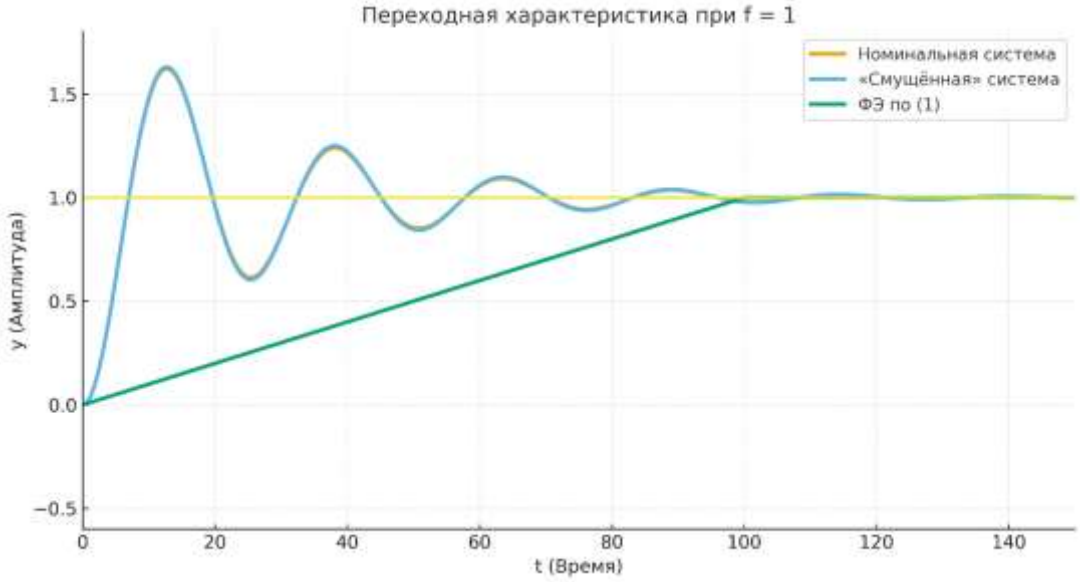


Рис.5. Система управления с условной обратной связью и неустойчивым объектом, №3.





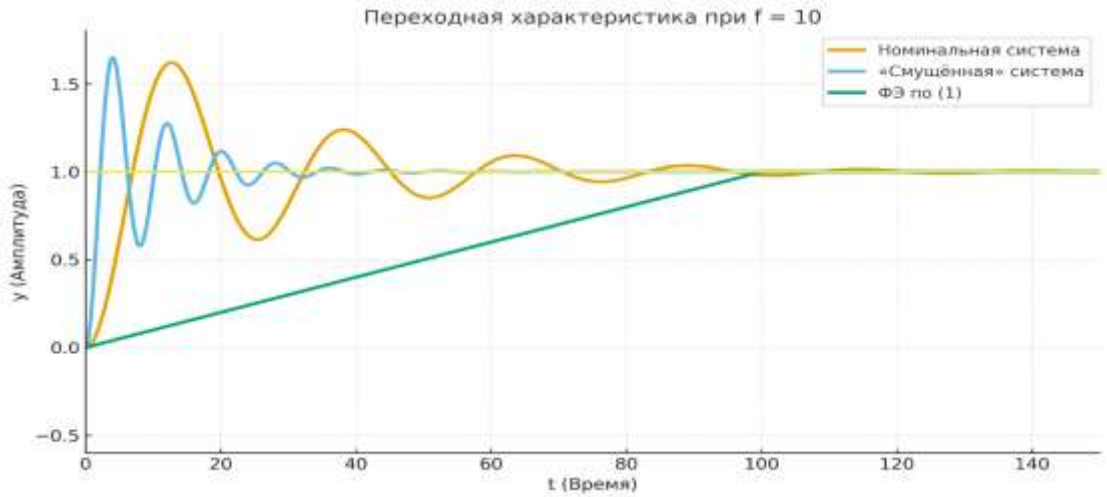


Рис.6. Система управления с условной обратной связью и объектом с запаздыванием.

Заключение. Проведённые исследования позволили сформулировать следующие научно обоснованные выводы:

Системы управления с условной обратной связью (УОВ) показали высокую эффективность при управлении объектами с статическими характеристиками. Конфигурирование функционального элемента (ФЭ) в виде простого коэффициента обеспечивает нечувствительность системы к значительным изменениям параметров управляемого объекта, что создаёт условия для поддержания высокой устойчивости и надёжности технологического процесса.

При управлении астатическими объектами применение УОВ-систем приводит к ограничению управляющего сигнала (сигналное насыщение) и переходу системы в режим работы с открытым контуром. Это существенно снижает эффективность управления и требует дополнительных мер для предотвращения подобных режимов. Для неустойчивых объектов использование УОВ-систем оказалось нецелесообразным. Теоретически, при достаточно больших значениях коэффициента ФЭ возможен переход системы в условно устойчивый режим. Однако данный факт не может быть принят как универсальная рекомендация, так как стабильность функционирования системы не гарантируется.

В случае объектов с запаздыванием применение УОВ-систем также не обеспечивает положительных результатов. Выходной сигнал не приближается к номинальному значению, а нечувствительность системы не достигается, что делает такие схемы малопригодными для практического использования.

Установлено, что знак (полярность) коэффициента ФЭ не оказывает влияния на динамические характеристики системы и показатели качества управления.

Литература

1. Юсупбеков. Н.Р, Алиев.Р.А, Алиев.Р.Р, Юсупбеков.А.Н, Интеллектуальные системы управления и принятия решений. Государственное научное издательство «Ўзбекистон миллий энциклопедияси», Ташкент, 2014 – 490 с.
2. YusupbekovN.R., Marakhimov, A.R.IgamberdievH.Z., UmarovSh.X.An Adaptive Fuzzy-Logic Traffic Control System in Conditions of Saturated Transport Stream // Scientific World Journal 2016,6719459. DOI: 10.1155/2016/6719459.
3. Yusupbekov A.N., Kh.S.Turaev., Intellectual Decision-Making Support System, International Conference on
4. Intelligent Systems for Industrial Automation, WCIS-2020,Tashkent, Uzbekistan, November 26–28, 389-393 p.
5. Афанасьев В. Н., Бобылев Ю. И. Надёжность автоматических систем управления. – М.: Энергия, 2019. – 320 с.

6. Воронов А. А., Кириллов В. В. Теория автоматического управления. — М.: Академия, 2021. – 480 с.
7. Костромин В. А. Методы повышения надёжности автоматизированных систем управления технологическими процессами. – СПб.: Политехпресс, 2020. – 276 с.
8. Гончаров В. В., Кузнецов Н. П. Надёжность и диагностика технических систем и автоматизированных комплексов. – М.: Машиностроение, 2018. – 344 с.
9. Морозов В. И. Обратные связи и устойчивость нелинейных систем управления. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2020. – 290 с.
10. Пономарёв С.А. Информационно-измерительные системы и условная обратная связь. – Новосибирск: НГТУ, 2021. – 215 с.
11. Романовский Ю.М. Теория надёжности и безопасность систем управления. – М.: Радио и связь, 2019. – 356 с.
12. Суслов Г.В. Математическое моделирование и анализ устойчивости сложных динамических систем. – М.: Наука, 2018. – 400 с.
13. Соловьёв В.А. Интеллектуальные системы управления и принципы условной обратной связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 288 с.
14. Голубев Ю.Ф., Ширшов В.Н. Автоматизация технологических процессов. Часть 2: Надёжность и безопасность систем. – М.: Инфра-М, 2021. – 372 с.

Тураев Хуршид Салим угли – доцент кафедры "Автоматизации и управления технологическими процессами" Ташкентского государственного технического университета. Тел:+998-90-325-85-55; E-mail: xturayev@mail.ru,

УДК 621.311.243:317.11

INTELEKTUAL QURILMALARNING INTERNET TARMOG'I (INTERNET OF THINGS) GA ASOSLANGAN OZIQ - OVQAT ISHLAB CHIQARISH VA QAYTA ISHLASH KORXONALARINING UMUMIY MODELINI ISHLAB CHIQISH

Sobirov M.N.

Farg'ona davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Internet narsalari turli energiya sarfini tahlil qilish, shaffoflikni oshirish va energiya sarfi darajalarini yaxshiroq anglash uchun tadqiq qilingan. Ushbu maqolada oziq-ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarida real vaqt ma'lumotlarini yig'ish orqali energiya samaradorligini oshirish uchun tahlil va tavsiyalar taqdim etiladi. Oziq-ovqat qayta ishlash va ishlab chiqarish korxonalaridagi ichimliklar zavodi misolida, mahsulot energiya modeliga asoslangan IoT texnologiyalarini qo'llab-quvvatlovchi sensor texnologiyasini joriy etish orqali energiya iste'molini kamaytirish choralari ishlab chiqilgan.*

Kalit so'zlar: *oziq-ovqat ishlab chiqarish, energiya samaradorligi, energiya tejash, real vaqt, aqlli qurilmalar, samarali yoritish yechimlari, isitish va sovutish, energiya tejash, mahsulot birligi boshiga energiya sarfi, uskunalar ishlash samaradorligini oshirish, chiqindilarni kamaytirish.*

РАЗРАБОТКА ОБЩЕЙ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ (INTERNET OF THINGS)

Собиров М.Н.

Ферганский государственный технический университет.

Аннотация*. Интернет вещей был изучен для повышения видимости, прозрачности и осведомленности о различных уровнях потребления энергии. В этой статье приведен анализ и предложения по достижению энергоэффективности через сбор данных в реальном времени на предприятиях пищевого производства и переработки. Приведен пример завода по производству напитков, где были разработаны меры по сокращению потребления энергии путем внедрения сенсорных технологий, поддерживающих Интернет вещей, на основе модели энергопотребления продукта.*

Ключевые слова: *пищевое производство, энергоэффективность, энергосбережение, реальное время, интеллектуальные устройства, эффективные решения по освещению, отопление и охлаждение, энергосбережение, энергия на единицу продукции, улучшение эффективности использования оборудования, сокращение отходов.*

DEVELOPMENT OF A GENERAL MODEL FOR FOOD PRODUCTION AND PROCESSING ENTERPRISES BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IOT) TECHNOLOGY.

Sobirov M.N.

Fergana state technical university.

Abstract*. The Internet of Things has been explored to increase visibility, transparency and awareness of different levels of energy use. This article provides analysis and suggestions for achieving energy efficiency through real-time data collection in food production and processing enterprises. An example of a beverage plant in food processing and processing enterprises is given, where energy consumption reduction measures have been developed by introducing sensor technology that supports the Internet of Things, based on the product energy model.*

Key words: *food production, energy efficiency, energy saving, real time, intelligent devices, efficient lighting solutions, heating and cooling, energy saving, energy used per unit of product, improving the efficiency of equipment use, reducing waste*

***K*irish.** Zamonaviy aqlli energiya boshqaruvi (Smart Energy Management Systems — SEMS) konsepsiyasi doirasida IoT, SCADA, MATLAB, PLC va sun’iy intellekt texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan integratsiyalashgan yondashuvlar energiya boshqaruvining poydevorini tashkil qiladi. Ayniqsa, oziq-ovqat sanoatida bu texnologiyalarni birgalikda qo‘llash real vaqt rejimida energiya oqimlarini tahlil qilish, bashoratlash, nazorat qilish va avtomatik boshqarish imkonini yaratadi [1; 61–69-b.].

Misol uchun, AI algoritmlari yordamida ishlab chiqarish yuklamasining, bosim va haroratning prognozi aniqlanadi. IoT sensorlari orqali real vaqtli monitoring amalga oshiriladi, SCADA tizimi ma’lumotlarni vizualizatsiya qiladi, PLC qurilmalari jarayonga ta’sir ko‘rsatadi. Bularning barchasi energiya tejamkorligini 15–30% gacha oshirish imkonini beradi [2; 66–73-b.].

Yuqoridagilardan kelib chiqib, oziq-ovqat sanoatida energiya samaradorligini oshirish masalasi iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy ahamiyatga ega bo‘lgan ustuvor yo‘nalishdir. Ushbu bo‘lim keyingi boblar uchun metodologik asos sifatida xizmat qiladi va doktorlik dissertatsiyasining nazariy negizini belgilab beradi [3; 12–19-b.].

Oziq-ovqat sanoati dunyo iqtisodiyotida eng yirik energiya iste’mol qiluvchi tarmoqlardan biridir. Global Energetika Agentligining (IEA) 2023-yil hisobotlariga ko‘ra, oziq-ovqat ishlab chiqarish dunyo energiya iste’molining 30 foizini tashkil etadi. Bug‘, sovutish, quritish, fermentatsiya, qadoqlash va saqlash jarayonlari eng yirik energiya sarfchilardir. Ushbu jarayonlarda energiya samaradorligining pastligi global miqyosda har yili 10 million tonnadan ortiq ortiqcha issiqlik va elektr energiyasi sarflanishiga olib kelmoqda. Shu boisdan, energiya samaradorligini oshirish masalasi dunyo ilm-fanida, sanoat korxonalarida va davlat siyosatida eng muhim yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilmoqda [4; 70–78-b.].

Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJ misolida olib borilgan tadqiqotda ishlab chiqarish jarayonida energiya sarfi bilan bog‘liq barcha quyi tizimlarni o‘z ichiga olgan matematik model ishlab chiqildi. Ushbu yondashuv faqat bitta qurilmaning energiya iste’moliga emas, balki butun texnologik tizim – masalan, moyni chigitdan ajratib olish, quritish, presslash, filtratsiya va saqlashgacha bo‘lgan barcha bosqichlardagi elektr yuklamalarini kompleks tarzda qamrab oladi.

Model asosida real vaqtda elektr energiyasini monitoring qilish uchun IoT datchiklari hamda SCADA tizimi orqali sinxron ma’lumot yig‘ish amalga oshirildi. Dastlabki sinovlarda 15 kVt quvvatli dvigatelli shnekli bunker tizimi misolida turli parametrlar – ya’ni yuklama, issiqlik sarfi, aylanish chastotasi va bosim o‘zgarishlari asosida elektr energiyasi sarfi aniqlanib, MATLAB muhitida modellashtirildi.

Matematik tahlil natijalariga ko‘ra, energiya iste’moli har doim chiziqli bog‘liqlikda bo‘lmaganligi aniqlandi. Aksincha, mahsulot ishlab chiqarish sur’ati (kg/soat) bilan bir kilogramm mahsulotga to‘g‘ri keladigan energiya sarfi (J/kg) o‘rtasida keskin invers (teskari) nolinear bog‘liqlik mavjudligi kuzatildi. Bu esa texnologik parametrlar to‘g‘ri tanlanganda va boshqarilganda energiya tejalishiga erishish mumkinligini isbotlaydi.

Hozirgi bozorda mavjud bo‘lgan aksariyat yechimlar asosan yirik korxonalar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ularning yuqori narxi hamda maxsus mutaxassislarning moslashtirish ishlari talab qilinishi sababli kichik va o‘rta biznes hamda yakka tartibdagi bino egalari uchun noqulay hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi shu cheklovlarni bartaraf etishdan iborat bo‘lib, barcha zarur funksiyalarni o‘z ichiga olgan, ayni paytda iqtisodiy jihatdan maqbul va foydalanish oson bo‘lgan IoT asosidagi energiya boshqaruv platformasi ishlab chiqishga qaratilgan [5; 60–70-b.].

Mazkur platforma sensorlar, dasturiy ta’minot, apparat modellar, qaror qabul qilish algoritmlari, ijro mexanizmlari hamda tizimlashtirilgan bilimlar bazasini birlashtirgan bo‘lib, internet va bulutli texnologiyalar orqali ma’lumotlar almashinuvi va boshqaruvini ta’minlaydi. Ushbu tizim uch xil real hayot sharoitida sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, ilg‘or energiya boshqaruv tizimini shakllantirishga yo‘naltirilgan [6; 51–59-b.].

Birinchi tajriba – shamollatish tizimini optimallashtirish, bunda IoT sensorlari yordamida harorat, bosim farqlari hamda havo oqimlari kuzatildi. Sun’iy neyron tarmoqlari orqali tizim turli sharoitlarda qanday ishlashini bashorat qilishga yordam berdi . Genetik algoritm esa optimal ishlash sharoitlarini aniqlash uchun qo‘llandi. Ushbu yondashuv yillik shamollatish energiya iste’molini 20% ga kamaytirishga, shuningdek, dam olish kunlari quvvat sarfini 60% ga pasaytirishga imkon berdi [7; 66–75-b.].

Ikkinchi tajriba – siqilgan havo tizimi bosimini optimallashtirish, bu jarayonda energiya samaradorligiga ta’sir qiluvchi asosiy muammolar – havo sizib chiqishi, issiqlik yo‘qotishlari va bosim pasayishlarini bartaraf etish maqsad qilingan. IoT sensorlari real vaqt rejimida bosim, oqim va energiya iste’molini kuzatib, mashina o‘rganish modellarida tahlil qilindi. Natijada, siqilgan havo bosimini har 1 bar kamaytirish orqali 7% energiya tejalishi ta’minlandi [8; 60–66-b.].

Uchinchi tajriba – keraksiz havo sarfini aniqlash, bunda k-means klasterlash algoritmi orqali normal va nostandart ish rejimlari ajratildi. Ish soatlaridan tashqari vaqtlarda havo iste’molining kutilmagan holatlari gistogramma hamda issiqlik xaritalari orqali baholanib, muammoli joylar aniqlab chiqildi. O‘tkazilgan optimallashtirish natijasida haftasiga 393 kVt*soat energiya tejaldi, bu esa kompressorning haftalik energiya sarfining 10% ini tashkil etdi [9; 55–62-b.].

Ushbu tadqiqotning asosiy innovatsion jihati – IoT tizimi bilan modellashtirish intellekti integratsiyasi bo‘lib, real vaqt rejimida energiya boshqaruv imkoniyatlarini kengaytirish, samaradorlikni oshirish va operatsion jarayonlarni uzluksiz takomillashtirishga yordam beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ilg‘or IoT platformalari kichik va o‘rta biznes uchun energiya tejash va iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lgan innovatsion yechimlarni taklif etishi mumkin.

Bosqichning maqsadi – keyingi tahlillar uchun zarur bo‘lgan statistik asoslarni yaratishdir. Bunda statistik yondashuvlardan, jumladan, chetga chiqadigan qiymatlarni filtrlash, yo‘qolgan qiymatlarni tiklash va regressiya usullaridan foydalaniladi. Bu turdagi tozalash va tayyorlov ishlari ma’lumotlarni chuqur qazib olish (data mining) modellari uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Chetga chiqadigan qiymatlarni aniqlash – bu bosqichda simmetrik harakatlanuvchi oynaga asoslangan median filtr foydali bo‘lib chiqadi. Ayniqsa, Hampel filtri – median asosidagi qaror filtri – markazdagi qiymat medianadan juda uzoqda joylashgan bo‘lsa, uni median bilan almashtiradi. Bu algoritm qiymatlarni lokal median bilan yangilaydi, massiv uzunligini o‘zgartirmaydi va bu esa mashinali o‘rganish modellari uchun qulaylik yaratadi.

Yo‘qolgan ma’lumotlarni to‘ldirish – bu holatda Kalman filtri eng keng tarqalgan yondashuvdir. Kalman filtri ma’lumotlarni kuzatish va bashorat qilishda optimal yechim sifatida ishlatiladi.

Energiya sohasidagi katta hajmdagi ma’lumotlar turli qurilmalar va dasturiy vositalar orqali yig‘iladi, bu esa vaqt oralig‘i, makon aniqligi, hajmi va formati jihatidan farq qiladi. Platformamizda bunday ma’lumotlar turli birliklar va o‘lchovlarda yig‘iladi (masalan: quvvat, kuchlanish, fazalar soni va boshqalar).

Ma’lumotlarni integratsiyalashning ikki asosiy muammosi:

1. Schema integratsiyasi – bu mavjud yoki yangi ma’lumotlar bazalarining yagona sxemaga birlashtirilishidir. Turli SEUlar uchun umumlashtirilgan modellar foydalanuvchi spetsifikatsiyasiga tayangan holda yaratiladi.
2. Ortiqcha takroriylik (Redundancy) – bu bir xil ma’lumotlarning ko‘p marta qaytarilishi bilan bog‘liq. Takroriylik quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi:
   - Bazaning hajmi ortadi
   - Ma’lumotlar formatida nomuvofiqlik yuzaga keladi
   - Ma’lumotlar bazasining ishlash samaradorligi pasayadi
   - Data mining algoritmlarining ishonchliligi kamayadi
   - Korrelyatsiya tahlili orqali ba’zi takroriyliklarni aniqlash mumkin. Korrelyatsiya koeffitsiyenti quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

Pearsonning korrelyatsiya koeffitsienti quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$r = \frac{\mathrm{Cov}(X,Y)}{\sqrt{s_X^2 \cdot s_Y^2}} \quad (1.1)$$

Bunda: Cov(X,Y) — X va Y o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi kovariatsiya;
s_X^2, s_Y^2 - X va Y o‘zgaruvchilarning dispersiyalari.

Kovariatsiya quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{Cov}(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-1} \#(1.2)$$

Bunda:$\bar{X}$ va $\bar{Y}$ - mos ravishda X va Y o‘zgaruvchilarning o‘rtacha qiymatlari; n — kuzatuvlar soni.

Izoh: Cohen mezoniga ko‘ra, agar:

$$r \geq 0.5,$$

Izoh: Cohen mezoniga ko‘ra, agar:

U holda bu sezilarli bog‘liqlik deb baholanadi (ya’ni kuchli statistik munosabat mavjud). Oziq-ovqat sanoatida, masalan, elektr energiyasi iste’moli X va ishlab chiqarish hajmi Y o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashda ushbu koeffitsient tahliliy asos sifatida qo‘llaniladi. Agar r≥0.5 bo‘lsa, bu ishlab chiqarish hajmining o‘sishi bilan energiya iste’molining ham bevosita ortib borishini bildiradi bu esa energiya samaradorligini boshqarish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ko‘rsatkichdir.

Ma’lumotlarni qazib olish (data mining) moduli sun’iy intellekt va mashinali o‘rganish algoritmlaridan foydalanib, energetik tizimlardagi sezilarli ma’lumotlarni aniqlash imkonini beradi. Ayniqsa oziq-ovqat ishlab chiqarish jarayonlarida turli xil energiya iste’mol qiluvchi qurilmalarning (SEU – Specific Energy Units) real vaqt rejimidagi monitoring natijalari asosida operatsion ma’lumotlarni universal va moslashuvchan modelga aylantirish muhim hisoblanadi.

Zamonaviy chuqur o‘rganish (deep learning) metodlari tufayli energiya sarfini tahlil qilish an’anaviy oldindan belgilangan matematik tenglamalarga bog‘liq bo‘lmasdan, murakkab texnologik tizimlarni tajriba asosida, ya’ni a posteriori yondashuv orqali o‘rganish imkonini yaratadi. Bu yondashuv, ayniqsa oziq-ovqat sanoatida ishlab chiqarish yuklamasining prognozi, ishlab chiqarishning intensiv bosqichlari, energetik pik davrlar va dinamik yuklamalarni aniqlashda samarali hisoblanadi.

- Elektr quvvati yuklamasini real vaqt rejimida boshqarish;
- Issiqlik sarfi va ventilyatsiya energiyasini avtomatik tartibga solish;
- Har bir texnologik parametr uchun energiya talabi xaritasini tuzish;
- Nosozlik ehtimolini prognozlash va xavfsizlik chegaralarini belgilash;
- Ishlab chiqarish samaradorligini pasaytirmagan holda energiya sarfini 20–60% gacha kamaytirish.

Mazkur yondashuv ISO 50001:2018 xalqaro standarti talablariga muvofiq ishlab chiqarish korxonalarida energiya boshqaruv tizimini joriy etish bo‘yicha ilmiy-amaliy yechimlar beradi.

Asosiy qism. Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarida energiya xom-ashyoni tayyor mahsulotga aylantirish uchun ishlatiladigan asosiy resurslardan biri hisoblanadi. Aynan shuning uchun, ishlab chiqarish jarayonida energiya samaradorligini oshirishga erishish uchun har bir texnologik jarayon va uning ost bo‘limlari bo‘yicha energiya sarfini matematik va amaliy jihatdan tavsiflash alohida ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, energetika resurslari, xom-ashyo va suv zaxiralari global miqyosda keskin kamayib borayotgan bir sharoitda, bu masala yanada dolzarb tus olmoqda.

Xalqaro prognozlarga ko‘ra, 2010-yildan 2040-yilgacha global energiya iste’moli 50% ga oshishi kutilmoqda, bu o‘sishning 37 foizi aynan sanoat sektoridagi talab ortishiga to‘g‘ri keladi. Energiya narxining doimiy oshib borayotganligi sharoitida ishlab chiqarish korxonalari ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va raqobatbardosh bo‘lish uchun energiya samaradorligini oshirishga doir chora-tadbirlarni faol ravishda tatbiq etmoqda [4].

Bunga javoban, bir qator rivojlangan davlatlar, jumladan Yevropa Ittifoqi, sanoat korxonalarida energiya tejamkorligini oshirish bo‘yicha yangi direktivalar va tartiblarni joriy qilmoqda. Ushbu talablar yaqin kelajakda yanada qat’iyroq bo‘lishi kutilmoqda, chunki global iqlim o‘zgarishi va energiya ta’minotidagi muammolar insoniyat oldiga yangi strategik vazifalarni qo‘ymoqda.

Ushbu omillarni inobatga olgan holda, Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJ kabi ishlab chiqarish korxonalarida real vaqt rejimida energiya sarfini aniqlash, tahlil qilish va boshqarish imkonini beruvchi kompleks texnologik yondashuv ishlab chiqish zaruratga aylandi.

Xususan, ishlab chiqarishdagi energiya iste’molini o‘rganish bo‘yicha ilgari olib borilgan ilmiy izlanishlar ko‘pincha texnik yo‘nalishda bo‘lib, texnologik jarayonlarning har bir bosqichidagi energiya sarfini alohida tahlil qilgan. Ammo energiyani boshqarish masalasini boshqaruv darajasida, ya’ni korxona siyosati, energiyadan foydalanish madaniyati va xodimlarning bilim darajasi bilan bog‘lab o‘rgangan tadqiqotlar kamroq. Bu borada, masalan, tomonidan Malayziya sanoat korxonalarida olib borilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, rahbariyatning energiya masalasidagi xabardorligi va qat’iy siyosati korxona umumiy energiya samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [6].

Ishlab chiqarish tizimlarida energiya sarfini aniqlash va tahlil qilish bo‘yicha metodik yondashuvlar, Jihozlar Murakkablik Darajalari (Equipment Complexity Levels) asosida to‘rt bosqichli klassifikatsiyaga bo‘linadi:

- 1-daraja (Mahsulot xususiyatlari darajasi): Bu darajada mahsulotning alohida modul yoki funksional qismlariga ishlatilgan materiallar va ularning yetkazib berish zanjiriga ta’siri tahlil qilinadi.
- 2-daraja (Jihoz yoki moslama darajasi): Ishlab chiqarish tizimidagi alohida qurilma yoki mashinaning energiya sarfi va texnik samaradorligi aniqlanadi.
- 3-daraja (Tsex / liniya / blok darajasi): Qurilmalar majmuasining birgalikdagi faoliyati va ulardagi energiya oqimi baholanadi.
- 4-daraja (Butun korxona yoki logistika tarmog‘i darajasi): Bunda korxonaning barcha ishlab chiqarish obyektlari, yordamchi infratuzilma va tashqi logistika energiya oqimi bilan birgalikda tahlil qilinadi.

Qo‘qon Yog‘-Moy Invest kabi korxonalarda energiya samaradorligini to‘liq baholash uchun aynan “3-darajadagi tahlil (blok yoki liniya darajasi)”ni amalga oshirish muhim ahamiyatga ega. Bu esa nafaqat alohida press, bug‘ qozoni yoki nasosning energiya sarfini, balki ularning o‘zaro bog‘liqligi, yuklamadagi dinamik o‘zgarishlar va SCADA tizimidagi monitoringni ham inobatga oladi.

Aksariyat maxsulotga ishlov berish bo‘yicha olib borilgan tahlillar faqat 1-daraja doirasida - ya’ni mahsulot-material o‘zaro ta’siri nuqtai nazaridan cheklangan. Shu bois, energiya samaradorligini kompleks tizim darajasida o‘rganish uchun butun blok bo‘yicha modellashtirish talab etiladi.

Shunga o‘xshash yondashuv subtraktiv ishlov berish (frezalash, burg‘ulash) jarayonlarida keng qo‘llanilgan bo‘lib, ularning matematik modellari lazerli va issiqlik asosidagi texnologiyalar uchun ham foydali uslubiy asos yaratadi.

Energiya samaradorligining eng muhim ifodasi sifatida, ishlab chiqarish jarayonining umumiy ko‘rsatkichini aniqlash mumkin:

$$\eta_{\text{manufacturing}} = \frac{\text{ishlab chiqarilgan mahsulotlar soni}}{\text{elektr quvvatiga bo‘lgan talab}}$$

yoki birliklar bo‘yicha:

$$\eta_{\text{manufacturing}} = \frac{\text{ishlab chiqarilgan birliklar soni}}{\text{elektr energiyasi sarfi}} \#(1.3)$$

Tadqiqot uchun bu yondashuv shuni anglatadiki:

- IoT sensorlari orqali har bir qurilmaning aniq quvvat sarfi kuzatiladi;
- SCADA tizimi ma’lumotlarni yig‘adi va MATLAB asosida energiya profili tuziladi;
- AI (Random Forest, Regression) modellari har bir bosqichda optimal ishlash rejimini bashoratlaydi;
- Yakuniy mahsulot birligiga to‘g‘ri keluvchi energiya sarfi (ESI) real vaqt rejimida hisoblab boriladi.

Mazkur ifodani Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJ misolida olayotgan bo‘lsak, Bunda “produced pieces” – bu yog‘ ajratilgan chigit massasi, elektr quvvati esa presslash, aralashtirish, quritish, haroratni ushlab turish jarayonlariga ketgan energiya sifatida qabul qilinadi.

Masalan, presslash jarayoni uchun yuqoridagi formula quyidagi tarzda moslashtiriladi:

$$\eta_{\text{press}} = \frac{\text{kunlik eritilgan chigit (kg/soat)}}{\text{elektr energiyasi sarfi (kW)}} \#(1.4)$$

Bu prinsiplarni oziq-ovqat sanoatiga tatbiq qilib, real vaqt rejimida AI yordamida har bir texnologik bosqich uchun quyidagicha formulalar hosil qilinadi:

$$\eta_{\text{process}} = \frac{E_{\text{foydali}}}{E_{\text{elektr}}} = \frac{\int_0^t P_{\text{foy}}(t)\,dt}{\int_0^t P_{\text{elektr}}(t)\,dt} \#(1.5)$$

Bunda: η_{process} - umumiy jarayon energiya samaradorligi; $P_{\text{foy}}(t)$ - real vaqtli foydali quvvat (masalan, presslashdagi foydali ish); $P_{\text{elektr}}(t)$ - umumiy elektr energiyasi sarfi; t - vaqt (soat).

Ushbu formulani chuqurlashtirib, energetik oqimni komponentlarga ajratishni taklif etadi:

$$E_{\text{MR}} + \sum E_{\text{elec,loss}} = E_{\text{elec,MT}} + E_{\text{elec,PD}} \#(1.6)$$

Bunda: E_{MR} – to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatilgan energiya; $E_{\text{elec,loss}}$ – yo‘qotilgan elektr energiyasi; $E_{\text{elec,MT}}$ – texnologik moslamalarning elektr sarfi; $E_{\text{elec,PD}}$ – yordamchi tizimlar uchun elektr sarfi.

Shu yondashuvni Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJga tatbiq etish orqali quyidagi toifalarga ajratilgan energiya balansini tahlil qilish mumkin:

- DE – to‘g‘ridan-to‘g‘ri energiya (Direct Energy): chigitni presslash, sovitish, bug‘ bilan quritish;
- IE – bilvosita energiya (Indirect Energy): nasoslar, yoritish, SCADA tizimi uchun elektr sarfi.

DE = TE (nazariy energiya) + AE (yordamchi energiya) bo‘lib, bu model yordamida mahsulotga nisbatan energiya sarfi (ESI), umumiy samaradorlik (EFF_total) va yo‘qotishlar soni aniq hisoblanadi.

Energiya tahlili modeli turli texnologik tizimlardagi elektr energiyasi sarfini bosqichma-bosqich tahlil qilishga imkon beradi. Ushbu yondashuvni oziq-ovqat sanoatiga – xususan, Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJ chigitdan yog‘ ajratish texnologik liniyasiga – moslashtirib, quyidagi tenglama shaklida umumlashtirish mumkin:

$$E_{\text{ish}} + \sum E_{\text{elektr,yo‘q}} = E_{\text{asosiy}} + E_{\text{sovitish}} + E_{\text{chiqarish}} + E_{\text{harakat}} + E_{\text{qo‘llab-quvvatlovchi}} \#(1.7)$$

Bunda: E_{ish} – to‘g‘ridan-to‘g‘ri texnologik ishlov berish uchun sarflangan foydali energiya (masalan, presslash); $E_{elektr,yo‘q}$– elektr energiyasidagi yo‘qotishlar (transformatsiya, dvigatel samaradorligi pastligi va h.k.); E_{asosiy} – texnologik asosiy qurilmalar (nasoslar, dvigatellar, qozonlar) uchun sarflangan energiya; $E_{sovitish}$– sovutish tizimlari (ventilyatsiya, suv aylanishi) uchun energiya; $E_{chiqarish}$ – chiqindi gaz, bug‘ va issiqlikni chiqarish tizimlari uchun energiya (masalan, ekstraktorlar, filtratsiya tizimlari); $E_{harakat}$– transportyorlar, aralashtirgichlar, shneglarda ishlatiladigan elektr quvvat; $E_{yordamchi}$ SCADA, PLC, yoritish, kompyuter tizimlari va boshqa yordamchi tizimlar uchun energiya sarfi.

Energiya bevosita elektr quvvatining vaqt bo‘yicha integraliga bog‘liq bo‘lgani sababli (ya’ni E=∫P(t)dtE = \int P(t)dtE=∫P(t)dt), tenglama (5) quyidagi tarzda vaqtga nisbatan integral ko‘rinishda qayta yoziladi:

$$E_{\text{ish}} + \sum E_{\text{elektr,yo‘q}} = \int_0^t P_{\text{asosiy}}(t)dt + \int_0^t P_{\text{sovitish}}(t)dt + \int_0^t P_{\text{chiqarish}}(t)dt + \int_0^t P_{\text{harakat}}(t)dt + \int_0^t P_{\text{qo‘llab-quvvatlovchi}}(t)dt\#(1.8)$$

Mazkur model yordamida quyidagilarni amalga oshirish mumkin:

- ✓ Har bir energiya iste’mol qiluvchi tizim komponentining real vaqtli yuklama monitoringi IoT datchiklari orqali;
- ✓ AI (Random Forest) orqali samarali yuklama prognozi;
- ✓ SCADA+PLC tizimi orqali avtomatik boshqaruv signali yuborilishi;
- ✓ Vaqt bo‘yicha integral hisoblash orqali har bir texnologik bosqichda energiyaning qanday sarflanayotganini aniqlash.

Ushbu model 3-darajadagi texnologik tizimlar murakkabligi darajasiga (Level 3 – liniya, hujayra, sex) to‘g‘ri keladi. Har bir quvvat komponenti esa 2-daraja (individual qurilma darajasida) ko‘rib chiqiladi.

Modelni Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJ korxonasi ishlab chiqarish liniyasiga moslab tadbiq etish orqali:

Issiqlik yo‘qotishlarini aniqlash

$$q = \lambda \cdot \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{\delta} \cdot A \cdot t \quad (1.9)$$

Energiya samaradorligini aniqlash

$$\eta = \frac{E_{\text{foy}}}{E_{\text{kir}}} \quad (1.10)$$

Mahsulotga nisbatan energiya sarfi

$$\text{ESI} = \frac{W}{V_{\text{ish}}} \cdot \frac{1}{\eta} \quad (1.11)$$

kabi hisob-kitoblarni yuqori aniqlikda amalga oshirish mumkin bo‘ladi.

Avvalgi (1.11)-tenglamada vaqt omili hisobga olingan bo‘lishiga qaramay, bu formulada texnologik jarayonning ko‘p bosqichli xarakteri to‘liq aks ettirilmaydi. Masalan, yog‘-moy ishlab chiqarish liniyasida ayrim qurilmalar (masalan, shneglarda harakatlanuvchi elektr motorlar yoki siqilgan havo kompressorlar) uzoq vaqt davomida quvvat sarflaydi, biroq ular faqat ma’lum qisqa vaqt oralig‘ida bevosita ishlab chiqarish faoliyatini amalga oshiradi.

Shu sababli, real vaqtli energiya sarfini aniqlash uchun texnologik tizimning har bir funksional holati (ya’ni faoliyat bosqichlari) bo‘yicha vaqt taqsimotini tahlil qilish muhimdir. Bu yondashuvni qo‘llagan holatlar sanoat mexanik ishlov berish (machining) jarayonlarida mavjud bo‘lib, ishlov jarayoni “tayyor”, “kutish” va “kesish” bosqichlariga bo‘lingan va ularning har birida quvvat sarfi alohida baholangan.

Bu yondashuvni Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJ korxonasi uchun o‘zgartirilgan ko‘rinishda taklif etamiz. Bunda energiya sarfi quyidagi operatsion bosqichlar bo‘yicha baholanadi:

1. O‘chirilgan holat (Off) – Tizim butunlay o‘chirilgan, hech qanday quvvat iste’moli yo‘q.

2. Kutish: yordamchi qurilmalarsiz (Standby off) – Faqat boshqaruv moduli (masalan, SCADA interfeysi) va xavfsizlik tizimlari faol, asosiy motorlar yoki nasoslar o‘chiq.
3. Kutish: yordamchi qurilmalar faol (Standby on) – Barcha subsystemlar (sovutish, PLC, sensoriya) faol, ammo ishlab chiqarish hali boshlanmagan.
4. Isitish bosqichi (Warm-up) – Qurilmalar ishga tushirilgan, ammo hali kerakli harorat yoki bosimga yetmagan. Issiqlik elementlari, bug‘ qozonlari faol.
5. Jarayonga tayyorlik (Ready) – Barcha qurilmalar va tizimlar ish holatida, ishlab chiqarishga tayyor, lekin mahsulot harakati hali yo‘q.
6. Faol ishlash (Processing) – Qurilmalar bevosita texnologik jarayonni amalga oshirmoqda (masalan, chigit presslanmoqda, nasoslar yog‘ aylantirmoqda).

Ushbu bosqichlar bo‘yicha real vaqtli monitoringni IoT datchiklar orqali amalga oshirib, SCADA tizimida vizualizatsiya qilish mumkin. Har bir bosqich uchun quvvat sarfi quyidagi tarzda aniqlanadi:

Umumiy energiya sarfi bosqichma-bosqich:

$$E_{\text{total}} = \sum_{i=1}^{n} \int_{t_i}^{t_{i+1}} P_i(t)\, dt \tag{1.12}$$

Bunda: $P_{i(t)}$– i-bosqichdagi quvvat talabi (kW), t_i– bosqichning boshlanish vaqti, t_{i+1} – bosqichning tugash vaqti.

Mazkur formulani Qo‘qon Yog‘-Moy Invest korxonasida mavjud SCADA tizimi orqali integratsiya qilib, aniq energiya sarfi xaritasini yaratish, jarayonga nisbatan energiya samaradorligini baholash va AI yordamida optimal yuklama rejimini aniqlash mumkin bo‘ladi.

Yuqoridagi ilmiy va amaliy asoslarda quyidagi umumlashtirilgan model ishlab chiqiladi:

$$\eta_{\text{weld}} = \frac{E_{\text{weld}}}{E_{\text{elec}}} = \frac{\int_0^t P_{\text{weld}}(t)\, dt}{\int_0^t P_{\text{elec}}(t)\, dt} \tag{1.13}$$

Bunda: η_{wel}– ishlab chiqarish samaradorligi koeffitsienti; $P_{\text{weld(t)}}$– foydali energiya sarfi; $P_{\text{elec(t)}}$– umumiy elektr quvvati sarfi.

Mazkur matematik modelni Qo‘qon Yog‘-Moy Invest MChJdagi haqiqiy SCADA, IoT, AI sensor ma’lumotlari bilan MATLAB/Simulink muhitida sinab, energiya tejalishini real foizlarda isbotlash mumkin.

Xulosa. Ushbu ilmiy ishda lazerli payvandlash jarayoni uchun matematik energiya modeli ishlab chiqildi va eksperimental ravishda isbotlandi. Bu model tizimning barcha pastki tizimlari va texnologik bosqichlarini aniqlash hamda jarayon unumdorligini hisoblash, elektr energiyasi sarfini jarayon tezligi bilan bog‘lash imkonini beradi. Avvalgi tadqiqotlar jarayonlarni alohida ko‘rgan bo‘lsa, bu ishda lazerli payvandlash natijalari keng ishlab chiqarish tizimiga nisbatan baholandi.

Bundan tashqari, energiya oqimlari bo‘yicha tahlil qilish texnologik jarayonparametrlarini taqqoslab, bir xil sifatdagi mahsulotlarni elektr energiyasi sarfi jihatidan baholash imkonini berdi. Natijada 60% gacha elektr energiyasi va shu bilan birga chiqindilarni kamaytirish imkoniyati aniqlandi. Bu sanoat korxonalariga energiya iste’mol jarayonlarini energiya samaradorligi bo‘yicha optimallashtirish imkonini beradi.

Ushbu ilmiy izlanish energiya iste’mol jarayoni uchun matematik model ishlab chiqib, eksperimental isbot bilan mustahkamlandi. Turli ishlab chiqarish texnologiyalari bilan taqqoslanganda, energiya samaradorligi yuqori bo‘lganini isbotlab berdi. Bu model yordamida parametrlarni tanlash, energiyani tahlil qilish va kam energiya sarflaydigan ish rejimlarini aniqlash imkoniyati yaratiladi.

Bu yondashuv “Qo‘qon Yog‘-Moy Invest” MChJ korxonasi kabi oziq-ovqat ishlab chiqarish korxonalarida, ayniqsa real vaqt rejimida IoT+SCADA+PLC+AI integratsiyasi bilan birga qo‘llanilsa, ishlab chiqarish jarayonlarining energiya samaradorligi sezilarli darajada oshiriladi.

Adabiyotlar:

1. Smart Energy Management Systems Handbook. — London: [nashriyot], 2021. — 230 b.
2. SCADA Integration in Process Control. — Munich: [nashriyot], 2020. — 167 b.

3. AI Predictive Modeling in Industry. — Tokyo: [nashriyot], 2021. — 201 b.
4. Siemens AG. PLC Automation Manual. — Berlin: Siemens Press, 2022. — 188 b.
5. Methodology of Industrial Research. — New York: Springer, 2022. — 111 b.
6. Dziki, D.; Laskowski, J. Influence of selected operating parameters on grinding process of wheat grain. Agric. Eng. 2005, 9, 25–32.
7. Schönleber, T.; Pahl, S.; Baumeister, J. Energy efficiency in feed processing: A case study on hammer mills. Agric. Energy Environ. Technol. 2022, 14, 115–127.
8. Frost, J.; Sullivan, L.; Bickerton, S. Energy consumption analysis in feed mills. Feed Mill Technol. 2018, 17, 45–54.
9. Turnbull, J.; Rothwell, J. Energy optimization in animal feed manufacturing. Int. Feed Ind. J. 2020, 12, 123–135.
10. Bitra, V.; Womac, A.; Yang, Y. Energy requirements for size reduction of wheat straw using a 1.6-mm hammer mill screen size. Trans. ASABE 2009, 52, 1515–1523.
11. Wang, Y.; Womac, A.; Igathinathane, C. Biomass grinding machine performance evaluation. Ind. Crops Prod. 2013, 46, 294–300.
12. Castellanos, A.; Bravo, M.; Pérez, J. Influence of hammer configuration on milling efficiency of grain materials. J. Agric. Mach. Sci. 2019, 15, 76–84.
13. Bond, F. Crushing and Grinding Calculations Part I–II. Br. Chem. Eng. 1961, 6, 378–385.
14. Rittinger, P. Laws of comminution. Chem. Eng. J. 1867, 3, 67–71.
15. Miu, P.; Bühlmann, A. Theoretical energy efficiency of size reduction processes. Agric. Eng. Int. 2014, 20, 15–22.

UDC:621.311

MATHEMATICAL MODELING OF THE OUTPUT POWER OF A MOBILE POWER PLANT WITH A GARLAND TURBINE

Sultonov S.

Namangan state technical university.

Abstract*. In this study, three key factors influencing the performance of free-flow and low-pressure micro-hydropower water wheels—wheel length, water velocity, and number of blades—were identified through theoretical analysis. The variation ranges of these factors were determined, and corresponding experiments were performed. The reproducibility of the experimental data was verified using the Cochran criterion. The significance of the regression equation coefficients, as well as the adequacy of the mathematical model and the response function, were evaluated using the Student's t-test and Fisher's F-test.*

Key words: *active power, water velocity, regression equation coefficients, mathematical model, water wheel, micro hydropower plant.*

GIRLYAND TURBINALI MOBIL ELEKTR STANSIYANING CHIQISH QUVVATINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Sultonov S.

Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda erkin oqimli va past bosimli mikroGESlar uchun gidrog'ildirakning ishlash samaradorligiga ta'sir qiluvchi uchta asosiy omil: g'ildirak uzunligi, suv tezligi va parraklar soni nazariy tahlil asosida aniqlangan. Ushbu parametrlarning o'zgarish diapazonlari belgilandi va tegishli eksperimental tajribalar o'tkazildi. Olingan eksperimental ma'lumotlarning takrorlanuvchanligi Koxren mezoni yordamida tasdiqlandi. Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarining ahamiyati, shuningdek, ishlab chiqilgan matematik model va javob funksiyasining adekvatligi Student mezoni va Fisher mezoni orqali baholandi. Natijalar girlyand mobil mikroGESlar turbinali konstruktiv va ishlash parametrlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.*

Kalit so'zlar: *aktiv quvvat, suv oqimi tezligi, regressiya koeffitsiyentlari, matematik model, gidrog'ildirak, mikroGES.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ МОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ГИРЛЯНДНОЙ ТУРБИНОЙ

Султанов С.

Наманганский государственный технический университет.

Аннотация. *В данном исследовании на основе теоретического анализа выявлены три основных фактора, влияющих на работу свободнопоточных и низконапорных микрогидроэнергетических водяных колёс: длина колеса, скорость потока воды и количество лопастей. Были определены диапазоны изменения этих параметров и проведены соответствующие экспериментальные исследования. Воспроизводимость экспериментальных данных подтверждена с использованием критерия Кохрена. Значимость коэффициентов регрессионного уравнения, а также адекватность математической модели и функции отклика оценены с применением критерия Стьюдента и критерия Фишера. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров гирляндных микрогидроэлектрстанция мобильного типа.*

Ключевые слова: *активная мощность, скорость потока воды, коэффициенты регрессии, математическая модель, водяное колесо, микрогидроэлектрстанция.*

***I*ntroduction.** In this study, the factors influencing the use of garland-type micro-hydroelectric power plants in agricultural electricity supply were selected as follows: water wheel length (x_1), water flow velocity (x_2), and the number of blades on the water wheel (x_3). The variation in the water-contact surface of the wheel depends on its height and length. Because the streams in the foothill regions have relatively shallow water levels, the outer diameter of the water wheel cannot be altered; therefore, only the wheel length was varied. The water flow velocity changes depending on the required output power. The number of blades directly affects both the power output and the rotational speed of the wheel. Based on the results of preliminary experiments, and considering that the response function is nonlinear within the investigated experimental region, the experimental design was developed according to Hartley's plan [1-7].

Materials and methods. The factors influencing the process of electricity generation from micro hydropower plants and their change intervals and levels (table 1).

Table 1. Intervals and levels of factor modification

Factors	X_1, m	X_2, m/s	X_3, piece
Base level X_{i0} (x_{i0}=0)	1.5	2.5	9
Change interval DX_i	0.5	0.5	3
Low Level X_{ip} (x_{ip}= -1)	1	2	6
High level Xiy (x_{iy}=+1)	2	3	12

The Hartley's plans spectrum matrix is presented in (table 2). Table 2 shows the results of the experiment (y_{g1}, y_{g2}, y_{g3}) and the average value and variances of m parallel experiments are calculated using the following expressions:

$$\bar{y}_g = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y_{gi} \tag{1}$$

$$S_g^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}\left(y_{gi} - \bar{y}_g\right)^2 \tag{2}$$

$q = 0.05$ We calculate the expression of the experiment for q=0.05 according to the following expression according to the Koxren criterion:

$$G = \frac{\max\limits_{g} S_g^2}{\sum\limits_{g=1}^{11} S_g^2} = \frac{76}{326.66} = 0.2326 < G_{1-q}\left(\nu_1 = 2, \nu_2 = 11\right) = 0.3924$$

This value does not contradict the results of the observation of the response under the hypothesis of the repetition of the experiment.

Table 2. Hartley's plan matrix and experiment results

g	*f* matrix of basic functions										y_{g1}	y_{g2}	y_{g3}	$\bar{y}_g$	S_g^2	$\hat{y}_g$
	$f_0(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_5(x)$	$f_6(x)$	$f_8(x)$	$f_{11}(x)$	$f_{12}(x)$	$f_{13}(x)$						
	1	x_1	x_2	x_3	$x_1 \cdot x_2$	$x_1 \cdot x_3$	$x_2 \cdot x_3$	x_1^2	x_2^2	x_3^2						
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	100	104	94	102	25	102
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	200	190	205	198	58	201
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	340	334	337	337	9	338
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	361	355	365	360	25	359
9	-1	0	0	0	0	0	+1	0	0	-1	392	390	376	386	76	385
10	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	450	445	447	447	6	449
11	0	-1	0	0	0	0	0	+1	0	0	410	417	420	416	26	417
12	0	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	460	465	463	463	6	462
13	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	350	354	348	351	9	349
14	0	0	+1	0	0	0	0	0	1	0	300	293	303	299	26	297
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	385	370	378	58	380

At n=3, the Hartley plan is symmetric, so we determine the moments of the plan by the following expressions:

$$\left.\begin{aligned} \lambda_2 &= \frac{1}{N}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i^2\right)_g, \quad i = 1..n; \\ \lambda_3 &= \frac{1}{N}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i^2 x_j^2\right)_g, \quad i,\ j = 1..n; \quad i \neq j; \\ \lambda_4 &= \frac{1}{N}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i^4\right)_g, \quad i = 1..n. \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

Based on the above expression, we calculate plan moments: $\lambda_2 = \lambda_4 = 0.54545$, $\lambda_3 = 0.45454$

We determine the constants according to the Hartley plan using the following expressions:

$$a = \frac{n\lambda_2^2}{\lambda_4 + (n-1)\lambda_3 - n\lambda_2^2} + 1 \tag{4}$$

$$b = \frac{\lambda_2}{\lambda_4 + (n-1)\lambda_3 - n\lambda_2^2} \tag{5}$$

$$c = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_3} \tag{6}$$

$$d = \frac{\lambda_3 - \lambda_2^2}{(\lambda_1 - \lambda_3)\left(\lambda_1 + (n-1)\lambda_3 - n\lambda_2^2\right)} \tag{7}$$

(4) – (7) we calculate constants from expressions: $a = 2.8947$; $b = 0.9705$; $c = 10.9998$; $d = 3.0734$.

We check the correctness of the calculated values of a, b, c, d using the following expressions:

$$a - nb\lambda_2 = 1 \tag{8}$$

$$b + (nd - c)\lambda_2 = 0 \tag{9}$$

$$b\lambda_2 + [d(n-1) - c]\lambda_3 + d\lambda_4 = 0 \tag{10}$$

We determine the regression coefficients using the following expressions:

$$b_0 = \frac{a}{N}\sum_{g=1}^{N}\bar{y}_g - \frac{b}{N}\sum_{i=1}^{n}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i^2\right)_g \bar{y}_g \tag{11}$$

$$b_i = \frac{1}{\lambda_2 N}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i\right)_g \bar{y}_g \tag{12}$$

$$b_{ij} = \frac{1}{\lambda_3 N}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i\, x_j\right)_g \bar{y}_g \tag{13}$$

$$b_{ii} = \frac{C}{N}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i^2\right)_g \bar{y}_g - \frac{d}{N}\sum_{i=1}^{n}\sum_{g=1}^{N}\left(x_i^2\right)_g \bar{y}_g - \frac{b}{N}\sum_{g=1}^{N}\bar{y}_g \tag{14}$$

We determine the value of the regression coefficients through the above expressions: $b_0 = 511.00714$; $b_1 = 30.5$; $b_2 = 74.33$; $b_3 = -21.16$; $b_{12} = -15$; $b_{13} = 79{,}8$; $b_{23} = 24.33$; $b_{11} = 988.387$; $b_{22} = 1020.8135$; $b_{33} = 55.8$.

Coefficient variances and correlation moments are determined using (15):

$$S^2(b_0) = \frac{a}{N}S^2\{\bar{y}\} \tag{15}$$

$$S^2\{b_i\} = (\lambda_2 \cdot N)^{-1} S^2\{\bar{y}\} \tag{16}$$

$$S^2\{b_{ij}\} = (\lambda_3 \cdot N)^{-1} S^2\{\bar{y}\} \tag{17}$$

$$S^2\{b_{ii}\} = \frac{C-d}{N}S^2\{\bar{y}\} \tag{18}$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{ii}\} = -\frac{b}{N}S^2\{\bar{y}\} \tag{19}$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_{ii}, b_{ij}\} = -\frac{d}{N}S^2\{\bar{y}\} \tag{20}$$

Determined repeat variance $S^2\{y\} = 29.696$ and mean variance $S^2\{\bar{y}\} = 9.898$ taking into account the values, we calculate variances and correlation moments:

$$S^2(b_0) = 2.6;\ S^2\{b_1\} = S^2\{b_2\} = S^2\{b_3\} = 1.6498\ \ S^2\{b_{12}\} = S^2\{b_{13}\} = S^2\{b_{23}\} = 1.9798;$$

$$S^2\{b_{11}\} = S^2\{b_{22}\} = S^2\{b_{33}\} = 7.133$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{11}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{22}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{33}\} = -0.8734$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_{11}, b_{22}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_{11}, b_{33}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_{22}, b_{33}\} = -2.7658$$

t_j - The statistical significance of the regression coefficients in a regression model helps determine whether the independent variables have a statistically significant relationship with the dependent variable. Here's how to evaluate this:

$$t_i = \frac{|b_j|}{S\{b_j\}} \tag{21}$$

Using the above expression, we calculate the t_j criterion value for each coefficient.

$t_0 = 196.166$; $t_1 = 18.4867$; $t_2 = 45.0551$; $t_3 = 12.83$; $t_4 = 7.5765$; $t_5 = 40.3071$; $t_6 = 12.2908$; $t_7 = 138.565$; $t_8 = 143.111$; $t_9 = 119.977$.

To check the significance of the regression coefficients, we compare the null hypothesis with the alternative value of the Student t-criterion using the following inequality:

$$t_j > t_{1-\frac{g}{2}}(v = N(m-1)) \tag{22}$$

In our case $q = 0.05$ the value of the Student distribution for: $t_{1-\frac{g}{2}}(v = 11 \cdot 2 = 22) = 2.074$

Results and discussion. For all coefficients, the condition in expression (22) is fulfilled, which means that all coefficients are significant, and we get the mathematical model in the following form:

$$\hat{y}(x,b) = 272.23 + 26.63x_1 + 47.83x_2 + 19.87x_3 - 5.375x_1x_2 + 3.375x_1x_3 + 1.2917x_2x_3 - 33.22x_1^2 + 15.1x_2^2 - 0.72x_3^2 \quad (23)$$

(21) we present the values of the expression in Table 2.

The next stage in processing the experimental results is to test the hypothesis regarding the adequacy of the mathematical model and the response function. Following the regression analysis, this evaluation is performed by comparing the variance of the experimental data with the variance representing model adequacy.

The hypothesis concerning the homogeneity of these two variances — that is, whether the model adequately describes the experimental results — is tested using Fisher's criterion:

$$F = \frac{S^2_{resp.}}{S^2\{\bar{y}\}} \quad (24)$$

We calculate the degree of dispersion representation (reproducibility) using the following formula:

$$S^2\{y\} = \frac{1}{N}\sum_{g=1}^{N} S_g^2 = \frac{1}{N_1 + 2n + N_0}\sum_{g=1}^{N} S_g^2 = \frac{326.66667}{11} = 29.69697$$

We calculate the average variance as follows:

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{S^2\{y\}}{m} = \frac{29.69697}{3} = 9.89899$$

Selected dispersion $S^2_{resp.}$ is calculated using the following formula:

$$S^2_{resp.} = \frac{\sum_{g=1}^{N}\left(\bar{y}_g - \hat{y}_g\right)^2}{N - d} \quad (25)$$

Based on the value in the table, we calculate the selected variance:

$$S^2_{resp.} = \frac{26.62173}{2} = 13.31087$$

$S^2_{resp.} > S^2_{\{\bar{y}\}}$ taking into account , we calculate as follows:

$$F = \frac{S^2_{resp.}}{S^2\{\bar{y}\}} = \frac{13.31087}{9.89899} = 1.344669$$

V_1=N-d=11-9=2; V_2=N(n-1)=11(3-1)=22

The tabular value of the Fisher criterion at q=0.05 is equal to the following:

F= 1.344669 <F_{1-q}(2.22) = 3.44

Therefore, the hypothesis about the compatibility of the mathematical model and the response function does not contradict the observational results[8].

After converting the factors from their coded values to their natural values and making appropriate changes, the mathematical model representing the process of using micro-hydroelectric power plants in agricultural electricity supply looks like this:

$$P = 483.258b - 181.9222v + 2.1752z - 21.56bv + 2.5bz + 0.86vz - 132.916b^2 + 60.4164v^2 - 0.081z^2 - 61.9424$$

Conclusion. In the process of optimizing the parameters of the micro-hydropower plant water wheel intended for agricultural electricity supply, the most influential factors were identified as follows: the water wheel length b = 1.7 m, the water flow velocity v = 2.9 m/s, and the number of blades z = 12. At these parameter values, the output power reached its optimal level of 345.1 W. The factors were studied within the following ranges:

$1 \le b \le 2$ m; $2 \le v \le 3$ m/s; $6 \le z \le 12$.

The reproducibility of the experimental results was evaluated using the Cochran criterion. The significance of the regression equation coefficients was verified using the Student's t-test, and the adequacy of the mathematical model with respect to the response function was assessed using Fisher's criterion.

References:

1. Bokiev A, Sultonov S, Nuralieva N and Botirov A 2023 Design of mobile electricity based on solar and garland micro hydro power plant for power supply in Namangan region mountain areas, *E3S Web of Conferences*, 365, no. 04003, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336504003
2. Rajabov A, Bokiev A, Nuralieva N and Sultonov S 2020 Mobile power supply for drip irrigation systems, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 883(1), no.012109, https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012109
3. Kodirov D and Tursunov O 2019 Calculation of Water Wheel Design Parameters for Micro Hydroelectric Power Station, *E3S Web of Conferences*, 97, no. 05042, https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705042
4. Kodirov D et al., 2019 The implementation of small-scale hydropower stations in slow flow micro-rivers: A case study of Uzbekistan, *E3S Web of Conferences*, 135, no. 01036 https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501036
5. Muhammadiev A et al., 2020, Liner motor drive of cattle farm feeders *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614(1), no.012013, https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012013
6. Butuzov A et al., 2024 Uzbekistan: traditions and achievements of renewable energy, *Journal of Environment Earth and Energy Study (JEEES)*, no. 1, page 4-17, **https://doi.org/10.24412/2658-6703-2024-1-4-20**
7. Blinov B, 1963 Garland hydroelectric power stations. – *Moscow: textbook, Gosenergoizdat(mass radio library vol. 460).*
8. Zhivotovsky B A 1995 Low-power hydroelectric power plants: Textbook for universities specializing in "Hydraulic engineering. Moscow : Publishing House of the Russian University of Friendship of Peoples 179 pfge, ISBN 5-209-00749-9.

UDK 665.335.1

PAXTA MOYINI RAFINATSIYALASH JARAYONLARIDA ZAMONAVIY INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI QO‘LLASH VA ULARNING MATEMATIK MODELINI ISHLAB CHIQISH

Dehqonova N.A., Majidov K.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Xom paxta moylarini natriy silikat eritmalari bilan ishqoriy neytrallash texnologiyasi o‘rganildi. Neytrallash vaqtidan moyning kislotalilik sonining kamayishi bo‘yicha kinetik qonuniyatlar aniqlangan. Texnologik jarayonlarni amalga oshirishning optimal rejimlari belgilandi. Rafinatsiyalangan yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari yaxshilanishiga erishildi. O‘simlik moyini qayta ishlash jarayonlarini matematik modellashtirishning asosiy jihatlari ko‘rib chiqildi. Ayniqsa, tozalash, rafinatsiya, dezodoratsiya va neytrallash kabi fizik-kimyoviy hamda texnologik bosqichlarni ifodalaydigan matematik modellarni tuzishga alohida e’tibor qaratildi.*

Kalit so‘zlar: *xom paxta yog‘lari, natriy silikatning ishqoriy eritmalari, yog‘ kislotalarini neytrallash, jarayonlar kinetikasi, rafinatsiyalangan yog‘larning ko‘rsatkichlari, matematik tenglamalar, jarayonlarni modellashtirish.*

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАТSIОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАФИНАТSIИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА И СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ

Дехконова Н.А., Мажидов К.Х.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотатция. *Изучена технология щелочного нейтрализования сырого хлопкового масла с использованием растворов силикатов натрия. Установлены кинетические закономерности снижения кислотного числа масла в зависимости от времени нейтрализатсии. Определены оптимальные режимы проведения технологических процессов. Достигнуто улучшение физико-химических показателей рафинированных масел. Рассмотрены основные аспекты математического моделирования процессов переработки растительного масла. Особое внимание уделено построению математических моделей, описывающих физико-химические и технологические этапы, такие как очистка, рафинатsiя, дезодоратция и нейтрализатция.*

Ключевые слова*: сырые хлопковые масла, щелочные растворы силикатов натрия, нейтрализатция жирных кислот, кинетика процессов, показатели рафинированных масел, математические уравнения, моделирование процессов.*

MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN COTTONSEED OIL REFINING AND THE CREATION OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESSES.

Dekhkonova N.A., Majidov K.Kh.

Bukhara state technical university.

Annotation. *The technology of alkaline neutralization of crude cottonseed oil using sodium silicate solutions has been studied. Kinetic regularities of the decrease in the acid value of the oil depending on the neutralization time have been established. Optimal regimes for carrying out technological processes have been determined. An improvement in the physicochemical properties of refined oils has been achieved. The main aspects of mathematical modeling of vegetable oil processing processes are considered. Particular attention is paid to the construction of mathematical models describing the physicochemical and technological stages, such as purification, refining, deodorization, and neutralization.*

Keywords: *crude cottonseed oil, alkaline sodium silicate solutions, fatty acid neutralization, process kinetics, refined oil properties, mathematical equations, process modeling.*

Komponentlar aralashmalarini qayta ishlashda elektromagnit maydonlar ta’sir zonalarida reaksiya jarayonlariga kirishuvchi fizik-kimyoviy va massa almashinish jarayonlarini elektromagnit faollashtirish usullari ma’lum [1,2]. Biroq, yog‘larni neytrallash jarayonida erkin yog‘ kislotalariga elektromagnit ta’sir ko‘rsatishdan maqsad, ularni beqarorlashtirish orqali yog‘lardan aralash lipidlarni to‘liqroq ajratib olishdan iborat bo‘lgan [3,4].

Natriy silikat eritmasi murakkab tizim bo‘lib, u o‘z tarkibida Na^+, $(SiO_3)^{2-}$ ionlari, shuningdek gidroksid ionlari $(OH)^-$ bilan koordinatsiyalangan birikmalarni o‘z ichiga oladi. Bunday tizimni o‘zgaruvchan magnit maydonida qayta ishlash, koordinatsion bog‘larning fazoviy-

strukturaviy konfiguratsiyasini o‘zgartiradi va bu esa, mantiqan aytganda, faol guruhlarning faolligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin [5].

Rafinatsiya - o‘simlik moylarini qayta ishlashning texnologik jarayonlari majmuasi bo‘lib, u yog‘-moy sanoatida alohida o‘rin egallaydi [6]. Ushbu jarayon yog‘ sifatini va texnologik xossalarini yomonlashtiruvchi komponentlarni yog‘ tarkibidan olib tashlashni ta’minlaydi.

Ishqoriy rafinatsiyada (neytrallashga) paxta, kungaboqar, raps, soya, zig‘ir va boshqa ko‘plab turdagi o‘simlik moylari olinadi [7, 8]. Hozirgi vaqtda erkin yog‘ kislotalarining neytrallanishi quyidagi usullar asosida amalga oshirilmoqda [9]:

- fazalarni separatorlarda ajratgan holda uzluksiz usulda;
- fazalarni sovun-ishqorli muhitda ajratgan holda uzluksiz usulda;
- fazalarni tindirish orqali ajratgan holda davriy usulda;
- suv-tuz aralashmasi ostida fazalarni ajratgan holda davriy usulda va boshqalar.

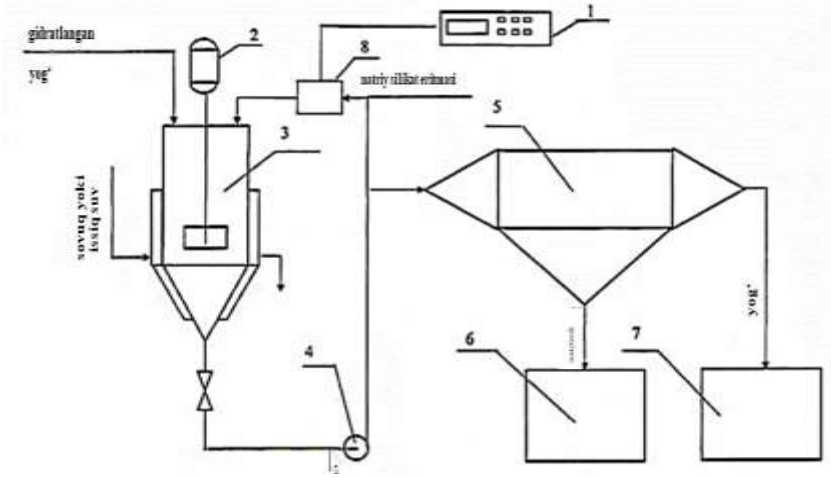
Rafinatsiya jarayonini intensivlashtirish – bu jarayon mexanizmini chuqur o‘rganmasdan, ya’ni zamonaviy matematik modellashtirish usullari va geterogen tizimda modda massa almashinuvining asoslari, shu jumladan, yuzaki faollashtiruvchi moddalarning (PAV) ishtirokida tizimli tahlilni qo‘llamasdan turib amalga oshirilishi mumkin emas [10].

Mazkur yo‘nalishda olib borilgan tadqiqotlar texnologik jarayonlarni takomillashtirishda muhim o‘rin tutgan bo‘lsa-da, yog‘ning sovun-ishqorli muhitda rafinatsiyalanishi jarayonida yuz beruvchi fizik-kimyoviy hodisalarning chuqur mohiyatini to‘liq yoritib bera olmadi. Buning asosiy sababi shundaki, ushbu tadqiqotlar moddalarning fazalararo ko‘chishini izohlashda asosan yupqa chegara qatlamida sodir bo‘ladigan diffuziya jarayoniga asoslangan modeldan foydalanadi. Ushbu yondashuvga ko‘ra, ko‘chuvchi komponentlarning konsentratsiyasi asosan fazalar tutashgan nozik qatlamda o‘zgaradi, fazalarning asosiy hajmiy qismida esa u doimiy deb qaraladi. Bunday faraz, ayniqsa, moddaning konsentratsiyasi vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradigan noaniq massa almashinuvi sharoitida, yirik tomchilardan ajratib olish holatida, jarayonning gidrodinamikasini hisobga olish imkonini bermaydi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, mavjud texnika va texnologiya holatini qoniqarli deb bo‘lmaydi. Eng iqtisodiy jihatdan samarali usul – sovun-ishqorli muhitda neytrallash – beqaror va qator jiddiy kamchiliklarga ega. Bu muammolarni hal etishning eng maqbul yo‘li - tizimli yondashuvni va matematik modellashtirishdan foydalanishni talab etadi.

Bundan tashqari, olingan natijalarni tahlil qilish va baholashda matematik usullar va modellashtirishga asoslangan zamonaviy yondashuvlardan foydalanildi.

Ilgari surilgan gipotezani tekshirish maqsadida xom paxta moyini neytrallash bo‘yicha laboratoriya qurilmasida tajriba o‘tkazildi. Mazkur qurilmaning sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

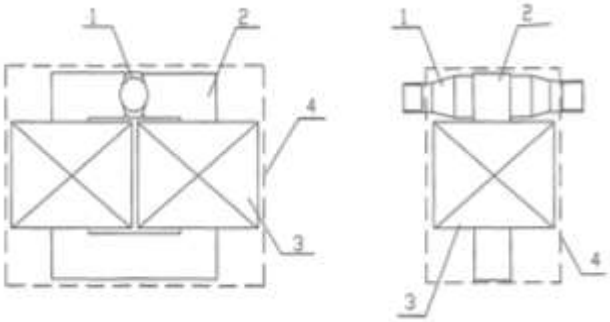


1-rasm. Yog‘larni neytrallash uchun mo‘ljallangan laboratoriya qurilmasining sxemasi: 1 - quvvat manbai; 2 - aralashtirish moslamasi; 3 – ekspozitor-neytrallagich; 4 – nasos; 5 – statik separator; 6 - neytrallangan yog‘ yig‘gich idish.

Moy oldindan belgilangan rejimlarda (magnit induksiya – 0,8 Ts, chastota – 200 Gs) o‘zgaruvchan aylanuvchi elektromagnit maydonida qayta ishlovdan o‘tkazildi.

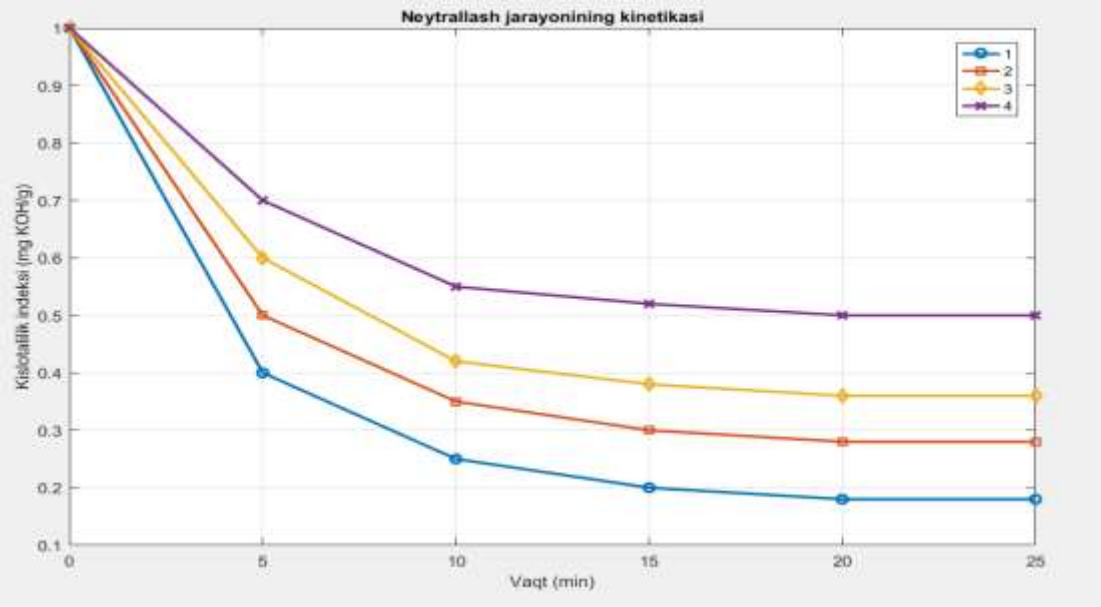
Moy va natriy silikat eritmasi aralashmasining faollashtirilishi maxsus konstruksiyadagi magnitli ishlov berish moslamasi – AMO-S apparatida amalga oshirildi.

Mazkur apparatning konstruktsiyasi 2-rasmda keltirilgan. Ishchi kameradagi magnit induksiya qiymati 0 dan 0,08 Ts gacha bo‘lgan oraliqda o‘zgartirib turildi.



2-rasm. AMO-S magnitli ishlov berish apparatining konstruktsiyasi:
1 – oqimli element; 2 – magnit o‘tkazgich; 3 – magnitlovchi g‘altaklar; 4 – korpus.

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, paxta yog‘ining kislotalilik sonini texnologik jihatdan asoslangan qiymatlarga (0,10–0,15 mg KOH/g) kamaytirish uchun natriy silikat eritmasidan neytrallash vositasi sifatida foydalanilganda, uning nazariy jihatdan zarur bo‘lgan miqdoridan kamida 30 % ko‘proq neytrallash moddasini qo‘llash talab etiladi.



3-rasm. Natriy silikat eritmasining turli ortiqcha miqdorlari sharoitida paxta yog‘ining neytrallanish kinetikasi*: *1 – 30% ortiqcha miqdorda; 2 – 20% ortiqcha miqdorda; 3 – 10% ortiqcha miqdorda; 4 – 5% ortiqcha miqdorda.

Elektromagnit faollashtirish mexanizmini aniqlash maqsadida magnit ishlov berish sharoitlari o‘zgartirilib, u uch xil variantda o‘tkazildi:

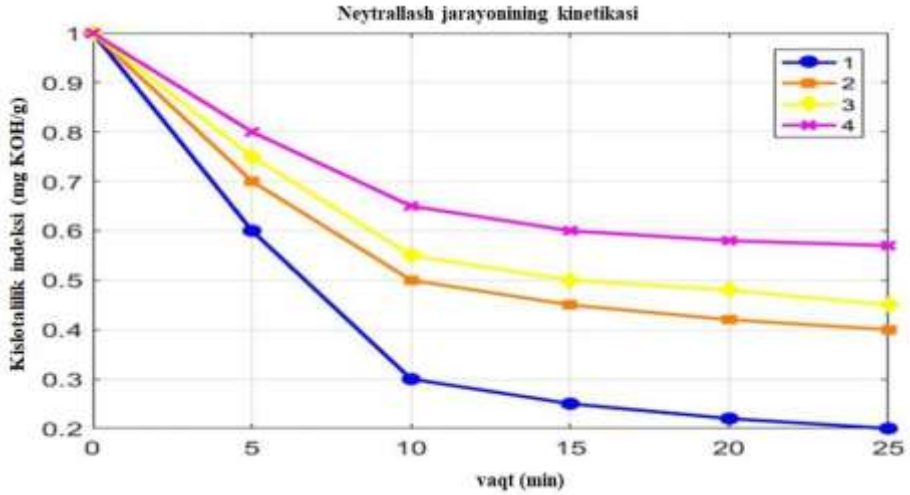
1. Moy va natriy silikat eritmasi aralashmasi neytrallash qurilmasiga yuklanishdan oldin AMO-S o‘zgaruvchan elektromagnit maydonida qayta ishlandi.

2. Moy neytrallash qurilmasiga yuklanishdan va natriy silikat qo‘shilishidan oldin AMO-S qurilmasida qayta ishlandi.

3. Natriy silikat eritmasi moyga qo‘shilishdan oldin AMO-S qurilmasida qayta ishlandi.

Ushbu barcha variantlarda neytrallash jarayonida kislotalilik sonining kamayish kinetikasi yuqorida ta’riflangan metodika asosida o‘rganildi. Nazorat sifatida magnit ishlov berilmagan yog‘ni neytrallash kinetikasi o‘rganildi.

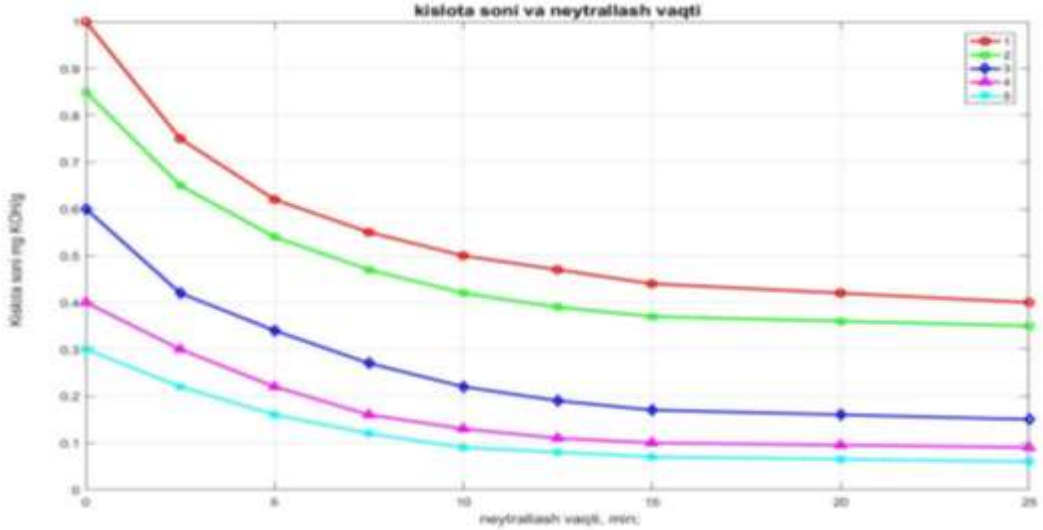
Barcha tajribalarda natriy silikat eritmasining ortiqcha miqdori 10%, magnit induksiya qiymati esa 0,05 Ts tashkil etdi. 4-rasmda keltirilgan tajriba natijalaridan ko‘rinib turibdiki, magnit ishlov berishning maksimal ta’siri natriy silikat eritmasini qayta ishlashda kuzatiladi. Shu bilan birga, yog‘ni qayta ishlash jarayon kinetikasiga amalda ta’sir qilmaydi.



Kinetika jarayoni neytrallash / Vaqt (min) / Kislotalik soni (mg KOH/g)

4-rasm. Turli magnit ishlov berish sharoitlarida paxta yog‘ining neytrallanish kinetikasi: 1 – magnit maydonida ishlov berilmagan; 2 – magnit maydonida ishlov berilgan yog‘; 3 – magnit maydonida ishlov berilgan moy va natriy silikat eritmasi aralashmasi; 4 – magnit maydonida ishlov berilgan natriy silikat eritmasi.

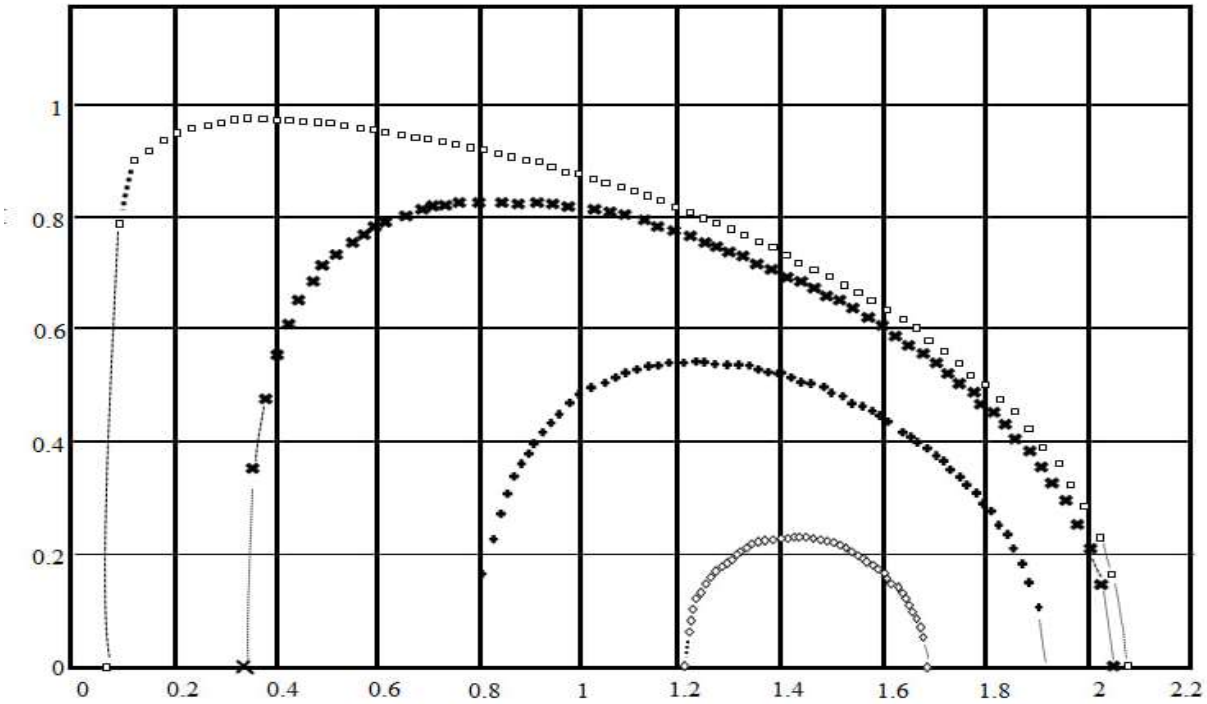
Elektromagnit maydonning optimal parametrlarini aniqlash bo‘yicha tajriba natijalari 5-rasmda keltirilgan.



Kislotalik soni va neytrallash vaqti / Neytrallash vaqti (min) / Kislotalik soni (mg KOH/g)

5-rasm. Natriy silikat eritmasi bilan paxta yog‘ining neytrallanish kinetikasi, o‘zgaruvchan elektromagnit maydonda turli magnit induksiyalarida ishlov berilganda, nazariy zarur miqdordan 10% ortiqcha qo‘llanilgan: 1 – nazorat (ishlov berilmagan); 2 – 0,02 Ts;3 – 0,04 Ts;4 – 0,06 Tls;5 – 0,08 Ts.

5-rasmdan ko‘rinib turibdiki, natriy silikat eritmasini 0,06 Ts induksiyali elektromagnit maydonda faollashtirish yog‘ kislotalarini olib tashlash chuqurligini oshiradi, biroq jarayon tezligi deyarli o‘zgarmaydi. O‘lchamni kattalashtirish uchun koordinatalar mos keluvchi masshtab koeffitsiyentlari bilan ko‘paytirildi. Mos keluvchi kattalashtirilgan kesimlar grafikda (6-rasmda) ko‘rsatilgan.



6-rasm. Dekart koordinatalarida tomchadagi sirt kesimi: R = 1,625 mm (sharning radiusi); A = 1,00 mm, B = 2,07 mm (ellipsoidning o‘qlari). - ξ=0,001; X- ξ=0,1; + ξ= 0,5; ◇ -ξ 0,9

Berilgan ma’lumotlardan foydalanib, tenglamalarga kiruvchi metrik koeffitsiyentlarni aniqlaymiz. Ushbu bog‘liqliklar izokonstansiya yuzalarining hajmlarini kubik splaynlar yordamida yaqinlashtirish va ularni ξ bo‘yicha ($0 \le \xi \le 1$) farqlash orqali olinadi. Konvektiv diffuziyaning izokonstansiya yuzalari yordamida masalani bir o‘lchovli holga keltirish va ξ umumiy koordinatasi uchun masalaning yechimini olish mumkin bo‘ladi.

Absissa o‘qi bo‘yicha simmetriya mavjud bo‘lgani sababli, tegishli integral aynan shu o‘q atrofida olinadi, 1-jadval.

1-jadval

Tomchi ichidagi aylanuvchi torus shaklidagi suyuqlikning hajmi va sirt yuzasining o‘zgarishi

ξ	Yuza, m^2	Hajm,m^3
0	$3{,}6900\cdot10^{-5}$	$1{,}8235\cdot10^{-8}$
0,1	$3{,}345\cdot10^{-5}$	$1{,}5718\cdot10^{-8}$
0,2	$2{,}9733\cdot10^{-5}$	$1{,}3172\cdot10^{-8}$
0,3	$2{,}5649\cdot10^{-5}$	$1{,}0626\cdot10^{-8}$
0,4	$2{,}1985\cdot10^{-5}$	$8{,}4327\cdot10^{-9}$
0,5	$1{,}8321\cdot10^{-5}$	$6{,}4150\cdot10^{-9}$
0,6	$1{,}5003\cdot10^{-5}$	$4{,}7126\cdot10^{-9}$
0,7	$1{,}1252\cdot10^{-5}$	$3{,}0609\cdot10^{-9}$
0,8	$7{,}5015\cdot10^{-6}$	$1{,}6662\cdot10^{-9}$
0,9	$3{,}7508\cdot10^{-6}$	$5{,}8907\cdot10^{-10}$
1	0,000	0,000

Nostatsionar konvektiv issiqlik yoki massa almashinuvi jarayonlarini tahlil qilish, ayniqsa yuqori yopishqoqlikka ega bo‘lgan moyli muhitlarda, hatto oqimning gidrodinamik tavsifi oldindan ma’lum bo‘lgan holatlarda ham sezilarli matematik va fizik murakkabliklarni yuzaga keltiradi. Bunday murakkabliklar, asosan, transport jarayonlarini ifodalovchi differensial tenglamalarni egri chiziqli koordinatalar tizimida shakllantirish zarurati bilan bog‘liqdir. Moyli muhitda oqim geometriyasining murakkabligi va fizik xossalarning (masalan, yopishqoqlik, past diffuziya koeffitsientlari) sezilarli ta’siri sababli, bu tenglamalarning aniq yechimini topish yanada murakkablashadi. Egri koordinatalarda transport tenglamalarini qurish metrik tensor komponentalarini aniqlashni talab qiladi, bu esa o‘z navbatida Lame koeffitsiyentlari, noaniq funksiyalar va yuqori tartibli qisman hosilalarning hisoblanishini talab qiluvchi murakkab matematik amallar majmuasiga olib keladi.

Pekl soni Reynolds sonidan ancha katta bo‘lgan tizimlar (Pe >> Re) uchun molekulyar diffuziya orqali komponentlar almashinuvi sodir bo‘ladigan, teng konsentratsiyali yuzalar tizimini ajratish mumkin. Bunday yondashuvga misol sifatida Kronig-Brink modeli keltiriladi, unda Re → 0 va Re ∞ bo‘lgan tomchadagi massa almashinuvi holati ko‘rib chiqilgan.

Fik qonuniga ko‘ra, diffuzion komponenta izokonstansiya (bir xil kontsentratsiyali) yuzalarga perpendikulyar bo‘ladi. Bu holat va bunday yuzaning geometriyasini hisobga olgan holda, tegishli transport tenglamasini chiqarish sezilarli darajada yengillashadi.

Ushbu ishda mazkur yondashuv ishqoriy rafinatsiya jarayonida tomchilar ichidagi konvektiv massa almashinuv tenglamasini chiqarish uchun qo‘llanildi. Bu yerda massa almashinuvi tenglamalari ham tomchi ichida, ham uning tashqi hajmida rafinatsiya jarayonida chiqarildi. Masalan, bitta o‘zgaruvchiga (ξ) bog‘liq bo‘lgan izokonstansiya yuzalar oilasi mavjud, ya’ni:

$$S=S(\xi) \qquad (1)$$

va ushbu oilaga mos keluvchi, shuningdek ξ ga bog‘liq hajmlar.

$$V=V(\xi) \qquad (2)$$

Bu holda modda balansi tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$q_\xi S(\xi) - q_\xi + d\xi \cdot S(\xi+d\xi) = (\partial C/\partial\tau)\, dV \qquad (3)$$

q(ξ+dξ) va S(ξ+dξ)S(ξ + dξ)S(ξ+dξ) funksiyalarini Teylor qatoriga ajratib, faqat ikki had bilan chegaralanib, $(d\xi)^2$ kabi cheksiz kichik tartibdagi hadlarni e’tiborsiz qoldirsak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$-q_\xi \cdot S\xi'\, d\xi - S(\xi)\,(\partial q/\partial\xi)\, d\xi = V\xi' \cdot d\xi\,(\partial C/\partial\tau) \qquad (4)$$

(4)-ifodani dξ ga bo‘lib soddalashtirar ekanmiz va agar ξ o‘qi yo‘nalishi konsentratsiya gradienti yo‘nalishi bilan mos kelsa, $q_{\xi} = D\,(\partial C/d\xi)$ ekanligini hisobga olsak, quyidagi ifodaga ega bo‘lamiz:

$$D\left[\left[\frac{\partial C}{\partial_0}\cdot S_0' + S(o)\frac{\partial^2 C}{\partial o^2}\right]\right] = V_o'\frac{\partial C}{\partial \phi}, \qquad (5)$$

(5)-ifodadagi differensiallash operatorini qavs tashqarisiga chiqarib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$D\cdot\frac{\partial}{\partial\xi}\left[\left[S(\xi)\cdot + \frac{\partial C}{\partial\xi}\right]\right] = V_\xi'\frac{\partial C}{\partial\tau}, \qquad (6)$$

(6)-ifodani tahlil qilib shuni ko‘ramizki, ushbu tenglama yechimi har doim o‘zgaruvchilarni ajratish imkonini beradi va faqat izopotensial yuzalar geometriyasidan foydalanadi. Bu tenglamaning to‘g‘riligini oddiy shakldagi jismlar (shar, cheksiz silindr va boshqalar) uchun osongina tekshirish mumkin.

Ayniqsa bu yondashuv konvektiv, nostatsionar modda (yoki issiqlik) transporti masalalarini, Re>>1 bo‘lgan hollarda, ya’ni gidrodinamika ma’lum bo‘lganda, yechishda juda qulaydir.

Umumlashtirilgan koordinata orqali diffuziya tenglamasi chiqarilishi shuni ko‘rsatadiki, konvektiv nostatsionar transportning istalgan masalasini ikkinchi tartibli, xususiy hosilali bir o‘lchamli tenglamaga keltirish mumkin.

Izopotensial yuzalar tushunchasidan foydalanish diffuziya masalalarini turli shakldagi zarrachalardan bir o‘lchamli masalaga keltirib, ularni hal etishga imkon beradi.

(7)-ifoda ham o‘zgaruvchilarni ajratishga imkon beradi va faqat izopotensial yuzalar geometriyasiga tayanadi. Bu holda masala quyidagi ko‘rinishdagi xususiy hosilali tenglama shaklida chegaraviy masalaga aylantiriladi:

$$V_{\xi}'(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \tau}[\![C(\xi,\tau)]\!] = \frac{D_o}{R^2} \cdot \frac{\partial}{\partial \xi}\left(S(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \xi}[C(\xi,\tau)]\right) \qquad (7)$$

Reaksiya oldi sirt tekisligi tomchi yuzasida joylashgan holat uchun chegaraviy shartlar quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$C(\xi, 0) = C_0 \qquad (8) \qquad C(1, \tau) = 0 \qquad (9)$$

Tomchi ichida va uning atrofidagi konvektiv diffuziyaga xos bo‘lgan turli izokonsentratsion (bir xil konsentratsiyali) sirtlardan foydalanish, diffuzion qatlam deb ataluvchi hududni hisobga olgan holda, oqim chiziqlari geometriyasidan foydalanish orqali amalga oshiriladi.

Silindrik koordinatalar tizimida shar atrofida laminarning o‘qga nisbatan simmetrik oqimi holatida bu oqim chiziqlari Adamar va Rybinskiy tomonidan tavsiflangan girdobsiz aylanish (irkilmaydigan oqim) ko‘rinishiga ega.

$$\Psi(r,\theta) = 4 \cdot \frac{r^2}{R_K^2} \cdot \left(1 - \frac{r^2}{R_K^2}\right) \cdot sin\,(\theta) \qquad (10)$$

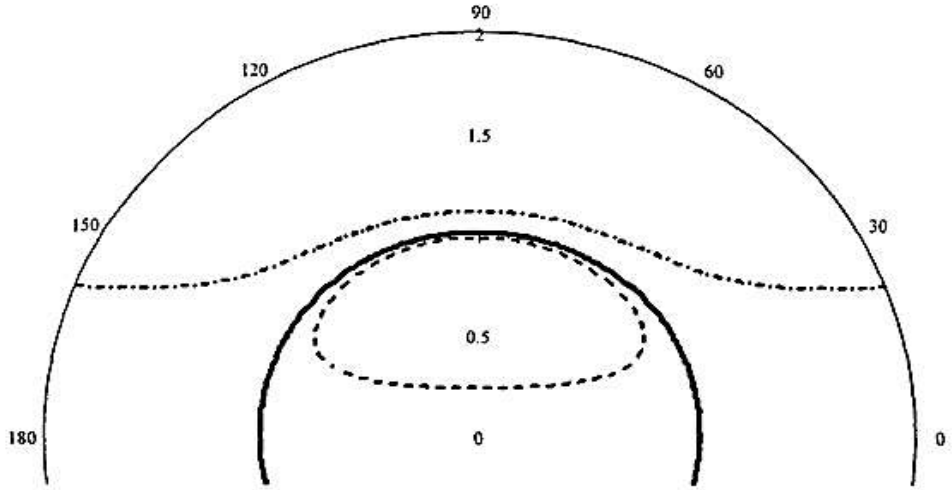
$$\Psi(r,\theta) = \frac{1}{R_k} \cdot \left(1 - \frac{R_K^2}{r}\right) \cdot sin^2\,(\theta) \qquad (11)$$

Bu yerda Ψ(r, θ) — oqim funksiyasi; RK — tomchining radiusi;

(10) va (11) — tegishli ravishda ichki va tashqi oqim funksiyalari; r — joriy radius ($0 \le r < \infty$); θ — qutb burchagi ($0 < \theta < 2\pi$).

(10)-formula — ichki oqim funksiyasi, (11)-formula — tashqi oqim funksiyasi. Oqim funksiyalarining geometrik tasviri grafikda keltirilgan (8-rasm).

Tomchi ichidagi suyuqlik oqim tezliklari gidrodinamik maydonini bilish tomchidan modda ajralishi (ekstraksiya) masalasini, ya’ni dispers fazadagi (tomchidagi) konsentratsiya maydonini aniqlashga o‘tishga imkon beradi — bu keyingi tahlilda amalga oshirilgan.



7-rasm. Oqim chiziqlari geometriyasi
Ψ=0,2Chiziqli nuqta — ichki oqim chizig‘i,Chiziqli nuqta va chiziq — tashqi oqim chizig‘i

(3)-chi formuladan foydalanib, biz V(ξ)V(\xi)V(ξ) va S(ξ)S(\xi)S(ξ) ni hisoblaymiz, ya’ni izokonsentratsion sirtning hajmi va yuzasi o‘lchamsiz ξ\xi koordinatasiga bog‘liqligini aniqlaymiz. Sirt va hajm ξ\xiξ chizig‘ini Z o‘qi atrofida aylantirish orqali olinadi, chunki bu o‘q bo‘yicha simmetriya xossasi mavjud.

Hajm va izokonsentratsion sirtning haqiqiy moy tomchisi uchun qayta hisoblash amalga oshiriladi. Haqiqiy tomchi ikki o‘qli aylanuvchi ellipsoid ko‘rinishida bo‘lib, uning o‘qlari 1,00 mm va 2,07 mm ga teng. Shu sababli, olingan kesim koordinatalari mos keluvchi masshtab koeffitsiyentlari bilan ko‘paytiriladi.

Eksperimentlar shuni ko‘rsatdiki, natriy silikat suvli eritmasining pH ko‘rsatkichi magnit maydon bilan ishlov berishdan oldin va keyin o‘zgarmaydi. Shunga o‘xshab, kislota eritmasi bilan titrlash orqali aniqlangan gidroksid-ionlarning molekulyar konsentratsiyasi ham barqaror qoladi. Magnit induksiya kuchayishi neytrallash samaradorligini sezilarli oshirmaydi. Shunday qilib, o‘tkazilgan tajribalarga asoslanib taxmin qilish mumkinki, natriy silikat bilan erkin yog‘ kislotalarining geterogen neytrallash reaksiyasida suvli eritmalarda dissotsiatsiyaga uchragan barcha gidroksil guruhlari reaksiyada ishtirok etmaydi. Elektromagnit faollashtirish natriy silikat eritmasining koordinatsion birikmalar tuzilmasidagi o‘zgarishlar tufayli geterofazali o‘zaro ta’sirlarga qodir gidroksid-ionlarning nisbiy miqdorini oshiradi.

Moy tomchilarida ikki o‘qli ellipsoid shaklidagi massasozish jarayonining matematik ta’rifi, ichki va tashqi hajmlar uchun metrik koeffitsiyentlar tahliliga asoslangan egri chiziqli koordinatalardagi bir o‘lchovli tenglamalar sifatida ifodalanishi mumkin. Bu shuningdek, mikrofotografiya yordamida olingan sferoid o‘qlarining nisbiy munosabatlariga to‘g‘ri keladi. Moy tomchilarining ishqoriy rafinatsiyasi jarayoni modelli uchta differensial tenglamalar tizimi ko‘rinishida kimyoviy reaksiya bilan bog‘langan massa almashinishini tavsiflaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Арутюнян Н.С. и др. Технология переработки жиров. М.: Пищепромиздат. 1999.-247 с
2. Бутина Е.А. Фосфолипиды высокоолеинового подсолнечного масла, совершенствование технологии получения и использование их в качестве добавок к пищевым продуктам. Автореф. канд. техн. наук. Краснодар, КПИ, 1992-24с
3. Стопский В.С., Ключкин В.В., Андреев Н.В. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья. – М.:Колос, 1992. – 286 с.
4. Hassoun A. et al. Food quality 4.0: From traditional approaches to digitalized automated analysis // Journal of Food Engineering. – 2023. – Т. 337. – С. 111216.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
6. Kaldybekova z. b. et al. some aspects of mathematical modeling of the geometric structure of porous vermiculite adsorbents used in the refining of vegetable oils // chemical engineering transactions. – 2023. – Т. 102. – С. 349–354.
7. Perov V. I. et al. Application of electro physical heating methods in food production processes //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 640. – № 7. – С. 072001.
8. Дехканова Н.А., Мажидов К.Х Соверщенствование технологии щелочной нейтрализатсии растительных масел с новыми видами растворов // сб. ст. XIII Междунар. науч. конф. «Техника и технология пищевых производств» 18–19 апреля 2024 года. – Могилев. стр-236
9. Дехканова Н.А., Мажидов К.Х Методы электромагнитной обработки в технологии рафинатsii растителных масел XVI Международной научной-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» 17-18 апрел 2025 г., Том 2. стр. 42-43
10. Гавришкевич Л.Н. Кинетика гетерогенных химических взаимодействий в скрещенных электрических и магнитных полях. Автореф. дис.канд.техн.наук.-Львов., 1984. -24 с.

Majidov Kaxramon Xalimovich – t.f.d.,prof. Buxoro davlat texnika universiteti “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash, qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi professori. Telefon: (+99890) 514-06-40, E-mail: kafedra-03@mail.ru

Dehqonova Nargiza Abdug‘ani qizi – Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti, “Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash, qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi o‘qituvchi-stajyori. Telefon: (+99899) 136-88-77. E-mail: nargizadehkonova@gmail.com

УДК 636.085.552: 636.087

ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ СМЕСИ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМБИКОРМОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

[1]Абдуллаева Г.У., [2]Курбанов М.Т.

[1]Ургенчский государственный университет,

[2]Бухарский государственный технический университет.

***Аннотатция**. В данной работе изучено изменение количественного и качественного состава патогенной микрофлоры в комбикормах в процессе хранения. Проведён сравнительный анализ микробиологических показателей комбикормов на различных этапах хранения. Установлены временные пороги роста патогенной микрофлоры и дана оценка влияния условий хранения на микробиологическую стабильность продукта. Показано, что натуральные растительные добавки – каперсы колючие, крапива двудомная и мята перечная - способны сдерживать рост патогенной микрофлоры в комбикормах.*

***Ключевые слова**: комбикорм, каперсы колючие, крапива двудомная, мята перечная, микрофлора, патогены, хранение, микробиология, кормовая безопасность.*

SAQLASHDA OMIXTA YEMNING MIKROBIOLOGIK KO‘RSATKICHLARIGA DORIVOR O‘SIMLIKLAR VA ARALASHMALARINING TA’SIRI

[1]Abdullayeva G.U., [2]Kurbanov M.T.

[1]Urgench davlat universiteti, [2]Buxoro davlat texnika universiteti.

***Annotatsiya.** Maqolada saqlash jarayonida omixta yemlarda patogen mikroflora tarkibining miqdoriy va sifat o‘zgarishlari tadqiq qilindi. Saqlashning turli bosqichlarida omixta yemlar mikrobiologik ko‘rsatkichlarining qiyosiy tahlili o‘tkazildi. Patogen mikrofloraning o‘sishi vaqt chegaralari aniqlandi va saqlash sharoitlari mahsulotning mikrobiologik barqarorligiga ta’siri baholandi. Tabiiy o‘simlik qo‘shimchalar – tikanli kovul (kapers), ikki uyali qichitqi o‘ti va qalampirmunchoq omixta yemlarda patogen mikrofloraning o‘sishiga to‘sqinlik qilishi ko‘rsatilgan..*

***Kalit so‘zlar**: omixta yem, tikanli kovul (kapers), ikki uyali qichitqi o‘ti, qalampirmunchoq, mikroflora, patogenlar, saqlash, mikrobiologiya, ozuqa xavfsizligi.*

THE INFLUENCE OF MEDICINAL PLANTS AND THEIR MIXTURES ON THE MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF COMBINED FEED DURING STORAGE

[1]Abdullayeva G.U., [2]Kurbanov M.T.

[1]Urgench state university, [2]Bukhara state technical university.

***Annotation**. The article covers the changes in the quantitative and qualitative composition of pathogenic microflora in combined feeds during storage. A comparative analysis of the microbiological parameters of combined feeds at various stages of storage is performed. Time thresholds for the growth of pathogenic microflora are established and the impact of storage conditions on the microbiological stability of the product is assessed. It is shown that natural plant additives, i.e., prickly capers, stinging nettle and peppermint are able to inhibit the growth of pathogenic microflora in combined feeds.*

***Keywords**: combined feed, prickly capers, stinging nettle, peppermint, microflora, pathogens, storage, microbiology, feed safety.*

Комбикорма являются основным источником питательных веществ для сельскохозяйственных животных, а их микробиологическая безопасность напрямую влияет на здоровье животных и качество продукции животноводства. При нарушении условий хранения комбикорма могут стать средой для развития патогенной микрофлоры, включая такие опасные бактерии, как *Salmonella spp*., *Escherichia coli, Clostridium* и др. Данные продукты являются сложными объектами хранения из-за содержания в них органических компонентов - зерна злаковых культур, жмыхов и шротов, получаемых при переработке масличных семян, рыбной и костной муки, продуктов переработки зерна и других, т.е. продуктов легко подвергающихся при хранении разрушительным процессам [1].

Кормопроизводство является не только основным источником продуктивности животных, но и способствует сохранению почв и стабильному улучшению окружающей среды, поэтому данному вопросу уделяется значительное внимание, как научного и бизнес – сообщества, так и правительства страны. Для производства высококачественных кормов необходимо регулирование вопросов качества и безопасности конечного продукта не только на конечном этапе технологического цикла, а на протяжении всей цепочки операций,

включая процессы предварительной подготовки сырья. Требования к обеспечению птицеводства кормовыми ресурсами, отвечающими современным стандартам безопасности, сбалансированными по составу и удовлетворяющими физиологические потребности сельскохозяйственных птиц, отражены в Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 13.11.2018 г. №ПП – 4015 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию птицеводства» (*https://agrovesti.net/lib/tech/ poultry-tech/osnovy-kormleniya-ptitsy.html*) и 14.06.2021 г. №ПП – 5146 «О дополнительных мерах, направленных на развитие птицеводства и укрепление кормовой базы отрасли» (*https://lex.uz/docs/5457616*).

Таким образом, для обеспечения относительно высокой степени безопасности кормов контроль над их качеством необходимо осуществлять, начиная с выращивания сельскохозяйственных культур и заканчивая процессами хранения и правильного потребления.

На сегодняшний момент сроки хранения комбикормов устанавливаются производителями, руководствующимися ГОСТ 23462-2019: рассыпные корма - не более 30 дней с даты изготовления; кормовые смеси и концентраты - до 2 месяцев; корма в виде гранул и крупки — 3 месяца; премиксы — от 4 до 5 месяцев, в зависимости от содержания влаги в продукте; кормовые смеси, белково-витаминные смеси и добавки с антиоксидантами — от 3 до 6 месяцев [2, 3]. Комбикорм, в составе которого имеются антиоксиданты может храниться три месяца. В то же время необходимо создание специальных условий для хранения данного продукта без существенного изменения его свойств. Так, например, исключение доступа свежего воздуха приводит к размножению энтеропатогенных бактерий. Поэтому на сегодняшний момент существует задача повышения срока хранения комбикормов при сохранении их качества и питательной ценности [4].

Одним из наиболее перспективных способов снижения степени микробиологической обсемененности комбикормов в процессе хранения является использование биодобавок из лекарственных растений. Так, многие лекарственные растения обладают явно выраженными антимикробными свойствами благодаря наличию фенольных соединений, эфирных масел и других активных веществ. Эти компоненты могут подавлять рост патогенных микроорганизмов, таких как бактерии и грибы, что снижает риск порчи комбикормов. Отдельные растительные добавки могут предотвращать образование плесени в комбикормах, что особенно важно для сохранности корма и здоровья животных, так как плесневые грибы могут производить токсичные вещества. Биодобавки из лекарственных растений могут не только снижать микробиологическую обсемененность, но и улучшать питательную ценность комбикормов, способствуя лучшему усвоению питательных веществ животными. Некоторые растительные экстракты способны связывать и нейтрализовать токсины, которые могут присутствовать в кормах, что также влияет на безопасность и качество комбикормов. При этом, следует отметить, что эффективность биодобавок зависит от условий хранения комбикормов, таких как температура, влажность и упаковка. Правильные условия хранения в сочетании с использованием растительных добавок могут значительно снизить уровень микробиологической обсемененности [5].

Таким образом, использование биодобавок из лекарственных растений представляет собой перспективный подход для улучшения безопасности и качества комбикормов в процессе их хранения.

Целью данной работы является определение влияния биодобавок из лекарственного растительного сырья и их смеси на уровень патогенной микрофлоры в комбикормах в процессе хранения.

Объектами исследования являлись комбикорма для молодняка кур возрастом от 8 до 16 недель (цыплята) и кур – несушек возрастом от 43 недель включительно и выше, предназначенные для профилактики и лечения каннибализма**,** в состав которых включена смесь из каперсов колючих, крапивы двудомной и мяты перечной в соотношении 2:2:1

или 40:40:20%. Объектами сравнения – комбикорма, приготовленные по базовой рецептуре без исследуемых добавок.

Образцы комбикормов хранили при стандартной температуре в течение 60 суток при температуре 20 - 25 ^{o}C. Определяли общее микробное число (КОЕ/г) и патогенные микроорганизмы: бактерии Escherichia coli, салмонеллы и клостридии по Правилам бактериологического исследования кормов и ГОСТ ISO 7218 – 2015 «Общие требования и рекомендатции по микробиологическим исследованиям» через 0, 15, 30, 45 и 60 дней в 5 группах: контроль (без добавок), с каперсами, крапивой, мятой и с комбинatsией всех трёх исследуемых растений (композитная смесь) на соответствие требованиям Таможенного регламента Евразийского экономического союза «О безопасности кормов и кормовых добавок».

Посев производили на селективные среды: эндо (для *E. coli*), бисмут-сульфит агар (для *Salmonella*), анаэробные среды (для *Clostridium*) с последующим инкубированием. Использовали метод серийных разведений с подсчетом КОЕ/г с параллельным контролем условий хранения: влажности и температуры.

Результаты исследования представлены в таблицах 1 - 3 и на рисунке.

Рассмотрим возможные свойства компонентов смеси:

- *Каперсы колючие* (лат.*Capparis*s pinosa) - содержат фитохимические соединения с антимикробными свойствами, которые могут подавлять рост патогенных микроорганизмов. Содержат антиоксиданты, витамины и минералы, полезные для здоровья животных [6].
- *Крапива двудомная* (лат. *Urtica dioica*) используется также в качестве витаминной добавкой к основному patsiony кур, обладает антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, что может способствовать улучшению общего состояния корма и снижению микробной нагрузки [7].
- *Мята перечная* (лат.*Méntha piperíta*) может улучшать пищеварение, обладает антисептическими и антимикробными свойствами, что может препятствовать росту бактерий и грибов [8].

Таблица 1.

Состав и питательная ценность компонентов смеси

Компонент	Процент в смеси	Основные питательные вещества
Каперсы колючие	40	Антиоксиданты, витамины (A, C, K), минералы
Крапива двудомная	40	Белок, витамины (C, K), минералы (железо, кальций)
Мята перечная	20	Эфирные масла, витамины, антисептические свойства

Исходя из свойств компонентов смеси (табл.1) можно с большой вероятностью предположить, что композитная смесь из данного сырья в указанном соотношении может иметь интересные свойства и преимущества в составе комбикормов:

- *Улучшение здоровья животных*: благодаря содержанию витаминов и минералов.
- *Стимуляция пищеварения*: мята может способствовать лучшему усвоению питательных веществ.
- *Антиоксидантные свойства*: каперсы могут помочь снизить окислительный стресс.

Проведена серия экспериментов с комбикормами с добавлением исследуемого сырья и смеси и без неё по определению общего микробного числа (сокр. ОМЧ, в КОЕ/г) для оценки разницы в микробиологическом составе. Результаты представлены на рисунке 1.

Установлена чёткая корреляционная зависимость между наличием в составе комбикормов исследуемых добавок и их отсутствием на увеличение ОМЧ в процессе хранения продуктов. Так, при практически одинаковых значениях данного показателя в начале эксперимента, а именно $5{,}6\times10^{4}$ КОЕ/г, к концу эксперимента, а именно

установленного срока хранения для гранулированных комбикормов, значения ОМЧ увеличились в среднем в контроле в 3,2 раза, с каперсами, крапивой и мятой - в 1,3 раз, со смесью – в 1,2 раза и составило, соответственно, 7,5, 7,1, 7,3 и 6,5 $\times 10^4$ КОЕ/г.

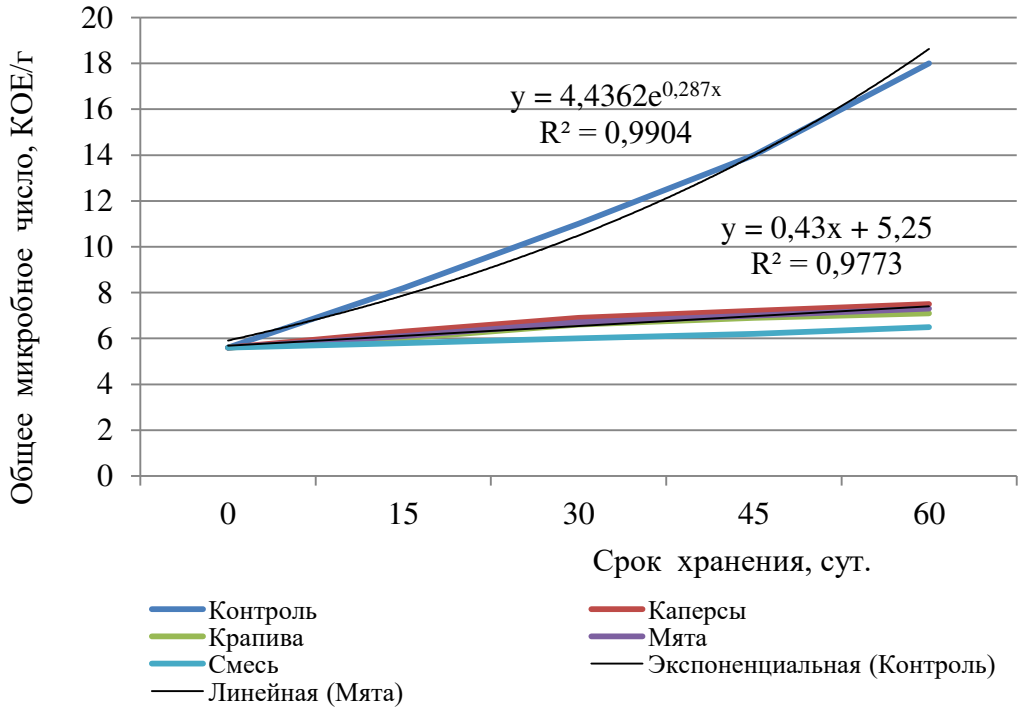


Рис.1. Влияние лекарственных растений и их смесей на интенсивность накопления биомассы микрофлоры (ОМЧ) в процессе хранения

Среди представленных образцов комбикормов наибольшая концентратция бактерий отмечена в контрольном варианте – 18,0 $\times 10^4$ КОЕ/г, что ниже допустимого уровня, установленного требованиям Таможенного регламента Евразийского экономического союза «О безопасности кормов и кормовых добавок», а именно 5,0 $\times 10^5$КОЕ/г.

Результаты анализа содержания патогенных бактерий (E. coli, Salmonella и Clostridium) в комбикормах с добавлением смеси из каперсов, крапивы и мяты (опыт) и без этой смеси (контроль) в процессе хранения, представлены в таблице 2, при этом срок хранения комбикормов увеличен до 90 суток (3 месяца).

Таблица 2

Бактериологическая характеристика комбикормов в процессе хранения

Срок хранения, сут	Группа комбикорма	E. coli в 1,0 г(КОЕ/г)	Salmonella в 25,0 г (КОЕ/г)	Clostridium (КОЕ/г
Допустимый уровень		1×10^3	Не допускается	1×10^3
0	Опыт	$2,5\times10^2$	0	$1,1\times10^2$
	Контроль	$2,3\times10^2$	0	$1,2\times10^2$
30	Опыт	$2,8\times10^2$	0	$1,3\times10^1$
	Контроль	$3,0\times10^2$	2	$1,5\times10^2$
60	Опыт	$3,2\times10^2$	0	$1,4\times10^1$
	Контроль	$4,6\times10^2$	5	$1,0\times10^3$
90	Опыт	$0,3\times10^3$	0	$1,5\times10^2$
	Без смеси	$1,1\times10^3$	10	$1,1\times10^4$

Установлено, что в отношении санитарно – показательных E. Coli и сальмонелл опытные образцы комбикормов были безопасны на протяжении всего срока хранения (90 суток), так как количество индикаторных микроорганизмов в них не превышало допустимые уровни, при этом контрольные образцы были безопасны до 60 суток хранения (установленный срок), затем количество патогенной микрофлоры превысило допустимый уровень, что опасно для здоровья птиц.

В комбикормах с добавлением смеси Salmonella не обнаружена на протяжении всего периода хранения, а в комбикормах без смеси количество данных патогенных бактерий увеличивалось с течением времени. Также в опытных комбикормах наблюдалось стабильное содержание Clostridium, в то время как в контрольных образцах количество данного вида бактерий также увеличивалось. Добавление биодобавок из исследуемых лекарственных растений в составе композитной смеси приводит к снижению микробной нагрузки и, как следствие, приводит к увеличению срока хранения комбикормов, особенно при неконтролируемом ухудшении его условий.

Однако, динамика развития микрофлоры, особенно патогенной, при хранении комбикормов может значительно измениться в зависимости от условий их хранения. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние условий хранения на общее микробное число в комбикормах

Условия хранения	Температура (°С)	Влажность (%)	ОМЧ, в КОЕ/г через			
			30 суток		60 суток	
			опыт	контроль	опыт	контроль
Нормальные	20 ± 1	50 ± 2	$1{,}1\times10^4$	$0{,}6\times10^5$	$1{,}4\times10^5$	$1{,}0\times10^6$
Повышенная влажность	20 ± 1	70 ± 5	$0{,}9\times10^5$	$0{,}8\times10^6$	$1{,}2\times10^6$	$1{,}1\times10^7$
Высокая температура	30 ± 1	50 ± 2	$1{,}2\times10^6$	$0{,}7\times10^7$	$1{,}3\times10^7$	$0{,}8\times10^8$

Исследовали показатели уровня токсикологической безопасности и микробиологической обсеменённости исследуемой смеси из каперсов, крапивы и мяты**.** Результаты исследования представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Показатели токсикологической безопасности травяных смесей

Показатель	Значение показателя, в *мг/кг*	
	По НД *, не более	*Смесь*
Токсичные элементы:		
Свинец	0,10	0,04
Мышьяк	0,30	0,18
Кадмий	0,10	0,04
Ртуть	0,02	Н/о**
Пестициды:		
Гексахлорциклогексан (α-, β- и γ- изомеры)	0,50	0,38
DDT и его метаболиты	0,05	0,007
Ртутоорганические пестициды	Не допуск.	Н/о
Вредные примеси и вредители:		
Горчак ползучий, вязель, софора и др.	Не допуск.	Н/о
Заражённость вредителями	Не допуск.	Н/о
Афлатоксин B_1	0,005	0,000

*Примечание: *НД – нормативный документ; ** Н/о – не обнаружено*

Установлено, что содержание тяжёлых токсичных металлов и пестицидов не превышало нормативные показатели, вредные примеси в исследуемой композитной смеси.

Хранение комбикорма в условиях повышенной влажности и температуры способствует активному развитию патогенной микрофлоры, что несёт угрозу животным и требует строгого микробиологического контроля. Использование биодобавок из лекарственного растительного сырья, обладающего антибактериальными и фунгицидными свойствами (натуральные консерванты), позволит снизить риск микробной контаминatsii продукта даже при неблагоприятных условиях хранения. Оптимальными являются следующие показатели микроклимата в складских помещениях: влажность не выше 70-75% и температура, не превышающая 25 ^{o}C.

Таблица 5

Показатели микробиологической обсеменённости исследуемого сырья

Показатель	Значение показателей	
	По НД, не более	*Смесь*
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10^4	$3{,}2\times10^3$
БГКП (колиформы), в 1 г	Не допуск.	Н/о
Сальмонеллы в 25 г	Не допуск.	Н/о
Дрожжи, КОЕ/г, не более	1×10^2	$0{,}4\times10^2$
Плесени, КОЕ/г, не более	1×10^2	$0{,}3\times10^2$
Listeria monocytogenes в 25 г	Не допуск.	Н/о

Анализ результатов исследования подтверждает соответствие исследуемых смесей из травяной муки, каперсов, крапивы и мяты, выращенных в Узбекистане, требованиям токсикологической и микробиологической безопасности согласно ГОСТ ISO 5526-2015 и СанПиН №0366-19.

Заключение. Результаты данного исследования могут дать важную информатцию о возможности использования растительных добавок для улучшения микробиологической безопасности комбикормов. Это может привести к более безопасным кормам для животных и, в конечном итоге, к повышению качества продукции животноводства. Использование смеси каперсов, крапивы и мяты обеспечивает наилучшую защиту от роста патогенной микрофлоры, снижая её почти в 3 раза по сравнению с контрольной группой. Это делает такие смеси

Список использованной литературы

1. Султанова М.Ж. Влияние условий хранения на качество кормов // М.Ж. Султанова, Х.А. Абдрахманов// Научно-образовательный журнал «StudNet». – 2020. - №7. - С.301-307.
2. Как долго можно хранить комбикорм. – URL:https://testslab.ru/stati/rezhimy-i-sroki-hraneniya-kombikormov/(дата обращения 12.04.2024 г.).
3. Голушко В.М. и др. Эффективность использования комбикормов с БВМД в кормлении поросят-отъёмышей // Зоотехническая наука Беларуси: Сб. науч. тр. – Мн., 1997. – Вып. 33. – С. 174-180
4. Голушко В.М. Новые рецепты ВМД в комбикормах для растущих и откармливаемых свиней/В.М. Голушко [и др.] // Институт животноводства Натциональной академии наук Беларусь. - 2003. – Том 38. – С. 147-156
5. Чернышёв А.Д. Исследование способов хранения комбикормов/ А.Д. Чернышёв, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк // Научный журнал КубГАУ. – 2021. - №170(06). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-sposobov-hraneniya-kombikormov/viewer (дата обращения 12.04.2024 г.).
6. Эшанкулова Н.Т. Каперс (Capparis spinosa) термоксерофит - перспективное растения для создания биологических продуктов питания и фармацевтики/ Н.Т.Эшанкулова,

З.Р.Ахмедова //Биоразнообразие, сохранение и ратциональное использование генефонда растений и животных. – Ташкент, 2014. - С. 207-209.
7. Балагозян Э.А. Перспективы использования препаратов на основе корневищ с корнями крапивы двудомной/Э.А. Балагозян [и др.]// Фарматция и фармакология. – 2015. - №3 (6(13)). – С.16-19. - URL: https://doi.org/10.19163/2307-9266-2015-3-6(13)-16-19.
8. Райкова С.В. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (Mentha piperita L.) / С.В. Райкова, А.Г. Голиков, Г.М. Шуб [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. -2011. -Т.7. - № 4. - С. 787–790.

UDK 664.34:621.365

GILOS DANAGIDAN MOY OLISH JARAYONINI ULTRATOVUSHLI MAYDONIDA JADALLASHTIRISH

Sharipov N.Z., Qo‘ldosheva F.S.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda gilos danagi mag‘zidan sovuq presslash usulida moy olish jarayonini ultratovushli maydonida issiqlik-namlik ishlov berish yordamida jadallashtirish o‘rganildi. Tadqiqotlar to‘liq faktorli eksperiment (TFE) 2^3 rejasiga muvofiq olib borildi. Omillar sifatida ultratovush ta’sir vaqti (8-12 daqiqa), ultratovush chastotasi (20-40 kHz) va zarracha o‘lchami (1-3 mm) tanlandi. Tajriba natijalari regressiya tahlili orqali qayta ishlanib, ahamiyatli koeffitsientlar aniqlangan holda yakuniy matematik model tuzildi. Model adekvatligi Fisher mezoni yordamida tasdiqlandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, eng yuqori moy chiqishi (15.83%) 12 daqiqa ta’sir vaqti, 40 kHz chastota va 1 mm zarracha o‘lchamida kuzatildi. Ushbu yondashuv moy olish samaradorligini oshirishi, energiya sarfini kamaytirishi va jarayon tezligini orttirishi mumkin.*

Kalit so‘zlar: *gilos danagi, ultratovushli maydon, akustik kavitatsiya, moy chiqishi, regressiya tahlili, faktorli eksperiment, sonokimyoviy ta’sir.*

ИНТЕНСИФИКАТЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МАСЛА ИЗ ЯДРА КОСТОЧЕК ВИШНИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

Шарипов Н.З., Кулдошева Ф.С.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотатция. *В данном исследовании изучено интенсифицирование процесса получения масла из ядра косточек вишни методом холодного прессования с применением обработки в ультразвуковом поле с одновременным тепловлажностным воздействием. Эксперименты проводились по плану полного факторного эксперимента (ПФЭ) 2^3. В качестве факторов выбраны: время воздействия ультразвука (8-12 мин), частота ультразвука (20-40 кГц) и размер частиц (1-3 мм). Результаты экспериментов обработаны методом регрессионного анализа, выявлены значимые коэффициенты и построена окончательная математическая модель. Адекватность модели подтверждена критерием Фишера. Установлено, что наибольший выход масла (15,83%) наблюдается при времени воздействия 12 мин, частоте 40 кГц и размере частиц 1 мм. Такой подход повышает эффективность извлечения масла, снижает энергозатраты и ускоряет процесс.*

Ключевые слова: *косточки вишни, ультразвуковое поле, акустическая кавитатция, выход масла, регрессионный анализ, план факторного эксперимента, сонохимическое воздействие.*

INTENSIFICATION OF CHERRY KERNEL OIL EXTRACTION PROCESS IN AN ULTRASONIC FIELD

Sharipov N.Z., Kuldosheva F.S.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This study investigates the intensification of cherry kernel oil extraction by cold pressing with the application of ultrasonic field combined with heat-moisture treatment. Experiments were carried out according to a full factorial experiment (FFE) 2^3 design. The factors considered were ultrasonic exposure time (8-12 min), ultrasonic frequency (20-40 kHz), and particle size (1-3 mm). The experimental results were processed using regression analysis, significant coefficients were identified, and the final mathematical model was developed. The model's adequacy was confirmed using the Fisher criterion. The highest oil yield (15.83%) was achieved at 12 minutes exposure time, 40 kHz frequency, and 1 mm particle size. This approach increases oil extraction efficiency, reduces energy consumption, and accelerates the process.*

Keywords: *cherry kernel, ultrasonic field, acoustic cavitation, oil yield, regression analysis, factorial experiment, sonochemical effect.*

***K*irish.** Gilos danagi mag‘zi qimmatli biologik faol moddalar manbai bo‘lib, uning tarkibida odatda 18-20% yog‘, 14-20% oqsil va ko‘plab biologik faol birikmalar mavjud [1]. Ushbu xom ashyodan yog‘ olishning an’anaviy usullari past samaradorlik ko‘rsatishi va energiya sarfi yuqoriligi muammolari mavjud [2].

Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida ultratovushli maydondan foydalanish innovatsion yo‘nalish sifatida rivojlanmoqda [3]. Ultratovushli ta’sir akustik kavitatsiya hodisasi orqali hujayra membranalarida mikroskopik pufakchalar hosil qiladi, ular portlash natijasida yuqori bosim va harorat vujudga keladi. Bu jarayon hujayra strukturasini samarali buzadi va moy molekulalarining chiqishini tezlashtiradi [4].

Ultratovushli ekstraktsiya jarayonida 20-40 kHz chastota diapazonida ishlovchi to‘lqinlar hujayra ichidagi lipidlarni mexanik ta’sir orqali ajratishga yordam beradi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ultratovushli texnologiyalar nafaqat moy ajratish samaradorligini 25-30% ga oshiradi, balki mahsulot sifatini ham sezilarli yaxshilaydi [5-7].

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Gilos danagi mag‘zidan sovuq presslash usulida moy olish jarayonini tajriba o‘tkazish maqsadida respublikamiz hududida yetishtirilgan “Guliston” navidagi gilos danaklari ishlatildi. Gilos mevasini qayta ishlash korxonalaridan chiqgan gilos mevasi danaklari 60°C haroratda 24 soat davomida quritildi, so‘ngra mexanik usulda mag‘zlar ajratildi [8].

Gilos danagidan moy olish jarayonini jadallashtirish uchun omillarning ta’sirini o‘rganish, TFE (to‘liq faktorli eksperiment) 2^3 eksperimentlar rejasiga muvofiq o‘tkazildi va har bir eksperiment uch marta takrorlandi. Gilos danagidan moy olish jarayoniga ta’sir etuvchi omillar sifatida quyidagilar tanlangan:

Omillar:

- z_1 - ultratovush ta’sir vaqti (min), $z_1^- = 8$, $z_1^+ = 12$
- z_2 - ultratovush chastotasi (kHz), $z_2^- = 20$, $z_2^+ = 40$
- z_3 - maydalangan gilos danagi mag‘zi o‘lchami (mm), $z_3^- = 1$, $z_3^+ = 3$

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Omillarning barcha o‘zaro ta’sirini hisobga olgan holda regressiya tenglamasini tuzish, olingan modelning adekvatligini tekshirish va uning talqinini qilish talab qilinadi.

1-jadval. Dastlabki TFE 2^3 rejalashtirish matritsasi

Eksperiment №	z_1 (ta’sir vaqti, min)	z_2 (chastota, kHz)	z_3 (mag‘z o‘lchami, mm)	y_1 (%)	y_2 (%)	y_3 (%)	o‘rtacha y (%)
1	8	20	3	11.2	11.5	11.0	11.23
2	12	20	3	12.1	12.4	11.9	12.13
3	8	40	3	12.8	13.1	12.6	12.83
4	12	40	3	13.5	13.8	13.3	13.53
5	8	20	1	13.8	14.1	13.6	13.83
6	12	20	1	14.5	14.8	14.3	14.53
7	8	40	1	14.9	15.2	14.7	14.93
8	12	40	1	15.7	16.0	15.8	15.83

Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, eng ko‘p miqdorda moy chiqishi: 8-tajribada ta’sir vaqti = 12 min, chastota = 40 kHz, mag‘z o‘lchami = 1 mm, moy chiqishi (y) = 15.83%. Bu holatda ta’sir vaqti maksimal, chastota yuqori, zarracha esa mayda bo‘lgan. Eng kam moy chiqishi: 1-eksperiment ta’sir vaqti = 8 min, chastota = 20 kHz, mag‘z o‘lchami = 3 mm. Moy chiqishi (y) = 11.23%

2-jadval. Omillarni kodlash

Omillar	yuqori daraja $z_{(i}^{+}$	quyi daraja $z_{(i}^{-}$	markazi $z_{(i}^{0}$	o‘zgarish chegarasi λ_i	kodlangan o‘zgaruvchilarni haqiqiydan bog‘liqligi
z_1 - Ta’sir vaqti (min)	12	8	10	2	$x_1 = (z_1 - 10)/2$
z_2 - Chastota (kHz)	40	20	30	10	$x_2 = (z_2 - 30)/10$
z_3 - Mag‘z o‘lchami (mm)	3	1	2	1	$x_3 = (z_3 - 2)/1$

3-jadval. Natijalarni qayta ishlash uchun rejalashtirish matritsasi

eksperiment №	omillar			o‘zaro ta’sir				tajribalar natijalari			o‘rtacha natijalar
	x_1	x_2	x_3	$\bar{y}_j$	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	y_1	y_2	y_3	$\bar{y}_j$
1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	11.2	11.5	11.0	11.23
2	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	12.1	12.4	11.9	12.13
3	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	12.8	13.1	12.6	12.83
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	13.5	13.8	13.3	13.53
5	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	13.8	14.1	13.6	13.83
6	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	14.5	14.8	14.3	14.53
7	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	14.9	15.2	14.7	14.93
8	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	15.7	16.0	15.8	15.83

Regressiya tenglamasining koeffitsientlarini hisobi. Koeffitsientlarni quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

$\mathbf{b_0} = (1/8)\cdot(11.23 + 12.13 + 12.83 + 13.53 + 13.83 + 14.53 + 14.93 + 15.83) = 108.84/8 = \mathbf{13.605}$

$\mathbf{b_1} = (1/8)\cdot[(-1)\cdot(11.23) + (+1)\cdot(12.13) + (-1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (-1)\cdot(13.83) + (+1)\cdot(14.53) + (-1)\cdot(14.93) + (+1)\cdot(15.83)] = 3.33/8 = \mathbf{0.416}$

$\mathbf{b_2} = (1/8)\cdot[(-1)\cdot(11.23) + (-1)\cdot(12.13) + (+1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (-1)\cdot(13.83) + (-1)\cdot(14.53) + (+1)\cdot(14.93) + (+1)\cdot(15.83)] = 5.40/8 = \mathbf{0.675}$

$\mathbf{b_3} = (1/8)\cdot[(+1)\cdot(11.23) + (+1)\cdot(12.13) + (+1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (-1)\cdot(13.83) + (-1)\cdot(14.53) + (-1)\cdot(14.93) + (-1)\cdot(15.83)] = (-8.40)/8 = \mathbf{-1.05}$

$\mathbf{b_{12}} = (1/8)\cdot[(+1)\cdot(11.23) + (-1)\cdot(12.13) + (-1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (+1)\cdot(13.83) + (-1)\cdot(14.53) + (-1)\cdot(14.93) + (+1)\cdot(15.83)] = (-0.00)/8 = \mathbf{0.000}$

$\mathbf{b_{13}} = (1/8)\cdot[(-1)\cdot(11.23) + (+1)\cdot(12.13) + (-1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (+1)\cdot(13.83) + (-1)\cdot(14.53) + (+1)\cdot(14.93) + (-1)\cdot(15.83)] = (-0.00)/8 = \mathbf{0.000}$

$\mathbf{b_{23}} = (1/8)\cdot[(-1)\cdot(11.23) + (-1)\cdot(12.13) + (+1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (+1)\cdot(13.83) + (+1)\cdot(14.53) + (-1)\cdot(14.93) + (-1)\cdot(15.83)] = 1.60/8 = \mathbf{0.200}$

$\mathbf{b_{123}} = (1/8)\cdot[(+1)\cdot(11.23) + (-1)\cdot(12.13) + (-1)\cdot(12.83) + (+1)\cdot(13.53) + (-1)\cdot(13.83) + (+1)\cdot(14.53) + (+1)\cdot(14.93) + (-1)\cdot(15.83)] = 0.60/8 = \mathbf{0.075}$

Regressiya tenglamasi to‘liq shaklda:

$\mathbf{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$

$\mathbf{y} = 13.605 + 0.416x_1 + 0.675x_2 - 1.05x_3 + 0.000x_1x_2 + 0.000x_1x_3 + 0.200x_2x_3 + 0.075x_1x_2x_3$

4-jadval. Tanlangan dispersiyalarning hisobi

j	$\mathbf{y_{j1}}$	$\mathbf{y_{j2}}$	$\mathbf{y_{j3}}$	$\bar{\mathbf{y}}_\mathbf{j}$	$\mathbf{(y_{j1}-\bar{y}_j)^2}$	$\mathbf{(y_{j2}-\bar{y}_j)^2}$	$\mathbf{(y_{j3}-\bar{y}_j)^2}$	$\mathbf{S^2_j}$
1	11.2	11.5	11.0	11.23	0.0005	0.0729	0.0529	0.0422
2	12.1	12.4	11.9	12.13	0.0009	0.0729	0.0529	0.0422
3	12.8	13.1	12.6	12.83	0.0009	0.0729	0.0529	0.0422
4	13.5	13.8	13.3	13.53	0.0009	0.0729	0.0529	0.0422
5	13.8	14.1	13.6	13.83	0.0009	0.0729	0.0529	0.0422
6	14.5	14.8	14.3	14.53	0.0009	0.0729	0.0529	0.0422

7	14.9	15.2	14.7	14.93	0.0009	0.0729	0.0529	0.0422
8	15.7	16.0	15.8	15.83	0.0169	0.0289	0.0009	0.0156

$$\sum S^2_j = 0.2952; \qquad S_y^2 = \left(\frac{1}{8}\right) \cdot 0.2952 = 0.0369$$

$$S_{koef} = \sqrt{\frac{S_y^2}{n \cdot m}} = \sqrt{\frac{0.0369}{8 \cdot 3}} = 0.0393$$

Student taqsimlash jadvallaridan α = 0.05, f = 16 bo‘yicha t_kr = 2.12

$$t_{kr} \cdot S_{koef} = 2.12 \cdot 0.0393 = 0.0833$$

5-jadval. Koeffitsient qiymat ahamiyatliligi

koeffitsient	qiymat	ahamiyatlilik holati
b_0	13.605	> 0.0833 - ahamiyatli
b_1	0.416	ahamiyatli
b_2	0.675	ahamiyatli
b_3	-1.05	ahamiyatli
b_{12}	0.000	*ahamiyatsiz*
b_{13}	0.000	*ahamiyatsiz*
b_{23}	0.200	ahamiyatli
b_{123}	0.075	*ahamiyatsiz*

Natijada yakuniy regressiya tenglamasi:

$$y = 13.605 + 0.416x_1 + 0.675x_2 - 1.05x_3 + 0.200x_2x_3$$

Fisher mezoni bo‘yicha adekvatlik tekshiruvi. Qoldiq dispersiyasi hisobi:

$$S^2_{qol} = \left(\frac{m}{n-r}\right) \sum (\tilde{y_j} - \bar{y_j})^2 = \left(\frac{3}{8-5}\right) \cdot 0.0001 = 0.0001$$

$$F_{his} = \frac{S^2_{qol}}{S^2_y} = \frac{0.0001}{0.0369} = 0.0027$$

F_{jad} = 3.24 (α = 0.05, k_1 = 3, k_2 = 16)

F_{his} = 0.0027 < F_{jad} = 3.24 bo‘lgani uchun model adekvat.

Natural o‘zgaruvchilardagi tenglama. Regressiya tenglamasini natural o‘zgaruvchilarda yozish uchun x_i o‘rniga ularning ifodalarini z_i bilan almashtiriladi [9]:

$$y = 8.325 + 0.208z_1 + 0.0675z_2 - 1.05z_3 + 0.002(z_2-30)(z_3-2)$$

Xulosa. Chuqur tajriba va matematik tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, ultratovushli maydonida gilos danagi mag‘zidan moy olish jarayoni sezilarli darajada jadallashtirilishi mumkin. Eng yuqori moy chiqishi 15.83% bo‘lib, bu 12 daqiqa ta’sir vaqti, 40 kHz chastota va 1 mm zarracha o‘lchamida erishildi.

Regressiya tahlili orqali ahamiyatli omillar va ularning o‘zaro ta’siri aniqlandi. Model adekvatligi Fisher mezoni orqali ishonchli tarzda tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari ultratovushli ta’sir vaqtining va chastotasining moy chiqishiga ijobiy ta’sirini ko‘rsatdi.

Ultratovushli maydonida 20-40 kHz chastotada ishlov berish natijasida moy miqdorini 16% gacha yetkazish mumkin. Akustik kavitatsiya hodisasi hujayra membranalari buzilishini kuchaytiradi va lipidlarning ajralib chiqishini tezlashtiradi. Ushbu usul sanoat sharoitida keng joriy etish uchun texnik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Demirbas, A. Biodiesel from kernel oil of sweet cherry (Prunus avium L.) seed // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. – 2016. – T. 38, № 17. – B. 2503–2509.

2. Benito-Román, O., García-Santos, D., Sanz, M. T., Melgosa, R. Isolation of Cherry Seed Oil Using Conventional Techniques and Supercritical Fluid Extraction // Foods.–2023.– T. 12, № 1.
3. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., Abert-Vian, M. Ultrasound assisted extraction of food and natural products // Ultrasonics Sonochemistry. – 2017. – T. 34. – B. 540-560.
4. Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., Bates, D. Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2008. – T. 9. – B. 161-169.
5. Tiwari, B. K. Ultrasound: A clean, green extraction technology // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2015. – T. 71. – B. 100-109.
6. Mason, T. J., Lorimer, J. P. Applied Sonochemistry: The Uses of Power Ultrasound in Chemistry and Processing. – Wiley-VCH, 2002. – 303 p.
7. Ashokkumar, M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing // Ultrasonics Sonochemistry. – 2015. – T. 25. – B. 17-23.
8. Sharipov N. Z., Gafurov K. X. The theoretical Basis of soybean cutting process and knife selection // Middle European scientific bulletin Journal. – 2022. – T. 29. – №. 10. – C. 65.
9. Sharipov N. Z., Kuldosheva F. S., Jumaev J. Research of the Effect of Factors on the Process of Separation of Shadow Seeds from the Peel // Eurasian Research Bulletin. – 2022. – T. 7. – C. 86.

QOVOQ MAG‘ZINI QURITISH JARAYONINI ULTRATOVUSH TA’SIRIDA JADALLASHTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI

Kuliyeva N.G‘., Sharipov N.Z.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada O‘zbekistonda keng yetishtiriladigan qovoq mag‘zini ultratovush texnologiyasi yordamida quritish jarayonining nazariy asoslari o‘rganilgan. Tadqiqot doirasida qovoq mag‘zining morfologik va fizik-kimyoviy xususiyatlari tahlil qilinib, ultratovush to‘lqinlarining kavitatsiya, rezonans va ossillyatsiya mexanizmlari orqali ta’sir etish usullari ilmiy asoslangan. Matematik modellashtirish natijalarida 25 kHz chastotali ultratovushning 6 sm chuqurlikkacha ta’sir etishi, optimal qatlam qalinligining 3-5 mm, tarqatgich va mahsulot orasidagi masofaning 3 sm bo‘lishi aniqlangan.*

Kalit so‘zlar: *qovoq mag‘zi, ultratovush texnologiyasi, quritish jarayoni, kavitatsiya, massa almashinish, diffuziya koeffitsienti, energiya samaradorligi, matematik modellashtirish*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕНСИФИКАТЦИИ СУШКИ ТЫКВЕННОЙ МЯКОТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Кулиева Н.Г., Шарипов Н.З.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотатция. *В данной статье исследованы теоретические основы процесса сушки тыквенной мякоти с использованием ультразвуковой технологии, широко выращиваемой в Узбекистане. В рамках исследования проанализированы морфологические и физико-химические свойства тыквенной мякоти, научно обоснованы механизмы воздействия ультразвуковых волн через кавитатsiю, резонанс и осцилляцию. Результаты математического моделирования показали, что ультразвук частотой 25 кГц воздействует на глубину до 6 см, оптимальная толщина слоя 3-5 мм, расстояние между излучателем и продуктом должно быть 3 см.*

Ключевые слова: *тыквенная мякоть, ультразвуковая технология, процесс сушки, кавитатция, массообмен, коэффициент диффузии, энергетическая эффективность, математическое моделирование*

THEORETICAL FOUNDATIONS OF ULTRASOUND-ASSISTED ACCELERATION OF PUMPKIN PULP DRYING PROCESS

Kuliyeva N.G., Sharipov N.Z.

Bukhara state technical university.

Annotation. *This article investigates the theoretical foundations of the drying process of pumpkin pulp using ultrasound technology, which is widely cultivated in Uzbekistan. Within the scope of the research, the morphological and physicochemical properties of pumpkin pulp were analyzed, and the mechanisms of ultrasonic wave action through cavitation, resonance, and oscillation were scientifically substantiated. Mathematical modeling results showed that ultrasound at 25 kHz frequency affects depths up to 6 cm, with optimal layer thickness of 3-5 mm and distance between transducer and product being 3 cm.*

Keywords: *pumpkin pulp, ultrasound technology, drying process, cavitation, mass transfer, diffusion coefficient, energy efficiency, mathematical modeling*

Kirish. Hozirgi vaqtda oziq-ovqat sanoatining rivojlanishi, ayniqsa mahalliy xomashyo bazasini samarali ishlatish va eksport salohiyatini oshirish, ko‘plab mamlakatlarda ustuvor yo‘nalish hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasida ham qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini chuqur qayta ishlash, sifatli va raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarish masalalari davlat siyosatining muhim qismini tashkil etadi. Ushbu kontekstda mahalliy xomashyo asosida qo‘shimcha qiymatli mahsulotlar olish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va energiya tejamkor usullarni ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etmoqda.

Qovoq (Cucurbita pepo L.) O‘zbekistonning iqlim-geografik sharoitlariga yaxshi moslashgan, yuqori hosildor va ko‘p maqsadli ekin hisoblanadi. Mamlakat hududida har yili o‘rtacha 180-220 ming tonna qovoq yetishtiriladi, bunda asosiy ishlab chiqarish hududlari Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo va Farg‘ona viloyatlarida joylashgan. Davlat statistika qo‘mitasi ma’lumotlariga ko‘ra, 2023-yilda respublika bo‘yicha 200 ming tonnaga yaqin qovoq yetishtirilgan bo‘lib, undagi asosiy qism ichki bozorda to‘g‘ridan-to‘g‘ri iste’mol qilinadi, qolgani esa qayta ishlash va eksport uchun mo‘ljallanadi.

Qovoq mag‘zi nafaqat oziq-ovqat mahsuloti sifatida, balki farmatsevtika va kosmetika sanoatida ham keng qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan noyob xomashyo manbai hisoblanadi. Uning tarkibidagi β-karotin (3-4.5 mg/100g), S vitamini (8-15 mg/100g), kaliy (190-220 mg/100g) va boshqa biologik faol moddalar mahsulotga yuqori ozuqaviy va shifobaxsh qiymat beradi. Shu bilan birga, qovoq mag‘zining yuqori namlik miqdori (88-92%) va nozik to‘qima tuzilishi uni saqlash va qayta ishlashda qiyinchiliklar tug‘diradi.

An’anaviy quritish usullari, jumladan konvektiv quritish, infraqizil nurlanish va mikroto‘lqinli quritish kabi texnologiyalar qovoq mag‘zi uchun qo‘llanilganda qator kamchiliklarni namoyon etadi. Yuqori harorat (60-80°C) ta’sirida mahsulotdagi termolabil vitaminlar, ayniqsa S vitamini va karotinoidlar parchalanadi. Uzoq davomiylik (6-12 soat) energiya sarfini oshiradi va ishlab chiqarish samaradorligini pasaytiradi. Shuningdek, noto‘g‘ri quritish rejimi mahsulotda mikrobiologik buzilishlar, rangi va ta’mning o‘zgarishi, hamda ozuqaviy qiymatning yo‘qolishiga olib kelishi mumkin.

Zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalarida ultratovush energiyasidan foydalanish eng istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Ultratovush to‘lqinlari (20-100 kHz) oziq-ovqat mahsulotlarida kavitatsiya, rezonans va ossillyatsiya mexanizmlari orqali ta’sir etib, quritish jarayonini sezilarli darajada jadallashtirishga imkon beradi. Xususan, 20-40 kHz diapazondagi ultratovush chastotalari qovoq mag‘zi kabi yumshoq to‘qimali mahsulotlarda eng samarali ta’sir ko‘rsatishi ilmiy tadqiqotlar orqali isbotlangan.

Jahon amaliyotida ultratovush texnologiyasining oziq-ovqat sanoatida qo‘llanilishi 1990-yillardan boshlab rivojlana boshlagan. AQSh, Yaponiya, Germaniya va Fransiya kabi ilg‘or mamlakatlarda meva-sabzavot mahsulotlarini quritishda ultratovush energiyasining samaradorligi tasdiqlangan. Xususan, pomidor, olma, nok, banan va boshqa mahsulotlar uchun ultratovush yordamida quritish vaqtini 30-50% qisqartirish, energiya sarfini 25-40% kamaytirish va mahsulot sifatini sezilarli darajada yaxshilash natijalariga erishilgan.

Ultratovush energiyasining asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: past haroratda (35-45°C) samarali quritish imkoniyati, quritish vaqtining qisqarishi, mahsulotdagi ozuqaviy va

organoleptik xususiyatlarning saqlanishi, energiya tejamkorligi va ekologik xavfsizlik. Shu bilan birga, har bir mahsulot turi uchun optimal ultratovush parametrlarini (chastota, intensivlik, ta’sir vaqti) aniqlash va tegishli matematik modellarni ishlab chiqish zarur.

O‘zbekiston sharoitida ultratovush texnologiyasini joriy etish istiqbollari katta ahamiyatga ega. Mamlakatda oziq-ovqat sanoatini modernizatsiya qilish, energiya tejamkor texnologiyalarni keng joriy etish va mahsulot sifatini oshirish masalalari davlat dasturlarida ustuvor yo‘nalishlar sifatida belgilangan. Ushbu kontekstda qovoq mag‘zini ultratovush yordamida qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi kunga qadar qovoq mag‘zini ultratovush ta’sirida quritish bo‘yicha kompleks tadqiqotlar olib borilmagan. Mavjud ilmiy ishlar asosan boshqa meva-sabzavot mahsulotlari bilan cheklangan bo‘lib, qovoq mag‘zining o‘ziga xos fizik-kimyoviy xususiyatlari, ultratovush to‘lqinlari bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlari va optimal texnologik parametrlar yetarlicha o‘rganilmagan. Shu sababli, ushbu yo‘nalishdagi nazariy va eksperimental tadqiqotlar alohida dolzarblik kasb etadi.

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Hozirgi vaqtda O‘zbekiston oziq-ovqat sanoatida qovoq mag‘zini saqlash va qayta ishlashda quyidagi asosiy muammolar mavjud:

Texnologik muammolar. An’anaviy quritish usullarining past samaradorligi, yuqori energiya sarfi va mahsulot sifatining pasayishi. Konvektiv quritishda 65-80°C harorat va 8-12 soatlik davomiylik talab etiladi, bu esa vitaminlar va biologik faol moddalarning 40-60% gacha yo‘qolishiga olib keladi.

Iqtisodiy muammolar. Yuqori energiya sarfi (1 kg quritilgan mahsulot uchun 12-15 kVt·soat), kam mahsuldorlik va ishlab chiqarish xarajatlarining yuqoriligi. Bu esa raqobatbardosh narxlarda sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatlarini cheklaydi.

Sifat muammolari. Quritilgan qovoq mag‘zida rangi to‘q, ta’mi achchiq va ozuqaviy qiymati past mahsulotlar hosil bo‘lishi. Noto‘g‘ri quritish rejimida mahsulotda mold va zamburug‘lar rivojlanishi xavfi mavjud.

Ekologik muammolar. An’anaviy quritish jarayonida ko‘p miqdorda energiya sarflash va atmosferaga zararli emissiyalar chiqarish ekologik jihatdan salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Ushbu muammolarni hal etish maqsadida qovoq mag‘zini ultratovush energiyasi yordamida quritish texnologiyasini ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi. Bunday texnologiya nafaqat yuqorida sanab o‘tilgan muammolarni hal etadi, balki O‘zbekiston oziq-ovqat sanoatiga innovatsion yondashuv olib keladi va eksport salohiyatini oshiradi.

O‘zbekistonda keng tarqalgan qovoq navlarining o‘rtacha massasi 3 - 8 kg atrofida bo‘ladi. Morfologik tarkibiy qismlar nisbati taxminan quyidagicha: Tashqi po‘st (qattiq parda) - 8 - 12%, Mag‘z (go‘sht)li qismi (gidratlangan to‘qima) - 80 - 87%, Urug‘lar - 3 - 5% (nav va yetilish darajasiga qarab). Qovoq mevasi ellipsoid yoki yarim - assimmetrik sharsimon shaklda bo‘lib, uzunligi 20 - 45 sm, diametri 15 - 30 sm, po‘stining qalinligi esa 0.5 - 1.5 sm atrofida. Meva go‘shtining rangi ko‘k, sabz, sariq va qizg‘ish tuslarda bo‘lishi mumkin. Uning zichligi va to‘qimaviy strukturasi quritish jarayonida muhim texnologik omillardan hisoblanadi.

Qovoq mevasida β - karotin, S vitamini, Ye vitamini va tabiiy antioksidantlar miqdori juda yuqori bo‘lib, uni shifobaxsh sabzavotlar qatoriga qo‘shadi. Xususan, β - karotin miqdori 3 - 4 mg/100 g gacha yetadi, bu esa uni ko‘z va teri salomatligi uchun qimmatli manbaga aylantiradi.

Qovoq mevasi to‘qimasi yumshoq, suvli va oson parchalanuvchan bo‘lib, bu uni quritish jarayonidagi massa almashinish o‘zgarishlariga sezgir qiladi. Shundan kelib chiqib, quritish jarayonida past harorat va tez jadallik ta’minlovchi texnologiyalar, jumladan ultratovush energiyasiga asoslangan usullar alohida ahamiyatga ega.

Ultratovush to‘lqinlarining qovoq mag‘zida ta’sir mexanizmi. Ultratovush to‘lqinlari qovoq mag‘zi kabi yumshoq, namli va biologik faol moddalarda samarali ishlashini kafolalaydigan uch asosiy jarayon orqali amalga oshadi:

Kavitatsiya (Cavitation). To‘lqin passaj bosimida mikro-pufakchalar paydo bo‘lib, ular keyingi bosimda yorilib ketadi. Bu protses natijasida hujayra devorlari mikro-shikastlanib, namlik oson chiqadi.

Rezonans (Resonance). Agar ultratovush chastotasi qovoq mag‘zining ichki tabiiy tebranish chastotasiga tog‘ri kelsa, energiya sorilishi oshadi. To‘qima ichida tebranish kuchayadi, to‘lqin singishi chuqurlashadi.

Ossillyatsiya (Oscillation). To‘lqinlar yuqori chastotali tebranishlar orqali qovoq mag‘zida mikroossillyatsiya yuzaga keltiradi. Bu hujayra membranasini buzib, namlik chiqishini osonlashtiradi.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Ultratovushni qovoq mag‘ziga ta’sirini fizik hisolashlari usul bilan quritish qurilmasini optimal o‘lchamlari hisoblash mumkin

To‘lqin uzunligi ultratovushning qovoq mag‘zidagi tarqalish chuqurligini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Bu yerda: λ - to‘lqin uzunligi (m); v - qovoq mag‘zida to‘lqin tezligi (m/s);

f - ultratovush chastotasi (Gs); f = 25,000 Gs (25 kGs) mavjud tadqiotlar asosida aniqlandi. Mag‘zdagi to‘lqin tezligi $v = 1500$ m/s bo‘lsa:

$$\lambda = \frac{1500}{25000} = 0.06 \text{ m} = 6 \text{ sm}$$

Bundan ko‘rinib turibtiki optimal sharoitda ushbu chastotada maksimal 6 sm gacha kirib boradi.

Shu qiymatdagi ultratovush intensivligini quydagi formula bilan topiladi.

Intensivlik - to‘lqinning energiya zichligini sharhlaydi.

$$I = \frac{P}{S}$$

Bu yerda: I - intensivlik (Vt/m²); P - tarqatgich quvvati (Vt); S - ta’sir yuzasi (m²)

Tarqatgich 40 Vt quvvatda, ta’sir yuzasi 0.002 m² bo‘lsa:

$$I = \frac{40}{0.002} = 20{,}000 \text{ Vt/m}^2$$

Namlik Fikning birinchi qonuniga asosan:

$$J = -D\frac{dC}{dx}$$

Bu yerda: J - namlik chiqish tezligi (kg/(m²·s)); D - namlikning diffuziya koeffitsienti (m²/s); $\frac{dC}{dx}$ - konsentratsiya gradienti (kg/m³·m)

$D = 10^{-9}$ m²/s, gradient $dC/dx = 1$ kg/m³·m bo‘lsa:

$$J = -10^{-9} \times 1 = -1 \times 10^{-9} \text{ kg/(m}^2\cdot\text{s)}$$

Ultratovush to‘lqini samarali ta’sir ko‘rsatishi uchun mahsulot qalinligi o‘rtacha 4 - 6 sm (40 - 60 mm) gacha bo‘lishi mumkin. Ilmiy va amaliy natijalarga ko‘ra quritish samaradorligi uchun 4 mm qalinlikda yuqori natijalar qayd etilgan.

Qovoq mag‘zi va ultratovush tarqatgich orasidagi masofani aniqlash uchun asosiy formula — to‘lqin uzunligining yarmining butun songa ko‘paytmasidir:

$$d = n\frac{\lambda}{2}$$

bu yerda: d - tarqatgich va mag‘z o‘rtasidagi masofa (m); λ - to‘lqin uzunligi (m); v - mag‘zdagi to‘lqin tezligi (m/s); f - ultratovush chastotasi (Gs); n - butun son (1, 2, 3...).

Bu tarqalishda energiya maksimalari yoki fazali munosabatlarga muvofiq tanlanadigan butun soni bo‘lib, u tarqatgich va mag‘z orasidagi masofa optimal natija berishini ta’minlash uchun tarkiblanadi

v = 1500 , m/s , f = 25,000 , Gs va n=1 bo‘lsa:

$$\lambda = \frac{1500}{25000} = 0.06\ m$$

shuning uchun:

$$d = 1 \times \frac{0.06}{2} = 0.03\ m = 3\ sm$$

Demak, qovoq mag‘zi va tarqatgich orasidagi aniq masofa, birinchi energiya maksimumini ta’minlash uchun **3 sm** bo‘lishi kerak. Bu ultratovush energiyasining mahsulot ichiga samarali kirishini ta’minlaydi.

Mahsulot qatlami qalinligi quritish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Qalinlik ortgan sari ultratovush energiyasining kirib borish chuqurligi pasayadi va quritish jarayoni uchun namlikning chiqishi sekinlashadi. Kirib borish chuqurligi quyidagi aniqlanadi:

$$\delta = \frac{1}{\alpha}$$

Bunda: α - so‘rilish koeffitsienti, qovoq mag‘zi uchun $\alpha \approx 200$ 1/m, shunga ko‘ra $\delta \approx 5$ mm

Qovoq mag‘zini quritish jarayonida ultratovush energiyasining ta’sirini baholash uchun termodinamik va energetik parametrlarni hisoblash muhim ahamiyatga ega. Bu hisob - kitoblar mahsulotning yuqori sifatini ta’minlash va samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

Qovoq mag‘zidan namlikni chiqarish uchun zarur bo‘lgan issiqlik energiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Bu yerda: Q - issiqlik miqdori (kDj); m - qovoq mag‘zining massasi (kg); C_p - maxsus issiqlik sig‘imi (qovoq mag‘zi uchun $C_p = 3.85$ kDj/kg·K); ΔT - harorat farqi (°C).

Namlikni bug‘lantirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik:

$$Q_{evap} = m_w \cdot L_v$$

Bu yerda: m_w - chiqariladigan suv miqdori (kg); L_v - bug‘lanish uchun latent issiqlik; $L_v \approx 2257$ kDj/kg (suv uchun standart).

Ultratovush energiyasining umumiy sarfi:

$$E_{US} = P \cdot t$$

Bu yerda: E_{US} - ultratovush energiyasi (J); P - ultratovush generator quvvati (Vt); t - ta’sir vaqti (sekunda).

Jami energiya sarfi:

$$Q_{total} = Q + Q_{evap} + E_{US}$$

Bu hisoblashlar quritish tizimining umumiy energiya samaradorligini baholash imkonini beradi.

Samaradorlik koeffitsienti (η):

$$\eta = \frac{Q_{foy}}{Q_{total}} \times 100\%$$

Bu yerda Q_{foy} - faqat namlikni chiqarishga sarflangan energiya.

Qovoq mag‘zini quritish jarayonidagi massa almashinish - ya’ni namlikning to‘qima ichidagi harakati va bug‘lanish jarayoni - quritish tezligi va sifatini aniqlovchi asosiy omillardan biridir. Massa almashinish jarayoni quyidagi fizik qonuniyatlar asosida baholanadi.

Qovoq mag‘zining to‘qimalarida namlikning tarqalish jarayoni Fikning ikkinchi qonuni asosida tavsiflanadi:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = D_{eff} \cdot \frac{\partial^2 X}{\partial x^2}$$

Bu yerda: X maxsulotdagi namlik miqdori (kg suv/kg quruq modda); t - vaqt (s); $D -_{eff}$ — effektiv diffuziya koeffitsienti (m²/s); x - masofa (m).

Ultratovush ta'sirida D_{eff} qiymati oshadi. Adabiyotlarda qovoq mag'ziga mahsulotlari uchun $D_{eff} \approx 1.2 \times 10^{-9}$ dan 4.5×10^{-9} m^2/s gacha bo'lishi mumkin. Ultratovush ta'sirida kavitatsiya mikroyoriqlar hosil qilib, namlik chiqishini tezlashtiradi va shu bilan birga diffuziya koeffitsientini 1.5 - 2.0 marta oshiradi.

Quritish jarayonidagi umumiy vaqtni baholash uchun quyidagi tayanch formula qo'llaniladi:

$$t = \frac{L^2}{\pi^2 D_{eff}} \cdot \ln\left(\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{X_0 - X_e}{X - X_e}\right)$$

Bu yerda: L - maxsulot yarim qalinligi (m); X_0 - boshlang'ich namlik (kg/kg QM); X - vaqt davomidagi namlik miqdori; X_e - muvozanat namlik (ostatochnыy); D_{eff} - effektiv diffuziya koeffitsienti.

Qovoq mag'zida boshlang'ich namlik $X_0 \approx 0.95$ (95%) atrofida,

Muvozanat namlik $X_e \approx 0.08$,

Qatlam qalinligi $2L = 4$ mm = 0.004 m,

$D_{eff} \approx 3 \times 10^{-9}$ m^2/s holatda, quritish vaqti $t \approx 60$ - 70 daqiqa atrofida.

Xulosa. Qovoq mag'zi uchun optimal qatlam qalinligi 3 - 5 mm (0.3 - 0.5 sm) atrofida bo'lishi lozim. Qovoq mag'zi va ultratovush tarqatgich orasiladi masofa 3 sm gacha bo'lishi zarur. Bu qalinlikda ultratovush to'lqinlari qovoq mag'zining butun hajmiga yetarli darajada ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Qatlam juda yupqa bo'lsa, suv parlanishi ortib ketib, tashqi yorilishlar hosil bo'lishi mumkin; juda qalin bo'lsa, ta'sir yetmaydi. To'lqin uzunligi: 6 sm - mag'z ichiga yaxshi singishni ta'minlaydi. Intensivlik: 20,000 Vt/m² - yuqori energiya zichligida quritishni tezlashtiradi. Qalinlik: 4 mm bo'lganda tez va samarali quritishga erishiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Абдурахманова М.И., Кулиева Н.Г., Кулдашева Ф.С. Исследование ИК - сушилки как объекта управления / Universum: технические науки. Научный журнал. Выпуск 5 (122) Май. 2024.Часть 5. С.26-27
2. Kuliyeva N.G., Ibragimov R.R. Researching methods for drying fruits and vegetables / Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. (E)ISSN:2181-1784 www.oriens.uz SJIF 2023 = 6.131 / ASI Factor = 1.7 3(1), Jan., 2023. p. 473-478
3. Abduraxmanova M.I., Kuliyeva N.G. Vacuum freeze-drying technology fruits, berries and vegetables / Volume 11, issue04(2024).p.205-207. SJIF 2019: 5.222 2020: 5.552 2021: 5.637 2022:5.479 2023:6.5632024: 7,805e ISSN :2394-6334 https://www.ijmrd.in/index.php/imjrd
4. Абдурахманова М.И., Кулиева Н.Г. Выбор критериев оптимальности для ИК сушилки / Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi: ilmiy jurnal.-№6/1 (127), Xorazm Ma'mun akademiyasi, 2025 y. – 305 b. 297 – 300 bet.
5. Kuliyeva N.G., Sharipov N.Z. Qovoqni quritish jarayonining zamonaviy tahlili / Development of science, Volume 2, AVGUST 2025/8. 337 – 344 bet.
6. Иванов, А. Н., & Черных, С. А. (2013). Инфракрасные сушилки и их применение в промышленности. Вестник высшей школы, 2(1), 56-63.
7. Литвинов, Н. С., & Соловьев, А. В. (2007). Технологии инфракрасной сушки в пищевой промышленности. Технологии и оборудование для пищевой и перерабатывающей промышленности, 21(2), 88-92.
8. Гребенников, В. И., & Карцев, В. И. (2004). Инфракрасная сушка: Теория и практика. Москва: Научный мир.

Kuliyeva Nodira Gulamrizoyevna – Buxoro davlat texnika universiteti, "Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish" kafedrasi tayanch doktoranti, Тел.: +998905100067 (c)

Sharipov Nodirjon Zamirovich – Buxoro davlat texnika universiteti, "Texnologik mashina va jihozlar" kafedrasi dotsenti, PhD, Тел.: +998973032277 (c)

МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

[1]Кабулов Н.А., [2]Сабиров У.К., [2]Окилов А.К.

[1]Кокандского университета Андижанский филиал,

[2]Андижанского государственного технического института.

Аннотатция. *В статье рассматривается применение систем машинного зрения для автоматизатции процесса контроля качества продукции на производстве. Представлен подход к разработке и обучению сверточной нейронной сети для распознавания дефектов на изображениях продукции. Проведено сравнение производительности предложенной модели с традиционными методами обработки изображений. Достигнута точность классификатции дефектов на уровне 97,2%, что подтверждает эффективность интегратции машинного зрения в промышленные системы контроля.*

Ключевые слова: *машинное зрение, контроль качества, дефекты продукции, сверточная нейронная сеть, автоматизатция, промышленный ИИ, компьютерное зрение.*

MACHINE VISION FOR AUTOMATING PRODUCT QUALITY CONTROL

[1]Kabulov N.A., [2]Sabirov U.K., [2]Okilov A.K.

[1]Andijan Branch of Kokand University, [2]Andijan State Technical Institute.

Abstract*. This article examines the use of machine vision systems for automating the quality control process in industrial production. An approach to the development and training of a convolutional neural network for defect detection in product images is presented. The performance of the proposed model is compared with traditional image-processing techniques. The achieved defect classification accuracy of 97.2% confirms the effectiveness of integrating machine vision into industrial inspection systems.*

Keywords: *machine vision, quality control, product defects, convolutional neural network, automation, industrial AI, computer vision.*

MAHSULOT SIFATINI NAZORAT QILISHNI AVTOMATLASHTIRISHDA MASHINALI KO'RISH TEXNOLOGIYALARI

[1]Kabulov N.A., [2]Sabirov U.K., [2]Oqilov A.K.

[1]Qo'qon universitetining Andijon filiali,[2]Andijon davlat texnika instituti.

Annotatsiya. *Maqolada sanoat ishlab chiqarishida mahsulot sifatini nazorat qilish jarayonini avtomatlashtirish uchun mashinaviy ko'rish tizimlaridan foydalanish masalasi ko'rib chiqiladi. Mahsulot tasvirlaridagi nuqsonlarni aniqlash uchun konvolyusion neyron tarmog'ini yaratish va o'qitish bo'yicha yondashuv taqdim etiladi. Taklif etilgan modelning samaradorligi an'anaviy tasvirni qayta ishlash usullari bilan taqqoslanadi. Nuqsonlarni tasniflashda 97,2% aniqlikka erishilgani mashinaviy ko'rishni sanoat nazorat tizimlariga integratsiya qilishning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.*

Kalit so'zlar: *mashinaviy ko'rish, sifat nazorati, mahsulot nuqsonlari, konvolyusion neyron tarmog'i, avtomatlashtirish, sanoat sun'iy intellekti, kompyuter ko'rishi.*

***В*ведение.** Контроль качества продукции является важнейшим этапом производственного процесса, от которого зависит как удовлетворённость потребителя, так и экономическая эффективность предприятия. Традиционные методы визуального контроля, основанные на ручной проверке, страдают от ограниченной скорости, человеческого фактора и субъективности оценки.

В последние годы бурное развитие технологий машинного зрения и глубинного обучения открыло новые возможности для автоматизатции данного этапа [1], [2]. В

частности, сверточные нейронные сети (CNN) демонстрируют высокую точность в задачах обнаружения и классификатции дефектов на изображениях продукции [3].

Целью данной работы является разработка и экспериментальная оценка интеллектуальной системы машинного зрения на базе нейронной сети для автоматизированного визуального контроля качества продукции.

Методология исследования. Методология исследования включает:

- формирование датасета изображений продукции с маркировкой дефектов;
- построение архитектуры сверточной нейронной сети для многоклассовой классификатции;
- обучение модели на размеченных данных;
- оценка качества предсказаний;
- сравнение результатов с классическими методами компьютерного зрения (например, методами градиентного фильтра Гаусса и анализа текстур).

Исследование реализовано в среде Python с использованием TensorFlow [6], OpenCV и Matplotlib.

Методы. Подготовка данных

Собран датасет из 6 000 изображений продукции (металлические пластины), из них:

- 1 500 – без дефектов;
- 1 500 – с поверхностными трещинами;
- 1 500 – с загрязнением поверхности;
- 1 500 – с механическими вмятинами.

Размер изображений: 256×256256×256 пикселей, формат: RGB. Разметка осуществлялась вручную специалистами отдела качества.

Перед обучением изображения были преобразованы:

- нормализатция пиксельных значений до диапазона [0,1];
- аугментатция (вращение, масштабирование, отражение);
- разделение на выборки: обучающая (70%), валидatsionная (15%), тестовая (15%).

Архитектура нейронной сети

Использована сверточная нейронная сеть (CNN) с архитектурой:

Слой	*Параметры*	*Активатция*
Conv2D	(32 \times 3 \times 3)	ReLU
MaxPooling2D	(2 \times 2)	-
Conv2D	(64 \times 3 \times 3)	ReLU
MaxPooling2D	(2 \times 2)	-
Flatten	-	-
Dense	128	ReLU
Dropout	0.5	-
Output	4 (Softmax)	-

Функция потерь:

$$\mathcal{L} = -\sum_{i=1}^{C} y_i \log(\hat{y}_i)$$

где y_i — истинная метка класса, $\hat{y}_i$ — предсказанная вероятность, C=4 — число классов.

Оптимизатция — Adam, α = 0,001, эпохи: 30, размер батча: 32.

Результаты. После завершения обучения, модель достигла следующих показателей на тестовой выборке:

$$\frac{\text{TP+TN}}{\text{TP+TN+FP+FN}} = 97.2\%.$$

Средняя макро F1-мера:

$$F1_{\text{macro}} = 0.965$$

Таблица 1. Показатели качества классификатции по каждому классу дефектов

Класс	*Precision*	*Recall*	*F1-score*
Без дефектов	0.98	0.97	0.975
Поверхностные трещины	0.96	0.95	0.955
Загрязнение	0.97	0.96	0.965
Механические вмятины	0.98	0.98	0.980

На рисунке 1 представлено сравнение значений метрик Precision, Recall и F1-score для каждой категории состояния оборудования: «Норма», «Умеренный износ», «Критическое состояние», «Отказ», а также усреднённые значения по всем классам.

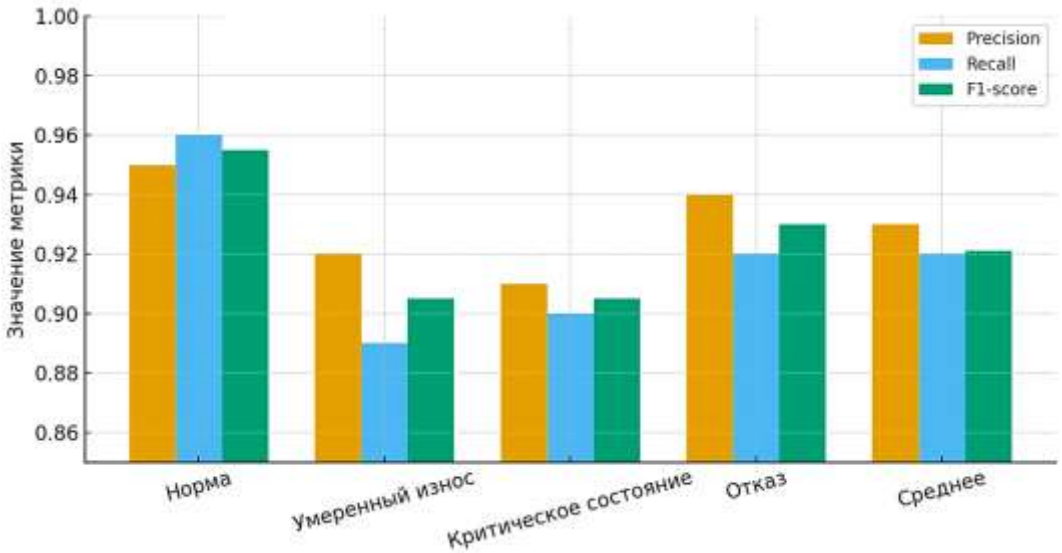


Рис. 1. Показатели качества модели на тестовой выборке.

Из графика видно, что наивысшие значения всех метрик достигаются для класса «Норма» (Precision = 0.95, Recall = 0.96, F1-score = 0.955), что свидетельствует о высокой точности модели при распознавании исправного оборудования. Наиболее сложными для классификатsii оказались промежуточные классы — «Умеренный износ» и «Критическое состояние», где наблюдается некоторое снижение всех метрик, особенно Recall (до 0.89). Это может быть связано с близостью признаков между этими состояниями.

Класс «Отказ» также демонстрирует высокие показатели (Recall = 0.92), что важно для задач своевременного обнаружения критических дефектов. Усреднённые метрики по всем классам составляют: Precision = 0.93, Recall = 0.92, F1-score = 0.921, что подтверждает общую стабильность работы модели.

Таблица 2. Сравнение с классическим методом

Метод	*Accuracy*	*F1-macro*
Сверточная нейросеть (CNN)	97.2%	0.965
Классический фильтр Гаусса + SVM	84.7%	0.825

Полученные результаты показывают, что машинное зрение на базе сверточных нейросетей обладает высокой точностью в задачах автоматического визуального контроля качества. Разработанная модель успешно классифицирует тип дефекта, превышая по точности классические методы компьютерного зрения более чем на 12 процентных пунктов.

Основное преимущество модели — способность к обобщению на новых данных и устойчивость к шумам, а также возможность интегратции в производственные линии в реальном времени. Однако, система требует достаточного объема обучающих данных и ресурсов для вычислений.

В будущем планируется:

- применить transfer learning на основе предобученных моделей (например, ResNet, EfficientNet);
- реализовать модель детекции (YOLOv5) для локализатции дефектов;
- внедрить систему активного обучения с участием эксперта.

Заключение. В данной работе разработана и экспериментально обоснована интеллектуальная система автоматического визуального контроля качества продукции на основе сверхточной нейронной сети. Проведённый количественный анализ показал, что предложенный метод обеспечивает высокую точность классификатции дефектов (до 97,2%), превосходящую показатели традиционных алгоритмов компьютерного зрения более чем на 12 процентных пунктов. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения технологий машинного зрения и глубокого обучения в процессы промышленного контроля качества.

Практическая значимость предложенного подхода заключается в его потенциальной интегратции в производственные линии с целью повышения объективности, воспроизводимости и скорости операций контроля. Научная новизна заключается в сочетании классических методов обработки изображений с современными архитектурами глубокого обучения, ориентированными на решение прикладных задач дефектоскопии.

В перспективе предполагается расширение функциональности системы за счёт внедрения моделей локализатции и сегментатции дефектов, использование предобученных сверточных архитектур (transfer learning), а также адаптатция решения под условия реального времени на промышленных объектах.

Список литературы

1. Савельев В. Н. Методы обработки изображений. — М.: Наука, 2020. — 320 с.
2. Гольдштейн Б. Д. Машинное зрение и его применение в промышленности // Вестник автоматизатции. — 2021. — №3. — С. 45–53.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press, 2016. — 775 p.
4. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks // Communications of the ACM. — 2017. — Vol. 60, No. 6. — P. 84–90.
5. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement // arXiv:1804.02767, 2018.
6. Chollet F. Deep Learning with Python. — 2nd ed. — Manning Publications, 2021. — 504 p.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БЕЛКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МЕСТНОГО ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ ПОМОЛА ХЛЕБОПЕКАРНОЙ МУКИ.

[1]Садуллаев С.Х., [2]Шахриддинов Ф.Ф.

[1]Каршинский государственный технический университет,
[2]Ташкентский химико-технологический институт.

Аннотатsia. *Статья посвящена сравнительному анализу аминокислотного состава белков тритикале при помоле зерна для хлебопекарной муки. Ппроведен сравнительный анализ аминокислотного состава белков зерна тритикале для хлебопекарной муки. В исследовании проведен сравнительный анализ аминокислотного состава белковой фракции зерна местной пшеницы «Сила», зерна ржи «Вахш-116» и зерна тритикале «Сардор». При этом состав и количество аминокислот в образцах зерна определяли методом Коэна, в виде ФТК-производных аминокислот.*

Ключевые слова: *пшеница, зерно, рожь, тритикале, мука, белковая фракция, хлебопекарные свойства, клейковина, аминокислота, ассортимент, пищевой состав.*

NON UNINI MAYDALASH UCHUN MAHALLIY TRITIKALE DONIDAN OLINGAN OQSILLARNING AMINOKISLOTALAR TARKIBINI QIYOSIY TAHLIL QILISH.

[1]Sa’dullayev S.X., [2]Shaxriddinov F.F.

[1]Qarshi davlat texnika universiteti, [2]Toshkent kimyo-texnologiya instituti.

Annotatsiya. *Maqola non uni uchun donni maydalashda tritikale oqsillarining aminokislotalar tarkibini qiyosiy tahlil qilishga bag‘ishlangan. Non un uchun tritikale don oqsillarining aminokislotalar tarkibining qiyosiy tahlili o‘tkazilgan. Tadqiqotda mahalliy bug‘doy donining “Sila”, javdar donining “Vaxsh-116” va “Sardor” tritikale donining oqsil fraksiyasining aminokislotalar tarkibi qiyosiy tahlil qilingan. Don namunalaridagi aminokislotalarning tarkibi va miqdori Koen usulida, aminokislotalarning FTC hosilalari shaklida aniqlangan.*

Kalit so‘zlar: *bug‘doy, don, javdar, tritikale, un, oqsil ulushi, pishirish xususiyatlari, kleykovina, aminokislotalar, assortiment, oziq-ovqat tarkibi.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF PROTEINS OBTAINED FROM LOCAL TRITICALE GRAIN FOR MILLING BAKERY FLOUR.

[1]Sadullaev S.Kh., [2]Shakhriddinov F.F.

[1]Karshi state technical university. [2]Tashkent chemical-technological institute.

Abstract. *The article is devoted to the comparative analysis of the amino acid composition of triticale proteins during the milling of grain for bakery flour. A comparative analysis of the amino acid composition of triticale grain proteins for bakery flour was carried out. The study included a comparative analysis of the amino acid composition of the protein fraction of local wheat grain "Sila", rye grain "Vakhsh-116" and triticale grain "Sardor". The composition and amount of amino acids in the grain samples were determined by the Cohen method, in the form of FTC derivatives of amino acids.*

Keywords: *wheat, grain, rye, triticale, flour, protein fraction, baking properties, gluten, amino acid, assortment, food composition.*

B мировом масштабе проблема качества и безопасности пищевых продуктов имеет особое значение в современном обществе. В нынешних экологических условиях пищевые продукты важны не только с точки зрения их биологической и пищевой ценности, но и благодаря своим профилактическим и лечебным свойствам. Поэтому расширение ассортимента продуктов питания в patsione каждой natsii и увеличение объемов их производства становятся всё более актуальными.

Например, в условиях нашей республики использование только пшеницы для помола хлебопекарной муки ограничивает ассортимент продукции и её естественную пищевую ценность. Это приводит к дефициту витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и биологически активных соединений, которые должны усваиваться из муки и хлебобулочных изделий.

С учётом того, что в республике при производстве муки и круп не используется широкий спектр зерновых культур, но потребность в мучных изделиях в patsione питания остаётся высокой, исследование химического состава зерновых культур и оценка их хлебопекарных свойств имеет важное значение. В частности, помол только пшеницы для получения сортовой муки не позволяет расширить ассортимент хлебобулочных и кондитерских изделий и повысить их биологическую ценность. Снижение содержания витаминов на 40–60 % и минеральных веществ на 30–50 % в муке высших сортов по сравнению с цельным зерном ещё больше подчеркивает актуальность данной проблемы.

Исследования показали, что потребление зерновых продуктов обеспечивает лишь 15–20 % потребности человека в белке, 5–20 % в микроэлементах и 17–54 % в водорастворимых витаминах [1]. В белке пшеницы содержание лизина низкое, поэтому для его обогащения возможно использование растительных добавок, что позволяет получать хлебобулочные изделия с более высокой пищевой ценностью [2].

В отличие от хлебопекарных свойств пшеницы, мука ржи характеризуется высоким содержанием сахаров углеводно-амилазного комплекса и более низкой температурой желатинизatsii крахмала.

Для улучшения аминокислотного состава хлебобулочных изделий был создан гибрид ржи и пшеницы — тритикале [3–4]. Зерно сортов тритикале по содержанию сырой и сухой клейковины близко к пшенице, а у некоторых сортов этот показатель даже выше. В ряде стран установлено, что зерно тритикале формирует клейковину удовлетворительного качества. Содержание липидов в некоторых сортах выше, чем у пшеницы и ржи (до 4,7 %), в

других — ниже (1,5–2 %). Активность протеолитических ферментов и α-амилазы у тритикале также высока.

Хлебопекарные свойства сортов и гибридов тритикале варьируют в широких пределах. Исследования показывают, что мука тритикале по хлебопекарным свойствам уступает пшеничной. Из неё получают хлеб меньшего объёма, плотной и крошливой структуры. Однако из смеси пшеничной муки (70–80 %) и муки тритикале (20–30 %) можно получить хлеб более высокого качества [5].

Также установлено, что переработка муки тритикале по традиционным схемам помола ржи (95 % обдирная и 87 % сеяная мука) является целесообразной. При выпечке хлеба по технологии ржаного хлеба изделия из муки тритикале по качественным показателям близки к продуктам из ржаной муки [6]. В республике изучен химический состав зерна ржи, выращенного на опытных участках, и его хлебопекарные свойства [7]. Показано, что белковая фракция ржи богата аминокислотами, в частности, незаменимой аминокислотой лизином, содержание которой особенно высоко. Среди незаменимых аминокислот наибольшее значение имеет именно лизин.

В настоящее время основным сырьём для производства традиционных хлебобулочных изделий является пшеничная мука. Наиболее распространённые зерновые культуры для помола хлебопекарной муки богаты углеводами, при этом содержание основных компонентов изменяется в широком диапазоне [8–10]. Однако хлебопекарные свойства муки в первую очередь определяются белково-протеиназным комплексом. Кроме того, важное значение имеют количество и качество клейковины. Клейковина состоит из нерастворимых в воде белков и формирует в тесте пористый каркас («скелет»), определяющий эластичность и растяжимость пшеничного теста.

Сегодня проблема дефицита белка и незаменимых аминокислот в patsione питания остаётся актуальной. Одним из наиболее перспективных решений этой проблемы является введение в рецептуру хлебобулочных изделий дополнительных источников белка и обогащающих добавок с высокой биологической ценностью. Главным источником таких компонентов остаются зерновые культуры.

Ниже приведены результаты сравнительного исследования аминокислотного состава хлеба, приготовленного из муки различных зерновых культур (в том числе пшеничной муки высшего сорта) (табл. 1) [11].

Таблица 1.

Аминокислотный состав хлеба, приготовленного из пшеничной, ржаной и тритикале муки (на 100 г продукта)

Название аминокислоты	Пшеница	Рожь	Тритикале
Триптофан	0,113 г	0,096 г	0,158 г
Треонин	0,264 г	0,255 г	0,409 г
Изолейцин	0,327 г	0,319 г	0,484 г
Лейцин	0,627 г	0,579 г	0,920 г
Лизин	0,260 г	0,233 г	0,369 г
Метионин	0,150 г	0,139 г	0,206 г
Цистин	0,243 г	0,173 г	0,278 г
Фенилаланин	0,399 г	0,411 г	0,644 г
Тирозин	0,127 г	0,213 г	0,387 г
Валин	0,390 г	0,379 г	0,615 г
Аргинин	0,367 г	0,325 г	0,678 г
Гистидин	0,197 г	0,182 г	0,314 г
Аланин	0,290 г	0,299 г	0,491 г
Аспарагиновая кислота	0,397 г	0,442 г	0,794 г
Глутаминовая кислота	2,958 г	2,603 г	4,048 г

Глицин	0,330 г	0,302 г	0,565 г
Пролин	1,010 г	0,909 г	1,196 г
Серин	0,413 г	0,417 г	0,599 г

Из таблицы видно, что аминокислотный состав хлеба, приготовленного из муки тритикале, значительно превосходит аналогичные показатели хлеба, выпеченного из образцов муки ржи и пшеницы. Из этого можно сделать вывод, что хлебобулочные изделия из муки тритикале играют важную роль в обеспечении обновления и регенератsii клеток организма человека. Кроме того, они входят в состав ферментов и гормонов, выполняющих важные функции в организме.

Дефицит лизина в составе потребляемых продуктов вызывает снижение количества эритроцитов в составе гемоглобина, что приводит к нарушению кровообращения. Таким образом, выращивание тритикале в условиях нашей республики и изучение его технологических свойств при помоле хлебопекарной муки имеют большое значение.

Массовая доля белковых фракций в зерновых культурах определена многими исследователями (таблица 2) [12–14].

Таблица 2.

Соотношение белковых фракций в различных зерновых культурах по отношению к их общему содержанию, %

Вид зерна	Альбумин	Глобулин	Глютелин	Проламин	Нерастворимый остаток
Пшеница	5,2	12,6	28,2	35,6	8,7
Рожь	35,7	20,2	11,9	11,3	20,8
Тритикале	26,4	6,5	17,3	24,4	19,0

Из таблицы видно, что в зерне тритикале по сравнению с зерном пшеницы белковые фракции, легко усваиваемые организмом человека, различаются, в частности, содержание альбумина выше на 21,2 %. Из этого можно сделать вывод, что хлебопекарная мука, полученная из зерна тритикале, обладает более высокой биологической ценностью.

Хлебопекарные, технологические свойства, а также аминокислотный состав белковых фракций ржи и тритикале, выращиваемых в нашей республике, и их значение при переработке изучены недостаточно. В то же время технологические, структурно-механические, хлебопекарные свойства местных сортов пшеницы, выращенных в условиях засушливого климата, а также гидротермические характеристики и технологический потенциал сортовой муки достаточно хорошо исследованы [15–17]. Однако белковое содержание и аминокислотный состав фракций зерна ржи, тритикале и сорго, которые выращиваются или планируются к выращиванию в нашей республике, до настоящего времени сравнительно не изучены, что повышает актуальность данного исследования.

Исходя из этого, целью исследования является сравнительный анализ аминокислотного состава белковых фракций зерна местного тритикале для получения хлебопекарной муки. Для достижения поставленной цели в качестве объекта исследования был выбран сорт тритикале «Сардор», выращенный на Галааральской научно-опытной станции Научно-исследовательского института зерновых и бобовых культур Республики Узбекистан. Аминокислотный состав белковых фракций данного сорта был сопоставлен с пшеницей и рожью местного происхождения.

При этом первоначально требовалось изучить методы определения аминокислотного состава белковых фракций зерна местного сорта тритикале «Сардор».

Методы исследования. Содержание и состав аминокислот в образцах определялись по методу Кохена в форме фенилтиокарбамильных (ФТК) производных аминокислот. Для

выделения свободных аминокислот проводили экстракцию образцов дистиллированной водой, полученные экстракты центрифугировали. Белки и пептиды в супернатанте осаждали с помощью 10% УХСК, после чего осадок отделяли центрифугированием и необходимое количество вещества подвергали лиофильной сушке. Полученная высушенная масса модифицировалась по методу Кохена.

ФТК-производные аминокислот анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ, HPLC). Идентификатsiю аминокислот и определение их количественного содержания осуществляли путём сравнения с ФТК-производными стандартных аминокислот. Хроматографический анализ проводили на колонке Discovery HS C18 (75 × 4,6 мм). В качестве элюента А использовали 0,14 М раствор ацетата натрия с добавлением 0,05% триэтиламина (pH 6,4), в качестве элюента В — ацетонитрил (CH_3CN). Скорость потока составляла 1,2 мл/мин, длина волны регистратsii — 269 нм. Градиентная программа выглядела следующим образом: 1–6% В в течение 0–2,5 мин; 30% В к 40-й минуте; 60% В в течение 45–50 мин; 0% В к 55-й минуте.

В ходе исследования были получены хроматограммы смеси ФТК-производных аминокислот, результаты которых сравнивались со стандартными смесями. При этом изучались: А — хроматограмма стандартной смеси аминокислот, Б — хроматограмма исследуемого образца.

Результаты и обсуждение. Аминокислотный состав белковых фракций местного зерна тритикале был определён в Институте биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан. Результаты лабораторных анализов представлены на рисунках 1–3 и в таблице 3. Из проведённых исследований видно, что по аминокислотному составу местное зерно тритикале превосходит зерно пшеницы и ржи местного происхождения.

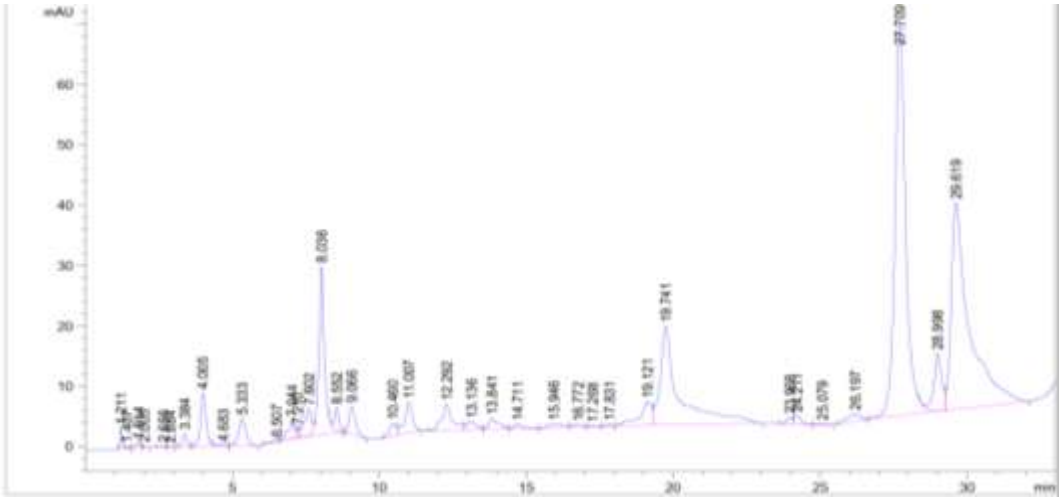


Рисунок 1. Диаграмма аминокислотного состава белка зерна пшеницы по результатам проведённых экспериментов

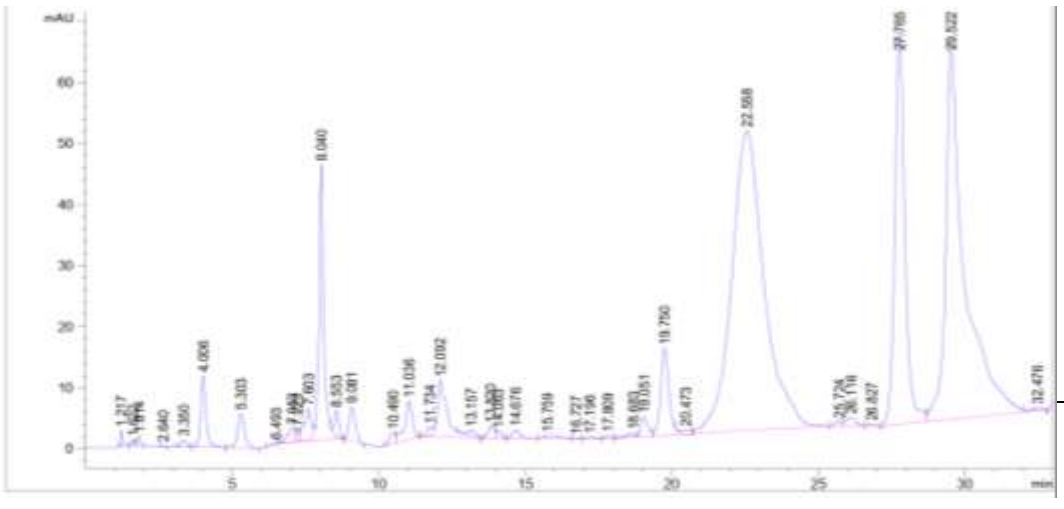


Рисунок 2. Диаграмма аминокислотного состава белка зерна ржи по результатам проведённых экспериментов

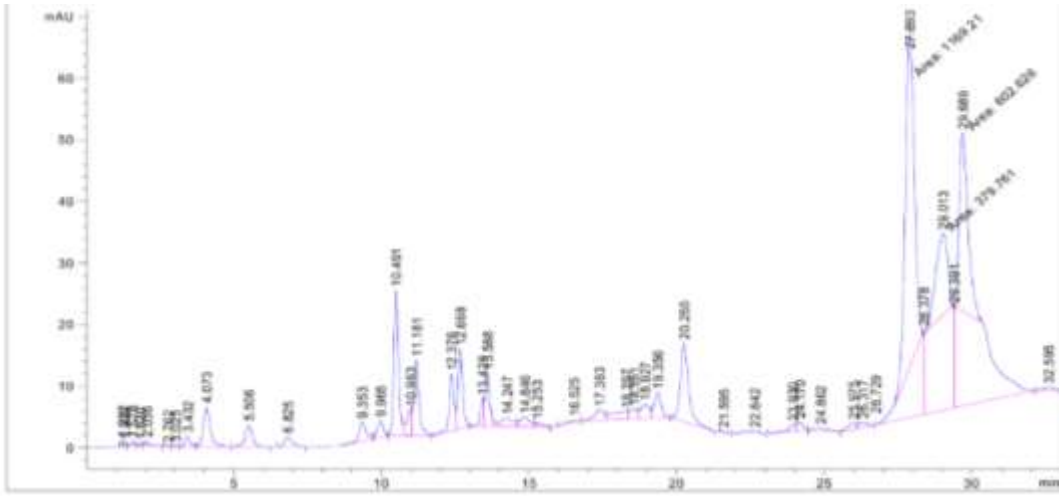


Рисунок 3. Диаграмма аминокислотного состава белка зерна тритикале по результатам проведённых экспериментов

Таблица 3.

Аминокислотный состав ржи, пшеницы и тритикале

Название аминокислоты.	Пшеница	Рожь	Тритикале
	Концентратsiя, мг/г		
Аспарагиновая к-та	0,321769	0,397511	0,2741
Глутаминовая к-та	0,189061	0,229271	0,153347
Серин	0,177442	0,194431	0,070316
Глицин	0,445046	0,470672	0,074886
Аспарагин	0,435839	0,552007	0,078575
Глутамин	0,182374	0,279165	0,403209
Цистеин	0,533435	0,407295	0,039514
Треонин	0,276583	0,056363	0,299535
Аргинин	0,213912	0,443908	0,290712
Аланин	0,033806	0,017842	0,03798
Пролин	0,118658	0,081454	0,255073
Тирозин	0,406437	0,208458	0,254865
Валин	1,250259	0,495509	0,431952
Метионин	0	0,041058	0,034257
Изолейцин	0,044605	0,036468	0,062387
Лейцин	0,055477	0,073732	0,038644
Гистидин	0,016523	0,036638	0,135057
Триптофан	2,464393	0,892579	2,721424
Фенилаланин	0,421936	0,968385	3,048395
Лизин	1,426528	0,031426	0,027958
Всего	9,014083	5,914172	**8,732187**

Заключение. По результатам эксперимента установлено, что аминокислотный состав незаменимых аминокислот в белковых фракциях зерна тритикале значительно превосходит

таковой у пшеницы и ржи. В частности, в зерне тритикале было выявлено повышенное содержание треонина (0,023), метионина (0,034), изолейцина (0,018), лейцина (0,017), триптофана (0,257), фенилаланина (2,626) и других показателей; тогда как в зерне ржи отмечено большее содержание треонина (0,243), изолейцина (0,0259), триптофана (1,829) и фенилаланина (2,08).

Преобладание незаменимых аминокислот в белковых фракциях зерна тритикале подтверждает важность его использования для помола хлебопекарной муки, что делает необходимым дальнейшее изучение его хлебопекарных свойств.

Использованная литература

1. Федотов В. А. Сравнительная характеристика хлебопекарных свойств различных сортов пшеницы и их оценка по качеству зерна. Международный научно-исследовательский журнал - №6 (96). С. 118-120. DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.96.6.020.
2. Сокол Н.В., Донченко Л.В., Храмова Н.С., Ковтуненко В.Я., Грищенко С.А. Хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале и перспектива ее использования. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. - 2006. - №1. С 38-39.
3. Ведерникова Е.И., Чумак Т.И, Поляк М.В. Трехвидовые тритикале - перспективное сырье для хлебопекарной промышленности // Селекция и семеноводство. Вып. 56. – Киев: Урожай, 1983. - С. 64-85.
4. Фогт В. Некоторые актуальные результаты и мировые тенденции селекции тритикале // Междунар. агропром. журнал. - 1990. - № 1. - С. 97-99.
5. Нилова Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров. Санкт-Петербург. «Гиорд» 2005 г. 414 с.
6. Чеботарёв О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. - М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д, 2004. - 688 с. (Серия «Технология пищевых производств»).
7. Садуллаев С.Х. и др. The main varieties of local and foreign triticle grains are compared for their flour content and baking properties, and the best variety is selected for study. Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 12(129). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19034.
8. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов // под ред. проф., д-ра техн наук И.М.Скурихина и проф., д-ра мед. наук М.Н.Волгарева. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Агропромиздат, 1987. -360 с.
9. Chavoushi, M., Kadivar, M., Arzani, A., & Sabzalian, M. R. (2022). Relationships between grain, flour, and dough quality characteristics and solvent retention capacity tests of twelve triticale cultivars and parental species. Food Chemistry, 371, 131283. doi:10.1016/j.food chem.2021.131283.
10. He, Y., Lin, Y. L., Chen, C., Tsai, M. H., & Lin, A. H. M. (2019). Impacts of starch and the interactions between starch and other macromolecules on wheat Falling Number. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(3), 641–654. doi:10.1111/ 1541-4337.12430
11. https://fitaudit.ru/food/158336/amino.
12. Равшанов С., Мирзаев Ж., Мусаев Х. The effect of hydrothermal treatment in increasing the strength of the shell of wheat grain in preparation for varietal grinding // Chemistry and chemical engineering. - 2020. - №2. - С. 71-75.
13. Loponen J. Prolamin degradation in sourdoughs : Dissertation. Helsinki: University of Helsinki, 2006. 77 p.
14. Rimareva L.V., Sokolova E.N., Serba E.M., Borshova Yu.A., Kurbatova E.I., Krivova A.Yu. Reduced allergenicity of foods of plant nature by the method of enzymatic hydrolysis // Oriental Journal of Chemistry. 2017. Vol. 33, N 4. P. 2009-2015. doi: http://dx.doi.org/10.13005/ojc/330448 .

15. Ravshanov S et al. Effect of the use of activated water on the rheological properties of milled flour in the preparation of local wheat grains grown in arid climates for varietal grinding //Chemistry and chemical engineering. - 2020. – №.4. – С. 12.
16. Равшанов С.С., Мирзаев Д.Д. Влияние размера частиц муки, мелких и механически поврежденных зерен крахмала на функциональные свойства муки пшеничной хлебопекарной //Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-3 (106). – С. 42-46.
17. Садуллаев С.Х. и др. Impact of Flour Particle Size and Starch Damage on Baking Properties of Wheat Flour Grown in Dry Climates: A Uzbekistan Case Study // Engineering Proceedings, vol. 12, no. ISSN: 2673-4591, 20 Sept. 2024, pp. 47–47, https://doi.org/10.3390/engproc2024067047.
18. Steven A., Cohen Daviel J. Amino Acid Analysis Utilizing Fhenylisotiocyanata Derivatives. // Analytical Biochemistry. 1988. -V.17. No.1. – P. 1-16.

Садуллаев Сирожиддин Худойберди угли - доцент Каршинского государственного технического университета.Тел: +998936560993 Э-маил: (sirojiddinsadullayev434@gmail.com)

Шахриддинов Фаррух Фахриддин угли - соискатель (докторант) Ташкентского химико-технологического института. Тел: +998999677667 Э-маил: (faruxshaxriddinov20@@gmail.com)

ТАБИИЙ МЎЙНА ХОМ АШЁСИНИНГ ФИЗИК-МЕХАНИК ХУСУСИЯТЛАРИНИ ИҚТИСОДИЙ ХАРАЖАТЛАРГА ТАЪСИРЛАРИНИ ЎРГАНИШ УСУЛЛАРИ

Темирова Г.И.

Бухоро давлат техника университети.

Аннотатция. *Табиий мўйна пакети хом ашёсининг физик - механик хоссаларининг кўрсаткичлари тикув буюмларини тайёрлашда кенг қўлланилади ва уларни сифатини баҳолашда муҳим рол ўйнайди. Кийимнинг эскиришига асосан унга чўзувчи, эгувчи, букувчи кучлар, ишқаланиш кучлари таъсир этиши сабаб бўлади. Шунинг учун табиий мўйна пакетидан тайёрланган кийимларнинг оҳори ва шаклининг яхши сақланишида ҳамда узоққа чидашида пакетнинг турли механик хоссалари катта рол ўйнайди. Унинг механик хоссаларига пишиқлиги, узайиши, чўзишга чидамлилиги ва бошқа хоссалари киради. Табиий мўйна пакетидан тикувчилик буюмларини тайёрлаганда ва фойдаланганда турли механик таъсирларни қабул қилади ва улар чўзиш, эгиш, сиқиш деформацияларини чорлайди.*

Таянч сўзлар: *ҳаво ўтказувчанлик, механик, физик, чиқинди; табиий мўйна; безак; қийқим; гигиеник, эгилувчанлик.*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАТУРАЛЬНОГО МЕХОВОГО СЫРЬЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ

Темирова Г.И.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Показатели физико-механических свойств натурального мехового сырья широко используются при производстве швейных изделий и играют важную роль в оценке их качества. На износ одежды в основном влияют силы растяжения, изгиба, скручивания и силы трения.Это вызывает. Поэтому различные механические свойства упаковки играют важную роль в хорошей сохранности формы и внешнего вида одежды из натурального меха и ее длительной эксплуатации.играет роль. Его механические свойства включают прочность, удлинение, прочность на разрыв и другие свойства. При изготовлении и использовании швейных изделий из натурального меха пакет. Он подвергается различным механическим воздействиям, вызывающим деформации растяжения, изгиба и сжатия.*

Ключевые слова*: воздухопроницаемость, механические, физические, отходы; натуральный мех; украшение; лоскут; гигиеничность, гибкость.*

STUDY OF THE INFLUENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL FUR RAW MATERIALS ON ECONOMIC COSTS

Temirova G.I.

Bukhara state technical university.

Annotation. *The indicators of physical and mechanical properties of natural fur raw materials are widely used in the production of garments and play an important role in assessing their quality. The wear of clothing is mainly affected by tensile, bending, twisting and friction forces. This causes. Therefore, various mechanical properties of packaging play an important role in the good preservation of the shape and appearance of clothing made of natural fur and its long-term use. Plays a role. Its mechanical properties include strength, elongation, tensile strength and other properties. In the manufacture and use of garments made of natural fur, the package. It is subjected to various mechanical effects that cause tensile, bending and compression deformations.*

Key words*: air permeability, mechanical, physical, waste; natural fur; decoration; patch; hygiene, flexibility.*

Табиий мўйна хом ашёсидан буюмларни тайёрлашда ярим тайёр маҳсулотларнинг хусусиятлари иқтисодий харажатларга сезиларли таъсир кўрсатади. Чунки, ярим тайёр маҳсулотларнинг хусусиятларини аниқлашда энг муҳим томонлари чарм ва мўйнали қатлам тўқималарининг тузилиши, шунингдек мўйна терининг комплекс хоссалари ҳисобланади [1-3]. Истеъмолчиларнинг талаблари ва янги технологияларнинг пайдо бўлиши таъсири остида чарм ва мўйнали буюмлар ассортименти тобора кенгайиб бормоқда [4-6].

“Мўйна” - бу ҳайвон териси бўлиб, тери ости тўқимаси ва баъзи ҳолларда дерманинг бир қисми олинган, толали структураси асосан сақланган бўлиб, фақатгина толаларнинг кимёвий ва физик-механик хоссалари, ҳамда жун қоплами мақсадга мувофиқ ўзгартирилган бўлади.

Мўйналар асосан ташқи кўриниши белгиларига қараб таснифланади, чунки турли мўйна ҳайвон терилари бир-биридан жуда фарқ қилади. Бунга боғлиқ равишда, мўйна, жун

қопламининг ҳолатига, рангига, ўлчамлари, нуқсонлари, иммитациясига қараб бўлинади. Мўйнанинг ҳамма турлари бўйича таснифланадиган ягона стандарт мавжуд эмас. Бунинг сабаби, мўйна саноатида элликдан ортиқ турдаги ҳайвон териларига ишлов берилади [7-9].

Тайёр табиий мўйна пакетларининг массаси деярли бир хил омилларга, қўшимча равишда терининг майдонига, тери тўқималарининг зичлигига, соч узунлигига ва қалинлигига боғлиқ [10-12].

1-жадвал

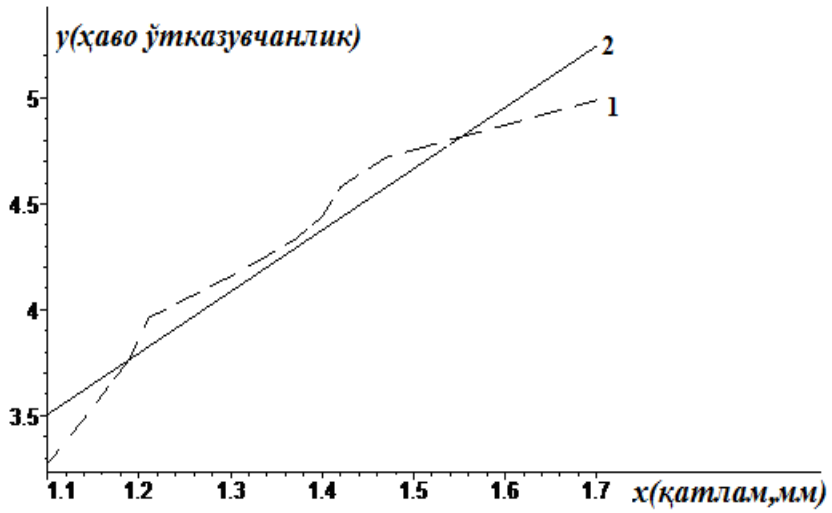
Табиий мўйна пакетининг ҳаво ўтказувчанлик, узилиш кучи ва массасининг тери қалинлиги бўйича ўзгариш қийматлари.

Кўрсаткичлар	Синовлар									
Пакет қалинлиги (мм)	1.1	1.15	1.19	1.21	1.31	1.37	1.4	1.42	1.47	1.7
Ҳаво ўтказувчанли ($см^3/см^2сек$)	3.27	3.54	3.77	3.96	4.18	4.33	4.44	4.58	4.72	4.99
Узиш кучи (Н)	207	180	185	149	205	195	209	190	254	200
Пакет массаси (г)	4.59	4.52	4.42	4.21	4.35	4.72	4.12	4.66	5.14	5.3

Ҳисобларда $n = 10$ қабул қилиниб, x_i (қалинлик. кирувчи омил) ва y_i (ҳаво ўтказувчанлик, чиқувчи катталик) ва z_i (узилиш кучи. чиқувчи катталик) ларининг қийматлари жадвалда келтирилган. Жадвалдан $\alpha = 0.05$ (аҳамиятлик даражаси $1-\alpha = 0.95$ ёки 95% кафолат) бўлганда $n = 10$ учун $t_{0.95,8} = 2.31$ тенг бўлади. Ҳисоблаш дастури (Maple-8 дастури).

Ҳаво ўтказувчанлик учун чизиқли регрессия тенгламаси.

k_1, b_0 ва k_2 ни аниқлаймиз: $k_1 = 2{,}902187371$, $b_o = 3122864218$, $k_2 = 0{,}3181948446$



1-расм. Ҳаво ўтказувчанликнинг қатлам қалинлиги билан тажрибадаги (1 чизиқ) чизиқли регрессия (2 чизиқ) боғланиш графиклари.

корреляция коэффициенти r ва статистика t ни ҳисоблаймиз

$$r = \sqrt{k_1 k_2} = 0.961,\ t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 9.86 \qquad (1)$$

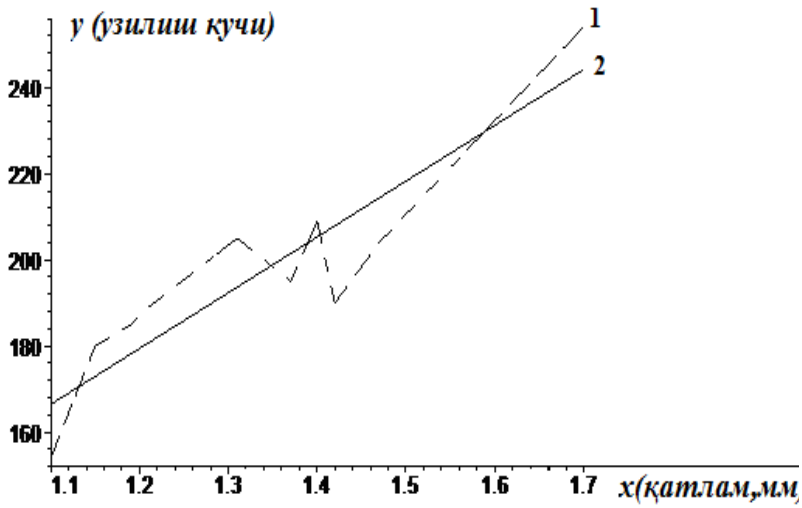
$t > t_{0.95,8}$ тенгсизлик бажарилганлиги сабабли чизиқли регрессия $y = 2.92x + 0.3122$ ўринли бўлади.

Узилиш кучи учун чизиқли регрессия тенгламаси;

k_1, b_0 ва k_2 ни аниқлаймиз: $k_1 = 129{,}4538451$, $b_o = 24{,}06747833$, $k_2 = 0{,}006376958916$

Корреляция коэффициенти ва статистика қийматлари қуйидагича;

$$r = \sqrt{k_1 k_2} = 0.908,\ t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 6.15 \qquad (2)$$



2- расм. Узилиш кучининг қатлам қалинлиги билан тажрибадаги (1 чизиқ) чизиқли регрессия (2 чизиқ) боғланиш графиклари.

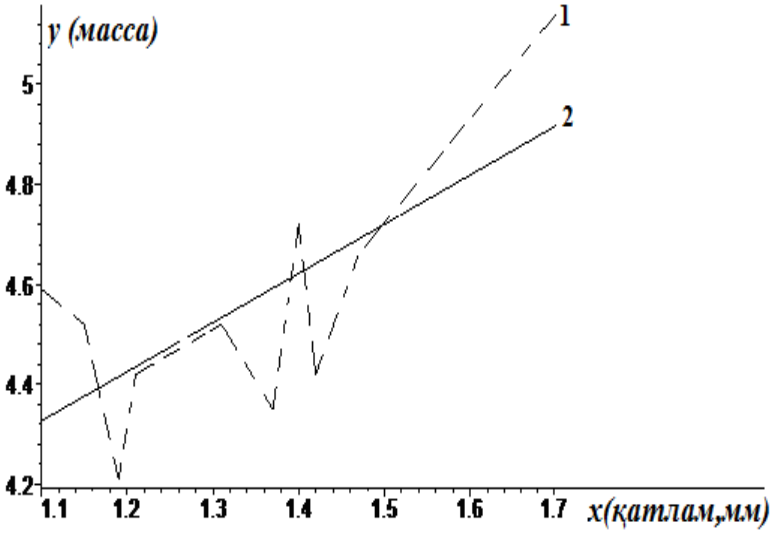
Регрессия тенгламаси $y = 129.45x + 24.07$, $t > t_{9.95,8}$ тенгсизлик бажарилгани сабабли қатлам қалинлиги билан узилиш кучи орасида корреляцион боғланиш мавжуд ва юқоридаги регрессия тенгламси ўринли бўлади.

Мўйнали пакет массасининг чизиқли регрессия тенгламаси.

k_1, b_0 ва k_2 ни аниқлаймиз: : $k_1 = 0{,}9829412574$, $b_o = 3{,}245722245$, $k_2 = 0{,}4913607840$

Корреляция коэффициенти ва статистика қийматлари қуйидагича;

$$r = \sqrt{k_1 k_2} = 0.695,\ t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 2.73 \qquad (3)$$



3-расм. Мўйна пакетининг қатлам қалинлиги билан тажрибадаги (1 чизиқ) чизиқли регрессия (2 чизиқ) боғланиш графиклари.

Регрессия тенгламаси $y = 3.25x + 0.983$, $t > t_{9.95,8}$ тенгсизлик бажарилгани сабабли, қатлам қалинлиги билан масса пакети орасида корреляциион боғланиш мавжуд ва юқоридаги регрессия тенгламси ўринли бўлади.

Ҳаво ўтказувчанлик учун чизиқсиз корреляцион боғланишнинг регрессия тенгламаси.

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

a_0, a_1 ва a_2 лар ушбу системадан аниқланади;

$$a_0 n + a_1 \sum_{k=1}^{10} x_k + a_2 \sum_{k=1}^{10} x_k^2 = \sum_{k=1}^{10} \bar{y}_k \qquad (4)$$

$$a_0 \sum_{k=1}^{10} x_k + a_1 \sum_{k=1}^{10} x_k^2 + a_2 \sum_{k=1}^{10} x_k^3 = \sum_{k=1}^{n} x_k \bar{y}_k \qquad (5)$$

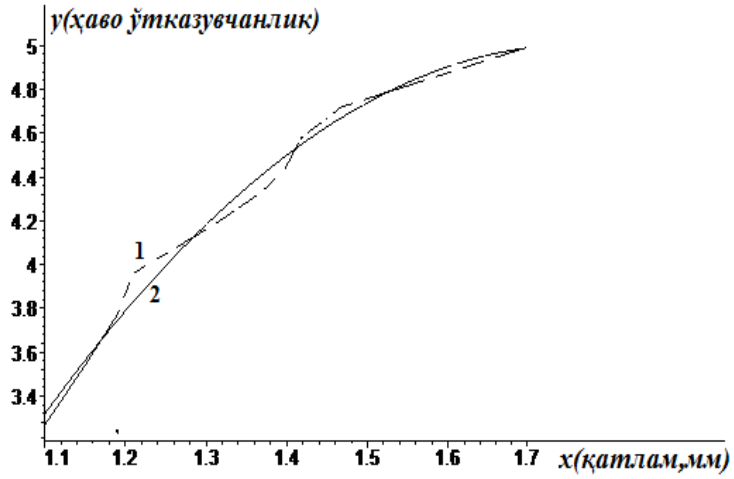
$$a_0 \sum_{k=1}^{10} x_k^2 + a_1 \sum_{k=1}^{10} x_k^3 + a_2 \sum_{k=1}^{10} x_k^4 = \sum_{k=1}^{10} x_k^2 \bar{y}_k \qquad (6)$$

Чизиқсиз регрессия ҳолида ушбу тасодифий статистика катталиклар тузилади $s_R^2 = Q_R/(m-1)$ $s^2 = Q_e/(n-m)$ ва улар χ^2 тақсимланиш қонунига бўйсинади, бу ерда $m-1$ва $n-m$ мос равишда эркинлик даражалари, Q_R ва Q_e ларнинг ифодалари $Q_R = \sum_{k=1}^{10} (y(x_i) - \bar{y}_i)^2$, $Q_e = \sum_{k=1}^{10} (y(x_i) - \vec{y}_i)^2$, m - номаълум коэффициентлар сони, кўрилаётган ҳолда $m = 3$, $n = 10$ статистика $s_R^2 / s_e^2 = F$ ҳам χ^2 тақсимланиш қонунига бўйсинади. Агар ушбу шарт $F > F_{\alpha,k_1,k_2}$ α аҳамиятли даражасида бажарилса регрессия тенгламаси ўринли бўлади , бу ерда $k_1 = m-1 = 2$, $k_2 = n-m = 7$.

Регрессия тенгламасининг тиғизлик коэффициенти $R = \sqrt{1 - Q_e/Q}$.

Юқоридаги келтирилган жадвалдаги қийматлар учун қуйидаги регрессия тенгламаси олинади;

$$y = -3.78x^2 + 13.37x - 6.81$$

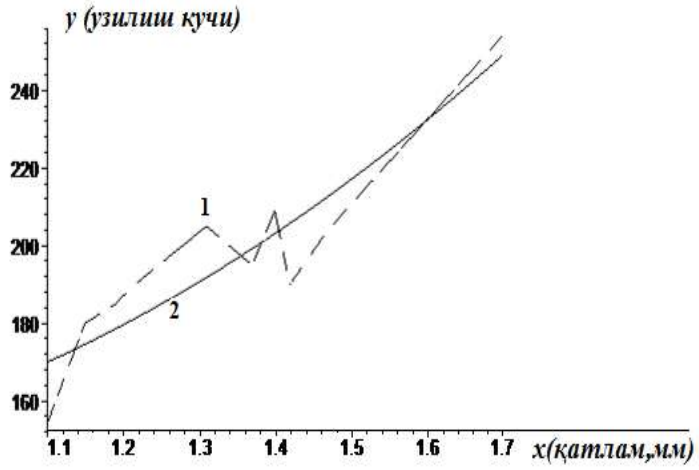


4-расм. Ҳаво ўтказувчанликнинг қатлам қалинлиги билан тажрибадаги (1 чизиқ) чизиқсиз регрессия (2 чизиқ) боғланиш графиклари

Тасодифий катталиклар қийматлари $Q_e = 0.0343$, $Q_R = 2.617$ га тенг бўлиб статистика $F = 267.42$ га тенг , Фишер - Снедеккор мезонида (жадвалга кўра) $F_{0.05,2,7} = 4.46$ қийматни қабул қилади. $F > F_{0.05,2,7}$ шарт бажарилганлиги сабабли юқоридаги уч ҳадли регрессия тенгламаси ўринли бўлиб, тиғизлик коэффициенти $R = 0.993$ га тенг бўлади.

Узилиш кучи учун чизиқсиз корреляцион боғланишнинг регрессия тенгламаси;

$$y = 71.04x^2 - 67.2x + 157.9$$

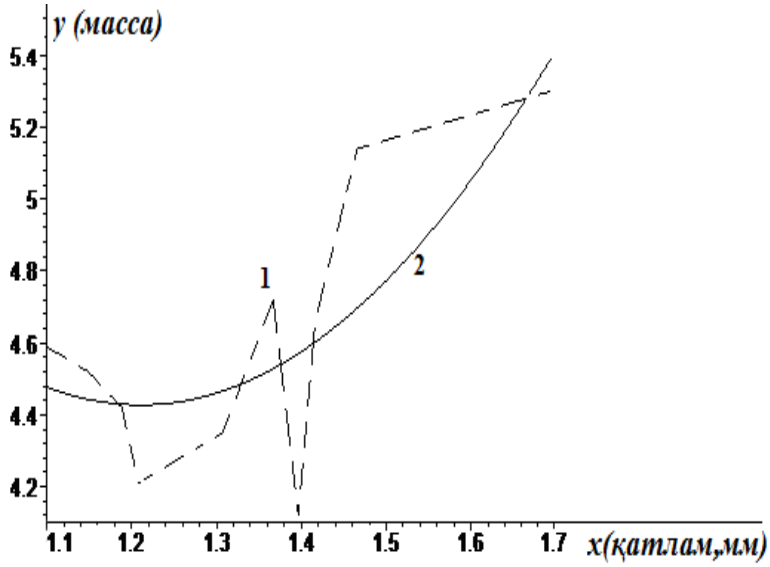


5-расм. Узилиш кучининг қатлам қалинлиги билан тажрибадаги (1 чизиқ) чизиқсиз регрессия (2 чизиқ) боғланиш графиклари

Тасодифий катталиклар қийматлари $Q_e = 979$, $Q_R = 4932$ га тенг бўлиб статистика $F = 17.8$ га тенг, Фишер - Снедеккор мезонида (жадвалга кўра) $F_{0.05,2,7} = 4.46$ қийматни қабул қилади. $F > F_{0.05,2,7}$ шарт бажарилганлиги сабабли юқоридаги уч ҳадли регрессия тенгламаси ўринли бўлиб, тиғизлик коэффициенти $R = 0.914$ га тенг бўлади.

Мўйна пакети массаси учун чизиқсиз корреляцион боғланишининг регрессия тенгламаси.

$$y = 4.04x^2 - 9.8x + 10.36$$



6-расм. Массанинг қатлам қалинлиги билан тажрибадаги (1 чизиқ) чизиқсиз регрессия (2 чизиқ) боғланиш графиклари

Тасодифий катталиклар қийматлари $Q_e = 0.527$, $Q_R = 0.756$ га тенг бўлиб статистика $F = 5.02$ га тенг, Фишер - Снедеккор мезонида (жадвалга кўра) $F_{0.05,2,7} = 4.46$ қийматни қабул қилади. $F > F_{0.05,2,7}$ шарт бажарилганлиги сабабли юқоридаги уч ҳадли регрессия тенгламаси ўринли бўлиб, тиғизлик коэффициенти $R = 0.768$ га тенг бўлади.

Назарий жиҳатдан эътибор қаратадиган бўлсак, тўлиқ хомашё исроф бўлишига эришиш ҳам мумкин эмас, чунки хомашё оқими бир томонлама ва унинг барча миқдори охир-оқибат маҳсулотга айланади. Чиқиндисиз технология технологик жараёнлар занжири бўлиб, унда битта ишлаб чиқаришдаги чиқиндилар бошқаси учун хомашё бўлиб қолади.

Саноат чиқиндиларидан фойдаланиш нафақат иқтисодий аҳамиятга эга - қимматбаҳо иккиламчи фойдалашга яроқли хомашё олиш, балки атроф-муҳитни ифлослантириш манбаларини йўқ қилишдан иборат.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Темирова, Г.И. (2020). Перспективы развития способов нанесения и укрепления декоративных элементов из натурального меха. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 1(2), 52-58.
2. Temirova, G. (2019). The importance of preparing a natural fur coat. eurasian journal of science and technology, 1(2).
3. GI, T. (2021). Mathematical Modeling of the Stress-Deformed State of a Fur Package With a Constant Cross Section Under the Action of a Heat Field and External Forces. Eurasian Journal of Academic Research, 1(04).
4. Ташпулатов, С. Ш., Темирова, Г. И., Черунова, И. В., Расулмухамедова, Б. А., & Азимова, М. Н. (2021). Разработка способа изготовления меховых изделий на основе ресурсосбережения. Universum: технические науки, (11-3 (92)), 55-59.
5. Kodirova, D. X., Mamatova, D., & Temirova, G. I. (2019). Specifications for working on detailsof heat exchanged natural fur. Вестник магистратуры, (4-3 (91)), 35-36.
6. Темирова, Г. И. (2020). Повышение эффективности использования коллагенсодержащих материалов при производстве качественных и ресурсосберегающих меховых изделий. In Всероссийская конференция молодых исследователей с международным участием «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации»(Социальный инженер-2020) (pp. 152-158).
7. Сайитова, У. С., & Темирова, Г. И. (2017). Конструктивные приемы трикотажной формы и элементы формообразования одежды. Вопросы науки и образования, (2 (3)), 37-39.
8. Temirova, G. I., Tashpulatov, S. S., & Cherunova, I. V. (2018). Production technology from natural power on the full-termological technology. In The latest research in modern science: experience, traditions and innovations (pp. 44-48).
9. Temirova, G. I., & Tashpulatov, S. S. (2018). An analysis of art decoration used in sewing items. In The latest research in modern science: experience, traditions and innovations (pp. 41-44).
10. Темирова, Г. И., et al. "Перспективные направления использования коллагенсодержащих материалов при изготовлении изделий различного ассортимента." Научно-технический журнал Наманганского инженерно-технологического института 1 (2020): 63-67.
11. Темирова Г.И., Субхонова И.И., Кудратов Ш. 2022. Способы использования материалов на основе коллагена в производстве меховых изделий. Международный междисциплинарный исследовательский журнал Galaxy . 10, 1 (январь 2022 г.), 426–430.
12. Ибодовна, Темирова Г. «Ресурсобережные способы соединения натурального меха с основной деталью». Журнал NX , том. 6, нет. 05, 2020, стр. 45-47.

Темирова Гулноз Ибодовна - "Енгил саноат муҳандислиги ва дизайн" кафедраси доценти. Тел.: +998 914412772 (c) *gulnoz.temirova.72@mail.ru*

АЁЛЛАР УСТКИ КИЙИМИ ТАЙЁРЛАШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ТАБИИЙ МЎЙНА ПАКЕТИНИНГ ФИЗИК-МЕХАНИК ХОССАЛАРИ

Темирова Г.И.

Бухоро давлат техника университети.

Аннотатсия. *Мўйна маҳсулотлари иссиқсақловчи ҳамда узоқ муддатга чидамлилиги каби афзалликларга эга бўлганлиги сабабли совуқ ўлкаларда бу маҳсулотларга бўлган қизиқиш жуда юқори. Бугунги кунга келиб мўйна модаси шундай тезлик билан тараққий этдиб бормоқдаки, ҳаттоки мавсумдан мавсумгача бўлган оралиқда ҳам ўзгариб бормоқда. Мўйна ярим маҳсулотини пардозлашнинг янги технологиялари пайдо бўлиши, жун қопламининг қайси усул билан ишлов берилишига, янги имитациялар, ранглар уйғунлигининг кўпайишига боғлиқ ҳолда турли хилдаги мўйна буюмларининг пайдо бўлишига сабаб бўлмоқда. Табиий мўйнадан тайёрланган кийимлар ўзининг ташқи кўриниши билан инсон гардеробидаги асосий жойни эгаллайди. Иқлим шароитларига мос равишда бундай мўйна буюмлар йилнинг исталган вақтида кийилади.*

Таянч сўзлар*: чиқинди; табиий мўйна; безак; қийқим; андаза; мода; конструкция; трафарет.*

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАКЕТА НАТУРАЛЬНОГО МЕХА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЖЕНСКОЙ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ

Темирова Г.И.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Изделия из меха очень популярны в холодных странах, поскольку они обладают такими преимуществами, как сохранение тепла и долговечность. Сегодня меховая мода развивается настолько стремительно, что она даже меняется от сезона к сезону.Появление новых технологий отделки меховых полуфабрикатов приводит к появлению разнообразия меховых изделий в зависимости от способа обработки шубы, новых имитаций, увеличению цветовых сочетаний.Изделия из натурального меха занимают центральное место в гардеробе человека благодаря своему внешнему виду. Такие меховые изделия можно носить в любое время года, в зависимости от климатических условий.*

Ключевые слова: *отход, натуральная меха, украшение, лоскут, лекала, мода,конструкция, трафарет.*

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL FUR PACKAGE USED IN THE PRODUCTION OF WOMEN'S OUTERWEAR

Temirova G.I.

Bukhara state technical university.

Annotation. *Fur products are very popular in cold countries, as they have such advantages as heat retention and durability. Today, fur fashion is developing so rapidly that it even changes from season to season.*
The emergence of new technologies for finishing fur semi-finished products leads to the emergence of a variety of fur products depending on the method of processing the fur coat, new imitations, and an increase in color combinations. Products made of natural fur occupy a central place in a person's wardrobe due to their appearance. Such fur products can be worn at any time of the ear, depending on climatic conditions.

Key words:*waste material, natural fur, decoration, shred, construction, measure, fashion, pattern.*

Табиий мўйна пакетидан тайёрланган буюмлар эксплуатация жараёнида ташқи кучлар таъсирига дучор бўлади. Шунинг учун мўйна пакетли кийимларда пакетнинг мустаҳкамлиги ва шаклбарқарорлик хусусиятлари муҳим аҳамият касб этади.

Мўйна пакетли кийим-кечакларнинг сифати кўплаб кўрсаткичларга боғлиқ бўлиб, улар орасида биринчи ўринни пакетларнинг физик-механик хоссалар эгаллайди. Буларга қалинлик, зичлик, масса, эгилувчанлик, ҳаво, буғ ва сув ўтказувчанлик, гигроскопиклик, чидамлилик ва бошқалар киради [1-3].

Физик хоссаларига қўйиладиган талаблар табиий мўйна пакетининг вазифаси билан белгиланади ва уларнинг таркиби, тузилиши ва пардозига боғлиқ бўлади.

Мўйна пакетли буюмлар тайёрлашга мўлжалланган териларнинг ўртача қалинлиги 0,77-0,99 мм ни ташкил қилиниши инобатга олинади [4].

Соф зотли бўялган қоракўл териларидан тайёрланадиган пакетлардаги қоракўл терилари учун техник шартларга асосан белгиланади [5-6].

Қўй мўйнасидан тайёрланадиган пакетларда қўй мўйнаси учун техник шартларга асосан кимёвий ва физик-механик кўрсаткичлари келтирилган [7-9].

Бикрлик. Эгилишдаги бикрлик – материалнинг ташқи эгувчи куч таъсир этганда шаклининг ўзгаришига қаршилик қилиш қобилиятидир.

Материалларнинг эгилишдаги бикрлигини аниқлаш учун қўлланиладиган қурилмалар икки гуруҳга бўлинади:

1. Материал намунаси тақсимланган куч (намунанинг осилган қисмини оғирлик кучи) таъсири остида букиладиган қурилмалар ушбу гуруҳга тегишлидир.

2. Материал намунаси бир ерга тўпланган юклама таъсири остида букиладиган қурилмалар. Бу гуруҳдаги қурилмаларда синалганда материал бикрлиги унинг намунасини қайрилган ҳалқа билан букиш учун зарур бўлган куч орқали тавсифланади.

ПТ-2 қурилмаси газламалар, трикотаж полотнолар ва комплекс материалларни букилишдаги бикрлигини аниқлаш учун мўлжалланган.

Бошланғич ҳар бирининг ўлчами 160х30 мм га тенг бўлган 5 тадан бўйлама ва кўндаланг намуна бўлаклар тайёрланади. Ўлчашлар орқали 5 та бўйлама ва кўндаланг намуналарни алоҳида 0,01г хатолик билан массаси аниқланади.

Бикрлик *EI*, мкН·см², бўйлама ва кўндаланг йўналишдаги намуналар учун алоҳида қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$EI = \frac{42046m}{A} \quad (1)$$

Бунда: m – 5 та намуна бўлагининг массаси, г; А – жадвал бўйича аниқланадиган f_o нисбий букилишнинг функцияси.

Нисбий букилиш f_o қуйидаги формула бўйича аниқланади

$$f_0 = \frac{f}{l} = \frac{f}{7} \quad (2)$$

Бунда: f – намуналарнинг якуний букилиши; l – намуналарнинг осиладиган қисмларини узунлиги, 7 см га тенг.

Материалнинг бикрлик коэффициенти K_{EI} бўйлама $EI_{бўй}$ ва кўндаланг $EI_{кўнд}$ йўналишда бикрлик катталикларининг ўзаро нисбати орқали аниқланади:

$$K_{EI} = \frac{\text{EI}_{\text{бўй}}}{\text{EI}_{\text{кўнд}}} \quad (3)$$

Тайёр табиий мўйна пакетларининг массаси деярли бир хил омилларга, қўшимча равишда терининг майдонига, тери тўқималарининг зичлигига, соч узунлигига ва қалинлигига боғлиқ.

Мўйнали кийимлар тери тўқималарининг хоссалари (тўқимачилик материалларидан фарқли ўлароқ) кийимнинг исталган фазовий шаклини олишда турлича таъсир кўрсатади масалан, қаттиқ тери тўқималарига эга бўлган мўйналардан тайёрланган пакетлар исталган силуэтлардаги кийимларни тайёрлашга имкон бермайди. Тери тўқимаси зичлигининг ортиб бориши билан унинг эластиклиги камайиб боради.

Мўйна теридаги сочларнинг мавжуд баландликлари буюм тайёрлаш жараёнида уларга нам иссиқлик билан ишлов бериш имконини турлича белгилайди. Ўсиқ жунли тери тўқимали мўйналарнинг тери тўқимаси қалин, зичлиги юқори бўлиб, мустаҳкам шаклбарқарорликка эгалиги сабабли уларга ишлов бериш жараёнида НИБИБ (нам иссиқлик билан ишлов бериш) операциялари амалга оширилмайди. Мўйнаси паст бўлган ёш тери тўқимали мўйналардаги тери тўқималарининг зичлиги кичик ва мустаҳкамлиги паст бўлиб, кийим тайёрлаш жараёни териларнинг тешилишига сабаб бўлиши мумкин. Шунинг учун бундай мўйнадан кийим тайёрлашда унинг тери тўқималарига қотирма билан ишлов беришда НИБИБ жараёнлари амалга оширилади.

Кийим тайёрлаш жараёнида мўйна пакетли намуналаридан фойдаланишнинг афзаллиги қийқимлардан ҳосил қилинган деталларнинг яхлитлигини таъминлашдир [10-12].

Ўлчаш усулига кўра, табиий мўйна пакетларининг намуналари 10-24 соат давомида меъёрдаги атмосфера шароитида сақлаб турилади (ҳавонинг нисбий намлиги φ=65±2%, ҳарорат Т=20±2°С.

Қурилмада синов ўтказиш усули. Қурилмани синовга тайёрлаш учун аввал синов тарози даражасини текшириш лозим.

Бу қурилма ёрдамида турли ассортиментдаги буюмларни тайёрлашда ишлатиладиган мато ва пакетларнинг массаси аниқланади. Бунинг учун текширилаётган мўйна пакетли (тўқимачилик асос (бўз)+ КТП композиция+ мўйна қийқимлари+занжирсимон попоп чок) намуналар 10х10 см ўлчамли тўртбурчак шаклида махсус кескич ёрдамида кесиб олинади. Бу намунанинг юзаси 100 $см^2$ ни ташкил этади. Сўнгра кесилган намуна махсус масса ўлчайдиган ГХ-400 тарозида тортилади. 1 $м^2$ матонинг оғирлигини билиш учун тарози кўрсаткичини 100 га кўпайтириш керак.

Ҳар ўнта намуналарнинг ҳар бирининг массаси алоҳида-алоҳида ўлчанади ва унинг арифметик қийматлари мажвуд формулалар орқали ҳисоблаб топилади. Синов ўтказилган табиий мўйналарнинг юза зичликлари ГОСТ 3811-72 бўйича солиштирилади.

Мўйна пакетли намуналарнинг сирт зичлиги г/$см^3$, пакетнинг сифатини баҳолаш ва маҳсулотларнинг ҳаво ўтказувчанлигини танлашда муҳим рол ўйнайди.

Механик хоссалар - бу материалларни комплекс хоссалари бўлиб, улар материални турли ташқи кучлар таъсирига муносабатини кўрсатади. Механик кучлар таъсирида намуна деформацияланади, унинг катталиги ва шакли ўзгаради.

Табиий мўйна пакети намуналарини механик хоссаларининг кўрсаткичлари тикув буюмлари тайёрлашда кенг қўлланилади ва уларни сифатини баҳолашда муҳим рол ўйнайди.

Кийимнинг эскиришига асосан унга чўзувчи, эгувчи, букувчи кучлар, ишқаланиш кучлари таъсир этиши сабаб бўлади. Шунинг учун табиий мўйна пакетидан тайёрланган кийимларнинг оҳори ва шаклининг яхши сақланишида ҳамда узоққа чидашида пакетнинг турли механик хоссалари катта рол ўйнайди. Унинг механик хоссаларига пишиқлиги, узайиши, чўзишга чидамлилиги ва бошқа хоссалари киради.

Табиий мўйна пакетидан тикувчилик буюмларини тайёрлаганда ва бу буюмлардан фойдаланганда турли механик таъсирларни қабул қилади ва улар чўзиш, эгиш, сиқиш деформацияларини чорлайди.

Узиш характеристикалари. Бу характеристикалар табиий мўйна пакетларининг энг юқори механик имкониятларини баҳолашда қўлланилади. Бу кўрсаткичлар бўйича табиий мўйна пакетини доимо таъсир этадиган ташқи кучларга қаршилик кўрсатиш қобилиятини баҳолайдилар унинг муҳим сифат кўрсаткичлари: узиш юки ва чўзишдаги узилиш.

Тажрибада табиий мўйна пакетидан тайёрланган намунанинг сифатини баҳолашда узувчи куч аниқланади ва стандарт нормаларига таққосланади. Халқаро бирликлар системаси (СИ)га мувофиқ узувчи куч Ньютон (Н) билан ифодаланади.

Чўзишдаги узилиш. Узиш машинасида табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг пишиқлигини аниқлаш билан бир вақтда унинг чўзишдаги узилиши ҳам аниқланади. Чўзиш пайтида намунанинг узунлиги ошиши - чўзишдаги узилиши миллиметрда аниқланиши (абсолют узайиш) ёки намунанинг дастлабки узунлигига нисбатан фоизда ифодаланиши (нисбий узайиш ε) мумкин:

$$\varepsilon = \frac{l_2 - l_1}{l_1} 100; \% \qquad (4)$$

бунда: l_1 - табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг дастлабки узунлиги, см; l_2 - табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг чўзиш пайтидаги узунлиги.

Чўзувчи куч қанча катта бўлса ва узоқ таъсир қилиб турса, йўқолмайдиган узайишлар улуши шунча ошади. Кийим кўп вақт кийилганда унга кучлар қайта-қайта таъсир этиши натижасида кийим шаклини йўқотиб боради.

Табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг чўзишдаги узилиши кийим тайёрлаш жараёнининг технологик босқичларига таъсир қилади. Буюм тайёрлашда чўзишдаги узилиш фоизини ҳамда йўқоладиган ва йўқолмайдиган узилишлар нисбатини ҳисобга олиш лозим. Қайишқоқ бўлмаган, чўзилиши қийин бўлган матолардан кийим

тайёрлашда танага ёпишиб турадиган кийимлар яратиб бўлмайди, акс ҳолда кийимнинг ташқи кўриниши бузилиб, ундаги эстетик кўриниш йўқолади.

Тавсия қилинаётган табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналар қайишқоқ бўлиб, кийим деталларини чўзилиш мустаҳкамлигини таъминлайди.

Мустаҳкамлик чегараси деб, шундай кучланишга айтиладики, у қиймати бўйича намуна узилган вақтда кўндаланг кесим юзасининг ҳар бир метрига тўғри келадиган кучга тенг. Бу кўрсаткич табиий мўйна пакети тери тўқимасининг механик хоссаларидан асосийси бўлиб, ГОСТ-9296 стандартларда аниқ кўрсатилган.

Табиий мўйна пакети (тўқимачилик асос (бўз)+ КТП композиция+ мўйна қийқимлари+занжирсимон попоп чок) намуналарининг чўзилишини синаш учун 10 та намуна тайёрланади. Ҳар ўнта намуналарнинг ҳар бирининг чўзишдаги улишларининг арифметик қийматлари ўлчанади.

Синовдан аввал намуналар ишчи қисмининг узунлигига мос равишда қирқиб олинади. Табиий мўйна пакетининг чўзилишдаги узилишини синаш учун AG-1 маркали машинадан фойдаланилади.

Узиш кучи. Табиий мўйна пакетидан кийим деталларини бичиш жараёнида, чок ҳосил қилишда, пардозлаш ва ишлов берганда унча катта бўлмаган кучлар таъсирига йўлиқади.

Фойдаланганда ҳам намуналар камдан кам узлуксиз ортиб борадиган ва бузишга олиб келадиган кучлар таъсирига йўлиқади. Бу кучлар одатда 5 см тасмага 1-3 Н ва айрим ҳолда 8-9 Н га етади.

Шундай қилиб, тикувчилик буюмларини ишлаб чиқаришда ҳам, улардан фойдаланганда ҳам материалга кўп катта бўлмаган кучлар таъсир этади, улар аста-секин материал тузилишини ёмонлаштиради ва кийимни айрим жойларини ўзгариб, ташқи кўриниши ёмонлаштиради. Табиий мўйнали пакетдан тайёрланган намуналарга ишлов бериш жараёнида улар орасида ишқаланиш кучлари пайдо бўлади. Мўйна пакети тери тўқимасининг орасига бу кучлар кескин ортади. Тери тўқимасининг тузилиш фазаларига қараб бу пайдо бўлган ташқи боғланишлар ишқаланиш кучлари билан белгиланади.

Чўзилишдаги мустаҳкамлик деб, табиий мўйна пакетининг узилгунга қадар чўзувчи кучларга қаршилик кўрсатиш қобилиятига айтилади.

Табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг мустаҳкамлигини абсолют ва нисбий характеристикаларда баҳолаш мумкин.

Узиш кучи – бу табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг узиш пайтида бардош берадиган кучдир. Узиш кучининг катталиги табиий мўйна пакетидан тайёрланган намуналарнинг механик хоссаларини ва унинг сифатини стандарт кўрсаткичлари бўйича баҳолашда асосий мезон бўлиб ҳисобланади.

AUTOGRAPH AG-I қурилмасида ГОСТ 3813-72 бўйича мавжуд технология асосида тайёрланган табиий мўйна пакети намуналари ва тавсия этилаётган технология асосида тайёрланган табиий мўйна пакети намуналарининг узиш кучи ва чўзилишдаги узилиш катталиклари синов давомида аниқланди.

Ҳаво ўтказувчанлик катталиги учун чизиқли регрессия тенгламаси. Чизиқли регрессия тенгламасининг номаълум параметрларини ҳисоблаш формулаларини топамиз.

$$y_x = k_1 x + b_0 \quad (5)$$

Бунинг учун квадратларни минимизация қилиш усулини қўллаймиз. Бунда k_1 ва b_0 номаълум параметрлар регрессия тенгламаси бўйича топилган y_x қийматида Y тўпламда эмпирик ўртача гуруҳларнинг квадратик оғишлари йиғиндиси минимал бўлиши керак:

$$S = S(b_0, k_1) = \sum_{i=1}^{m} (b_0 + k_1 x_i - \bar{y}_i)^2 N_i \to \min \quad (6)$$

Берилган чизиқ шаклига кўра, Y чизиқли корреляцион боғлиқлик X бўйича кўрилаётган икки $S = S(b_0, k_1)$ оралиқнинг хусусий ҳосилаларини нолга тенглаштирамиз. Яъни,

$$\frac{\partial S}{\partial b_0} = 0, \ \frac{\partial S}{\partial k_1} = 0 \qquad (7)$$

Шундан сўнг, чизиқли регрессия параметрларини аниқлаш учун нормал тенглама системаларини оламиз:

$$b_0 n + k_1 \sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{m} \bar{y}_i \qquad (8); \qquad b_0 \sum_{i=1}^{m} x_i + k_1 \sum_{i=1}^{m} x^2{}_i = \sum_{i=1}^{m} x_i \bar{y}_{ii} \qquad (9)$$

Бу система ечимини қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$k_1 = (\overline{xy} - \bar{y}\bar{x}) / s_x^2, \qquad (10); \qquad b_0 = \bar{y} - k_1 \bar{x} \qquad (11)$$

Бу ерда:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} x_i \ , \ \bar{y} = \sum_{j=1}^{n} y_j \ , \ \overline{xy} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} x_i y_{j\,j} \ , \ \overline{x^2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{m} x_i^2 \ ,. \ s_x^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2 \qquad (12)$$

Юқоридаги усул билан регрессия тенгламасини X тўламга нисбатан қуйидаги кўринишга келтирамиз.

$$x_y = k_2 x + c_0 \qquad (13)$$

Бу ерда: $c_0 = \bar{x} - k_2 \bar{y}$, $k_2 = (\overline{xy} - \bar{y}\bar{x}) / s_y^2$ ($s_y^2 = \overline{y^2} - \bar{y}^2$ $\overline{y^2} = \sum_{i=1}^{m} y_i^2$) (14)

Ушбу катталик $r = k_1 \frac{s_x}{s_y} = \sqrt{k_1 k_2}$ (15)

чизиқли регрессия боғлиқлигининг кўрсаткичи ҳисобланади ва танланган коэффициент ёки оддий корреляция коэффициенти дейилади. $r = 0$ бўлганда, X ва Y орасида корреляция мавжуд эмас. Корреляция коэффициенти $-1 < r < 1$ тенгсизликни қаноатлантиради.

Кўрсатилган регрессия кўрстакичи ўринли ва мавжудлигини (ёки мавжуд эмаслигини) тасдиқлаш учун ушбу статистика ҳисоблаб чиқилади.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \qquad (16)$$

ва унинг қиймати Стьюдента $t_{1-\alpha;k}$ мезони билан таққосланади.

α - $k = N - 2$ қийматининг аҳамиятлилик даражаси ва эркинлик даражаси бўлиб, унинг қийматлари махсус жадвалларда келтирилган. Агар, $t > t_{1-\alpha,k}$ тенгсизлик бажарилса, у ҳолда X ва Y тўпламлар орасида корреляция мавжудлиги тасдиқланади. Акс ҳолда, улар орасида корреляция бўлмайди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Темирова, Г. И. (2020). Перспективы развития способов нанесения и укрепления декоративных элементов из натурального меха. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 1(2), 52-58.
2. Temirova, G. (2019). The importance of preparing a natural fur coat. eurasian journal of science and technology, 1(2).
3. GI, T. (2021). Mathematical Modeling of the Stress-Deformed State of a Fur Package With a Constant Cross Section Under the Action of a Heat Field and External Forces. Eurasian Journal of Academic Research, 1(04).
4. Ташпулатов, С. Ш., Темирова, Г. И., Черунова, И. В., Расулмухамедова, Б. А., & Азимова, М. Н. (2021). Разработка способа изготовления меховых изделий на основе ресурсосбережения. Universum: технические науки, (11-3 (92)), 55-59.

5. Kodirova, D. X., Mamatova, D., & Temirova, G. I. (2019). Specifications for working on detailsof heat exchanged natural fur. Вестник магистратуры, (4-3 (91)), 35-36.
6. Темирова, Г. И. (2020). Повышение эффективности использования коллагенсодержащих материалов при производстве качественных и ресурсосберегающих меховых изделий. IV Всероссийская конференция молодых исследователей с международным участием «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации»(Социальный инженер-2020) (pp. 152-158).
7. Сайитова, У. С., & Темирова, Г. И. (2017). Конструктивные приемы трикотажной формы и элементы формообразования одежды. Вопросы науки и образования, (2 (3)), 37-39.
8. Temirova, G. I., Tashpulatov, S. S., & Cherunova, I. V. (2018). Production technology from natural power on the full-termological technology. In The latest research in modern science: experience, traditions and innovations (pp. 44-48).
9. Temirova, G. I., & Tashpulatov, S. S. (2018). An analysis of art decoration used in sewing items. In The latest research in modern science: experience, traditions and innovations (pp. 41-44).
10. Темирова, Г. И., et al. "Перспективные направления использования коллагенсодержащих материалов при изготовлении изделий различного ассортимента." Научно-технический журнал Наманганского инженерно-технологического института 1 (2020): 63-67.
11. Темирова Г.И., Субхонова И.И., Кудратов Ш. 2022. Способы использования материалов на основе коллагена в производстве меховых изделий. Международный междисциплинарный исследовательский журнал Galaxy . 10, 1 (январь 2022 г.), 426–430.
12. Ибодовна, Темирова Г. «Ресурсобережные способы соединения натурального меха с основной деталью». Журнал NX , том. 6, нет. 05, 2020, стр. 45-47.

Темирова Гулноз Ибодовна - "Енгил саноат муҳандислиги ва дизайн" кафедраси доценти. Тел.: +998 914412772 (c) *gulnoz.temirova.72@mail.ru*

TABIIY VA SINTETIK CHARMLARDAN TAYYORLANGAN USTKI POYABZALLARNING SHAKLBARDOSHLIGINI OSHIRISH UCHUN SHAKLLANTIRISH REJIMLARINI ILMIY ASOSLASH.

Uzoqova L.P.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada tabiiy va sintetik charmdan tayyorlangan ustki qismli poyabzallarning shakl saqlash xususiyatlariga shakl berish rejimlarining ta'sirini o'rganish natijalari keltirilgan. Poyabzal ustki qismini tayyorlashda ishlatiladigan turli xil charm va to'qimachilik materiallarining strukturaviy-mexanik xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Issiqlik bilan ishlov berish harorati va davomiyligi, ayniqsa, sintetik charmli tizimlarda shakl barqarorligiga eng katta ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.*

Kalit so'zlar: *shaklbardoshlik, elastiklik, charm materiallari, sintetik charm, shakllash rejimlari, termofiksatsiya, qoldiq deformatsiya, poyabzal sanoati, texnologik parametrlar.*

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ФОРМОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ОБУВИ С ВЕРХОМ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ КОЖ

Узакова Л.П.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье приведены результаты исследований влияния режимов формования на формоустойчивость обуви с верхом из натуральных и синтетических кож. Рассмотрены структурно-механические особенности различных кожевых и текстильных материалов, применяемых в заготовках верха обуви. Установлено, что температура и продолжительность термообработки оказывают наибольшее влияние на формоустойчивость, особенно в системах с синтетической кожей.*

Ключевые слова: *формоустойчивость, упругость, кожевенные материалы, синтетическая кожа, режимы формования, термофиксация, остаточная деформация, обувная промышленность, технологические параметры.*

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF FORMING REGIMES TO INCREASE THE FORM-STABILITY OF SURFACE FOOTWEAR FROM NATURAL AND SYNTHETIC LEATHER.

Uzakova L.P.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article presents the results of research on the influence of molding modes on the stability of the top shoe form from natural and synthetic leathers. The structural and mechanical features of various leather goods and textile materials used in shoe uppers are considered. It has been established that the temperature and duration of heat treatment have the greatest influence on the stability of the form, especially in systems with synthetic leather.*

Keywords: *shape stability, elasticity, leather materials, synthetic leather, molding modes, thermo-fixation, residual deformation, footwear industry, technological parameters.*

Zamonaviy poyabzal sanoati mahsulotlarning sifati va chidamliligiga yuqori talablar qo‘yadi, ular orasida poyabzalning shaklga chidamliligi asosiy o‘rinni egallaydi. Shaklbardoshlilik - poyabzal mahsulotini saqlash va foydalanish jarayonida belgilangan shaklni saqlab qolish qobiliyati - poyabzalning qulayligi, estetik ko‘rinishi va xizmat muddatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, bu muammo poyabzal ustki qismi uchun turli xil materiallardan, shu jumladan tabiiy va sintetik charmlardan foydalanishda dolzarb bo‘lib qolmoqda.

So‘nggi yillarda poyabzal ishlab chiqarishda sintetik charmlardan foydalanishning sezilarli o‘sishi kuzatilmoqda. Bu bir qator afzalliklar, masalan, arzonlik, teksturalar va ranglarning xilma-xilligi, shuningdek, texnologik universallik bilan bog‘liq. Biroq, sintetik charmlarning afzalliklariga qaramay, kamchiliklari ham mavjud bo‘lib, ulardan asosiysi tabiiy charmga nisbatan shakl saqlash qobiliyatining pastligidir. Bu sintetik charmlarning yuqori elastikligi va tuzilishining o‘ziga xos xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘lib, bu esa tanavorlarni shakllantirish va ishlov berish rejimlarini tanlashga alohida yondashuvni talab qiladi.

Poyabzal buyumlarining yakuniy xarakteristikalarini shakllantirishda tanavorlarga shakl berish va termofiksatsiyalash jarayonlari muhim rol o‘ynaydi. Qolipning maksimal barqarorligiga erishish uchun deformatsiya parametrlari, harorat rejimi va issiqlik bilan ishlov berish davomiyligini to‘g‘ri tanlash kerak, bu esa materialdagi qoldiq kuchlanishlarni minimallashtirishga imkon beradi. Shakl berish rejimlarining qolip turg‘unligiga ta’sirini o‘rganish har tomonlama yondashuvni talab qiladi, bunda ustki material, astar qatlamlari va texnologik ishlov berish sharoitlarining o‘zaro ta’sirining o‘ziga xos xususiyatlari hisobga olinadi.

Ushbu maqolada tabiiy va sintetik charmlardan foydalangan holda poyabzalning shakl saqlash xususiyatini oshirishning nazariy va amaliy asoslarini ishlab chiqishga qaratilgan ko‘p yillik tadqiqotlar natijalari ko‘rib chiqiladi. Qoldiq deformatsiyalarni miqdoriy baholash, namlik, harorat va termofiksatsiya vaqtining ta’siri, shuningdek, materiallarning oqilona tizimlari va ishlov berish rejimlarini tanlashga alohida e’tibor qaratilgan.

Poyabzal buyumlarining shakl saqlash xususiyati murakkab xususiyat bo‘lib, u ustki va astarlik buyumlarini tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallarning fizik-mexanik parametrlari va ularga ishlov berishning texnologik sharoitlari bilan bog‘liq. Shakl turg‘unligining asosiy ko‘rsatkichi bo‘lib, tashqi ta’sirlar olingandan va shakl mustahkamlangandan so‘ng materialning deformatsiyalanish darajasini tavsiflovchi nisbiy qoldiq cho‘zilish qiymati xizmat qiladi.

Tabiiy charm murakkab tolali tuzilishi va namlik sig‘imi qobiliyati bilan ajralib turadi, bu esa unga o‘ziga xos plastiklik va elastiklik xususiyatlarini beradi. Materialning namlik darajasi uning mexanik ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi: taxminan 30% optimal namlanishda charm yanada moslashuvchan bo‘ladi, bu esa shakl berish jarayonini osonlashtiradi, ortiqcha namlik esa qoldiq deformatsiyalarning ko‘payishiga va mahsulotning ishlash muddatini qisqartirishga olib kelishi mumkin.

Tabiiy charmdan farqli o‘laroq, sintetik charm materiallari yuqori elastikligi va past gigroskopikligi bilan ajralib turadi. Bunday farq sintetiklarning polimer tabiati va ularning tuzilishida tabiiy tolali asosning yo‘qligi bilan bog‘liq. Natijada, sintetik charmlar kamroq plastiklikka ega bo‘ladi, bu esa shakllash va keyinchalik foydalanish paytida aniqroq qoldiq

deformatsiyalarga olib keladi. Sintetik charmlar ichki tuzilishining o‘ziga xos xususiyatlari shaklning zarur barqarorligini ta’minlash uchun termofiksatsiya parametrlari va deformatsiya rejimlarini to‘g‘ri tanlashni talab qiladi. Materiallarda kuchlanish relaksatsiyasi mexanizmlarini ko‘rib chiqishda, yuklanish olingandan keyin kuchlangan holatning barqaror holatga o‘tish jarayonini hisobga olish muhim. Qizdirilganda va namlanganda molekula tuzilishining qayta qurilishi sodir bo‘ladi, bu ichki kuchlanishlarning pasayishiga va shaklning mustahkamlanishiga olib keladi. Ushbu jarayonni miqdoriy tavsiflash uchun harorat, namlik va ishlov berish vaqtiga qarab qoldiq kuchlanishlarning kamayish tezligini modellashtirishga imkon beradigan eksponensial relaksatsiya tenglamalari qo‘llaniladi.

Shunday qilib, poyabzalning shaklga chidamliligi ko‘plab omillarning kompleks kombinatsiyasi ta’sirida shakllanadi - ishlatiladigan materiallarning fizik xususiyatlaridan tortib, texnologik jarayonlarning parametrlari va atrof-muhit ta’sirigacha. Ushbu o‘zaro bog‘liqliklarni chuqur tushunish mahsulotlarning sifatini yaxshilash va xizmat muddatini uzaytirishga yordam beradigan samarali shakllash rejimlarini ishlab chiqish imkonini beradi.

Bir necha yillar davomida tabiiy va sun’iy charm materiallaridan foydalangan holda poyabzal konstruksiyalarining shakl saqlash qobiliyatini ta’minlashning nazariy asoslarini shakllantirishga qaratilgan tizimli tadqiqotlar olib borildi. Aynan ustki materiallarning xususiyatlari va texnologik jarayon parametrlari poyabzalning saqlash va ekspluatatsiya qilishda geometrik barqarorligini saqlash muddatiga hal qiluvchi ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi.

Shuningdek, asosiy shakllash rejimlarining nisbiy qoldiq cho‘zilish ($\varepsilon_{qol.}$) qiymati bilan baholanadigan turli xil material tizimlarining shakl barqarorligiga ta’siri o‘rganildi. Mazkur ishlar poyabzalning ustki qismini tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallarda amalga oshirildi. Ikki o‘qli cho‘zishni amalga oshirish uchun namunalar va ularning kompozitsiyalarini segment elementlarida bir vaqtning o‘zida cho‘zish va biriktirish imkonini beruvchi maxsus uskunalar qo‘llanildi. Sferik segmentlar 4% dan 57% gacha diapazonda radial deformatsiyani ta’minladi.

Zamonaviy yuqori unumli poyabzal ishlab chiqarish usullari sharoitida nafaqat mahsulotning tez qurishini ta’minlash, balki materiallardagi ichki kuchlanishlarni qisqa vaqt ichida samarali minimallashtirish muhimdir. Shu munosabat bilan materialni qizdirish tezligining kuchlanish relaksatsiyasi tezligiga ta’siri o‘rganildi.

Poyabzal ustki va astar qatlamlari materiallarida kuchlanish relaksatsiyasi jarayonlarini miqdoriy tahlil qilish uchun eksponensial tenglama qo‘llanildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, tez qizdirishda mahsulot shakli mustahkamlangandan so‘ng materialdagi qoldiq kuchlanishlarning tez pasayishi sodir bo‘ladi. Tabiiy charm namligining optimal darajasi 30% dan yuqori emas deb hisoblanadi va xonadagi havoning nisbiy namligi 30-40% oralig‘ida ushlab turilishi kerak.

Poyabzalning shakl saqlash xususiyatiga ta’sir etuvchi omillarni, jumladan, mutlaq quruq massaga hisoblangan namlik, charm materialining cho‘zilishi, quritish kamerasidagi havo harorati bosimni o‘rganish uchun materiallar va ularning kompleks tizimlarining nisbiy qoldiq cho‘zilishlarining maqbul qiymatlarini aniqlash imkonini beruvchi tenglamalar ishlab chiqildi. Ushbu matematik modellar poyabzal mahsulotlarini namlash va quritish texnologik jarayonlari parametrlarini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini ishlab chiqish uchun poydevor bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Poyabzal mahsulotlarining shaklga chidamliligini oshirish tabiiy charmga yaqin bo‘lgan cho‘ziluvchan astarlik materiallarini tanlash, shuningdek, kompleks materiallarni shakllantirish rejimlarini optimallashtirishni o‘z ichiga olgan kompleks yondashuvni talab qilishi ko‘rsatilgan. Charmning cho‘zilish qobiliyati oshishi bilan material tizimlarida qoldiq deformatsiyalar darajasi oshishi kuzatildi. Shu bilan birga, materiallar komplekslarida nisbiy qoldiq deformatsiyalar alohida komponentlarga qaraganda yuqori bo‘ladi. Bundan tashqari, charm namligining oshishi qoldiq deformatsiyalar miqdorining oshishiga yordam beradi.

Tovon qismini oldindan shakllantirish, tumshuq-bog‘lam sohasini tortish va elim bilan biriktirish, tovon va ahmi qismlarini tortishni o‘z ichiga olgan texnologiya bo‘yicha shakllantirilgan

materiallar (yarim tana, bo‘z va tik-sarja) tizimidan tayyorlangan bostirma dastakli erkaklar yarim botinkalari uchun optimal shakl saqlashga quyidagi shakl berish rejimlariga rioya qilinganda erishiladi:

- Charmning uzayishi, % 13-15
- Charmning namligi, % 25-30
- Quritgichdagi havo harorati, ^{0}C 100-120
- Fiksatsiya (birikish) vaqti, min. 14-20

So‘nggi yiliar ichida etakchi mamlakatlarning poyabzal sanoatida poyabzal ustki qismini tayyorlash uchun sintetik va sun’iy charm materiallarini faol joriy etish kuzatilmoqda. Tabiiy charm bilan taqqoslaganda, bu charmlar bir qator afzalliklarga ega, ammo shu bilan birga ma’lum kamchiliklarga ega, ulardan asosiysi yuqori elastiklik tufayli poyabzal shaklini saqlash qobiliyatining pasayishi. Shu munosabat bilan sintetik charmlardan tayyorlangan ustki buyumlar bilan ishlashda buyumlarning zarur shakl saqlash darajasini ta’minlaydigan optimal shakllash rejimlarini ishlab chiqish ustuvor vazifaga aylanmoqda.

SK-8 sintetik charmdan foydalangan holda materiallar tizimidan tayyorlangan poyabzal ustki qismlarining shakl saqlash xususiyatiga shakl berishning asosiy rejimlari - deformatsiya, harorat va termofiksatsiya vaqtining ta’siri o‘rganildi. Shakl turg‘unligi nisbiy qoldiq uzayish qiymati bo‘yicha baholandi. Taglik materialining namligi o‘tkir bug‘ bilan ishlov berilgandan so‘ng barqaror bo‘lib qoldi va 20% ni tashkil etdi.

Nazorat qilinadigan asosiy omillarni miqdoriy tahlil qilish uchun turli xil material tizimlari uchun matematik modellar ishlab chiqildi: SK-8 sintetik charm; SK-8 charm astarli kombinatsiyasi; SK-8 spilka bilan birgalikda; shuningdek, SK-8 tizimi, bir o‘qli va ikki o‘qli simmetrik cho‘zilishda o‘rganilgan bo‘z va charm astar.

Olingan tenglamalar tahlili $\varepsilon_{qol.}$ kattaligining shakllanishida termofiksatsiya harorati va vaqtining hal qiluvchi ta’sirini aniqladi. Shu bilan birga, deformatsiya va termofiksatsiya davomiyligi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirning ta’siri ahamiyatsiz bo‘lib chiqdi. Ushbu natijalar sintetik charmdan ustki qismli poyabzal ishlab chiqarishda sifatli shakl berishni ta’minlaydigan minimal deformatsiya darajasini belgilash muhimligi to‘g‘risidagi oldingi tadqiqotlar xulosalarini tasdiqladi.

Shuningdek, materiallarning cho‘ziluvchanligi ortishi bilan $\varepsilon_{qol.}$ ortishi aniqlandi, bu esa tizimning cho‘ziluvchanligi va poyabzalning shakl saqlash xususiyati o‘rtasida to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Amaliy natijalar konstruktiv echimlarni optimallashtirish va ratsional material tizimlarini tanlash orqali astarlik materiallarining cho‘ziluvchanligini oshirish zarurati hisoblanadi. Tuzilgan tenglamalar tahlili poyabzal ustki qismini oraliq astar qatlamlardan foydalanmasdan sintetik charmdan ishlab chiqish zarurligini ta’kidlaydi.

Shakllash rejimlarini tanlashda faqat sintetik charmning xususiyatlari bilan cheklanib qolmasdan, kompleks material tizimlarining hatti-harakatlarini hisobga olish kerak. Aks holda buyumning talab etilgan shaklga chidamliligini ta’minlash muammoli bo‘ladi.

Shakl berishning maqbul parametrlari regression modellar asosida aniqlandi, bunda nisbiy qoldiq uzayishning me’yorlangan qiymati ($\varepsilon_{qol.}$) namunalar uchun 65±1% ni tashkil etdi, bu shakl barqarorligining qoniqarli darajasiga to‘g‘ri keladi. Shu bilan birga, poyabzalning hajmi qolipdan echilgandan so‘ng va relaksatsiya jarayonlari tugagandan so‘ng, zarur geometrik barqarorlikni saqlab, uning o‘lcham to‘laligi doirasida o‘zgaradi

Me’yorlangan $\varepsilon_{qol.}$=65±1% qiymatidan kelib chiqib, ustki detallarda ishlatiladigan materiallar uchun deformatsiya parametrlari, harorat va termofiksatsiya vaqtining turli xil kombinatsiyalarini aniqlash mumkin.

Sintetik charmdan tayyorlangan poyabzal ustki qismini shakllantirish rejimlarini turlicha tanlash mumkin, bunda qanday materiallar ishlatilishi, ularning qayishqoqligi va astarning namligi hisobga olinadi. Bunday yondashuv jarayonlarni poyabzal korxonalarining texnik imkoniyatlari va konveyer ishlab chiqarish xususiyatlariga moslashtirish imkonini beradi.

1-jadvalda. Shaklga chidamlilikni oshirish uchun tabiiy va sintetik charmlardan ustki qismi bo‘lgan poyabzallarga shakl berish rejimlari keltirilgan.

№	Parametr	Tabiiy charm	Sintetik charm (SK-8 va tizimlar)	Umumiy xulosalar/ Tavsiyalar
1.	Charmning asosiy tavsifi	Murakkab tolali struktura, yuqori gigroskopiklik, plastiklik namlikka bog‘liq.	Yuqori elastiklik, past gigroskopiklik, kam plastiklik	Shaklbardoshlik materiallarning tuzilishi va xususiyatlariga bog‘liq.
2.	Namlikning ta’siri	Optimal namlik ~30%, yuqori-yuqori qoldiq deformat-siyalar	Astarlik namligi 20% ga barqarorlashtirildi	Namlik tabiiy charm uchun juda muhim, sintetik charm uchun esa kamroq.
3.	Termofiksatsiya harorati va vaqtining ta’siri	Isitish tezligi, optimal harorat rejimi muhim	Harorat va davomiylikning ustun ta’siri, SK-8 uchun optimal rejim: 112-136°S, 5-16 daqiqa	Harorat va vaqt ikkala guruh uchun, ayniqsa sintetik charm uchun asosiy parametrlardir.
4.	Konstruksiya va materiallar tizimining o‘ziga xos xususiyatlari	Cho‘ziluvchanligi bo‘yicha teriga yaqin astarlik materiallarni tanlash muhim.	Asossiz yoki opti-mal cho‘ziluvchan-likka ega tizimlarni afzal ko‘rish	Materiallar tizimi yakuniy natijaga katta ta’sir ko‘rsatadi.

Masalan, SK-8 materiallari va charm astar tizimidan ustki qismi bo‘lgan poyabzallarni ishlab chiqarishda, tanavorning 7% deformatsiyasini va astarning 20% namligini hisobga olgan holda, uskunaning imkoniyatlari va ishlab chiqarish oqimining taktiga mos keladigan turli xil termofiksatsiya rejimlarini qo‘llash mumkin: 16 daqiqa davomida 112°C harorat; 119°C - 12 daqiqa; 123° C - 10 daqiqa; 128° C - 8 daqiqa; 130° C - 7 daqiqa; 136° C - 5 daqiqa.

Tajribalar davomida tabiiy va sintetik charmdan tayyorlangan ustki qismi bo‘lgan poyabzallarning shakl saqlash xususiyati ko‘p jihatdan shakl berish parametrlari - deformatsiya darajasi, harorat va termofiksatsiya vaqti bilan belgilanishi aniqlandi. Materiallarning shaklni saqlash qobiliyatini belgilovchi ko‘rsatkich nisbiy qoldiq cho‘zilish bo‘ldi: uning qiymati qanchalik kichik bo‘lsa, zagotovka shaklining barqarorligi shunchalik yuqori bo‘ladi.

Tajriba natijalari tabiiy charm uchun namlik va qizdirish tezligi, sintetik charmlar uchun esa harorat va issiqlik bilan ishlov berish davomiyligi shakl barqarorligiga ta’sir qiluvchi asosiy omillar ekanligini tasdiqladi. Charmlarning aniq tarkibiga qarab o‘zgaradigan bu parametrlarning to‘g‘ri tanlangan kombinatsiyalarida $\varepsilon_{qol.}$ deformatsiyaning minimal qiymatiga erishiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki qismli poyabzallarning yuqori shaklga chidamliligini ta’minlashda shakl berish rejimlarining muhim rol o‘ynashini tasdiqladi. Harorat, termofiksatsiya vaqti va deformatsiya darajasini optimal tanlash qoldiq deformatsiyalarni sezilarli darajada kamaytirish va buyumlar shaklining barqarorligini oshirish imkonini berishi aniqlandi. Tabiiy charmlar uchun asosiy omillar namlik va qizdirish tezligi, sintetik charmlar uchun esa harorat va issiqlik bilan ishlov berish davomiyligi bo‘lib, bu ularning turli tuzilishi va mexanik xususiyatlari bilan bog‘liq.

Shunday qilib, shakllash rejimlarini ilmiy asoslash zamonaviy materiallarning o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda poyabzal ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish uchun yangi istiqbollarni ochadi va yuqori ekspluatatsion ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan raqobatbardosh mahsulotlarni ishlab chiqarishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Калита, А.Н. Определение допустимых изменений формоустойчивости обуви / А.Н. Калита, В.В. Щербаков // Обувная промышленность. Экспрессинформация. Выпуск 11. - Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1982. - 15 с.
2. Томашева, Р.Н. Разработка методики оценки приформовываемости верха обуви к стопе / Р. Н. Томашева, В.Е. Горбачик // Вестник ВГТУ. - 2008. - Вып.14. - С. 71-76.
3. Томашева, Р.Н. Методика испытания систем материалов верха обуви при многократном растяжении / Р.Н. Томашева, В.Е. Горбачик // Вестник ВГТУ. - 2009. - Вып.16. - С. 93 - 98.
4. Томашева, Р.Н. Методика испытания систем материалов верха обуви при многократном растяжении / Р.Н. Томашева, В.Е. Горбачик // Вестник УО «ВГТУ». - 2009. - Вып.16. - С. 93 - 98.
5. Карабанов П.С., Костылева В.В. - Концепция прогнозирования формоустойчивости деталей низа обуви из пористых материалов // Костюмистика, 2023, Т. 8, № 1.
6. Узакова Л.П., Сайфуллаева Л. М. Исследования по определению показателей свойств материалов при сжатии для вкладных стелек обуви // Вестник науки. - 2022. - № 10 (55), т.2.-С.138-143.-ISSN 2712-8849.
7. Узакова Л. П., Жабборов Ю. Ю. Научное обоснование современных материалов для изготовления спортивной обуви // Вестник науки.- 2022. - № 3 (48), т. 3. - С. 112-118.

TURLI RUSUMLI PNEVMOMEXANIK YIGIRISH MASHINALARIDA OLINGAN IP SIFAT KO‘RSATKICHLARINI TAHLILI.

Mirzaboyev J.B.

Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada ip yigirish korxonalaridagi pnevmomexanik yigirish mashinalarining texnik imkoniyatlari, korxonada tolalar aralashmalaridan pnevmomexanik yigirish mashinasida olingan ipning xossalari, shuningdek pnevmomexanik usulda yigirib olingan iplar xossalari tahlil qilingan. Korxonadagi yigirilgan iplar xossalari Uster statistics 2018 ko‘rsatkichining 50% ga taqqoslanib xulosalar keltirilgan.*

Tayanch so‘zlar: *pnevmomexanik usul, ip, pilta, chiziqli zichlik, tezlik, notekislik, pishiqlik.*

ANALYSIS OF YARN QUALITY INDICATORS OBTAINED ON VARIOUS TYPES OF PNEUMO-MECHANICAL SPINNING MACHINES

Mirzaboyev J.B.

Namangan state technical university.

Abstract. *The article analyzes the technical capabilities of pneumo-mechanical spinning machines used in yarn manufacturing enterprises, the properties of yarns obtained from fiber blends on these machines, as well as the characteristics of yarns spun by the pneumo-mechanical method. The properties of the yarns spun at the enterprise are compared with 50% of the Uster Statistics 2018 indicators, and conclusions are presented.*

Keywords: *pneumo-mechanical method, yarn, sliver, linear density, speed, unevenness, strength.*

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРЯЖИ, ПОЛУЧЕННОЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

Мирзабоев Ж.Б.

Наманганский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье проанализированы технические возможности пневмомеханических прядильных машин, используемых на предприятиях по производству пряжи, свойства пряжи, полученной из волокнистых смесей на этих машинах, а также характеристики пряжи, произведённой пневмомеханическим методом. Свойства произведённой на предприятии пряжи сопоставлены с 50% показателей Uster Statistics 2018, сделаны соответствующие выводы.*

Ключевые слова: *пневмомеханический метод, пряжа, лента, линейная плотность, скорость, неравномерность, прочность.*

***K*irish.** Jahon to‘qimachilik sanoatida pnevmomexanik yigirish mashinalarini qo‘llash etakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. «Dunyoning rivojlangan davlatlari to‘qimachilik sanoati tomonidan 68 % paxta tolasi, 22 % kimyoviy tola, 11 % jun tolasi, 1,6 % lub tolalar va 1,5 % boshqalar turdagi tolalarni ishlab chiqarilayotganligini hisobga olsak» [1], pnevmomexanik usulda sifatli ip ishlab chiqaradigan pnevmomexanik yigirish mashinalarini takomillashtirish, dunyo miqyosida to‘qimachilik va engil sanoat sohasida ishlab chiqariladigan mahsulot sifatini yaxshilash va tannarxini kamaytirish maqsadida iplarni yigirish jarayonida mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatuvchi omillarni bartaraf qilish usullari va vositalarini amaliyotga joriy etishni taqozo etadi.

Jahonda to‘qimachilik sanoatini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri sifatida yigirish mashinalarining ishchi tezliklarini oshirish yo‘li bilan ularning ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Shuningdek, korxonalarida sifatli, jahon talablariga javob bera oladigan yigirilgan iplarni ishlab chiqarish va ularni tayyor buyumlargacha etkazish, yangi texnika va texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etish, mahalliy xomashyodan samarali foydalanish masalalarini kompleks hal etish to‘qimachilik sanoatni rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etmoqda.

To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini modernizatsiya va diversifikatsiya qilish tashqi bozorlarda talab yuqori bo‘lgan ishlab chiqarilayotgan tayyor raqobatbardosh mahsulotlarning hajmi va turlarini kengaytirish, paxta xom ashyosini etishtirish va qayta ishlash samaradorligi va rentabelligini oshirishning eng muhim sharti hisoblanadi. Respublikada keng turdagi sifatli to‘qimachilik va tikuv-trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarilishini tashkil etish, uning ishlab chiqarilishini mahalliylashtirishni chuqurlashtirish, shuningdek, mahalliy ishlab chiqaruvchilarning eksport salohiyatini oshirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda [2].

Respublikamizda pnevmomexanik yigirish mashinalari ip shakllantirish-pishitish qurilmasining aylanishlar chastotasini oshirmagan holda ip shakllantirish tezliklarini oshirish va pirovard natijada elektr energiyasi sarfini kamaytirish, diskter barabanchasi garnitursi sifatini yaxshilash, ipning buram koeffitsientini kamaytirish, shuningdek, ishchi tezliklarni oshirilishi yangi usullar bilan ip olishda ip shakllantirish-pishitish qurilmasi dinamikasi masalalarini, xususan mashinani yurgizish va to‘xtatish vaqtida ipga buram berish masalalari yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. Raqobatbardoshlik darajasini ko‘tarishga esa faqatgina ishlab chiqarishning ilg‘or texnologik jarayonlariga mos ravishda yangi zamonaviy texnologik jihozlarni qo‘llash orqali erishish bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan [2,3,4]. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda ip shakllantirish usullarini klassifikatsiyasi, nazariyasi va texnologiyasiga oid ayrim savollarni aniqlashtirish, hamda ip hosil qilishning yangi usullari va ip shakllantirish pishitish ish organlari konstruksiyalariga oid yig‘ilgan ma’lumotlarni tizimlashtirish va texnologik jihatdan modernizatsiyalash muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga, to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoati rivojlanishining har tomonlama tahlili, raqobatning kuchayishi sharoitida jahon bozorining o‘zgaruvchan kon’yunkturasi sohani davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash, shuningdek, yanada barqaror va jadal rivojlanishi mexanizmlarini ishlab chiqish hamda amalga oshirishni taqozo etmoqda.

Hozirgi bozor munosabatlari sharoitida ishlab chiqarishni barcha jabhalarida raqobatbardoshlik masalasi yuqori o‘rinda turibdi. Raqobatbardoshlik darajasini ko‘tarishga esa faqatgina ishlab chiqarishning ilg‘or texnologik jarayonlariga mos ravishda yangi zamonaviy texnologik jihozlarni qo‘llash orqali erishish mumkin [5].

Paxta tolasidan yuqori sifatli gazlamalar ishlab chiqarish uchun yuqori sifatli ip ishlab chiqarish lozim. Chunki to‘qimachilik, trikotaj va boshqa engil sanoat mahsulotlarining sifati yigirilgan ipning sifatiga chambarchas bog‘liqdir. Yuqori sifatli ip olishning birdan-bir yo‘li bu yigirish sanoatida texnikaviy nazoratni yaxshi yo‘lga qo‘yilganligiga bog‘liqdir. Ayniqsa hozirgi Mustaqil O‘zbekiston Respublikasining mahsulotlarini jahon bozoriga olib chiqish uchun ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni jahon talablariga javob bera oladigan qilib ishlab chiqarishga katta ahamiyat berish kerak [6].

Pnevmomexanik yigirish mashinalar kamerali, rotorli va kondensorli turlarga ajratiladi. Kamerali yigirish mashinalari tabiiy va kimyoviy tolalardan keng assortimentdagi iplarni tayyorlashda qo‘llaniladi. Rotorli yigirish mashinalari esa past navli paxta tolasi va chiqindi tolalardan yo‘g‘on iplar yigirishda ishlatilmoqda. Kondensorli yigirish mashinalari asosan chiqindi tolalardan, ayniqsa zig‘ir tolalari chiqindilaridan foydalanib chirmoviqli iplar olishda foydalanilmoqda.

Hozirda to‘qimachilik korxonalari Chexiyaning OERLIKON firmasining BD-330, BD-360, BD-380, Shveysariyaning Rieter firmasining R1, R20, R40, R66, Germaniyaning Schlafhorst firmasining Autocoro 288, 312, S 360, 480 kabi mahsuldorligi yuqori bo‘lgan pnevmomexanik yigirish mashinalari bilan jihozlangan. Ushbu mashinalarning barchasi ilgari ishlab chiqarilgan namunalarga nisbatan bir qator konstruktiv va texnologik o‘zgarishlari bilan farq qiladi [7].

“Rieter” firmasining RU-14, R-40, R-66, BT-905, BT-923 pnevmomexanik yigirish mashinalarida yigirish kameralari 80000 dan 150000 min^{-1} gacha, “Orlikon-Shlafhorst” firmasining Autocoro-S360 va Autocoro-480 mashinalarida yigirish kameralari 150000 min^{-1}, “Orlikon-Chex” firmasining BD-330, BD-340, BD-350, BD-380, BD-416 mashinalari esa 25000 dan 120000 min^{-1} gacha tezlikda ishlatilmoqda. Ushbu pnevmomexanik yigirish mashinalarining texnologik parametrlari kompyuter dasturlari yordamida boshqariladi [8].

Zamonaviy pnevmomexanik yigirish mashinalari yigirish kameralarining aylanishlar chastotasining yuqoriligi bilan, to‘la avtomatlashganligi bilan, universalliligi, ya’ni, turli turdagi va uzunlikdagi tolalarni qayta ishlash imkoniyati mavjudligi hamda ishlab chiqariladigan iplarning chiziqli zichliklar diapazoninig kengligi bilan ajralib turadi [9].

Shu bilan bir qatorda J.Mirzaboyev [10], M.Saidmurodov [11], L.Xinjin [12] va boshqa ilmiy izlanuvchilar tomonidan nazariy va amaliy tadqiqot ishlarida pnevmomexanik yigirish usullari bo‘yicha olib borilgan ishlari bayon qilingan.

Pnevmomexanik yigirish mashinalarini takomillashtirish natijasida yigirish kamerasining tezliklari va undagi kameralar sonini oshirishga erishildi. Jumladan “Rieter” firmasining R–60 pnevmomexanik yigirish mashinasiga 540 tagacha yigirish kamerasi o‘rnatilishi mumkin [13].

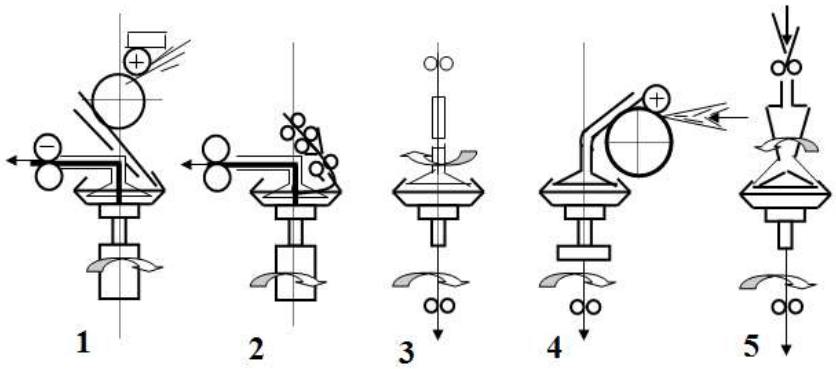
Saurer Schlafhorst firmasining Autocoro 8 rusumli pnevmomexanik yigirish mashinasi diametri 23 mmli yigirish kamerasi bilan jihozlanib, kameraning aylanishlar soni 200000 min^{-1} ga teng. Mashinaga 480 ta yigirish kamerasi o‘rnatilgan bo‘lib, ular individual harakatga keltiriladi. O‘rash tizimini takomillashtirilib, yigirish mashinasining unumdorligini 20% ga oshirilgan [14].



1-rasm. Pnevmomexanik yigirish mashinasining yigirish qismi.

Urchuqsiz yigirish yo‘nalishida asosan Chexoslovakiya(1), MDH(2), Yaponiya(3), Fransiya(4), Amerika(5) olimlari tomonidan yaratilgan ilmiy ishlanmalar asosida yigirish mashinalari ishlab chiqarilgan va ishlab chiqarishga tadbiq etilgan (2-rasm).

Sintetik charmdan tayyorlangan poyabzal ustki qismini shakllantirish rejimlarini turlicha tanlash mumkin, bunda qanday materiallar ishlatilishi, ularning qayishqoqligi va astarning namligi hisobga olinadi. Bunday yondashuv jarayonlarni poyabzal korxonalarining texnik imkoniyatlari va konveyer ishlab chiqarish xususiyatlariga moslashtirish imkonini beradi. Bugungi kunda korxonalarda zamonaviy, yuqori unumdorlikga ega bo‘lgan, energiya tejamkor jihozlarni qo‘llash, hamda xomashyodan samarali foydalanish, etuk mutaxasislar tajribasi asosida amalga oshirilmoqda. Ip yigirish mashinalarini ishlab chiqaradigan Rieter, Truetzchler, Marzoli firmalari kundan-kunga bir biridan zamonaviy turli imkonyatlarga ega mashinalar ishlab chiqarishmoqda.



2-rasm. Urchuqsiz yigirish usullari.

Bugungi kunga kelib yurtimizdagi xususiy va qo‘shma korxonalarning asosiy maqsadi jaxon bozorida raqobatbardosh maxsulotlarni ishlab chiqarish va etkazib berishdir. Respublikamizda to‘qimachilik sanoatining asosiy xom-ashyosi paxta tolasi bo‘lib boshqa tabiiy tolalarga qaraganda yigiriluvchanlik xossasi yuqori hisoblanadi. Hozirgi kunda paxta tolasining faqatgina 60% ni tayyor mahsulot sifatida ishlab chiqarilmoqda. Prezdentimizning 2019-yildan 2022 yilga qadar O‘zbekiston Respublikasida etishtirilayotgan paxta tolasini 100% qayta ishlab, sifatli tayyor maxsulot sifatida ishlab chiqarish belgilangan. Ip yigirish korxonalarida yigirilgan iplarning sifatiga juda katta e’tibor beriladi, chunki ip qanchalik sifatli, notekisligi kam, ravon bo‘lsa, undan olinadigan maxsulot ham sifatli xaridorgir bo‘ladi.

Jarayon parametrlari. “Namangan to‘qimachi” MCHJ, yigirish korxonasida tajribalar o‘tkazildi. Tajriba ishlarida Rieter CZ 320, Schlafhorst 288 mashinalardan foydalanib 20 teksli ip ishlab chiqarildi. Tajribada ipni xossa ko‘rsatkichlari tekshirildi hamda Uster statistics 2018 ko‘rsatkichlari 50% sinfiga taqqoslandi (1-jadval).

1-jadval

Tajribada olingan ip namunalarining sifat ko‘rsatkichlari jadvali

№	Ip namunalarining sifat ko‘rsatkichlari	Pnevmomexanik yigirish mashinalari markalari		
		Rieter CZ 320	Schlafhorst 288	Uster statistics 2018 ko‘rsatkichlari 50%
1	Chiziqli zichlik, teks	29,4	29,4	29,4
2	Buramlar soni, bur/metr	850	850	-
3	CV%	12,8	13,07	14,78
4	Uzayish %	6,31	5,76	
5	Nisbiy pishiqligi, sN/teks	12,17	11,64	10,61
6	U %	10,27	10,48	5,73
7	Ingichka joylar soni, Thin places (-50%)	16	31	16
	Qalin joylar soni, Thick places (+50%)	25	65	76
8	Nepslar soni, Nep (+200%)	556	822	276

Material va uslublar. Namangan shaharida joylashgan “Namangan to‘qimachi” MChJ korxonasidagi texnologik jarayonlar ketma-ketligi.

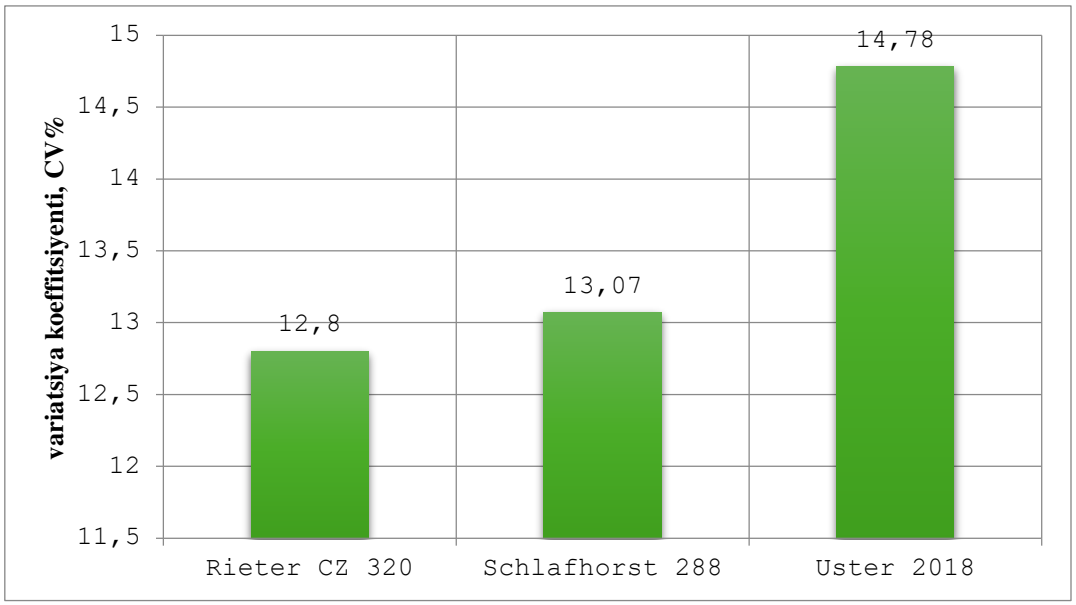
Titish tozalash: *1. Titish: T560 (Shveytsariya) mashinasi*
2. Metal separator: YASIMIN MAKINA (Turkiya)
3. AXI FLO: Rieter T580 (Shveytsariya)
4. MPM bunker: Rieter T585 (Shveytsariya)
5. LVSA: Trutzschler 375 (Germaniya)
6. CVT4: Trutzschler 097 (Germaniya)
7. DX: Jintan SFA (Xito)
Tarash: *8. Saurer Jintan: JSC 326 (Xitoy)*
9. Trutzschler: DK 903 (Germaniya)

Piltalash: *10. Tayoda Hara: DYH 600C (Yaponiya)*
11. Cherry Hara: DX-500C (Yaponiya)
12. Trutzschler: TD 03 (Germaniya)
Yigirish: *13. Rieter CZ 320*
14. Schlafhorst 288

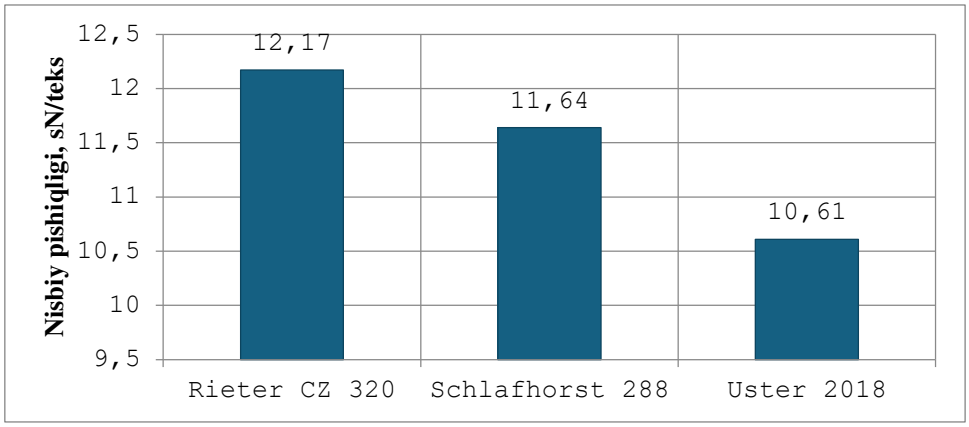
Olingan ip namunalarining sifat ko‘rsatkichlari korxona laboratoriyasida Technolab jihozlarida tekshirildi.

Natijalar va muhokamalar. Ushbu jadvalda “Namangan to‘qimach” MChJ yigirish korxonasida olib borilgan tajribalarda Schlafhorst 288 hamda Rieter CZ 320 mashinalarida o‘tkazdik. Tajribada bir xil 29,4 teksli ip yigirib oldik va yigirib olgan iplarimizni fizik-mexanik hossalarini Uster tenzeropid 3 labaratoriya jihozida tekshirib oldik. Olgan natijalarni Uster statistics 2018 ko‘rsatkichlari 50% sinifi bilan solishtirish yo‘li orqali tahlil qilib o‘rganib chiqdik. Natijalarni tahlil qilganimizda, korxonalarda olingan iplarning Chiziqli zichligi bo‘yicha variatsiya koeffitsiyenti, CV% Rieter CZ 320 mashinasidan oligan ip ko‘rsatkichi 12,8, Schlafhorst 288 mashinasidan oligan ip ko‘rsatkich esa 13,07 ni tashkil etdi.

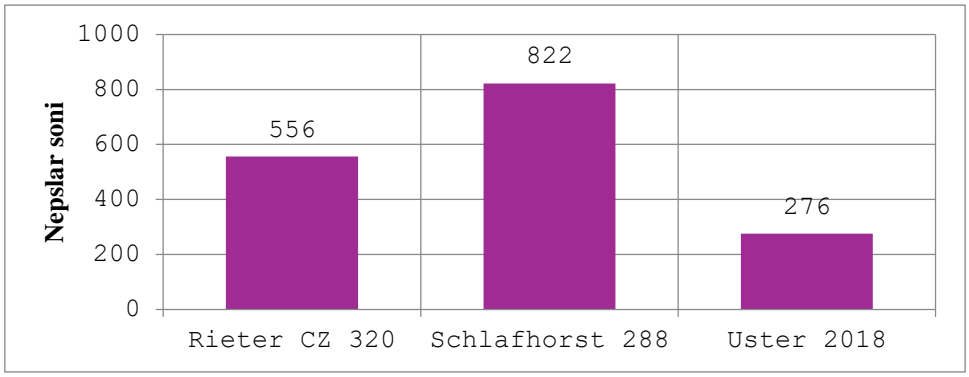
Jadvaldagi natijalarni tahlil qilishni osonlashtirish maqsadida quyida gistogrammalar tuzilgan.



3-rasm. Turli rusumli pnevmomehanik yigirish mashinalarida yigirilgan iplarning chiziqli zichligi bo‘yicha variatsiya koeffitsiyenti. 1*- Rieter CZ 320,* ***2****-Schlafhorst 288;* ***3****-Uster statistics 2018 ko‘rsatkichlari 50%*



4-rasm. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida yigirilgan iplarning nisbiy pishiqligi. 1*- Rieter CZ 320,* ***2****-Schlafhorst 288;* ***3****-Uster statistics 2018 ko‘rsatkichlari 50%*



5-rasm. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida yigirilgan iplarning nepslar soni.
***1**- Rieter CZ 320, **2**-Schlafhorst 288; **3**-Uster statistics 2018 ko'rsatkichlari 50%*

Xulosa. Tajribada olingan ip namunalarining sifat ko'rsatkichlari yuqoridagi gistogrammalarda ko'ringan. Rasmlada Rieter CZ 320, Schlafhorst 288 yigirish mashinalaridan olingan iplarning xossalari va Uster statistics 2018 50%lik sinf ko'rsatkichlari bilan taqqoslangan. Olingan gistogramma hamda jadval natijalaridan ko'rinadiki Rieter CZ 320 pnevmomehanik yigirish mashinasida olingan natijalar yaxshiligi ko'rindi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. International cotton advisory committee. Washington, From the Secretariat of the ICAC. https://icac.org/, email secretariat@icac.org. October 7, 2019.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 16 sentabrdagi «Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag'batlantirish chora-tadbirlari to'g'risida» gi PQ-4453-son Qarori
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 14.12.2017 yildagi PF-5285-son "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi farmoni.
4. А. Пирматов, С.Л. Матисмаилов, Қ.Ғ. Ғофуров, Қ.Жуманиязов, Ш.Ф. Махкамова "Йигириш технологияси". Тошкент. 2017 й
5. G'afurov K.G., Matismailov S.L «Xorijiy firmalarning yigirish texnologiyasi va jihozlari», Toshkent, 2002-y.
6. G'afurov Q.G', Fayzullayev Sh.R., G'afurov J.Q «Texnika va texnologiya yangiliklari» Leksiyalar kursi – 5320900 - Yengil sanoat buyumlari konstruksiyasini ishlash va texnologiyasi yo'nalishidagi talabalar uchun. 2016-y.
7. Wulfhorst Burhard Развитие нетрадиционных способов прядения // Реф. сбор. Текстильной промышленности – Москва, 1990. - №4, с. 11.
8. G'afurov K.G., Matismailov S.L «Xorijiy firmalarning yigirish texnologiyasi va jihozlari», Toshkent, 2002-y.
9. Система кольцевого прядения // Реф. сбор. Текстиль. промыш. – Москва, 1992. -№8. - С. 10.
10. Мирзабоев Ж, Мирзабаев Б. Пневмомеханик йигириш машинасида йигирилган иплар хоссаларининг таҳлили. NamMTI ilmiy-texnika jurnali. VOL 6 – Maxsus son (1) 2021. 394-398
11. Сайидмурадов М., Абдувахидов М., Мурадов А. Пневмомеханик йигиришда иккита сохта эшимли ип эшиш жараёни динамикаси тадқиқи. Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent 2020, 10, 29-32
12. Xinjin L, Wenlong L, Hong Zh and Xuzhong Su. Research on pneumatic compact spun yarn quality. The Journal of The Textile Institute, http://dx.doi.org/10.1080/00405000.2014.925198
13. www.rieter. com
14. www.saurer. Com

Mirzaboyev Jamoliddin Bahriddinovich-Namangan davlat texnika universiteti "To'qimachilik sanoati texnologiyasi" kafedrasi dotsenti, PhD tel;+99893-494-05-99 E-mail:jamoliddin8321@gmail.com

O‘SMIRLAR MODASI TALABLARI ASOSIDA ANTROPOMETRIK MUVOFIQLIKNING ERGONOMIK KO‘RSATKICHLARINI BAHOLASH

To‘xtayeva Z.Sh., Abulova P.U.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada o‘smirlar modasi talablari asosida kiyim dizaynida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko‘rsatkichlarini baholash usullari yoritilgan. Tadqiqotda yosh guruhlarining tana o‘lchamlari tahlil qilinib, qulaylik, estetiklik va harakat erkinligi kabi ergonomik mezonlar asosida kiyim loyihalash taklif etilgan. Shuningdek, o‘smirlar salomatligi va psixologik holati bilan bog‘liq jihatlar ham e’tiborga olingan. Maqola o‘smirlar kiyimi dizaynida ilmiy asoslangan yondashuvni shakllantirishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *o‘smirlar modasi, antropometriya, ergonomika, kiyim dizayni, tana o‘lchamlari, kiyim modeli, garderob, material tanlash, dinamik muvofiqlik.*

ОЦЕНКА ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОДРОСТКОВОЙ МОДЫ

Тухтаева З.Ш., Абулова П.У.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной статье представлены методы оценки эргономических показателей антропометрического соответствия в дизайне одежды на основе требований подростковой моды. В исследовании проведён анализ размеров тела различных возрастных групп, предложены подходы к проектированию одежды с учётом удобства, эстетичности и свободы движений. Также учтены аспекты, связанные со здоровьем и психологическим состоянием подростков. Статья способствует формированию научно обоснованного подхода к разработке одежды для подростков.*

Ключевые слова: *подростковая мода, антропометрия, эргономика, дизайн одежды, размеры тела, модель одежды, гардероб, выбор материала, динамическое соответствие.*

ASSESSMENT OF ERGONOMIC INDICATORS OF ANTHROPOMETRIC COMPATIBILITY BASED ON TEEN FASHION REQUIREMENTS

Tukhtaeva Z.Sh., Abulova P.U.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article presents methods for evaluating ergonomic indicators of anthropometric compatibility in clothing design based on teenage fashion requirements. The study analyzes body measurements of different age groups and proposes design approaches considering comfort, aesthetics, and freedom of movement. It also addresses health and psychological aspects of adolescents. The article contributes to the development of a scientifically grounded approach to designing clothing for teenagers.*

Keywords: *teen fashion, anthropometry, ergonomics, clothing design, body measurements, clothing model, wardrobe, material selection, dynamic compatibility.*

O‘smirlar modasi bugungi kunda keskin o‘zgarmoqda. Buning sababi bolalar va ota-onalarning xohishi bilan, shuningdek, modaning asosiy tendentsiyalariga amal qilishga intilish, farzandlarining munosib kiyinishlarini qo‘llab-quvvatlash, kiyimlarning moda sanoatidagi yo‘nalishlar va yangiliklarga mos kelishiga harakat qilish bilan baholanadi. Moda yo‘nalishi bilan bir qatorda o‘smirlar kiyimlariga qo‘yiladigan talablar, kiyimning o‘ziga xos xususiyatlari uning funksiyalarining turli-tumanligidan kelib chiqadi.

Iqtisodiyot (kiyim modellarini ishlab chiqarish xarajatlari) va iste’mol xarajatlari, mahsulotning yaroqliligi (mustahkamligi): quruq tozalash, yuvish va tiklash bilan ifodalanadi. Turli yoshdagi o‘smirlar uchun kiyimlarni loyihalashda ba’zi talablar mavjud: fiziologik, gigiyenik, antropometrik, ekspluatatsion va estetik, funktsional, ergonomik talablar [1]. Shunday qilib, turli yoshdagi o‘smirlar uchun kiyimlarning yangi modellarini yaratishda tabaqalashtirilgan yondashuv – kiyim turiga qarab: maqsadi va qo‘llanilishiga e’tibor qaratish zarur.

Aytish mumkinki, o‘smirni tarbiyalashda, uning axloqi va psixologiyasini shakllantirishda kiyimning roli yuqori darajada muhimdir. Hozirgi vaqtda ushbu omillarga katta e’tibor berilmoqda. Chunki, o‘smirlar tanasining fiziologik va gigiyenik xususiyatlari tufayli bolalar kiyimlari bir qator o‘ziga xos talablarga javob berishi kerak, ularni kiyimni loyihalash, materiallarni tanlash va ular bilan garderobni to‘ldirishda hisobga olish kerak [2].

Hozirgi vaqtda o‘smirlar kiyimlarini ishlab chiqarishda materiallarni tanlash o‘smirning tanlagan kiyimida o‘zini ishonchli va qulay his qilishiga ta’sir qiladi, kiyimning ko‘rinishi va dizayni, matoning fiziologik va gigiyenik xususiyatlari: havo o‘tkazuvchanligi, gigroskopikligi, elektrlashtirishni kamaytirishi, massasi engilligi.

Kiyimga qo‘yiladigan talablar kiyimning qaysi xususiyatlari afzalroq ekanligi haqidagi ma’lumotlarni anglatadi. Mazkur talablarga ko‘ra kiyim ikki guruhga bo‘linadi: iste'molchi va texnik-iqtisodiy. O‘smirlar kiyimlariga bo‘lgan talablardan ergonomik guruh muhim rol o‘ynaydi. Bu talablar kiyimning tanada qulay holatini ta’minlash zarurati bilan bog‘liq. O‘smirlar zamonaviy kiyimlariga utilitar, biologik va ijtimoiy ehtiyojlar bilan bog‘liq talablar qo‘yiladi.

1-jadval

Kiyim-kechaklarning statik muvofiqligini va ularning og‘irlik koeffitsiyentlarini aniqlaydigan birlik ko‘rsatkichlari

Rang	Ko‘rsatkich kodi	Kiyim-kechakning birlik ko‘rsatkichi	Koeffitsiyent og‘irlik
1	X_1	Old bo‘laklarning yon tomonlarining qirralari pozitsiyasining to‘g‘riligi	0,295
2	X_2	Orqa bo‘lakning o‘miz yoki yon choklarida qiya burma (taxlama)larning yo‘qligi	0,270
3	X_3	Yeng holatining osilishi	0,230
4	X_4	Orqa tomonda gorizontal qiya burmalar yo‘qligi	0,205

Kiyingan odamning qo‘l harakati diapazoni ko‘rsatkichi R_1 ergonomik qalqon shkalasi bo‘yicha o‘lchanadigan va α_0 boshlang‘ich burchagiga moslashtirilgan kiyingan α_1 va kiyinmagan α_2 kishining maksimal qo‘l ko‘tarish burchaklarining nisbati bilan belgilanadi:

$$R_1 = (\alpha_1 - \alpha_0) / (\alpha_2 - \alpha_0); (0 < R_1 < 1).$$

Kiyingan odam tomonidan dinamikada qo‘llarni ko‘tarishning maksimal α_1 burchagi insonning fiziologik xususiyatlari va kiyim dizaynining mukammalligi bilan belgilanadi va kiyimning elkama-yelka qismida bosim hissi paydo bo‘lgan paytda o‘lchanadi.

R_2 mahsulotining pastki qismining harakatlanish darajasi ko‘rsatkichi h_1 va boshlang‘ich h_0 harakatini bajarishda mahsulotning pastki qavatidagi balandlik farqining h_2 holatida va h_0 statikasida (sm) engsiz mahsulot qavatidagi balandlik farqiga nisbati bilan belgilanadi:

$$R_1 = (h_1 – h_0) / (h_2 – h_0) = \Delta h_1/\Delta h_2; R_2 \geq 1 .$$

Δh_1 mahsulotining pastki qismining harakati qo‘llarni yon tomondan yuqoriga ko‘tarib, qo‘l cheklovchilari tomonidan belgilangan gorizontal holatga ko‘tarilganda o‘lchanadi. Sinovlarni tezlashtirish uchun Δh_2 qiymati o‘lchov belgisining dinamik effekti qiymatiga qarab taxminiy ravishda aniqlanishi mumkin.

Statik ($K_C = \Sigma K_{Si} x\ m_{Ci}$) va dinamik muvofiqlikning ($K_d = \Sigma K_{di} x\ t_{di}$) kompleks ergonomik ko‘rsatkichlari statik va dinamikada kiyim-kechak dizayni sifatini tabaqalashtirilgan baholash uchun mustaqil ko‘rsatkichlar sifatida ishlatilishi mumkin yoki kiyimning maqsadiga qarab ko‘rsatilgan ko‘rsatkichlarning ($(t_s$ va $t_d)$) ahamiyatini hisobga olgan holda ularni birlashtirgan antropometrik muvofiqlikning K_a murakkab ko‘rsatkichini aniqlash mumkin:

$$K_a = K_s x\ t_s + K_d x\ t_d,$$

bu yerda: Ks, K_d – statik va dinamik muvofiqlik ko‘rsatkichlari, ballar; t_s, t_d – statik va dinamik muvofiqlik ko‘rsatkichlarining og‘irlik koeffitsientlari.

Eng yuqori darajaga mos keladigan murakkab indikatorning eng yuqori qiymati – K_a = 0,95÷1,0; yaxshi – 0,8÷0,94; past – 0,7÷0,79; kritik – 0,64÷0,69.

Antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko‘rsatkichlarini baholash bizga ma’lum darajadagi statik va dinamik muvofiqlikka ega kiyimlarni loyihalashga imkon beradi, bu ularning

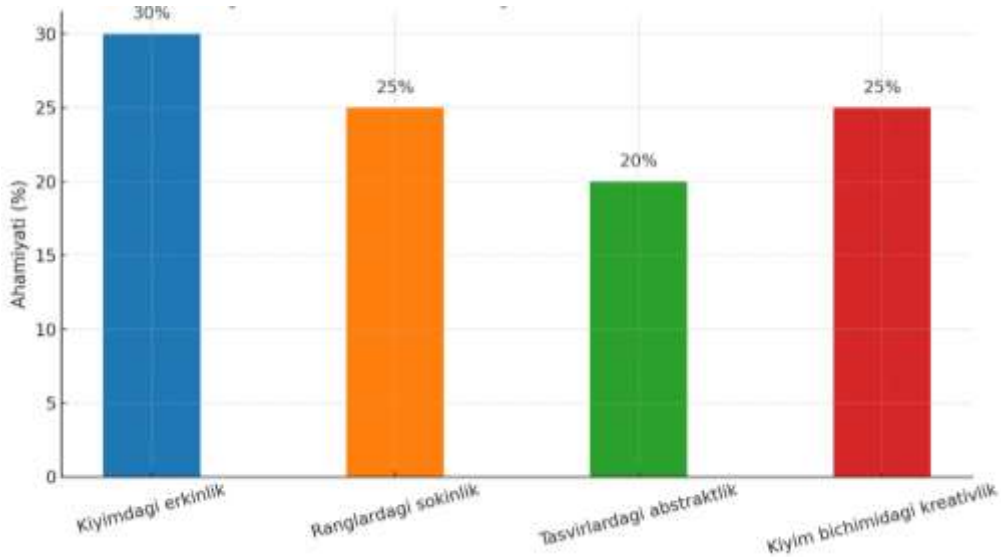
ko‘rinishini sezilarli darajada yaxshilaydi, foydalanishda qulaylik va ishonchlilikni oshiradi va material sarfini kamaytiradi.



1-rasm. Zamonaviy tasavvurlar asosida o‘smirlar kiyimi uslubini shakllantirish omillari

O‘smirlar va yoshlar o‘rtasida kiyim va turli uslublar o‘z ahamiyatini yo‘qotmagan bo‘lib, o‘smirlar ijtimoiy tarmoqlar bilan bog‘liq turmush tarzi va xatti-harakatlaridan hamda dunyoqarashlaridan kelib chiqib yangi uslublarni qayta kashf qilgandek bo‘lishadi [3].

Bu orqali tasavvurlaridagi zamonaviy dunyo va hayotga bog‘liq kiyim uslublari shakllanishining muhim shartlarini ishlab chiqadilar. Bular kiyimdagi erkinlik, ranglardagi sokinlik, tasvirlardagi abstraktlik, kiyim bichimidagi kreativlik kabilardir (2-rasm).

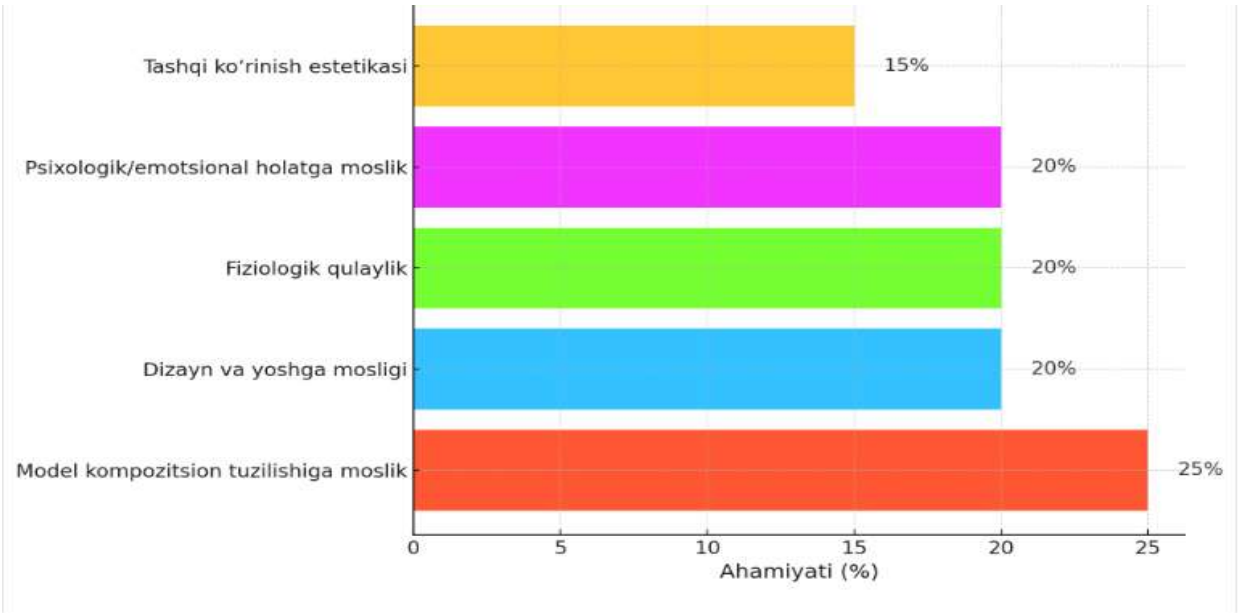


2-rasm. Kiyimdagi erkinlik, ranglardagi sokinlik, tasvirlardagi abstraktlik, kiyim bichimidagi kreativlik nisbatlari

Diagramma quyidagilarni ko‘rsatadi:

- ✓ kiyimdagi erkinlik – 30%;
- ✓ ranglardagi sokinlik – 25%;
- ✓ tasvirlardagi abstraktlik – 20%;
- ✓ kiyim bichimidagi kreativlik – 25%.

Aksariyat holda har bir o‘smir o‘zining xulq-atvoridan kelib chiqib, taqliddan uzoqlashgan holda kiyinishning o‘ziga xos yondashuv yoki kontseptsiyasini yaratadi. Bu yoshlar va o‘smirlar uchun odatiy holdir [4].



3-rasm. Modelning kompozitsion tuzilishi, dizayni va fiziologik-yosh xususiyatlari, ularning tashqi ko‘rinishi va psixologik rivojlanishi nisbatlari

O‘smirlar va yoshlarning xulq-atvoriga modaning ta’siri ham kuchli ta’sir qilib, oilaning, ota-onalarning tarbiyadagi rolini ta’kidlash kerak. Ota-onalar farzandlariga maktab yoshida didli va ozoda kiyinish odatini singdirishlari kerak. Ota-onaning kiyinish tarzi – bolalar va o‘smirlar uchun namuna bo‘lib, ular farzandning qiyofasida aks etishi, xotirasida umrbod eslab qolishiga turtki bo‘ladi.

O‘smirlar uchun kiyimning utilitar funksiyasi muvofiqlik talablari bilan tavsiflanadi (3-rasm). Bu talab muayyan maqsadga mo‘ljallangan kiyimlar (modelning kompozitsion tuzilishi, dizayni va fiziologik-yosh xususiyatlari, ularning tashqi ko‘rinishi va psixologik rivojlanishi)ni ifodalaydi.

Bu diagramma o‘smirlar kiyimining utilitar funksiyasiga mos muhim talablarga ilmiy yondashuv asosida baho beradi [5]:

- model kompozitsion tuzilishiga moslik – 25%;
- dizayn va yoshga mosligi, fiziologik qulaylik, psixologik/emotsional holatga moslik – har biri 20%;
- tashqi ko‘rinish estetikasi – 15%.

Bundan tashqari, modelning tabiati, mazmunan yaxlitligi, rang uyg‘unligiga mos kelishi kerak. Chunki, kiyim o‘smirlarning didi, fe’l-atvoridagi optimizmning hissiy kayfiyatini ham yaratadi. Ergonomik ko‘rsatkichlar tikuv buyumining tanaga moslashish darajasini tavsiflaydi. Bu ko‘rsatkich inson – kiyim – atrof-muhit tizimining ergonomik xususiyatlariga asoslangan. Ular antropometrik, gigiyenik, psixofiziologik va kompleks (uyg‘unlik)ni o‘z ichiga oladi.

Antropometrik talablar kiyimning o‘lchamiga, shakliga qarab tuziladi, bular:

- tana;
- mutanosiblik;
- bajarilgan harakatlarning tabiati.

O‘smirlar garderobining mutanosiblik ko‘rsatkichlari kiyimlarni sertifikatlashda majburiy talablardan biriga tegishli bo‘lib hisoblanadi. Gigiyenik talablar kiyimning issiqlik yoki sovuqdan himoya qilish funksiyalarini belgilaydi.

Kiyimning issiqlik himoyasi bir qator omillarga bog‘liq: ishlatiladigan materiallarning tuzilishi, tarkibi, o‘rilish zichligi, kiyimning qalinligi, ya’ni kiyimni tashkil etuvchi qatlamlar soni, miqdori va o‘lchamlari, havo o‘tkazuvchanligi, shamolga chidamli qatlamning mavjudligi, namlik va kiyimlarning ifloslanishi (yuvilish)ga chidamliligi, kiyimning o‘smir tanasiga yopishish darajasi. Shuning uchun o‘smirlar kiyimlari matolarga qo‘yiladigan talablar kiyimning qalinlik qiymatlari, massasi, havo va bug‘ o‘tkazuvchanligi, gigroskopiklik, namlik sig‘imi, issiqlikka qarshilik, elektrlashtirish va boshqalar bilan kuzatiladi [6]. Psixofiziologik talablar o‘smir ongida idrok etiladigan xususiyatlar, hissiyotlar bilan belgilanadi. Kiyim bolalarning kayfiyati va ruhiyatida salbiy reaksiya, noxush alomatlarga olib kelmasligi kerak.

O‘smirlar kiyimlariga qo‘yiladigan estetik talablar kompozitsiyaning mukammalligi bilan belgilanadi. Modelning ranglar uyg‘unligi, kiyim qism (detal)larining mutanosibligi va butunligi, plastik shaklning ekspressivligi, uning tektonikasi, obyektiv dunyo bilan stilistik aloqasi, model va dizaynning yangiligi, tashqi jihatdan taqdim etilishi – bu kiyim mukammalligi ifodasidir.

O‘smirlar kiyimlariga qo‘yiladigan funktsional talablar quyidagi talablar bilan tavsiflanadi:

- ✓ kiyimning muayyan maqsadga muvofiqligi (modelning kompozitsion tuzilishi bo‘yicha;
- ✓ kiyim bezaklari va dizaynlar;
- ✓ materiallar;
- ✓ fiziologik - yosh xususiyatlari;
- ✓ o‘smirning yuz ko‘rinishi;
- ✓ o‘smirning psixologik rivojlanishi.



4-rasm. O‘smirlar kiyimining utilitar funksiyasi va muvofiqlik talablari

Demak, modelning kompozitsion-konstruktiv echimi, materiallar, ularning bezaklari, rang sxemasi o‘smirlarning didiga, ularning ijtimoiy darajalariga mos kelishi kerak. Har bir yosh oralig‘ida ularning rivojlanish darajasiga muvofiq idrok etish xususiyatlari rivojlanishi, salomatligi, uning tashqi ko‘rinishiga bog‘liq. Shuning uchun bolalar kiyimlari oddiy va qulay bo‘lishi, yuvish va dazmollash ta’siriga chidamli, kimyoviy yuvishga mustahkam bo‘lishi lozim.

Ijtimoiy talablar kiyimlarning ijtimoiy talablarga muvofiqligi bilan tavsiflanadi, bular ularni ishlab chiqarish va sotishning maqsadga muvofiqligini ta’minlaydigan ehtiyojlardir. Ijtimoiy talablar, birinchi navbatda, xaridorlarning maqsadi va didiga muvofiqligiga bo‘lgan talabi bilan belgilanadi [7].

O‘smirlar kiyimlariga qo‘yiladigan texnik va iqtisodiy talablar ham mavjud bo‘lib, ular dizayn-texnologik va iqtisodiy talablarga bo‘linadi [8, 9]. Dizayn texnologiyasi talablari tikuv dizayni ishlab chiqarish darajasi, sifatini aniqlaydi, mehnat xarajatlari va modelni ishlab chiqarish vaqti, iqtisodiy talablar esa ishlab chiqarish bilan bog‘liq barcha sarf-xarajatlarni qamrab oladi.



5-rasm. O‘smirlar zamonaviy qishki kiyimini shakllantirish.

Yuqoridagilardan ko‘rinib turibdiki, hozirgi kunda barcha zamonaviy talablarga javob beradigan o‘smirlar kiyimlarini yaratish bolalarning psixofiziologik rivojlanishi, ergonomik talablar va badiiy dizayn qonuniyatlarini hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerakligi isbotlangan [10]. O‘smirlar kiyimlari yosh xususiyatlariga va faoliyatining tabiatiga mos kelishi kerak. O‘smirlar yoshidagi bolaning faoliyati xilma-xil bo‘lib, kiyimlari va maktab formalari doim qulay, chiroyli, vaziyatga mos keladigan bo‘lishlikni talab qiladi. Bunday kiyim nafaqat o‘smirni tarbiyalashi, balki o‘smir o‘zining atrof-muhitiga uyg‘unlashishiga ham yordam berishi kerak.

O‘smirlarning ijtimoiy va tabiiy hayot sharoitlariga har tomonlama moslashishi va ularning o‘zini qulay his qilishlari, kiyim dizayni atrof-muhit omillari ta’sirini har tomonlama hisobga olish asosida yaratilishiga, kiyim bolaning tanasi rivojlanishiga qulay, har doim estetik yo‘nalishda muvofiq bo‘lgan talablarning uyg‘unlashishiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Bayazit, N. (2004). User-Centered Design: A Research Approach for Designing the Best Products for the People. Applied Ergonomics, 35(5), 427–438.
2. Chukhray, N. I., & Sokolova, L. N. (2016). The Ergonomic Criteria for Adolescent Clothing. Vestnik of Light Industry, (4), 34–39.
3. Lestari, D., & Susilowati, D. (2018). Anthropometric Analysis in Designing Teen Clothing Pattern for Better Fit and Comfort. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 11(2), 241–248. https://doi.org/10.1080/17543266.2018.1456072
4. Shamsutdinova, M. N. (2020). Ergonomik dizayn asoslari. Toshkent: O‘zbekiston Milliy Ensiklopediyasi nashriyoti.(2) 25-31
5. Synnott, A., & Jackson, L. (2001). Fashion and Youth: Identity and Social Influence. London: Routledge.(6) 44-48
6. WHO. (2007). Growth Reference Data for 5–19 Years. World Health Organization. https://www.who.int/growthref/en/
7. Yakubova, M. Z. (2022). Antropometrik ma’lumotlar asosida yoshlar kiyimi shaklini aniqlash. Textile Journal of Uzbekistan, (1), 54–60.
8. Исмоилова, Г. А. (2019). O‘smirlarning kiyimga bo‘lgan estetik va amaliy ehtiyojlarini qondirish yo‘llari. O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi Axborotnomasi, (2), 45–49.
9. Кравченко, Т. А. (2017). Современные подходы к проектированию одежды для подростков. Легкая промышленность. Наука и технологии, (3), 15–21.
10. Назарова, М. К. (2021). O‘smirlar modasi va ergonomik moslashuv. Talabalar ilmiy-amaliy anjumani materiallari, (4), 112–115.
11. https://studfile.net/preview/5639335/page:24/

JUN ARALASH TARKIBLI KIYIMBOP TO‘QIMALARNING TEXNOLOGIK KO‘RSATKICHLARI TADQIQI

[1]Azimova G.A., [2]Kadirova D.N.

[1]Buxoro davlat-texnika universiteti, [2]Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti.

Annotatsiya. *Kiyimbop to‘qimalar to‘qimachilik sanoatining muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, zamonaviy iste’molchilar talablarini qondirish uchun yangi ishlanmalar va ilmiy tadqiqotlar zarur. Bugungi kunda to‘qimachilik ilmiy-tadqiqot markazlari va sanoat ishlab chiqarish korxonalari kiyimbop to‘qimalarni yaratish borasida ko‘plab ilmiy tadqiqotlar va innovatsion ishlanmalar olib bormoqda. Bu ishlanmalar to‘qimalarning fizik-mexanik, estetik va funksional xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan.*

Kalit so‘zlar*: mexanik xususiyatlar, to‘qimalar, elastiklik, fizik-mexanik xususiyatlar, sifat, havo o‘tkazuvchanlik, drapirovka, gigiyenik talablar, sarja o‘rilishi, yuza zichligi, koeffisient, chiziqli zichlik, konussimon o‘ramalar.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТКАНЕЙ С ОДЕЖНОЙ СМЕСЬЮ ШЕРСТИ

[1]Азимова Г.А., [2]Кадирова Д.Н.

[1]Бухарский государственный технический университет,

[2]Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности.

Аннотация*. Производство тканей для одежды является одной из важных отраслей текстильной промышленности, и для удовлетворения потребностей современных потребителей необходимы новые разработки и научные исследования. Сегодня в текстильных научно-исследовательских центрах и на промышленных предприятиях ведется активная научно-исследовательская и инновационная деятельность в области создания тканей для одежды. Эти разработки направлены на улучшение физико-механических, эстетических и эксплуатационных свойств тканей.*

Ключевые слова*: механические свойства, фактуры, эластичность, физико-механические свойства, качество, воздухопроницаемость, драпируемость, гигиенические требования, саржевое переплетение, поверхностная плотность, коэффициент, линейная плотность, конические намотки.*

STUDY OF TECHNOLOGICAL INDICATORS OF APPAREL FABRICS WITH WOOL BLENDED COMPOSITION

[1]Azimova G.A., [2]Kadirova D.N.

[1]Bukhara state technical university,[2]Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract*. Apparel fabrics are one of the important sectors of the textile industry, and new developments and scientific research are necessary to meet the demands of modern consumers. Today, textile research centers and industrial production enterprises are conducting a lot of scientific research and innovative developments in the creation of apparel fabrics. These developments are aimed at improving the physical, mechanical, aesthetic and functional properties of fabrics.*

Key words*: mechanical properties, textures, elasticity, physical and mechanical properties, quality, air permeability, draping, hygienic requirements, twill weave, surface density, coefficient, linear density, conical windings.*

Dunyo miqyosida to‘qimachilik va yengil sanoat bozorida 2020 yilga nisbatan ishlab chiqarish qiymati 2025 yil oxirigacha 26,2 foizni, o‘rtacha yillik o‘sish sur’ati esa 6,2 foizni tashkil etishi, jumladan texnik himoya materiallari bozori 2022 yildan 2029 yilgacha 8,8% ga o‘sishi bashorat qilinmoqda. Shu jihatdan, turli aralash tarkibli to‘qimachilik mahsulotlarining fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash va sifatini oshirish, xomashyo sarfini kamaytirish, ishlab chiqarishga innovatsiyalarni joriy etish hisobiga mahsulot tannarxini pasaytirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Kiyimbop to‘qimalar odamning tashqi ko‘rinishini yaxshilaydigan va kundalik faoliyat uchun qulaylik yaratadigan materiallardan tayyorlanadi. Bunday to‘qimalar yuqori darajadagi mustahkamlik, estetik ko‘rinish, tashqi muhitdan himoya qilish va qulaylik kabi xususiyatlarga ega bo‘lishi kerak. Bu to‘qimalarni ishlab chiqarilishda elastiklik, buramdorlik, havo o‘tkazuvchanlik va uzoq muddatli foydalanishga moslashuvchanligiga alohida etibor qaratish lozim.

Mahalliy jun tolalarini qayta ishlash va kiyimbop to‘qimalar ishlab chiqarishning tijoratlashish istiqbollari to‘qimachilik sohada yangi maxalliy xom ashyodan foydalanib milliy o‘ziga xos to‘qimachilik matolarini ishlab chiqarish texnologiyalarni joriy etish orqali mahsulot

sifatini oshirish va xarajatlarni kamaytirish, ekologik toza mahsulotlarga bo‘lgan talabning ortishi, ushbu mahsulotlarni ishlab chiqarish va sotishdan qo‘shimcha daromad olish, eksport salohiyatining oshishi, xalqaro bozorlarda o‘z o‘rnini topish va valyuta tushumlarini ko‘paytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, mahalliy xom ashyo asosida mahsulotlar ishlab chiqarish, import o‘rnini bosish va iqtisodiy mustaqillikni ta’minlashga yordam beradi [1-5].

Respublikamizning to‘qimachilik va yengil sanoat mutaxassislari tomonidan tabiiy mahalliy jun aralash ustki kiyimbop to‘qimalarni yangi assortimentlarini ishlab chiqishga qaratilgan ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Tadqiqotlar mintaqamizning issiq o‘lkalar sinfiga mansubligini, milliyligini va iste’molchining talablariga alohida etiborga olingan.

Olib borilgan tadqiqotlar natijalarini hisobga olgan holda, kiyimbop to‘qima xususiyatlariga ega tajribaviy namunalarni ishlab chiqarish uchun quyidagi texnologik sharoitlar qabul qilindi: Mahalliy jun aralash tolali kiyimbop to‘qimalarni namunalari “Al-Hakim Plyus” mas’uliyati cheklangan to‘quv korxonasining “SmitGS980” to‘quv dastgohlarida olindi.

Barcha tajribaviy to‘qima namunalari uchun tanda ipi sifatida 15x2 teks chiziqli zichlikdagi Jun50%+Pe50% jun aralash Poliefir iplaridan, arqoq iplari sifatida I namuna uchun 30 teksli Jun50%+Pe50%, II namuna 30 teksli Jun50%+Vz50%, III namuna uchun Jun50%+paxta50% iplaridan foydalanildi. To‘qimaning barcha namunalari sarja 1/3 o‘rilish bilan ishlab chiqarilgan.

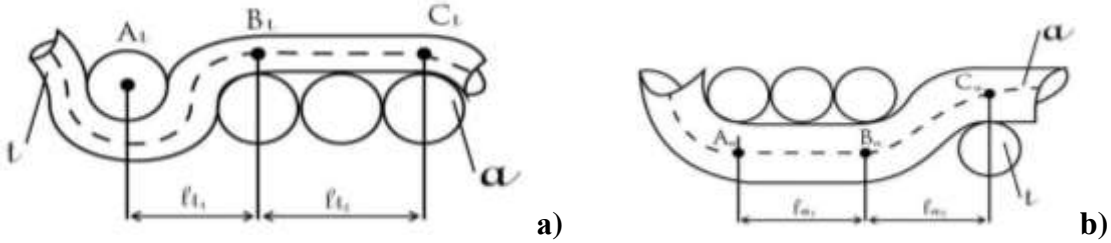
Tajribaviy to‘qima namunalarining texnik taxtlash hisobi bajarilib, olingan taxtlash omillari natijalari 1-jadvalga kiritilgan.

1-jadval

To‘qima namunalarining to‘quv dastgohiga tahtlash omillari

№	Omillar	Namuna I	Namuna II	Namuna III
1	Xom ashyoning tolaviy tarkibi (Tanda, Arqoq)	Jun50%+Pe50% Jun50%+Pe50%	Jun50%+Pe50% Jun50%+Vz50%	Jun50%+Pe50% Jun50%+Paxta50%
2	Iplarning chiziqli zichligi, teks Tanda Arqoq	 15x2 30	 15x2 30	 15x2 36
3	To‘qimada ip zichligi, ip/dm Tanda Arqoq	 340 240	 340 410	 340 360
4	Tayyor to‘qima eni, sm	160	160	160
5	O‘rilish turi	Sarja1/3	Sarja 1/3	Sarja 1/3
6	Tanda ipi tarangligi, sN	40	40	40
7	Arqoq ipi tarangligi, sN	25	25	25
8	Homuza balandligi, mm	40	40	40
9	O‘rta holat miqdori, mm	25	25	25

To‘qima namunalari Sarja 1/3 o‘rilishida olingan bo‘lib, to‘qimaning yuza qismida 1 tanda qoplanishi va 3 arqoq qoplanishida, y’ani arqoq ipining tolaviy tarkibi to‘qima yuzasida yaqqol namoyon bo‘ladi, 1-rasm.

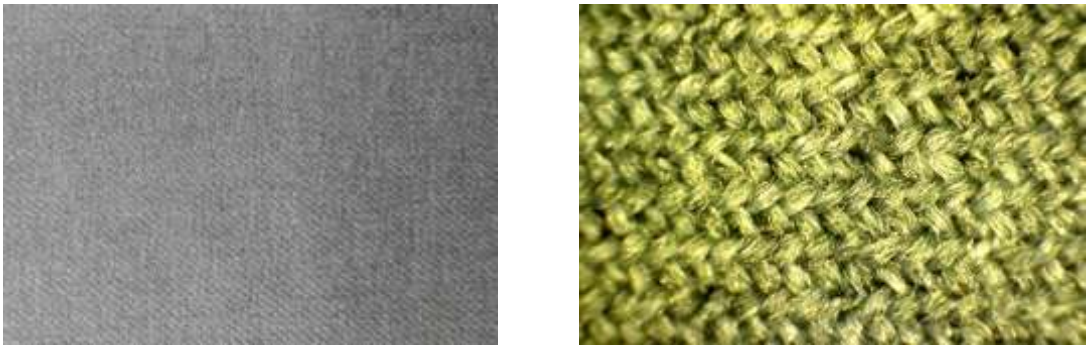


a) **b)**

1-rasm. Kiyimbop to‘qima namunalarining Sarja 1/3 o‘rilishli geometrik tuzilishi modeli

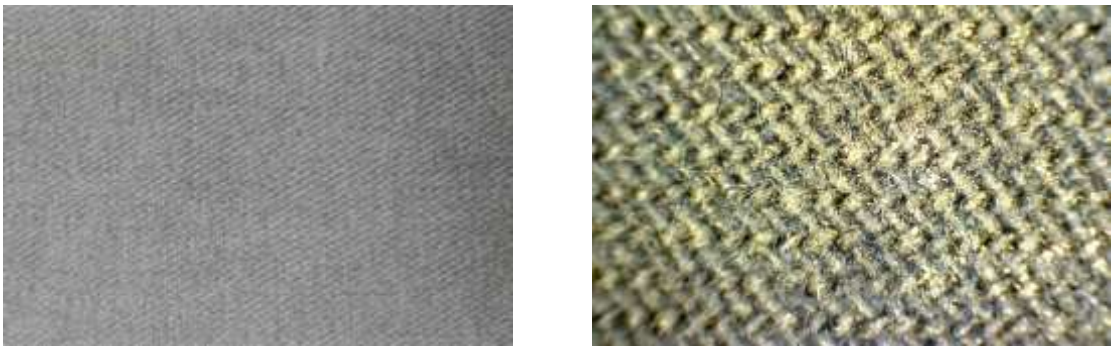
a) To‘qimaning yuza ko ‘rinishi modeli; b) to ‘qimaning teskari ko ‘rinishi modeli

2.-4 rasmlarda to‘qimada tanda va arqoq iplarining joylashishi, yuza va orqa tomoni ko‘rinishlarining kattalashtirilgan nusxasi keltirilgan.



2-rasm. I–namunaning to‘qimadagi ko‘rinishi

I–to‘qima namunasi jun aralash poliester ipidan tanda sifatida va arqoq uchun jun aralash poliester tolali ipidan ishlab chiqarilgan. To‘qima yuza va teskari qismida tanda va arqoq ipining uzun to‘shamasi yaqqol tasvirga ega, ya’ni poliester aralash jun tolali ipning yaltiroqlikga xos xususiyatlar namoyon bo‘ladi.



3-rasm. II– namunaning to‘qimadagi ko‘rinishi

II - variant to‘qima namunasi tanda ip sifatida 15x2 teks chiziqli zichlikdagi Jun50%+Pe50% jun aralash Poliefir iplaridan, arqoq iplari sifatida 30 teksli Jun50%+Vz50% ipidan ishlab chiqarilgan. xususiyatlar namoyon bo‘ladi. To‘qima yuza qismida arqoq ipining uzun to‘shamasi yaqqol tasvirga ega, ya’ni jun aralash Viskoz tolasining ip tarkibida ulushi 50% dan ekanligi to‘qima yuzasini ipak mato imitatsiyasiga ega bo ‘ladi.



4-rasm. III- namunaning to‘qimadagi ko‘rinishi

III- variant to‘qima namunasi tanda ip sifatida 15x2 teks chiziqli zichlikdagi Jun50%+Pe50% jun aralash Poliefir iplaridan, arqoq uchun Jun50%+paxta50% iplaridan ishlab chiqarilgan. To‘qima yuza qismida arqoq ipining uzun to‘shamasi yaqqol tasvirga ega, ya’ni paxta tolasining ipdagi ulushi 50% aralash jun tolasini 50% ni tashkil etgan. To‘qima yuza qismida arqoq ipining uzun to‘shamasi yaqqol tasvirga ega, ya’ni paxta aralash jun tolali ipning yumshoqligi va ipning

tekislik xususiyatlari namoyon bo‘lgan. Namunaning teskari tomonida esa jun aralash polyester ipining, ya’ni jun aralash polyester ipiga hos ko‘rinishga ega.

Xom ashyo tarkibini to‘qimaning fizik-mexanik xususiyatlariga ta’siri bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi. Sinov tajribalari asosan kiyimbop to‘qimalarga qo‘yilgan talablar asosida olib borilib, bu xususiyatlari to‘qimani tuzilishini aniqlaydi.

Umumiy sifat ko‘rsatkichlar: to‘qimaning yoki mahsulotning eni, sm; yuza zichlik, g/m^2; to‘qimaning tanda va arqoq bo‘yicha zichligi, ip/dm; to‘qimaning uzilish kuchi, N; bo‘yoqlar turg‘unligi, ball; o‘rilishi; namlikni saqlanishi. Qo‘shimcha sifat ko‘rsatkichlari: uzilishga chidamliligi, N; uzilishdagi uzayishi, %; ishqalanishga chidamliligi, %; yuvilgandan so‘ng kirishish, %; nam o‘tkazuvchanlik, N/m^2; nam shimuvchanlik, %; g‘ijimlanmaslik, %.

2-jadval

Jun aralash to‘qima namunalarining fizik-mexanik va iste’mol xususiyatlari

№	To‘qima	Yuza zichligi, g/m^2	Elektrlanuvchanligi v/600 sek	Namlikni yutish, %	Uzilishdagi mustahkamlik, H	Havo o‘tkazuvchanligi, sm^3/sm^{2}sek	Ishqalanishga chidamliligi, tsiklar
1	Namuna I Tanda Jun50%+Pe50% Arqoq Jun50%+Pe50%	210	92	40	$\frac{300}{245}$	13	4060
2	Namuna II Tanda Jun50%+Pe50% Arqoq Jun50%+Vz50%	270	90	67	$\frac{240}{207}$	10	4010
3	Namuna III Tanda Jun50%+Pe50% Arqoq Jun50%+paxta50%	240	96	68	$\frac{250}{210}$	8	4030

Xulosa. Tajribaviy mahalliy jun aralash tarkibli kiyimbop to‘qima namunalarining texnologik taxtlash omillari aniqlandi va tajriba aralash tarkibli namunalarning texnologik va fizik-mexanik ko‘rsatkichlari tadqiq etildi, olingan natijalardan, bu tajribaviy to‘qima namunalarining texnologik va iste’mol xususiyatlari ustki kiyimlarga mos to‘liq foydalanish mumkin ekanligi tasdiqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2024). To‘qimachilik tarmog‘ini muvofiqlashtirish va natijadorligini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida [PF–71-son Farmon, 1 may 2024 yil]. https://lex.uz
2. Литовченко А.Г. Разработка метода пройектирования и оптималних параметров изготовления ткани из комбинированних нитей. Автореферат диссертатсии на соисканийе ученой степени кандидата технических наук. Москва. МГТА- 1995г.
3. Сокерин Н. М, Игумнова Е. Н, Афанасева А.Л. (Ивановская ГТА) О возможности формирования узоров ткани на ткатском станке путем неровномерного расположения уточин. Технология и организатсия производств текстилной промишленности - 2003.
4. Masudur Rahman ANM. Influence of stitch length and structure on selected mechanical properties of single jersey knitted fabrics with varying cotton percentage in the yarn. Journal of Textile Engineering & Fashion Technology. Volume 4 Issue 2 – 2018. 189 p.p.
5. R. I. Orazbaeva., L. Toreniyazova., D. Kadirova., R. Rakhimkhodzhaev “Investigation of the twist of a yarn with a square structure” Karakalpak Scientific Journal: Vol. 4: Iss. 2, Article 3. https://uzjournals.edu.uza/krsu/vol4/iss2/3 6-30-2021. Volume 4.

6. Kadirova D.N., Rakhimhodzhaev S.S. The study of the properties of technical beltingov. // Journal "Problems of textiles", - Tashkent-2010.-№2
7. Rakhimhodzhaev S.S., Kadirova D.N. Modern methodsof fabric design. TITLP, Tashkent, 2006.
8. Оразбаева Р.И., Кадирова Д.Н., Рахимходжаев С.С., Жолдасова А.Б., Туреniязова Л.А., Раджапова Д.А. Костюмная ткань. Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги Расмий Ахборотномаси. Тошкент 2021 йил №21 IAP 06636.
9. Orazbayeva R.I., Kadirova D.N., Rakhimkhodzhaev S.S., Tureniyazova L.A., Djoldasova A.B. Innovative fabric for suit // Қорақалпоғистон Республикаси олий таълим муассасалари олимларининг илмий тўплами ҚДУ Нукус. №3, 2021., 167-170 с. (05.00.00;№27)
10. Оразбаева Р.И., Қодирова Д.Н., Рахимходжаев С.С., Турманов И., Туреniязова Л.А. Костюмбоп тўқималарда ип бурамларининг ҳаво ўтказувчанлигига таъсири // Ilim ha'm ja'miyet НДПИ журнали Нукус. №4, 2021., 30-32 б. (05.00.00;№37)
11. Orazbayeva R.I. Research of clothing fabrics breathability of the Main // Қорақалпоғистон Республикаси олий таълим муассасалари олимларининг илмий тўплами ҚДУ Нукус. №4, 2021., 92-97 б. (05.00.00;№27)
12. R.I.Orazbayeva, D.N.Kodirova, S.S.Rakhimkhodzhaev, A.B.Djoldasova. Using the environmental properties of air permeability for designing of clothing fabrics with specified properties // Journal of Physics Volume 4, : Issue 2, April 2022., p.p. (01.00.00;№16)

ZAMONAVIY MAXSUS ISH KIYIMLARI UCHUN INNOVATSION MATOLARNING XUSUSIYATLARI VA QO'LLANILISHI

Gaybullayeva N.Z.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur ilmiy ishlarda zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun qo'llanilayotgan innovatsion matolarning asosiy xususiyatlari, ularning tuzilishi, fizik-mexanik va funksional xususiyatlari hamda sohalar bo'yicha qo'llanilish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Innovatsion matolar sifatida namlanishga chidamli, nafas oladigan, yong'inga chidamli, antibakterial, antistatik va yuqori mustahkamlikka ega to'qimachilik materiallari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, mazkur matolarning ishchi kuchining xavfsizligini ta'minlash, ish jarayonida qulaylik yaratish va xizmat muddatini uzaytirishdagi ahamiyati yoritiladi. Tahlil natijalari zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqarilayotgan maxsus kiyimlarning samaradorligini oshirishda innovatsion matolar muhim omil ekanini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *innovatsion matolar, maxsus ish kiyimlari, funksional to'qimachilik, yong'inga chidamli materiallar, nafas oladigan mato, antibakterial xossalar, antistatik materiallar, ishchi xavfsizligi, zamonaviy to'qimachilik texnologiyalari, himoya kiyimlari.*

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

Гайбуллаева Н.З.

Бухарского государственного технического университета.

Аннотация. *В данной научной работе проанализированы основные свойства инновационных тканей, используемых для современной специальной одежды, их структура, физико-механические и функциональные свойства, а также возможности применения в различных отраслях промышленности. Инновационные ткани рассматриваются как влагостойкие, воздухопроницаемые, огнестойкие, антибактериальные, антистатичные и высокопрочные текстильные материалы. Также отмечена важность этих тканей для обеспечения безопасности труда, создания комфорта при работе и продления срока службы. Результаты анализа показывают, что инновационные ткани являются важным фактором повышения эффективности специальной одежды, производимой на основе современных технологий.*

Ключевые слова: *инновационные ткани, специальная одежда, функциональный текстиль, огнестойкие материалы, воздухопроницаемые ткани, антибактериальные свойства, антистатичные материалы, безопасность труда, современные текстильные технологии, защитная одежда.*

PROPERTIES AND APPLICATION OF INNOVATIVE FABRICS FOR MODERN SPECIAL CLOTHING

Gaybullaeva N.Z.

Bukhara state technical university.

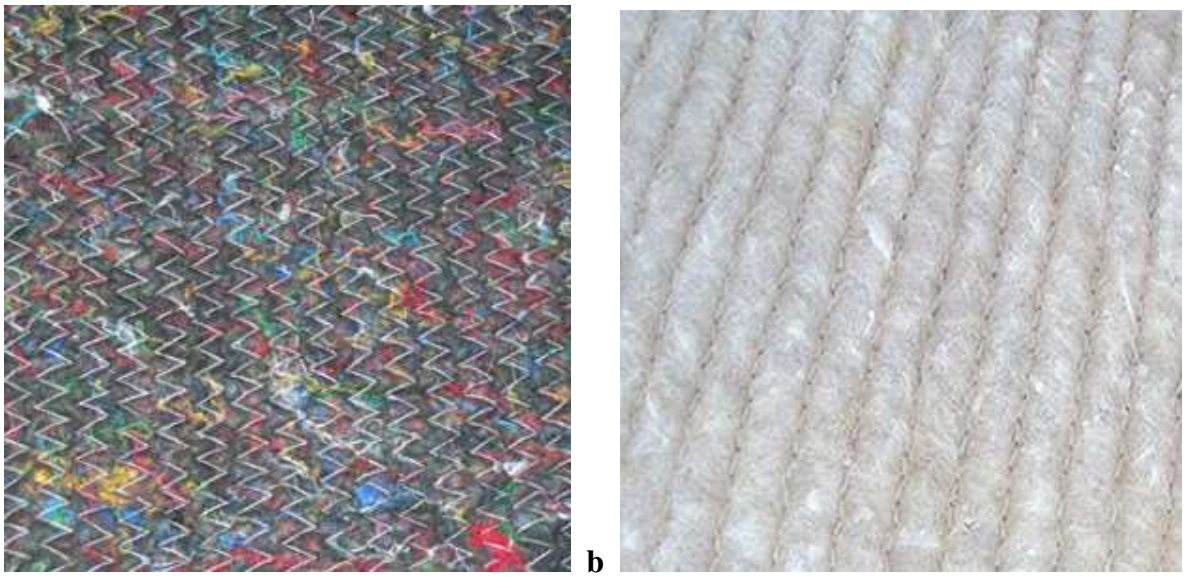
Abstract. *This scientific work analyzes the main properties of innovative fabrics used for modern special clothing, their structure, physical, mechanical and functional properties, as well as the possibilities of application in various industries. Innovative fabrics are considered as moisture-resistant, breathable, fire-resistant, antibacterial, antistatic and high-strength textile materials. The importance of these fabrics for ensuring labor safety, creating comfort at work and extending the service life is also noted. The results of the analysis show that innovative fabrics are an important factor in increasing the efficiency of special clothing produced on the basis of modern technologies.*

Keywords*: innovative fabrics, special clothing, functional textiles, fire-resistant materials, breathable fabrics, antibacterial properties, antistatic materials, labor safety, modern textile technologies, protective clothing.*

Kiyimning asosiy vazifasi atrof-muhit va inson tanasi o‘rtasidagi issiqlik muvozanatini saqlashdan iboratdir. Ushbu talab past haroratlarda foydalanish uchun mo‘ljallangan maxsus kiyimlarga ham tegishli. Bunday kiyimlarga bo‘lgan ehtiyojning ortishi O‘zbekistonda yangi ishlab chiqarish sohalari, jumladan agroklaster tarkibida sovuqxonalarning paydo bo‘lishi va jadal rivojlanishi bilan bog‘liq [1].

Issiqlikni himoyalaydigan kiyimning sifati bir qator talablar bilan baholanadi, ammo uning asosiy ekspluatatsion ko‘rsatkichi insonning kiyim osti maydonida komfort sharoitlarni ta’minlaydigan issiqlik izolyatsiya qobiliyatidir. Kiyimning qoniqarsiz issiqlik izolyatsiyasi insonning kasalliklariga olib kelishi mumkin. Shunday qilib, maqbul issiqlikni himoya qiluvchi xususiyatlarga ega maxsus kiyimlarni yaratish sovuqxona ishchilari sog‘lig‘ini saqlashga yordam beradi [5].

Oxirgi yillarda issiqlikni saqlovchi materiallar assortimentida e’tiborli o‘zgarishlar ro‘y berdi. Vatin va paxta momig‘idan (1-rasm) tayyorlangan og‘ir, isituvchi materiallar o‘rniga bir qator afzalliklarga ega bo‘lgan yuqori hajmli sintetik noto‘qima materiallar yaratildi. Ularning afzalliklari materiallar paketning yengilligi va yuqori issiqlik izolyatsiyasidan iborat [6].



a **b**

1-rasm. An’anaviy isituvchi materiallar: *a-vatin; b- paxta momig‘i*

Zamonaviy materiallarning paydo bo‘lishi va keng tarqalishi muqarrar ravishda ularni har tomonlama o‘rganishning yangi usullarini yaratishni va shu asosda maqbul kiyim paketlarini yaratish bo‘yicha tavsiyalarni ishlab chiqishni talab qiladi.

Bugungi kunda zamonaviy kiyimlarda isituvchi oraliq materiallar sifatida xolofayber, sintepon, porolon, parranda patlaridan va tabiiy jundan iborat to‘ldiruvchi isituvchi materiallar ishlatiladi.

Vatinlar tarkibida ishlatiladigan isituvchi materiallar tolaviy tarkibiga qarab uch turda ishlab chiqariladi: paxtali, yarim junli va junli. Ushbu isituvchi materiallar kerakli issiqlik izolyatsiyasini ta’minlashi bilan birga og‘ir vazni sababli bugungi kunda issiqlik saqlovchi kiyimlarda juda kam qo‘llaniladi [7].

Kiyim ishlab chiqarishda vatinlar bilan bir qatorda issiqlik saqlovchi qatlamlar sifatida nitron, lavsan tolalari va ularning viskoza bilan aralashmasidan ishlab chiqarilgan qavilgan sintetik izolyasion materiallar ishlatiladi. Qavilgan sintetik isituvchi izolyasion materiallar sifatida tolalarning yangi modifikatsiyalari va tuzilmalari qo‘llaniladi, masalan, ichi strukturali tolalar va silikonlangan tolalar. Bunday tolalar ichida yuqori issiqlik izolyasiyasi xususiyatlarini ta’minlaydigan inert havo qatlami mavjud. Tolalar sirtini silikon bilan ishlov berish natijasida tolalar orasidagi ishqalanish kamayadi va yoqimli yumshoqlik yuzaga keladi [29].

Sintetik paxmoq (pux) – bu mayin ichi bo‘sh silikonlangan sintetik tolalardir. Ushbu isituvchi izolyatsion material mexanik ta’sirlarga kam uchraydigan ko‘rpalar, ayrim turdagi kiyimlarni ishlab chiqarishda, mahsulot hajmni to‘ldirish zarur bo‘lgan hollarda qo‘llaniladi [8].

Ba’zi hollarda, maxsus jihozlarda sintetik paxmoq tolalari o‘ralib, sintetik “pufaklar” deb ataladigan isituvchi material olinadi. Mustahkamlikni oshirish ushbu sintetik shariklarni bir necha qatlamli spandbond sintetik noto‘qima mato orasiga joylashtiriladi. Ushbu izolyatsion material “Faybertek” savdo belgisi ostida ishlab chiqariladi, uning sirt zichligi 100 dan 400 g/m^2 gacha. Ushbu material shakl barqarorligi va yuqori issiqlikni himoya qiluvchi xususiyatlarga ega, lekin ularning asosiy kamchiligi import qilish kerakligi va narxining qimmatligi hisoblanadi [6].

Oxirgi yillarda fizikaviy va kimyoviy texnologiya asosida olingan noto‘qima izolyatsion materiallar assortimenti sezilarli darajada kengaymoqda. Issiqlikni himoya qiluvchi kiyimlar ishlab chiqarishda yopishtirilgan hajmli materiallar tobora keng tarqalmoqda. Bunga an’anaviy vatinlarni ishlab chiqarishni qisqarishi va foydalanish qulayligini ta’minlash maqsadida kiyimni yengillashtirish zarurati sabab bo‘ldi.

Yelimlangan hajmli isituvchi izolyatsion materiallar ishlab chiqishda har xil sirt zichligidagi tolali xolst hosil qilinadi, xolstdagi tolalar yelimli, issiqlik ta’sirida yoki kombinatsiyalangan usullar bilan yopishtiriladi. Xom ashyo sifatida paxta yoki jun tolalari qo‘shilgan oddiy yoki silikonlangan poliester tolalaridan foydalaniladi [7].

Hajmli isituvchi izolyatsion materialarning yana bir turi sintepondir (2,b-rasm). Yelimlangan sintepon ishlab chiqarishda hosil bo‘lgan tolali xolst lateks bilan to‘yintirilib, quritiladi va issiqlik ta’sirida yopishtiriladi. Xomashyo sifatida poliefir tolalari qo‘llanadi. Sinteponning yuza zichligi 40 dan 400 g/m^2 gacha. U yetarlicha chidamli va issiqlikni himoya qiladi, ammo yopishtiruvchi biriktirma suv ta’siriga beqaror, yuvishlar ta’sirida u yo‘qoladi, natijada shakl barqarorligini yo‘qolishiga, tolalarning ajrashishiga va migratsiyasiga olib keladi [5].



a **b** **v**

2-rasm. Zamonaviy sintetik isituvchi izolyatsion materiallar: *a-xolofayber; b- sintepon; v-slimteks*

Termal bog‘langan sintepon poliester va oson eriydigan bikomponentli tolalar aralashmasidan tashkil topgan xolst hosil qilish orqali olinadi. Keyingi issiqlik bilan ishlov berish jarayonida oson eriydigan tola eriydi va sovutilganidan so‘ng oddiy tola va oson eriydigan tola o‘rtasidagi aloqa

nuqtasi o‘rnatilib, o‘zaro bog‘lanish hosil bo‘ladi. Termal bog‘langan sinteponning sirt zichligi 40 dan 400 g / m^2 gacha. Izolyatsiyaning maqsadiga qarab, turli xil tolalar aralashmalari, shuningdek, silikonlangan ichi bo‘sh tolalar va mikrofayberlar qo‘llaniladi. Ushbu sintepolarning asosiy kamchiligi yuvishlar natijasidagi tolalar migratsiyasi va bir joyda yig‘ilib qolishi [6].



3-rasm. Zamonaviy sintetik isituvchi izolyasion materiallar: *a-siberiya; b- “Arktik”; v “Lyuks”qavilgan sintetik istuvchi*

“Lyuks”, “Arktika”, “Periotek” (3-rasm) savdo belgilarining yaxshilangan sinteponi tolali xolst shakllantirish prinsipi bilan odatiy texnologiyalardan farq qiladi. Maxsus asbob yordamida - profillash tizimiga ega bo‘lgan konvertor va tarash randomizator yordamida tolali xolst yuzasiga nisbatan tolalar parallel emas, balki perpendikulyar joylashishi bilan ishlab chiqariladi [6]. Bu o‘z navbatida siqilishda materialning elastikligini va kuchlanishdagi sinish yukini oshiradi. Sintepon “Lyuks” 40 ~ 460 g / m^2 sirt zichligi bilan ishlab chiqariladi, uning eni 3 m gacha bo‘lishi mumkin . Sintepon “Arktika” 40 dan 350 g / m^2 gacha bo‘lgan sirt zichligiga ega, eni 1,5 m. Oldingi turdagi sinteponlardan farqli o‘laroq “Periotek” izolyatsion materiali tolalar migratsiyasini oldini olish uchun takrorlanuvchi substratlar yordamida ishlab chiqariladi. Uning sirt zichligi 150-400 g/m^2 [7].

Katta hajmli tolali noto‘qima isituvchi materiallar yaratishda aerodinamik usul va spunbond texnologiyasi qo‘llaniladi. Birinchi usul bilan olingan isituvchi materiallarga “Xollofayber”(1.7-rasm), “Elon”, “Len- teks” savdo belgilarining izolyatsion materiallari kiradi [8]. Xolst ham an’anaviy, ham ichi bo‘sh poliefir tolalardan hosil qilinadi. Tolali xolstni yaratishning aerodinamik usuli tolalarning vertikal yo‘nalishini olish imkonini beradi, bu esa o‘z navbatida deformatsiyalanganda elastiklikni oshirishga, qisqarishni kamaytirishga va issiqlik saqlovchi xossalarini saqlashga yordam beradi.

“Tinsuleyt” savdo belgisi ostida ishlab chiqarilgan izolyatsion isituvchi materiallar spunbond texnologiyasidan foydalangan holda olingan materiallarni o‘z ichiga oladi. Spunbond usuli to‘g‘ridan-to‘g‘ri polimer eritmasidan xolst hosil qilish imkonini beradi. Yo‘naltirilgan havo oqimlari ta’sirida elementar tolalar transporterga o‘tkaziladi va u yerda sovib, xolst hosil qiladi. Ushbu texnologiya yordamida to‘qimachilik sanoatida qo‘llaniladigan an’anaviy tolalar diametridan 10-20 baravar kichik diametrli iplardan xolst hosil qilish imkonini beradi. O‘ta nozik tolalar tuvalida katta hajmdagi harakatsiz havo mavjud bo‘lib, bu unga yuqori issiqlikdan saqlovchi xususiyatlarini beradi [8].

Xolstdagi nafis tolalar ichida katta hajmdagi harakatsiz havo mavjud bo‘lishi sababli, noto‘qima izolyatsion materialga yuqori issiqlik saqlovchi xossalarini beradi. Mikrofayber qatlamini saqlovchi uchun mato yoki spunbond bilan qavish mumkin. “Tinsuleyt” materialining sirt zichligi 20 dan 250 g / m^2 gacha bo‘lib, u barcha turdagi kiyimlarni ishlab chiqarish uchun tavsiya etiladi.

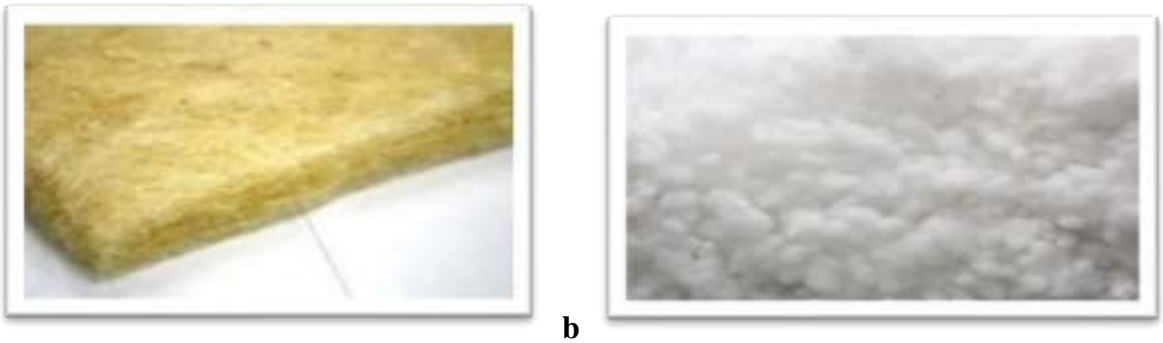
Sinovlar shuni ko‘rsatdiki, ushbu matodan foydalangan holda kiyimning umumiy issiqlik qarshiligi tabiiy mo‘ynadan foydalangan holda kiyimning umumiy issiqlik qarshiligiga nisbatan 40% yuqori, sirt zichligi 257 g / m^2 ni tashkil qiladi. Ushbu izolyatsion material yuqori issiqlikdan

himoya qiluvchi xossalariga va elastiklikga ega bo‘lsada, ammo kiyimni qo‘llash jaraenida zarralarning paket materiali orqali migratsiyasi kuzatiladi [5].

Bugungi kunda issiqlikni himoya qiluvchi kiyimlarni ishlab chiqarishda xolofayber izolyatsion materiali keng qo‘llanib kelinmoqda (1.7- rasm,b). Qishgi kiyimlarni ishlab chiqarishda SOFT markali xolofayberlar keng qo‘llanib kelmoqda. SOFT xolofayber izolyatsion materiali Rossiyada ishlab chiqariladigan kalenderlangan izolyatsion material bo‘lib, yumshoq, engil va elastik material hisoblanadi. Yuza zichligi 70 dan 300 g/m^2 gacha bo‘lgan polotnolar shaklida chiqariladi. Xolofayber SOFT kundalik va maxsus kiyimlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi. Yaxshi havo o‘tkazuvchanlik, issiqlik saqlovchi xususiyatlarga ega. Uzoq muddatli foydalanish, takroriy tozalash va yuvishdan keyin asosiy xususiyatlarini yo‘qotmaydi. Havo harorati 0 dan - 5^{0}S gacha bo‘lgan chegarada insonning normal termoregulyatorlik faoliyatini ta’minlaydi. Isituvchi polotno qalinligi 12 mm, eni 150 sm [5].

Xolofayber isituvchi materiallarning yana bir markasi Volyumetrik. Volyumetrik mahsulotlarga ma’lum hajm va shakl beradigan materiallar. Yuza zichligi 900 g/m^2 gacha bo‘lgan polotnolar shaklida ishlab chiqariladi. Yuqori hajmli va engil isituvchi material. Issiqlik saqlovchi kiyimlar, ko‘rpa-to‘shaklar, yumshoq mebellarning qoplamalari va matraslar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Polotno qalinligi 8 – 30 mm gacha. Xolofayberlarning asosiy kamchiligi ularning import qilinishi va narxining qimmatligi (5 metri 1000 rubl) .

Sun’iy jundan tayyorlangan noto‘qima izolyatsiyalovchi qoplama materiallari asosan qavilgan holda ishlab chiqiladi, ular juda yuqori sirt zichligiga ega bo‘lib, qo‘llash va yuvishlar jarayonida yig‘ilib qoladi. Bundan tashqari og‘ir vaznga ega bo‘lgani sababli, ularni tikuvchilik sanoatida ishlatishni cheklaydi[8].



a **b**

4- rasm. Tabiiy va sun’iy junli isituvchi materiallar: *a-presslangan tabiiy jun; b- sun’iy jun*

Tabiiy jun (4-rasm) qadimdan Osiyo davlatlarida isituvchi kiyimlarni va uy- joy anjomlarini tayyorlashda keng qo‘llanib kelingan bo‘lib, bu uning foydali gigienik va yuqori ekspluatatsion xossalari bilan bog‘liq. Bugungi kunda issiqlikni saqlovchi kiyimlar ishlab chiqarishda ko‘pincha mayin, yarim mayin va dag‘al qo‘y junlari hamda tuya junlari issiqlikni himoya qiluvchi izolyatsion material sifatida ishlatiladi Yuvishlar natijasida tabiiy jun o‘zining ijobiy gigiyenik xossalarini yo‘qotmaydi.

Tabiiy presslangan jun isituvchi materiali Buxoro viloyati Gijduvon tumani “Nurli nihol chashmalari” korxonasi tomonidan ishlab chiqarilmoqda. Preslangan jun havo o‘tkazuvchan, uning tolalari o‘z vaznining 30% ga teng miqdorigacha namlikni o‘ziga singdira oladi. Tanadagi namlikni shimib, kiyim haroratidan qat’i nazar, quruq va engil bo‘lib qoladi. Tabiiy junning bu xossasi tana haroratini tartibga solishga yordam beradi, sovuq havoda tanani isitadi [7].

Presslangan jun 100% tabiiy bo‘lib, u qo‘ylarni junini qirqish orqali olinadi. Qo‘y junining isituvchi material sifatida afzalliklari quyidagilardan iborat :

- issiqlikni yaxshi saqlaydi, shuning bilan birga ortiqcha issiqlikni tanadan chiqarib yuborib, organizmni qizib ketishini oldini oladi;

- havo o‘tkazuvchan, ya’ni havoning kiyim osti qatlami, kiyim paketi tolalari orasida erkin aylanishini ta’minlaydi;

- namlikni yaxshi singdiradi va tashqi muhitga chiqarib yuboradi;
- shifobaxsh ta’sirga ega.

Qo‘y junining shifobaxsh ta’siri uning yuzasida lanolinning ko‘pligi bilan bog‘liq. Tana haroratida lanolin eriydi, teriga kirib, qon oqimini yaxshilaydi. Qon oqimi bilan og‘riq va yallig‘lanishni yengillashtiradigan, metabolizmni yaxshilaydigan, qon tomirlari va mushaklarning og‘rig‘ini to‘xtatadigan, immunitet hujayralari va moddalar almashinuvini faollashtirish xususiyatlarga ega. Qo‘y junidan olingan lanolin ko‘pgina shifobaxsh malham va kremlarda asos sifatida ishlatiladi.

Qo‘y junining afzal ekspluatatsion xossalari:

- kirga va ifloslanishga chidamli sirtning maxsus tuzilishidagi kichik tuk va zarrachalarni yitarishga imkon beradi, ularning jun tolasini ustiga joylashishiga yo‘l qo‘ymaydi;
- antibakterial xossalarga ega- bakteriyalarning hujayra devorlarini yo‘q qiladigan kreatin karboksil kislotasi mavjud;
- elastik va chidamli - o‘z shakllarini yaxshi saqlaydi, yuvilganda tashqi ko‘rinishini yo‘qotmaydi;
- narxining arzonligi - mahalliy korxonalarda isituvchi material sifatida ishlab chiqariladi, xom-ashyo ko‘pligi va deyarli tekinligi sababli juda arzon turadi (Buxoro viloyati Shofirkon tumani “Nurli buloq chashmalari” mahalliy korxonasi misolida 1 metr preslangan junning narxi 3500 so‘mni tashkil etadi).

Qo‘y junining shifobaxsh xususiyatlari:

• shamollash;
• osteoxondroz;
• radikulit;
• bo‘g‘imdagi og‘riqlar;
• gipertoniya.

Xulosa qilib aytganda, gipoallergenlik, issiqlikni saqlash va davolavchi xossalari, shuningdek narxining arzonligi junni isituvchi qatlam sifatida maxsus kiyim ishlab chiqishda afzalligini ko‘rsatadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, zamonaviy materialshunoslik uchun sovuq havo sharoiti uchun mo‘ljallangan materiallar va kiyim paketlarining termofizik xususiyatlarini o‘rganish vazifasi dolzarb ekanligini ta’kidlash mumkin. Zamonaviy issiqlikni himoya qiluvchi kiyimlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladigan izolyatsion materiallarining xususiyatlarini o‘rganish alohida ahamiyatga ega.

Adabiyotlar ro‘yxati

1.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60 sonli «2022-2026 yillarda mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi farmoni.
2.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 14 dekabrdagi PQ-5285-son «To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini jadal rivojlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida” gi qarori.
3. 2019 yil 16 sentyabrdagi PQ-4453-son «Engil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag‘batlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida» gi qarori.
4. 2019 yil 12 fevraldagi PQ-4186-son «To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini isloh qilishni yanada chuqurlashtirish va uning eksport salohiyatini kengaytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.
5. S.U. Pulatova, N.Z.Gaybullayeva. Analysis and prognostication of consumer preferences at designing working clothes for workers of agricultural clusters of Uzbekistan IV International Conference Agritech IV - 2020: participated in the IV International Conference "Agritech IV - 2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies" in November 18-20, 2020 | Krasnoyarsk, Russia
6. С.У. Пулатова, Н.З. Гайбуллаева. Анализ деятельности сельскохозяйственных кластеров Узбекистана. Материалы международной научной конференции «Инновационные

решения инженерно технологических проблем современного производства». Бухара, 14-16 ноября 2019 г. 1-том, стр. 610-612.
7. Фомченкова, Л.Н. Современные материалы для спецодежды Текст./Л.Н. Фомченкова//Текстильная промышленность. 2002. - №7. - С.15 17.
8. Ubaydova, V., Azimova, M., & Khudoyberdieva, S. (2024, January). Creation of a mathematical model of computer-aided design of patterns and ornaments for gold embroidery. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2969, No. 1). AIP Publishing.
9. ГОСТ 12088-77. «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения https://docs.cntd.ru/document/1200018635/titles воздухопроницаемости». 74. ГОСТ 3816-61«Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения гигроскопичности https://docs.cntd.ru/document/1200018487

BIKR QOBIQ YORDAMIDA POYABZAL MAKETINI BARPO ETISH USULLARI

Abduraxmanova F.A.
Buxora davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada turli ko‘rinishdagi poyabzallarni bikr qobiq usulida loyihalash, aniq nusxa olish va poyabzal shakli to‘g‘risida to‘liq tasavvurga ega bo‘lish maqsadida ko‘rsatilgan detallar mahkamlangan qolipga bikr qobiqni hosil qilish ilmiy-amaliy tahlil natijalari yoritilgan.*

Kalit so‘zlar: *bikr qobiq, bikr dastak va tumshuq osti detali, qolip yon sirti, mokasin, tikma-yelimlama, hajmli tanovor, qolip izi*

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕСТКОЙ ОБОЛОЧКИ

Абдурахманова Ф.А.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье представлены результаты научно-практического анализа проектирования различных видов обуви методом жесткой оболочки, получения точной копии и полного представления о форме обуви.*

Ключевые слова: *жесткая оболочка, жесткий задник и подносок, боковая поверхность колодки, мокасины, строчечно-клеевые метода крепления низа обуви, объемная заготовка, след колодки.*

METHOD OF CREATING A SHOE MODEL USING A RIGID SHELL

Abdurakhmanova F.A.
Bukhara state technical university.

Abstract. *The article presents the results of the scientific and practical analysis of the design of various types of footwear using the rigid shell method, obtaining an exact copy and a complete idea of the shoe shape.*

Keywords: *rigid shell, rigid heel counter and toe cap, lateral surface of the last, moccasins, stitch-and-glue method of attaching the bottom of the shoe, volumetric blank, trace of the last.*

Ustki tashqi detallar yalang‘och yoki kiyintirilmagan qolipdan olingan shartli o‘rama asosida loyihalansa, u holda qolip sirti va tashqi detallar orasida joylashgan detallar materiallari qalinligini hisobga olishga to‘g‘ri keladi, ya’ni ustki ichki va oraliq hamda asosiy patakni qalinligi. Shuning uchun aniq nusxa olish va poyabzal shakli to‘g‘risida to‘liq tasavvurga ega bo‘lish maqsadida ko‘rsatilgan detallar mahkamlangan qolipga bikr qobiqni hosil qilish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bularga asosiy patak, astar, oraliq astar, bikr dastak va tumshuq osti detali kiradi [1].

Qolip izi yoyilmasini hosil qilish uchun qog‘oz varaqaga o‘rnatiladi, uning konturini qo‘shimcha bilan vertikal qo‘yilgan qalam bilan chizib olinadi. Hosil bo‘lgan kontur bo‘ylab qog‘oz kesib olinadi, perimetri bo‘ylab kesiklar bajariladi. Kesiklar orasidagi masofa 10-15 mm, ularning chuqurligi 15-20 mm. Kesib olingan qog‘ozga NK elimi surtiladi va har bir yaproqchaga alohida qalam bilan iz ko‘chiriladi. Andaza izdan asta-sekinlik bilan olinadi, qalinroq qog‘ozga

yopishtiriladi va belgilangan iz bo‘ylab kesiib qolip izi olinadi. Bikr dastak izga yaxshi yopishishi uchun qolip izi o‘ramasini o‘kcha qismida uzunligi bo‘yicha 2-2,5 mm, eni bo‘yicha 1,5 mm qisqartirish kerak.

Davlat standartlariga amal qilib barcha ustki oraliq va ichki detallar uchun materiallar tanlanadi. Bu materiallardan ilgari ishlab chiqilgan poyabzal modellari analoglaridan foydalanib detallar bichib olinadi. Pataklik kartondan kesib olingan asosiy patak mixchalar bilan qolip iziga mahkamlanadi, so‘ngra bikr dastak va tumshuq osti detali mahkamlanadi.charm astar va to‘qimachilik astari detallari oldindan tikuv mashinasida tikilishi mumkin yoki bevosita mqolip yon tomonlariga NK elimi bilan yopishtirilishi mumkin. Astar, tumshuq osti detali va bikr dastaklarni biriktirilayotganda patak iziga burmalar hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Ichki va oraliq detallar biriktirilgan qolip “kiyintirilgan” deb ataladi [2,3].

Qolipga bikr qobiqni hosil qilishni bir necha usullari mavjud. Ulardan eng yaxshisi maxsus vakuum apparatda bikr qobiqni barpo etish. Termoplastik plyonkalar quyidagi talablarni qoniqtirishi kerak: isitilganda yumshashi (60-120^{0}C harorat intervalida) va shakllanishi, sovuganidan so‘ng esa berilgan shaklni saqlab qolishi, ya’ni tortilmasligi va cho‘zilmasligi kerak. Bu xususiyatlar, masalan, 0,3-0,5 mm qalinlikdagi tarkibida plastifikator kam (70% atrofida) bo‘lgan polivinilxlorid plyonkasida mavjud.

Pastda vakuum apparatda bikr qobiqni olish uchun zarur bo‘lgan vaqt, s, keltirilgan.

Plyonkani isitish	20-22
Shakl berish	10-13
Plyonkani qo‘yish, qolipni o‘rnatish va qolipdan echib olish	15-20

Vakuum apparat bo‘lmaganda bikr qobiqni gazlama va plyonka hosil qiluvchi modda yordamida tayyorlasa bo‘ladi.

To‘g‘ri burchakli gazlama, masalan tik-sarja, diagonal bo‘yicha buklanadi. Qolip ichki tomoni bilan tumshuq va tojdagi nuqtalar gazlamaning buklanish chizig‘iga ustma ust tushgan holatda qo‘yiladi. Bunda qolip izi tekisligi gazlama yotgan stol tekisligiga perpendikulyar bo‘lishi kerak.

Qolipni shunday holatda ushlab turgan holda tik qo‘yilgan qalam bilan profili chizib olinadi. Hosil bo‘lgan konturdan 25-30 mm masofada chiziq tortiladi, shu chiziqdan andaza qirqib olinadi. Andaza va kiyintirilgan qolip sirtiga NK elim surtiladi, 5-10 min davomida xona haroratida quritiladi. Gazlamadan andaza burmalarsiz zich qolip yon tomonlariga va iz qovurg‘asiga qoplanishi kerak. O‘kcha qismiga chegara chizig‘i bo‘yicha gazlama ustma ust yopishtiriladi.

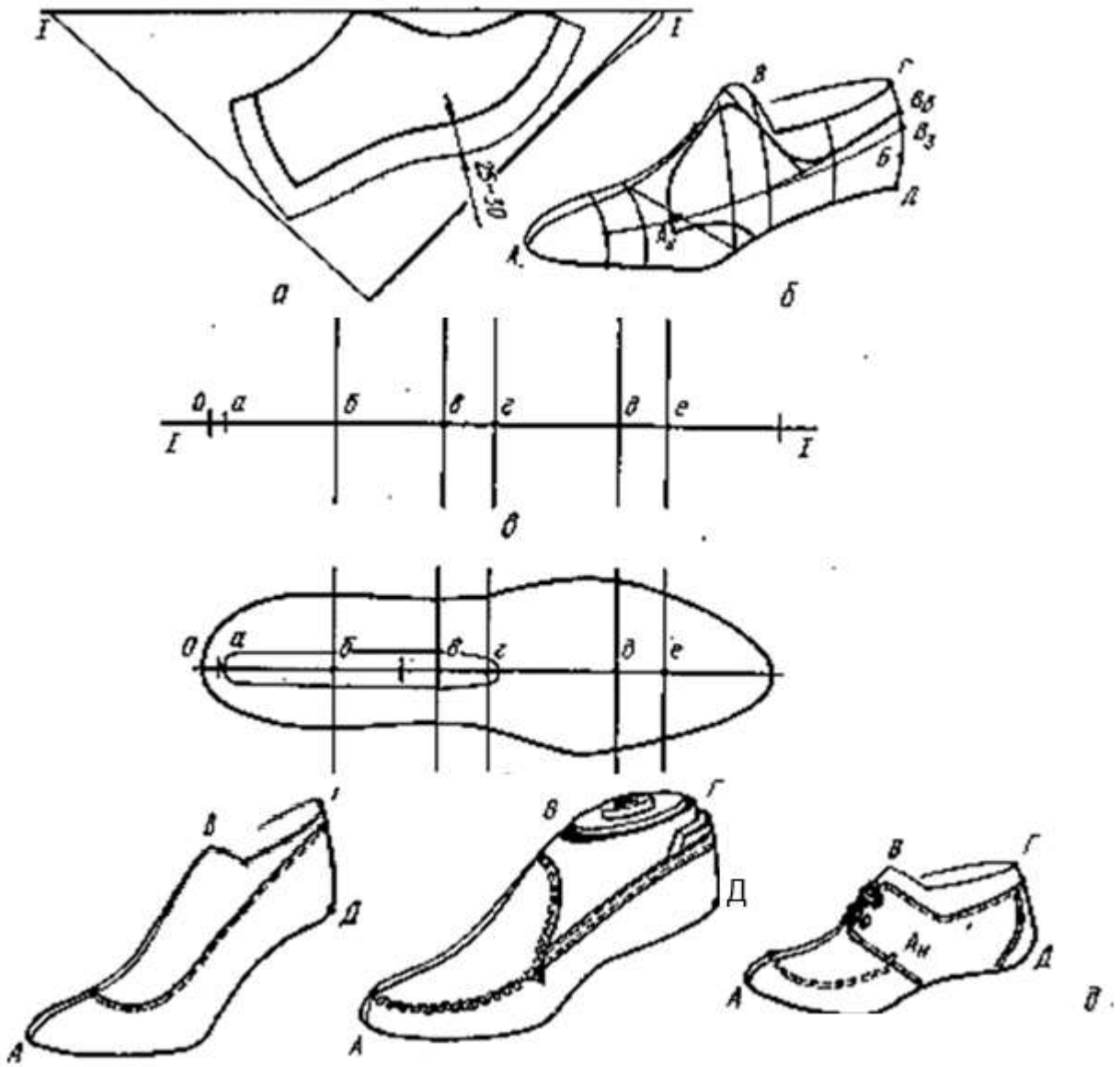
Mokasin ustlik tanovori patak bilan bir butun yaxlit bo‘ladi va astarsiz tayyorlanadi. Bikr dastak dastaklarning tashqi cho‘ntakga qo‘yiladi.

Bunday tanovorlarga shakl berish jarayoni siljituvchi qoliplarda amalga oshiriladi, shuning uchun termoplastik plyonkadan yoki gazlamadan bikr dastak “yalang‘och” siljiydigan qolipdan ikkita yo‘l bilan olinadi: qolip yon sirtlaridan va qolip izidan. Oxirgi holatda qolip izi yuqoriga qaratib vakuum apparatga qo‘yiladi. Bikr qobiqni yon tomonlarida qolip izidan 10 mm yuqorida, qolip izi qobig‘ni esa 20 mm yuqoridan kesib olinadi. Ikkala qobiqni ham perxlorvinilli elim bilan yopishtiriladi.

Agar mato sifatida bikr qobiq uchun gazlamadan foydalanilsa, qolipga elimlangan gazlama, iz atrofi bo‘yicha kesiladi va qolipdan echmasdan 15 mm kenglikdagi leykoplastir yopishtiriladi.

Tikma-yelimli birikmali poyabzallarda asosiy patak bo‘lmaydi va siljiydigan qoliplarda shakl beriladi.

Shuning uchun bikr qobiq siljiydigan “kiyintirilgan” (asosiy pataksiz) qoliplarda barpo etiladi. Plyonka hosil qiluvchi moddalar (БФ-2 yoki silikat elimi, kontora elimi) gazlama qoplamasiga tashqi detallar konturlariga ishlov berilgandan keyin surtiladi. Qoplamani qolipdan echmasdan turib eskizga muvofiq model rasmi chiziladi. Qolipga ustki tashqi detallar yo‘nalishini to‘g‘ri olish uchun AB va ГД qolipni ikki qismga ichki hamda tashqi qismga bo‘uvchi chegara chiziqlari o‘tkaziladi.



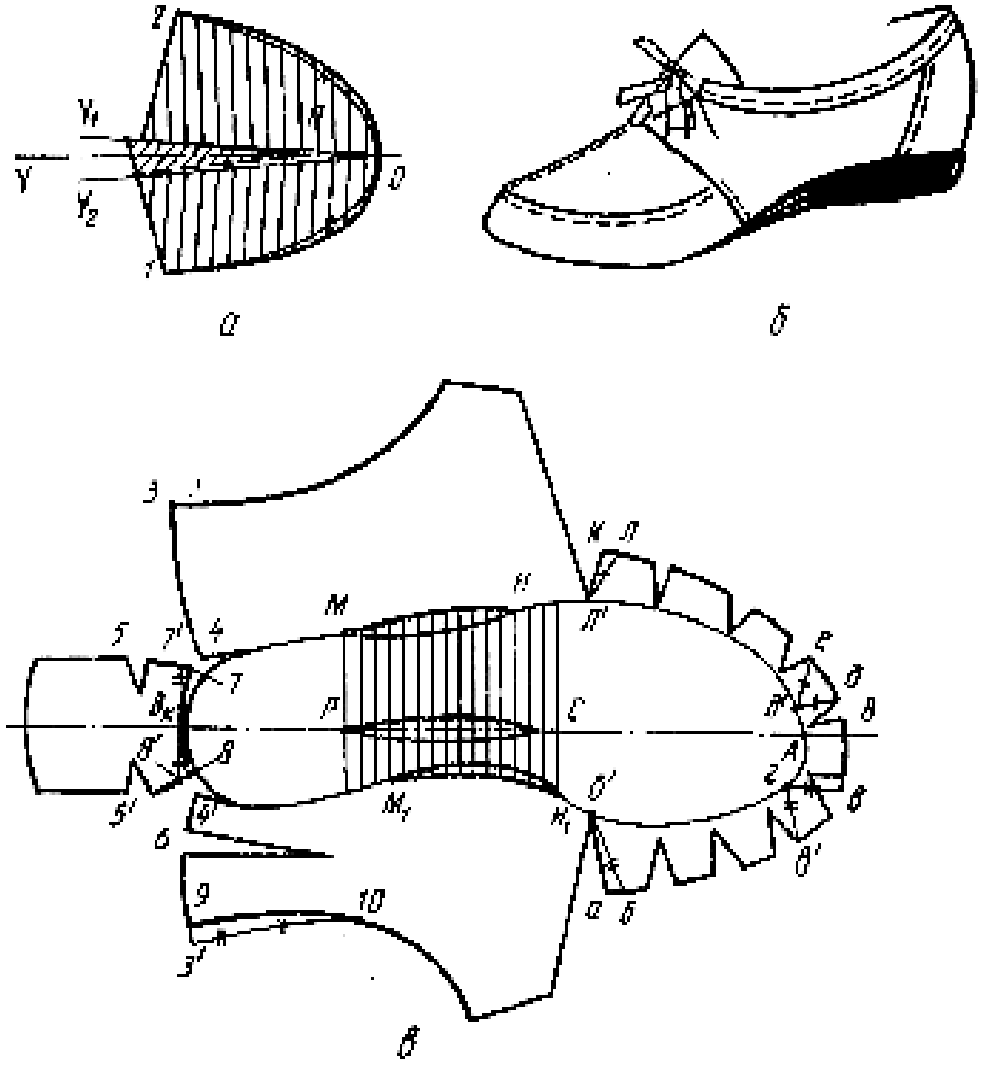
1-rasm. Poyabzal maketini hosil qilish bosqichlari: a-*gazlamadan andaza hosil qilish; b-bikr qobiqga konstruktiv setkani o‘tkazish; v-qog‘oz varaqaga poydevor chiziqlarini belgilash; g-qolipga poydevor chiziqlarini belgilash; d-turli ko‘rinishdagi poyabzallar maketini ko‘rinishlari.*

Д nuqtadan ГД chiziq bo‘ylab millimetrda dastak balandligi $B_б = 0{,}15N + 25{,}5mm$ gulchin balandligi $B_б = 0{,}15N + 25{,}5mm$ va ГД chiziqdan 1/3 masofada Б nuqta belgilanadi.

Qog‘oz varaqada I-I to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi (1-rasm, *в*) ixtiyoriy O nuqta belgilanadi, unda o‘kcha qismidagi ichki hamda oraliq detallar qalinligiga teng bo‘lgan Oa bo‘lakcha qo‘yiladi. a nuqtadan poydevor chiziqgacha quyidagi masofalar qo‘yib chiqiladi: аб=0,2*Д* (tashqi to‘piq nuqtasi), *ав=0,41 Д* (tovondagi egilishlar nuqtasi, *аг=0,5Д (*tovon markazi*), ад=0,73Д* (birinchi panja suyagi boshchasining markazi-ichki tutam), *ае=0,8 Д* (jimjiloqning tugashi). б, *в, г, д, е* nuqtalar orqali I-I to‘g‘ri chiziqga perpendikulyar tushiriladi.

Qolip chiziqga shunday joylashtiriladiki, o‘kcha qismining eng qavariq nuqtasi O nuqta ustiga tushsin, A nuqta proyeksiyasi esa I-I chiziqga tushsin (1, *г*). Uchburchakli chizg‘ich birta kateti qog‘oz varaqadagi poydevor chizig‘iga, ikkinchisi berilgan kesimdagi qolip sirti qavariq nuqtasiga tegilib tursin. Uchi o‘tkir yo‘nilgan qalam bilan qolip qoplamasiga poydevor chiziqlar ko‘chiriladi. So‘ngra qayishqoq tasma yordamida qobiqga nazorat va yordamchi chiziqlar o‘tkaziladi (1, б-rasmga qarang). Nazorat, yordamchi va poydevor chiziqlarga asoslanib barcha

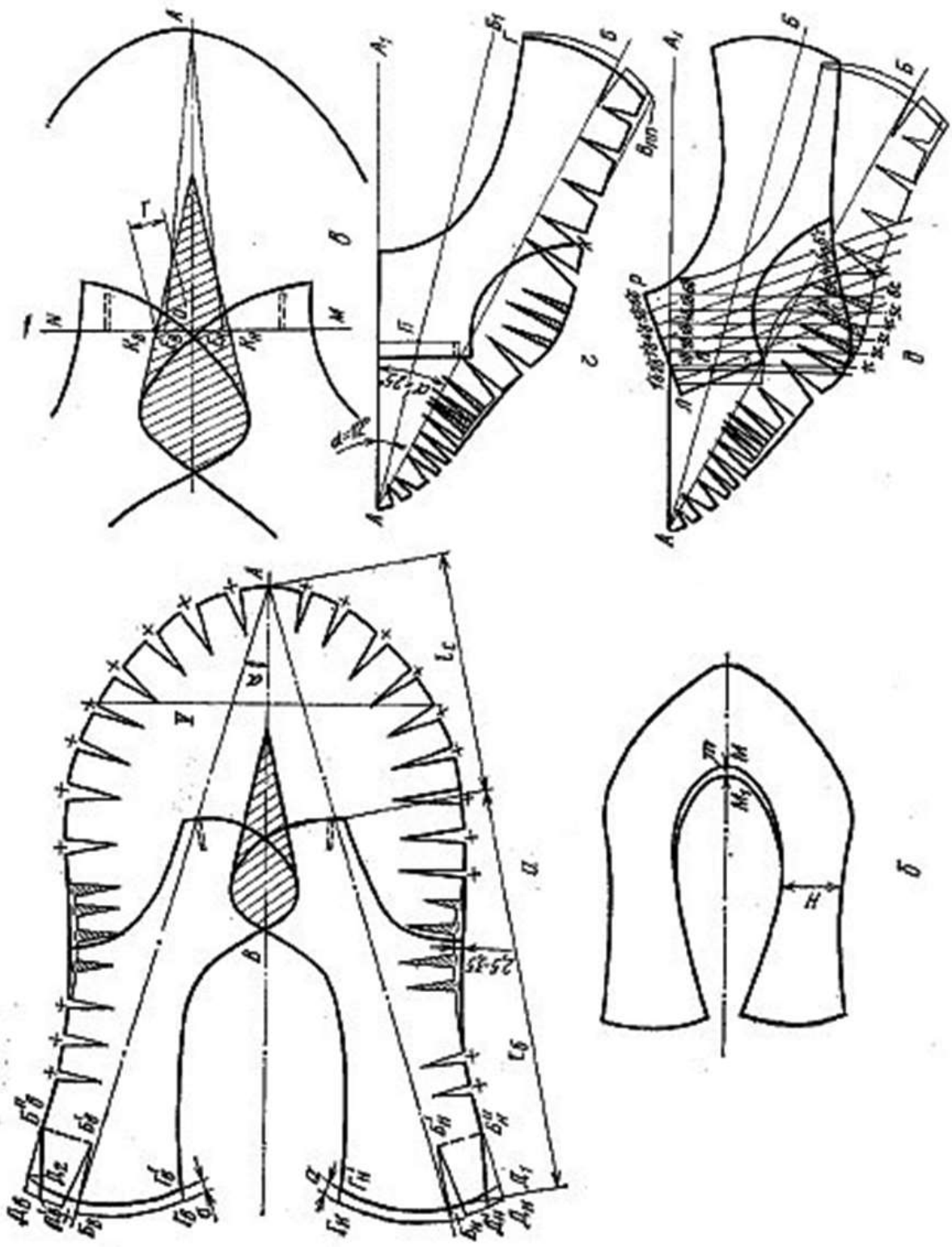
tashqi detallar konturlari, funksional va dekorativ qatorlar va boshqa yassi dekorativ hamda funksional detallar konturlari chiziladi (1, *ð-rasm*). Bog‘ichlarni, bantiklarni va boshqalarni mahkamlash mumkin. Shunday qilib ishlab chiqiladigan poyabzal ustlik maketi barpo etiladi, uni ustlik tanovori uchun tanlangan material rangida ham bajarish mumkin. Gazlamadan tayyorlangan qobiq bilan ishlaganda, ustki detallar konturiga ishlov berilganidan keyin gazlama yuzasiga silikat elimi yoki БФ-2 elim surtiladi. Kerakli bikrlikga erishish uchun elimni 2 marotaba surtish tavsiya etiladi. Yelimli parda yaxshilab qurishi kerak.



2-rasm. Mokasinni shartli yoyilmasni olish sxemasi, oval qistirmasi asosiy detalni materialini qo‘nmasdan biriktiriladi.

Yarimbotinka va tufli uchun bikr qobiq tanovorga chizilgan yuqori ziyi bo‘yicha kesiladi, patak atrofi bo‘ylab bikr qobiq ortiqchalari kesib tashlanadi, o‘kcha chegara chizig‘i ГД va IV poydevor chizig‘i toji AB chegarachi chiziqlari bo‘ylab kesiladi va qolipdan echib olinadi [4] .

Bikr qobiqni yoyish uchun unda kesiklar qilish kerak. Agar poyabzal tayyorlanish jarayonida qolipga cho‘zish yordamida shakl berilsa (tortish baxyasi erkin bo‘lsa), unda yoyishdan oldin qobiqga 10 mm qadam bilan pastki konturga perpendikulyar ravishda kesiklar va qolipning ichki hamda tashqi tomonidan $Б_н$ va $Б_в$ nuqtalarda bazis tekisligiga parallel kesik bajariladi (3-rasm, a).



3-rasm. Yassi va yarimyassi tanovorlarni shartli o‘ramasini olish sxemalari.

A nuqtada kesik qilinmaydi. Kesikning chuqurligi qolip uchastkasini egriligiga bog‘liq bo‘ladi. Bikr qobiq yoyish jarayonida deformatsiyalanmasligiga e’tibor berish kerak.

Sanoat namunalarini loyihalaganda ikkita maket tayyorlanadi, bittasi bilan modelyer ishlaydi (qobiqni yoyadi), boshqasi bilan materialda tayyorlangan namuna taqqoslanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Практикум по конструированию изделий из кожиі. В. М. Ключникова., Т.С. Кочеткова., А.Н. Калита и др. М., 1985г, с. 202-207.
2. Майорова Н.З. Проектирование деталей верха обуви строчечно-клеевого метода крепления.-Тематический сборник научных трудов МТИЛПа.Конструирование и технология изделий из кожи. М., 1979.
3. Haydarov A.A. Poyabzal va charm-attorlik buyumlarni modellashtirish asoslari. “Sharq”, Toshkent. 2007.-218 b.
4. A.A. Haydarov, A.K. Kamalov. Charm buyumlarni konstruksiyalash. T. , – 1999. – 302 b.
5. В.М. Ключникова и др. Практикум по концруированию изделий из кожи. - М. 1985. –336 с.
6. Макарова Б.С. Моделирование и концруирование обуви колодок. М. 1987.

POYABZAL ISHLAB CHIQARISHDA BICHUVCHI MALAKASINING CHARMDAN FOYDALANISH KOEFFITSIYENTIGA TA’SIRINING ILMIY TAHLILI

Uzoqova L.P.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada poyabzal ishlab chiqarishda charm materiallaridan foydalanish koeffitsiyentiga bichuvchi malakasining ta’siri ko‘rib chiqiladi. Bichishning texnologik va tashkiliy jihatlariga, jumladan charm nuqsonlari, uning qalinligi, tuzilishi va topografik zonalarini hisobga olishga alohida e’tibor qaratilgan. Bichuvchining tajribasi va kasbiy mahorati ishlab chiqarish chiqindilari darajasiga, mahsulot tannarxiga va andazalarni oqilona joylashtirishga bevosita ta’sir qilishi ko‘rsatilgan. Charmdan foydalanish samaradorligini baholash usullari, jumladan, statistik tahlil, detallarning joylashuvchanlik koeffitsiyentlari va qiymat koeffitsiyentlarini hisoblash keltirilgan.*

Tayanch so‘zlar: *charm materiallarini bichish, charmdan foydalanish koeffitsiyenti, bichuvchining malakasi, ishlab chiqarish chiqindilari, charm xoma-ashyosi, ishlab chiqarish samaradorligi, joylashtirish, qiymat koeffitsiyenti, poyabzal ishlab chiqarish, charm topografiyasi, cheprak, vorotok, charm navi, bichishni avtomatlashtirish.*

НАУЧНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАСКРОЙЩИКА НА КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЖИ В ОБУВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Узакова Л.П.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной статье рассматривается влияние квалификации кройщика на коэффициент использования кожевенных материалов в производстве обуви. Особое внимание уделено технологическим и организационным аспектам раскроя, включая учет дефектов кожи, ее толщины, структуры и топографических зон. Показано, что опыт и профессиональное мастерство раскройщика оказывают непосредственное влияние на уровень производственных отходов,*

Ключевые слова: *раскрой кожевенных материалов, коэффициент использования кожи, квалификация раскройщика, отходы производства, кожевенное сырьё, эффективность производства, укладываемость, ценностный коэффициент, обувное производство, топография кожи, чепрак, вороток, сорт кожи, автоматизация раскроя.*

SCIENTIFIC ANALYSIS OF THE IMPACT OF CUTTER QUALIFICATION ON LEATHER UTILIZATION EFFICIENCY IN FOOTWEAR PRODUCTION

Uzakova L.P.

Bukhara state technical university.

Abstract. *This article examines the influence of a cutte's qualifications on the on leather utilization efficiency in footwear production. Special attention was paid to the technological and organizational aspects of cutting, including taking into account leather defects, its thickness, structure, and topographic zones. It has been shown that the cutter's experience and professional skills directly influence the level of production waste*

Keywords: *cutting of leather materials, leather utilization coefficient, cutter qualification, production waste, leather raw materials, production efficiency, stackability, value coefficient, footwear production, leather topography, cover, collar, leather grade, cutting automation.*

Yengil sanoatning jadal rivojlanishi, raqobatning kuchayishi va resurslarni tejashning qat'iy talablari sharoitida charm xom-ashyosidan oqilona foydalanish muammosi alohida ahamiyat kasb etadi. Charm eng qimmatbaho va qimmatbaho tabiiy materiallardan biri sifatida qayta ishlashda, ayniqsa bichish bosqichida, ehtiyotkorlik bilan va texnologik jihatdan asoslangan yondashuvni talab qiladi. Charm materialidan foydalanish samaradorligi nafaqat tayyor mahsulot tannarxiga, balki chiqindilar darajasiga, shuningdek, ishlab chiqarishning ekologik barqarorligiga ham bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Charmdan foydalanish koeffitsiyentini oshirish bilan bog'liq moddiy yo'qotishlarni kamaytirish ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan muhim vazifa hisoblanadi. Chorva mollari sonining kamayishi, tabiatni muhofaza qilish qonunchiligining qat'iylashtirilishi va iqlim o'zgarishi tufayli sifatli teri xom-ashyosi tanqisligi ortib borayotgan hozirgi sharoitda undan foydalanish samaradorligi birinchi o'ringa chiqmoqda.

Raqamli texnologiyalar va avtomatlashtirilgan bichish tizimlarining rivojlanishi tadqiqotga qo'shimcha dolzarblik bag'ishlaydi, ular yuqori aniqlikka qaramay, har doim ham nuqsonlar, qalinlikning o'zgarishi va tuzilishning bir xil emasligi kabi terining barcha individual xususiyatlarini hisobga olmaydi. Aynan shunday hollarda bichuvchining malakasi va tajribasida ifodalangan inson omili hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Bundan tashqari, mahalliy va xorijiy amaliyotda charm materiallaridan foydalanish samaradorligiga inson omilining ta'sirini kompleks baholash usullarining etishmasligi kuzatilmoqda, bu ham ushbu ishning ilmiy va amaliy ahamiyatini belgilaydi. Kasbiy kompetensiyalarni tahlil qilish, ularning ishlab chiqarish natijalari bilan bog'liqligi va xodimlar malakasini oshirish yondashuvlarini ishlab chiqish - bularning barchasi sohani takomillashtirish va uning raqobatbardoshligini oshirishga muhim hissa qo'shadi.

Zamonaviy charm mahsulotlari ishlab chiqarishda xom-ashyodan foydalanish samaradorligi raqobatning kuchayishi va tabiiy resurslarning cheklanganligi sharoitida alohida ahamiyat kasb etadi [1,2]. Charm noyob fizik-mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan tabiiy material bo'lib, mahsulot tannarxiga va ishlab chiqarish chiqindilari darajasiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan bichish texnologiyasiga alohida yondashuvni talab qiladi [3,4].

Charmdan foydalanishning yuqori koeffitsiyenti xarajatlarni kamaytirishga va ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshirishga, shuningdek, atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishga yordam beradi [5].

Charm materiallarini bichish murakkab texnologik jarayon bo'lib, u ko'plab omillarni hisobga olishni talab qiladi: material tuzilishining bir xil emasligi, nuqsonlarning mavjudligi, qalinlik va mustahkamlikdagi farqlar, shuningdek, bichiladigan qismlarning konfiguratsiya xususiyatlari [6,7].

Har bir charm o'zining shakli va sifat xususiyatlari bilan noyobdir, bu esa yuzada naqshlarni oqilona joylashtirish vazifasini sezilarli darajada murakkablashtiradi [1]. Bunday sharoitda bichuvchi malakasining roli birinchi o'ringa chiqadi, chunki aynan tajribali mutaxassis charm resursidan optimal foydalanishga qodir, chiqindilarni minimallashtiradi va tayyor mahsulotlarning sifatini oshiradi [9].

Tadqiqotning dolzarbligi bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'siri haqidagi bilimlarni tizimlashtirish, shuningdek, ushbu ko'rsatkichni baholash va oshirish bo'yicha uslubiy yondashuvlarni ishlab chiqish zarurati bilan bog'liq [10]. Charm sanoatidagi zamonaviy tendensiyalar avtomatlashtirilgan bichish tizimlarini joriy etishga qaratilgan, ammo inson omili, ayniqsa, nostandart materiallar va murakkab detallar bilan ishlashda asosiy bo'g'in bo'lib qolmoqda [11]. Shu sababli, kasbiy ko'nikmalar va texnologik parametrlarni tahlil qilishni o'z ichiga olgan kompleks yondashuv bichish jarayonlarini takomillashtirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun asosdir [12].

Ushbu ishda bichuvchi malakasining charm materiallaridan foydalanishga ta'sirining asosiy nazariy va amaliy jihatlari ko'rib chiqilgan, ilmiy tadqiqotlar va amaliy kuzatuvlar natijalari

keltirilgan. Materialdan foydalanishning statistik xususiyatlarini tahlil qilish, chiqindilarni baholash usullari va turli nav va qalinlikdagi charmlar bilan ishlashning texnologik xususiyatlariga alohida e'tibor qaratilmoqda [13]. Turli o'lcham va turdagi mahsulotlar to'plamlarini birlashtirishga asoslangan, shuningdek, poyabzal qismlariga yuklarni taqsimlashni hisobga olgan holda bichishni optimallashtirish bo'yicha tavsiyalar taklif etiladi [14].

Tadqiqotning maqsadi bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirini belgilovchi qonuniyatlarni aniqlash, shuningdek, poyabzal ishlab chiqarishda charm materiallaridan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat [15].

Charm materiallarini bichish jarayoni ularning har bir alohida bo'lagi uchun o'ziga xos bo'lgan murakkab shakli tufayli jiddiy qiyinchiliklar bilan bog'liq. Terining turli qismlari bir xil bo'lmagan xususiyatlarga ega, oldindan aytib bo'lmaydigan miqdorda va joylarda nuqsonlar uchraydi, bichish uchun shablonlar turli xil ko'rinishga ega. Ishni muvaffaqiyatli bajarish uchun bichuvchi bularning hammasini hisobga olishi, ishni puxta rejalashtirishi va iloji boricha tez bajarishi kerak. Bichuvchining yuqori malakasi materialdan foydalanish koeffitsiyentiga bevosita ta'sir ko'rsatadi, ish unumdorligini oshiradi va bichiladigan detallarning sifatini yaxshilaydi.

Ishchining kasbiy mahorati oshishi bilan materialdan foydalanishning ish me'yorlari o'zgartirilishi kerak, bu tegishli hisob-kitoblarda koeffitsiyentlarning pasayishida aks etadi. Poyabzal tagcharmi uchun charm materiallarini bichish bo'yicha tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, kesuvchining malakasi normal taqsimot bo'yicha materialdan foydalanish maydoniga ta'sir qiladi. Bu malaka darajasini o'rtacha foydalanish foizi va o'rtacha kvadratik og'ish bo'yicha baholash imkonini beradi. Baholash uchun boshqa parametrlarga chetki va shablonlararo chiqindilar hajmi, shuningdek, tizimli bichimdagi burchak og'ishlari kiradi. Charm nuqsonlari bilan bog'liq chiqindilarni aniqlash uchun uning

Poyabzalning ustki qismi uchun charm yuzasini ishlatish foizini oshirish uchun detallarni ikki komplektdan bichish tavsiya etiladi, chunki bir xil o'lcham va artikuldagi buyumlarni bichish turli o'lcham yoki artikullarni birlashtirishga qaraganda kamroq foyda keltiradi. Boshqa texnologik talablarni qo'yadigan turli o'lcham va shakldagi shablonlarni qo'shish chiqindilar miqdorini kamaytiradi va materialdan foydalanish samaradorligini oshiradi.

Turli o'lcham va turdagi detallar to'plamini birlashtirish (masalan, erkaklar va bolalar poyabzali) teridan yanada oqilona foydalanishga yordam beradi. Poyabzal ishlab chiqarishda va uni ekspluatatsiya qilishda ustki detallar har xil yuklanishlarga uchraydi: mas'uliyatliroq elementlar (paypoq, yubka, old bo'lak) charmning markaziy qismlaridan, mas'uliyatsizroq elementlar (ort bo'lak, bersa) esa chetki qismlaridan tayyorlanadi.

Komplektning asosiy detallari yuzalarining solishtirma ko'rsatkichlari dastlabki zagotovkaning turi va konstruksiyasiga bog'liq holda 20% dan 85% gacha oraliqda o'zgaradi. Poyabzalning ustki qismi uchun charm materiallarni komplekt bichish sharoitida, mas'uliyatli va kamroq mas'uliyatli elementlarning solishtirma maydonlari qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lgan komplektlar qo'llanilgandagina, qoplama qism to'g'ridan-to'g'ri maqsadda ishlatilishi mumkin. Buning sababi shundaki, qoplama qismning solishtirma og'irligi taxminan 0,45 dan 0,55 gacha bo'lib, bu charmning sifatiga bog'liq.

Poyabzalning ustki qismiga charm bichishda mas'uliyatli detallarning solishtirma yuzasi 0,5 dan kam bo'lganda, masalan, botinka yoki charm qo'njli etikni bichishda cheprak qismidan unumli foydalanilmaydi. Buning sababi shundaki, kichikroq mas'uliyatli elementlar, masalan, boldir, dumba va qo'ltiqlar, muqarrar ravishda qopqoq sohasidan kesib tashlanadi. Mas'uliyatli detallarning solishtirma yuzalari bilan farq qiladigan ikki turdagi komplektlar birlashtirilgandagina charmdan o'z vazifasi bo'yicha to'liq foydalanish mumkin. Bunda kombinatsiya tarkibidagi mas'ul detallar yuzasining o'rtacha tortilgan ko'rsatkichi 0,5 ga intilishi kerak.

Turli modeldagi poyabzal komplektlari orasidagi optimal nisbat V.I. Pimenov tomonidan ishlab chiqilgan. U charmning qoplama qismidan belgilangan maqsadda maksimal darajada samarali foydalanishni ta'minlaydi. Shu bilan birga, poyabzalning pastki qismi etarlicha barqaror

topografiya bilan tavsiflanadi. Cheprak hayvonning dumg‘aza va chanoq sohasidagi terining zichlashgan joylarida maksimal qalinlikka etishi qayd etilgan.

Gardon topografiyasi belning aniq ifodalanganligi va o‘rta chiziqqa tomon yo‘g‘onligining asta-sekin kamayib borishi bilan xarakterlanadi. Etak qismining qalinligi orqa oyoqdan oldingi oyoq tomon kamayib boradi. Bir charm ichida qalinlikning topografik zonalar bo‘yicha taqsimlanishi u yoki bu tomonga sezilarli darajada o‘zgarishi mumkin. Lekin o‘rtacha qalinlikdagi (15 tadan kam bo‘lmagan) charmlar partiyasi tahlil qilinganda yuqorida keltirilgan barqaror qonuniyat namoyon bo‘ladi. Charm kesuvchilarga odatda 20 ta charmdan iborat partiya berilganligi sababli, bu qoidani bichishda samarali qo‘llash mumkin.

Qalinlikning o‘rtacha kvadratik og‘ishi (a) va uning o‘rtacha qiymati o‘rtasidagi bog‘liqlik aniqlandi. Shuning uchun ham turli usulda oshlangan charmlarda o‘rtacha qalinligi bir xil bo‘lgan charm zonalarining solishtirma qiymatlari turlicha bo‘ladi. Ishlov berish jarayonida arralanadigan va randalanadigan charmlar, bu jarayonlardan o‘tmaydigan charmlardan (a = 0,33 - 0,38 mm) farqli o‘laroq, kamroq o‘rtacha kvadratik og‘ish (a = 0,18 - 0,21 mm) bilan tavsiflanadi.

Poyabzalning pastki qismi uchun charm materiallari qalinligi bo‘yicha toifalarga bo‘linadi, ularning har biri ma’lum bir vazifaga javob beradi. M. M. Bernshteyn ko‘rsatganidek, terining o‘rtacha qalinligi bo‘yicha ajratish eng oqilona tasnifdir. Biroq, o‘rtacha qalinlikni o‘lchashdagi qiyinchiliklar bilvosita parametrlardan foydalanishga majbur qiladi - standart nuqtadagi va oqish nuqtasidagi qalinlik. Qalinligi cheprak uchun belgilangan chegaradan past bo‘lgan charmlar quyi kategoriyaga kiritiladi.

Poyabzalning pastki qismi uchun charmdan foydalanish foizini detallarning o‘zini ham, dastlabki materialning qalinligini ham hisobga olgan holda hisoblash kerak. Charmning qalinligi uning turli qismlarida bir xil bo‘lmaganligi sababli, avval ma’lum detallarni bichish uchun yaroqli bo‘lgan qalinlikdagi zonalar maydonlarining solishtirma foiz qiymatlarini aniqlash kerak.

Shunday qilib, o‘rtacha o‘lchangan taxlanuvchanlik nafaqat har bir alohida detalning taxlanuvchanligiga, balki charmdan bichilgan har bir turdagi detallar soniga ham bog‘liq. Har bir detalning qalinligi me’yorlanganligi sababli, etak detallarini faqat qalinligi davlat standartida belgilangan talablarga javob beradigan charm qismlaridan bichish mumkin.

Poyabzalni ekspluatatsiya qilishda etakning har xil detallari turlicha yuklanishlarga uchraydi: ba’zilari ko‘p marta egilishga va ishqalanishga, boshqalari faqat ishqalanishga chidaydi, ba’zilari esa (masalan, flikalar) asosan bosimga uchraydi va boshqa ta’sirlarga deyarli uchramaydi. Erkaklar poyabzali ayollar poyabzaliga nisbatan zichroq va qalinroq materiallardan tayyorlanadi, shuning uchun alohida detallar har xil turdagi charmdan va uning har xil zonalaridan bichiladi. Materialdan qanchalik ko‘p mas’uliyatli detallar qirqib olinadigan bo‘lsa, charmdan shunchalik samarali va tejamli foydalaniladi.

Detallarning yo‘l qo‘yiladigan minimal qalinligi davlat standarti yoki texnik sharoitlar talablariga muvofiq charmning joylanuvchanligi, zichligi va sifati, shuningdek, yo‘l qo‘yilmaydigan nuqsonlarning undan foydalanishga ta’siri kabi omillarni hisobga olgan holda belgilanadi. Erkaklar poyabzali tagcharmining eng qimmat detali tagcharm bo‘lib, u maksimal qalinlikka ega bo‘lishi, charmning eng yaxshi qismlaridan tayyorlanishi va minimal nuqsonlarga ega bo‘lishi kerak. Taglikning qiymat koeffitsiyenti bir deb qabul qilinadi. Boshqa turdagi poyabzallarning tagcharmlari va boshqa elementlari kam qalinlikka ega bo‘lib, kam qimmatli hisoblanadi, shuning uchun ular charmning sifatsiz joylaridan bichiladi, shu bilan birga nuqsonlar soni ko‘proq bo‘lishiga yo‘l qo‘yiladi.

Qiymat koeffitsiyenti ma’lum bir detalning kesilgandan keyingi minimal qalinligining erkaklar poyabzali tagcharmining minimal qalinligi 4,2 mm ga nisbati sifatida hisoblanadi. Taxlanuvchanlik koeffitsiyenti yuqori bo‘lgan detallarni bichishda bu koeffitsiyent past bo‘lgan detallarga nisbatan charm maydonidan ratsional foydalanishga erishiladi. Bundan tashqari, cheprakdan bichiladigan detallar chekka zonalardagi elementlarga qaraganda uzoqroq xizmat qiladi, bu ularning yuqori qiymat koeffitsiyentlarida o‘z aksini topadi (1-jadval).

1-jadval. Charm detallari va ularning qiymat koeffitsienti

№	Detal nomi	Qo‘llanish sohasi / Talablar	Qiymat koeffitsienti
1.	Taglik (erkaklar poyabzali)	Maksimal qalinlik, eng yaxshi zonadan	1.00
2.	Taglik (boshqa turdagi poyabzal)	Qalinligi kamroq, kamroq sifatli zonadan	0.75
3.	Patak	Kamroq bosim, ko‘proq defektlarga yo‘l qo‘yiladi	0.60
4.	Flik (yig‘ma poshna)	Asosan bosimga uchraydi	0.45
5.	Zich bo‘lmagan detal	Kam foydali zonadan	0.35

Detallar zichligining ta’siri qiymat koeffitsiyenti yordamida hisobga olinadi, u ma’lum bir detal materiali zichligining etalon sifatida qabul qilingan va charmning qoplama qismidan bichilgan erkaklar poyabzali tagcharmi materiali zichligiga nisbati sifatida aniqlanadi. Kamroq mas’uliyatli elementlar, masalan, tagliklar tagliklarga qaraganda ko‘proq nuqsonlarga yo‘l qo‘yishi mumkin. Shuning uchun nuqsonlar soni ko‘p bo‘lgan materialdan kamroq mas’uliyatli detallar va kamroq mas’uliyatli detallar esa ko‘proq olinadi. Shuni inobatga olib, qiymat koeffitsiyentini hisoblashda charm materialidan oqilona foydalanishda nuqsonlarning ta’sirini inobatga olish zarur.

Xulosa qilib aytganda, bichuvchining malakasi charm materiallaridan foydalanish koeffitsiyentini oshirishda va natijada poyabzal ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligida asosiy rol o‘ynaydi. Yuqori malakali mutaxassis nafaqat chiqindilarni minimallashtirishga, balki tayyor mahsulotlarning sifatini yuqori darajada ta’minlashga qodir, bu esa raqobat kuchayib borayotgan va resurslar cheklangan sharoitda ayniqsa muhimdir.

Shunday qilib, o‘tkazilgan tahlil natijalari mutaxassislarning malakasini tizimli ravishda oshirish, shuningdek, charm materiallaridan foydalanish samaradorligini baholash va nazorat qilish usullarini ishlab chiqish zarurligini ta’kidlaydi. Bu charm sanoatini barqaror rivojlantirish garovi bo‘lib, mahsulotlarning raqobatbardoshligini oshirish bilan birga qimmatbaho tabiiy resurslarni tejash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Иванов Б.Я. Производство модельной обуви.-1951.-djvu.online/file/r3ZmzA9MiYTHX. Классическое руководство по технологии производства обуви, включая аспекты рационального использования кожевых материалов.
2. Петров П.П., Сидоров С.С. Экономика и эффективность в кожевенном производстве // Журнал кожевенной промышленности. – 2020. – №3. – С. 34–42.
3. Кузнецова А.В. Физико-механические свойства кожи и их влияние на технологические процессы. – СПб.: Наука, 2017. – 198 с.
4. Соловьёв М.М. Технология раскроя и использования кожи в обувном производстве. — М.: Кожгалантерея, 2019. – 312 с.
5. Журавлёв В.Г. Экологические аспекты использования кожевых материалов // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 29, №5. – С. 15–22.
6. Морозов Е.Н. Особенности раскроя нестандартных кожевых материалов // Вестник мехатроники и легкой промышленности. – 2018. – №2. – С. 56–60.
7. Дмитриев А.А. Анализ дефектов кожи и их влияние на качество изделий. – М.: Техносфера, 2016. – 145 с.
8. Смирнова Л.В. Оптимизация размещения лекал при раскрое кожевых материалов // Материалы конференции «Легпром 2020». – М., 2020. – С. 123–128.
9. Павлов С.С. Влияние профессиональной подготовки раскройщика на эффективность использования сырья // Производство обуви. – 2019. – №4. – С. 50 – 55.
10. Федоров Д.Д. Методики оценки коэффициента использования кожевых материалов. – СПб.: ЛПИ, 2021. – 220 с.

11. Николаев К.В. Автоматизация раскроя кожи: возможности и ограничения // Индустрия обуви. – 2022. – №1. – С. 18–25.
12. Романова Т.А. Комплексный подход к повышению эффективности кожевенного производства. – М.: Легпром, 2020. – 190 с.
13. Ефремов П.П. Статистический анализ отходов при раскрое кожевых материалов. // Технологии легкой промышленности. – 2018. – №6. – С. 44–49.
14. Лапина Н.Н. Рациональное использование комплектов деталей при раскрое обуви // Обувное производство. – 2019. – №3. – С. 38–43.
15. Пименов В.И. Оптимизация соотношения комплектов обуви для максимального использования кожи. – М.: Кожгалантерея, 2017. – 175 с.

UDK 66.091.2

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИКИ МОКРОГО ВАЛЯНИЯ-НУНОФЕЛТИНГ НА РАЗЛИЧНЫХ ШЕЛКОВЫХ ТКАНЯХ

[1]Ихтиярова Г.А., [2]Рахматова Г.Н., [2]Асадова С.С.

[1]Ташкентский государственный технический университет,
[2]Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье приведены исследование о технике нунофелтинг или нуновойлок – сравнительно нового, но уже достаточно популярного вида искусства. А также приведены примеры о способах сухого и мокрового валяния. В исследовании приведены техника нунофелтинга и на его основе созданы аксессуары, предметы интерьера для одежды в основном из шёлка. В качестве основы нунофелтинга можно использовать шелк, хлопок, лен и шерсть.*

Ключевые слова: *нунофелтинг, мокрое валяние, сухое валяние, нуновойлок, аксесуары, шелк, шерсть.*

TURLI XIL IPAK MATOLARI UCHUN NUNOFELTING – HO‘L NAMATLASH USULINI TADQIQ ETISH

[1]Ixtiyarova G.A., [2]Raxmatova G.N., [2]Asadova S.S.

[1]Toshkent davlat texnika universiteti, [2]Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada turli xil ipak matolari haqida ma’lumot keltirilgan hamda nunofelting texnikasi tadqiq etilgan. Nunofelting bu nisbatan yangi, ammo allaqachon mashhur bo‘lgan san’at turi. Shuningdek namatlash, quruq va nam namatlash usullari haqida misollar keltirilgan. Tadqiqotda nunofelting texnikasi va uning asosida, asosan, ipakdan tikilgan kiyim uchun aksessuarlar va interyer buyumlari yaratilgan. Undan tashqari ipak, paxta, zig‘ir va jun matolari xam nunofelting uchun asos sifatida ishlatilishi mumkin.*

Kalit so‘zlar*: nunofelting, nam namatlash, quruq namatlash, aksessuarlar, ipak, jun.*

RESEARCH OF WET FELTING TECHNIQUE - NUNO FELTING ON VARIOUS SILK FABRICS

[1]Ixtiyarova G.A., [2]Raxmatova G.N., [2]Asadova S.S.

[1]Tashkent state technical university, [2]Bukhara state technical university.

Annotation. *The article provides research about the technique of nunofelting or nunofelting - a relatively new, but already quite popular art form. And examples are given of methods of dry and wet felting. The study presents the nunofelting technique and, on its basis, accessories and interior items for clothing, mainly made of silk, are created. Silk, cotton, linen and wool can be used as the basis for nunofelting.*

Key words: *nunofelting, wet felting, dry felting, nunofelt, accessories, silk, wool.*

Изготовление деталей одежды формованием является одним из перспективных направлений развития технологии швейных изделий. Особый интерес представляет создание промышленной технологии формования войлочных деталей непосредственно из волокнистого сырья, минуя стадию изготовления материала. Изделия из войлока дают возможность не только обеспечивать уникальные теплозащитные и гигиенические свойства одежды, но и получать интересные декоративные эффекты. Расширение области применения

войлочной одежды сдерживается необходимостью проектирования свойств материала и изготовления большого числа плоских и объемных шаблонов при выпуске новых моделей. Поэтому представляет интерес возможность расширения ассортимент войлочной одежды за счет использования модифицированных деталей. Модификация дает возможность частичного изменения объемной формы детали, структуры и состава войлока, что подразумевает лишь незначительную доработку конструкции и технологии и сужает задачу проектирования материалов. Целесообразность применения для модификации войлочных деталей комбинаторного метода определяется тем, что новое изделие можно получить при сочетании ограниченного набора частей объемного шаблона, основных и дополнительных материалов, приемов формообразования и декорирования. Задача разработки комбинаторных методов модификации деталей одежды из войлока на сегодняшний день не решалась и является актуальной [1].

Также существует метод валяния первоначально связанных изделий. Для вязания, как правило, выбирается 100 % шерсть мериноса, не сильно скрученная. Вначале процесса вяжется изделие и затем для того, чтобы изделие свалялось, его стирают в стиральной машине один или два, реже три цикла. Для сохранения формы вязаного изделия целесообразно фиксировать его на форме для стирки.

В последнее время получил распространение – нанофелтинг.

Нанофелтинг – это одна из разновидностей мокрого валяния шерсти на шёлке.

Таким образом, получается новый вид ткани, который впоследствии используется при изготовлении одежды, шарфов и других декоративных украшений.

Шелк является одним из древнейших материалов, известных человеку. Волокно шёлка состоит на 75 % из фиброина и на 25 % из серицина [2]. Шёлк был открыт в Китае более 5000 лет назад. История получения шелка долгая и захватывающая, ее окутывает огромное количество легенд и таинственность. Узбекистан 2020 году импортировал шелк в различные страны мира в котором большой процент занимает Китай (рис.1).

В технике нунофелтинг создается одежда, аксессуары, предметы интерьера в основном из шёлка. Чаще всего выполняют нунофелтинг на шифоне, эксельсиоре, туали. Техника нунофелтинг (от английского nuno-felt) или нуновойлок – сравнительно новый, но уже достаточно популярный вид искусства. Это процесс, в ходе которого волокна непряденой шерсти приваливаются к тканевой основе В качестве основы, нунофелтинг подразумевает чаще всего ткани шелка [3-4]. Это может быть органза, шифон, атлас, крепдешин и другие. Реже применяются льняные, хлопковые и даже кружевные основы. В зависимости от того, сколько слоев шерсти наложено на тканевую основу, будет зависеть толщина и грубость изделия, время выполнения работы. Давая усадку в процессе валяния, шерсть начинает стягивать ткань, образуя разнообразные рельефы. Приваливание происходит при соединении двух материалов. И чем тоньше ткань, тем свободнее переплетение ее нитей, соответственно, процесс происходит гораздо легче.

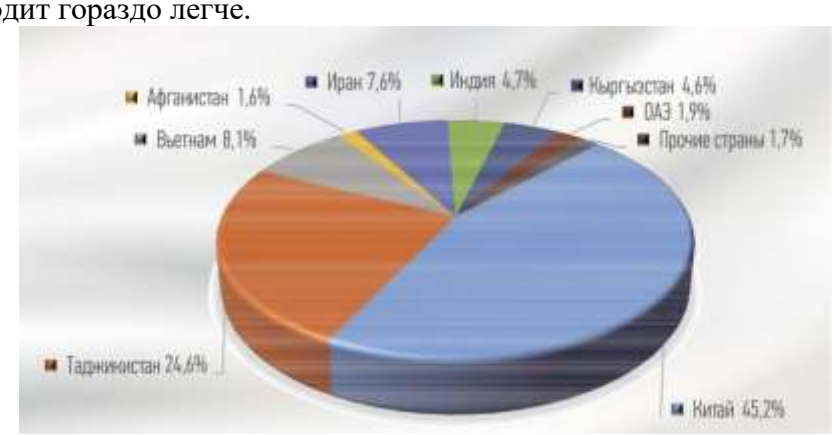


Рисунок 1. Страны которые импортируют шёлк (на примере 2020 года)

Кроме того, плотность ткани влияет на мягкость готового изделия. Работа с такими тканями даст красивую текстуру и легкость изделия.

Сегодня войлок, как один из самых древних, традиционных материалов, вновь приобретает популярность. Прежде всего, это связано с экологической направленностью в дизайне [2-3]. Нуноваляние позволяет разместить шерсть на ткани или наоборот, ткань на шерсти. **Нуноваляние или нунофелтинг** – это процесс, в ходе которого волокна непряденой шерсти приваливаются к тканевой основе. Само название происходит от двух слов, взятых из разных языков: японского «пипо» – ткань и английского «felting» – валяние [4]. В качестве основы чаще всего выступает натуральная ткань – шелк, хлопок, лен, вискоза. Каждый из материалов придаст изысканность и необычную фактуру изделию, в зависимости от способа использования и количества добавленного материала. Синтетические материалы плохо соединяются с шерстью, в связи с чем их применение ограничено. В технике нунофелтинг создают одежду, аксессуары, предметы интерьера и пр. Существует несколько способов создания различной фактуры:

Фактуры на шерстяном полотне чтобы получить объемные складки, ткань стягивают нитками, образуя неровности и складки. После того как шерсть приваляется к ткани, нитки удаляют объемный рисунок на поверхности шерстяного полотна получают с помощью метода ламинирования. На шерсть, разложенную в несколько слоев, накладывают любой плоский узор из ткани или другого материала и накрывают тонкой тканью – шифоном, шелком. Затем валяют в мокрой технике [5]. Шелк приваливается к шерсти, прижимая плотную ткань объемные фактуры дают интересные сочетания ткани и шерсти. Ткань накладывают на основу из шерсти, приваливая волокнами только края, или наоборот, накладывают на ткань тонкий слой шерсти чтобы создать полотно из «островков» ткани и войлока, соединяют отрезки шифона или шелка с шерстью.

Ткани для нунофелтинга от выбора ткани зависит узор, текстура и прочность готовой вещи.

Маргиланский разреженный шелк — прекрасная основа для изделий из войлока. Редкое переплетение нитей, похожее на марлю, обеспечивает воздушность и невесомость ткани. За счет очень тонкой, рыхлой структуры шелк мгновенно приваливается и образует крепкое соединение. Он отлично подходит для валяния шарфов, палантинов и других работ, придавая изделию блеск, изысканность и воздушность [6-7]. Шелк дает красивую фактуру при драпировке, легко поддается окрашиванию. Это бесспорный лидер среди применяемых шелков, в том числе из-за доступности и цены (рис.2).



Рисунок 2. Различные виды шелковых тканей а) атлас, б) органза с) жатка

Крепдешин — разновидность натурального шелка. Имеет полотняное переплетение нитей креповой крутки, зернистую поверхность и мягкий характерный блеск. Очень быстро приваливается к шерсти, поэтому часто используется в нуновалянии.

Атлас — мягкая плотная шелковая или полушелковая ткань с гладкой блестящей лицевой поверхностью, которая хорошо драпируется, но приваливается с усилием [8].

Шифон — шелковая или хлопчатобумажная мягкая тонкая ткань с волокнами полотняного плетения. Этот матовый, шероховатый на ощупь материал хорошо драпируется и быстро приваливается.

Шелк - это вид шелка, сочетающий шифоном и атласом. Его фактура напоминает витражный рисунок. При валянии такой шелк позволяет получить буклированную фактуру.



Рисунок 3. Органза



Рисунок 4. Шифон жатый

Органза — жесткий прозрачный шелк полотняного переплетения с сильно закрученной нитью. Она эффектно приваливается, создавая на изделии ровную гладкую поверхность. Органзу удобно применять в технике ламинирования. За счет полупрозрачного вида ткань надежно прикрепит к шерсти даже синтетический материал, но не скроет его (рис.3).

Жатка или шифон жатый — полупрозрачная матовая ткань с неоднородной фактурой, напоминающей мятый материал. Хорошо подходит для валяния, так как ее волокна и шерсть быстро и прочно сцепляются между собой. Также жатка легко драпируется и поддается окрашиванию (рис.2 с).

Нуноваляние позволяет разместить шерсть на ткани или наоборот, ткань на шерсти. Благодаря различным подходам получится разный декоративный эффект.

Первый шаг - выкладываем шерсть желтого цвета в продольном направлении в форме листа, обозначаем контуры и оставляем пустой середину [9-10].

Второй шаг - в центр листа кладем ткань — шелк (можно выбрать батист или шифон) (рис 2а). Края аккуратно закладываем слоем желтой шерсти (фото 2б). Это защитит материал от смещения в процессе валяния и придаст аккуратности краям.



Рисунок 5. Нуноваляние (Первый шаг)

Стоит отметить, что чем тоньше ткань, тем она быстрее сваляется с шерстью. А чтобы приваливаемый материал гармонично сочетался в изделии, подбирайте шерсть в тон цвета материала. На ткани, которую мы выбрали, есть голубой и желтый, поэтому шерсть аналогичных оттенков будет смотреться уместно [11-12].

Третий шаг - выкладываем на заготовку слой голубой шерсти — по краям, на шерсть желтого цвета и на ткань в виде прожилок [13].

Четвёртый шаг - накрываем листочек москитной сеткой, смачиваем мыльной водой и притираем мылом. Далее снимаем сетку и притираем заготовку до нужной степени увалки, поправляя контуры и изгибы листочка. Можно свалять несколько таких листочков, используя шерсть и разные виды материала — шелк, шелковые квадраты, материал с пайетками, волокна вискозы. Соединив их вместе, мы получим оригинальное изделие, сочетающее в себе разные виды объемных фактур, например теплый шарф.



Рисунок 6. Нуноваляние (Второй шаг)

Таким образом, при использования нунофелтинга на различные шелковые ткани можно создать оригинальные изделия или фактуру для обоятельных, великолепных детей и женьшин.

Использованная литература

1. Н.Ю.Митрофанова, “Современное текстилное искусство в поисках новых форм, смыслов и средств выразительности.” Вестник Академии русского билета им. А. Я. Вагановой, 2019 г.
2. Ю.В.Назаров, В.В.Попова, “Инновационные текстил. Основные виды и области применения.” Международные научно-исследовательский журнал, 2016 г.
3. Ritu Pandey, Pintu Pandit, Amarish Dubey, “Sustainable solutions for fashion & textile industry”, 2020.
4. Eleonora Trivellin, Giuseppe Lotti, Marco Marseglia, Elisa Matteucci, “Textile Historical Sustainability and Innovative Textile Products”, 2020.
5. Samiyeva Sh. H., Asadova S. Method for mathematical planning of experiments of non-woven camel wool fabric and its physical and mechanical properties //Harvard Educational and Scientific Review. – 2022. – Т. 2. – №. 2.
6. S.S.Asadova, SH.X.Samieva, G.A.Ixtiyarova, I.G.SHin Математическое моделирование физико-механических свойств нетканого полотно из верблюжей шерсти методом планирования экспериментов .// Uzbekiston to‘qimachilik jurnali -2022, -№4, S.92-98
7. G.A.Ixtiyarova, SH.X.Samieva, N.Xolturaeva, S.S.Asadova Tuya jun tolalari va noto‘qima matolarni oqartirishning zamonaviy usullari // “Fan, ta’lim va amaliyot integratsiyasi” ilmiy jurnal 2022 ISSN: 2181-1776
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/шёлк
9. https://vk.com/@magikwool-nunofelting-chto-eto-razbiraemsya-podrobnee
10. Шинковская К.А. Войлок. Все способы валяния.// Санкт Питербург. Пресс книга.176с.
11. https://vk.com/@magikwool-nunofelting-chto-eto-razbiraemsya-podrobnee
12. Ж.А.Фот Разработка рекомендаций по проектированию верхней одежды из авторских полотен, созданных в технике «нуновойлок» [Электронный ресурс]
13. Нунофелтинг или нуновойлок http://e-vo.me/wiki/nunofelting-ili-nunovoylok

МОДУЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДЕЖДЫ КАК ОСНОВА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф.
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Национальный институт художеств и дизайна имени Камолиддина Бехзода.

Аннотация. *В статье рассматриваются комбинаторные методы как совокупность приемов, включающих комбинаторику, унификацию и стандартизацию, модульное проектирование, агрегацию, нанотехнологии, биомимикрию, бесшовное построение одежды и цельнокроеное меховое производство одежды. Формы одежды создаются путем многократного использования унифицированных конструктивных элементов (УКЭ)– модулей – или путем решения задач по проектированию одежды путем комбинаторных вариаций с другими УКЭ.*

Ключевые слова: *меховая одежда, меховой полуфабрикат, меховая отделка, силуэт, сочетание меха с различными материалами.*

MODULAR CLOTHING DESIGN AS A BASIS FOR RESOURCE SAVING

Ergasheva N.D., Nigmatova F.U., Shomansurova M.Sh., Muzafarova F.
Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Kamoliddin Behzod National Institute of Art and Design.

Annotation. *The article examines combinatorial methods as a set of techniques, including combinatorics, unification and standardization, modular design, aggregation, nanotechnology, biomimicry, and the seamless construction of clothing, as well as the production of one-piece fur clothing. Clothing forms are created by multiple uses of unified design elements (UDE) – modules – or by solving clothing design problems through combinatorial variations with other UDE.*

Keywords: *fur clothing, fur semi-finished product, fur trimming, silhouette, combination of fur with various materials*

KIYIMNI MODULLI LOYIHALASH — RESURS TEJASHNING ASOSI

Ergasheva N.D., Nigmatova F.U., Shomansurova M.Sh., Muzaffarova F.
Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat instituti
Kamoliddin Behzod nomidagi Milliy rassomlik va dizayn instituti.

Annotatsiya. *Maqolada kombinatorik usullar, jumladan kombinatorika, unifikatsiya va standartlashtirish, modulli dizayn, agregatsiya, nanotexnologiya, biomimikriya va kiyim-kechakning choksiz qurilishi, shuningdek, bir parcha mo‘ynali kiyimlar ishlab chiqarish kabi texnikalar majmuasi sifatida ko‘rib chiqiladi. Kiyim shakllari birlashtirilgan dizayn elementlari (UDE) - modullardan ko‘p foydalanish yoki boshqa UDE bilan kombinatsion o‘zgarishlar orqali kiyim dizayn muammolarini hal qilish orqali yaratiladi.*

Tayanch iboralar: *mo‘ynali kiyim, mo‘ynali yarim tayyor mahsulot, mo‘ynani qirqish, siluet, mo‘ynani turli materiallar bilan birlashtirish*

Комбинаторные методы проектирования получили широкое распространение в разных областях дизайна с начала XX века [1-3]. Основными причинами этого являются быстрое развитие технологий и необходимость при сохранении массового производства удовлетворить стремление потребителей индивидуализировать пространство вокруг себя. Истоки комбинаторного и модульного формообразования появились еще в IX-X вв. до н.э. (табл.1). Так, стены Иерихона были построены из одинакового по форме кирпича-сырца около 9500—8500 гг. до н. э. в Китае в V в до н.э. изобрели черепицу [1]. Начиная с 3500 г. до н.э. в Древнем Египте, Месопотамии и Древнем Риме появилась плинфа – первый обожжённый кирпич. В Древнем Риме плинфа изготавливалась, как правило, следующих размеров: 50 х 55 х 4,5 см, а в Византии- 30 х 35 х 2,5 см. Это говорит о том, что уже в те времена были унифицированные и стандартизированные модули, размер которых был признан рациональным (табл.1) [4].

Концепция создания удобной и комфортной одежды с использованием комбинаторных методов одна из главных тенденцией в мировой индустрии моды [5]. *Малоемкие технологии означают* снижение затрат на разработку, изготовление и освоение производства одежды, обеспечивающий совместимость и преемственность дизайнерских

решений и улучшение качество будущих изделий, которые сегодня рассматриваются как основа ресурсосбережения.

Таблица 1.

Исторический обзор модульных объектов формообразования в архитектурном проектировании

№	Модель	Выходные данные	Описание идеи
1		**Penda**, строительство начнется в 2019 году.	Проект от китайского бюро Penda - жилой 116-ти метровый небоскреб в Тель-Авиве, с фасадами в виде чередующихся модульных арок и террас, отсылая нас к наследию Баухауса. Террасы "окутывают" квартиры, обеспечивая чередующиеся тенистые и солнечные зоны для жильцов, даря возможность наслаждаться покоем и уединением.
2		Монреаль Канада. 1967 год.	Хабибат стал знаковым демонстрационным проектом Всемирной выставки в Монреале в 1967 году. Он олицетворял собой новое видение городского жилья, в котором использованы технологии быстровозводимого строительства.
3		Изола, Словения. 2006 год.	Этот оригинальный жилой комплекс - пример социального жилья, в котором соединились эстетичность и функциональность при минимальных затратах. Необычный дизайн модульных балконов стал настоящей находкой - помимо своего привлекательного внешнего вида они позволили архитекторам значительно увеличить площадь квартир при сохранении доступности цены.
4		Izola Social Housing OFIS arhitekti 2006г	Дизайнеры бюро Framlab придумали интересный и практичный вариант решения этой острой проблемы - гексагональные капсулы со спальными местами для бездомных, размещаемые на стенах высотных зданий.

В промышленном проектировании различных технических систем: от технически сложных и наукоемких изделий до предметов ежедневного потребления, широкое применение находят комбинаторные методы, которые сегодня рассматриваются как основа ресурсосбережения. Ресурсы – это природные или созданные человеком ценности, которые предназначены для удовлетворения производственных и непроизводственных потребностей [6].

Ресурсосбережение – это процесс обеспечения роста объема полезных результатов при относительной стабильности материальных затрат [7-8]. В промышленном проектировании ресурсосбережение материальных затрат характеризует снижение удельного расхода материальных ресурсов на единицу продукции по сравнению с базисным или текущим периодом, но без снижения качества и технического уровня продукции [9].

В данном исследовании комбинаторные методы рассматриваются как совокупность методик — комбинаторики, унификации и стандартизации, модульного проектирования, агрегатирования, нанотехнологии, теории и практики биомиметики, изготовление меховых изделий из цельнокроенных конструкций, применение бесшовного метода и т. д. [6]. В этом случае, создание формы одежды осуществляются при многократном использовании унифицированного конструктивного элемента (УКЭ) - модуля или при решении дизайна одежды методом комбинаторных вариаций с другими УКЭ. В одежде этот метод впервые применен в 1920-х гг. советскими конструктивистами А. Родченко, Л. Поповой и В. Степановой, перенесшими опыт экспериментирования и структурный анализ формы из абстрактной живописи в разработку образцов одежды.

Комбинаторика использует комбинаторные приемы перестановки, группировки, вставок (врезок), инверсий (переворотов), ритмоорганизаций. В проектной деятельности данный метод имеет широкое применение, т.к. является самым простым, и в то же самое время рациональным решением поставленной проектной задачи. Благодаря приему вставок (врезок) из простой формы получают сложную. Разрезая стандартную форму в определенных местах параллельно (по вертикали или по горизонтали), по диагонали или в случайном месте, в швах конструкции и делая вставки любой формы (от простых геометрических до сложных (форма бабочки, звезды)) в разрезе из того же или иного материала, можно добиться невообразимых новых форм костюма и конструктивных решений. Замена элементов, компоновка деталей в костюме, их перестановка, позволяет при таком вариативном поиске получить максимально гармоничный и отточенный дизайн и силуэт костюма.

Применение модульных конструкций имеет широкие возможности как в дизайне одежды и обуви, так и в дизайне интерьера, ландшафтном дизайне, машиностроении, самолетостроении, приборостроении, архитектуре, мебели и др [10-18.].

Например, в привычном оформлении помещений можно встретить применение модулей (плитки, паркета, мозаики), которое позволяет в случае необходимости заменить один поврежденный или изменяемый модуль на другой, не меняя покрытие целиком. Другим примером использования модульного метода в процессе промышленного проектирования является мебельный модуль, когда в состав мебельных комплектов входит определенное число разнообразных повторяющихся элементов (рис.1). Применение модульной мебели позволяет при максимальной экономии полезной площади помещения добиться индивидуальности интерьера.

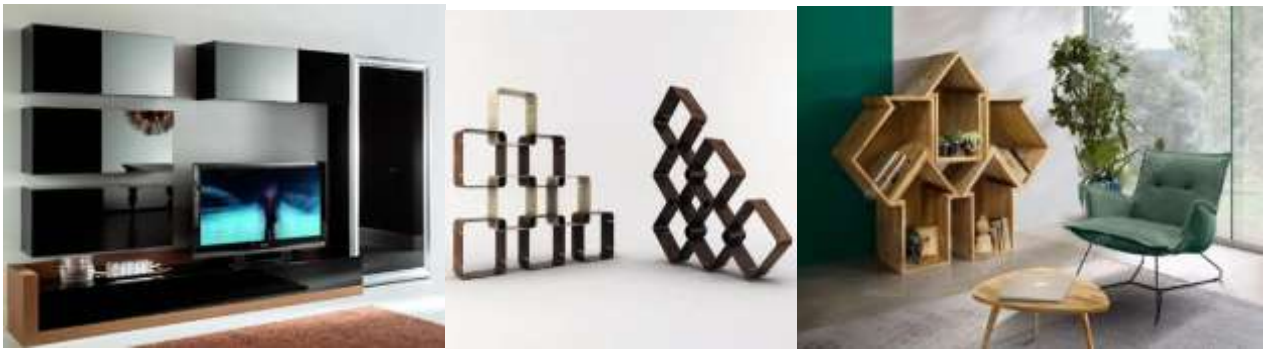
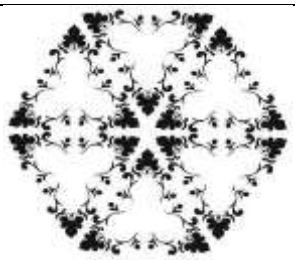
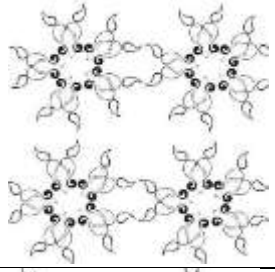
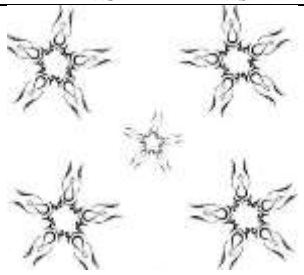


Рис.1.Образцы модульной мебели. Модуль "Art Collection" (для композиции необходимо х 3) belfan

Ярким примером проявления модульного метода проектирования является орнамент, декоративно-прикладное искусство, народное творчество, в основе которого лежит возможность создания разнообразных произведений из ограниченного количества узоров [13] (табл.2).

Таблица 2.

Модульные композиции, выполненные на основе предметов прикладного искусства (студенческая работа, ТИТЛП, 2018г.)

Образец декоративно-прикладного искусства	Модульный элемент	Модульная композиция
		
		
		

Начиная с 1940 гг. в США получили распространение модульные быстро возводимые здания и сооружения, состоящие из отдельных блоков-модулей. Отличаются они тем, что их можно быстро и относительно легко собрать на нужном месте, а затем разобрать и переместить на новое место (рис. 2).



Рис.2. Модульные быстровозводимые здания и сооружения, начиная с 1940 гг., США



Рис. 3. Модульный конструк-тивизм, 1950-1960 гг., США



Рис. 4. Захи Хадид, построенный в Нью-Йорке XXI-веке

Представляет интерес скульптурное направление модульный конструктивизм, сформировавшееся в 1950-х — 1960-х годах в США. Его возникновение тесно связывается с

американскими скульпторами, в частности, с Эрвином Хауэром и Норманом Карлбергом (рис.3 и 4) [19].

В 2015 г. компания Plantec Architects Inc. построила капсульный отель First Cabin Tsukiji. Отель является примером того, как можно сохранить преимущества хорошего номера, придерживаясь капсульно-модульной системы (рис.5) [20].

Модуль в текстильной промышленности — это унифицированный конструктивный элемент, который может иметь любую конфигурацию. Модульная методика — составление форм и плоскостей из подобных элементов как одинаковых по размеру, так и разномасштабных. Наиболее часто модульное проектирование в дизайне одежды используется в меховой отрасли при создании высокоэкономичных меховых изделий.

Все чаще и чаще в коллекциях многих дизайнеров встречаются модели одежды из кожи и меха, состоящие из множества мелких деталей. Дизайнеры виртуозно составляют мозаику, компонуя кусочки кожи или/и меха как между собой, так и с различными по составу и плотности материалами.



Рис. 5. Капсульно-модульный Astil Dotonbori, г. Осака (Япония)

Линия кожаных предметов одежды бренда Caban Romantic, разработанная и созданная дизайнером Массимо Веронезе Пепе, представляет собой конструкции, выполненные из небольших кусочков кожи. Получают такие конструкции, путем настрачивания деталей из кожи различной формы на основу из сетки или кружева, при этом вытачки располагают в местах прямолинейных линий членений [21]. На протяжении нескольких лет, дизайнер создает модели одежды с различными узорами в виде гармоничных сочетаний геометрических фигур, полос и цветочных аппликаций (рис. 6).

Известная скандинавская аукционная компания Saga Furs, специализируется на производстве меховой пушнины высокого качества. Постоянное развитие собственного научно-исследовательского центра и использование научных разработок для достижения наивысших качественных характеристик готовых изделий, является отличительной особенностью компании в сравнении с аналогами. Компания тесно сотрудничает с ведущими домами мод и помогает реализовывать задумки дизайнеров, предлагая технологии и знания, полученные в собственной дизайн-лаборатории, а также позволяет делать прогнозы относительно трендов грядущих сезонов [22].



Рис.6. Модели одежды с различными узорами в виде гармоничных сочетаний геометрических фигур



Рис.7. Новая коллекция 24/25 года полотно из меха норки Saga Furs

Художественные техники и стили, разработанные модельерами компании, включают в себя новые виды вязки из норки, сшитой в трубочку, комбинации различных видов

пушнины как между собой, так и с перьями, тесьмой и высокотехнологичными материалами, плетение, лоскутное шитье и множество других инновационных идей.

Тенденции современного дизайна показывают, что модульные композиции являются основой для структурного членения печатной полосы и статистической инфографики, архитектурного проектирования и рисунка ткани, служат для рациональной организации поверхности или пространства. Благодаря этому применение модульных построений композиции является актуальным приемом в дизайне (рис.7).

Примером этого является узор Пье де Пуль (*Pied-de-Poule*) - модульные композиции с разноцветными «лапками». *Значение модульных композиций в дизайне на примере узора Пье де Пуль* (рис.8-10).



Рис.8. Marc Jacobs RTW Fall 2016



Рис.9. Valentino Ready To Wear Collection Fall Winter 2015 Paris



Рис. 10. Пальто из меха

В последних коллекциях компании «Прингл» можно наблюдать использование новой технологии– *3D printed fabric* (*трехмерный текстиль*) для создания модульных композиций (рис. 9-10) [23]. Материаловед Ричард Бекетт (*Richard Beckett*) внедрил инновационный материал для создания моделей с ромбовидным рисунком [24].

Другим широко известным примером применения модулей является пэчворк (лоскутное шитье)- вид прикладного искусства, который предполагает сборку по принципу мозаики (составление узоров и орнаментов из геометрических фигур) цельного изделия из кусочков ткани (лоскутов). Использование техники пэчворк можно увидеть в дизайне ковров, скатертей, одеял и одежды (рис.11).

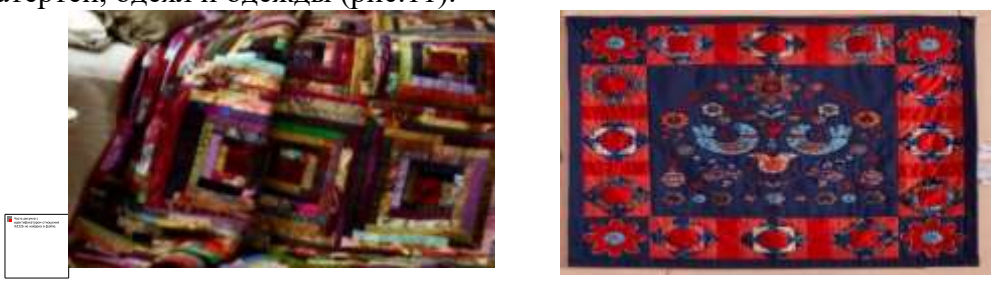


Рис.11. Предметы интерьера, выполненные в технике «пэчворк». Декоративное прикладное искусство народов Узбекистана

Отдельные аспекты модульного проектирования, применительно к изделиям из кожи и меха рассмотрены в работах С.В.Кораблиной [12], В.В.Семеновой [10], А.А.Виляевой [6], В.Г.Бастова [25], М.В.Макаревич [26.], Э.И.Токторбаевой [27], Г.И.Темировой [28] и др. Как показал анализ этих работ, модульное проектирование. прежде всего, должно быть основано на принципах стандартизации, унификации и агрегатирования [13, 29-30].

Принцип стандартизации предполагает разработку конструкции с применением элементов (деталей, узлов и т.п.) со стандартными параметрами. В проектировании меховых изделий примером использования стандартизации могут быть стандартизованные размеры

шаблонов различной конфигурации, изготовленные в зависимости от размера шкурок и модели изделия [31].

Принцип унификации предполагает исключение излишнего многообразия путем сокращения перечня допустимых элементов и решений и приведения их к однотипности, тем самым повысить производительность труда и, как следствие, сократить затраты на проектирование и производство и время на его технологическую подготовку [17,32]. Разработка моделей изделия на основе унификации является одним из способов обеспечения ресурсосбережения и конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Дизайнер, использующий унифицированные размеры, детали и узлы, не только сокращает время на разработку новой эргономичной модели, но и значительно уменьшает производственные расходы и время на запуск нового ассортимента. В качестве модуля может выступать композиционный элемент, конструктивный узел, линейный размер детали, деталь в целом, геометрическая форма, отвечающие технологическим, экономическим и эстетическим требованиям [6]. Разработка и внедрение рациональных унифицированных элементов модульных конструкций позволяет автоматизировать производство изделий на одной конструктивно-технологической базе без сокращения ассортимента и числа типоразмеров изделий, а также значительно увеличить выпуск различных моделей при одновременном снижении их трудоемкости и себестоимости в результате применения рациональной технологии [33-34.].

Принцип агрегатирования предполагает создание изделия сочетанием унифицированных агрегатов (узлов) в различном сочетании на общем основании [35-37]. Комбинируемые агрегаты должны обладать полной совместимостью и взаимозаменяемостью (как конструктивно, так и композиционно) по эксплуатационным показателям и присоединительным размерам для возможности и удобства их сочленения.

При использовании принципов агрегатирования проектирование меховой одежды должно осуществляться на основе модульного метода построения формы, позволяющего производить замену отдельных узлов (деталей) без изменения всего технологического процесса изготовления. Процесс проектирования в этом случае включает в себя следующие этапы:

1) анализ возможных вариаций конструктивных решений с учетом специфики производства изделий, выбор базовой формы;

2) графическая систематизация конструктивных решений;

3) определение унифицированно-функциональных элементов (модулей);

4) поиск оптимального конструктивного решения с использованием модуля;

5) построение моделей многокомбинационного характера (модулирование);

Выводы. Проведенный анализ методов модульного проектирования моделей одежды показывает актуальность и востребованность данного направления для организации безотходного производства в меховой индустрии при проектировании изделий из отходов МП. Для ее практического внедрения требуется систематизация сведений о видах модульных конструкций и методах их конструирования в меховой одежде. Следует отметить, что на сегодняшний день отсутствует информация о методах конструирования и проектирования модульных конструкций меховых изделий, так как они являются собственными разработками брендов и дизайнеров и относятся к промышленным ноу-хау. Выявление возможностей и перспектив использования модульного метода в проектировании изделий из натурального меха является актуальной задачей для исследований.

Таким образом, модульное проектирование можно назвать одним из самых перспективность методов промышленного проектирования, позволяющим решать разнообразные производственные задачи: безотходность производства, сокращение сроков разработки конструкторской документации, реализовать идеи инновационного дизайна.

Но особый интерес с точки зрения конструирования представляет использование модулей в качестве унифицированных деталей кроя изделия, выполняющих конструктивно-декоративную роль.

Литература

1. Возьмилова А.А., Петушкова Г.И. Классификация методов модульного проектирования одежды/ Костюмология, 2020 №4, https://kostumologiya.ru/PDF/04IVKL420.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ., с. 1-11.
2. Transformable Fashion: The Biggest Sustainable Clothing Trend That Never Was. The Fashion Studies Journal. Retrieved 2020-12-21 [Электронный ресурс]. / https://www.fashionstudiesjournal.org/longform/2018/9/15/transformable-fashion.
3. Возьмилова А.А., Петушкова Г.И. Модульное проектирование детской одежды на основе русского народного костюма / VII Всероссийская научно-практическая конференция с участием молодых ученых “Инновационные материалы и технологии в дизайне”, 14-16 апреля 2021 г. с. 136-140.
4. Овсянников, Ю. М. История памятников архитектуры: от пирамид до небоскребов - М.: АСТ-ПРЕСС: Галарт, 2001. - 286, [1] с.: ил., цв. ил.; 25 см.; ISBN 5-269-00990-0.
5. Конструктор «Шарики-липучки» Bunchems https://www.farpost.ru/ vladivostok/ children/toys/konstrukto-lipuchka-vjazkij-pushistyj-sharik-bunchems-banchems-600-detalej-50465019.html [Электронный ресурс] (дата обращения 25.12.2020).
6. Виляева А.А. Разработка методов художественного проектирования обуви с использованием малоемких технологий. Автореф. диссер. На соиск. уч.степ. к.т.н.-2015.
7. Виляева А. А., Бастов Г. А. «Практика модулирования объектов в окружающей среде, как научно - теоретическая основа модульного проектирования обуви.». Дизайн и технологии. - 2014. - №44 (86). - С. 33 - 41.
8. Найданова И.Л. Разработка ресурсосберегающей технологии изготовления верхней одежды из меха. Автореферат диссер. На соиск. Уч. Степени к.т.н.-2008.
9. Л.Н.Никитина, О.Е.Гаврилова, Е.И.Исаева. Перспективы использования модульного метода в процессе промышленного проектирования изделий легкой промышленнности //Вестник технологического университета.
10. 2017.Т.20,№11, с.70-74. Семина Е. В., Костромыкина А. В., Романов В.В.Перспективы развития информационных технологий управления с использованием BD-печати. Модернизация современного общества: проблемы, пути развития и перспективы. Центр научного знания "Логос" (Ставрополь) №6, 2015 С. 101-104
11. Бектемирова С.Б., Умирова З.А. Теоретические и практические основы терминологической науки. Tiltanym. 2018;(2):40-53. For
12. Кобляков, А. И. Структура и механические свойства трикотажа / А. И. Кобляков. - М.: Легкая индустрия, 1973. - 24 с.
13. Композиция костюма : учебник для вузов / В. В. Ермилова, Д. Ю. Ермилова, Н. Б. Ляхова, С. А. Попов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 449 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07169-6.
14. Г.М.Андросова. Разработка ресурсосберегающей технологии проектирования меховых изделий на основе параметрического синтеза полотен из матричных элементов: -дисс. ... д.т.н. Омск 2012.-462 с.
15. Обеднина С.В. Модульный принцип формообразования в дизайне//Вестник Урал НИИпроект. -2013.-№1.-С.85-90;
16. Есина Е.В. Разработка способа проектирования меховых изделий с применением методов сложного раскроя: Дис ... канд. техн. наук: 05.19.04/МГАЛП.-М.: 1993.-131 с.
17. Коблякова Е. Б., Ивлева Г.С. Романов В.Е. Конструирование одежды с элементами САПР. Москва. Легпромбытиздат.1988.462,[1] с.

18. Савельева, А. С. Проекция трикотажного узора в интерьере / А. С. Савельева, А. В. Труевцев // Инновации молодежной науки: тезисы докл. всерос. науч. конф. молодых ученых. - СПб.: СПГУТД, 2015. - С. 11.
19. Michael Hann. Structure and Form in Design: Critical Ideas for Creative Practice. — A&C Black, 2013-08-01. — 427 с. — ISBN 9780857854650
20. Кисё Курокава (1934-2007)/ [авт. текста Н. Коновалова]. - Москва: Директ-Медиа: Комсомольская правда, 2016. - 69, [2] с.: цв. ил.; 30 см. - (Великие архитекторы; Т. 37).; ISBN 978-5-4470-01111-7
21. https://www.sagafurs.com/ru.
22. Андросова, Г. М. Решение проблем рационального использования кожевенных и меховых отходов [Текст] / Г. М. Андросова, О. В Свириденко // Совершенствование системы подготовки специалистов для сферы сервиса: материалы региональной научно-практической юбилейной конференции. Часть 2. - Омск: ОГИС, 2002. - С. 11-13. 40
23. Pringle of Scotland: официальный сайт. URL: http://brand.pringlescotland.com/heritage/ (дата обращения: 05.08.2015)
24. Ричард Бекетт: официальный сайт. URL: http://www.richard-beckett.com/pringle-3d-fabrics.html (дата обращения: 24.08.2015).
25. Бастов Г.А. Художественное проектирование изделий из кожи. /Г.А.Бастов.-М.:Лепромбытиздат, 1995.-182с.
26. Макаревич М. В., Экспресс-методика построения многодетальных конструкций женских платьев. [Текст] // Научный журнал. КубГАУ. -2017. – № 129.18 стр
27. Токторбаева Э.И., Лопасова Л.В. Проектирование изделий из натурального меха с использованием принципов комбинаторики. Кожевенно-обувная промышленность №4,2002 с.22.
28. Темирова, Г. И. (2020). Перспективы развития способов нанесения и укрепления декоративных элементов из натурального меха. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 1(2), 52-58.
29. Afanasii Nikitin.Khozhenie za tri moria / Sost. i predislovie A. P. Bogdanova. M., 2024.
30. Коблякова, Е.Б. Особенности конструирования трикотажных изделий массового производства: автореф. дисс. канд. техн. наук. -М., 1955.
31. Терская Л.А. Технология раскроя и пошива меховой одежды. – М.: Академия, 2005. – 272 с.
32. Субботина Е.В. Разработка информационной технологии интеграции конструкторской и технологической подготовки производства швейно-трикотажных изделий. Автореф.диссер. на соиск. уч. степени к.т.н.-2005. -Москва.
33. Л.П.Шершнева, С.Г.Сунаева. Проектирование швейных изделий в САПР: учеб. пособие.-М.: ИД «Форум», ИНФРА-М, 2018.-286с.
34. "Kiyim uchun mo'ynani bichish rejasini tuzish" dasturiy ta'minoti. DGU 20211496. 07.05.2021. Ergasheva Nigora Dzhurakhonovna, Nigmatova Fatima Usmanovna, Shomansurova Mukhtabar Shamakhsimovna
35. Л.Н.Никитина, О.Е.Гаврилова, Е.И.Исаева. Перспективы использования модульного метода в процессе промышленного проектирования изделий легкой промышленности //Вестник технологического университета. 2017.Т.20, №11, с.70-74
36. Руднева С.С., Лунина Е.В. Создание костюмов как арт-объектов под влиянием культуры постмо дернизма // Вестник молодых ученых Санкт-Петер бургского гос. ун-та технологии и дизайна. – 2020, № 1. С. 206...209.
37. С.С. Руднева, А.И. Белик, Е.В. Лунина. Модульный метод проектирования в разработке дизайн-проектов швейных изделий с унифицированными деталями кроя//Технология текстильной промышленности, - 2021, с.93-98

IKKI QATLAMLI KO‘YLAKBOP MATONING FIZIK-MEXANIK XUSUSIYATLARINI ANIQLASH USLUBLARI

[1]Toshpulotov L.I., [2]Xamrayeva S.A.

[1]Buxoro davlat texnika universiteti, [2]Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat instituti.

Annotatsiya. *Maqolada chiziqiy zichligi 18,5 teks bo‘lgan paxta iplari asosida ishlab chiqarilgan ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarning fizik-mexanik xususiyatlarini o‘rganish natijalari keltirilgan. Iplarning mustahkamlik ko‘rsatkichlarini aniqlash, shuningdek, olingan matolarning havo o‘tkazuvchanligi va gigroskopikligini tahlil qilishga alohida e’tibor qaratildi. Nazariy va eksperimental ma’lumotlarning qiyosiy tahlili ularning yuqori darajada mos kelishini ko‘rsatdi, bu esa taklif etilgan hisoblash modellarining ishonchliligini tasdiqlaydi. Olingan natijalar ko‘ylakbop assortimentdagi matolarni ishlab chiqarish texnologiyasini optimallashtirish va ularning gigiyenik xususiyatlarini oshirishda amaliy ahamiyatga ega.*

Tayanch iboralar: *ikki qatlamli gazlama, ko‘ylakbop gazlamalar, fizik-mexanik xossalari, havo o‘tkazuvchanligi, gigroskopikligi, ipi, paxta.*

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДВУХСЛОЙНОЙ СОРОЧЕЧНОЙ ТКАНИ

[1]Тошпулотов Л.И., [2]Хамраева С.А.

[1]Бухарский государственный технический университет,
[2]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности.

Аннотация. *В статье представлены результаты исследования физических и механических свойств двухслойных сорочечных тканей, произведённых на основе хлопчатобумажных нитей линейной плотности 18,5 текс. Особое внимание уделено определению прочностных показателей нитей, а также анализу воздухопроницаемости и гигроскопичности полученных тканей. Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных данных показал их высокую степень совпадения, что подтверждает достоверность предложенных расчетных моделей. Полученные результаты имеют практическое значение для оптимизации технологии производства тканей сорочечного ассортимента и повышения их гигиенических свойств.*

Ключевые слова: *двухслойная ткань, сорочечные ткани, физико-механические свойства, воздухопроницаемость, гигроскопичность, хлопчатобумажная нить.*

METHODS FOR DETERMINING THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF DOUBLE-LAYER SHIRTING FABRIC

[1]Toshpulotov L.I., [2]Xamrayeva S.A.

[1]Bukhara state technical university, [2]Tashkent institute of textile and light industry

Abstract. *The article presents the results of a study on the physical and mechanical properties of double-layer shirting fabrics produced from cotton yarns with a linear density of 18.5 tex. Particular attention is paid to determining the strength characteristics of the yarns as well as analyzing the air permeability and hygroscopicity of the fabrics. A comparative analysis of theoretical and experimental results demonstrated a high degree of correlation, confirming the reliability of the proposed calculation models. The findings are of practical significance for optimizing the production technology of shirting fabrics and improving their hygienic properties.*

Keywords: *double-layer fabric, shirting fabrics, physical and mechanical properties, air permeability, hygroscopicity, cotton yarn.*

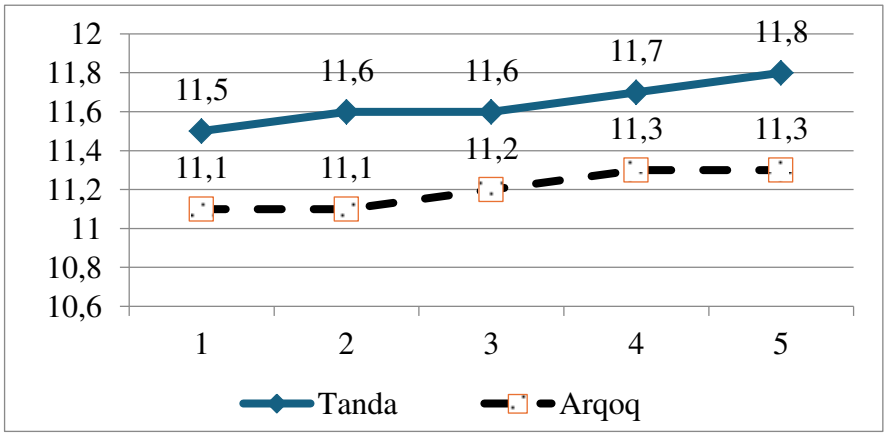
Tadqiqot ishlari olib borish ob’ekti sifatida chiziqli zichligi Tt=Ta=18,5 teksli paxta tolali tanda va arqoq iplari, Kogon tumanidagi “Omad Kumushkent” MCHJ va Buxoro shaharidagi “Al Hakim PLUS” MCHJ korxonalarida mavjud PICANOL OMNI PLUS rusumli to‘quv dastgohi va polotno o‘rilishi asosida ikki qatlamli ko‘ylakbop mato namunalari, matolarning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uchun Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat institutidagi “CentexUz” laboratoriyasidagi asbob-uskunalari tanlandi.

Turli o‘rilish asosidagi Ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarni ishlab chiqarishda chiziqli zichligi 18,5 teksli paxta ipidan foydalanildi. Iplarning tolali tarkibi, tolaning sifat ko‘rsatkichlari, ipning chiziqli zichligi va tanda iplarining mustahkamligini oshirishda qo‘llaniladigan ohor takibiga e’tibor qaratilgan holda olingan iplarning fizik-mexanik xossalarini yaxshilashi mumkin [1]. Ipning fizik-mexanik xossalari USTER-TESTER 6 asbobida aniqlandi, natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

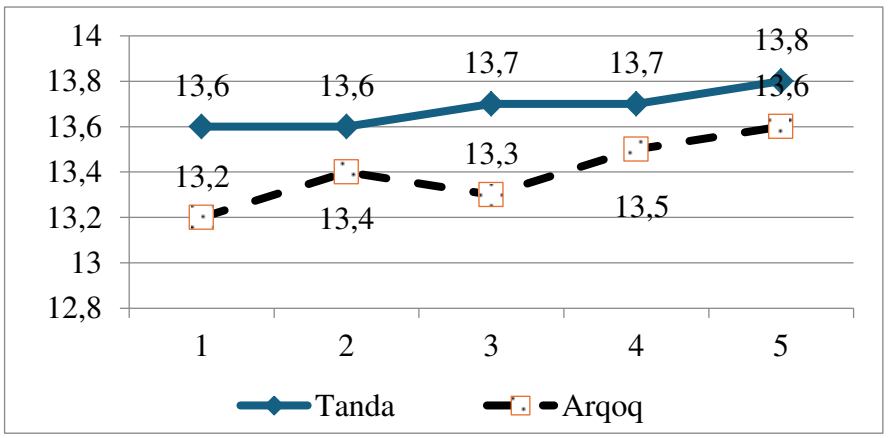
1-jadval

Ikki qatlamli ko‘ylakbop matoni ishlab chiqarish uchun tanlangan ipning fizik-mexanik xossalari

№	Ko‘rsatkichlar nomi	Tajriba		O‘zDsT 2321-2012 Standart bo‘yicha		Farqi (+.-)	
		Tanda	Arqoq	Tanda	Arqoq	Tanda	Arqoq
1	Solishtirma uzish kuchi, sN/teks	11,8	11,3	11,6	11,2	+0,2	+0,1
2	Uzish kuchi, sN	218,3	155,94				
3	Uzish kuchi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti, %	13,8	13,6	13,8	13,8	-	+0,2
4	Sifat ko‘rsatkichi	0,855	0,830				
5	Uzishdagi uzayish, %	10,7	8,2				
6	Ipning pishiqligi, bur/metr	898	904	900	910	-2	-6

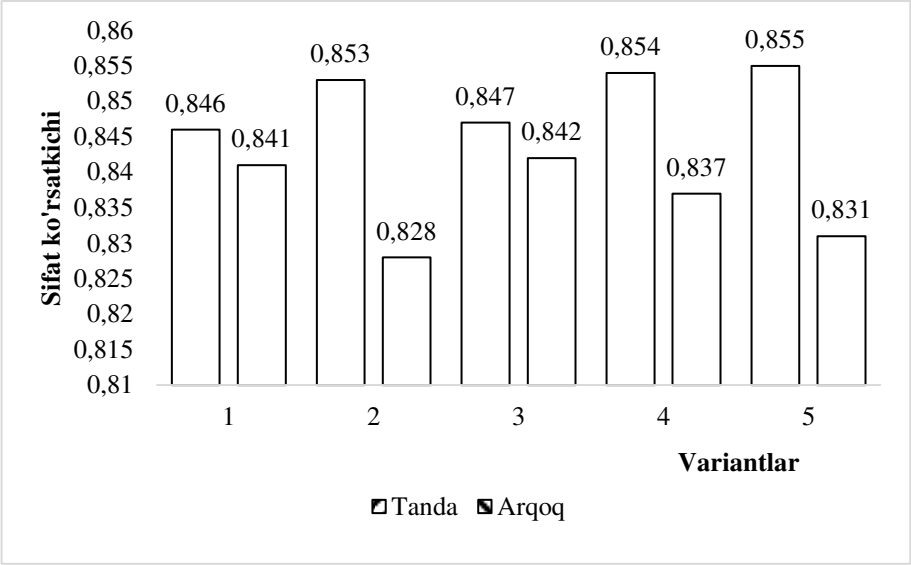


1-rasm. Tajriba natijasi bo‘yicha ipning solishtirma uzish kuchi



2-rasm. Tajriba natijasi bo‘yicha ipning solishtirma uzish kuchi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti.

Tanlab olingan iplarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlarini aniqlash natijalariga binoan T_t=T_a=18,5 teksli iplardan foydalanildi va ikki qatlamli ko‘ylakbop matolar varianti ishlab chiqildi. Bu mato variantlari ko‘ylakga va ayollar ro‘moliga mo‘ljallanganligi sababli uning gigiyenik xususiyatlariga katta e’tibor qaratishni talab etdi. Shuning uchun bu variantdagi matolarning havo o‘tkazuvchanlik va gigroskopiklik xususiyatlarining o‘zgarishini tahlil qilishni taqozo etadi [2, 3]. Ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi matoning tuzilishi, ip zichligi, mato qalinligi va qobiqligi kabi bir qator omillarga bog‘liq.



3-rasm. Tajriba natijasi bo‘yicha iplarning sifat ko‘rsatkichi grafigi.

Havo o‘tkazuvchanlikni aniq bashorat qiladigan universal formula mavjud emas, chunki bu ko‘rsatkich tajriba yo‘li bilan aniqlanadi. Shu bilan birga, matoning fizik parametrlari asosida yaqinlashtirilgan modellardan foydalanish mumkin. Ikki qatlamli matoda havo o‘tkazuvchanlik geometrik tavsifiga binoan quyidagicha aniqlash mumkin [4,5]:

Formula: $Q=K\cdot\varepsilon^{n}\cdot\mu\cdot h$

bu yerda: Q- matodan o‘tayotgan havo miqdori (havo o‘tkazuvchanlik), odatda $sm^3/sm^2\cdot s$

K - proporsionallik koeffitsiyenti, tajriba orqali aniqlanadi. Matoning tuzilishi va havo harakat sharoitiga bog‘liq; ε - matoning g‘ovaklik koeffitsiyenti (havo o‘tadigan bo‘shliqlar ulushi, % yoki ulushda); n- empirik ko‘rsatkich (eksponenta), mato turiga qarab o‘zgaruvchi (1–3 orasida bo‘lishi mumkin); μ – havo zichligi (pas·s); h – mato qalinligi (mm).

Havoning dinamik yopishqoqligi (μ, Pa·s) — bu havo zarrachalarining bir-biriga nisbatan harakatlanishiga qarshilik ko‘rsatish qobiliyatini ifodalaydi va u asosan haroratga bog‘liq.

μ standart qiymati (haroratga bog‘liq holda) o‘zgaradi.

Agar aniq harorat berilmagan bo‘lsa, mustaqil hisob-kitoblarda standart harorat (20 °C = 293 K) qabul qilinadi. Bu holda:

$$\mu\approx 1.81\times10^{-5}\text{Pa}\cdot\text{s}$$

Harorat bo‘yicha μ ni aniqlashda agar harorat o‘zgarsa, μ ni quyidagi formulasi orqali aniqlash mumkin:

$$\mu(T)=\mu_0\cdot\left(\frac{T}{T_0}\right)^{3/2}\cdot\frac{T_0+C}{T+C}$$

bu yerda: μ(T)- haroratdagi dinamik yopishqoqlik (Pa·s), $\mu o=1.716\times10^{-5}$Pa/c dot’s -273 K (0 °C) da, T- harorat, (Kelvin), T_o=273 KT, C=111 KC - Sazerlend doimiysi (fizikadan).

Ishimizda: Agar harorat 25 °C (ya’ni T=298T=298T=298K) bo‘lsa, μ quyidagicha hisoblanadi:

$$\mu(298)=1{,}716\times10^{-5}\cdot\left(\frac{298}{273}\right)^{3/2}\cdot\frac{273+111}{298+111}$$

bu yerda: $\mu(298)=1{,}85\text{x}10^{-5}$ Pa/s, K — empirik koeffitsient bo‘lib, u matoning to‘qish strukturasiga (o‘rilishiga), jumladan: iplarning turi va tarkibiga, to‘qish turi (masalan, poloto, sarja, atlas va h.k.), to‘qimadagi g‘ovakliklar shakli va o‘lchamiga, iplarning xususiyatlariga bog‘liq.

Polotnoli o‘rilishdagi mato uchun empirik koeffitsient K:

$$K\approx(0.0005–0.002)\ m^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$$

Agar, T=295.15K ; $\mu_o=1.716\times10^{-5}$ Pa/s; T_o=273 K; C=111 K

U holda,

$$\mu(T) = \mu_0 \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{3/2} \cdot \frac{T_0 + C}{T + C}$$

Hisoblaymiz:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{295.15}{273} \approx 1.0813$$

$$\left(\frac{T}{T_0}\right)^{3/2} \approx (1.0813)^{1.5} \approx 1.126$$

$$\frac{T_0 + C}{T + C} = \frac{273 + 111}{295{,}15 + 111} = \frac{384}{406{,}15} \approx 0{,}945$$

$$\mu(295{,}15) = 1{,}716 \times 10^{-5} \cdot 1{,}126 \cdot 0.945 \approx 1{,}826 \times 10^{-5}\ \text{Pa} \cdot \text{s}$$

Ikki qatlamli mato uchun havo o‘tkazuvchanlik umumiy har bir qatlamning havo o‘tkazuvchanligi yig‘indisi sifatida qarash mumkin

$$\frac{1}{Q_{\text{общ}}} = \frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2} \quad \text{yoki,} \quad Q_u m = (K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m)$$

Ustki qatlami polotno va ostki qatlami atlas 5/2 o‘rilishi asosida ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi:

$$Q_u m = (K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m) = (0{,}002 \cdot 0{,}2447)/(1{,}826 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}24) = 111{,}6\ \text{dm}^3/\text{sm}^2 \cdot \text{s}$$

Ustki qatlami polotno va ostki qatlami satin 5/2 o‘rilishi asosida ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi:

$Q_u m=(K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m)=(0{,}002 \cdot 0{,}4317)/(1{,}826 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}24)=197$ dm^3 /sm^2·s

Ustki qatlami satin 5/2 va ostki qatlami atlas 5/2 o‘rilishi asosida ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi:

$Q_u m=(K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m)=(0{,}002 \cdot 0{,}2301)/\left(1{,}826 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}24\right)=105$ dm^3 /sm^2·s

Ustki va ostiki qatlamlari polotno o‘rilish asosida ishlab chiqarilgan ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi:

$$Q_u m = (K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m) = (0{,}002 \cdot 0{,}457)/(1{,}826 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}24) = 208{,}6\ \text{dm}^3/\text{sm}^2 \cdot \text{s}$$

bu erda: Kum i εum - har bir qatlamning xususiyatlariga asoslanib, ularni vaznli qiymatlar sifatida hisoblash mumkin.

ε- g‘ovaklik quyidagicha aniqlanadi: $\varepsilon = 1 - \frac{G}{\rho \cdot h}$

bu yerda: G — matoni sirt zichligi (g/m^2), ρ — tolani zichligi (g/sm^3), h — matoni qalinligi (mm).

Paxta (xom) tolasining zichligi (gr/sm^3) odatda quyidagicha qabul qilinadi:

ρ = 1.50 – 1.54 g/sm^3

Amaliyotda eng ko‘p qo‘llaniladigan qiymat: ρ = 1.52 g/sm^3

ε=1-G/(ρ·h)=1-0,198/(1,52·0,24)=0,457

Tajriba bo‘yicha havo o‘tkazuvchanlik 211,9 dm3 /sm^2·s ga, nazariy qiymat 208,56 dm^3 /sm^2 ·s ga teng, nazariy bilan tajribaviy qiymatlar orasidagi farq 1,58% ni tashkil etdi. Bu farq nazariy hisoblash orqali aniqlangan matoni havo o‘tkazuvchanlikning qiymati moyillikdan dalolat beradi [6,7]. Iste’molchilar talab va ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda polotno o‘rilish asosida to‘qilgan ikki qatlamli matoning umumiy nam shimuvchanligini quyidagi formulasi orqali aniqlash mumkin [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]:

$$W_{um}=\frac{\sum_{i=1}^{2} \varphi_i \cdot G_i \cdot \varepsilon_i \cdot h_i \cdot s_i}{\sum_{i=1}^{2} G_i \cdot h_i \cdot s_i} \cdot 100 = \frac{0.28 \cdot 1.98 \cdot 0.457 \cdot 0.24 \cdot 1}{1.98 \cdot 0.24 \cdot 1} \cdot 100 = 12.68\%$$

bu yerda: W_{um} - ikki qatlamli matoning umumiy gigroskopikligi (%), φi- i-qatlamning namni so‘rish qobiliyati (g/g) (2-jadval)

Gi-i-qatlamdagi tola materialining zichligi (g/sm^3),

εi -i-qatlamning g’ovakligi (havo hajmi ulushi, $0 < \varepsilon < 1$),

hi - i-qatlamning qalinligi (sm),
Si - i-qatlamning yuza maydoni (sm²).
i=1,2 - matoning birinchi va ikkinchi qatlami

2-jadval. Turli tola tarkibli matolarning nam so‘rish qobiliyati

Mahsulot turi	Namni so‘rish qobiliyati (g/g)	Manba
Paxta (xom)	0,7 – 1,3	Мельников Б.Н. Материаловедение текстильных материалов. – М.: Лёгкая индустрия, 2012.
Paxta (ishlangan)	0,4 – 0,8	Каюмов Т., Хўжақулов Х. Тўқимачилик материалшунослиги. – Тошкент: Фан, 2005.
Paxta mato	0,2 – 1,0	Воротникова Л.А. Физика текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 2015.
Poliester	0,01 – 0,04	ГОСТ ISO 139 «Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing».
Neylon	0,03 – 0,07	ISO 5085-1 «Textiles — Determination of water absorp

Tajriba natijalari bo‘yicha gigroskopiklik 12,8% ga, nazariy hisoblashlar bo‘yicha 12,68% ga teng, nazariy bilan tajribaviy qiymatlar orasidagi farq 0,95% ni tashkil etdi. Bu farq nazariy hisoblash orqali aniqlangan matoni gigroskopikligining qiymati moyil ekanligidan dalolat beradi.

Polotno o‘rilish asosida ishlab chiqariladigan ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi va gigroskopikligi 95% ishonch darajasiga muvofiq nazariy va amaliy natijalarning bir-biriga yaqinligidan dalolat beradi. Matoning havo o‘tkazuchanlik va nam o‘tkazuvchanligini nazariy baholash uchun keltirib chiqarilgan formulalar orqali aniqlash imkoniyati mavjudligi asoslab berildi va bu aniqliklardan ishlab chiqarishga keng qo‘llash uchun eksperimental tatqiqotlar o‘tkazishni taqozo etadi [8].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Toshpulotov L.I., Muminov Q.M., Xamrayeva S.A. Тола таркиби турлича бўлган кўйлакбоп матоларнинг технологик кўрсаткичларини таҳлили // International Conference of Actual Problems in Science and Education. – Canberra (Australia), 2024. – P. 1–4. – URL: https://interconference.org
2. Toshpulotov L.I., Muminov Q.M., Xamrayeva S.A. Analysis of the physical-mechanical properties of t-shirt fabric with different fiber composition // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 548. – P. 1–5.
3. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E. Study of the effect of the speed of the receiving drum of the carding machine on the properties of the thread // Journal of Physics: Conference Series. – 2022. – Vol. 2388. – P. 1–7. – DOI: 10.1088/1742-6596/2388/1/012168.
4. Тошпулотов Л.И., Хамраева С.А. Тажриба натижаларини қайта ишлаш учун дастур, DGU №36673, 2024.
5. Тошпулотов Л.И., Мардонов С.Э., Ержанова Д.Ж. Янги таркиб билан оҳорланган танда иплар асосида олинган матоларнинг физик-механик хусусиятлари таҳлили // Халқаро илмий-амалий конференция мақолалари тўплами. – Наманган, 2022. – Т. II. – Б. 89–93.
6. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E., Yerjanova D.J., Karimova N.H. Tolalar tarkibi turlicha bo‘lgan ko‘ylakbop matolarning sifat ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал. – 2022. – №4. – Б. 215–219.
7. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E., Xamrayeva S.A. To‘qimachilik sanoatida tayyor mahsulotning sifatini nazorat qilishda kompyuter ko‘rish tizimidan foydalanish // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал. – 2023. – №4. – Б. 260–266.
8. Тошпулотов Л.И., Хамраева С.А., Шумкарова Ш.П., Норбоева Г.Т. Икки қатламли плашли мато: Саноат намунаси, Гувоҳнома № SAP 2662, 01.03.2024.

KIYIMBOP TO‘QIMALARNING TOLAVIY TARKIBINI ANIQLASH

[1]Kadirova D.N., [2]Azimova G.A.

[1]Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti, [2]Buxoro davlat-texnika universiteti.

Annotatsiya. *Kiyimbop to‘qimalar odamning tashqi ko‘rinishini yaxshilaydigan va kundalik faoliyat uchun qulaylik yaratadigan materiallardan tayyorlanadi. Bunday to‘qimalar yuqori darajadagi mustahkamlik, estetik ko‘rinish, himoya va qulaylik kabi xususiyatlarga ega bo‘lishi kerak.*

Kalit so‘zlar: *to‘qimalar, kundalik faoliyat, mustahkamlik, estetik, havo o‘tkazuvchanlik, ekologik tozalik, kimyoviy tolalar, resurs tejovchi, labaratoriya, uskunalar, himoya, qulaylik.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА ОДЕЖНЫХ ТКАНЕЙ

[1]Кадирова Д.Н., [2]Азимова Г.А.

[1]Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
[2]Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Ткани для одежды изготавливаются из материалов, которые улучшают внешний вид человека и обеспечивают комфорт в повседневной жизни. Такие ткани должны обладать высокой прочностью, эстетичным внешним видом, защитными свойствами и комфортом.*

Ключевые слова*: ткани, повседневная деятельность, долговечность, эстетичность, воздухопроницаемость, экологичность, химические волокна, ресурсоэффективность, лаборатория, оборудование, защита, комфорт.*

DETERMINATION OF THE FIBER COMPOSITION OF APPAREL FABRICS

[1]Kadirova D.N., [2]Azimova G.A.

[1]Tashkent institute of textile and light industry,[2]Bukhara state technical university.

Abstract. *Apparel fabrics are made from materials that enhance a person's appearance and provide comfort for daily activities. Such fabrics must have high levels of strength, aesthetic appearance, protection, and comfort.*

Keywords: *fabrics, daily activities, durability, aesthetics, breathability, environmental friendliness, chemical fibers, resource efficiency, laboratory, equipment, protection, comfort.*

Respublikamizda ilg‘or texnologiyalar va zamonaviy dizayn yechimlarini joriy qilish orqali tayyor mahsulotlarning eksportdagi ulushi 70% ga oshirish, to‘qimachilik sanoati yagona axborot portali yaratilishi bilan korxonalar bozor tendentsiyalari, eksport talablari va investitsiya imkoniyatlari haqida ma’lumot olish, suv tejovchi texnologiyalarni joriy qilgan qishloq xo‘jaligi korxonalariga soliq imtiyozlari (0,5–0,7 koeffitsient) beriladi.

Kiyimbop to‘qimalar to‘qimachilik sanoatining muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, zamonaviy iste’molchilar talablarini qondirish uchun yangi ishlanmalar va ilmiy tadqiqotlar zarur. Bugungi kunda to‘qimachilik ilmiy-tadqiqot markazlari va sanoat ishlab chiqarish korxonalari kiyimbop to‘qimalarni yaratish borasida ko‘plab ilmiy tadqiqotlar va innovatsion ishlanmalar olib bormoqda. Bu ishlanmalar to‘qimalarning fizik-mexanik, estetik va funksional xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan.

Kiyimbop to‘qimalar odamning tashqi ko‘rinishini yaxshilaydigan va kundalik faoliyat uchun qulaylik yaratadigan materiallardan tayyorlanadi. Bunday to‘qimalar yuqori darajadagi mustahkamlik, estetik ko‘rinish, himoya va qulaylik kabi xususiyatlarga ega bo‘lishi kerak. Bu to‘qimalarning ishlab chiqarilishida elastiklik, drapirovkalash, havo o‘tkazuvchanlik va uzoq muddatli foydalanishga moslashgan bo‘lishi muhimdir.

To‘quv ishlab chiqarish sohasida ko‘pgina ilmiy tadqiqotlar paxta va uning boshqa kimyoviy tolalar bilan aralashmasidan to‘qima assortimentlarini kengaytirishga, iste’mol va fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan.Yevropa mamlakatlarda yuqori darajadagi sifatli kiyimbop to‘qimalar yaratishga qaratilgan bir qator tadqiqotlar olib borilmoqda. Yevropada ilmiy markazlar to‘qimalarning ekologik tozaligini ta’minlash uchun resurs tejovchi texnologiyalarni joriy etmoqdalar.

Ekologik tozalik va qayta ishlanadigan materiallar zamonaviy tadqiqotlar natijasida kiyimbop to‘qimalarning ekologik tozaligini ta’minlashga katta e’tibor berilmoqda. Qayta ishlanadigan va

ekologik xavfsiz materiallardan foydalanish to‘qimalarning sifatini yaxshilaydi va uning atrof-muhitga bo‘lgan ta’sirini kamaytiradi.

Sof jun va yarim jun gazlamalar uzoq vaqtdan beri kiyimlar uchun ishlatiladi. Sanab o‘tilgan gazlamalar hozirda bozorda talabga ega, biroq kiyim gazlamalari bozorining asosiy segmentini aralash gazlamalar tashkil etadi va ular tarkibida, kamida, tanlab olingan miqdorda kimyoviy tolalar mavjud bo‘ladi.

Bu esa gazlamani mustahkamlash, kirishuvchanligini kamaytirish, yorug‘likka chidamliligini oshirish va eng asosiysi, narxini pasaytirish imkonini beradi. Zamonaviy texnologiyalar aralash tolalar asosida tashqi ko‘rinishi jihatidan tabiiy xomashyolardan tayyorlangan gazlamalardan farq qilmaydigan mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini beradi.

Muhimi, bunday kiyimlar utilizatsiya jarayonida ham o‘zining ekologik xususiyatlarini saqlab qoladi: tashlab yuborilgan mahsulot atrof-muhitni ifloslantirmaydi va o‘simlik qoldiqlari kabi parchalanadi.

Xulosa qilib shuni ta’kidlash kerakki, kiyimlar uchun mo‘ljallangan gazlamalarning xususiyatlari qulay va amaliy bo‘lishi zarur.

Respublikamiz ichki bozoridagi xorij aralash iplaridan to‘qima namunalarining texnologik omillarini tadqiq etish uchun namunalari tanlandi va institut sinov laboratoriyasi uskunalarida tajribaviy natijalar olindi (1- jadval).

1 jadval

Mavjud kiyimbop to‘qimalarning texnologik omillari

№	Namuna	To‘qimaning yuza zichligi gr/m^2	To‘qimaning qalinligi, mm	To‘qimadagi iplarning chiziqiy zichligi, teks		To‘qimaning zichligi, ip/dm		To‘qi-maning pilling-lanishi	To‘qima-ning o‘rilishi	Tolaviy tarkibi
				Tanda	Arqoq	Tanda	Arqoq			
1	I-namuna Xitoy	210	0.42	38	39	340	240	-	Sarja 2/2	50% Poliester, 50% Jun
2	II-namuna Xitoy	180	0.27	21	19	550	330	-	Sarja 2/2	90%Poliester, 10% Viskoza
3	III-namuna Xitoy	200	0.35	23	47	460	220	4	Sarja 2/2	50% Jun, 50% Poliester
4	IV-namuna Turk	270	0.36	23	21	730	360	2	Sarja 1/3	30% Viskoza, 70% Poliester
5	V-namuna Turk	190	0.32	22	29	420	340	2	Sarja 2/2	20% Viskoza, 80% Poliester
6	VI -namuna Turk	220	0.32	31	31	420	340	2	Sarja 2/2	30% Viskoza, 70% Poliester

Ilmiy ishda mato namunalari tuzilishi bo‘yicha aralash, yarim jun guruhga mansub bo‘lib, bu holda komponentlarning texnologik muvofiqlashuviga va kiyimbop to‘qima dizayniga, katta e’tibor qaratildi, shuningdek, qo‘yiladigan talablarga muvofiq naqshlar tanlandi.

O‘rganilgan tajribaviy to‘qima namunalarining mamlakatimiz iqlimi va ist’mol talablariga mos, hamda tannarxini inobatga olgan xolda 3ta kiyimbop to‘qima namunalarini fizik-mexanik va iste’mol xususiyatlari tadqiq etildi (2-jadval).

Paxta tolalari to‘qimachilik sanoati uchun eng qimmatli xom ashyo turi hisoblanadi. U gigroskopik, yuqori mustahkamlik, quyosh nurlariga chidamlilik kabi sifat ko‘rsatkichlariga ega. Paxta tolali matolar choyshabbop, paypoq buyumlari hamda texnikaviy, tibbiy maqsadlarda mo‘ljallangan matolar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi**.**

Kiyimning qulayligi uning tana va atrof-muhit o‘rtasida optimal issiqlik almashinuvini ta’minlash qobiliyati bilan belgilanadi. Bunday holatda, kiyim ostidagi havo qatlamining holatining xususiyatlari baholash mezonlari bo‘lib xizmat qiladi.

2-jadval

Paxta shtapel tolasi tavsifi

Ko‘rsatkichlar nomlanishi	Ko‘rsatkichlar
Tolaning ishlab chiqariladigan metrik nomerlarining (milliteks) diapazoni	4500 (220) – 9500 (105)
Solishtirma og‘irlik, g/sm3	1,50-1,52
Muhit namligida tolaning muvozanat namligi(%): 65% 95%	7,0-8,0 24,0-27,0
Standart shartlarda uzilish uzunlig, km	22,0-44,0
Uzilish kuchi me’yori, kg/mm2	33,4-67,0
Nisbiy mustahkamligi, gs/teks	25-35
Nisbiy mustahkamligi, %: Nam holatda halqada	 110-120
Uzilishdagi cho‘zilish, %: Standart sharoitlarda Nam holatda	10,0-12,0 11,0-13,0
Nam ishlov berishdan keyingi kirishish, %	3,7-18,3
Cho‘zilish moduli, kg/mm2	500-550
Cho‘zilishda elastiklik darajasi (%): 4% 10%	25 36
Tolali massaning (qisuvchi yuk olingandan keyingi burchakning qayishqoq tiklanishi) qayishqoqligi, grad 3 daqiqadan keyin 60 daqiqadan keyin	 74-79 85-89
Ko‘p martalik egilishlarga chidamliligi, 10 kg/mm^2 zo‘riqishda sikllar soni	40000-50000
30 g yukda ishqalanishga chidamliligi, tsiklar soni	9020
Ultrabinafsha nurlanishga (nurlanishdan keyingi mustahkamlini yo‘qotishi) chidamliligi, %	50 (Quyoshdan nurlanishi. 940 soatdan keyin)
Temperaturaviy ko‘rsatkichlar, ^{0}C: yumshashi-erishi kristallanishi	 1600C da eriydi
Issiqlik quvvati, kal/g·grad.	0,445
Xaroratga chidamliligi, %:+1400 da Mustahkamlikni yo‘qotish Cho‘zilish o‘zgarishi	12 -24
+500 da: Mustahkamlikni oshishi Cho‘zilishning yo‘qolishi	36 40
Ikki nur singdirish kuchi	0,018-0,020

Bunday holatni belgilovchi asosiy omillar quyidagilardir: atrof-muhit sharoitlari; issiqlik ajralib chiqarish intensivligini belgilaydigan jismoniy zo‘riqish kattaligi; uning “shamollatilish” va issiqlik uzatish konvektiv usulining umumiy issiqlik almashinuv ulushini, shuningdek, tana yuzasidan bug‘langan namlikni yo‘qotilish tezligini belgilaydigan kiyim konstruksiyasi; kiyimning ichki va tashqi muhiti orasidagi issiqlik almashinuv, namlik almashinuv va gaz almashinuv intensivligiga ta’sir qiluvchi kiyim ishlab chiqarilgan matolarning xususiyatlari hisoblanadi.

Birinchi ikkita omilni tashqi, uchinchi va to‘rtinchi omillarni bevosita o‘rganilayotgan obyekt – kiyim bilan bog‘lash mumkin. Kiyim dizaynini tanlash va tegishli xususiyatlarga ega bo‘lgan matolarni tanlash dastlabki ikki omil haqidagi ma’lumotlar asosida amalga oshiriladi. Ya’ni, atrof-muhit sharoitlari va kutilayotgan jismoniy faoliyat kattaligi haqida. Kiyim konstruksiyasini tanlash va mos xususiyatlarga ega bo‘lgan matolarni tanlash dastlabki ikki omil, ya’ni atrof-muhit sharoitlari va kutilayotgan jismoniy zo‘riqish kattaligi haqidagi ma’lumotlar asosida amalga oshiriladi.

Kiyimbop gazlamalarning havo o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichi kamida 50 $dm^3/m^2 \cdot sek$ bo‘lishi kerak. Bu shuni anglatadiki, 1 m^2 kiyim gazlamasi soniyasiga kamida 50 dm^3 havo hajmini o‘tkazishi lozim. To‘qimachilik matolarining barcha turlari uchun bu ko‘rsatkich taxminan 3 dan 50 dm^3/m^2 oralig‘ida joylashadi.

Kiyimning ko‘pgina funksiyalaridan biri issiqlikni saqlash bo‘lganligi sababli, pastki chegarasi kamida 50 dm^3/m^2 bo‘lganda gazlama issiqlikni saqlashi va qulaylikni ta’minlashi uchun etarli hisoblanadi. Ko‘rsatkichning yuqori chegarasi esa chegaralanmagan. Yengil matolardan ishlab chiqarilgan yozgi kiyimlar uchun havo o‘tkazuvchanligi ancha yuqoriroq bo‘lishi mumkin.

Jun hayvonlarning terisida joylashgan tuklari deb ataluvchi va qayta ishlab ipga aylantiriluvchi toladir (2-jadval). Hayvonlardan olinadigan jun hayvon turiga qarab nomlanadi. Masalan: echki juni, tuya juni va boshqalar. Jun tolalari iflоslikni qaytaradi va tozalash oson. Issiqlikni saqlash - (issiqlikni tejash qobiliyati) junning eng mashhur va sevimli xususiyatlaridan biridir. Jun eng yuqori issiqlikni o‘zida saqlash qoluvchi xususiyatlarga ega. Bu xususiyat uning tolalari tarkibi tufayli issiqlikni bog‘lash va uni tolalar orasida saqlashi hisobiga sodir bo‘ladi. Tabiatda unga o‘xshash boshqa tola mavjud emas. Eng yuqori gigroskopiklik 18-25% tashkil qiladi. U atrof-muhitdan namlikni yutadi, lekin boshqa tolalardan farqli o‘laroq, u namlikni asta-sekin yutadi va chiqaradi. Suvda kuchli bo‘kadi. Cho‘zilgan holatdagi namlangan tolani quritish yo‘li bilan o‘z holatiga qaytarish mumkin, qayta namlashda tolaning uzunligi yana tiklanadi. Yorug‘likga chidamli va cho‘ziluvchanligi yaxshi. Qayishqoqligi yuqori g‘ijimlanmaydi.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki to‘qimachilik materiallarining xususiyatlarini tadqiq qilish ularning tarkibi, mustahkamligi, nam singdirish qobiliyati, issiqlik o‘tkazuvchanligi va kimyoviy ta’sirlarga chidamliligini aniqlashga yordam beradi. Bu esa bizda kiyimlarni to‘g‘ri tanlashimizda va mavsumbop kiyimlarni va matolarni to‘g‘ri tadbiq etishimizda yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2024). To‘qimachilik tarmog‘ini muvofiqlashtirish va natijadorligini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida [PF–71-son Farmon, 1 may 2024 yil]. https://lex.uz
2. Bakayev M.X. Issledovaniye i sovershenstvovaniye texnologicheskogo protsessa otpuska i natyajeniya osnovi pri virabotke tkaney iz naturalnogo shelka: Dis. ... kand. texn. nauk. – T.: TITLP, 1993. – 144 b
3. Litovchenko A.G. Razrabotka metoda proyektirovaniya i optimalnix parametrov izgotovleniya tkani iz kombinirovannix nitey. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata texnicheskix nauk. Moskva. MGTA- 1995g.
4. Sokerin N.M, Igumnova Ye.N, Afanaseva A.L. (Ivanovskaya GTA) O vozmojnosti formirovaniya uzorov tkani na tkatskom stanke putem nerovnomernogo raspolojeniya utochin. Texnologiya i organizatsiya proizvodstv tekstilnoy promishlennosti - 2003.
5. Masudur Rahman ANM. Influence of stitch length and structure on selected mechanical properties of single jersey knitted fabrics with varying cotton percentage in the yarn. Journal of Textile Engineering & Fashion Technology. Volume 4 Issue 2 – 2018. 189 p.p.
6. R.I. Orazbaeva., L. Toreniyazova., D. Kadirova., R. Rakhimkhodzhaev “Investigation of the twist of a yarn with a square structure” Karakalpak Scientific Journal: Vol. 4: Iss. 2, Article 3. https://uzjournals.edu.uza/krsu/vol4/iss2/3. Volume 4. 6-30-2021

ИССИҚЛИК САҚЛАШ ҲУСУСИЯТИ ЮҚОРИ БЎЛГАН ТРИКОТАЖ ТЎҚИМАЛАРИНИНГ СИФАТИНИ БАҲОЛАШ

Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти.

Аннотация. *Тўқимачилик корхоналарида сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқаришда замонавий техника ва технологиялар билан таъминланганлик муҳим ўринга эга. Маҳсулот сифатини ортиши эса ассортимент турини кенгайишига ва истеъмолчи талабини қондиришида катта рол ўйнайди. Мақолада иссиқлик сақлаш ҳусусиятлари юқори бўлган трикотаж тўқималарини сифат кўрсаткичларини комплекс баҳолаш усули ёритиб ўтилган. Олинган натижаларни амалиётга жорий этиш ички ва ташқи бозорни сифатли енгил устки маҳсулотлари билан тўлдиришга ҳизмат қилади.*

Калит сўзлар: *трикотаж, мато, маҳсулот, иссиқлик сақлаш, сифат, кўрсаткич, комплекс, баҳолаш.*

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН С ВЫСОКИМ ТЕПЛОЗАШИТНЫМ СПОСОБОМ

Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М.

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности.

Аннотация. *На текстильных предприятиях наличие современного оборудования и технологий играет важную роль в производстве качественной продукции. Повышение качества продукции играет важнейшую роль в расширении ассортимента и удовлетворении потребительского спроса. В статье описан метод комплексной оценки показателей качества трикотажных полотен с высокими теплозашитными свойствами. Внедрение полученных результатов будет способствовать насыщению отечественного и зарубежного рынков высококачественными изделиями облегченной верхней одежды.*

Ключевые слова: *трикотаж, полотно, изделие, теплоудержания, качество, показатель, комплекс, оценка.*

QUALITY ASSESSMENT OF KNITTED FABRICS WITH HIGH HEAT-PROTECTIVE METHOD

Sovutov M.E., Musaev N.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M.

Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract. *In the production of high-quality products at textile enterprises, an important place is occupied by the provision of modern equipment and technologies. Improving product quality plays an important role in expanding the product range and meeting customer demand. The article considers the issue of assessing the quality indicators of longitudinally patterned knitting fabrics using local raw materials. The implementation of the obtained results will provide the domestic and foreign markets with high-quality light outerwear.*

Key words: *knitting, raw materials, product, heat retention, technology, quality, physical, mechanical properties.*

Бугунги кунда тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноати Янги Ўзбекистонда етакчи ҳамда жадал ривожланаётган тармоқлардан биридир. Мамлакатимиз тўқимачилик саноатини диверсификация қилиш, тайёр маҳсулотлар экспортини рағбатлантириш борасида амалга оширилаётган амалий ишлар самараси ўлароқ, Ўзбекистоннинг бу жабҳадаги салоҳияти тобора юксалмоқда [1]. “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги фармон тўқимачилик саноатининг ривожланиш динамикасига янги суръат бағишлади. Давлатимиз раҳбари ташаббуси билан соҳада кластер тизими тўлиқ жорий этилди.

Ўзбек тўқимачилик маҳсулотларига хорижда талаб жадал ўсиб бораётир [2].

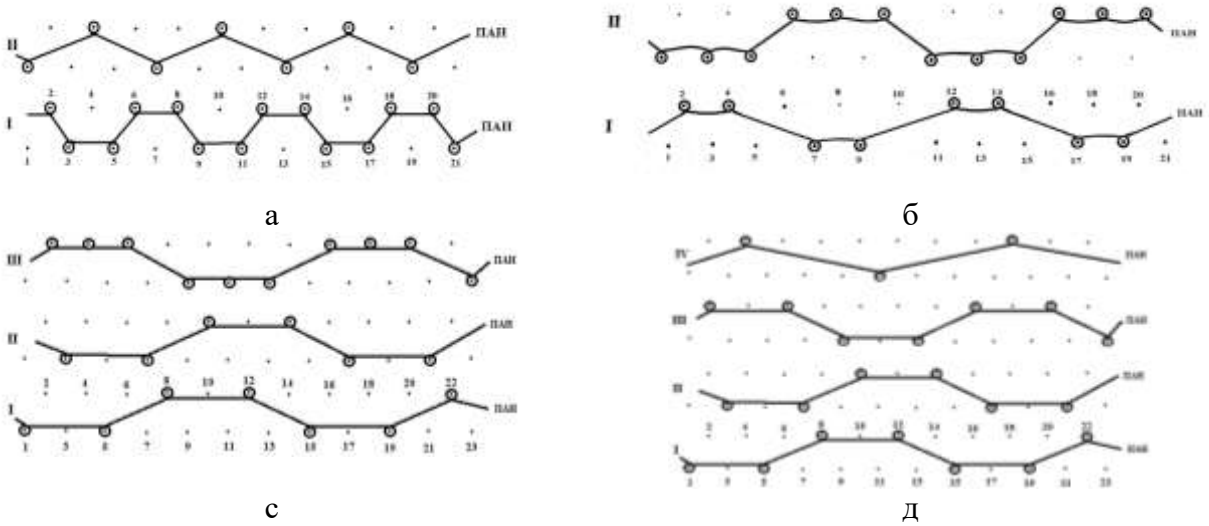
Ўзбек тўқимачилик маҳсулотларининг оммабоплиги унинг сифатини ошириш билан бирга рақобатбардош нархига ҳам бевосита боғлиқ. Маълумки, бугунги кунда мамлакатимизда тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада таркибий ислоҳ қилиш бўйича тизимли чора-тадбирлар амалга оширилаяпти, бунинг натижасида ушбу йўналишда экспорт ижобий тенденсияни кўрсатмоқда. Кўрилаётган чора-тадбирлар, энг аввало, корхоналарни техник жиҳатдан янгилаш бўйича стратегик муҳим лойиҳаларни амалга ошириш, шунингдек, либерал ишлаб чиқаришни жорий этиш ва кластер модели орқали ишлаб чиқариш ўсишининг юқори ва барқарор суръатларини таъминлаш, рақобатбардош

маҳсулотлар экспорти, хорижий инвестицияларни жалб қилиш ва янги иш ўринларини яратишга қаратилган. Ташқи савдони эркинлаштириш, Ўзбекистон тўқимачилик маҳсулотлари экспортини диверсификация қилиш бўйича комплекс дастурнинг амалиётга жорий қилинаётгани муҳим қадам бўлди. Натижада пахта экспортида хомашёга йўналтирилганликдан воз кечиш борасида салмоқли муваффақиятларга эришилди. Бугун жаҳон бозорларида ўзгариб бораётган рақобат шароити тўқимачилик маҳсулотларининг ишлаб чиқаришни диверсификация қилиш, инвестицияларни кўпайтириш, ноу-хауларни ўзлаштириш, технологияларни трансфер қилиш, маҳсулотларни халқаро стандартларга мувофиқ сертификатлаш бўйича тегишли вазифалар белгилаб берилган. Бу борада Ўзбекистонда маҳаллий тўқимачилик маҳсулотларининг рақобатбардошлигини ошириш, экспортбоп маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтиришни тақозо этади.

Трикотаж тўқималарининг функционал хусусиятларини такомиллаштириш, хусусан, иссиқлик сақлаш ҳусусиятини ошириш бугунги кунда махсус кийимлар, спорт формалари, ташқи муҳитга мослашувчи технологиялар ва тиббий текстил соҳаларида муҳим ўрин тутади. Иссиқлик сақлаш хусусиятини таъминлаш учун нафақат хом ашёнинг таркиби, балки тўқиманинг тузилиши, ишлаб чиқариш технологияси ва термик ҳолат билан боғлиқ кўплаб омиллар ҳисобга олинади [3-5].

Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарини ишлаб чиқаришда ҳом ашё тури, тўқима тузилиши, ишлаб чиқариш технологияси катта рол ўйнайди. Илмий тадқиқотлар шуни кўрсатмоқдаки, бу соҳадаги технологиялар тобора такомиллашиб бормоқда ва ҳар бир янги ёндашув инсоннинг физиологик эҳтиёжларига ва қулайлик даражасига мослашишга интилади. Трикотаж тўқимаси олишнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш, сифат кўрсаткичларини тадқиқ этиш, ассортимент турини кенгайтириш, ҳамда янги тузилишга эга бўлган трикотаж тўқималарини олиш усулини ишлаб чиқиш ҳисобига, трикотаж тўқима турларини ишлаб чиқиш тўқимачилик саноати олдида турган илмий-амалий муаммолардан биридир.

Юқоридаги омилларни амалга ошириш мақсадида иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарини олиш технологияси ишлаб чиқилди. Трикотаж тўқималари STOLL русумли ясси игнадонли трикотаж машиналарида полиакрилонитриль ипидан тўқиб олинди. Намуналар бир-биридан тўқима тузилиши ва раппорти (1-расм) билан фарқланади. Намуналарни олишда трикотаж машинаси игналарини ластикли тартибда жойлаштириш усули орқали, тўртта вариант ишлаб чиқарилди [6-9].



а б с д

1-расм. Иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарининг графикли ёзуви.

Тўқимачилик матолари ва бошқа турдаги маҳсулотларнинг сифатини баҳолаш, унинг сифат кўрсаткичларини аниқлаш ва ўлчаш ишлари бўйича олинган натижаларни ҳамда стандарт ва меъёрий-ҳужжатларга солиштирилгандаги баҳосига асосланган бўлади. Чунки, маҳсулот хоссаларини аниқлаш услублари асосан стандартлар ва бошқа меъёрий ҳужжатларда батафсил келтирилган бўлади. Тўқимачилик материалларнинг сифатини баҳолашнинг бир қанча услублари мавжуд [10-12].

Таҳлил натижаларига кўра ишлаб чиқарилган намуналарнинг сифат кўрсаткичлари турли вариантларда устуворликка эга бўлди. Натижада намуналар орасидан ҳом ашё сарфи кам ва энг яхши сифат кўрсаткичларига эга бўлган оптимал вариантни аниқлаш зарурати юзага келди. Трикотаж тўқималарининг энг яхши вариантларини аниқлаш учун тўқиманинг тузилиши ва хусусиятини шакллантирувчи бир қатор омилларни ҳисобга олиш лозим [13-15].

Шу боис, статистик маълумотларга ишлов бериш ҳамда олинган тажриба натижаларини ўзаро солиштириш мақсадида бўйлама нақшли трикотаж тўқима кўрсаткичларини комплекс баҳолаш усулидан фойдаланилди. Бунинг учун сифат кўрсаткичларни бир жойда мужассамлаштирган ҳамда сифат чегарасига эга бўлган диаграмма қурилди. Комплекс диаграмманинг ҳар бир ўқида бўйлама йўл-йўл нақшли пахта-ипакли трикотаж тўқималарини технологик кўрсаткичлари ва физик-механик хусусиятларини аниқлашдан олинган қийматлар жойлаштирилди (1-жадвал).

1-жадвал.

Иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарининг физик-механик ҳусусиятлари

Кўрсаткичлар		Вариантлар			
		I	II	III	IV
Иплар тури ва чизиқли зичлиги, текс		ПАН 56 tex x 3, 100%			
Ҳаво ўтказувчанлик В, cm^3/cm^2·сек		55,1	55,3	40,3	37,3
Ишқаланишга чидамлилик И, минг айл.		53,6	55,1	55,9	52,8
Узилиш кучи Р, Н	бўйи бўйича	605	802	829	775
	эни бўйича	590	735	945	925
Узилишдаги узайиш L, %	бўйи бўйича	30	26	24	28
	эни бўйича	56	52	47	55
6Н да чўзилиш, %	эни бўйича	17	12	10	15
Қайтмас деформация $\varepsilon_н$, %	бўйи бўйича	14	9	8	12
	эни бўйича	16	12	10	13
Қайтар деформация $\varepsilon_о$, %	бўйи бўйича	86	91	92	88
	эни бўйича	84	88	90	87
Киришиш К, %	бўйи бўйича	1	0	0	1
	эни бўйича	2	-1	0	1
Пиллингланиш, П, дона		3	2	2	3
Иссиқлик сақловчанлик R, %		48	53	53,5	49

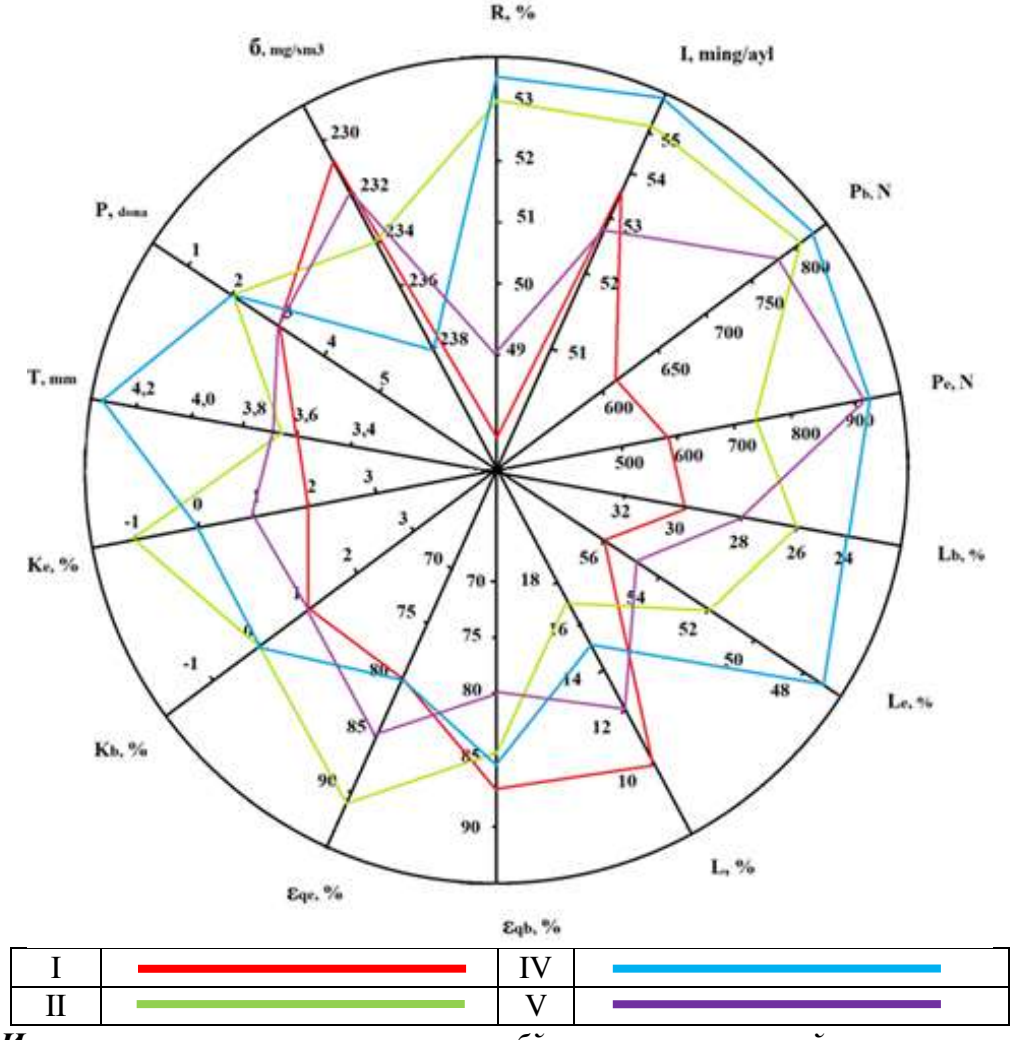
Иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарини физик-механик хусусиятлари тадқиқот натижалари таҳлилидан маълум бўлдики, бунда тўқималарни усули ва тузилишида қаторлар сонини тўқима раппортига қўшилиши, кимёвий хом ашёдан фойдаланилиши ва қаторлар орасини ҳалқалар билан тўлдирилиши ҳисобига трикотажни бўйи ва эни бўйича мустаҳкамлиги 27%дан 43,8%га, иссиқлик сақловчанлиги 10,2%, ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичини 5,5%га, деформация кўрсаткичларини 6,6% га яҳшиланган, хаво ўтказувчанлигини 32,5% га, узилишдаги узайиш ва киришувчанлик хусусиятларини 1,8%дан 20%гача, пиллингланиши 33%га камайтиришга эришилди.

Бунинг натижасида янги тузилишли иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифат кўрсаткичларини яхшилашга эришилди. Лекин, юқоридаги таҳлил натижалари асосида барча варинатларнинг сифат кўрсаткичлари талабларга жавоб бериши аниқланди. Бу эса, улар ичидан энг яхши вариантларни аниқлашда қийинчилик туғдиради. Бунинг учун, сифат кўрсаткичларини баҳолаш усулларидан фойдаланиш тавсия этилади [16-18].

Баҳолаш услуби – сифатнинг алоҳида кўрсаткичлари бўйича материални биргаликда баҳолаш ишлари баъзида материалнинг битта кўрсаткичида бир қанча комплекс асосий хоссаларини умумий баҳолаш кераклигини келтириб чиқаради.

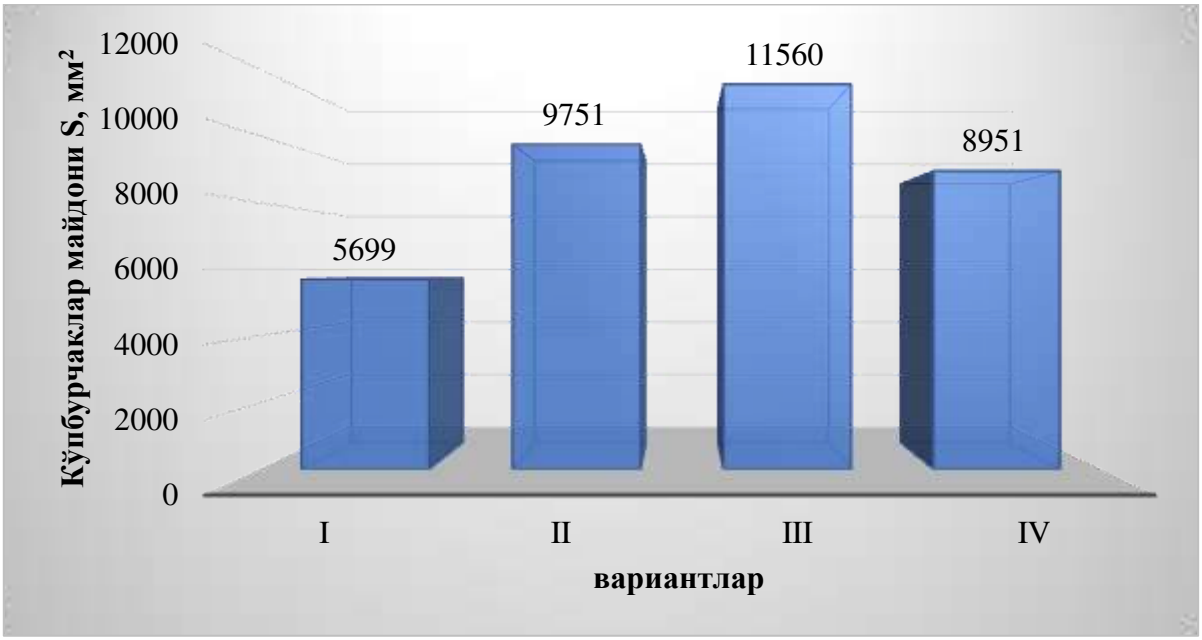
Олинган натижаларга ишлов бериш учун иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималари ичидан энг яхши намуналарни аниқлаш мақсадида айнан сифат кўрсаткичларини комплекс баҳолаш усулидан фойдаланилди [19,20].

Диаграмма трикотаж матолар сифати таҳлил натижаларининг график тасвирларини ўзида номоён қилади. Комплексли диаграмма графиги шундай тарзда қуриладики, бунда унинг энг катта контури ишлаб чиқарилган трикотаж матоларининг энг яхши сифат кўрсаткичларини кўрсатади, яъни қанчалик контур ташқи томонга яқин бўлса, трикотаж матолари шунчалик юқори сифат кўрсаткичларига эга ва шунчалик улар қўйилган талабларга яқин бўлади. Олинган трикотаж тўқималарнинг кўрсаткичлари сони ва физик механик хусусиятларини тақсимлашда матонинг вазифаси, кўрсаткичларнинг ўрнатилган нормалар ва берилган талабларга мувофиқлиги ҳисобга олинади.



2-расм. Иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифат кўрсаткичларини комплекс баҳолаш диаграммаси

Комплекс баҳолашда дастлаб сифат диаграммаси қурилади ва ундаги ҳар бир ўққа сифат хусусиятлари жойлаштирилиб, уларга мос бўлган қийматларни ўзаро боғлаш орқали юзалар ҳосил қиилинади ва кўпбурчаклар майдони ҳисобланади. Мазкур диаграмма тўртта вариантдаги трикотаж тўқима намуналарининг сифат кўрсаткичлари қиёсий таҳлил асосида амалга оширилган. 2-расмда ишлаб чиқарилган намуналарининг сифат кўрсаткичларини комплексли баҳолаш диаграммаси, 3-расмда эса, сифатни баҳолаш гистограммаси келтирилган. Юқорида комплекс баҳолаш диаграммаси келтирилган. Комплекс баҳолаш диаграммасидан олинган қийматлар қиёсий гистограмма орқали ифода этилди.



3-расм. Иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифат кўрсаткичларини қиёсий таққослаш гистограммаси

Иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг комплекс баҳолаш диаграммаси ва қиёсий таққослаш гистограммалари таҳлилидан маълум бўлдики, 56 тех х 3 чизиқли зичликка эга бўлган полиакрилонитрил ҳом ашёсидан олинган трикотаж тўқималарининг энг катта кўрсаткичлари II, III, IV вариантларда қайд этилди ва бу энг кичик қийматга эга бўлган I вариант 5699mm^2 қийматига нисбатан (II-вариантда 9751 mm^2, III-вариантда 11560 mm^2, IV-вариантда 8951 mm^2) мос равишда 41,5%, 50,7% ва 36,3% га юқорилиги билан эътиборлидир. Энг яхши вариантлар сифатида ҳам барча сифат кўрсаткичлари талабларга жавоб берган II, III ва IV вариантлар ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

Намуналардан трикотаж корҳоналарида кенг миқёсида фойдаланиб, эркаклар учун иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган махсулот турларини кенгайтиришда фойдаланиш тавсия этилади.

Адабиётлар рўйҳати:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 01.05.2024 йилдаги ПФ-71-сон “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини ривожлантиришни янги босқичга олиб чиқиш чора-тадбирлари тўғрисида” ги фармони.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 28.01.2022 йилдаги ПФ-60-сон “2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида” ги Фармони.
3. Shigeru KAWASAKI. Statistical handbook of Japan. – Statistics Bureau Ministry of Internal Affairs and Communications Japan: - Statistical Research and Training Institute, 2007. 209 p.
4. http://www.knittingmachine.com.tw

5. W. Chen, M. He, M. Zhang, Z. Tang. Wearing performances of floret silk / cotton blended sports socks. // “Advanced Materials Research”. Volume. 2011. —284-287 p.p.
6. Musaev N. et al. Research of pattern cotton-silk knitting fabrics //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – Т. 3045. – №. 1, 030079.
7. Мусаев Н. М., Мусаева М. М., Мукимов М. М. Исследование физико-механических свойств нового рисунчатого хлопко-шелкового трикотажа //Universum: технические науки. – 2022. – №. 9-2 (102). – С. 47-50.
8. Мусаев Н., Турдиев И., Мукимов М. М. Исследование технологических параметров хлопко-шелкового трикотажа //ББК 1 А28. – 2019. – С. 53.
9. Мусаев Н. М., Маликов Б., Мукимов М. М. Разработка новых видов рисунчатого трикотажа //Advances in Science and Technology. – 2019. – С. 59-60.
10. Мусаев Н. М., Гуляева Г. Х., Мукимов М. М. исследование технологических параметров рисунчатого хлопко-шелкового трикотажа //Universum: технические науки. – 2022. – №. 9-2 (102). – С. 42-46.
11. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. М. Легпромбытиздат, 1991г. –с. 480.
12. Торкунова З.А. Испытания трикотажа. -М.: Легкая индустрия, 1975 г. -224 с.
5. Шустов Ю.С.Основы текстильного материаловедения.М.:ООО«Совъяж Бево»2007г.-300 с.
13. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. (Исходные текстильные материалы) М.: Легпромбытиздат. 1985. -С. 132-147.
14. Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению. 2-е изд. М.: Легпромбытиздат. 1986. -С. 232-245.
15. Ahmed, S., & Khan, T. Thermal and Moisture Management Properties of Knitted Fabrics for Skin-Contact Workwear. Journal of Industrial Textiles. (2023). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4033354984.
16. Zhang Y., Wang L. Smart Textiles for Thermal Regulation. – Cham: Springer, 2021. – 224 с.
17. Мусаев Н.М., Мирусманов Б.Ф., Каримов С., Мукимов М.М. Комплексная оценка качества новых структур рисунчатого трикотажа. // XXIII международная научно-практическая конференция. «Advances in science and technology» Москва, 15-сентябр. 2019. -С. 57-58.
18. Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Комплексная оценка рисунчатого трикотажного полотна, выработанного из хлопчатобумажной и шелковой пряжи. // «Дизайн. Материалы. Технология». Москва. №1, (57). 2020 г. -С. 83-87.
19. Умарова М.И., Исабоев А.Э., Мирусманов Б. Ф., Муқимов М.М. Комплексная оценка качества хлопко-шёлкового плюшевого трикотажа. // «Инфотекстиль-2005 мавзусидаги Ҳалқаро илмий-амалий анжуман материаллари».-Тошкент, 2005 й. -С. 318-320.
20. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. М., 2007. -С. 20-23.

УДК 687.1.016.5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ПРОВЕДЕННЫХ ПРИ СОЗДАНИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПРЯДЕЛЬЩИКОВ

Ходжаева М.Э., Гафурова Н.Т.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье приведены научные работы по данному направлению. Приведены заключения по систематизации и анализу данных при проектировании специальной одежды для прядильщиков. Целью данной статьи является проведение литературного обзора научных исследований и формирование классификации спецодежды.*

Ключевые слова: *формирование, классификация, исследование, спецодежда, анализ, проектирование, прядение.*

YIGIRUVCHILAR UCHUN MAXSUS KIYIM YARATISHDA O‘TKAZILGAN TAJRIBALARNI MATEMATIK REJALASHTIRISH VA RATSIONAL QIYMATLARINI ANIQLASH

Xo‘jayeva M.E., Gafurova N.T.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annatotsiya. *Ushbu maqolada ushbu sohadagi ilmiy maqolalar keltirilgan. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyimlarni loyihalash bo‘yicha ma’lumotlarni tizimlashtirish va tahlil qilish bo‘yicha xulosalar keltirilgan. Ushbu maqolaning maqsadi ilmiy tadqiqotlar bo‘yicha adabiyotlarni tahlil qilish va maxsus kiyimlar tasnifini ishlab chiqishdir.*

Kalit so‘zlar: *shakllantirish, tasniflash, tadqiqot, ish kiyimlari, tahlil qilish, loyihalash, yigiruv.*

MATHEMATICAL PLANNING AND DETERMINATION OF RATIONAL VALUES OF EXPERIMENTS CONDUCTED IN CREATING SPECIAL C LOTHING FOR SPINNERS

Khojayeva M.E., Gafurova N.T.
Bukhara state technical university.

Abstract. *The article presents scientific works in this area. Conclusions are given on the systematization and analysis of data when designing special clothing for spinners. The purpose of this article is to conduct a literary review of scientific research and to form a classification of workwear.*

Key words: *formation, classification, research, workwear, analysis, design, spinning.*

Как правило, экспериментальные или теоретические исследования направлены на определение оптимальных значений параметров, влияющих на изучаемый процесс. Поэтому важно глубоко изучить процесс и правильно выбрать влияющие параметры.

В экспериментальных исследованиях важными характеристиками технологических процессов часто являются случайные величины, распределение которых близко к нормальному. Поэтому для сокращения объёма проводимых экспериментальных исследований целесообразно использовать метод математического планирования эксперимента [1-3].

Исходя из вышеизложенного, при проведении полных факторных экспериментов по изучению изучаемого процесса выбираем следующие входные факторы: X_1 – дополнительная прибавка на обхват грудной клетки , см ; X_2 - припуск на глубину рукава, см; X_3 - припуск на ширину рукава, см.

В качестве выходных факторов приняты Y_1 - диапазон свободы движения рук человека, надевающего одежду, градусы; Y_2 - степень смещения линии талии при подъеме рук вверх, см (таблица 1) .

Таблица 1

Степень и интервалы изменчивости факторов

Имя фактора	Кодированный символ	Истинное значение фактора			Интервал изменения
		-1	0	+1	
Доплата за обхват груди, см	X_1	6	14	22	8
Доброе утро кость до глубины доплата , см	X_2	1.5	4	6.5	2.5
Доброе утро дополнительная надбавка на свободу , см	X_3	2	7	12	5

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории Бухарского государственного технического университета. Согласно разработанной матрице экспериментального плана для проведения экспериментов, испытания были повторены трижды при каждом условии. В этом случае количество экспериментов

$$N = m^k = 2^3 = 8, \qquad (1)$$

где: N – количество экспериментов; m – количество уровней каждого фактора; k – количество факторов.

Учитывая количество повторений R =3, общее количество экспериментов

$$N \cdot P = 8 \cdot 3 = 24 .$$

Результаты и отклонения экспериментальных исследований выходного фактора представлены в таблице 2.

Таблица 2

Диапазон свободы движения рук пользователя

Нет.	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	$\overline{Y}$	C^2 { Й }
1	+	+	+	120	100	90	103	233,5
2	-	+	+	75	90	110	91	309
3	+	-	+	100	60	120	93	933.5
4	-	-	+	60	75	110	81	659
5	+	+	-	100	110	90	100	100
6	-	+	-	60	90	60	70	300
7	+	-	-	90	75	60	75	225
8	-	-	-	60	75	75	70	75
Общий							**68 3**	**2835**

Таблица 3

Степень смещения линии талии при подъеме рук вверх

Нет.	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	$\overline{Y}$	C^2 { Й }
1	+	+	+	26	20	21	22.3	10.3
2	-	+	+	25	20	18	21	13
3	+	-	+	22	15	12	16.3	26.3
4	-	-	+	11	16	25	17.3	50.3
5	+	+	-	21	18	25	21.3	12.3
6	-	+	-	11	17	15	14.3	9.3
7	+	-	-	20	25	20	21.6	8.3
8	-	-	-	15	17	21	17.6	9.3
Общий							**152**	**139.3**

[102], вычисленное значение критерия Кокрейна сравнивается со значением, выбранным из таблицы. При этом $G_x > G_{жад}$ должно выполняться условие: значение критерия Кокрейна, выбранное из таблицы, равно следующему на уровне 0,5%

$$G_{жад} = \{f_1 = N = 8,\ f_2 = m-1 = 3-1 = 2\} = 0{,}5157 . \qquad (5)$$

На следующем этапе мы строим уравнение регрессии и определяем коэффициенты регрессии.

Уравнение регрессии будет выглядеть так:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 . \quad (6)$$

Y_1 - без, то уравнения регрессии запишем следующим образом

$$Y = 85{,}3 + 7{,}3X_1 + 5{,}6X_2 + 6{,}6X_3 + 3{,}1X_1X_2 - 1{,}3X_1X_3 - 0{,}6X_2X_3$$

Y_2 - без, то уравнения регрессии запишем следующим образом

$$Y = 18{,}9 + 0{,}9X_1 + 0{,}76X_2 + 0{,}26X_3 + 0{,}66X_1X_2 - 1{,}3X_1X_3 + 1{,}6X_2X_3$$

После этого была проведена проверка уравнения регрессии Y1 на адекватность по критерию Фишера согласно [101 ;27-с.,2;86-87-с.]. Рассчитанное значение критерия Фишера выразим следующим образом:

$$F_x = \frac{S_{ad}^2}{S_Y^2}. \quad (13)$$

где $N - M \rangle 0 -$ S_{ad}^2 дисперсия адекватности; M – число значимых коэффициентов.

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{N-k-1} \cdot \sum_{i=1}^{N} (\overline{Y_i} - Y_{Ri})^2 , \quad (14)$$

Определяем численное значение дисперсии адекватности

$$S_{ad}^2(Y) = \frac{388,28}{8-3-1} = 97,04$$

$$S_{ad}^2(Y) = \frac{101,21}{8-3-1} = 25,3$$

Определяем расчетное значение критерия Фишера

$$F_x = \frac{97,04}{354,3} = 0,27$$

$$F_x = \frac{25,3}{17,4} = 1,4$$

При сравнении расчетного значения $F_{ж} \rangle F_x$ критерия Фишера $F_{ж}$ со значением в таблице F_x условие было выполнено и определена адекватность модели.

Каждый коэффициент регрессии в уравнении регрессии имеет большое значение для описания фактора выхода .

Если значение коэффициента регрессии для входного фактора, участвующего в уравнении регрессии, велико, то этот фактор оказывает большое влияние на выходной фактор, и наоборот, его влияние мало. Знаки перед коэффициентами указывают на характер их влияния: если (+) положительный, то влияние выходного фактора положительно, если (-) отрицательный, то оно отрицательно.

В математическую модель процесса включены только значимые коэффициенты. Эксперименты проводились на кожевенных полуфабрикатах. Таким образом, система уравнений, полученная в результате обработки данных с помощью программы EXCEL, выглядит следующим образом:

$$Y = 85,3 + 7,3X_1 + 5,6X_2 + 6,6X_3 + 3,1X_1X_2 - 1,3X_1X_3 - 0,6X_2X_3$$

Математический расчет полученных уравнений показал, что модель хорошо согласуется с экспериментальными результатами.

Суть коэффициентов регрессии в моделях заключается в характеристике вклада соответствующего фактора в значение выходного параметра при переходе фактора с базового уровня на более низкий или более высокий. Вклад фактора в значение выходного параметра при переходе с более низкого уровня на более высокий называется эффективностью фактора. Чем больше коэффициент регрессии, тем выше эффективность данного фактора, то есть тем сильнее влияние фактора на выходной параметр. Таким образом, в моделях по значению коэффициентов регрессии факторы сортируются по влиянию u_1 , u_2 , u_3 .

Знак перед коэффициентом регрессии определяет характер влияния фактора на u. Факторы с положительным знаком (+) увеличивают величину выходного параметра, а со знаком (–) – уменьшают.

Влияние входных факторов на исследуемый фактор, а именно диапазон свободы движения рук одетого человека и степень смещения линии талии при поднятии рук вверх,

показано через дополнительную прибавку на обхват груди (X_1), дополнительную прибавку на глубину рукава (X_2) , дополнительную прибавку на ширину рукава (X_3), а также взаимодействием факторов (X_1X_3 , X_2X_3 , $X_1X_2X_3$) .

Для исследования этих взаимосвязей был проведен численный расчет кривой для различных значений основных факторов по уравнению регрессии.

После обработки результаты расчётов были представлены в виде графика зависимости диапазона свободы движения рук одетого человека (рис. 1). На рисунке представлена зависимость диапазона свободы движения рук одетого человека от угла наклона руки, представленного тремя прямыми $y=y(x)$. Первая кривая находится в минимуме, вторая и третья – в промежуточной точке, четвёртая – *в точке* X_2 и X соответствует максимальному значению из 3 факторов.

На рисунке 1 видно, что влияние дополнительного припуска на обхват груди на диапазон свободы движения рук носителя заключается в том, что свобода движения рук изделия увеличивается с 73,2 (градуса) до 91,7 (градуса) в первой строке, с 71,7 (градуса) до 86,7 (градуса) во второй промежуточной строке и с 70 (градуса) до 81,7 (градуса) в третьей строке.

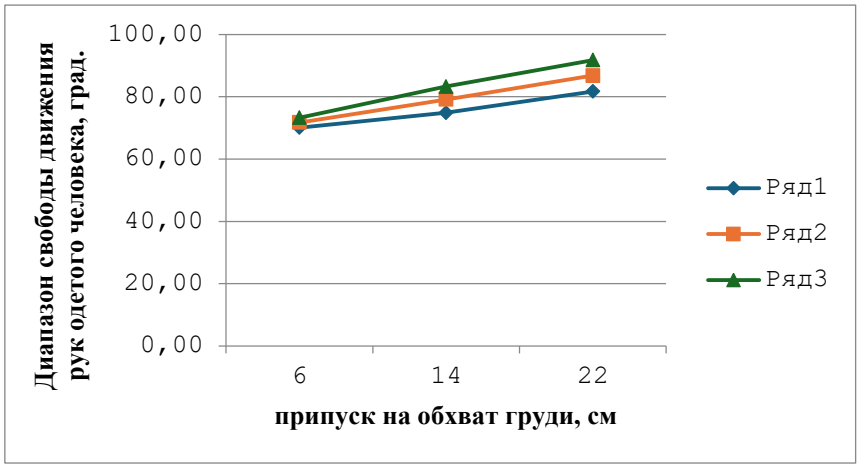


Рисунок 1. График зависимости дополнительной прибавки к обхвату груди от величины свободы движения рук одетого человека

На рисунке 2 видно, что влияние дополнительного припуска на глубину рукава на диапазон свободы движения рук пользователя увеличивается с 70 (градусов) до 90 (градусов) в первой строке, с 70 (градусов) до 87,7 (градусов) во второй промежуточной строке и с 70 (градусов) до 83,6 (градусов) в третьей строке.

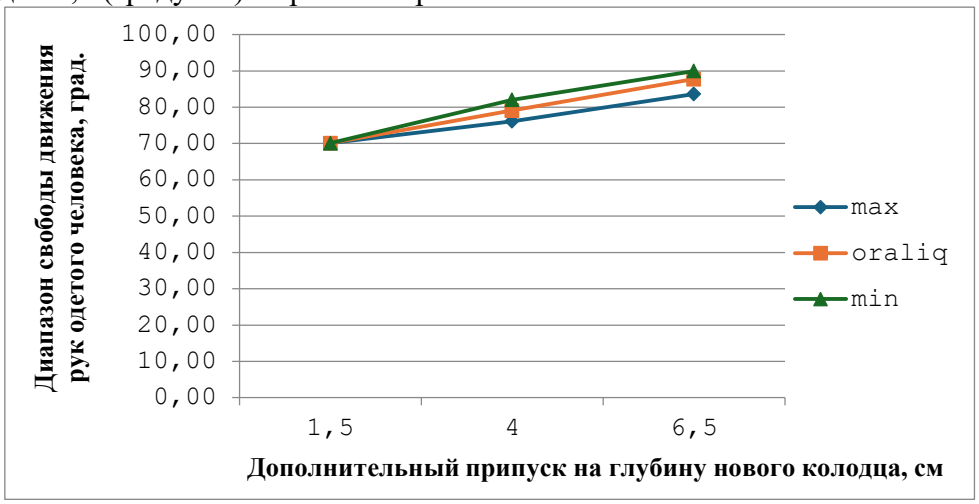


Рисунок 2. Припуск на глубину манжеты рукава влияет на свободу движения рук пользователя. график зависимости

На рисунке 3 видно, что влияние дополнительного припуска на ширину рукава на диапазон свободы движения рук пользователя увеличивает свободу движения изделия с 77 (градусов) до 95 (градусов) в первой строке, с 77,7 (градусов) до 88 (градусов) во второй промежуточной строке и с 70 (градусов) до 84 (градусов) в третьей строке.

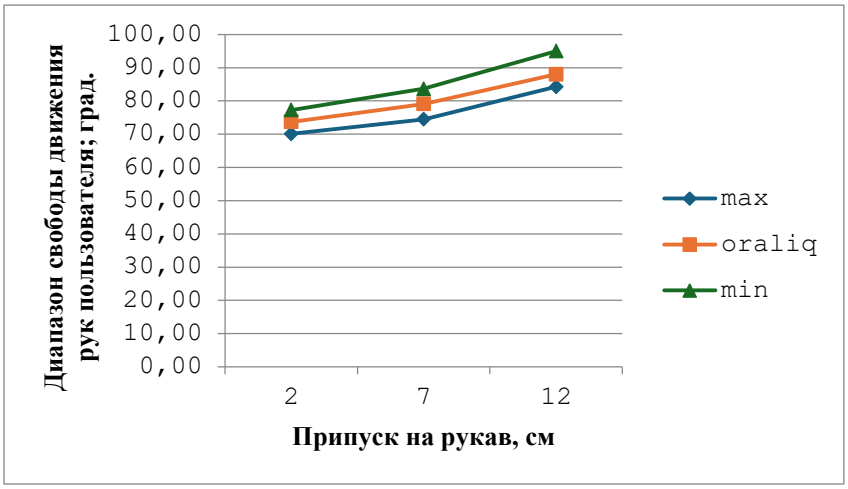


Рисунок 3. График зависимости припуска на ширину рукава от величины свободы движения рук человека, его носящего.

Заключение: Проведенные теоретические исследования показали, что основной проблемой при проведении полного факторного эксперимента является определение влияния входных факторов на выходной. Все вышеперечисленные параметры и их соотношения влияют на диапазон свободы движения рук одетого человека.

Влияние припуска на ширину рукава на свободу движения рук пользователя: X_1 – дополнительная прибавка на обхват груди – 6 см; X_2 – дополнительный припуск на глубину рукава – 1,5 см; X_3 – рукав дополнительная надбавка за свободу – 2 см.

Диапазон свободы движения рук одетого человека при заданных значениях факторов На 95 (градусов) (17,8 см) выше.

Степень смещения линии талии при подъеме рук вверх

$$Y = 18{,}9 + 0{,}9X_1 + 0{,}76X_2 + 0{,}26X_3 + 0{,}66X_1X_2 - 1{,}3X_1X_3 + 1{,}6X_2X_3$$

На рисунке 4 первая кривая, т.е. при минимальном значении основного фактора 20 см с 22 увеличился до см, при среднем значении 18,9 см увеличился до 19,1 см . В третьих кривых он увеличился с 18 см до 18,7 см соответственно.

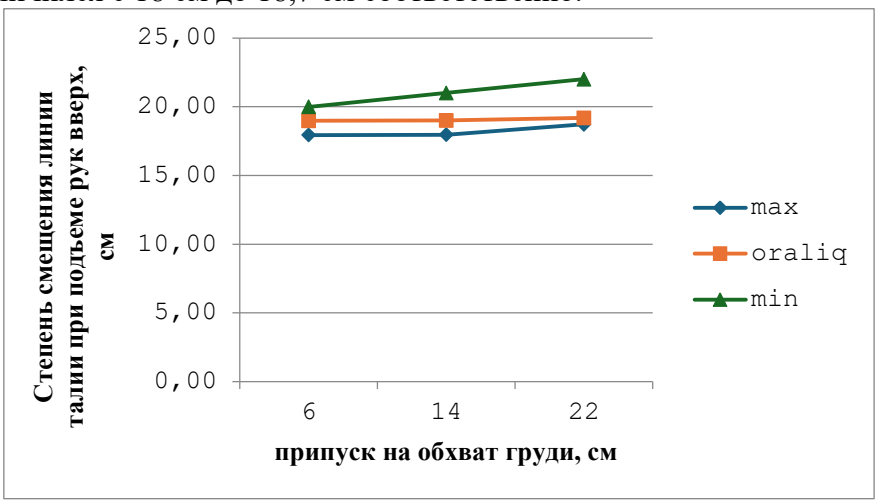


Рисунок 4. График зависимости величины дополнительной прибавки к обхвату груди от степени смещения линии талии при подъеме рук вверх

На рисунке 5 первая кривая, т.е. минимальное значение основного фактора, увеличилось с 17,5 см до 20 см, а среднее значение увеличилось с 17 см до 18,5 см. На третьих кривых соответственно оно увеличилось с 16 см до 19,5 см.

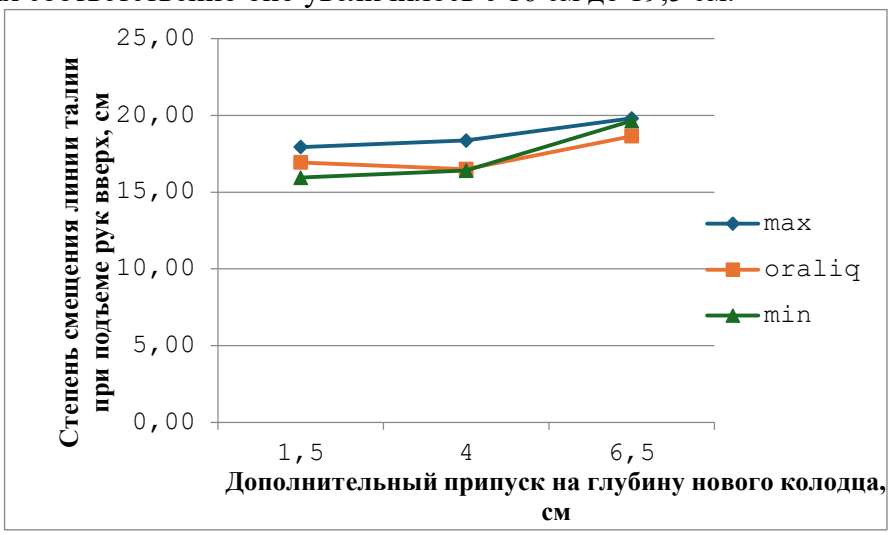


Рисунок 5. График зависимости величины дополнительного припуска на глубину рукава от степени смещения линии талии при подъеме рук вверх

На рисунке 6 первая кривая, т.е. минимальное значение основного фактора, увеличилось с 17,8 см до 19,5 см, а среднее значение увеличилось с 18 см до 19,4 см. На третьих кривых соответственно оно увеличилось с 18 см до 19 см .

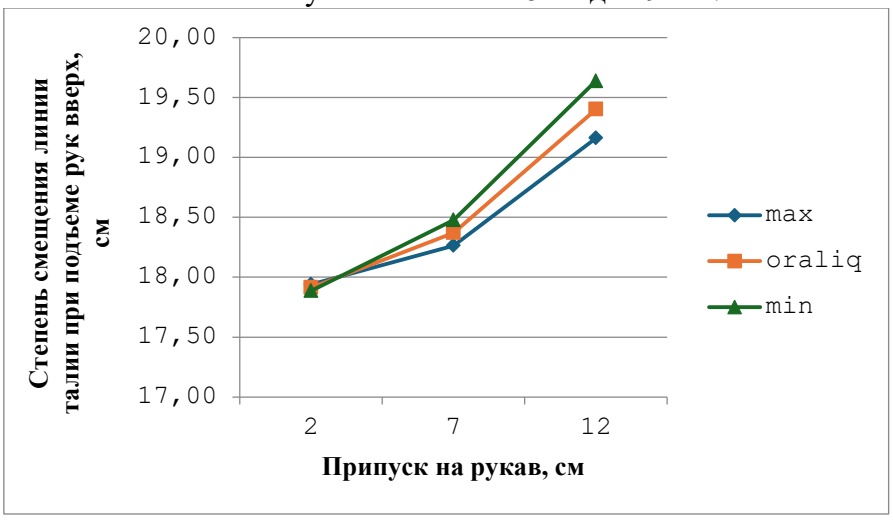


Рисунок 6. График зависимости величины дополнительного припуска на свободу рукава от степени смещения линии талии при подъеме рук вверх

Проведенные теоретические исследования показали, что основной проблемой при проведении полного факторного эксперимента является определение влияния входных факторов на выходной. Все вышеперечисленные параметры и их соотношения влияют на диапазон свободы движения рук одетого человека. Влияние припуска на глубину рукава на степень смещения линии талии при подъеме рук вверх: X_1 – дополнительная прибавка на обхват груди – 14 см; X_2 – дополнительный припуск на глубину рукава – 4 см; X_3 – рукав дополнительная надбавка за свободу – 7 см. При заданных значениях факторов смещение линии талии больше на 3,5 см при увеличении значений q .

Заключение

1. Теоретические исследования показали, что основной проблемой при проведении полного факторного эксперимента является определение влияния входных факторов на выходной.

Все вышеперечисленные параметры и их соотношения влияют на диапазон свободы движения рук одетого человека.

2. Спецодежду для прядильщиц испытывали в реальных условиях на Бухарском хлопчатобумажном текстильном комбинате, ООО «Арк Эко Текстиль» и ООО «Реал Текс Каракуль» в г. Бухаре в течение 6, 10 и 12 месяцев и изучали изменение свойств спецодежды и ее материала после эксплуатации.
3. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения в производство разработанной специальной одежды для инкассаторов за счет разработанного конструктивного решения, экономичной компоновки габаритов и применения унифицированных деталей составил 54 116 320 тыс. сум чистой прибыли.

Литература

1. Абдуллаев А.М. Активизация внешне экономических связей на основе инновационного развития. 160 с. ISBN 978-613-9-88371-4. 2018.
2. Khujayeva Malika, Gafurova Nigora. Optimization and based on quality indicators in laser decorative work on clothing. IV international conference on advances in materials, earth science and technology Camstech-IV-2024.
3. Khujayeva Malika, Gafurova Nigora. Selection and justification of cloth for the development of a set of special clothing for spinners. Modern Innovations, System and technologies, 2025-y 5(1), 2061-2065. eISSN:2782-2818. https://doi.org/10.47813/2782-2818-2025-5-1-2061-2065. https://www.oajmist.com.

TURLI O‘RILISHLI IKKI QATLAMLI KO‘YLAKBOP MATOLAR OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

[1]Toshpulotov L.I., [2]Xamrayeva S.A.

[1]Buxoro davlat texnika universiteti, [2]Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti.

Annotatsiya. *Maqolada ko‘ylak va ro‘mol mahsulotlari uchun mo‘ljallangan turli xil o‘rilishdagi yengil ikki qatlamli matolarni ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish ko‘rib chiqilgan. To‘qimalar (polotno, satin va atlas) tahlili o‘tkazildi, havoning ikki qatlamli tuzilmalardan o‘tish modeli yaratildi, xomashyoni tanlash va ishlab chiqarishning texnologik zanjirining optimal parametrlari aniqlandi. To‘qimalarning fizik-mexanik va gigiyenik xususiyatlariga, jumladan, havo o‘tkazuvchanligi va gigroskopikligiga e’tibor qaratilgan. Nazariy va eksperimental ma’lumotlarning qiyosiy tahlili taklif etilgan texnologiyaning samaradorligini tasdiqladi, bu esa to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishni optimallashtirish va sifatini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *ikki qatlamli gazlama, o‘rilish, ko‘ylakbop gazlamalar, havo o‘tkazuvchanlik, gigroskopiklik, paxta.*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАТЬЕВЫХ ТКАНЕЙ РАЗЛИЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

[1]Тошпулотов Л.И., [2]Хамраева С.А.

[1]Бухарский государственный технический университет,
[2]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности.

Аннотация. *В статье рассматривается разработка технологии производства легких двухслойных тканей различного переплетения, предназначенных для изделий из платьев и платков. Проведен анализ тканей (полотна, сатина и атласа), создана модель прохождения воздуха через двухслойные структуры, определены оптимальные параметры выбора сырья и технологической цепочки производства. Уделено внимание физико-механическим и гигиеническим свойствам тканей, включая их воздухопроницаемость и гигроскопичность. Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных данных подтвердил эффективность предложенной технологии, что имеет практическое значение для оптимизации производства и повышения качества текстильной продукции.*

Ключевые слова*: двухслойная ткань, переплетение, платьевые ткани, воздухопроницаемость, гигроскопичность, хлопок.*

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING TWO-LAYER DRESS WORKS WITH DIFFERENT WEAVINGS

[1]Toshpulotov L.I., [2]Xamrayeva S.A.

[1]Bukhara state technical university, [2]Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract. *The article examines the development of a technology for producing lightweight double-layered fabrics of various weaves intended for dress and handkerchief products. Analysis of fabrics (fabric, satin, and atlas) was conducted, a model of air passage through two-layer structures was created, and optimal parameters for selecting raw materials and the production chain were determined. Attention was paid to the physical-mechanical and hygienic properties of fabrics, including their air permeability and hygroscopicity. Comparative analysis of theoretical and experimental data confirmed the effectiveness of the proposed technology, which has practical significance for optimizing production and improving the quality of textile products.*

Keywords: *double-layered fabric, weave, dress fabrics, air permeability, hygroscopicity, cotton.*

To‘qimachilik sohasida yangi avlod yengil, qulay va estetik matolarni ishlab chiqishga qaratilgan innovatsion yo‘nalish hisoblanadi. Zamonaviy to‘qimachilik sanoatida funksional va ko‘p vazifali matolarga bo‘lgan ehtiyoj ortmoqda. Ko‘ylak va bosh ro‘mol mahsulotlari uchun talab: yengillik, havo o‘tkazuvchanlik, yumshoqlik va terida qulay tuyulishi, chiroyli tuzilishi va estetik jihatlarni o‘z ichiga oladi [1].

Turli o‘rilishli, ikki qatlamli yengil matolarni olish texnologiyasini ishlab chiqishdan maqsad, uni ko‘ylak hamda donali mahsulotlari uchun moslashtirish.

Turli o‘rilish asosidagi ikki qatlamli yengil matolarni olish texnologiyasini ishlab chiqish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

-qo‘llaniladigan o‘rilish turlarini tahlil qilish (polotno, satin va atlas o‘rilishlari asosida ikki qatlamni hosil qilish, 1-4-rasmlarda keltirilgan);

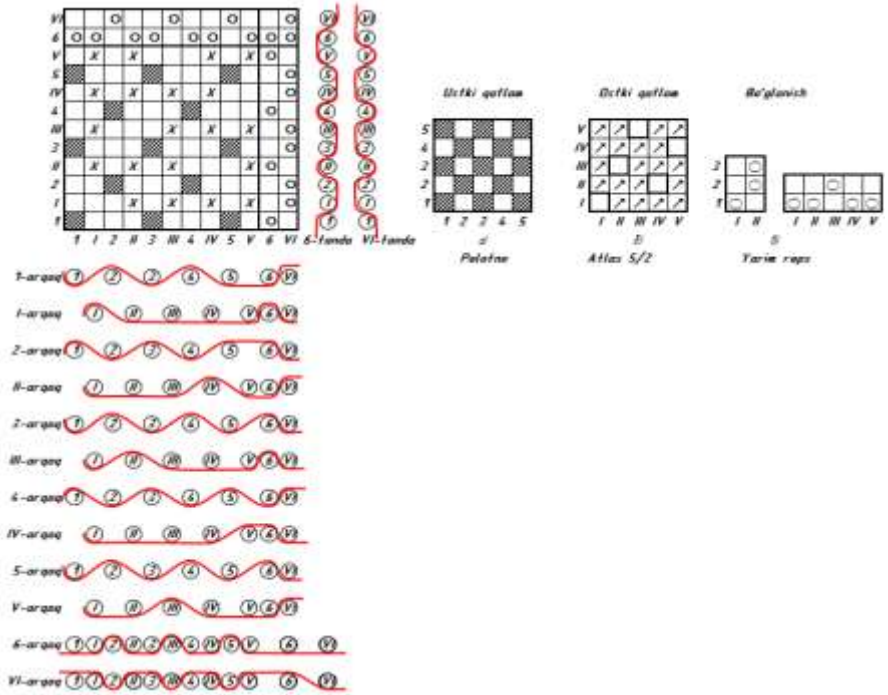
- ikki qatlamli matolardan havoning o‘tish modelini yaratish;

- teri bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri kontaktda bo‘ladigan quyi qatlam uchun tabiiy xomashyo tanlash, 100% paxta;

- ustki qatlam uchun havo o‘tkazuvchanligi yuqori bo‘lgan va hajm berish xususiyatiga ega tolalarni tanlash, 100% paxta tanlandi;

- to‘qish texnologik zanjirini tuzish va ishlab chiqarish sharoitida namuna olish;

- matolarning fizik-mexanik va gigienik xususiyatlarini sinovdan o‘tkazishda baholash.

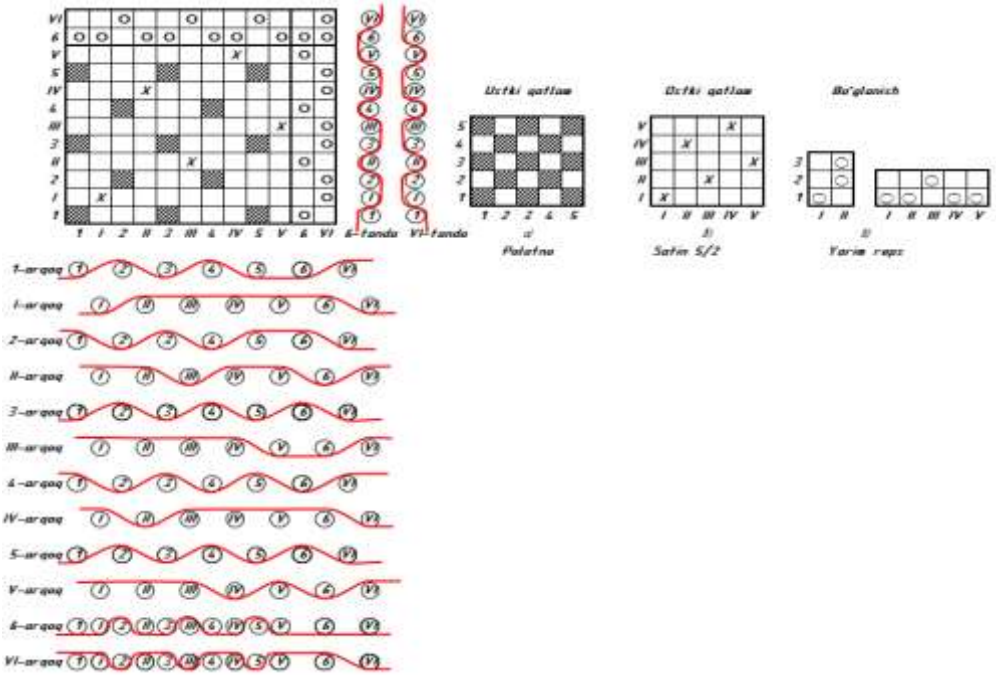


1-rasm. Ustki qatlami polotno va ostki qatlami atlas 5/2 o‘rilishi asosida bog‘lovchi o‘rilishi yarim reps bo‘lgan ikki qatlamli matoning o‘rilish sxemasi.

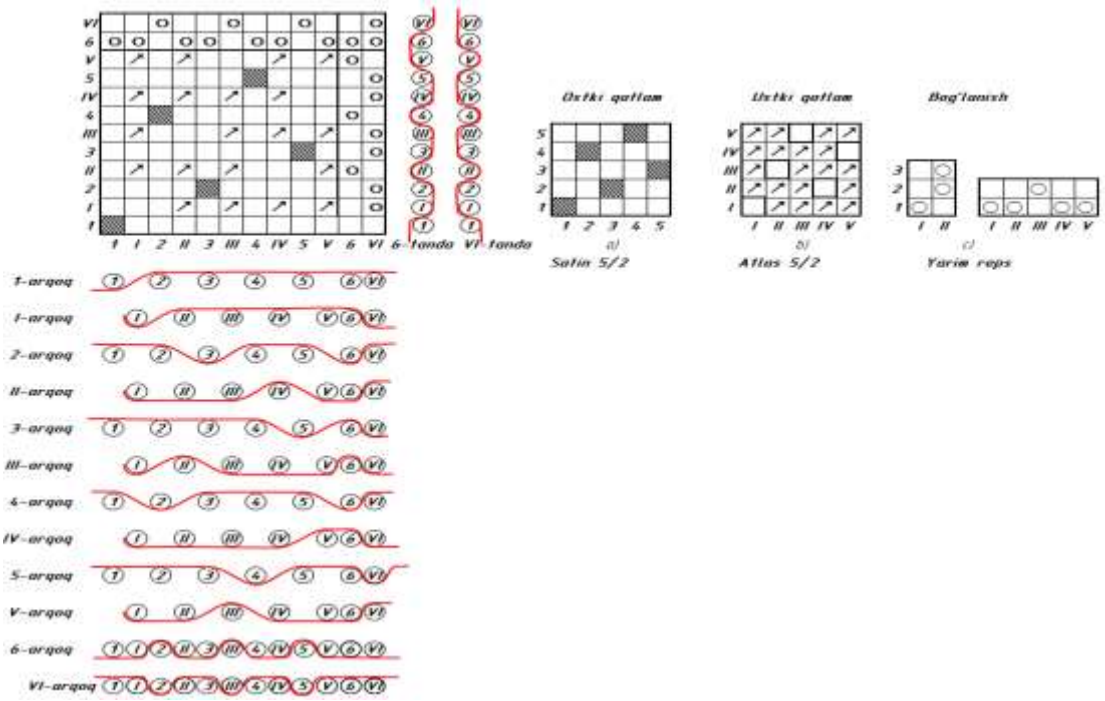
1-jadval. Ikki qatlamli mato tuzilishi

Qatlam	O‘rilish turi	Xomashyo	Vazifasi
Yuqori qatlam	Polotno	Paxta	Barqarorlik, forma saqlash, estetik
Quyi qatlam	Satin, atlas, polotno	Paxta	Terida qulay tuyulishi, gigienik
Bog‘lovchi iplar	Yarim reps	Paxta	Qatlamlar birligi va harakatga bardoshlilik

1. Polotno, satin va atlas o‘rilishlari asosida ikki qatlamli matoni o‘rilishi 1-jadvalga mos ravishda loyihalandi va o‘rilish sxemalari 1-4-rasmlarda keltirilgan.



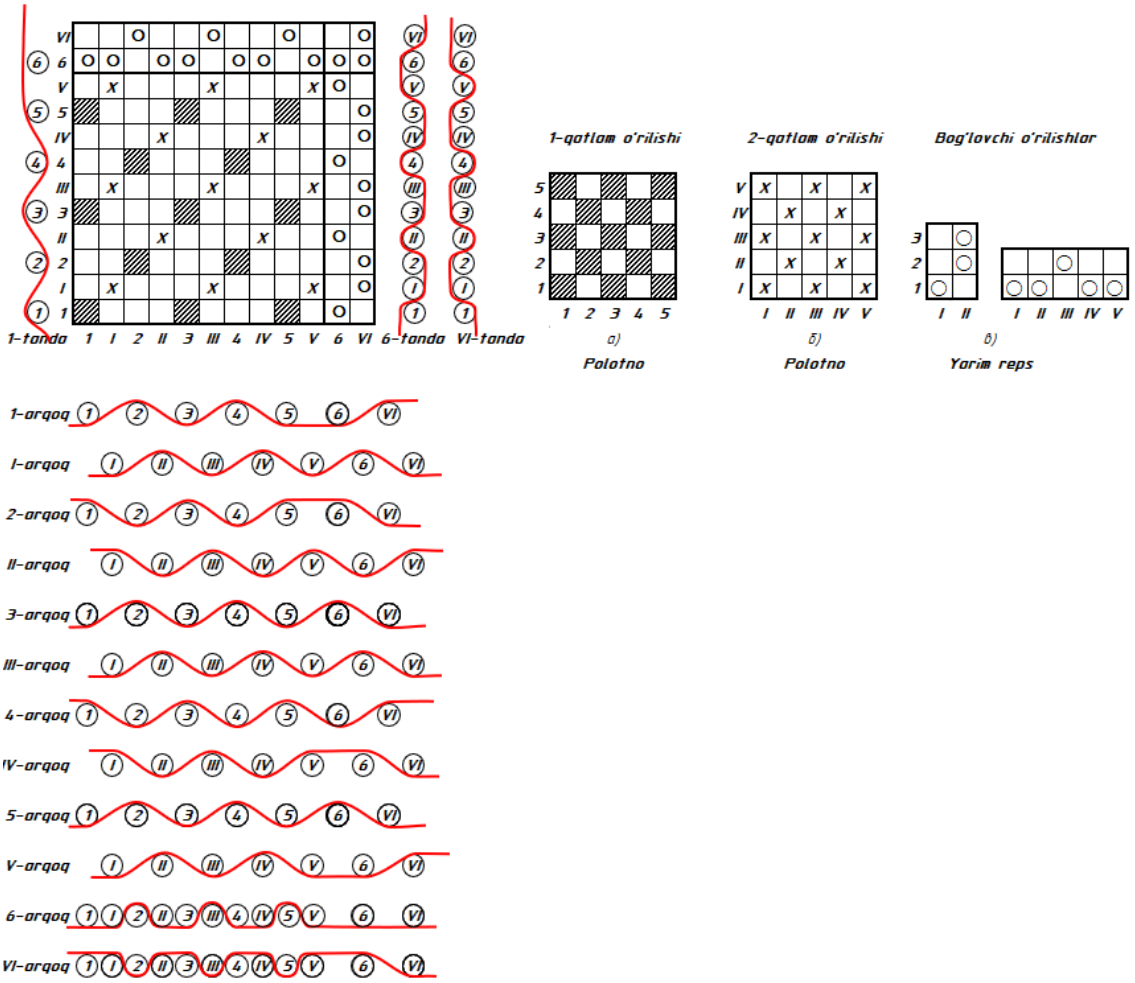
2-rasm. Ustki qatlami polotno va ostki qatlami satin 5/2 o‘rilishi asosida bog‘lovchi o‘rilishi yarim reps bo‘lgan ikki qatlamli matoning o‘rilish sxemasi.



3-rasm. Ustki qatlami atlas 5/2 va ostki qatlami satin 5/2 o‘rilishi asosida bog‘lovchi o‘rilishi yarim reps bo‘lgan ikki qatlamli matoning o‘rilish sxemasi.

Ustki qatlami polotno va ostki qatlami satin 5/2 va atlas 5/2 o‘rilishlari asosida bog‘lovchi o‘rilishi yarim reps bo‘lgan ikki qatlamli matoning ichki qatlami atlas o‘rilishi evaziga tanda qoplamlarining oshishi matoga yumshoqlik xususiyatini oshiradi, bu esa issiq iqlim sharoitlarida qulaylik yaratadi, lekin yuvish jarayonida iplarning siljishi natijasida matoning shakli buziladi va tovar ko‘rinishining o‘zgarishiga olib keladi. Bu o‘rilishdagi matoni ko‘ylak, bosh ro‘moli, qo‘l ro‘molchasiga nisbatan matoli salfetka va tibbiyot niqoblari tayyorlashda keng qo‘llash tavsiya etiladi [2].

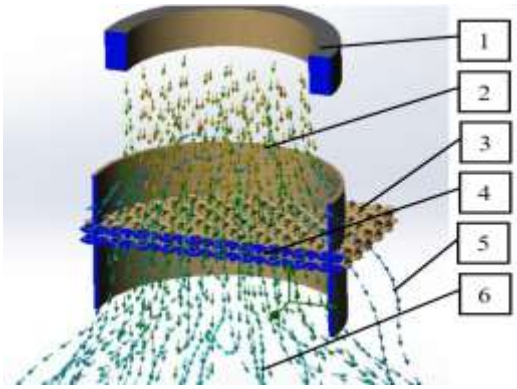
4-ramda ustki va ostki qatlamlari polotno o‘rilishi asosida bog‘lovchi o‘rilishi yarim reps bo‘lgan ikki qatlamli mato o‘rilish sxemasi keltirilgan bo‘lib, bu o‘rilishda ishlab chiqarilgan matolarda satin va atlas o‘rilish asosida olingan ikki qatlamli matolarga nisbatan shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lib, bu o‘rilishdagi matodan ko‘ylak, bosh ro‘moli, qo‘l ro‘molchasi mahsulotlari ishlab chiqarishda keng qo‘llash uchun tavsiya etiladi.



4-rasm. Ustki va ostki qatlamlari polotno o‘rilishi asosida bog‘lovchi o‘rilishi yarim reps bo‘lgan ikki qatlamli matoning o‘rilish sxemasi.

Bu o‘rilishni shakllantirishda birinchi qatlamdagi tanda va arqoq iplarining to‘lqin balandliklari ikkinchi qatlamning to‘lqin balandliklariga ustma-ust tushishi tanda va arqoq iplari g‘ovakliklaridan havoning o‘tishi uchun sharoit yaratadi, natijada havo o‘tkazuvchanlik koeffitsienti oshadi [3].

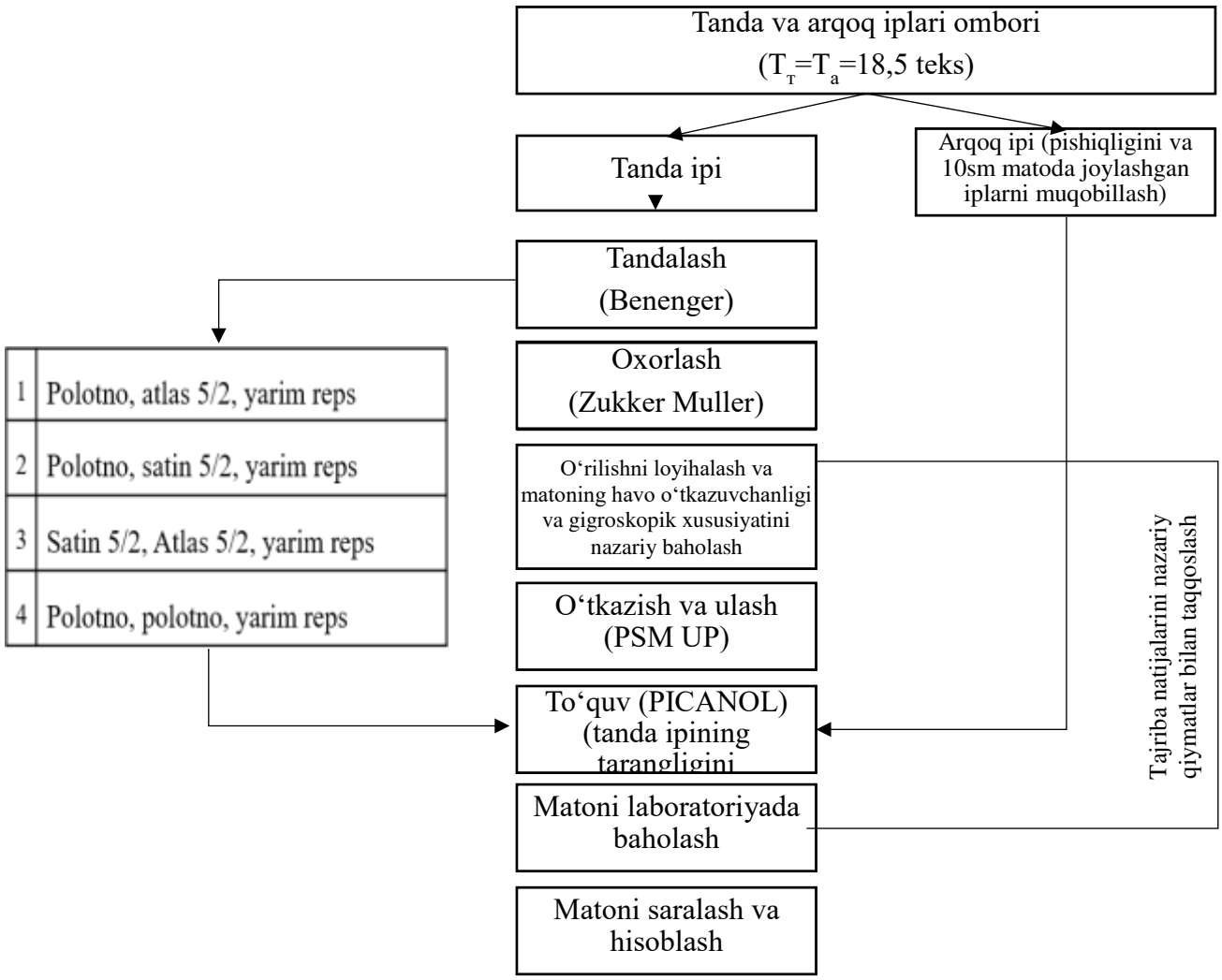
2. Turli o‘rilishli, ikki qatlamli yengil to‘qimalarni olish texnologiyasini ishlab chiqish uchun ikki qatlamli matolardan havoning o‘tish modelini yaratildi. Bunda AP-360 SM asbobida mato g‘ovaklaridan havoning o‘tishi tahlil qilindi va bu asosda havoning mato qatlamlaridan o‘tishi jarayonini tasvirlovchi model ishlab chiqildi (5-rasm).



5-rasm. Ikki qatlamli matodan havoning o‘tish harakatini tasvirlovchi model.
1-havo quvuri, 2-havo oqimi, 3-ikki qatlamli mato namunasi, 4-qatlamlar orasidagi g‘ovaklik, 5-matodan qaytgan havo, 6-mato g‘ovagidan erkin o‘tgan havoni harakati.

5-ramda keltirilgan modeldagi ikki qatlamli matodan havo o‘tish harakatining tasvirida 1 - havo quvuridan bosim ostida havo yo‘naltiriladi, 2 - havo harakati davomida 3 – mato namunasiga urilib, 4-g‘ovakliklardan 6 - harakat yo‘nalishida o‘tadi, 5-to‘siqqa uchragan havo qarama-qarshi tomonga qaytib, quvurdagi havo bosimini oshiradi. Bu holatda bosimni asbobda rostlovchi yordamida bosim rostlanadi va bir xil me’yorda havo ta’minlanadi [4,5].

3. Ikki qatlamli matodan tayyorlangan ko‘ylakbop va donali mahsulotning quyi qatlami to‘g‘ridan-to‘g‘ri inson tanasi bilan kontaktda bo‘lishini inobatga olingan holda mato 100% paxta tolali iplardan ishlab chiqarildi.



6-rasm. Turli o‘rilishli ikki qatlamli ko‘ylakbop matolar olish texnologiyasi sxemasi.

4. Ikki qatlamli ko‘ylak mato qatlamidan bosim ostida yuboriladigan havoni g‘ovakliklar orasidan o‘tishi uchun qulaylik yaratish maqsadida hajm berish xususiyatiga ega bo‘lgan 100% paxta tolali 18,5 teksli iplar tanlandi [6,7].

5. Turli o‘rilish asosida ikki qatlamli ko‘lakbop matolarni olish texnologiyasi i shlab chiqildi. Ishlab chiqilgan ikki qatlamli mato olish texnologiyasining mavjud texnologiyalardan farqi shundaki, bu texnologiya bo‘yicha matoning barcha fizik-mexanik, gigienik xususiyatlarini inobatga olgan holda mato loyihalanadi, parametrlari ishlab chiqiladi, havo o‘tkazuvchanligi, gigroskopikligi nazariy baholanadi, so‘ng ishlab chiqarilgan matoning ko‘rsatkichlari laboratoriya sharoitida tahlil qilinadi, hamda nazariy qiymatlar bilan muvofiqligi tekshiriladi. Bu texnologiyaning afzalligi shundaki, rejalashtirilgan matolar xususiyatlarining ko‘rsatkichlarini ishlab chiqarishdan avval aniqlik kiritilib, so‘ng ishlab chiqarishga tavsiya etiladi [8,9,10].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Toshpulotov L.I., Muminov Q.M., Xamrayeva S.A. Тола таркиби турлича бўлган кўйлакбоп матоларнинг технологик кўрсаткичларини таҳлили // International Conference of Actual Problems in Science and Education. – Canberra (Australia), 2024. – P. 1–4. – URL: https://interconference.org
2. Toshpulotov L.I., Muminov Q.M., Xamrayeva S.A. Analysis of the physical-mechanical properties of t-shirt fabric with different fiber composition // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 548. – P. 1–5.
3. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E. Study of the effect of the speed of the receiving drum of the carding machine on the properties of the thread // Journal of Physics: Conference Series. – 2022. – Vol. 2388. – P. 1–7. – DOI: 10.1088/1742-6596/2388/1/012168.
4. Тошпулотов Л.И., Хамраева С.А. Тажриба натижаларини қайта ишлаш учун дастур, DGU №36673, 2024.
5. Тошпулотов Л.И., Мардонов С.Э., Ержанова Д.Ж. Янги таркиб билан оҳорланган танда иплар асосида олинган матоларнинг физик-механик хусусиятлари таҳлили // Халқаро илмий-амалий конференция мақолалари тўплами. – Наманган, 2022. – Т. II. – Б. 89–93.
6. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E., Yerjanova D.J., Karimova N.H. Tolalar tarkibi turlicha bo‘lgan ko‘ylakbop matolarning sifat ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал. – 2022. – №4. – Б. 215–219.
7. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E., Xamrayeva S.A. To‘qimachilik sanoatida tayyor mahsulotning sifatini nazorat qilishda kompyuter ko‘rish tizimidan foydalanish // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал. – 2023. – №4. – Б. 260–266.
8. Тошпулотов Л.И., Хамраева С.А., Шумкарова Ш.П., Норбоева Г.Т. Икки қатламли плашли мато: Саноат намунаси, Гувоҳнома № SAP 2662, 01.03.2024.
9. Toshpulotov L.I., Mardonov S.E., Erjanova D.J., Karimova N.H. Changes in the quality indicators of shirt fabrics with different fiber compositions // Modern Innovations. Systems and Technologies. – 2022. – Т. 2, №1. – С. 81–87.
10. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышлености М.: НГТУ им. А.Н.Косыгина , 2007.-648с.

ИПЛАРНИНГ УЗИШ КУЧИНИ АНИҚЛАШ УСУЛИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С, Хамраева С.А.
Бухоро давлат техника университети.

Аннотация. *Мақолада ипнинг сифат кўрсаткичини баҳолашда олдиндан башоратлаш учун узиш кучини аниқлаш усули такомиллаштирилган, ипларнинг узиш кучини ва узишдаги узайишини аниқлаш усулини такомиллаштириш асосида истеъмолчилар талабларини қондира оладиган сифатли ип олиш учун олдиндан ипнинг мустаҳкамлигини таъминлашни лойиҳалашга имкон яратилган.*

Калит сўзлар: *ипнинг узиш кучи, узишдаги узайиш, ип мустаҳкамлиги, сифат кўрсаткичлари, тўқимачилик маҳсулоти, механик синов, аралаш толали ип.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ПЛАСТИН

Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А.
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье усовершенствован метод определения разрывной нагрузки для предварительного прогнозирования показателей качества пряжи. На основе совершенствования метода определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве создана возможность проектировать обеспечение прочности пряжи заранее, что позволяет получать качественную пряжу, удовлетворяющую требованиям потребителей.*

Ключевые слова: *разрывная нагрузка нити, удлинение при разрыве, прочность нити, показатели качества, текстильная продукция, механические испытания, смешанная пряжа.*

IMPROVING THE METHOD FOR DETERMINING THE FRACTURE STRENGTH OF PLATES

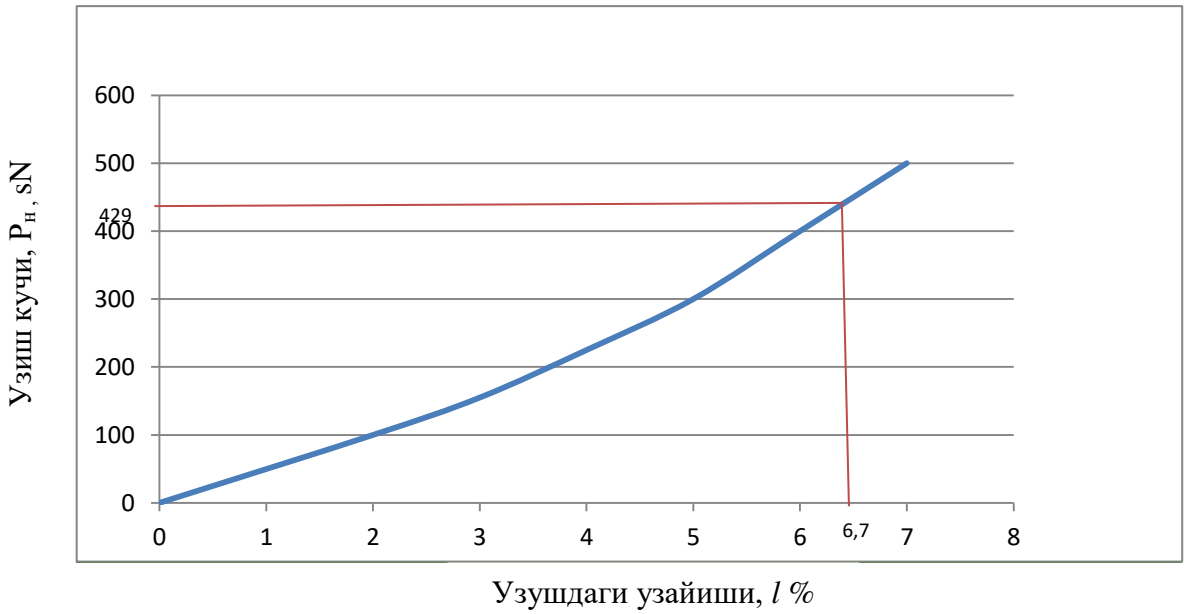
Nodirova M.N., Taniberdiev F.R., Islomova M.S., Khamraeva S.A.
Bukhara state technical university.

Abstract. *The article improves the method of determining yarn breaking strength for the purpose of forecasting quality indicators in advance. Based on the enhancement of the method for determining yarn breaking strength and elongation at break, it has become possible to design and ensure yarn strength in advance, enabling the production of high-quality yarn that meets consumer requirements.*

Keywords: *yarn breaking strength, elongation at break, yarn strength, quality indicators, textile products, mechanical testing, blended yarn.*

Тўқимачилик саноатида ипнинг сифат кўрсаткичини баҳоловчи хусусият, бу ипларнинг узиш кучи ва узишдаги узайиши ҳисобланади. Ипнинг узиш кучи қанча юқори кўрсаткични берса, шунчалик ип мустаҳкам эканлигини, ипларда толаларнинг параллел ва текис жойлашганини, унинг нотекислиги белгилангандан кам бўлишини, пишиқлиги меъёрида ўрнатилгалигини асослаб берадиган сифат кўрсаткич бўлиб ҳисобланади. Тўқималарни узиш кучини аниқлашда олинган диаграммага проф. Э.А.Ониковнинг [85] берган таърифидан фойдаланиб ипнинг узиш кучини аниқлаш учун қуйидагиларга биз томонимиздан эътибор қаратилди. Ипни узиш кучини аниқлашда узиш машинасида 1-расмдаги кўринишда диаграмма олинади.

Узиш машинасида олинадиган диаграммадан фақатгина ипнинг узиш кучи ва узишдаги узайишини аниқлаш мумкин. Биз такомиллаштирган усулда келтириб чиқарилган формулалар ёрдамида ипнинг узиш кучини ва узишдаги узайишини аниқлагандан сўнг дастур ёрдамида диаграмма ҳосил қилинади (1-расм) ва диаграммада ётган тўғри чизиқ ўтказилиши мумкин бўлган ўрта қоринча қисмидан тўғри чизиқ ўтказилади [1]. Тўғри чизиқнинг абцисса ўқига туташган нуқтаси ипнинг фоизда ипни ихтиёрий текисланиш жараёни деб номланади ва - ℓ_1 билан белгиланади ва 1%ни ташкил этади. Абцисса ўқига туташган нуқтани тўғри ордината ўқига параллел чизиб даграмма билан туташган нуқтаси - В ординатага тўғри келадиган қиймат ипни ихтиёрий текисланишдаги узиш кучини англатади ва ўтказилган тажрибада 43 sN ташкил этди.



1-расм. Ипнинг узиш кучи ва узишдаги узайиши диаграммаси.

Диаграмманинг ўтказилган тўғри чизиқ билан туташган С- нуқтадан абциссага тўғри тушган нуқтаси С' бўлиб, В'С'-ипнинг юк таъсирида мажбурий узайиши масофаси деб аталади ва ℓ_2 билан белгиланади ва А С' - В'С'=3,4-1=2,4% га тенг бўлади. С' нуқтадан ордината тўғри туташган нуқтаси 180 sN га тенг бўлиб, ипнинг юк таъсирида мажбурий узайиши учун узиш кучи СС'-В В' = 180-43= 136 sN га тенг бўлади. Абцисса ўқидаги С'D' = CD масофа -ипдаги толаларнинг узунлиги бўйича бир-биридан ажралиши ва ипнинг узилиши жараёнини англатади ва ℓ_3 билан белгиланади ва AD'- AC' =6,7-3,4=3,3% ни ташкил этади. D' нуқтадан ордината ўқига тўғри туташган нуқта 429 sN га тенг бўлиб, ипнинг узилиши жараёни учун узиш кучи DD' - CC' = 429 -180=249 sN тенг бўлади (2-расм).

Қуйидаги формулалар орқали ипнинг узиш кучи ва узишдаги узайишини аниқлаш мумкин. Бу учун аввало ипни толалар билан тўлдирилганлигини топамиз:

$$\eta = \left(1 - \frac{d_{ip}}{T}\right)100 = \left(1 - \frac{0{,}210}{29{,}4}\right)100 = 99{,}286\%$$

бунда, d_{ip} – ипнинг диаметри, мм; T -ипнинг чизиқли зичлиги, текс.

$$d_{ip} = 0{,}0357\sqrt{\frac{T}{\delta}} = 0{,}357\sqrt{\frac{29{,}4}{0{,}85}} = 0{,}210$$

Ипдаги толанинг ғоваклигини η топамиз:

$$G = 100 - \eta = 100 - 99{,}286 = 0{,}714\%$$

Ипнинг ҳажмий коэффициенти:

$$Q = \frac{T_{ip}}{c \cdot T_{ip}} = \frac{29{,}4}{0{,}04 \cdot 29{,}4} = 24{,}15$$

Ипнинг ҳисобий узиш кучи қуйидаги формула орқали топилади:

$$F_{yk(хисобий)} = \frac{L_{ip} \cdot Q}{T_{ip} - G} = \frac{500 \cdot 24{,}15}{(29{,}0 - 0{,}714) \cdot 0{,}98} = 427{,}0 \text{ sN}$$

$$F_{yk(тажрибавий)} = 429{,}0 \text{ sN}$$

Ипнинг ҳисобий узиш кучи билан тажрибавий орасидаги фарқ 0,5%ни ташкил этди.

Ипнинг ҳисобий узишдаги узайишини топиш учун қуйидагилар инобатга олинган ҳолда келтириб чиқарилди:

Ипнинг узунлиги бўйича узилишидаги чўзилишида кўндаланг кесимини ўзгариши

$$E = C_0 L_{ip}^{C_1} = 0{,}0357 \cdot 500^{0{,}04} = 0{,}714$$

$$L_{uz} = \frac{E\ell}{1+\frac{E}{100}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{1+\frac{E}{100}} = 6{,}65\%$$

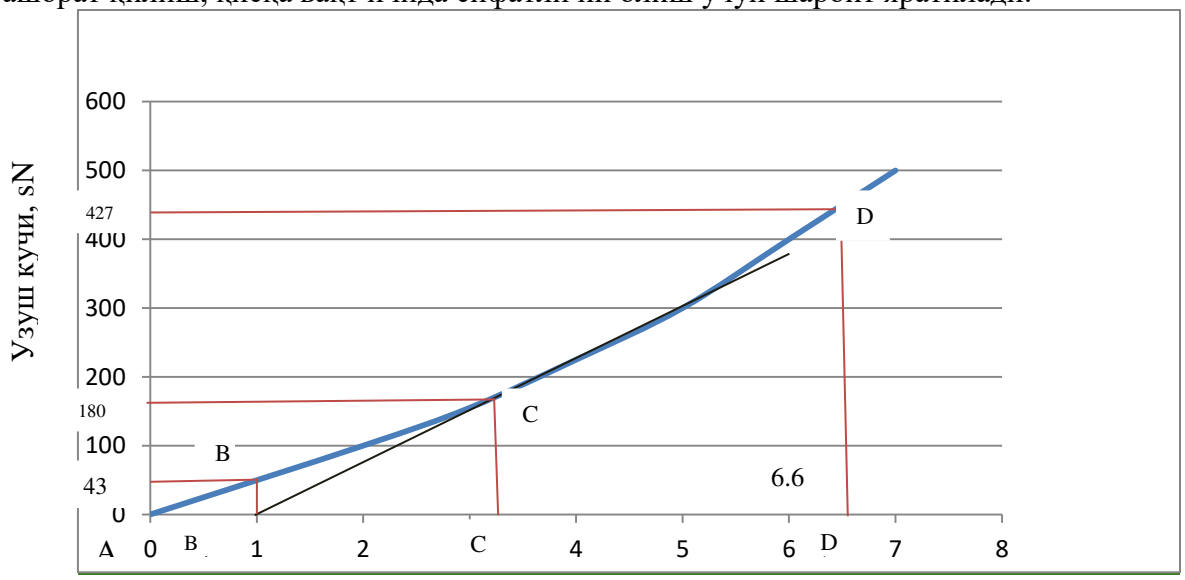
бунда, L_1 - ипни ихтиёрий текисланиш жараёни, %; L_2 -ипнинг юк таъсирида чўзилиши; L_3 - ипдаги толаларнинг узунлиги бўйича ажралиши ва ипнинг узилиши жараёни, %; L_{ip} - қисқичлар орасидаги масофа, mm.

Ипнинг ҳисобий узишдаги узайиши билан тажрибавий орасидаги фарқ 0,75%ни ташкил этди.

2-расмдаги: AB=AB' = l_1-ипни ихтиёрий текисланиш жараёни, %; AB' = ℓ_1=1,0% ни ташкил этди. BC=B'C' = ℓ_2 -ипнинг юк таъсирида мажбурий узайиши, %; B'C' = ℓ_2 =A C'-AB'= AC'- ℓ_3 =3,4-1=2,4% га тенг бўлди. CD=C'D'= ℓ_3 -ипдаги толаларнинг узунлиги бўйича ажралиши ва ипнинг узилиши жараёни, %. C'D'= ℓ_3 =AD'-AC' = 6,7-3,4=3,3% га тенг эканлиги маълум бўлди.

Бу тезкор такомиллаштирилган усул ишлаб чиқариш корхоналари лабораторияларида, илмий-тадқиқот институти ва тўқимачилик йўналиши мавжуд олий таълим муассалари лабораторияларида ипларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш учун фойдаланиш учун тавсия этилади [2,3].

Ишлаб чиқариладиган ипнинг узиш кучини ва узишдаги узайишини олдиндан башорат қилиш, қисқа вақт ичида сифатли ип олиш учун шароит яратилади.



2-расм. 75% пахта ва 25% жун толалар аралаш таркибли ипнинг узиш кучи ва узишдаги узайиши графиги.

Ипларнинг узиш кучини ва узишдаги узайишини аниқлаш усулини такомиллаштириш асосида истеъмолчилар талабларини қондира оладиган сифатли ип олиш учун олдиндан ипнинг мустаҳкамлигини таъминлашни лойиҳалашга имкон яратилади. Шунинг учун бундай имкониятдан фойдаланиш ишлаб чиқарувчилар ҳамда истеъмолчилар талабларини қондириш учун қулайлик яратилади. Бундан ташқари ишлаб чиқарувчилар истеъмолчилар

талабларига мос ип олишда дастур ёрдамида ҳисобларни бажариб, натижаларини олдиндан масофадан туриб етказиш билан таъминлаш шароитига эга бўлади. Бундай қулайликлардан фойдаланиш ишлаб чиқариш лабораторияларида иш вақт тежалади ва меҳнат унумдорлиги 20%гача ошади.

Хулоса. Ипларнинг узиш кучини ва узишдаги узайишини аниқлаш усулини такомиллаштириш асосида истеъмолчилар талабларини қондира оладиган сифатли ип олиш учун олдиндан ипнинг мустаҳкамлигини таъминлашни лойиҳалашга имкон яратилади.

Адабиётлар:

1. Оников Э.А. Способ определения длины нити, вынутой из ткани // Сб.науч. тр. / ЦНИХБИ. М., 1993. С. 32-34.
2. С.А.Хамраева, Д.Т.Назарова, Ф.Р.Тангрибердиев “Оценка показатели качества натуральных смешанных волокон” / “INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE “GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA” ASTANA, KAZAKHSTAN, MARCH 2019. 281-283 б.
3. Тангрибердиев Ф.Р, Назарова Д.Т., Хамраева С.А. “Янги аралашмали ипни баҳолашда аралаш толаларнинг комплекс кўрсаткичлари” // “Ўзбекистон Тўқимачилик журнали”. №2, 2021, 41-46 б. (05.00.00; №17).

CHIGIT SHIKASTLANISHINI KAMAYTIRISH TAJRIBA-SINOV NATIJALARI

Turdiyev B.E.

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Elevatorda takomillashtirilgan ishchi organ qo‘llashda o‘tkazilgan tajriba-sinov natijalari chigitning shikastlanishini 1,0% kamayishiga erishildi.*

Kalit so‘zlar: *elevator, chigit, shikastlanish, cho‘mich, lentali konveyyer, peshtoq, ifloslik.*

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО СНИЖЕНИЮ ПОВРЕЖДЕНИЯ СЕМЯН

Турдиев Б.Э.

Термезский государственный университет инженерии и агротехнологии.

Аннотация*. В результате эксперимента по применению усовершенствованного рабочего органа в элеваторе удалось снизить повреждение семян на 1,0%.*

Ключевые слова: *элеватор, семена, поврежденность, бункер, ленточный конвейер, лоб, засоренность.*

RESULTS OF EXPERIMENTAL TRIALS TO REDUCING SEED DAMAGE

Turdiev B.E.

Termez state university of engineering and agrotechnology.

Abstract*. An experiment using an improved working element in an elevator resulted in a 1.0% reduction in seed damage.*

Keywords*: elevator, seeds, damage, bin, belt conveyor, forehead, clogging.*

Paxtaga ishlov beruvchi rivojlangan mamlakatlarda paxta xomashyosining tabiiy xossalarini saqlab qolgan holda qayta ishlash tannarxini pasaytirish maqsadida resurstejamkor mashinalar va paxta tozalash korxonalari uchun ehtiyot qismlarni yaratish va takomillashtirishga alohida e’tibor berilmoqda jumladan, innovatsion texnologiyalar asosida paxta xomashyosi, chigit va paxta chiqindilarini tashish mashinalarining texnologik imkoniyatlarini takomillashtirish, jarayonlarga ta’sir qiluvchi omillarning muqobil qiymatlarini aniqlash, nazariy bog‘liqliklarni ishlab chiqish, chigit shikastlanishini kamaytirish texnika va texnologiyasini ilmiy asoslash bo‘yicha nazariy izlanishlarni ishlab chiqish katta ahamiyatga ega.

Ma’lumki, O‘zbekistonda paxta asosan tukli va tuksizlantirilgan chigit ekiladi. So‘nggi yillarda Respublikamizda kam tukli urug‘lik chigit ekish texnologiyasi ham joriy qilinmoqda. Urug‘lik chigit tayyorlash «Urug‘lik paxta xomashyosini qayta ishlash va urug‘lik chigit tayyorlash

texnologik reglamenti» bo‘yicha amalga oshiriladi. Reglament tukli, mexanik usulda tuksizlantirilgan va kam tukli urug‘lik chigitlarga qo‘yiladigan asosiy talablarni belgilaydi. Urug‘lik chigitning sifati O‘Dst 663:2017 [1] talablariga mos kelishi shart. Standart talablariga mos sifat ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan urug‘lik chigitlar tayyorlash ko‘p jihatdan paxta hosildorligi va mahsulotlarining sifat ko‘rsatkichlarini ham belgilab beradi. Shuning uchun paxtani qayta ishlash sohasida chigitni tashishda yuqori aniqlikda sifatli urug‘lik chigit tayyorlashni ta’minlash maqsadida yangi, yuqori samarador texnologiyalarni joriy qilish, mavjud texnika va texnologiyani takomillashtirish masalalari mamlakat qishloq xo‘jaligi va paxta tozalash sanoati uchun doimo dolzarb masalalardan bo‘lib kelgan.

Paxta tozalash korxonalarida chigitlarni tashish va birinchi linterlash batareyasiga taqsimlash uchun vint diametri 300 mm, vint qadami 225 mm, vint ayla-nishlar soni 100 ayl/min ga teng bo‘lgan 4 SHV rusumli shnekdan foydalaniladi [2].

Paxtani quvurda tashishda chigitning shikastlanishi ko‘p omillarga bog‘liq. U tajribaviy aniqlangan. Quvurda paxtani tashishda unga inersiya kuchi, markazdan qochma kuch va og‘irlik kuchi ta’sir qiladi. Inersiya va markazdan qochma kuch nisbatining bog‘liqligi, shuningdek, tashilayotgan materialning fizik-mexanik xossalari quvur harakatiga bog‘liq bo‘lishi mualliflar tomonidan aniqlangan [3].

Natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, boshlang‘ich paxta chigitlaridagi chiqindilar miqdori 9,9 % ni tashkil etgan holda, vintli konveyerni tajriba qurilmasi orqali bir marta o‘tkazilganda chigit iflosligi 3,0 % ni tashkil etadi. Ya’ni chiqindilar miqdori uch martadan ortiq kamayadi. Agarda paxta chigiti vintli konveyerni tajriba qurilmasidan ikki marta o‘tkazilsa, bu holda, chiqindilarning chigitdagi miqdori 1,3 % gacha kamayadi, ya’ni bunday kamayish boshlang‘ich holatga ko‘ra etti martadan ko‘pni tashkil etadi. Albatta, paxta chigitidagi chiqindilar miqdorining bunday keskin kamayishi olinadigan momiq sifatini yaxshilanishi aniqlangan [4].

R.K. Djamolov va boshqalar og‘ma elevatordan rolikli mexanizmga uzatilayotgan paxta oqimidagi iflosliklar va mayda toshlarni ajratish jarayonini ko‘rib chiqishgan. Bunda rolikli mexanizm orasidagi masofa, burchak, tezlik va rolikli mexanizmning gorizontal o‘qqa nisbatan joylashuvi aniqlangan [5].

Urug‘lik paxtani qabul qilish, saqlash va dastlabki ishlash sharoitlariga ega bo‘lgan hamda texnologik reglamentlar talablariga mos keluvchi paxta tozalash korxonalarida urug‘lik paxta qayta ishlanadi [6].

O‘rta tolali navlarni dastlabki ishlashni arrali, uzun tolali navlarni ishlashni valikli paxta tozalash korxonalarida amalga oshiriladi. Korxonaning talab etilgan quvvati bo‘yicha 2-3 dona 4DP-130 (5DP-130) tipidagi yoki 2 dona DPZ-130 arrali jinlarni, valikli jinlash korxonalarida esa 30-40 dona DV-1M rusumli jinlari har bir batareyaga 10 donadan o‘rnatiladi.

Urug‘lik paxtani qayta ishlash davrida uning mexanik shikastlanishini kamaytirish maqsadida arrali jinning har bir arrasiga to‘g‘ri keladigan tola olish miqdori 7,0 kg arra /soat dan, DV-1M valikli jinlarda esa o‘rtacha 70 kg/mashinadan ortiq bo‘lmasligi tavsiya etiladi, valikli jinlarning umumiy ish unumdorligi birinchi nav texnik paxtani ishlashdagi ish unumdorligidan o‘rtacha 35% kam bo‘lishi kerak. Urug‘lik paxta namlik, ifloslik va mexanik shikastlanishiga qarab 2 sinfga bo‘linadi.

Urug‘lik paxtaning namlik, ifloslik va mexanik shikastlanganligi bo‘yicha cheklangan me’yorlar 1- jadvalda keltirilgan.

1- jadval. Urug‘lik paxtaning namlik, ifloslik va mexanik shikastlanganligi bo‘yicha cheklangan me’yorlar, %

Ko‘rsatkichlar nomi	1-sinf	2-sinf
Ifloslik (iflos aralashmalarning massaviy ulushi), ko‘pi bilan	3,0	8,0
Namlik (namlikning massaviy nisbati), ko‘pi bilan	8,0	9,5
Paxta tarkibidagi chigitning mexanik shikastlanishi, ko‘pi bilan	0,5	1,0

1-jadvaldan ko‘rinadiki, urug‘lik paxtaning namlik va ifloslik miqdorining oshishi bilan chigit mexanik shikastlanishining oshishi kuzatildi. Chigitning mexanik shikastlanishini kamaytirish masalalarini ko‘rib chiqish lozim.

Paxtaning seleksiya navlariga qarab jindan keyin chigitning tukliligi 12,0-13,5 % chegarasida, jinlash jarayonida chigit shikastlanishining oshishi darajasi 1,0 % gacha bo‘lishi kerak (2-jadval).

2-jadval. Urug‘lik paxtani jinlashda chigitning to‘liq tukdorligi va chigitning mexanik shikastlanishining oshishi bo‘yicha tavsiya etiladigan qiymatlar

Seleksiya navi	Tukliligi, %	Mexanik shikastlanishining oshishi, ko‘pi bilan,%
S-6524, Oqdaryo -6, Namangan-77	12,0±0,5	1,0
Buxoro-6, Xorazm-127, Toshkent-6, S4724, Mehnat	12,0±0,5	1,0
Ae-Boyovut-2, Omad, Andijon-35, Buxoro-8, Buxoro-102	13,0±0,5	1,0

Elevatorlardan foydalanish ishlab chiqarish maydonidan tejamkor foydalanish imkonini beruvchi ixcham transport sxemalariga ega bo‘lish imkonini beradi. Ba’zi hollarda mahalliy sharoitdan kelib chiqqan holda, transport uzunligi uzoq bo‘lgan (kichik qiyalik burchagi bilan) transport birliklaridan foydalanish har doim ham mumkin emas. Bunday hollarda elevatorlardan foydalanish kerak.

Paxta tozalash korxonalarida jinlash-linterlash sexida arrali jinlardan chiqqan chigitlarni chigit shneklarida tashilib so‘ngra vertikal holatda o‘rnatilgan cho‘michli elevatorlar yordamida linterlarga uzatish uchun keyingi chigit shneklariga etkazib beriladi.

Arrali jin mashinalaridan chiqqan chigitlarni shneklar yordamida cho‘michli elevator cho‘michlariga yuklab beriladi. Elevator cho‘michlariga yuklangan chigitlar lenta bilan birga yuqoriga harakatlanadi, chigit yuklangan cho‘michlar yuqoriga etib borganda chigitlar undan otilib chiqadi, so‘ngra chigitlar metall yuzaga (peshtoqiga) borib uriladi.

Tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazishda chigitning mexanik shikastlanishini kamaytirish uchun ES-14S chigit elevatorining chigitlar otilib chiqish metall yuzasiga (peshtoqiga) lentali konveyerni o‘rnatish maqsadga muvofiq deb topildi. Bu qurilma chigitning mexanik shikastlanishini kamaytirishda uning ishchi organlarining parametrlarini aniqlashga, ish jarayonlarini o‘rganishga qaratilgan. Elevator ichki qismida chigitlarning harakatini kuzatish maqsadida uning yon qismida organik shishadan tayyorlangan tuynuk o‘rnatilgan [7].

Adabiyotlar tahlilidan ma’lumki, chigitlarning shikastlanishi nisbiy xarakter kasb etadi. Shunday ekan, turli izlanuvchilar tomonidan chigitning shikastlanishini turli usullar yordamida aniqlangan bo‘lib, uni ikki guruhga bo‘lish mumkin: to‘g‘ri va bilvosita [8].

Chigitlarning shikastlanishini o‘lchashning bilvosita usuli aniqroq bo‘lib, boshqa omillarga bog‘liq emas. Tadqiqotlardan chigitlarni sulfat kislotaning 96% eritma bilan ishlov berish orqali aniqlandi.

Tajribalar Surxondaryo viloyati “Termez Jayxun Klaster” MCHJga qarashli Jarqo‘rg‘on tumanida tajriba o‘tkazildi. Shuningdek, quyidagi tumandagi paxta tozalash korxonalari bilan taqqoslandi, Qumqo‘rg‘on paxta tozalash korxonasida, “Surxon Sifat Tektil” MCHJ ga qarashli Denov va “Zamin Angor Klaster” MCHJga qarashli Angor paxta tozalash korxonalaridagi mavjud ES-14C elevatorlaridagi chigitning mexanik shikastlanishi bilan Jarqo‘rg‘on paxta tozalash korxonasiga o‘rnatilgan lentali konveyer bilan taqqoslandi.

Chigitning shikastlanishini aniqlashda quyidagi o‘lchash vositalari, yordamchi qurilmalar va materiallardan foydalanildi.

- GOST 24104 bo‘yicha shkalasining bo‘linmalari 10 mg dan ko‘p bo‘lmagan eng katta tortish chegarasi ko‘pi bilan 1000 g bo‘lgan laboratoriya tarozi;
- diametri 40 dan 100 mm gacha, balandligi 10 dan 50 mm gacha bo‘lgan metall yoki shisha yoki plastmassa idishlar.

Namuna tanlab olish O‘z DSt 598 bo‘yicha, mineral va organik aralashmalarning massaviy ulushini aniqlash O‘z DSt 599 bo‘yicha aniqlanadi, O‘z DSt 599 bo‘yicha iflos aralashmalardan tozalangan chigitning xohlagan ikkita joyidan har biri 100 ta chigitdan iborat bo‘lgan ikkita sinash uchun namuna ajratiladi va ular 0,01 g aniqlikda tortiladi.

Har bir sinash uchun namunadan mag‘zi yarmidan kam bo‘lgan siniq va shikastlangan chigit, chigitning butun mag‘zi va uning qismlari ajratiladi.

So‘ngra butun chigit o‘rta qismidan ko‘ndalangiga kesiladi va ko‘riladi.

Mag‘zining rangi shu navning O‘z DSt 596 bo‘yicha ko‘rsatilgan rangidan to‘qroq bo‘lgan chigit ajratib olinadi va uni shikastlangan chigit solingan idishga joylashtiriladi.

Mag‘zi qora rangli va mag‘zi bo‘sh bo‘lgan chigitlar alohida idishga joylashtiriladi. Ajratilgan chigitlar tarozida o‘lchanadi.

Nuqsonli chigitning massaviy ulushi (D) foizlarda, quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$D = \frac{(M_1 + \frac{M_2}{2})(100 - S_x)}{M_{100}}$$

bu yerda M_{100} – 100 ta chigitning massasi, g;

M_1 – mag‘zi bo‘sh va kuygan chigitning massasi, g;

M_2 - mag‘zining rangi shu navning O‘z DSt 596 bo‘yicha ko‘rsatilgan mag‘zining rangidan qoramtir bo‘lgan (qizdirish jarayonida bo‘lgan) chigit va shikastlangan chigit massasi, g;

S_x – mineral va organik aralashmalarning haqiqiy massaviy ulushi, %.

Tajribalar quyidagi tartibda olib borildi.

1. Arrali jinda paxta xomashyosidan chigitni ajratilgandan so‘ng, ES-14S rusumli chigit elevatorigacha bo‘lgan oraliqdan 1000 gramm massaga ega bo‘lgan bir nechta to‘da tanlab olindi.

2. To‘dalardan tasodifiy tarzda 100 gramm massaga ega bo‘lgan chigitlar ajratib olindi.

3. Ajratib olingan 100 gramm massaga ega bo‘lgan chigitlar aniqligi 0,01 aniqlikdagi tarozida o‘lchab olindi.

4. O‘lchangan 100 gramm massaga ega bo‘lgan chigitlarning soni aniqlandi.

5. Ajratib olingan 100 gramm massaga ega bo‘lgan chigitlar 0,01 aniqlikdagi tarozida o‘lchab olingandan so‘ng, har birini bo‘lak idishlarga solib, 96% li sulfat kislotaning suvdagi eritmasi bilan ishlov berildi va toza suvda yuvildi.

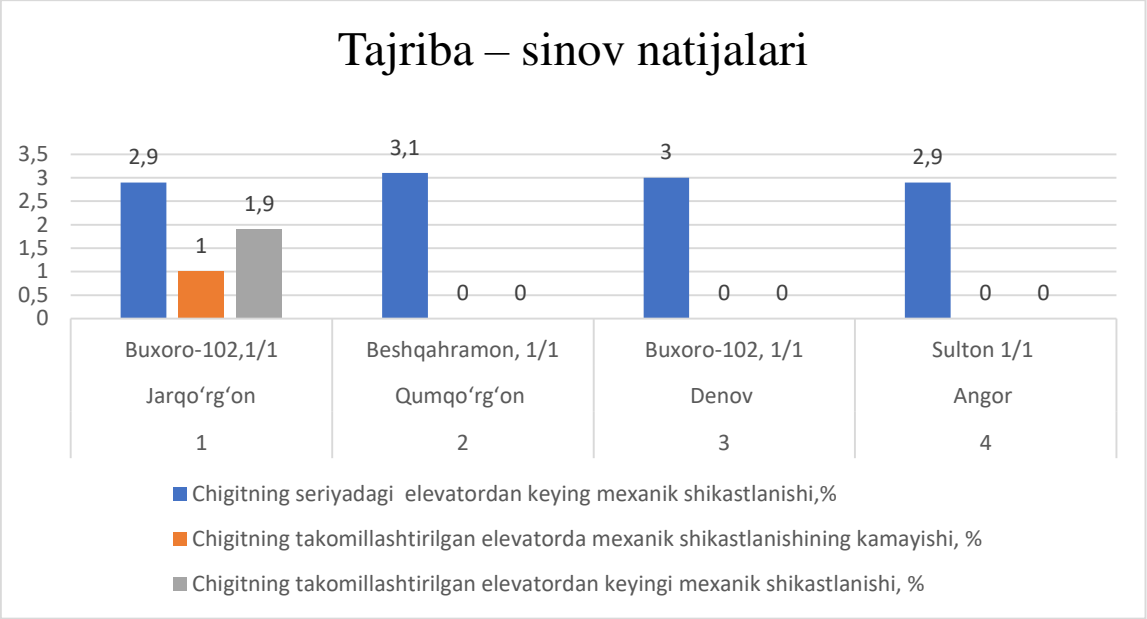
6. Sanalgan chigitlar orasidan shikastlangan chigitlar soni orqali yuqorida keltirilgan formula yordamida chigitning shikastlanganlik darajasi aniqlandi.

Chigitning mexanik shikastlanishini tajriba natijalari 3-jadvalda, uning natijalari esa 1-rasmda keltirilgan.

3-jadval

Chigitning mexanik shikastlanishini tajriba natijalari

t/r	Paxta tozalash korxonasi nomi	Paxtaning seleksion va sanoat navi	Chigitning seriyadagi elevatordan keyingi mexanik shikastlani-shi,%	Chigitning takomillash-tirilgan elevatorda mexanik shikastlani-shining kamayishi, %	Chigitning takomillashti-rilgan elevatordan keyingi mexanik shikastlanishi, %
1	Jarqo‘rg‘on	Buxoro-102,1/1	2,9	1,0	1,9
2	Qumqo‘r-g‘on	Beshqah-ramon, 1/1	3,1	0	0
3	Denov	Buxoro-102, 1/1	3,0	0	0
4	Angor	Sulton 1/1	2,9	0	0



1-rasm. Tajriba -sinov natijalari

Ishlab chiqarish sharoitida o‘tkazilgan tajriba natilariga ko‘ra, elevatorga lentali konveyer o‘rnatilgandan so‘ng chigitning mexanik shikastlanishi 1,0% ga kamayishi aniqlangan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. RST Uz 663-2017, “Semena xlopchatnika”, Tashkent-2017.
2. Paxtani dastlabki ishlash bo‘yicha spravochnik. M.T. Kuliyevning umumiy taxriri sotida. Toshshkent, ―Paxtasanoat ilmiy markazi‖ AJ, 2019, 479 bet.
3. Мурадов Р.М., Мухамншина Э.Т. Исследование движения хлопка-сырца в отводе пневмотранспорта. Журнал “Universum” Технические науки, №4 (97), 2022, 31-34 стр.
4. Abdug‘affarov X.J. Paxta chigitini tashishda vintli konveyerning ish unumini oshirish. T.f.f.d. Toshkent, 2017, 120 b.
5. Джамолов Р.К., Абдуллаев К. Ю. Янгибоев Р.М. Влияние скорости вращения роликов элеватора, очищающих хлопок от мелких примесей, на эффективность очистки. Международная конференция академических наук, Россия, 2024. 174-180 стр.
6. Urug‘lik paxtaning dastlabki ishlash texnologik reglamenti. PDI 11-2009. “O‘zpaxtasanoat uyushmasi”, Toshkent, 2009, 43 bet.
7. Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х Райимкулов Ж.К. Такомиллаштирилган элеватор конструкцияси // Innovative developments and research in education: a collection scientific works of the International scientific online conference (23 rd June, 2024) – Canada, Ottawa: "CESS", 2024. Part 30–459. 513-515 б.
8. https://nasoscentr.ru/catalog/air-80v8.html?srsltid=AfmBOoo Zv716UwCaoMif7ztaOAQlatCb lIU Mm34UyzlRMYUdHqKyQqny.

UDK 589.74

YENGIL SANOAT SOHASIDA BAZALT TOLALI MATOLARDAN FOYDALANISHNING ILMIY-ASOSIY TAHLILI

Avezov M.F., Kuliyeva D.R.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada bazalt tolalari va ular asosida tayyorlangan matolarning fizik-kimyoviy, mexanik va issiqlik xossalari hamda engil sanoat sohasida qo‘llanilishining zamonaviy yo‘nalishlari yoritiladi. Bazalt tolali to‘qimachilik materiallarining himoya kiyimlari, yong‘inga chidamli texnik matolar, filtratsiya tizimlari hamda innovatsion dizayn mahsulotlaridagi afzalliklari tahlil qilinadi. Shuningdek, bazalt tolalarining an’anaviy shisha, uglerod va sintetik tolalar bilan solishtirilgan xususiyatlari ilmiy jihatdan taqqoslanadi.*

Tayanch iboralar: *engil sanoat mahsulotlari, to‘qimachilik materiallari, kompozit materiallar, bazalt tola (basalt fiber), bazalt ip (basalt yarn), bazalt asosidagi matolar, polimer matritsalar, mustahkamlovchi tola, issiqlikka chidamli materiallar, mexanik mustahkamlik, yonmaydigan tolalar.*

НАУЧНО-ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТКАНЕЙ ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Авезов М.Ф., Кулиева Д.Р.

Бухарский государственный технический университет

Аннотация*. В статье освещаются физико-химические, механические и термические свойства базальтовых волокон и тканей на их основе, а также современные направления их применения в легкой промышленности. Анализируются преимущества текстильных материалов из базальтового волокна в защитной одежде, огнестойких технических тканях, системах фильтрации и инновационных дизайнерских продуктах. Кроме того, свойства базальтовых волокон по сравнению с традиционными стеклянными, углеродными и синтетическими волокнами с научной точки зрения сопоставимы.*

Ключевые слова: *продукция легкой промышленности, текстильные материалы, композитные материалы, базальтовое волокно, базальтовая пряжа, ткани на основе базальта, полимерные матрицы, армирующие волокна, термостойкие материалы, механическая прочность, негорючие волокна.*

SCIENTIFIC-BASIC ANALYSIS OF THE USE OF BASALT FIBER FABRICS IN LIGHT INDUSTRY

Avezov M.F., Kuliyeva D.R.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article highlights the physical, chemical, mechanical, and thermal properties of basalt fibers and fabrics based on them, as well as the current trends in their application in the light industry. It analyzes the advantages of textile materials made from basalt fiber in protective clothing, fire-resistant technical fabrics, filtration systems, and innovative design products. Additionally, the properties of basalt fibers are scientifically comparable to those of traditional glass, carbon, and synthetic fibers.*

Keywords: *light industry products, textile materials, composite materials, basalt fiber (basalt wool), basalt yarn (basalt yarn), basalt-based fabrics, polymer matrices, reinforcing fibers, heat-resistant materials, mechanical strength, non-combustible fibers.*

Yengil sanoat korxonalari uchun yuqori issiqlik qarshiligiga, mexanik mustahkamlikka ega, ekologik toza, uzoq muddat xizmat qiladigan matolarga bo‘lgan talab so‘nggi o‘n yillikda sezilarli ortdi. Bunday talab ayniqsa texnik to‘qimachilik matolar, himoya kiyimlari va maxsus maqsadli matolar segmentida yuqori. An’anaviy tolalar (paxta, jun, poliefir, kapron) ko‘pincha yuqori harorat, kimyoviy muhit yoki mexanik yuklanishga bardosh bermaydi. Shu bois zamonaviy engil sanoat mineral kelib chiqishga ega bo‘lgan bazalt tolalariga qiziqishni oshirdi. Bazalt tolalarining asosiy ustunligi — tabiiy vulkanik jins tarkibidan bevosita tolaga aylantirilishi tufayli ularning ekologik xavfsizligi, yuqori issiqlikbardoshlik va mexanik kuchlanishga chidamliligidir.

Bugungi kunda bazalt tolalaridan himoya kombinezonlari, yong‘inga chidamli matolar, kompozit asoslar, texnik filtrlar, issiqlik izolyatsion to‘qimalar ishlab chiqarish keng yo‘lga qo‘yilgan. Maqolada ushbu jarayonlar chuqur ilmiy tahlil etiladi.

Avval asosan qurilish yoki kompozit sanoat uchun qo‘llangan bazalt tolasining engil sanoat sohasida - himoya kiyimlari, issiqlik izolyatsion matolar, filtrlar va dizaynerlik mahsulotlarida qo‘llanishi bo‘yicha tizimli ilmiy tahlil berildi. Shisha va sintetik tolalar bilan taqqoslovchi tahlil

o‘tkazilib, bazalt tolalarining issiqlikbardoshlik va xavfsizlik bo‘yicha ustun jihatlari aniq ko‘rsatildi. Silanli bog‘lovchi moddalar tolalararo birikish, mato egiluvchanligi va mustahkamlikning oshishida hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligi ilmiy jihatdan asoslab berildi. Bazalt tolalari magmatik vulkanik jinslarni 1350–1500°C haroratda eritish va nozul orqali cho‘zish natijasida olinadigan mineral tolalar turiga kiradi. Bazalt jinsining kimyoviy tarkibi (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO va boshqalar) tolalarning kristall-fizik tuzilmasini belgilaydi. Undagi kremniy oksidi 48–55% bo‘lib, yuqori issiqlik va mexanik barqarorlikka asos yaratadi.

Bazalt tolasining asosiy o‘lchov ko‘rsatkichlari:

- Zichligi: 2.60–2.75 g/cm³
- Tortilishdagi mustahkamlik: 2800–3500 MPa
- Elastiklik moduli: 85–95 GPa
- Eritilish harorati: 1050–1100°C
- Ishlash harorati: 700°C gacha
- Yonuvchanlik: A1 sinf (yonmaydi, tutun chiqarmaydi)
- Kimyoviy chidamlilik: kislota va ishqorlarda yuqori barqarorlik

Bu ko‘rsatkichlar bazalt tolalarini texnik matolar sinfida yuqori funksional material sifatida ajratib turadi. Ayniqsa engil sanoatning yong‘inga chidamli, issiqlikdan himoyalovchi, mexanik yuklamaga bardoshli mahsulotlar sohasida bazalt tolalar ustunlikka ega.

Bazalt iplarining texnologik jarayoni an’anaviy shisha tolalarnikiga o‘xshash bo‘lsa-da, bir qator o‘ziga xos metallurgik va viskozitetga oid xususiyatlarga ega.

Bazalt jinslar pechga yuklanib, 1400–1500°C gacha isitiladi. Viskozitetning barqarorligi bazalt iplarining diametri va fizik xossalarida muhim o‘rin tutadi. Eritilgan massa platin–ruteniy qotishmasi teshiklaridan cho‘zilib 7–20 mikrometrli filamanlar hosil qiladi. Cho‘zilgan iplar sovutiladi va silanli bog‘lovchi moddalar bilan qoplanadi. Bu ularning:

- egiluvchanligini,
- to‘quv dastgohlarida ishlash qobiliyatini,
- kompozit matritsaga birikish darajasini oshiradi.
    - **Bazalt iplar quyidagi usullar orqali matoga aylantiriladi:**
- to‘quv dastgohlarida (shtapel yoki filament asosida)
- trikotaj texnologiyasi orqali
- ko‘p qatlamli texnik matolar (multiaxial fabrics)
- kompozit matritsa uchun 2D va 3D strukturalar

Laboratoriya tadqiqotlari bazalt matosining issiqlik o‘tkazuvchanligi 0.032–0.038 W/m·K ekanligini ko‘rsatadi, bu ko‘rsatkich uni issiqlik izolyatsiyasida yuqori samarali qiladi. Bazalt matolari yong‘in ta’sirida erimaydi, yonmaydi va tutun chiqarmaydi, shuning uchun ular:

- o‘t o‘chiruvchi brigadalar kombinezonlari,
- metallurgiya sexlari kiyimlari,
- payvandchi himoya kiyimlari,
- yuqori haroratli issiqlik mashinalari operatorlari forma kiyimlari uchun asosiy material sifatida ishlatiladi.

Bazalt matolari 700°C haroratda o‘z mexanik tuzilmasini saqlab qolishi ilmiy tajribalar bilan tasdiqlangan. Bazalt tolalari Fe_2O_3, MgO va CaO oksidlariga boyligi sababli kislotali muhitlarda inert hisoblanadi. Texnik tahlillarga ko‘ra, bazalt matolar issiqlik izolyatsiyasida shisha toladan 15–20% samaraliroq. Bazalt tolalarining tabiiy qora rangga ega bo‘lishi, UV nurlanishiga chidamliligi hamda o‘ziga xos fakturasi dizaynerlar uchun yangi materiallar yaratish imkonini beradi. Hozirda:

- sport kiyimlari,
- harbiy forma,
- ekstremal sharoitlar kiyimlari,
- ekologik dizayn kiyimlari ishlab chiqarishda bazalt iplaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Bazalt matolarining afzalliklari va ilmiy asoslangan kamchiliklari

Afzalliklari:

- yuqori mexanik mustahkamlik
- yong‘inga chidamlilik
- ekologik tozalik
- kimyoviy barqarorlik
- UV nurlanishiga chidamlilik
- uzoq xizmat muddati

Kamchiliklari:

- tabiiy tolalarga qaraganda qattiqroq
- elastiklik past
- o‘ta nozik matolar tayyorlash texnologiyasi murakkab
- maxsus to‘quv dastgohlari talab qiladi.

Bu kamchiliklarni bartaraf etish bo‘yicha so‘nggi yillarda modifikatsiyalangan “yumshatilgan bazalt tolalari”, mikro va nanobazalt tolalar yaratish bo‘yicha ilmiy ishlanmalar olib borilmoqda.

Yengil sanoatda bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-texnologik asoslari har tomonlama tahlil qilindi. Olib borilgan izlanishlar shuni ko‘rsatadiki, bazalt tolalari fizik-kimyoviy va mexanik xossalari jihatidan shisha, poliefir va boshqa an’anaviy tekstil tolalariga nisbatan yuqori ko‘rsatkichlarga ega. Xususan, bazalt tolalarining 700°C gacha issiqlikbardoshligi, 3000 MPa atrofidagi tortilishdagi mustahkamligi, kimyoviy inertligi va ekologik tozaligi ularni yong‘inga chidamli, issiqlik izolyatsion va himoya kiyimlarida qo‘llash uchun keng imkoniyat yaratadi. Bazalt tolali mato ishlab chiqarishning bosqichma-bosqich texnologik jarayoni – xomashyoni eritish, tola cho‘zish, ip yigirish va mato to‘qish tahlil qilindi. Tola hosil bo‘lish jarayonidagi viskozitetning barqarorligi va sirtni modifikatsiyalash samaradorligi tayyor matoning elastiklik, egiluvchanlik va issiqlik izolyatsiyasi ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir etadi.

Bazalt matolarining engil sanoatdagi asosiy qo‘llanish yo‘nalishlari – yong‘inga qarshi maxsus kiyimlar, metallurgiya va kimyo sanoati uchun himoya kombinezonlari, yuqori issiqlik bardoshli filtrlar, termoekranlar, texnik to‘qimalar hamda zamonaviy dizaynerlik matolari – ularning funksional jihatdan keng qamrovli ekanligini ko‘rsatdi. Shuningdek, bazalt matolari boshqa tolalar bilan solishtirildi va issiqlik, mustahkamlik, ekologik xavfsizlik bo‘yicha ustunligi isbotlandi. Shu bilan birga, tolalarning nisbatan qattiqligi, elastiklikning pastligi va maxsus dastgohlar talab qilinishi mavjud texnologik cheklovlar sifatida belgilandi. Xulosa qilish mumkinki, bazalt tolali matolar engil sanoatning texnik tekstillar, himoya kiyimlari va yuqori haroratli filtrlar yo‘nalishida eng istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi. Yaqin yillarda nano-bazalt tolalar, modifikatsiyalangan yumshoq bazalt iplar va ko‘p strukturalik kompozit matolar yaratish orqali ularning qo‘llanish sohasi yanada kengayishi kutiladi.

Xulosa. Bazalt tolalarining yuqori issiqlik bardoshligi, mexanik mustahkamligi, ekologik xavfsizligi va kimyoviy inertligi ularni engil sanoatning toqimachilik sohasi uchun eng istiqbolli materiallardan biriga aylantirmoqda. Ayniqsa, yong‘inga qarshi himoya kiyimlari, metallurgiya va kimyo sanoati uchun maxsus kiyimlar, yuqori haroratli filtr materiallari hamda innovatsion dizaynerlik matolarida bazalt tolasining qo‘llanilishi o‘sib bormoqda. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bazalt matolarining sifat ko‘rsatkichlari shisha va sintetik tolalardan ustun bo‘lib, narx bo‘yicha arzon. Bu esa bazalt tolalarini global engil sanoat uchun strategik ahamiyatga ega materialga aylantiradi. Kelgusida nano-bazalt tolalar, elastik bazalt kompozitlar, ko‘p funksiyali texnik matolar yaratish bo‘yicha tadqiqotlar bazaltning qo‘llanish doirasini yanada kengaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Защепкина К.А. Перспективы применения материалов с добавлением базальтовых волокон и базальтового ровинга. 2015, Иваново.

2. Ковалева Н.Е. Диссертация. Композиционный текстильный материал для спецодежды и изделий технического назначения. Саратовский государственный технический университет, 2013.
3. Захарченко А.С. Обоснование и разработка технологий заключительной отделки текстильных материалов с использованием отечественных стиролметакриловых и уретановых полимеров. Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 05.19.02, кандидат наук 2013, Иваново.
4. Авезов М.Ф., Кулиева Д.Р. “Использование инновационных тканей для пошива рабочей одежды”. «Техническое регулирование в едином экономическом пространстве» г. Екатеринбург- 2021 г.
5. Kuliyeva D.R., Avezov M.F. “Bazalt jinslaridan tolalar va o‘ta ingichka tolalar ishlab chiqarish”.Развитие науки и технологий. Научно – технический журнал. №2. 2021г.
6. Авезов М.Ф., Кулиева Д.Р. Подбор швейных игл в зависимости от плотности и механических свойств материала. Международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения профессора В.Е. Зотикова. Часть 1, Москва, 2022 г.
7. Кулиева Д.Р., Авезов М.Ф. Перспективы использования базальтовых волокон в Узбекистане. Международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения профессора В.Е. Зотикова. Часть 2, Москва, 2022 г.
8. Kulieva Dilafruz Radjabovna, Avezov Mavlonjon Fazlievich. Bazalt matosining fizik va mexanik xususiyatlarini tahlil etish va taqqoslash. ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ» Международный научно - образовательный электронный журнал. 2022 г.
9. Авезов М.Ф., Кулиева Д.Р. “Анализ физико-механических свойств базальтовых полотен”. «Техническое регулирование в едином экономическом пространстве» г. Екатеринбург- 2022 г.
10. Kulieva Dilafruz Radjabovna, “Modellarga kirgan ta’sir funksiyasini tanlash va unga kiruvchi parametrlarni aniqlash”, “Фан ва технологиялар тараққиёти” Ilmiy – texnikaviy jurnal №1/2024. 206-210 b.
11. Кулиева Д.Р., Авезов М.Ф. “ Выбор, исследование и обоснование ниточных соединений при проектировании специальной одежды”, UNIVERSUM: Технические науки. Научный журнал Издается ежемесячно с декабря 2013 года Является печатной версией сетевого журнала Universum: технические науки Выпуск: 2(119) Часть 4. Москва: 2024. С. 44-47.
12. Mavlon Avezov, Dilafruz Kulieva. “Prospects of using basalt fibers in light industry”, Journal: E3S Web of Conferences 390, 05016 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339005016 Agritech-VIII 2023.P.74-79

UO‘K [675.928:678.5.073/074]:685.34.073

MAXSUS POYABZAL TAGLIGI UCHUN ETILEN PROPILEN KAUCHUK VA POLIPROPILEN ASOSIDAGI TERMOPLASTIK ELASTOMER KOMPOZITSIYALARNING MEXANIK XOSSALARINI TADQIQ ETISH

[1]Musayev S.S., [2]Qodirov T.J.

[1]Buxoro davlat texnika universiteti, [2]Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti.

Annotatsiya. *Maqolada etilen propilen kauchuk va polipropilen asosida olingan termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xususiyatlari maxsus poyabzalning polimer pastki qismi sifatida qo‘llash maqsadida o‘rganilgan. Tadqiq etilgan termoplastik elastomer kompozitsiyalar yuqori elastiklikka ega materiallar ekanligi va quruq hamda issiq iqlim sharoitida maxsus poyabzalning tag qismi materiali sifatida foydalanish mumkinligi tajriba yo‘li bilan isbotlangan.*

Kalit so‘zlar: *termoplastik elastomerlar, mexanik xususiyatlar, deformatsiya, yuklash-yukdan bo‘shatish, yuqori elastiklik moduli, gisterezis hodisasi, mexanik yo‘qotishlar koeffitsiyenti, qoldiq deformatsiya, cho‘zilish, etilen-propilen kauchuk, polipropilen, deformatsion egri chiziqlar.*

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВОГО КАУЧУКА И ПОЛИПРОПИЛЕНА ДЛЯ НИЗА СПЕЦОБУВИ

[1]Мусаев С.С., [2]Кадиров Т.Ж.

[1]Бухарский государственный технический университет,

[2]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности.

Аннотация. *В статье исследованы механические свойства термопластичных эластомерных композиций, полученных на основе этилен-пропиленового каучука и полипропилена, с целью использования последнего в качестве полимерного низа спецобуви. Экспериментальным путем доказано, что исследованные термопластичные эластомерные композиции являются высокоэластичными материалами и могут использоваться в качестве материала низа специальной обуви в условиях носки в сухом и жарком климате.*

Ключевые слова: *термопластичные эластомеры, механические свойства, деформация, нагрузка-разгрузка, модуль высокой эластичности, гистерезисные явления, коэффициент механических потерь, остаточная деформация, удлинение, этилен-пропиленовый каучук, полипропилен, деформационные кривые.*

INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF THERMOPLASTIC ELASTOMERIC COMPOSITIONS BASED ON ETHYLENE PROPYLENE RUBBER AND POLYPROPYLENE FOR SPECIAL FOOTWEAR SOLES

[1]Musayev S.S., [2]Kadirov T.J.

[1]Bukhara state technical university, [2]Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract. *The article investigates the mechanical properties of thermoplastic elastomeric compositions obtained from ethylene propylene rubber and polypropylene, with the aim of using the latter as a polymer base for special footwear. It has been experimentally proven that the studied thermoplastic elastomeric compositions are highly elastic materials and can be used as the sole material for special footwear in dry and hot climatic conditions.*

Keywords: *Thermoplastic elastomers, mechanical properties, deformation, loading-unloading, high elasticity modulus, hysteresis phenomenon, coefficient of mechanical losses, residual deformation, elongation, ethylene propylene rubber, polypropylene, deformation curves.*

***K*irish.** Insoniyat o‘z taraqqiyoti davrida foydalangan materiallar, rivojlanish bosqichlarida hamma vaqt ham muhim va ko‘p hollarda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lgan. Hattoki, taraqqiyot bosqichlari ular bilan bog‘lanib, tosh asri, bronza asri kabi nomlar olgan.

Bugungi kunda barcha sohalarda foydalanilayotgan materiallar turkumining ko‘lamiga ko‘ra, asrimizni polimerli kompozitsion materiallar asri deb atalsa mubolag‘a bo‘lmaydi.

Inson hayotida polimerlarning ahamiyati shu qadar kattaki, kishilarning turmush darajasi haqida bu materiallarni iste’mol ko‘lamiga qarab fikr yuritish mumkin. Ma’lumki polimer modda va polimer materiallar o‘rtasida keskin farq bor. Polimer modda materialga o‘tishi uchun ko‘p hollarda unga turli kimyoviy qo‘shimchalar kiritish zarur. U qo‘shimchalar, moddaning fizik va kimyoviy xossalarini, issiqlik va yorug‘likka barqarorligini, mexanik mustahkamligini va iqlim bardoshligini, suvga chidamliligi va xususiyatlarini yaxshilashga yordam beradi. Odatda ko‘p polimer materiallarga noorganik tabiatga ega bo‘lgan moddani – to‘ldiruvchini kiritib modda xususiyati o‘zgartiriladi.

Yetarlicha kompleks xossaga ega materialga bo‘lgan talab yuzaga kelsa, yangi turdagi polimerlarni sintez qilib, ularni ishlab chiqarilishiga erishish, hamma vaqt ham maqsadga muvofiq kelavermaydi. Bu yo‘l juda murakkab, uzun, hamda katta mablag‘ talab etishi bilan birga, kutilgan natijaga erishish ehtimolliligi ham yuqori bo‘lavermaydi. Shuning uchun mavjud polimerni fizik o‘zgarishiga uchratilishi (modifikatsiyalash), ularning boshqa tabiatli moddalar bilan kombinatsiyalash, boshqacha tuzulishga o‘tkazilishi kabi ishlarni bajarilishi natijasida olinadigan materialni mustahkamlash, unga alohida to‘ldiruvchi turiga bog‘liq holda kompleks xususiyat baxsh etish va arzonlashtirish kabi muammolarni hal etish muhim ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun so‘nggi yillarda mahalliy sanoatda majud polimerlar asosida yangicha polimerli kompozitsion materiallar yaratish masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda bugungi bozor iqtisodiyoti sharoitida poyabzal sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, poyabzal polimer tagliklari

assortimentni kengaytirish, polimerlarning yangi aralashmalarini yaratish orqali iste'molchilar talablarini qondirish hisoblanadi. Shu bilan birga, yangi materiallar olishning boshqa usullarini qo'llash kengaymoqda, xususan, polimerlarning xossalarini o'zgartirish maqsadida modifikatsiya qilish bunga tegishlidir. Bu nafaqat kimyoviy va strukturaviy modifikatsiyalash, balki polimer-polimer va to'ldirilgan polimer kompozitsiyalarini yaratishni, shuningdek, kompleks modifikatsiya ham ko'zda tutiladi.

"Sho'rtan" GKM da poliolefinlar sinfiga mansub turli markali polipropilen (PP-21030, PP-21060), quyi va yuqori bosimli polietilen (PENP-15803, PEVP-20940) hamda etilen propilen kauchuklari (SKEPT-30,40) ishlab chiqarilmoqda, ularning asosiy xarakteristikalari 1-jadvalda keltirilgan.

Yechiladigan muammo va masalaning qo'yilishi. Asosiy tadqiqot obyekti sifatida uchlamchi etilenpropilen kauchuk va poliolefinlarning tanlanishi quyidagi omillar bilan belgilanadi: qimmatli xususiyatlar majmuasi, ulardan "dinamik vulkanizatsiya" usuli yordamida termoplastik polimer kompozitsiyasini olish va yuqori unumli quyish agregatlarda mahsulotga qayta ishlash imkoniyati, barqaror xom ashyo bazasi hamda ushbu polimerlarning nisbatan arzon narxi.

1-jadval

Maxsus poyabzal taglig materiali sifatida tavsiya etilayotgan polimer materiallarning tavsifi

№	Ko'rsatkichlar nomi	Polimer turi					
		SKEP-30	SKEP-40	PENP-15803	PEVP-20906	PP-21030	PP-21060
1	Tashqi ko'rinish	to'p	to'p	donalar	donalar	donalar	donalar
2	GOST yoki texnik shartlar	38103252	38103252	16337	16338	26996	26996
3	Molekulyar massasi, ming.	80-200	80-200	30-500	50-3500	80-200	80-200
4	Eruvchanlik parametrlari, $(kal/sm^3)^{1/2}$	8,0	8,0	8,0	8,2	8,1	8,1
5	Erish indeksi (PTR), g/10 daqiqa	-	-	2,20	3,40	4,20	12,6
6	Qovushqoqlik, Pa·s	$1{,}5\cdot10^4$	$1{,}76\cdot10^4$	$8{,}8\cdot10^3$	$9{,}7\cdot10^3$	$9{,}5\cdot10^3$	$9{,}0\cdot10^3$
7	Zichlik, kg/m^3	877	877	919	960	910	910
8	Cho'zilishdagi mustahkamlik, MPa	1,85	2,45	10,7	17,8	28,6	30,2
9	Uzilishdagi nisbiy uzayish, %	305	350	600	450	300	100
10	Uzilishdagi qoldiq uzayish, %	10,0	6,0	100	100	100	60
11	Vika usuli bo'yicha issiqqa chidamlilik, °C	150	150	+60	+80	135	135
12	Issiqlik o'tkazuvchanlik,Vt/mK.	0,19	0,19	0,36	0,44	0,085	0,080
13	Shor bo'yicha qattiqlik, shartli birlik	44 A	48 A	40 D	60 D	88 D	88 D
14	Erish harorati, °C	-	-	117	132	172	170
15	Shishalanish harorati, °C	-60	-62	-70	-60	-8	-15
16	Kristallanish darajasi, %	-	-	53	77	65	60

Polipropilen, quyi va yuqori bosimli polietilen va etilen propilen kauchugining iste'mol xossalari to‘plami maxsus maqsadli poyabzallar uchun uning asosidagi kompozitsiyalarni tavsiya qilish imkonini beradi. Poliolefin kompozitsiyalarini qo‘llash sohalarini uning asosida polimerlar va birinchi navbatda etilen propilen elastomeri bilan birgalikda termoplastik polimer kompozitsiyasini olish orqali kengaytirish mumkin.

Biroq, hozirgi kunga qadar maxsus poyabzal tagliklarini tayyorlashda poliolefin hosilalari va etilen propilen elastomeri asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiya tarkibini olish usullari bo‘yicha tizimli tadqiqotlar mavjud emas, shuningdek fizik-mexanik hamda fizik-kimyoviy xususiyatlar ko‘rsatkichlarini boshqarishning ilmiy yondashuvlari ishlab chiqilmagan.

Maxsus poyabzal tagligi uchun materiallarni olishning tarkibiy-texnologik parametrlarini ishlab chiqish va kompozitsiya tarkibining kompozitsion materialni tanlash va qo‘llash sohasini oldindan belgilab beruvchi ekspluatatsion, texnologik va boshqa xususiyatlarga ta'sirini aniqlash muammosi o‘rganilmagan.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Yuqorida aytilganlarni hisobga olgan holda, biz tadqiqot ishimizda yangi turdagi materiallarni ya'ni poyabzal tagligi materiallarini ishlab chiqarish uchun mahalliy sanoatda ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan polipropilen, quyi va yuqori bosimli polietilen va turlicha miqdorda qovushqoqlikka ega bo‘lgan etilen propilen elastomeriga asoslangan kompozitsiyadan foydalanish imkoniyatini o‘rganib chiqdik [1-4].

Elastomer materiallarning keng qo‘llanilishi ularning o‘ziga xos mexanik xususiyatlari bilan bog‘liq. Eng avvalo, bu elastiklik modulining nisbatan past qiymatlarida katta qaytar deformatsiyalarga ega bo‘lish qobiliyati hamda deformatsiyaning mexanik energiyasini yutish va tarqatish xususiyatidir. Mexanik xatti-harakatning aynan shu noyob xususiyatlari elastomerlarning sanoat va xalq xo‘jaligining barcha sohalarida g‘oyat muhim ahamiyat kasb etishini belgilaydi.

Ko‘pgina buyumlar foydalanish jarayonida davriy yuklanishlarga uchraydi, biroq polimer materiallarning davriy yuklanish sharoitlaridagi xatti-harakati etarlicha chuqur o‘rganilmagan. Bu ayniqsa yangi turdagi termoelastoplastlarga tegishli.

Elastomer materiallarning o‘ziga xos xususiyati shundaki, ular ko‘p marta deformatsiyalanish jarayonida tuzilishini qaytariladigan yoki qaytarilmaydigan tarzda o‘zgartiradi. Shu sababli, barcha mexanik xususiyatlar majmuasi oldingi deformatsiya tarixiga bog‘liq bo‘ladi va takroriy deformatsiyalanishda material ko‘pincha avvalgi siklning xususiyatlaridan sezilarli darajada farq qiladigan yangi xususiyatlar to‘plamini namoyon etadi [5-7].

Elastomer materiallarning xususiyatlari mexanik ta'sirning turi va tezligiga bog‘liq bo‘ladi. Etilenpropilen kauchuki va polipropilen (1-rasm) asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalar davriy deformatsiyalanganda cho‘zilish darajasi 20% gacha ($\varepsilon<20\%$) bo‘lganda, material o‘zining dastlabki o‘lchamlarini to‘liq tiklaydi. Cho‘zilish darajasi 20% dan oshganda, yuklanish egri chizig‘i koordinatalar boshiga tushmaydi, bu esa qoldiq deformatsiya mavjudligini ko‘rsatadi. Bunda qoldiq deformatsiyaning cho‘zilishi materialning umumiy cho‘zilishi ortishi bilan ortib boradi. Shu bilan birga, yo‘qotilgan mexanik energiya miqdorini ifodalovchi gisterezis halqasining maydoni ham kengayadi.

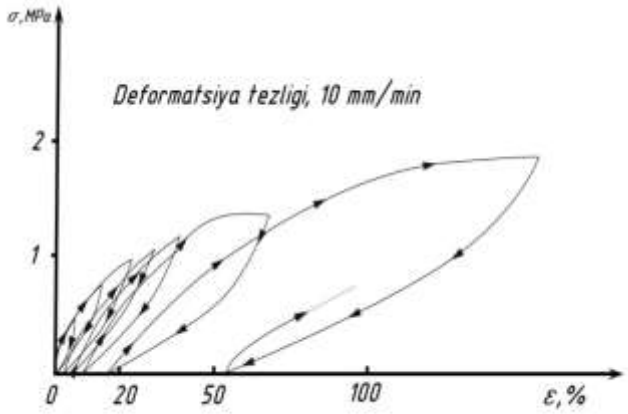
Rasmda ko‘rsatilgan deformatsiya egri chiziqlari (2-rasm) elastomer materiallarning mexanik xatti-harakatlarining o‘ziga xos xususiyatlarini aks ettiradi. EPK:PP asosidagi termoplastik elastomerlar uchun uzilish kuchiga etguncha bo‘lgan dastlabki o‘lchamlarni tiklash qobiliyati xos hisoblanadi.

Har bir keyingi cho‘zilish oldingi cho‘zilishdagi kabi cho‘zilish darajasiga erishish uchun sarflanadigan ishning va elastiklik modulining pastroq qiymati bilan tavsiflanadi.

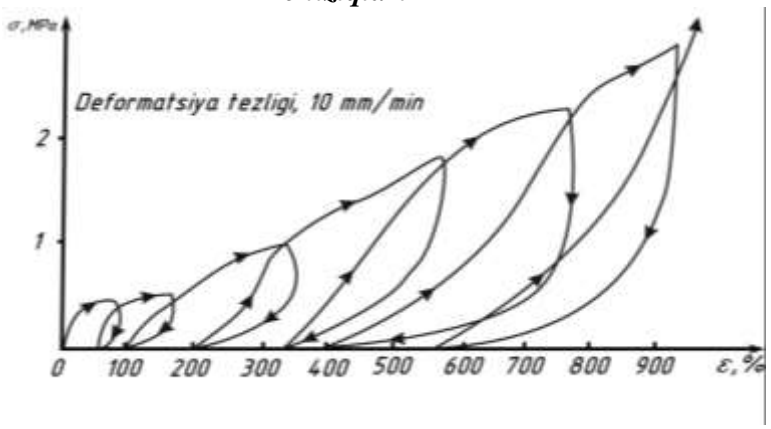
Bunda σ -ε egri chizig‘i S-simon shaklni oladi. Biroq, deformatsiyalanishda kuchlanishning sezilarli darajada kamayishiga qaramay, yuklanish egri chizig‘i dastlabki qismlarning davomi sifatida namoyon bo‘ladi.

Agar bir xil namunani belgilangan cho‘zilish darajasigacha bir marta deformatsiyalansa, shunda (3-rasm) deformatsiyaning har bir keyingi siklida (yuklanish - yukdan bo‘shatish) yuqori

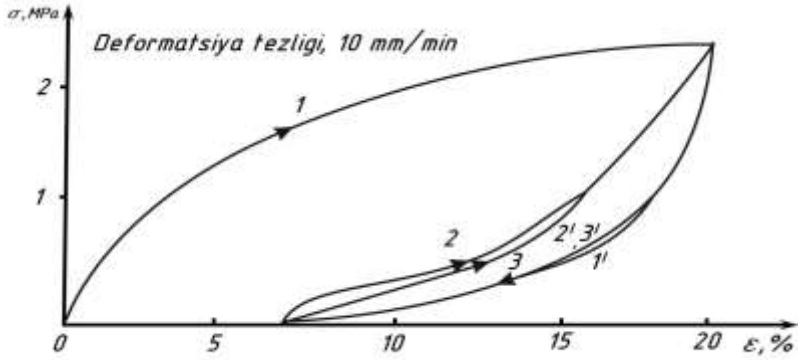
elastiklikning boshlang‘ich moduli va gisterezis yo‘qotishlari oldingi siklga nisbatan kamroq bo‘lishi ma’lum bo‘ladi.



1-rasm. Kichik cho‘zilish darajalarida davriy yuklanish rejimidagi deformatsiya egri chiziqlari



2-rasm. Cho‘zilish jarayonida uzilishgacha bo‘lgan siklik yuklanish rejimidagi deformatsiya egri chiziqlari



3-rasm. Belgilangan cho‘zilish darajasigacha yuklanishning davriy rejimidagi deformatsiya egri chiziqlari: 1, 2, 3 - cho‘zilish; 1’, 2’, 3’ - mos ravishda yuklash-yukdan bo‘shatishning 1-, 2- va 3-davrlarida qisqarish

Deformatsiyaning dastlabki bir necha sikli davomida bu xususiyatlar kamayib, ma’lum o‘zgarmas qiymatlarga intiladi (1-jadval). Bu qiymatlar deformatsiyalanishning barqaror holatiga mos keladi, bunda har bir keyingi sikl avvalgisining ortidan darhol va xuddi shu tezlikda amalga oshiriladi. Mexanik energiyaning gisterezis yo‘qotishlari miqdorini mexanik yo‘qotishlar koeffitsiyenti deb ataladigan **α** koeffitsiyenti ifodalaydi. Bu koeffitsiyent cho‘zishda sarflangan

solishtirma ish (A_R) bilan qisqarishda olingan solishtirma ish (As) o‘rtasidagi farqning materialni cho‘zish uchun sarflangan solishtirma ishga nisbati sifatida hisoblanadi [3]:

$$\alpha = \frac{A_r - A_s}{A_r} * 100\% \qquad (1)$$

Bizning holatimizda A_R va A_S kattaliklari amalda deformatsiya egri chiziqlari ostidagi maydonlar sifatida aniqlandi. Bu maydonlar o‘rganilayotgan namunaning tegishli cho‘zilishi va yukdan bo‘shatilishi jarayonida olingan.

1-jadval

Ko‘p marotaba deformatsiyalanish jarayonida mexanik yo‘qotishlar koeffitsiyenti va yuqori elastiklik modulining o‘zgarishi

№	Mexanik yo‘qotishlar koeffitsiyenti, %	Yuqori elastiklik moduli, %
1	85,0	19,5
2	18,0	5,5
3	1 5.3	3.8
4	15.0	3.5
5	15.1	3.4
6	15,0	3.4
7	15,0	3,5
8	15,2	3,6
9	14.9	3,5
10	15,0	3,5

Birinchi sikldagi mexanik yo‘qotishlar koeffitsiyentining yuqori qiymati (α= 85%) polimer materialning majburiy-elastik tarzda deformatsiyalanishidan dalolat beradi. Ikkinchi va uchinchi sikllarda qaytarilmagan ish ulushi kamayib, yuqori elastik deformatsiyaga xos bo‘lgan α ≈ 15% doimiy darajaga etadi.

Tajriba shuni ko‘rsatdiki, polimer materialning kuzatilgan kuch ta’sirida yumshatilish effekti (Patrikeev-Mallinz effekti) [1] qaytaruvchan ekan. Xususan, agar navbatdagi cho‘zilish-qisqarish siklidan oldin namunaga erkin holatda bo‘shashish imkoniyati berilsa (“dam oldirilsa”), boshlang‘ich elastiklik moduli, cho‘zilishga sarflanadigan ish va mexanik yo‘qotishlar koeffitsiyenti biroz ortib, dastlabki materialning mexanik xususiyatlariga asta-sekin yaqinlasha boshlaydi.

Mexanik xususiyatlarning tiklanishi namunaning qoldiq deformatsiyasining kamayishiga, ya’ni uning dastlabki o‘lchamlarining yanada to‘liqroq qayta tiklanishiga olib keladi. Haroratning ozgina ko‘tarilishi bu jarayonni sezilarli darajada tezlashtiradi.

Olingan natijalar adabiyotlarda keltirilgan tajriba ma’lumotlari bilan yaxshi muvofiq keladi va polimer jismlarning mexanik xususiyatlari haqidagi an’anaviy nazariy qarashlar asosida to‘liq izohlanadi [8-12].

Olingan natijalarning qo‘llanilish sohalari. Materiallarning ekspluatatsiya jarayonidagi xatti-harakati haqidagi bilimlar muayyan qo‘llash sohalari uchun kompozitsiyalarni tanlashga ilmiy asoslangan tarzda yondashish imkonini beradi [8-11]. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, EPK:PP asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalar deformatsiya paytida mexanik energiyaning yuqori darajada tarqalishi bilan tavsiflanadi. Ko‘p komponentli tizimlar hisoblangan EPK:PP asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalar geterogen tuzilishga ega. Kompozitsiyalarning mexanik xususiyatlari qiymati ularning bir jinsli emasligi darajasi bilan aniqlanadi. Tuzilishning bir jinsli emasligi ichki ishqalanishning mavjud miqdorini va shu orqali katta dissipativ yo‘qotishlarni keltirib chiqaradi. Mahsulot ichida issiqlik hosil bo‘lishi va issiqlik o‘tkazuvchanligining pastligi tufayli hosil bo‘lgan issiqlikning chiqib ketishi sekinlashadi. Shu sababli, davriy deformatsiyalarga uchraydigan katta hajmli mahsulotlarni ishlab chiqarish maqsadga muvofiq emas. Katta deformatsiyalarga duchor bo‘ladigan buyumlarda EPK:PP asosidagi termoplastik elastomerlarni qo‘llash ham tavsiya etilmaydi. Bu cheklovlar termoplast-elastomer asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning tuzilishi bilan bog‘liq.

Xulosa. Poliolefin hosilalari asosidagi polimerlar aralashmalarini quruq va issiq iqlim sharoitlarida foydalanishga mo‘ljallangan poyabzal taglik materiallari uchun asosiy tarkib sifatida qo‘llash maqsadga muvofiq ekanligi isbotlangan. Shu bois, bugungi kunda quruq va issiq iqlimda ishlatishga mos keladigan sintetik taglik materiallarini ishlab chiqarish uchun mavjud mahalliy xom-ashyolardan yangi kompozitsion materiallarni tadqiq etish hamda ularni qayta ishlash va poyabzal tag qismida qo‘llash masalalarini ishlab chiqish muhim vazifa hisoblanadi.

Yuqorida keltirilganlardan xulosa qilish mumkinki, polipropilen, past va yuqori zichlikdagi polietilen aralashmalari asosidagi termoplastik polimer kompozitsiyalar etilen-propilen elastomerlari bilan birgalikda poyabzal sanoati uchun yangi istiqbolli material hisoblanadi.

Shuningdek, termoplastik elastomer kompozitsiyalarning “yuklash-yukni olib tashlash” davriy rejimlarida mexanik xususiyatlarini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, poliolefin va etilen-propilen elastomeri asosida olingan taglik kompozitsiyalari agrosanoat klasterlarining murakkab foydalanish sharoitlariga mo‘ljallangan poyabzal tagliklarini tayyorlash uchun to‘liq mos keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Аскадский А.А. Деформации полимеров. В сб.: Энциклопедия полимеров под ред. В.А. Каргина. М.: Сов. энцикл., 1992. - Т.1. - С.688
2. Лукомская А.И. Основы прогнозирования механического поведения каучуков и резин при переработке и эксплуатации резиновых изделий. М.: Химия, 2005. - 360 с.
3. Бартенев Г.М. Физика и механика полимеров. М.: Высшая школа, 2003. - С.337-3454. Бейл Дж. Анализ напряжений в конструкциях при ползучести. М.: Мир, 2006. - С.299-300
5. Кауш Г. Разрушение полимеров. М.: Мир, 2001. - С.313-323
6. Бухина М.Ф. Техническая физика эластомеров. М.: Химия, 2004. - 294с.
7. Musaev S.S. Mahalliy sanoat xomashyolari va chiqindilari asosida maxsus poyabzal polimer tagliklarini yaratish va biriktirish texnologiyasini ishlab chiqish. (Monografiya). Buxoro: “Sharq Buxoro” nashriyoti. 2023. 176 b.
8. Мусаев С.С. Термические исследования свойств обувных подошвенных композиций. Известия высших учебных заведений "Технология текстильной промышленности," рецензируемый научно-технический журнал. No4 (406) 2023. С. 236-243.
9. MUSAYEV S. S., SAMIYEVA G. O. Optimization of values of technological parameters for obtaining thermoplastic polymer composition for bottom shoes //Leather & Footwear Journal/Revista de Pielarie Incaltaminte. – 2021. – Т. 21. – №. 4.
10. Musaev S., Samiyeva G. Study of the morphology of shoe sole composites based on domestic suspension polyvinyl chloride and ethylene-vinyl acetate copolymer //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390. – С. 05018.
11. Musaev S., Samiyeva G. Study of the morphology of shoe sole composites based on domestic suspension polyvinyl chloride and ethylene-vinyl acetate copolymer //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390. – С. 05018.
12. Середа О.В., Цитрина И.Л., Коваленко М.Н. Влияние модифицирующих добавок на свойства композиций для деталей низа обуви//Сб. науч. тр. ЦНИИКП. М., ЦНИИТЭИлегпром. 2006. С. 21-25.

Musayev Sayfullo Safoyevich – texnika fanlari nomzodi, professor. Buxoro davlat texnika universiteti “Yengil sanoat muhandisligi va dizayn” kafedrasi professori, Tel.: +998906376100 (m), E-mail: ssmusaev@rambler.ru

Qodirov To‘lqin Jumayevich – texnika fanlari doktori, professor. Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat institute “Charm va poyabzal muhandisligi” kafedrasi mudiri. Tel.: +998935374760 (m), E-mail: kad-tulqin@yandex.ru

BOLDIR-TOVON BO‘G‘IMLARI SHIKASTLANGAN BEMORLAR UCHUN ILMIY ASOSLANGAN ORTOPEDIK POYABZAL KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Muxammedova M.O.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada boldir–tovon bo‘g‘imlari shikastlangan bemorlar uchun ortopedik poyabzalning konstruktiv yondashuvi ishlab chiqilgan. Mavjud modellarning kamchiliklari tahlil qilinib, yangi modelda bo‘g‘imga tushadigan yuklanishni optimallashtiruvchi elementlar (yon splintlar, orqa qism stabilizatori, elastik va sozlanadigan bog‘lovchi qismlar) joylashtirilgan. Poyabzalning ichki qismi bemorning anatomik xususiyatlariga mos shakllantirilib, boldir–tovon bo‘g‘imini qisman fiksatsiyalash, yurish fazalarida harakat amplitudasini cheklamasdan qo‘llab-quvvatlash va reabilitatsiyani tezlashtirishga xizmat qiladi. Ushbu yondashuv ilmiy asoslangan ergonomik mezonlar va biomexanik yuklanishlarni hisoblash orqali ishlab chiqilgan.*

Kalit so‘zlar: *boldir-tovon bo‘g‘imi, ortopedik poyabzal, ich patak materiali, biomexanik xususiyatlar, yuklanish taqsimoti, fizik-mexanik xossalar, zarba yutuvchi xususiyatlar, kompozit tarkib, reabilitatsiya samaradorligi.*

BOLDIR-TOVON BO‘G‘IMLARI SHIKASTLANGAN BEMORLAR UCHUN ILMIY ASOSLANGAN ORTOPEDIK POYABZAL KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Мухаммедова М.О.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье разработан конструктивный подход к созданию ортопедической обуви для пациентов с повреждениями голеностопного сустава. Проанализированы недостатки существующих моделей, в новой конструкции размещены элементы, оптимизирующие нагрузку на сустав (боковые шины, задний стабилизатор, эластичные и регулируемые соединительные части). Внутренняя часть обуви сформирована в соответствии с анатомическими особенностями пациента, что позволяет частично фиксировать голеностопный сустав, поддерживать его в фазах ходьбы без ограничения амплитуды движения и ускорять реабилитацию. Данный подход разработан на основе научно обоснованных эргономических критериев и расчёта биомеханических нагрузок.*

Ключевые слова: *голеностопный сустав, ортопедическая обувь, материал внутренней стельки, биомеханические характеристики, распределение нагрузок, физико-механические свойства, амортизирующие свойства, состав композита, эффективность реабилитации.*

DEVELOPMENT OF A SCIENTIFICALLY BASED ORTHOPEDIC FOOTWEAR DESIGN FOR PATIENTS WITH ANKLE JOINT INJURIES

Mukhammedova M.O.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article presents a constructive approach to the development of orthopedic footwear for patients with ankle joint injuries. The shortcomings of existing models are analyzed, and the new design incorporates elements that optimize joint loading (lateral splints, rear stabilizer, elastic and adjustable connecting components). The inner part of the footwear is shaped according to the patient’s anatomical characteristics, enabling partial fixation of the ankle joint, supporting it during walking phases without limiting the range of motion, and accelerating rehabilitation. This approach is developed based on scientifically grounded ergonomic criteria and biomechanical load calculations.*

Keywords: *ankle joint, orthopedic footwear, insole material, biomechanical characteristics, load distribution, physical-mechanical properties, shock-absorbing properties, composite composition, rehabilitation effectiveness.*

So‘nggi yillarda boldir-tovon bo‘g‘imlari shikastlanishlari va surunkali kasalliklari soni ortib borayotgani ortopedik poyabzalga bo‘lgan talabni yanada oshirdi. Reabilitatsiya jarayonida to‘g‘ri tanlangan poyabzal nafaqat og‘riqni kamaytirish, balki harakat funksiyalarini tiklash, yurish mexanikasini normallashtirish va bo‘g‘imga tushadigan yuklanishni to‘g‘ri taqsimlashda muhim rol o‘ynaydi. Shu bilan birga, ko‘plab mavjud ortopedik poyabzallar qattiq fiksatsiyaga asoslangan bo‘lib, bemorning tabiiy yurish mexanikasini buzadi, mushak va paylarning normal ishlashini cheklaydi hamda uzoq muddatli kiyishda noqulaylik tug‘diradi. Shuning uchun boldir–tovon bo‘g‘imi shikastlangan bemorlar uchun yangi model ishlab chiqishda konstruktiv echimlarga chuqur ilmiy asoslangan yondashuv zarur. Bunda poyabzalning shakli, stabilizatsiya elementlari, splintlar va ularga tushadigan kuchlarning taqsimlanish nuqtalari ehtiyotkorlik bilan loyihalanadi

[1]. Masalan, yon va orqa splintlarning optimal joylashuvi bo‘g‘imni qisman barqarorlashtirib, tabiiy pronatsiya va supinatsiyani cheklamasdan nazorat qiladi; sozlanadigan fiksatsiya tizimi esa bemorning individual anatomik xususiyatlari va oyoqdagi shish yoki deformatsiyalarga moslashishga imkon yaratadi.

Bundan tashqari, poyabzalning ichki qismi bemorning boldir-tovon bo‘g‘imiga aniq mos shakllantirilgan bo‘lishi zarur, bu esa yurish fazalarida to‘g‘ri biomekanik harakatni ta’minlaydi. Ushbu konstruktiv yondashuv bo‘g‘imga tushadigan kuchlarni tabiiy yo‘nalishda qayta taqsimlash, harakat amplitudasini saqlagan holda barqarorlikni ta’minlash va reabilitatsiya jarayonini tezlashtirish imkonini beradi [2].

Shu tariqa, zamonaviy ortopedik poyabzalni ishlab chiqishda asosiy e’tibor material tanlashdan ko‘ra, konstruktiv elementlarning to‘g‘ri shakllantirilishi, o‘zaro uyg‘unligi va ergonomik tamoyillarga mosligiga qaratilishi kerak. Bu yondashuv bemorlarning harakat funksiyasini tiklashda yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi [3,4].

Ushbu tadqiqotda bolder-tovon bo‘g‘imi shikastlangan bemorlar uchun ortopedik poyabzal konstruksiyasini ilmiy asoslangan holda ishlab chiqish metodikasi ishlab chiqildi. Tadqiqot jarayonida poyabzalning konstruktiv elementlari (yon va orqa splintlar, fiksatsiya tizimlari, asosiy korpus shakli, ustki qoplama, burun qismi, o‘tkazuvchi kanallar)ni loyihalashda quyidagi yondashuvlar qo‘llandi:

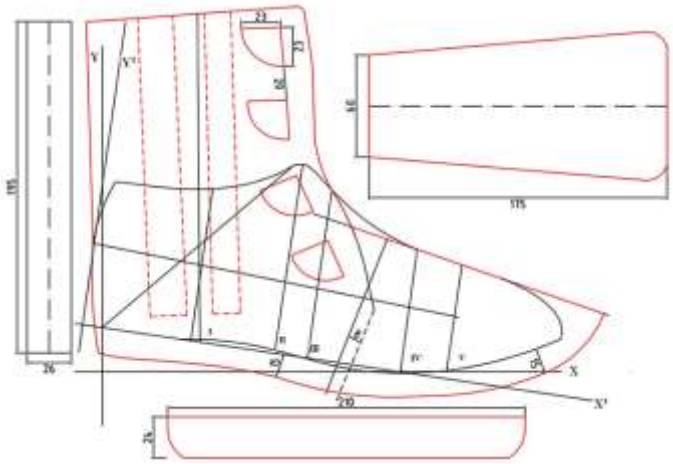
Biomexanik tahlil	• bemorlarning yurish mexanikasi, boldir–tovon bo‘g‘imining pronatsiya–supinatsiya burchaklari, yuklanish markazi va taqsimotini 3D harakatni o‘lchovchi platforma hamda bosim sensori yordamida o‘rganildi.
Individuallashtirilgan shakllantirish	• oyoq va bo‘g‘imning aniq o‘lchamlari, deformatsiya darajasi, o‘lchandi va konstruksiyalashda inobatga olindi.
Konstruktiv elementlarni sinovdan o‘tkazish	• turli joylashuvdagi splintlar, sozlanadigan fiksatsiya tizimlari va yon–orqa qism elementlarining yukni taqsimlash qobiliyati, barqarorlikka ta’siri mexanik stendlar va dinamometrik qurilmalar yordamida baholandi.
Materiallar tahlili	•yuqori elastiklik va zarba yutish xususiyatiga ega zamonaviy polimerlar, kompozit elastomerlar va tibbiy tola asosidagi qoplamalar sinovdan o‘tkazildi. Bunda asosiy e’tibor material tanlashdan ko‘ra, ularning konstruktiv elementlar bilan uyg‘unligi, shaklni ushlab turishi va gigiyenik ko‘rsatkichlariga qaratildi.
Klinik baholash	•tayyor prototiplar 20 nafar boldir–tovon bo‘g‘imi shikastlangan bemorda sinovdan o‘tkazilib, yurish mexanikasi, barqarorlik, og‘riq darajasi, shishning kamayishi hamda reabilitatsiya tezligi mezonlari bo‘yicha baholandi.

Natijada konstruktiv elementlar shakli va joylashuvining optimal kombinatsiyasi ishlab chiqildi hamda bemorlarning individual ehtiyojlariga mos sozlanadigan ortopedik poyabzal modeli yaratildi [5].

1-jadval

Modellar turi	Konstruktiv xususiyatlar	Afzalliklari	Kamchiliklari
Statik fiksatsiyali	Qattiq tayanch, harakatni cheklovchi	Barqarorlik yuqori, immobilizatsiya samarali	Harakatni cheklaydi, mushak atrofiyasi ehtimoli
Yarim-fiksatsiyali	Yengil qattiqlik, asosiy harakatlarga ruxsat	Kundalik yurishga mos, engil	Yetarli barqarorlik bermasligi mumkin
Dinamik-funktsional	Elastik modullar, sozlanadigan splintlar	Harakatni qisman tiklaydi, reabilitatsiyaga mos	Tayyorlash murakkab, tannarxi yuqori

Poyabzal ustki detalidagi ichki va tashqi dastaklariga 5 mm qalinlikdagi supinaplast materiali qo‘llanilgan bo‘lib, ushbu material poyabzalda korset vazifasini bajaradi. Harakat vaqtida tayanch suyagini tog‘ri holatda zich saqlashi hisobiga tana shaklining buzilishiga, tana yo‘nalishining buzilishiga, tekislikda tos suyagining qiyshayish burchagining oshishini, tekislikda gavdaning egilishini, umutrqa chizig‘ining yon tomonga og‘ishini oldini oladi. 1-rasmda ortopedik poyabzal ustki qismining konstruktiv asosi keltirilgan.



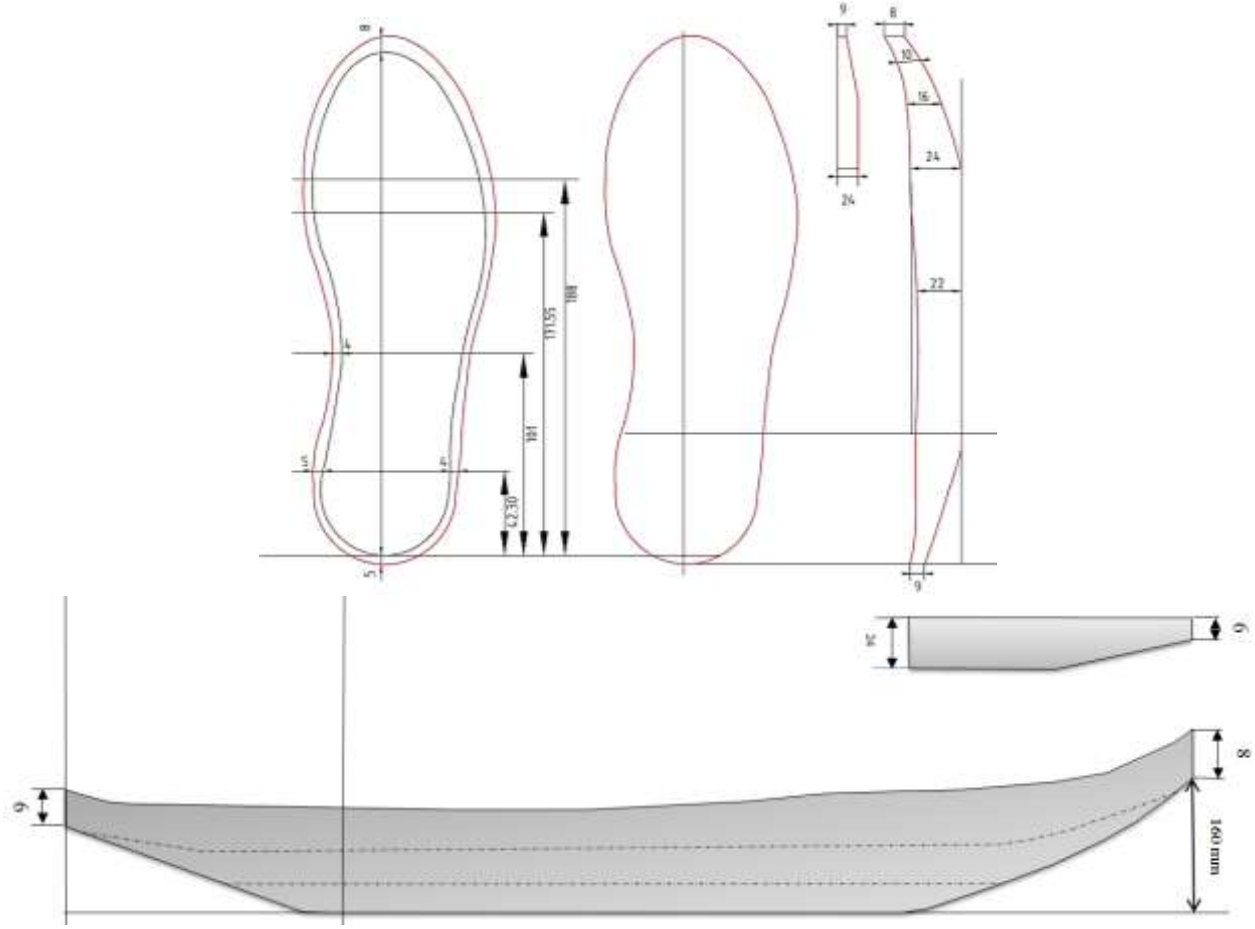
1-rasm. Ortopedik poyabzal tanovor qismining konstruktiv asosi

Ayollar ortopedik poyabzali, qo‘nji jinsi matosidan tayyorlangan bo‘lib, shikastlangan boldir-tovon bo‘g‘imini sog‘ayishi uchun oraliq maxsus detaldan foydalanilgan (1-rasm). Oyoqqa velkro materialidan tayyorlangan kamarlar yordamida mahkamlanadi. Tagligi uch qatlamdan tashkil topgan bo‘lib, birinchi va ikkinchi qatlamlar yassi ko‘rinishda. Uchinchi qatlam, tayanch tekisligiga tegiladigan qism bo‘lgani uchun tumshuq qismi va poshna qismi shilinib dumaloq holatga keltirilgan. Bunday shakl yurganda kasallangan oyoq panjasi harakatini barqarorlashtiradi.

2-jadval

Poyabzal ko‘rinishi	Yarim etik
Qolip fasoni	812222
Biriktirish usuli	Yelimli
Ustki material	Tabiiy charm
Taglik material	Rezina
Artikul	Shartli
DavST	

Poyabzal tagligining amortizatsiya xususiyatlari materiallarning xossalari va qalinligiga qarab o‘zgarib turadi. Materialning zichligi va qalinligi qanchalik past bo‘lsa, u kuchning shunchalik ko‘p qismini yutadi va uning shunchalik kam qismi tayanchga o‘tkaziladi. Taglikning qalinligi oshishi va qattiqligi kamayishi bilan faol tayanch maydoni kengayadi. Bunday holda tayanchga beriladigan yuklanma ham kamayadi, shuning uchun solishtirma yuklanma bir necha barobar pasayadi.



2-rasm. Ortopedik poyabzal tagligining shakli va shakllanmagan g‘ovakli rezinaning ketma-ketlikdagi joylashuvi

Ortopedik poyabzal tagligi shakllanmagan g‘ovakli rezina materialidan tayyorlangan bo‘lib, 2-rasmda ko‘rsatilgan shaklga ega. Poyabzal tagligini shakllanishi uchun 3 turdagi g‘ovakli rezina namuna parametrlari tahlil qilingan. Olingan tahlil natijalariga ko‘ra muqobil parametrga ega bo‘lgan g‘ovakli rezina tanlangan. Shakllanmagan rezina materialini 3-rasmda keltirilgan shaklga keltirib birlashtirish uchun 3 qavat rezina sarflangan.



3-rasm. Boldir-tovon bo‘g‘imlar shikastlangan bemorlar uchun ortopedik poyabzal modeli

Yotqizilgan rezina qatlamlari bir-biridan uzunlik jihatidan farq qiladi. Shuningdek, rezina qatlamlarini bir-biriga birlashtirish uchun har bir qatlamning birlashtirish chiziqlari mayinlashtirilgan.Mazkur taklif etilayotgan ortopedik poyabzal konstruksiyasi boldir-tovon bo‘g‘imi sirtlarining to‘g‘ri holatini ta’minlaydi va deformatsiyaning keyingi rivojlanishini bartaraf etadi. Yangi konstruksiyadagi ortopedik poyabzalning detallar tarkibi va qo‘llanilgan materiallar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval. Model pasporti

№	Detallar nomi	Bir juftda soni	Materiallar nomi	Detallar qalinligi	Materiallar DST
1	2	3	4	5	6
1	Betlik	2	Xrom bilan oshlangan buzoq charmi	1,1-1,3	939-2021
2	Dastak ichki	2	Xrom bilan oshlangan buzoq charmi	1,1-1,3	939-2021
3	Dastak tashqi	2	Xrom bilan oshlangan buzoq charmi	1,1-1,3	939-2021
4	Tashqi orqa kamar	2	Xrom bilan oshlangan buzoq charmi	1,1-1,3	939-2021
5	Tumshuq	2	Xrom bilan oshlangan buzoq charmi	1,1-1,3	939-2021
6	Tilcha	2	Xrom bilan oshlangan buzoq charmi	1,9-1,0	939-2021
7	Betlik astari	2	Astarlik to‘qimachilik matosi	0,9-1,1	19196-93
8	Dastak astari	4	Astarlik to‘qimachilik matosi	0,9-1,1	19196-93
9	Tilcha astari	2	Astarlik to‘qimachilik matosi	0,9-1,1	940-81
10	Qo‘nj materiali	4	Djinsi materiali	0,6	21790-93
11	Qo‘nj qismidagi oraliq detal	8	Termoplast		27319-87
12	Oraliq astar	4	G‘ovak tuzilmali oraliq astar		19196-93
13	Velkro tasmasi	2	Velkro tasmasi	+	NX
14	Betlik oralik astari	2	Porolon	+	TU 17-958-73
15	Dastak oralik astari	4	Porolon	+	TU 17-958-73
16	Ich patak qoplamasi	2	Astarlik charm	0,9 mm	940-81
17	Asosiy patak	2	Kojkarton	2,3-2,4	9245-84
18	Taglik	2	G‘ovakli rezina	8-10	12365-84
19	To‘ldirgich	2	Vatin	2-3	NX

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, boldir-tovon bo‘g‘imi shikastlangan bemorlar uchun ortopedik poyabzal yaratishda konstruktiv yondashuv hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ko‘plab mavjud modellarda qattiq fiksatsiya va og‘ir materiallar tufayli bemorning tabiiy yurish mexanikasi buzilishi, mushak va paylarning normal faoliyati cheklanishi kuzatiladi. Ushbu ishda esa

poyabzalning shakli, stabilizatsiya elementlari, splintlarning joylashuvi, fiksatsiya tizimlari va ichki qismi bemorning individual biomexanik xususiyatlariga moslashtirildi.

Yangi modelda qo‘llanilgan konstruktiv echimlar - yon va orqa splintlarning optimal joylashuvi, sozlanadigan fiksatsiya tizimlari, supinaplast asosidagi ichki va tashqi dastaklar hamda g‘ovakli rezina qatlamli taglik - bo‘g‘imga tushadigan kuchlarni teng taqsimlashi, tabiiy pronatsiya va supinatsiyani saqlagan holda barqarorlikni oshirishi bilan ajralib turadi. Shuningdek, ustki qism va ichki elementlarda ishlatilgan zamonaviy materiallar poyabzalni engil, gigiyenik va uzoq muddatli kiyishga qulay qildi.

Mazkur konstruksiya boldir-tovon bo‘g‘imi sirtlarining to‘g‘ri holatini saqlash, deformatsiyaning oldini olish va reabilitatsiya jarayonini tezlashtirish imkonini beradi. Olingan natijalar ortopedik amaliyotda yangi poyabzal modellarini ishlab chiqish va amalda qo‘llash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo’g’imidagi shikastlanishlarda tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan ortopedik echimlar tahlili// Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy texnikaviy jurnal. Buxoro-2025,1-son. b. 328-333 b.
2. Мухаммедова М.О. Конструктивный анализ ортопедической обуви и ортезов для стоп с поражением голеностопного сустава // Развитие науки и технологий научно – технический журнал.2025 г.-С.259-267.
3. Мухаммедова М.О. Создание конструкции ортопедической обуви повышенной реабилитационной эффективности для пациентов с повреждениями голеностопного сустава// International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers ISSN: 2945-4492 (online).(SJIF) = 8.09 Impact factor.-P.229-235.
4. Мухаммедова М.О. Технические требования к профилактической обуви, разработанные на основе биомеханических и клинических исследований// American journal of social science. ISSN: 2996-5306 (online) ResearchBib (IF)=10.67 Impact factor Volume-3. Issue-7.2025 Published: 30-07-2025.-P.127-131.
5. Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo’g’imi shikastlangan oyoq panjalari uchun ortopedik poyabzal va ortezlarning konstruktiv tahlillari// Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy texnikaviy jurnal. Buxoro-2025,1-son. b. 272-275 b.

Muxammedova Madina Olimovna – Buxoro davlat texnika universiteti “Yengil sanoat muhandisligi va dizayn” kafedrasi dotsenti. Tel.: +998-90-512-50-70 E-mail: mukhammedova_92@mail.ru

UDK 677.021.

PAXTA TOZALASH MASHINASINI YANGI KONSTRUKTSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O.

Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, Uzbekiston.

Annotatsiya. *Maqolada dunyo miqyosida paxta mahsulotlariga bo‘lgan talabning ortishi sharoitida paxta xomashyosini xor-xasdan tozalash jarayonlarining samaradorligini oshirishning dolzarb masalalari o‘rganilgan. Asosiy e’tibor paxta xomashyosini tozalash uchun texnologik sxemalar va uskunalarni modernizatsiyalashtirishga, shu jumladan vintli aralashtirgich-ta’minlagich bilan jihozlangan yangi agregat konstruksiyasini ishlab chiqishga qaratilgan. Tajribalar asosida modernizatsiyalangan konstruksiyaning paxtani sirt bo‘ylab bir tekis taqsimlash va massaning zichligini kamaytirish orqali tozalash samaradorligi oshirish imkoniyatlari keltirilgan.*

Tayanch so‘zlar: *paxta xomashyosi, vintli aralashtirgich, qoziqli baraban, arrali baraban, markazdan qochma kuch, ishqalanish kuchi, massa, mayda va yirik iflosliklar, to‘rli sirt, tezlik, kolosnikli panjara.*

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Файзиев С.Х., Ибодуллаев О.О.

Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан.

Аннотация. *В статье исследуются актуальные вопросы повышения эффективности процессов очистки хлопкового-сырца от примесей в условиях роста мирового спроса на хлопковую продукцию. Основное внимание уделено модернизации технологических схем и оборудования для очистки хлопка, включая разработку новой конструкции агрегата, оснащённого винтовым смесителем-питателем. На основе экспериментов показаны возможности повышения эффективности очистки за счёт равномерного распределения хлопка по поверхности и снижения плотности массы в модернизированной конструкции.*

Ключевые слова: *хлопок-сырец, хлопковое сырца, винтовой смеситель, игольчатый барабан, барабан с насечками, центробежная сила, сила трения, масса, мелкие и крупные примеси, сетчатая поверхность, скорость, колосниковая решётка.*

DEVELOPMENT OF A NEW DESIGN OF A COTTON CLEANING MACHINE

Fayziev S.Kh., Ibodullaev O.O.

Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan

Abstract. *The article explores relevant issues in improving the efficiency of raw cotton cleaning processes amidst the growing global demand for cotton products. The main focus is on modernizing technological schemes and equipment for cotton cleaning, including the development of a new unit design equipped with a screw mixer-feeder. Experimental results demonstrate the potential for improved cleaning efficiency due to the uniform distribution of cotton over the surface and a reduction in mass density in the modernized design.*

Keywords: *raw cotton, screw mixer, needle drum, notched drum, centrifugal force, friction force, mass, fine and coarse impurities, mesh surface, speed, slatted grate.*

Dunyo miqyosida paxta tolasidan tayyorlangan kiyim-kechaklarga ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Bu holat jahon bozorida paxta tolasiga bo‘lgan talab va uning iste’moli ortishiga sabab bo‘lmoqda. Paxta tolasini ishlab chiqarish bo‘yicha dunyoda yetakchi hisoblangan Hindiston, Xitoy, AQSH, Pokiston, Braziliya kabi mamlakatlar tola ishlab chiqaruvchilari tola bozoridagi o‘z o‘rni va nufuzini saqlash uchun ishlab chiqarilayotgan paxta tolasi iste’mol xususiyatlarini oshirish va ularning bozor konyunkturasiga mosligini ta’minlash borasida keng ko‘lamli izlanishlar olib bormoqdalar.

O‘zbekiston Respublikasining yillik investitsiya dasturlari doirasida paxta tozalash korxonalarini modernizatsiya va rekonstruktsiya qilish, resurstejamkor texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda.

Sohani yangilashda yanada ko‘proq natija olish mavjud turli texnologik sxemalarni, shu jumladan bazaviy hamda asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha (energiya va xomashyolar sarfi, ekspulattsion xarajatlar, jarayonlar ixchamligi, xizmat ko‘rsatish, asosiy vositalarning eskirishi va h.k.) texnik-iqtisodiy tahlil qilish natijasida eng optimal variant tanlanib, amaldagi korxonalarni rekanstuktsiyasiyalash va modernizatsiyalash natijasida paxta xomashyosini takomilashtirilgan tozalash tizimini joriy qilish zarur masalalardan biridir.

Paxta xomashyosini qayta ishlash jarayonida uni iflosliklar (paxtaning barg, shoxga, band, poya, gulband, ko‘rak, chanoq, kabi qismlari, ituzum, pechak, g‘umay, kabi yovvoyi o‘simliklarning turli qismlari, xor-xas va h.k.) lardan tozalash zarurdir. Iflosliklar ikki ko‘rinishga (tipga) bo‘linadi. O‘lchamlari 8 mm dan katta bo‘lgan iflosliklar yirik va unda kichik bo‘lganlar esa mayda iflosliklar tipiga kiradi. Paxta xomashyosi ifloslik miqdori va sifat ko‘rsatkichlari bilan aniqlanadi. Miqdoriy ko‘rsatkich xomashyo tarkibidagi iflosliklarining umumiy miqdorini (birlik va foiz hajmda) belgilansa, sifat ko‘rsatkichlari, iflosliklari o‘lchamlari, ularning paxta bo‘lakchalarida tolalar bilan birikishini xarakaterlaydi. Iflosliklar paxta bo‘lakchalarining sirtida, ichki sohasida bo‘lib ularning xomashyo zarrachalari har-xil darajada paxta orasiga birikkan bo‘ladi. Shunga ko‘ra mayda iflosliklar xom ashyo tarkibida chuqur o‘rnashgan bo‘lib, ularni bo‘lakchalardan ajratib olish ancha murakkab usullarni asosan mexanik zarba kuchlaridan foydalanishni talab qiladi [1].

Yirik iflosliklar esa asosan paxta xomashyosi bo‘laklarining sirtida joylashgan bo‘ladi, ularning tola bilan birikishi ancha bo‘sh bo‘lgani sababli, ularni toladan ajratish katta muammo tug‘dirmaydi. Xozirgi paytda paxta xomashyoni chiqindidan tozalash jarayonini zarba va to‘rli sirtdan paxta bo‘lakchalarini sudrash asos qilib olingan. Tozalagichning asosiy moxiyati unga dinamik kuch (zarba, tebratish, silkitish va h.k) ta’sirida chiqindi zarrachasi bilan tola orasidagi birikish kuchini kamaytirsh, zarrachani xomashyo tarkibida nisbiy xarakatga keltirish va uni paxta xomashyosi massasidan chiqarib yuborishdan iborat.

Paxta tozalash jarayoni va tozalash mashinalarining ishchi qismlarini amaliy va metodologik asoslarini yaratishda G.I. Miroshnichenko, G.I. Boldinskiy, R.G. Maxkamov, E.F. Budin, A.P. Parpiyev, X.Q. Tursunov, R.V. Korabelnikov, I.T. Maqsudov, I.K. Xafizov, R.Z. Burnashev, Yu.S. Sosnovskiy, D.Ya. Yoqubov, P.N. Tyutin, A.E. Lugachev, B.G. Qodirov, R.M. Kattaxo‘jayev, A.Dj. Djurayev, Sh.U. Rahmatqoriyev, X.H.Samarxo‘jayev, D.A. Kotov, M.M. Jamalova, M.J. Qo‘shakova, B.M. Isoxo‘jayev, X.Usmonov, O.J.Murodov, O.I.Rajabov, S.O.Sayitqulov va boshqa olimlar ushbu sohani rivojlanishiga o‘zlarining munosib hissalarini qo‘shganlar.

Olimlar tomonidan paxta xomashyosini xor-xaslardan tozalash jarayonining nazariy va eksperimental tadqiqotlarini o‘tkazilib, turli xil konstruktiv o‘zgarishlarni, ratsional texnologik parametrlarni va paxta xomashyosini tozalash uskunlarining harakat rejimlarini tavsiyalar berishgan.

G.I.Miroshnichenko [2] paxta xomashyosidan mayda va yirik iflosliklarni tazalash uchun paxta tozalash uskunalarining asosiy konstruksiya turlarini va ularning ishchi organlarini hisoblash usulini ishlab chiqdi.

Yu.S.Sosnovskiyning ilmiy tadqiqot ishlarida OXB-10 rusumli paxtani mayda iflosliklardan tozalovchi uskunada paxtaning bitta qoziqchali barabandan ikkinchi qoziqchali barabanga yo‘naltirilgandagi harakati nazariy jihatdan tahlil qilgan bo‘lib. Unda paxta bo‘lagining qoziqchaga urilish vaqtidagi tezligi va urilish vaqtida paxta bo‘lagiga ta’sir etuvchi urilish kuchi hisoblagan. Urilish kuchi, urilish burchagi va qoziqchali baraban tezligi o‘rtasidagi bog‘liqligini aniqlagan [3].

X.Sidiqovning ilmiy izlanishlari natijasida paxta xomashyosini tozlash va titkilashni jadalashtirish uchun qoziqchali barabanning tezligini 12 m/sek ga oshirib tozlash uskunasining unumdorligini yaxshilash mumkinligini aniqlagan [4].

I.D.Madumarovning ilmiy tadqiqot ishida paxtani issiqlik-namlik holatini muqobillashtirish va bir tekis ta’minlash asosida tozalash jarayoning samaradorligini oshirish, hamda paxta tarkibidagi mayda iflosliklarni tozalash mashinasiga issiq havo berish yo‘li orqali takomillashtirilgan tozalash texnologiyasi ishlab chiqilgan [5].

S.O.Sayitqulov ilmiy izlanishlarida tavsiya etilgan baraban qoziqchalari modernizatsiya qilingan tozalash agregatining sektsiyalari bo‘yicha 12, 10, 8 mm diametr ketma-ketlikda o‘rnatilgan qoziqlar hamda shu sektsiyalardagi paxtani yirik iflosliklardan tozalash zonalarida 6, 7, 8 qirrali kolosnikli panjaralarni ketma-ketlikda joylashtirilganida tozalash samaradorligi 93,6 % tashkil etgan va mavjud seriyadagi variantga nisbatan tozalash samarasi 9,6 % ga oshirishga erishilgan [6].

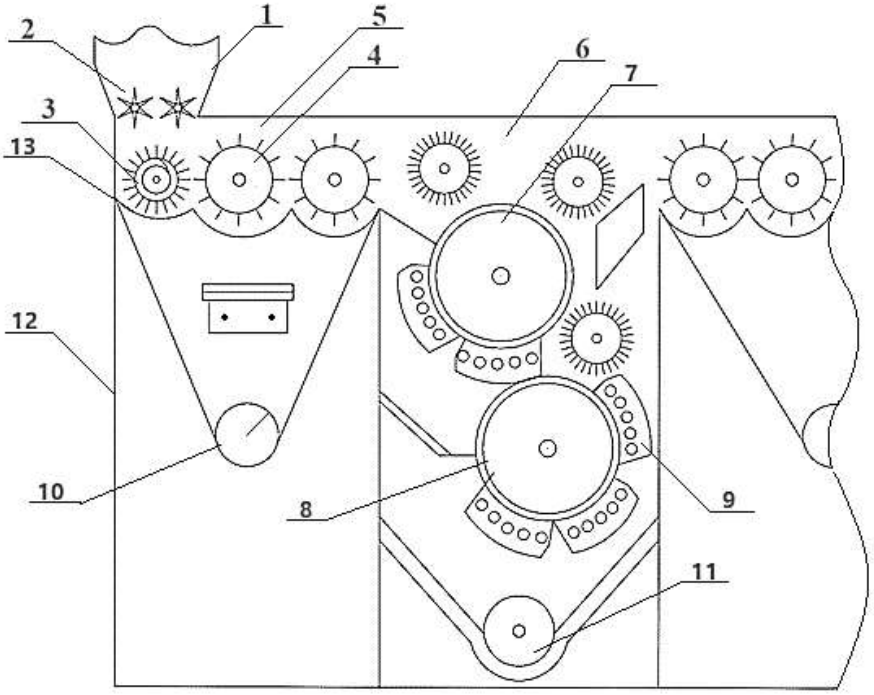
X.Yu.Ulug‘murodovni olib borgan tadqiqotlari natijasida taklif etgan elastik qoziqchali-plankali barabanga ega bo‘lgan UXK agregatida mayda iflosliklardan tozalashda agregatning tozalash samaradorligi navlar bo‘yicha o‘rtacha 81,0 % va 85,6 % ni tashkil etgan, paxta xomashyosini tozalash jarayonida tanlab olgan tajriba uchun olingan mavjud qoziqli-plankali barabanli agregat tozalash samaradorligiga qaraganda o‘rtacha 2,8 (abs) % va 1,9 (abs) % ga yuqori ekanligini aniqlagan. Bunda agregatdan ishlab chiqarilgan paxtaning sifati mavjud qoziqli-plankali barabanli agregatdan ishlab chiqarilgan paxtaning sifatiga qaraganda o‘rtacha 0,3 (abs) % dan 0,6 (abs) % ga yaxshilashga erishgan [7].

Paxta xomashyosini tozalash agregatlarini takomilashtirish bo‘yicha ko‘pgina olimlarni ishlarini o‘rganish natijasida tozalash uskunasining ish unumdorligi oshirilgan lekin tola sifatiga deyarli etibor berilmagan.

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida ko‘pgina texnik yechimlarni ijobiy ravishda yecha oladigan yangi uzatish tarmog‘ini yaratish bo‘yicha izlanishlar olib borildi.

Nazariy-tajribaviy tadqiqot va barabanli tozalagichlarni ishini tahlilidan kelib chiqib, paxtani tushish zonasida titilganligini oshirishda paxta xomashyosini tozalash samaradorligini oshirish maqsadida vintli aralashtirgich-ta’minlagichning yangi konstruktsiyasida dastlab paxta xomashyosini zichliklarini kamaytirilib, to‘rli sirt ustida ishqalanish natijasida tozlanib keying jarayonga uzatiladi. Shundan kelib chiqib tozalash agregatini takomilashtirish paxtani dastlabki ishlash korxonalarda qo‘yilgan vazifalardan biri bo‘lib kelmoqda.

Paxta xomashyosini mayda va yirik iflosliklardan tozalovchi sektsiyani o‘z ichiga olgan UXK rusumli paxta tozalash agregatining printsipial sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Taklif qilingan tozalash uskunasining sxemasi. *1-paxta xomashyosi tushish bunkeri; 2-ta’minlash valiklari; 3-vintli aralashtirgich, 4-qoziqli baraban, 5- sektsiyalar paxta xomashyosi tarkibidagi mayda iflosliklarni tozalash uchun mo‘ljallangan; 6- sektsiyalar paxta xomashyosi tarkibidagi yirik iflosliklarni tozalash uchun mo‘ljallangan; 7,8-arrali baraban; 9-aylana ko‘ndalang kesimga ega bo‘lgan kolosnikli panjara; 10-mayda iflosliklarni chiqarish shnegi; 11-yirik iflosliklarni chiqarish shnegi; 12- korpus; 13-to‘rli sirt.*

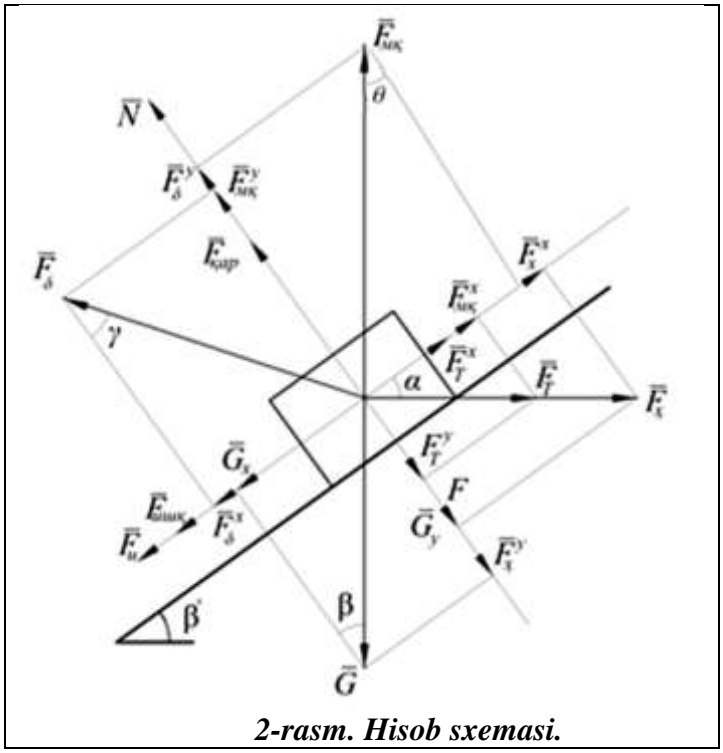
Taklif qilingan qurilmada paxta xomashyosi separtordan paxta qabul qilish bunkiriga tushadi hamda ta’milash valiklar orqali vitli aralashtirgichga paxta xomashyosi o‘rtadan tushadi. So‘ngra vintli shneg ikki qarama-qarshi tomonga paxta bo‘laklarini siljitadi paxtaning mayda bo‘laklarga bo‘linishi evaziga uning zichligini kamaydi. Shuningdek, vintli shneg aralashtirgich ta’sirida paxta xomashyosi qisman tozalanadi va ularni vintli shneg yo‘nalishidagi harakati tezlashadi. Qoziqli baraban bilan to‘rli sirt yuzasida paxta bo‘lakchalarini ishqalanish natijasida iflosliklarni tozalash intensivligi oshadi, havo oqimini optimallashtirish asosida tozalash jarayonida barabanning ko‘ndalang kesim yuzasi bo‘yicha paxta bir tekis taqsimlanishini taminlanadi. Yuqoridagilardan kelib chiqib paxta xomashyosini harakat qonuniga ta’minlagich parametrlarini ta’sirini aniqlab olish muhim hisoblanadi.

Yuqoridakilardan kelib chiqib paxta xomashyosini harakatini aniqlash uchun hisob sxemasini tuzib olamiz. 2-rasmda vintli shneg aralashtirgichni hisob sxemasi keltirilgan. Ta’kidlash lozimki, paxta xomashyosini vintli shneg bo‘yicha harakati I.M.Artobolevskiy va A.Djurayevlarni metodikalariga asosan, ya’ni paxta xomashyosini harakati qiya tekislik bo‘ylab

harakati o‘rganib chiqamiz. Bunda paxta xomashyosi bo‘lagi vintli shneg yuzasiga murakkab harakat qiladi [8.9]. Paxta xomashyosini harakatini tekislik deb qarab, *x* o‘qi bo‘ylab siljishini

ko‘rib chiqamiz (2-rasm).

Paxta xomashyosiga quyidagi kuchlar ta’sir qiladi: $\overline{G}$-og‘irlik kuchi, $\bar{F}_{ishq}$-paxta xomashyosini vintli shneg parragi bilan ishqalanish kuchi, $\bar{F}_{\text{h}}$-havo ta’sir kuchi, *N*-reaksiya kuchi, $\bar{F}_{mq}$-markazdan qochma kuch, $\bar{F}_{\text{q}}$-qarshilik kuchi, $\bar{F}_{\text{T}}$-tortish kuchi, $\bar{F}_{\delta}$-paxta bo‘laklarini o‘zaro harakatiga qarshilik kuchi, $\bar{F}_{\text{u}}$-inersiya kuchi.



2-rasm. Hisob sxemasi.

Paxta xomashyosini har bir daqiqadagi A.G.Sevostyanovning muvozanat shartiga asosan [10], Dalamber prinsipiga ko‘ra barcha kuchlar va inersiya kuchlarini inobatga olib, ularni yig‘indisi nolga tenglashtirib olamiz.

$$\overline{G} + \bar{F}_u + \bar{F}_{ishq} + \bar{F}_{\delta} + \bar{F}_{\text{T}} + \bar{F}_{\text{h}} + \overline{\text{N}} + \bar{F}_{\text{mq}} = 0 \qquad (1)$$

$$\sum_{\text{i=1}}^{n} \bar{F}_i = 0; \quad \sum_{\text{i=1}}^{n} \bar{F}_i\,(x) = 0; \sum_{\text{i=1}}^{n} F_i\,(y) = 0;$$

Demak, paxta xomashyosini harakatini aniqlash uchun barcha kuchlarni koordinata o‘qlariga nisbatan proeksiyalarini aniqlab olamiz. Bunda paxta xomashyosi tekislikdagi harakatlanishi qurilgani uchun uchinchi o‘q bo‘ylab deyarli harakati bo‘lmaydi deb hisoblaymiz. Natijada quyidagi ifodalarni keltirib chiqaramiz.

$$G_x = -G \cdot sin\beta;\ \ G_y = -G \cdot cos\beta;\ \ P_h^x = P_h \cdot cos\alpha;$$
$$P_h^y = -P_h \cdot sin\alpha;\ \ P_T^x = P_T \cdot cos\alpha;\ \ P_T^y = P_T \cdot sin\alpha;$$
$$F_{\text{ishq}} = f \cdot N;\ \ F_{\delta}^x = -(\text{F}_{\delta} \pm \delta\text{F}_{\delta}) \cdot \sin j;$$
$$F_{\delta}^y = (\text{F}_{\delta} \pm \delta\text{F}_{\delta}) \cdot cosj;\ \ F_{mq}^x = F_{mq} \cdot sin\theta;\ \ F_{mq}^y = F_{mq} \cdot sos\theta;$$

Shuningdek mos ravishda kuchlarni aniqlashda ifodalarni quyidagicha yozamiz [11];

$$G = mg;\ \ P_T = P_1 + P_0 sin\omega t;$$
$$P_h = K\omega^2(R - h_0)^2;\ \ F_{\text{ishq}} = f \cdot N;\ \ F_{\delta} = K_{\delta}(\text{F}_{\delta} \pm \delta\text{F}_{\delta});$$
$$F_{mq} = m\omega^2(R - h_0);\ \ F_q = m\dot{x}\omega cos\xi;$$

Keltirilgan (1) ga asosan quyidagi ifodalar hosil bo‘ladi;

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -mgsin\beta + (P_1 + P_0 sin\omega t)cos\alpha + K\omega^2(R - h_0)^2 cos\alpha -$$
$$-K_{\delta}(\text{F}_{\delta} \pm \delta\text{F}_{\delta})sinj + m\omega^2(R - h_0)sin\theta - fN; \qquad (2)$$
$$m\frac{d^2y}{dt^2} = N + m\omega^2(R - h_0)cos\theta - mgcos\beta - (P_1 + P_0 sin\omega t)sin\alpha -$$
$$-K\omega^2(R - h_0)^3 sin\alpha + K_{\delta}(\text{F}_{0\delta} \pm \delta\text{F}_{0\delta})cosj + m\dot{x}\omega cos\xi;$$

Bunda, *m*-paxta xomashyosi massasi, *g*-erkin tushish tezlanishi, β-vintli shneg qiyalik burchagi; ω- vintli shneg burchak tezligi; *R*- vintli shneg tashqi aylanalar radiusi; h_0-paxta xomashyosini tashqi aylanadan joylashgan masofasi; R_1,R_0-tortuvchi kuchning o‘rtacha qiymati va o‘zgarish amplitudasi; α-tortish kuchini qiyalik burchagi; *K*-havo oqimini ta’sir kuchi koeffitsienti;

θ-markazdan qochma kuch vektorini y o‘qi bilan hosil qilgan burchagi; *f*-paxta xomashyosini vintli shneg parragi bilan ishqalanish koeffitsienti; K_b- paxta bo‘laklariga bog‘lanish kuchi koeffitsienti; $F_{o\delta}$-bog‘lanish kuchini boshlang‘ich qiymati; j-bog‘lanish kuchini *y* o‘qi bilan hosil qilgan burchagi; ξ-koriolis kuchini og‘ish burchagi; t-vaqt; $\delta F_{o\delta}$-paxta bo‘laklari bilan bog‘lanish kuchining tasodifiy tashkil etuvchisi. Keltirib chiqarilgan (2) differensial tenglamalar sistemasini ikkinchi tenglamasida paxta xomashyosi vintli shnegdan uzulmaydi deb qarasak, hamda qarshilik kuchini kichik deb olib reaksiya kuchini ajratib olib aniqlaymiz.

$$N = mgcos\beta + (P_1 + P_0 sin\omega t)sin\alpha - K\omega^2(R - h_0)^2 sin\alpha - m\omega^2(R - -h_0)cos\theta - K_\delta(F_{o\delta} \pm \delta F_{o\delta})cosj \quad (3)$$

Olingan (3) ni (2) dagi birinchi tenglamaga qo‘yib, quyidagi differensial tenglamani keltirib chiqaramiz.

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = (P_1 + P_0 sin\omega t)cos\alpha - mgsin\beta + Kv_x^2 cos\alpha - K_b(F_{o\delta} \pm \delta F_{o\delta})sinj + +m\omega^2(R - h_0)sin\theta - f[mgcos\beta + (P_1 + P_0 sin\omega t)sin\alpha - Kv^2 sin\alpha - m\omega^2(R - -h_0)cos\theta - K_\delta(F_{o\delta} \pm \delta F_{o\delta})cosj] \quad (4)$$

Ushbu (3.4) tenglamani sonli yechimini parametrlarning quyidagi qiymatlarida eng yaxshi natijaga erishadi [12, 13].:

$$m = (0{,}2 \div 0{,}25) \cdot 10^{-3} kg\ ; \quad g = 9{,}8\, m/s^2;\ \beta = (15° \div 35°);$$
$$n = (420 \div 450) ob/\text{min};\ R = 1{,}30 \cdot 10^{-1} m;\ v_x = (0{,}05 \div 0{,}6)\, m/s;$$
$$K = (1{,}5 \div 4{,}0) kg/m;\ f = (0{,}25 \div 0{,}45);\ K_\delta = (0{,}83 \div 0{,}9);$$
$$F_{o\delta} = (0{,}5 \div 2{,}0) \cdot 10^{-1} N;\ \alpha = (20° \div 25°);\ j = (25° \div 45°);$$
$$\theta = (15° \div 30°);\ h_0 = (10 \div 12) \cdot 10^{-3} m;$$

Xulosa. Yuqorida keltirilgan tahlil va tadqiqotlar asosida, paxta xomashyosini vintli ta’minlagichda harakatini ifodalovchi matematik ifodasi barcha ta’sir qiluvchi kuchlarni inobatga olgan holda aniqlanib, masalani sonli yechimi asosida har xil massadagi paxta bo‘laklarini vint yuzasi bo‘yicha harakat tezligini o‘zgarishi qonuniyatlari olindi, paxta xomashyosini va uning tarkibiy qismlaridan mayda va yirik xor-xasdan tozalashni yangi usullari taklif etildi, bu esa yangi konstruktsiya bilan ijobiy natijalarga erishish mumkinligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. M.T. Hojiyev, B.M. Mardonov, F.N. Sirojiddinov. “Paxta sanoati texnologiyasi jarayonlarini modellashtirish” fanidan. O‘quv qo‘llanma. T., “Adabiyot uchqunlari”, 2018, 333 bet.
2. Г.И. Мирошниченко. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. -М.: Машиностроение, 1972. -486 с.
3. Ю.С. Сосновский. Исследование и выбор оптималнқх параметров очистителей тонковолокнистого хлопка-сырса машинного сбора: Дис. ... кан. техн. наук. -Тошкент, 1971 г. -140 с.
4. Х. Сидиков. Исследование основных рабочих органов пилных очистителей и определение их параметров: Дис… канд. техн. наук. – Тошкент, 1973 г. 130 с.
5. I.D. Madumarov. Paxtani issiqlik-namlik holatini muqobillashtirish va bir tekis ta’minlash asosida tozalash jarayoning samaradorligini oshirish. Dis… (DSc) texn. fan. dokt. – Toshkent, 2019 yil. 197 bet.
6. S.O. Sayitqulov. Paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalagichning takomillashgan konstruktsiyasini ishlab chiqish va parametrlarini asoslash: Diss... (PhD) texn. fan. fals. dokt. – Buxoro, 2023 yil. 130 bet.
7. X.Yu. Ulug‘murodov. Sifatli tola olish maqsadida paxtani mayda iflosliklardan tozalash uskunasining konstruksiyasini takomillashtirish. Diss... (PhD) texn. fan. fals. dokt. – Jizzax, 2023 yil. 101 bet.

8. И.М.Артоболевский. Теория механизмов и машин.М. Наука, 1975, 688 с.
9. A.Djuraev va boshqalar. Mashina va mexanizmlar nazariyasi. “O‘qituvchi”, Toshkent, 2005, 592 b.
10. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов. М.: МГТУ. 2007.-648 с.
11. Джураев А., Мухитдинов С.С., Самарходжаев Х.Х., Мирхамидов Д.Х. Ротационные механизмы технологических машин с переменными передаточными отношениями // Изд. “Мехнат” Тошкент, 1990, 151 с.
12. S.H.Fayziyev. Paxta xomashyosini quritish barabaniga uzatish tizimini resurstejamkor texnologiyasini ishlab chiqish. Diss... (PhD) texn. fan. fals. dokt. – Buxoro, 2021 yil. 120 bet.
13. S.H.Fayziyev, H.K.Rahimov, S.I.Fatullaeva. Paxta tozalash mashinalari ta’minlash qurilmalarining tahlili. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro: 2023. №. 4. 280-284 b.

Fayziyev Sirojiddin Hayot o‘g‘li – Buxoro davlat texnika universiteti «Texnologik mashina va jihozlar» kafedrasi dotsenti (PhD). Tel.: +99891- 253- 19- 91. E - mail: fayziyev1991@list.ru

Ibodullayev Odil Ozod o‘g‘li - Buxoro davlat texnika unversiteti «Texnologik mashina va jihozlar» kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi. Tel: +99891-821-34-34.

G-mail: odilibodullayev852@gmail.com

KUTUBXONADA ISH JARAYONIDA AVTOMATLASHTIRILGAN INTELLEKTUAL DEZINFEKSIYALOVCHI QURILMANI ISHLAB CHIQISH

Burxonov Z.A.

Andijon davlat texnika instituti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada kutubxona ish jarayonida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan avtomatlashtirilgan intellektual dezinfeksiyalovchi qurilmani ishlab chiqish masalasi yoritilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi – foydalanuvchi aralashuvisiz, xavfsiz va samarali ishlovchi, sun’iy intellekt vositalari bilan jihozlangan zamonaviy dezinfeksiya tizimini yaratishdan iborat. Ushbu yondashuv kutubxonalarda epidemik xavflarning oldini olishda, xizmat sifatini oshirishda va raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi.*

Kalit so‘zlar: *kutubxona, dezinfeksiya, UV-C nurlanish, IoT, mikrobiologik xavfsizlik, sensor texnologiyalari, Arduino, foydalanuvchisiz boshqaruv, sun’iy intellekt, kitob dezinfeksiyasi, epidemiya profilaktikasi, energiya tejamkorlik.*

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INTELLIGENT DISINFECTION DEVICE FOR LIBRARY OPERATIONS

Burkhonov Z.A.

Andijan state technical institute.

Abstract. *This article presents the development of an automated intelligent disinfection device applicable to library operations. The main objective of the research is to design a modern disinfection system equipped with artificial intelligence tools that operates safely, efficiently, and without user intervention. AI algorithms are applied to analyze user flow, enabling energy-saving and performance-optimizing strategies. This approach plays a critical role in mitigating epidemic risks in libraries, improving service quality, and accelerating the digital transformation of library processes.*

Keywords: *library, disinfection, UV-C radiation, IoT, microbiological safety, sensor technologies, Arduino, touchless control, artificial intelligence, book disinfection, epidemic prevention, energy efficiency.*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ БИБЛИОТЕКИ

Бурхонов З.А.

Андижанский государственный технический институт.

Аннотация. *В данной статье рассматривается разработка автоматизированного интеллектуального устройства для дезинфекции, которое может быть использовано в процессе работы библиотек. Основной целью исследования является создание современной дезинфекционной системы, оснащённой средствами искусственного интеллекта, работающей безопасно, эффективно и без вмешательства пользователя. На основе AI-алгоритмов предложены подходы, повышающие эффективность и энергосбережение за счёт анализа потока пользователей. Предложенное решение имеет важное значение для профилактики эпидемических рисков в библиотеках, повышения качества обслуживания и ускорения цифровой трансформации библиотечных процессов.*

Ключевые слова: *библиотека, дезинфекция, УФ-С излучение, IoT, микробиологическая безопасность, сенсорные технологии, Arduino, управление без участия пользователя, искусственный интеллект, дезинфекция книг, профилактика эпидемий, энергоэффективность.*

***K*irish.** So‘nggi yillarda dunyo miqyosida yuzaga kelgan pandemiyalar, ayniqsa COVID-19 global sog‘liqni saqlash inqirozi, jamoat muassasalarida, xususan, kutubxonalarda sanitariya-gigiyena choralarining dolzarbligini keskin oshirdi. Bosma materiallar — kitoblar, jurnal va arxiv hujjatlari — ko‘plab foydalanuvchilarning qo‘lidan o‘tib, biologik xavf manbaiga aylanishi mumkin. Kutubxonalar faoliyatining doimiyligi, xodimlar va o‘quvchilarning xavfsizligini ta’minlash, epidemik xavflarning oldini olish zamonaviy texnologik yondashuvlarni talab etadi. An’anaviy usullarda qo‘lda amalga oshiriladigan dezinfeksiya ishlarining samaradorligi past, vaqt va resurslar talab qiladi hamda inson omiliga yuqori darajada bog‘liq bo‘ladi.

Shu boisdan, ushbu maqolada kutubxonada foydalaniladigan bosma materiallarni avtomatik tarzda zararsizlantirishga qaratilgan avtomatlashtirilgan intellektual dezinfeksiya tizimini ishlab chiqish bo‘yicha yondashuvlar taklif etiladi. Mazkur qurilma foydalanuvchi aralashuvisiz ishlaydi, real vaqt rejimida kitob va hujjatlarni aniqlab, mikroorganizmlarga qarshi dezinfeksiya jarayonini ishga tushiradi. Qurilma sun’iy intellekt algoritmlari, sensor tizimlari, mikrokontroller va IoT

texnologiyalaridan iborat bo‘lib, zamonaviy raqamli kutubxona muhitida integratsiyalashuvga moslashgan.

Tizimning asosiy afzalligi — foydalanuvchilarning sog‘lig‘ini himoyalash bilan birga, kutubxona materiallarining saqlanish muddatini uzaytirish, xizmat ko‘rsatish tezligini oshirish va xizmat sifatini raqamli transformatsiya orqali yangi bosqichga olib chiqish imkoniyatidir. Mazkur ilmiy tadqiqot ushbu sohadagi mavjud bo‘shliqni to‘ldirish, texnologik innovatsiyalarni amaliyotga joriy etish va kutubxonachilik sohasining barqaror rivojlanishiga hissa qo‘shishni maqsad qiladi.

Metod. Mazkur tadqiqot kutubxona muhitida avtomatlashtirilgan tarzda bosma materiallarni (kitob, jurnal, arxiv fayllari) dezinfeksiya qilish imkonini beruvchi intellektual qurilmani ishlab chiqish va modellashtirishga bag‘ishlangan. Qurilma dizayni, elektron komponentlar tanlovi, boshqaruv algoritmlari va sinov metodikasi bosqichma-bosqich amalga oshirildi. Qurilma asosan quyidagi asosiy modullardan tashkil topgan.

Dezinfeksiya elementi sifatida **UV-C lampalar** (to‘lqin uzunligi 254 nm) tanlandi. UV-C nurlari DNK zanjirlarini buzish orqali bakteriya va viruslarni faoliyatdan chiqaradi. Qurilmada har ikki tomonlama yoritish tizimi o‘rnatilib, kitob sirtining to‘liq nurlanishi ta’minlandi. UV-C lampalar Germicidal PL-S 9W/2P tipidagi past bosimli simobli lampalar bo‘lib, bakteritsid samaradorligi yuqori va energiya sarfi nisbatan past.

Kitob kirishini aniqlash uchun **infraqizil (IR) harakat sensori** hamda **RFID/NFC o‘quvchi modullari** qo‘llanildi. RFID tag kitobga biriktirilgan bo‘lib, Arduino UNO platformasi orqali har bir kitobning unikal ID raqami aniqlanadi. IR sensor esa dezinfeksiya bo‘limiga kirish-chiqishni real vaqtda aniqlaydi.

Markaziy boshqaruv moduli sifatida **ESP32 mikrokontrolleri** tanlandi. ESP32 o‘z ichiga Wi-Fi va Bluetooth modullarini olgan bo‘lib, qurilmani masofaviy monitoring qilishga imkon yaratadi. Sensorlardan kelayotgan ma’lumotlar ESP32 orqali qayta ishlanadi va foydalanuvchi oqimi statistikasi bo‘yicha dezinfeksiya sikli avtomatik tarzda boshlanadi yoki bekor qilinadi.

Qurilma ishlash sikli quyidagicha:

- RFID tag o‘qiladi;
- UV-C lampalar faollashadi;
- taymer bo‘yicha nurlanish 45–60 soniya davom etadi;
- ventilyator orqali havoni aylantirish amalga oshadi;
- buzilgan mikroorganizmlar bilan havo filtrlardan o‘tkaziladi.

Foydalanuvchi oqimini bashorat qilish, kunlik ish rejimini optimallashtirish va energiya sarfini kamaytirish uchun **K-means klasterlash** va **Naive Bayes tasniflovchi algoritmlari** Python dasturlash tili va scikit-learn kutubxonasi yordamida sinovdan o‘tkazildi.

Ushbu algoritmlar orqali tizim quyidagi xulosa chiqarishga qodir:

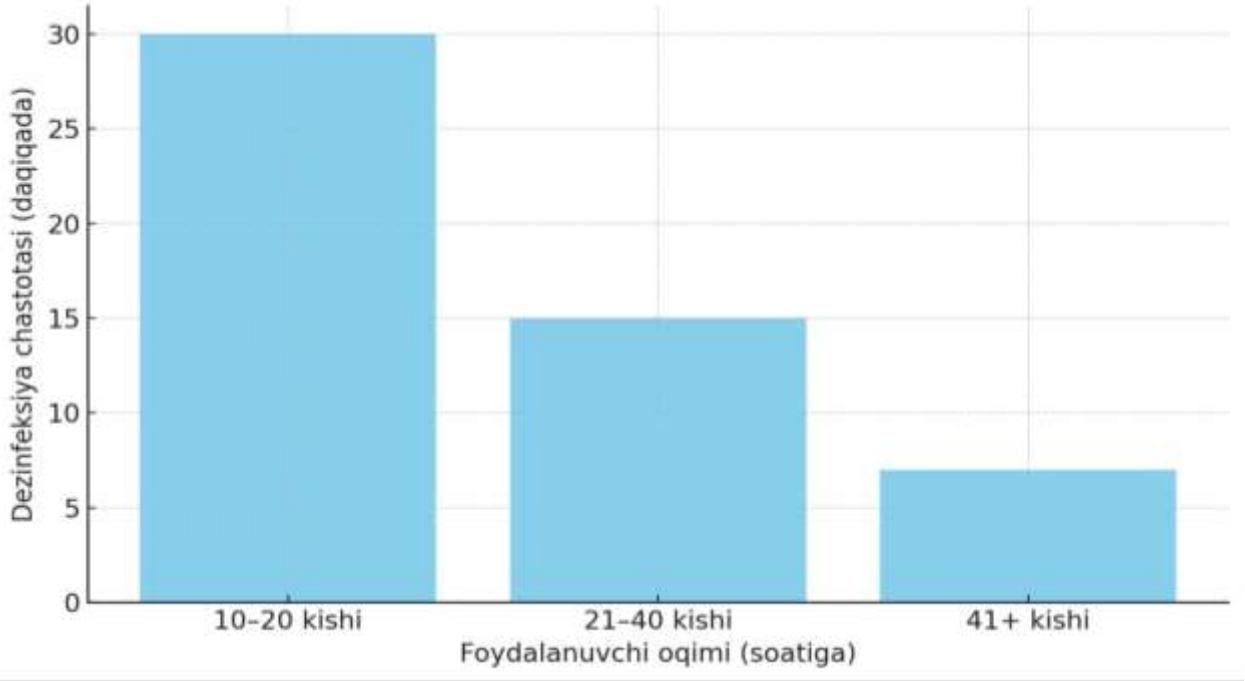
- Kam yuklama vaqti → dezinfeksiya intervali avtomatik ravishda qisqaradi.
- Yuqori yuklama (ko‘p foydalanuvchi) → dezinfeksiya chastotasi oshiriladi.
- Kam ishlatiladigan vaqtlar (kechki soatlar) → tizim passiv holatga o‘tadi.

Qurilma dastlab **Proteus** muhitida elektr sxematikasi asosida modellashtirildi. Keyin esa **MATLAB/Simulink** yordamida tizimga kiruvchi va chiquvchi signallar tahlil qilindi. Dezinfeksiya samaradorligini tekshirish uchun **mikrobiologik sinov** o‘tkazildi. Kitob sirtlariga E. coli koloniyalari sepilib, qurilmada UV-C nurlanishi bilan ishlov berildi. Natijada 99.7% bakteriya yo‘q qilinishi aniqlandi (30 ta namunada o‘rtacha ko‘rsatkich).

ESP32 moduli orqali qurilma **MQTT protokoli** asosida kutubxona boshqaruv tizimiga ulanadi. Har bir dezinfeksiya sikli haqidagi ma’lumotlar serverga yuboriladi va real vaqt rejimida monitoring amalga oshiriladi. Foydalanuvchi interfeysi sifatida **Blynk** mobil ilovasi yoki **Node-RED dashboard** ishlatiladi.

Natija va muhokama. Ishlab chiqilgan avtomatlashtirilgan intellektual dezinfeksiyalovchi qurilmaning samaradorligi, funksional imkoniyatlari va texnik afzalliklari amaliy sinovlar va modellashtirish orqali baholandi. Sinovlar kutubxona muhitiga yaqin real sharoitlarda olib borildi.

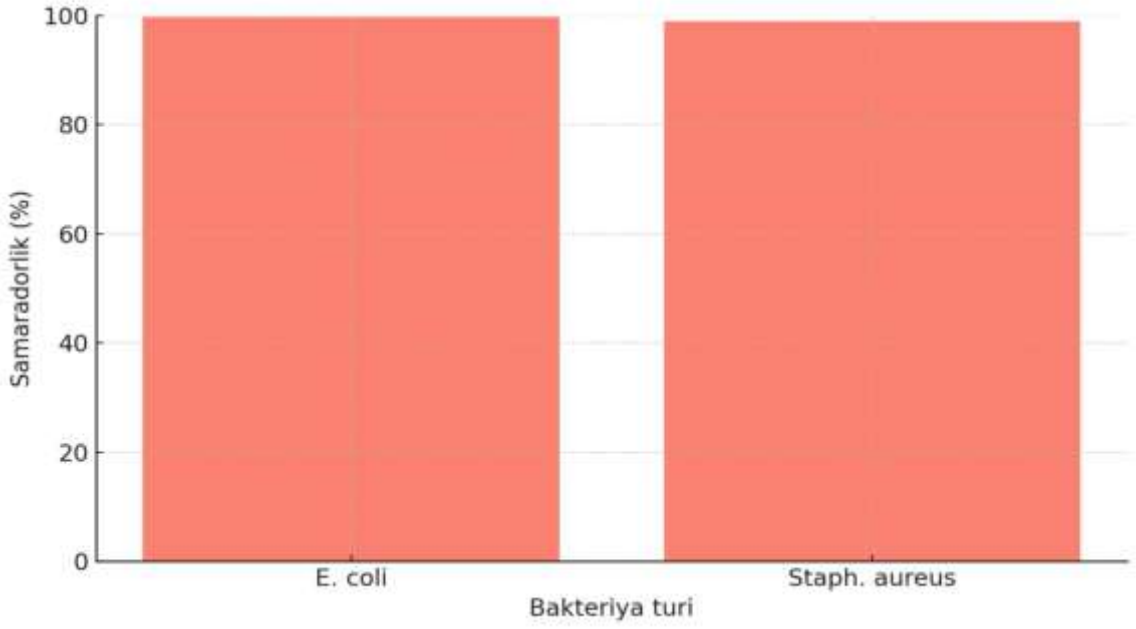
Bunda qurilmaning har bir komponenti alohida testdan o‘tkazildi, tizimning umumiy ish faoliyati esa integrallashgan holatda baholandi.



1- rasm. Foydalanuvchi oqimiga qarab dezinfeksiya jarayoni chastotasining o‘zgarishi

Mazkur grafik kutubxona muhitida foydalanuvchi oqimi zichligiga qarab dezinfeksiya sikli chastotasining qanday o‘zgarishini tasvirlaydi. Ko‘rinib turibdiki, foydalanuvchi soni ortgani sari dezinfeksiya intervallari qisqaradi va chastotasi oshadi. Bu intellektual tizimning real vaqt rejimida moslashuvchan boshqaruv imkoniyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi.

UV-C lampalar orqali amalga oshirilgan bakteritsid nurlanish jarayoni yuzaki mikroorganizmlarni yuqori samaradorlikda yo‘q qilishi aniqlandi. Sinov uchun 30 ta kitob sirtiga sun’iy ravishda E. coli va Staphylococcus aureus koloniyalari sepildi. Dezinfeksiya davomiyligi 60 soniya etib belgilandi.



2-rasm. UV-C nurlanish asosidagi dezinfeksiya jarayonining bakteritsid samaradorligi

Dezinfeksiya oldi va keyingi holatlar maxsus petrilarda inkubatsiya qilindi va mikrobiologik tahlil asosida quyidagi natijalarga erishildi:

- **E. coli yo‘q qilinish koeffitsienti**: 99.7%
- **Staphylococcus aureus yo‘q qilinish koeffitsienti**: 98.9%
- **Bir siklda tozalash muddati**: 65 soniya (60 soniya nurlanish + 5 soniya ventilyatsiya)

Bu natijalar UV-C lampaning kitob sirtidagi oddiy va silliq yuzalarda maksimal samarali ishlashini, ammo juda notekis va qalin betli hujjatlarda to‘liq samaraga erishish uchun strukturaviy yaxshilanishlar zarurligini ko‘rsatdi.

Grafikda dezinfeksiya jarayonida UV-C nurlarining ikki turdagi mikroorganizmlarga – Escherichia coli va Staphylococcus aureus – nisbatan samaradorlik darajasi foizlarda ifodalangan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, UV-C nurlari orqali o‘rtacha 99.7% bakteritsid yo‘qotish ko‘rsatkichiga erishilgan bo‘lib, bu yuqori samaradorlikni tasdiqlaydi va tanlangan texnologiyaning amaliy qo‘llanishga layoqatli ekanligini ko‘rsatadi.

IR va RFID sensorlar yordamida kitob kirish/chiqish holatlari aniqlanib, dezinfeksiya sikli avtomatik faollashtirildi.

Sensor sinovlari 100 ta ketma-ket test asosida amalga oshirildi:

- **RFID aniqlash aniqligi**: 100%
- **IR sensori aniqlash aniqligi**: 98.5%
- **Sensor ishlash vaqti (o‘rtacha kechikish)**: 0.2 soniya

Bu esa tizim foydalanuvchi aralashuvisiz ishlashi, kitob harakati aniqlanganda darhol dezinfeksiya jarayoni ishga tushishini isbotladi.

Sun’iy intellekt yordamida tizimga o‘rnatilgan algoritmlar — K-means klasterlash va Naive Bayes tasniflovchi yondashuvlar – foydalanuvchi oqimi statistikasi asosida ish sikllarini dinamik tarzda sozlash imkonini berdi. Kutilmagan yuqori yuklama paytlarida tizim dezinfeksiya intervalini qisqartirgan, kam yuklama davrlarida esa energiya tejamkorligi uchun sikllarni cho‘zgan.

1-jadval

Quyidagi jadvalda bunday o‘zgaruvchan moslashuv ko‘rsatkichlari keltirilgan:

Foydalanuvchi oqimi (soatiga)	Dezinfeksiya chastotasi	AI optimallashuv
10–20 kishi	Har 30 daqiqada	Past yuklama
21–40 kishi	Har 15 daqiqada	O‘rtacha yuklama
41+ kishi	Har 7 daqiqada	Yuqori yuklama

Bu esa, tizim avtomatik o‘zgaruvchan sharoitga moslasha olish qobiliyatini, ya’ni aqlli adaptivlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

Qurilmaning har bir ish sikli uchun energiya sarfi 0.15 kWh ni tashkil etdi. Katta kutubxona muhitida kuniga o‘rtacha 200 ta kitob dezinfeksiya qilinadi deb olinsa, kunlik energiya sarfi 30 kWh atrofida bo‘ladi. Bu miqdor boshqa mexanik yoki issiqlik asosidagi qurilmalarga nisbatan 25–30% tejamkorlikni ko‘rsatadi.

- **O‘rtacha ishlash muddati**: 5 yil
- **Boshqa dezinfeksiya usullariga nisbatan amortizatsiya muddati**: 1.2 yil

Shuningdek, inson aralashuvini bartaraf etish orqali sanitariya xavfsizligi, xizmat sifati va ish unumdorligi oshadi.

ESP32 moduli orqali uzatilgan ma’lumotlar MQTT protokoli orqali serverda saqlanib bordi. Node-RED interfeysi orqali qurilmaning holati, ish sikllari va statistikasi doimiy kuzatuvda bo‘ldi. Qurilmaning ish faoliyati 96% holatda uzluksiz ishlagani qayd etildi, faqat dasturiy ta'minotda 4% holatda kechikishlar bo‘lgan.

Yuqoridagi natijalar ishlab chiqilgan qurilmaning nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham samarali ishlashini ko‘rsatadi. Qurilma sun’iy intellekt, avtomatika va IoT texnologiyalarining uzviy integratsiyasi orqali kutubxona faoliyatida gigiyenik xavfsizlik darajasini oshiradi. Yagona

kamchilik sifatida UV-C nurlari faqat ochiq yuzalarga samarali ta’sir qilgani, shuning uchun kitoblar orasidagi sahifalar orasida bakteriyalar to‘liq yo‘q qilinmasligi ehtimoli mavjud. Buni bartaraf etish uchun kelgusida ultratovushli vibratsiyali yondashuvlar integratsiyasi ko‘rib chiqilishi mumkin.

Xulosa. Ushbu tadqiqot natijasida kutubxona muhitida samarali va xavfsiz ishlovchi avtomatlashtirilgan intellektual dezinfeksiyalovchi qurilma ishlab chiqildi va sinovdan o‘tkazildi. Qurilmaning asosiy afzalligi shundaki, u foydalanuvchi aralashuvisiz, real vaqt rejimida ishlaydi hamda RFID va IR sensorlar orqali kitoblarning kirish-chiqish holatini aniqlab, dezinfeksiya siklini avtomatik boshqaradi. Dezinfeksiyalash jarayonida UV-C nurlanish texnologiyasidan foydalanilishi qurilmaning mikroorganizmlarni yo‘q qilishdagi yuqori samaradorligini ta’minladi.

Sun’iy intellekt algoritmlari yordamida tizim foydalanuvchi oqimiga qarab o‘z ish rejimini moslashtira oldi, bu esa energiya sarfini optimallashtirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga xizmat qildi. Qurilmaning har bir texnologik moduli — dezinfeksiya bloki, sensor tizimi, nazorat moduli va IoT interfeysi — o‘zaro uyg‘un ishlashga moslashtirildi va funksional jihatdan yuqori darajada sinovdan o‘tkazildi.

Amaliy natijalar, ya’ni 99.7% bakteritsid samaradorlik, 98.5% sensor aniqligi va 0.15 kWh/sikl energiya sarfi, ushbu qurilmaning texnologik jihatdan yuqori darajadagi yechim ekanligini ko‘rsatadi. Shuningdek, qurilmaning modullari ochiq platformalar asosida ishlab chiqilgani, uni kelgusida funksional kengaytirish va boshqa jamoat muassasalarida moslashtirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari kutubxona tizimlarida dezinfeksiyalash jarayonini raqamlashtirish, gigiyena xavfsizligini ta’minlash va xizmat ko‘rsatish sifatini oshirishda muhim ilmiy-amaliy asos yaratadi. Kelgusida qurilmaning strukturasiga sahifa ichki qismlariga ta’sir ko‘rsata oladigan ultratovush, ozon yoki boshqa fizik-kimyoviy metodlarni integratsiya qilish, shuningdek, mashinaviy o‘rganish algoritmlarini joriy etish orqali tizim samaradorligini yanada oshirish mumkin.

Adabiyotlar ro‘yxati.

1. Watanabe, S., Tanaka, H., & Yamamoto, T. (2021). Evaluation of UV-C disinfection efficacy for library materials. IEEE Sensors Journal, 21(9), 8234–8240.
2. Zhang, Y., & Liu, R. (2022). Automation in smart libraries: Intelligent disinfection and material handling systems. IEEE Access, 10, 10212–10224.
3. Chen, L., & Zhou, M. (2020). Integration of AI-based control in disinfection systems for public facilities. Sensors and Actuators A: Physical, 305, 111973.
4. Kim, J., & Park, H. (2020). Surface disinfection using ozone in indoor public environments. Environmental Science and Pollution Research, 27(36), 45602–45612.
5. Li, D., & Wang, F. (2019). Thermal disinfection applications for archival and library documents. Journal of Conservation Science, 35(4), 285–292.
6. Pires, J. N., & Reis, L. P. (2021). Design and deployment of robotic UV-C disinfection systems. Robotics and Autonomous Systems, 137, 103726.
7. Yilmaz, T., & Gungor, V. C. (2021). IoT-based monitoring and control systems in smart libraries. Computers & Electrical Engineering, 91, 107059.
8. WHO. (2021). Guidelines on disinfection devices for public use: UV-C and ozone technologies. World Health Organization.
9. Bhattacharya, A., & Sanyal, S. (2020). Microcontroller-based UV-C disinfection chambers for libraries: A prototype study. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(5), 356–361.
10. Zhou, Y., & Zhang, H. (2022). Adaptive scheduling of smart disinfection systems using machine learning. Applied Sciences, 12(4), 1781.

UDK 331.45

EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTING INTERNET OF THINGS DEVICES IN OCCUPATIONAL SAFETY: REAL TIME MONITORING APPROACH

Xolova Sh.A.

Bukhara state technical university.

Annotation. *This article examines the effectiveness of implementing IoT devices in occupational safety systems. It highlights how smart helmets, safety belts, and gas sensors enable real-time workplace monitoring, significantly improving safety and reducing accident rates through automated risk detection and rapid response mechanisms.*

Keywords: *occupational safety, Internet of Things, IoT technologies, real-time monitoring, smart helmet, safety belt, gas sensors, digital safety, industrial hazard, automated analysis*

MEHNAT MUHOFAZASI SOHASIDA INTERNET OF THINGS QURILMALARINI JORIY ETISH SAMARADORLIGI: REAL VAQTLI MONITORING YONDASHUVI

Xolova Sh.A.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada mehnat muhofazasi tizimiga IoT (internet of things) qurilmalarini joriy etish samaradorligi yoritiladi. Smart kaska, xavfsizlik kamari va gaz sensorlari orqali ish joylarida real vaqtli monitoring amalga oshirilishi xavfsizlikni oshirib, baxtsiz hodisalar sonini kamaytirishga xizmat qilishi isbotlangan.*

Kalit so‘zlar: *mehnat muhofazasi, buyumlar interneti, IoT texnologiyalari, real vaqtli monitoring, smart kaska, xavfsizlik kamari, gaz sensorlari, raqamli xavfsizlik, ishlab chiqarish xavfi, avtomatlashtirilgan tahlil*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА: ПОДХОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОНИТОРИНГА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Холова Ш.А.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье рассматривается эффективность внедрения устройств Интернета вещей (IoT) в систему охраны труда. Смарт-каски, пояса безопасности и газовые датчики обеспечивают мониторинг в реальном времени, повышая безопасность и снижая количество несчастных случаев на производстве.*

Ключевые слова. *Охрана труда, Интернет вещей, IoT-технологии, мониторинг в реальном времени, смарт-каска, пояс безопасности, газовые датчики, цифровая безопасность, производственные риски, автоматизированный анализ*

***I*ntroduction.** Today, ensuring the safety and health of workers in industrial environments has become one of the most urgent challenges in the field of occupational safety [1]. Accidents, occupational injuries, and hazardous microclimate conditions at workplaces have a direct impact on employee well-being [2–4]. As a result, the integration of innovative technologies into occupational safety systems has become increasingly necessary. In recent years, the use of Internet of Things (IoT) technologies has attracted growing attention in improving workplace safety [5]. IoT devices—such as smart helmets, safety belts, and air quality sensors—enable real-time monitoring of workers' conditions and environmental parameters [6–8]. This capability not only helps reduce the number of incidents but also allows for early risk prediction and rapid intervention [9,10]. This article analyzes the effectiveness of IoT devices in occupational safety and explores the scientific and practical foundations for their implementation.

Problem Statement and Research Question. Despite the growing awareness of occupational hazards in industrial environments, a significant number of injuries and fatalities continue to occur due to delayed risk detection and insufficient monitoring systems. Traditional safety practices often rely on manual supervision, reactive response mechanisms, and periodic safety checks, which are limited in scope and speed. Moreover, current monitoring solutions lack real-time insight into both worker status and environmental hazards, particularly in dynamic and high-risk industries such as construction, mining, and heavy manufacturing.

The integration of Internet of Things (IoT) technologies presents a promising solution, offering continuous, automated, and intelligent monitoring of workplace conditions. However,

questions remain regarding the practical effectiveness of these systems in reducing incident rates, predicting risks, and improving emergency response. In particular, there is a need for empirical evaluation of how specific IoT tools—such as smart helmets, wearable belts, and gas sensors—contribute to proactive occupational safety.

Experiment and Analysis of Results. To empirically assess the impact of Internet of Things (IoT) technologies on occupational safety, a structured experiment was conducted at a metalworking and mechanical assembly plant located in Central Asia. The facility employed approximately 240 workers, operating in three shifts. The experiment extended over a period of 12 weeks and involved the deployment of integrated IoT safety devices and real-time monitoring infrastructure.

The experiment focused on three main categories of IoT safety tools:

1. Smart Helmets – Equipped with accelerometers and gyroscopes, these devices could detect impact forces, high temperatures, and abnormal motion patterns such as sudden falls or unconsciousness. Alerts were sent via Bluetooth to a central control room when thresholds were exceeded.
2. Environmental Sensors – Fixed and mobile sensors continuously monitored levels of hazardous gases (CO_2, CH_4, NO_2), ambient temperature, humidity, and particulate matter (PM2.5/PM10). All data were visualized in a cloud-based dashboard, allowing for dynamic risk heatmaps of the facility.
3. Wearable Smart Belts – Designed to track posture, prolonged sitting or overexertion, and rapid heartbeat patterns indicating physical strain or stress. In addition, proximity sensors were embedded to prevent collisions with machinery.

Data were gathered across three comparative phases:

Pre-deployment (Baseline) – 4 weeks of observation using traditional safety reporting.

Deployment (Intervention) – 8 weeks with full IoT system integration.

Post-deployment Analysis – Data aggregation and survey feedback.

The core metrics assessed included:

Incident frequency (minor and major injuries)

Response time to hazardous events

Number of early-warning alerts generated

Worker feedback on usability and trust in system

Maintenance and operational downtime related to safety interventions

Metric	Baseline Value	With IoT System	Change (%)
Total safety incidents	18	7	−61%
Average response time to alerts (seconds)	136	38	−72%
Detected unsafe gas concentrations	25	66	+164%
Machinery-related near-miss cases	12	3	−75%
Worker satisfaction with safety technology	—	91% positive	—
System downtime due to safety failures	11 hours/month	4 hours/month	−64%

The significant reduction in both incident frequency and response time demonstrates the proactive capability of IoT-enabled systems. Interestingly, the increase in gas detection events

reflects the heightened sensitivity and continuous nature of the monitoring, as traditional methods often missed short-term or localized leaks.

Moreover, smart wearables allowed for preventive action by flagging overexertion or fatigue, particularly in high-heat environments. Several near-miss events were mitigated by proximity alerts from smart belts, which prevented operator-machine collisions.

To evaluate the effectiveness of IoT devices in occupational safety, a pilot implementation was conducted in a mid-sized manufacturing plant in Uzbekistan over a three-month period. The experiment focused on deploying real-time monitoring tools designed to prevent workplace accidents and enhance risk detection. The following IoT-based devices were integrated into the workflow:

1. Smart helmets equipped with sensors to detect falls, impacts, and excessive temperature;
2. Air quality sensors for continuous monitoring of CO_2, SO_2, and CH_4 concentrations;
3. Smart safety belts capable of tracking worker motion and detecting unsafe behavior patterns.

Quantitative indicators were recorded before and after the implementation to assess impact:

Indicator	Before IoT Deployment	After IoT Deployment	Change (%)
Number of workplace accidents	14 incidents	6 incidents	−57%
Hazardous gas detection alerts	32 times	71 times	+122%
Real-time warning notifications	0	162	+100%
Average cost of injury per incident	850,000 UZS	410,000 UZS	−52%
Worker satisfaction with technology (survey)	-	89%	-

The results demonstrate a significant improvement in workplace safety metrics:

1. The number of accidents was reduced by more than half.
2. The increase in gas detection alerts reflects enhanced environmental sensing capabilities.
3. Real-time warnings enabled faster responses, preventing escalation of hazardous conditions.
4. Survey data indicated high acceptance and usability among workers.

Economically, the organization observed a reduction in medical expenses and downtime, suggesting that IoT deployment not only improves safety but also delivers a return on investment through injury prevention.

Overall, the experiment confirmed that IoT-based systems offer a practical and scalable solution to enhance occupational safety. Their ability to provide automated, real-time feedback transforms traditional safety practices into a proactive and data-driven process.

Practical Applications of the Obtained Results. The experimental findings from this study demonstrate the significant potential of IoT-based safety systems for improving occupational health and reducing workplace hazards. These results can be directly applied across multiple high-risk industries where real-time monitoring and early warning are critical.

1. Industrial Manufacturing Plants. In environments involving heavy machinery, rotating equipment, and hazardous materials, smart helmets and wearable belts offer continuous worker monitoring, enabling rapid detection of accidents or fatigue. Air quality sensors ensure compliance with occupational exposure limits and prevent toxic gas accumulation.

2. Construction Sites. IoT wearables can significantly reduce fall-related injuries, one of the leading causes of fatalities in construction. Smart helmets integrated with motion and tilt sensors can send instant alerts during slips or falls, while proximity sensors reduce equipment-related accidents.

3. Mining and Underground Operations. Real-time gas detection and environmental monitoring are essential in mining. IoT devices can track oxygen levels, explosive gases, and temperature fluctuations, providing alerts before thresholds are exceeded. Additionally, wearable devices can support worker localization for emergency response.

4. Chemical and Petrochemical Industries. In facilities with high exposure to volatile organic compounds and flammable gases, IoT sensors can help maintain safe operating conditions. Predictive data analytics based on sensor inputs allows for preemptive shutdowns and leak detection.

5. Oil and Gas Extraction Platforms. Remote and offshore environments pose communication and hazard-monitoring challenges. IoT systems offer integrated safety networks that combine geolocation, pressure monitoring, and stress detection for operators working in isolated conditions.

6. Logistics and Warehousing. IoT-enabled belts and helmets can monitor ergonomics and prevent overexertion injuries during manual loading or repetitive movements. Environmental sensors ensure thermal comfort and detect chemical leakage from stored goods.

7. Smart Cities and Public Infrastructure Maintenance. The data-driven safety model can also be extended to public workers (electric grid technicians, road maintenance crews, sanitation services), where environmental and occupational risks vary daily. IoT systems help municipalities ensure compliance and worker safety with minimal manual oversight.

In summary, the integration of IoT devices in occupational safety systems can be broadly applied to sectors where physical hazards, environmental risks, and human error remain major concerns. The obtained results not only highlight improvements in safety performance but also provide a scalable framework for developing intelligent, automated safety infrastructures in the era of Industry 4.0.

References

1. Asfahl, C. R., Rieske, D. Industrial Safety and Health Management (6th ed.). 2010. Pearson Education.
2. Bahga, A., Madisetti, V. Internet of Things: A Hands-On Approach. 2014. Universities Press.
3. Reese, C. D. Occupational Health and Safety Management: A Practical Approach (3rd ed.). 2018. CRC Press.
4. Friend, M. A., Kohn, J. P. Fundamentals of Occupational Safety and Health (6th ed.). 2018. Bernan Press.
5. Rouse, M. (Ed.). Smart Technologies in Occupational Safety and Health. 2021.Springer.
6. Fernandez-Muniz, B., Montes-Peon, J. M., Vazquez-Ordas, C. J. Safety culture: Analysis of the causal relationships between its key dimensions.// Journal of Safety Research, 2007, 38(6), 627–641.
7. Varchola, M., Drutarovsky, M. Smart helmet for industrial applications based on real-time IMU data processing // Procedia Engineering, 2017, 192, 592–597.
8. Rajalakshmi, P., Shree, S. IoT based real time industrial safety monitoring system // International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering, 2017, 5(4), 42–46.
9. Jain, S., & Singh, S. Predictive analytics for accident prevention in smart factories using IoT data // Procedia Computer Science, 2020, 167, 2250–2259.
10. Lee, J., Bagheri, B., Kao, H. A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing Letters,2015, 3, 18–23.

ЛЕГКИЙ ПОРИСТЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ АВТОКЛАВНОГО ГЕНЕЗИСА

Мухамедбаев Аг.А.
Ташкентский архитектурно-строительный университет.

Аннотация. *В статье рассмотрены возможности получения пористого заполнителя посредством дробления автоклавного газобетона. Обсуждены возможные сферы применения получаемых заполнителей. В лабораторных условиях определены гранулометрический состав, насыпная объёмная масса в рыхло насыпном состоянии и показатели водопоглощения заполнителя автоклавного происхождения.*

Ключевые слова: *газобетон, автоклав, заполнитель, дробление, гранулометрический состав, насыпная объёмная масса, водопоглощение.*

AVTOKLAV GENEZISLI YENGIL G‘OVAK TO‘LDIRUVCHI

Muxamedbayev Ag.A.
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada avtoklav gazbetonini maydalash orqali g‘ovak to‘ldiruvchi olish imkoniyatlari muhokama qilingan. Olingan to‘ldiruvchilarni qo‘llashning mumkin bo‘lgan sohalari muhokama etilgan. Laboratoriya sharoitida avtoklav gazbeton asosidagi to‘ldiruvchilarni granulometrik tarkibi, zichlashtirilmagan holatdagi hajmiy to‘kma massasi va suv shimuvchanlik ko‘rsatkichlari aniqlandi.*

Kalit so‘zlar: *gazbeton, avtoklav, to‘ldiruvchi, maydalash, granulometrik tarkib, to‘kma holdagi hajmiy massa, suv shimuvchanlik.*

LIGHT POROUS AGGREGATE OF AUTOCLAVED GENESIS

Mukhamedbaev Ag.A.
Tashkent university of architecture and civil-engineering.

Annotation. *The article considers the possibilities of obtaining porous aggregate by crushing autoclaved aerated concrete. Possible spheres of application of the obtained aggregates are discussed. Granulometric composition, bulk volume mass in loose bulk state and water absorption indices of autoclaved aggregate are determined in laboratory conditions.*

Key words: *aerated concrete, autoclave, aggregate, crushing, granulometric composition, bulk volume mass, water absorption.*

Введение. Дефицит легких пористых заполнителей природного происхождения приводит к изысканию и организации их производств искусственными путями и способами. Последние же связаны со значительными затратами на их производство как сырьевого, топливно-энергетического и строительного характера. Самыми распространенными легкими пористыми заполнителями, получаемыми на основе сегодняшних доступных технологий, являются керамзит [1, 2], аглопорит [3, 4], пеностекло [5, 6], пенополистирол [7, 8], вспученный вермикулит [9, 10] и перлит [11, 12]. Эти заполнители имеют много отличий в сравнении друг с другом. В научно-технической литературе достаточно хорошо освещены сырьевые компоненты, технологии и способы получения вышеперечисленных заполнителей, их свойства, сферы применения и получаемые виды материалов и изделий на их основе. Следует отметить, что значительно большое количество работ посвящены получению легких бетонов конструкционно-теплоизоляционного назначения и строительных растворов различного рода [13-15].

В нашей стране последние годы начали массово использовать ячеистые бетоны при строительстве мало- и высокоэтажных жилых зданий. Этому предшествовали несколько причин: потребность в использовании теплоизоляционных стеновых материалов и изделий вместо традиционного строительного кирпича при строительных работах с целью улучшения энергоэффективности и повышения сейсмической стойкости зданий; значительно большие расходы топливно-энергетических ресурсов и природного глинистого сырья на производство строительного кирпича; и т.д. Надо отметить, что ячеистые бетоны делятся на пено- и газобетоны [16, 17], которые также разделены по условиям затвердевания на автоклавные и неавтоклавные. По ряду свойств ячеистые бетоны автоклавного твердения превосходят неавтоклавные, что вызывает большего доверия у строителей.

На производствах ячеистых бетонов образуется брак изделий, которые непосредственно возвращаются в технологический цикл производства. Во время транспортировки и при выполнении работ по возведению или же обшивки стен образуются куски и обломки в виде отходов. В будущем же при выполнении сносов зданий и капитальных работах по реконструкции сегодняшнее возводимых зданий будут образовываться строительные отходы в виде ячеистых бетонов.

Одним из возможных вариантов решения этих проблем, может быть, строительство дополнительной линии по получению легких пористых заполнителей на основе ячеистых бетонов непосредственно на предприятиях по их производству или же организация отдельного производства. Получаемый легкий пористый заполнитель посредством дробления будет состоят из фракций 0-40 мм, которое посредством же грохочения можно разделить на требуемые фракции по отдельности.

Газобетонная крошка состоит из фракций от 0 до 40 мм по данным [18-21], имеет среднюю насыпную плотность 200-500 кг/м^3, прочность при сдавливании в цилиндре не менее 0,5 МПа, влажность в естественном состоянии не более 25%, теплопроводность в сухом состоянии не более 0,12-0,14 Вт/(м·°С) и удельная эффективная активность естественных радионуклидов не превышает 370 Бк / кг и т.д.

Получаемая смесь заполнителя в первоначальном виде может быть использована в качестве теплоизоляционных засыпок [21, 22]. Её можно будет использовать для получения легких бетонов и строительных растворов [6, 8, 23-28]. На основе мелких фракций можно изготовлять штукатурные растворы теплоизоляционного назначения [29, 30]. С применением их имеется возможность изготовление теплых половых стяжек внутри жилых помещений не производственного назначения [31].

Вышеотмеченные факты, особенности и преимущества делают легкие пористые заполнители, получаемые из ячеистых бетонов весьма перспективными и возможной альтернативой имеющимся такого рода заполнителей.

Предыдущими нашими исследованиями были проведены сравнительные анализы адсорбционных [32] и водопоглощающихся [33] свойств газобетонов автоклавного твердения.

Целью данных исследований являлось изучение возможности получения легких пористых заполнителей из газобетонов автоклавного твердения.

На основе поставленной цели были сформированы нижеследующие задачи:

- дробление газобетона автоклавного газобетона и изучение гранулометрического состава получаемых смесей заполнителя;
- определение насыпной объёмной массы заполнителя в неуплотненном состоянии;
- изучение водопоглощающей способности различных фракций заполнителя.

Характеристики сырья и методы исследования. В исследованиях были использованы автоклавные газобетоны «Arton» (г. Ахангаран) со средней плотностью D 500. Предварительно осуществляли сушку до постоянной массы при 100±5 °С. Осуществляли дробление, на стандартном литровом сосуде измеряли насыпную объёмную массу и посредством набора сита проводили изучение гранулометрического состава. Была изучена водопоглощающая способность различных фракций погружением их в воду на 24 часа. Для выполнения этих исследований были использованы электронные технические весы, сушильный шкаф, набор сит и 2 литровый стандартный сосуд. На табл. 1 и рис. 1 приведены химический состав и рентгенограмма использованного нами газобетона автоклавного твердения.

Как и оказалось, основным компонентом газобетона является диоксид кремния (SiO_2), содержание которого составляет 49,40 %, что соответствует применению кварцевого песка в качестве кремнеземистого компонента.

Табл. 1. Химический состав газобетона автоклавного твердения, %

SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO	SO_3	K_2O	TiO_2	ZrO_2	примеси	п.п.п.	Σ
49,40	3,62	33,26	1,49	0,76	1,95	1,08	0,13	0,17	0,46	7,55	100,0

Примечание: п.п.п. – потери при прокаливании.

Существенную долю также занимает оксид кальция (CaO) – 33,26 %, поступающий, как правило, из извести. Оксид алюминия (Al_2O_3) содержится в количестве 3,62 % и обычно связан с применением алюминиевой пасты. Железо в виде оксида железа (Fe_2O_3) присутствует в небольшом количестве (1,49 %), так же, как и другие оксиды: магния (MgO) – 0,76 %, серы (SO_3) –1,95 %, калия (K_2O) – 1,08 %, титана (TiO_2) – 0,13 %, циркония (ZrO_2) – 0,17 %. Доля прочих примесей составляет 0,46 %, а потери при прокаливании (п.п.п.) – 7,55 %, что может быть связано с наличием органических веществ или связанной воды.

На рентгенограмме были выявлены следующие фазы: тоберморит (C-S-H фаза) (d = 4,23; 3,98; 3,39; 3,22; 2,47; 2,27 Å), кварц (SiO_2) (d = 5,41 Å; 2,27 Å), кальцит ($CaCO_3$) (2,79; 2,22 Å) и гидроксиды и сульфаты (d = 1,97; 1,85; 1,65; 1,53; 1,39; 1,37 Å). **Тоберморит** – кальций-силикатный гидрат, который формируется в процессе автоклавного твердения и отвечает за высокую прочность и долговечность газобетона. В образце также выявлен кварц — первоначальный кремнеземистый материал, который частично сохранился и не вступил полностью в реакцию в процессе автоклавного твердения. Небольшие пики, соответствующие **кальциту**, указывают на частичное образование карбонатных фаз, что возможно вследствие взаимодействия с углекислым газом в процессе или после производства. Низкоинтенсивные пики в спектре свидетельствуют о наличии гидроксидов и сульфатов, которые образовались в результате побочных химических реакций или присутствуют как примеси в исходном сырье.

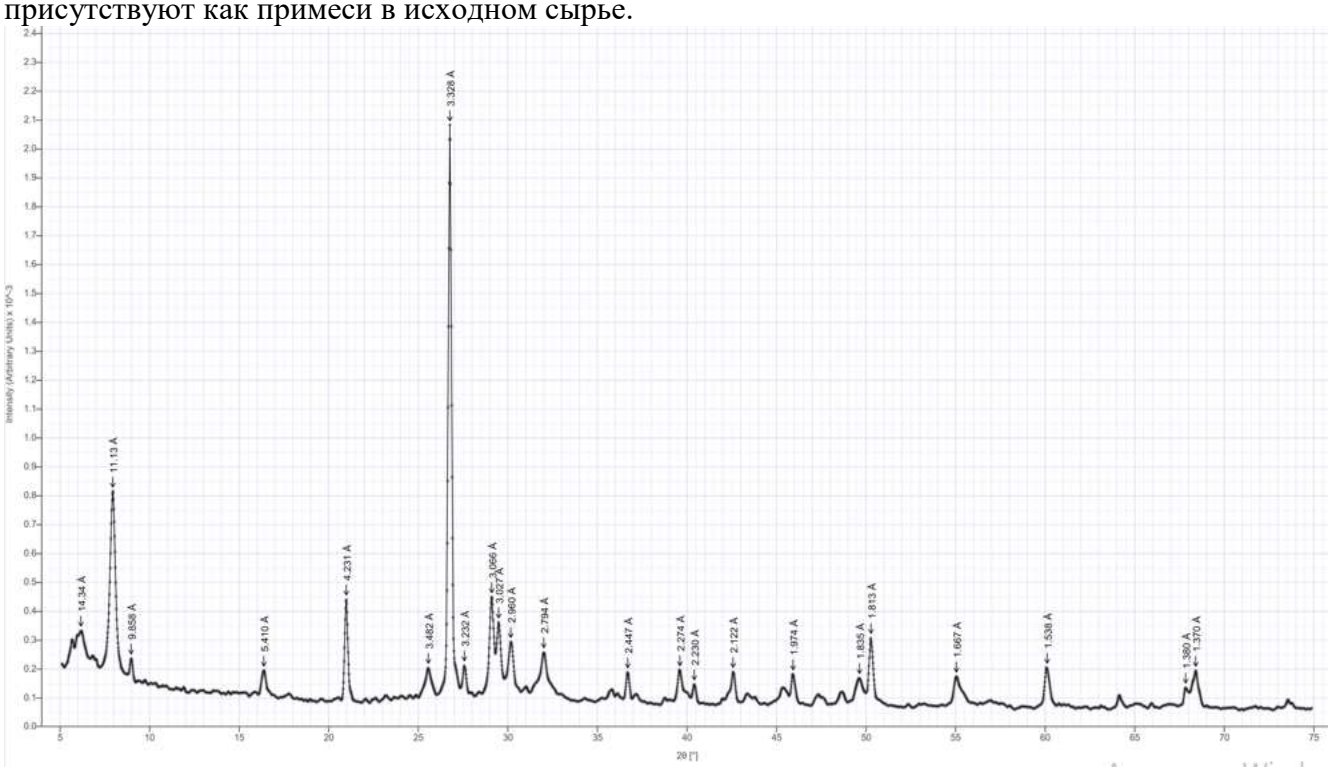


Рис. 1. Рентгенограмма автоклавного газобетона

Результаты исследований и их обсуждение. В процессе дробления газобетон автоклавного твердения дробился на бесформенные куски, то есть получаемый заполнитель имел многогранную форму. Поверхность каждой грани заполнителя имела пористую ячеистую структуру. Эти два аспекта дают нам предположит наличия у данного заполнителя

высокий показатель адгезии (сцепления) с вяжущим раствором при использовании его в качестве заполнителя в бетонах и строительных растворах.

В дробленной смеси с размерами зерен менее 40 мм общее содержание крупного заполнителя > 5 мм оказалось - 84,05 %, а мелкого заполнителя < 5 мм – 11,50 % и наполнителя < 0,14 мм – 4,45%. Просеивание смеси заполнителя, дробленного до размеров менее 20 мм, показал, что общее содержание крупного заполнителя > 5 мм оказалось – 69,60 %, а мелкого заполнителя < 5 мм – 21,56 % и наполнителя < 0,14 мм – 8,84%. В смеси заполнителя, измельченного до размеров менее10 мм общее содержание крупного заполнителя > 5 мм оказалось – 43,20 %, а мелкого заполнителя < 5 мм – 42,97% и наполнителя < 0,14 мм – 13,83%. Дальнейшее просеивание смеси заполнителя размером зерен менее 5 мм показало, что в смеси содержится в основном зерна крупностью 5-2,5 мм (30,64 %), 2,5-1,25 мм (19,81 %) и <0,14 мм (19,30%). Оказалось, что модуль крупности смеси заполнителя размером меньше 5 мм имеет значение $М_к$ =3,0475 относящийся к группе повышенной крупности. Конечное просеивание смеси заполнителя размером зерен менее 2,5 мм показало, что в смеси содержится зерна крупностью 2,5-1,25 мм (33,61%), 1,25-0,63 мм (19,34%), 0,63-0,315 мм (22,64%), 0,315-0,14 мм (0,76%) и <0,14 мм – остальное. Оказалось, что модуль крупности смеси заполнителя размером меньше 2,5 мм имеет значение $М_к$ =2,3850 относящийся к группе средней крупности (табл. 2).

Насыпная объёмная масса дробленки заполнителя в неуплотненном состоянии варьировалось в пределах 0,267-0,448 кг/л. Как оказалось постепенный переход измельчения от крупного до мелкого состояния приводит к увеличению насыпной объёмной массы дробленки заполнителя в рыхло-насыпном состоянии. Это обусловлено тем, что с уменьшением размеров измельчения увеличивается содержание более мелких фракций и происходит более плотная упаковка зерен, а также минимизируется межзерновая пустотность. Сравнительно низкие показатели насыпной объёмной массы полученных смесей заполнителей говорит о возможности использования её в качестве засыпок (теплоизоляторов) в крышах, в многослойных конструкциях и т.д. А самое главное, позволяет предположить изготовления легких бетонов различного класса и конструкционно-теплоизоляционного назначения.

Далее были проведены работы по определению показателей водопоглощения каждой фракции заполнителя в отдельности. Полученные результаты водопоглощения различных фракций показали, что данный показатель варьируется в пределах 89,61-161,43% (по массе) и 44,80-80,71% (по объёму). Самый низкий показатель водопоглощения имела фракция 40-20 мм, а самую максимальную фракция 1,25-0,63 мм.

Достаточно высокие показатели водопоглощения отдельных фракций заполнителя предупреждает нас, о том, что если будут приготавливаться бетонные растворы на их основе, то надо учитывать, что расход воды будет большим. При этом, возможно более правильным решением этого может быть предварительное водонасыщения смеси заполнителя в ванне с водой перед использованием его для приготовления бетонного или же строительного раствора. Однако, это также может привести к дальнейшим последствиям в виде водоотделения, расслоения бетонных растворов и усадочных деформаций. При этом важную роль будет играть правильный подбор количества воды, добавляемого во время приготовления растворов. Но, есть и положительная сторона, вода находящиеся в порах может служит резервом влаги в процессе твердения и обеспечивать равномерность прохождения процессов гидратации по всему объёму легкого бетона.

С использованием результатов фракционного просеивания были определены массовые долевые части крупного и мелкого заполнителя, а также наполнителя. Как оказалось, в смесях дробленки с размерами < 40 мм и < 20 мм преобладает крупный заполнитель, в смеси же < 10 мм наблюдается равенство между крупным и мелким заполнителем. Самую высокую

долю мелкого заполнителя имела смесь заполнителя с размерами зерен < 5 мм. Далее все более и более увеличивалось доля наполнительной части в составе смеси.

Табл. 2. Свойства легкого пористого заполнителя

№	Смесь заполнителя	Фракционный состав, %									Долевая часть фракций, %			Насыпная объёмная масса, кг/л	Модуль крупности	Средний диаметр зерен в смеси, мм
		20-40 мм	10-20 мм	5-10 мм	2,5-5,0 мм	1,25-2,5 мм	0,63-1,25 мм	0,315-0,63 мм	0,14-0,315 мм	<0,14 мм	крупная	мелкая	наполнитель			
1	<40 мм	64,68	15,23	4,14	2,38	3,21	2,27	3,59	0,05	4,45	84,05	11,50	4,45	0,267	-	22,18
2	<20 мм	-	56,80	12,80	5,00	5,46	3,85	7,01	0,24	8,84	69,60	21,56	8,84	0,301	-	9,85
3	<10 мм	-	-	43,20	11,94	10,86	7,76	11,75	0,66	13,83	43,20	42,97	13,83	0,360	-	4,03
4	<5 мм	-	-	-	30,64	19,81	12,43	17,2	0,62	19,30	-	80,70	19,30	0,411	3,04	1,73
5	<2,5 мм	-	-	-	-	33,61	19,34	22,64	0,76	23,65	-	76,35	23,65	0,448	2,38	0,94
Водопоглощение фракций заполнителя (по массе), %																
6		89,61	98,41	118,27	136,17	152,65	161,43	159,39	157,89	120,18						
Водопоглощение фракций заполнителя (по объёму), %																
7		44,80	49,20	59,13	68,08	76,32	80,71	79,69	78,94	60,09						

На основе количественных значений гранулометрического состава был рассчитан средние диаметры зерен дробленной смеси (дробленка) по ниже следующей формуле:

$$d_{ср} = \frac{\sum(d_{ср,фракции} \cdot \%фракции)}{100}$$

где: $d_{ср,фракции}$ – средний диаметр конкретной фракции (обычно берётся как среднее арифметическое границ фракции), % фракции – массовая доля фракции.

Полученные показатели по расчету приведены в таблице 2. Как оказалось, с уменьшением размеров газобетонной дробленки понижался средний диаметр зерен смеси.

Заключение. Таким образом, доказано возможность получения легких пористых заполнителей из газобетонов автоклавного твердения посредством дробления и разделения её на фракции с применением процесса грохочения. Получаемый при этом продукт имеет зерна многогранной формы, достаточно низкие показатели насыпной объёмной массы, высокие показатели водопоглощения и т.д. Имеется возможность получения, как и крупных так и мелких видов заполнителей. Полученные результаты исследований еще раз показывают возможности расширения видов и сырьевой базы легких пористых заполнителей за счет автоклавных газобетонов, а также полученные данные свидетельствуют о потенциале применения данного вида заполнителя в разработке новых типов конструкционно-теплоизоляционных бетонов и растворов. Данный вид легкого пористого заполнителя может составить конкуренцию с точек зрения себестоимости, затрат на производство, совокупности свойств и т.д. имеющимся традиционным заполнителям, как например, керамзит.

Список использованной литературы

1. Недосеко И.В., Синицин Д.А., Горин В.М., Сафонов П.В., Миронюк Е.Ю., Кузьмин В.В. Легкий и особо легкий керамзит и керамзитобетон. Анализ традиционных и перспективных областей их использования в гражданском и промышленном строительстве / Строительные материалы № 5, 2022. С. 8–14. DOI: https://doi.org/10.31659/0585-430X-2022-802-5-8-14.
2. Василенко Т., Ламакина М. Физико-механические свойства керамзитового гравия, полученного с использованием электросталеплавильного шлака / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова №. 6, 2016. С. 187-196. URL:https://naukaru.ru/ru/nauka/article/29329/view.
3. Анализ отхода содового производства на вспучиваемость аглопорита / А. Г. Нимчик [и др.] // Перспективы инновационно-технологического и экономического развития минерально-сырьевого комплекса [Электронный ресурс] : сборник материалов XX Международной научно-практической, посвященной 20-летию конференции Факультета горного дела и инженерной экологии Белорусского, 5 апреля 2022 г. / редкол.: А. А. Кологривко (пред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2022. – Т. 1. – С. 148-149. https://rep.bntu.by/handle/data/120563.
4. Пат. IAP № 2423330 RU. Способ получения зольного аглопоритового гравия / Уфимцев В.М. // Заяв.: 10.03.2009; Опуб.: 10.07.2021. Бюл. № 19.
5. Орлов А.Д. Оптимизированная одностадийная технология гранулированного пеностекла на основе низкотемпературного синтеза стеклофазы / Строительные материалы январь, 2015. С.24-26. https://journal-cm.ru/images/files/2015/024-026.pdf.
6. Попов М.Ю. Легкий бетон на основе гранулированного пеностекла. Автореф. дисс.на соис.учен.степ.канд.техн.наук. Иваново, 2015. 20 с. https://ds.ivgpu.com/storage/docs/thesises/8/1504524027avtoreferat.pdf.
7. Галузо О.Г. Физико-технические свойства ячеистых бетонов с наполнителем из пенополистирола / О. Г. Галузо, Е. О. Галузо // Наука – образование, производство, экономика: материалы 11-й Международной научно-технической конференции. Т. 2. - Минск: БНТУ, 2013. - С. 253. https://rep.bntu.by/handle/data/18498.
8. Журба О.В. Легкие бетоны на основе регенерированного пенополистирольного сырья. Автореф. дисс.на соис.учен.степ.канд.техн.наук. Улан-Уде, 2007. 21 с. https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003375092.pdf.
9. Досанова Г.М., Талипов Н.Х., Левицкий И.А. Получение вспученного и гидрофобизированного вермикулита для производства теплоизоляционных строительных смесей / Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 7 (76). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9999.
10. Вторых Е.В., Коковина В.К., Василовская Н.Г. Вспученный вермикулит как заполнитель для легких бетонов / Информационные технологии в строительных, социальных и

экономических системах №2, 2022. С.51-53. https://research.sfu-kras.ru/publications/publication/49593664.
11. Алексеева Л.В., Нациевский С.Ю. Опыт применения вспученного перлита в строительстве / Строительные материалы и изделия № 5—6, 2013. С. 62—64.
12. Нациевский С.Ю. Перлит в современных бетонах, сухих строительных смесях и теплоизоляционных изделиях / Строительные материалы № 6, 2006. С. 78–82.
13. Иванов И.А. Легкие бетоны на искусственных пористых заполнителях. – М.: Стройиздат, 1993. – 182 с.
14. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Легкие бетоны на полых и пористых заполнителях / Строительные материалы № 7, 2024. С. 41–47. DOI: https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-826-7-41-47
15. Самойлов К.А., Антипина А.А. Легкий бетон как материал для стеновых конструкций / Alfabuild №1 (3), 2018. С. 55-64.
16. ГОСТ 25485-2019. Бетоны ячеистые. Общие технические условия. Москва, Стандартинформ. 2019. 15 с.
17. ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия. МНТКС. 2008. 11 с.
18. ТУ 2661-003-82651425-2019. Крошка из дробленного ячеистого бетона. ООО «ДСК, ГРАС-Саратов». Саратов, 2019. 4 с.
19. Aeroc. Газобетонная крошка. Технические характеристики. https://aeroc.nt-rt.ru/images/manuals/2.pdf?ysclid=m8cwjt9nif351312399.
20. Байкальский газобетон. https://bgazobeton.ru/upload/iblock/c25/instrukciya_po_primeneniyu_kroshki_gazobetona_v_kachestve_nasypnogo_uteplitelya.pdf
21. Газобетонная крошка Arton (Насыпной утеплитель). https://arton.uz/categories/gazobetonnaya-kroshka
22. Утеплитель. АЗАГ. https://azag.kz/about.php
23. Федоров В.И., Абдимежитов М.К., Дъяконов А.А., Попов А.Л., Местников А.Е. Легкие бетоны из отходов производства автоклавного пенобетона / Современные наукоемкие технологии № 11, 2016. С.61-65.
24. Leontev S.V., Kharitonov V.A. Development of structural-heat-insulating lightweight concrete composition using production of aerated concrete waste as a porous aggregate / Journal of Physics: Conference Series (Advanced Trends in Civil Engineering (ATCE) 2021) 2124 (2021)012009. 8 p. doi:10.1088/1742-6596/2124/1/012009.
25. Mahmmod L.M.R., Dulaimi A., Bernardo L.F.A., Andrade J.M.d.A. Characteristics of Lightweight Concrete Fabricated with Different Types of Strengthened Lightweight Aggregates / J. Compos. Sci. 2024, 8, 144. https://doi.org/ 10.3390/jcs8040144.
26. Teewara Suwan, Pitiwat Wattanachai. Properties and Internal Curing of Concrete Containing Recycled Autoclaved Aerated Lightweight Concrete as Aggregate / Advances in Materials Science and Engineering Volume 2017, Article ID 2394641, 11 pages https://doi.org/10.1155/2017/2394641.
27. Demir A., Karakurt C, Topcu I.B. Utilization of Crushed Autoclaved Aerated concrete as Aggregate in Concrete. Conference: The Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies. At: Ancona, Italy. January, 2010. https://www.researchgate.net/publication/277980946_Utilization_of_Crushed_Autoclaved_Aerated_concrete_as_Aggregate_in_Concrete
28. Тихонов Ю.М. Аэрированные легкие и тепло-огнезащитные бетоны и растворы с применением вспученного вермикулита и перлита, и изделия на их основе. Автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05 / С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Санкт-Петербург, 2005. - 40 с.

29. Удодов С.А., Черных В.Ф. Особенности свойств сухих смесей с применением пористых заполнителей / Строительные материалы № 3, 2006. С.15-17.
30. Пат. IAP № 2309133 RU. Сухая смесь для штукатурного раствора по ячеистому бетону / Черных В.Ф., Удодов С.А., Дуров А.Е. (ГОУВПО «КубГТУ»). // Заяв.: 26.02.2006. Опуб.: 27.10.2007. Бюл. № 30.
31. Bergmans J., Nielsen P., Broos K., Snellings R., Quaghebeur M. Recycling of autoclaved aerated concrete in screed and stabilized sand. Conference: The Fifth International Conference on Construction Materials (CONMAT). At: Whistler, BC, Canada. August, 2015. DOI: 10.5281/zenodo.46405
32. Мухамедбаев Аг.А. Сорбционная влажность автоклавного газобетона / Технологии бетонов № 6 (197), 2024. С. 39-43. https://stroymat.ru/tb-magazin-new/?content=newmagazine
33. Мухамедбаев Аг.А. Сравнительный анализ водопоглощения автоклавных газобетонов / Ilmiy-amaliy jurnal “Arxitektura, qurilish va dizayn” №3, 2024. С. 550-553. https://www.researchgate.net/publication/385142412_sravnitelnyj_analiz_vodopoglosenia_avtoklavnyh_gazobetonov

Мухамедбаев Абдугафур Абдувалиевич – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент кафедры «Технология строительных материалов и конструкций», Ташкентский архитектурно-строительный университет (ТАСУ)

UDK

BAZALT ASOSIDAGI YANGI QURILISH MATERIALLARINI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYALARI

Gadoeva O.P.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada bazalt asosidagi yangi qurilish materiallari ishlab chiqarish texnologiyalari, ularning xususiyatlari va qo‘llanilishi haqida so‘z yuritiladi. Bazaltning ekologik tozaligi, olovga chidamliligi, issiqlik va ovoz izolyatsiyasi, kimyoviy barqarorligi kabi afzalliklari ta’kidlanadi. Shuningdek, bazalt tolasi va issiqlik saqlovchi plitalar ishlab chiqarish jarayonlari, katta o‘lchamdagi lamellar texnologiyasi va xomashyo sifatini yaxshilash bo‘yicha tadqiqotlar muhokama qilinadi. O‘zbekistonda bazalt asosidagi issiqlik saqlovchi materiallar ishlab chiqarishning rivojlanishi, ularning qurilish sohasidagi ahamiyati va iqtisodiy samaradorligi alohida e’tibor markazida. Maqolada bazaltning qurilish, arxitektura va sanoatning boshqa tarmoqlarida qo‘llanilishi, shuningdek, uning atrof-muhitga ta’siri va energiya tejamkorligiga hissa qo‘shishi yoritilgan.*

Kalit so‘zlar: *bazalt, issiqlik saqlovchi materiallar, bazalt tolasi, qurilish materiallari, ekologik tozalik, yong‘inga chidamlilik, issiqlik izolyatsiyasi, ovoz yutish, lamellar texnologiyasi, xomashyo, energiya tejamkorlik, qurilish sanoati.*

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТА

Гадоева О.П.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье рассматриваются новые технологии производства строительных материалов на основе базальта, их свойства и области применения. Подчеркиваются преимущества базальта — экологическая чистота, огнестойкость, тепло- и звукоизоляционные свойства, химическая стойкость. Обсуждаются процессы производства базальтового волокна и теплоизоляционных плит, технология крупноразмерных ламелей и исследования, направленные на повышение качества сырья. Особое внимание уделено развитию производства теплоизоляционных материалов на основе базальта в Узбекистане, их значению в строительной отрасли и экономической эффективности. В статье также освещается использование базальта в строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности, а также его вклад в охрану окружающей среды и энергоэффективность.*

Ключевые слова: *базальт, теплоизоляционные материалы, базальтовое волокно, строительные материалы, экологическая чистота, огнестойкость, теплоизоляция, звукопоглощение, ламельная технология, сырье, энергоэффективность, строительная промышленность.*

NEW PRODUCTION TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION MATERIALS BASED ON BASALT

Gadoeva O.P.

Bukhara state technical university

Abstract. *The article discusses new technologies for the production of construction materials based on basalt, their properties, and areas of application. The advantages of basalt — such as environmental friendliness, fire resistance, thermal and sound insulation, and chemical stability — are highlighted. The processes of producing basalt fiber and thermal insulation boards, large-sized lamellar technology, and studies aimed at improving raw material quality are discussed. Special attention is paid to the development of thermal insulation materials based on basalt in Uzbekistan, their importance in the construction sector, and their economic efficiency. The article also explores the use of basalt in construction, architecture, and other industrial sectors, as well as its contribution to environmental protection and energy efficiency.*

Keywords: *Basalt, thermal insulation materials, basalt fiber, construction materials, environmental friendliness, fire resistance, thermal insulation, sound absorption, lamellar technology, raw materials, energy efficiency, construction industry.*

So‘nggi yillarda mamlakatimiz iqtisodiyotining barcha soha va tarmoqlarida, umuman, aholi turmush sharoitini yaxshilash yo‘lida tizimli ishlar amalga oshirilmoqda.

Bazalt asosiy effuziv tog‘ jinsi bo‘lib, magmatik turdagi tog‘ jinslarining eng ko‘p tarqalgani hisoblanadi. U ekologik zararsiz materiallar sirasiga kiradi, sifatning asosiy kriteriyalari bo‘lgan olovga bardoshlilik va yong‘inga xavfsizlik, haroratga chidamlilik, kislotaga chidamlilik, qizdirishda gaz ajralmasligi, past zichlik, o‘zgaruvchan haroratlar va iqlim sharoitlarida uzoq muddat xizmat qilishi bilan boshqa minerallardan ustunlikka egadir. Bu mineral tolaning afzallik tomoni tog‘ jinsidan olinganidadir.

Bazalt (lotincha basaltes, yun. basanos — sinov toshi) — magmatik tog‘ jinsi. Rangi bo‘z va qoramtir. Sof og‘irligi 2,5-3 g. Tarkibi asosan plagioklaz (labrador)dan iborat; shuningdek, piroksenlar, olivin hamda magnetit, titanit, apatit va hokazo ham bo‘ladi. Kimyoviy tarkibi uning chuqurlikdagi analogi bo‘lgan gabbroga yaqin. Vulkan shishasi donador kristallar oraliqlarini to‘ldirib turadi. To‘la kristallangan bazaltlar dolerit deyiladi. Bazaltning okean tubida paydo bo‘lgan, temir va magniyga boy turi okeanit, tektonik yoriqlardan quruklikka oqib chiqib qotib qolgan turi esa platobazalt deyiladi. Bazaltning okean tubi va quruqlikda juda katta maydonni egallagan. Hozirgi vulqonlardan ham bazaltli lavalar oqib chiqadi. Tarkibida qaysi mineral borligiga qarab analsimli bazalt, leysitli bazalt, nefelinli bazalt, magnetitli bazalt, gayuinli bazalt, apatitli bazalt va hokazo deb ataladi. Bazalt kislotaga chidamli kimyoviy asboblar, quvurlar, elektroizolyatorlar yasashda, toshdan quyma buyumlar ishlab chiqarishda hamda qurilishda qoplama bezak materiallari sifatida ishlatiladi. Yaxshi silliqlanishi tufayli juda qadimdan haykaltaroshlikda Misr, Assuriya, Rim, Vizantiya, Armaniston va boshqa joylarda qo‘llanilib kelingan.



1-rasm. Bazalt tolasining rivojlanishi.

U ekologik toza, mog‘or va bakteriyalarga chidamli mahsulot. Uni pollar va bino qavatlari o‘rtasi, bino fasadlari, ventilyatsiya kanallari, devorlar, xonalar o‘rtalari, sovutish moslamalari devorlari, sendvich panellardagi issiqlik izolyatsiyasi uchun qo‘llash mumkin Katta o‘lchamdagi pechlarda mos keladigan katta qatlamli bo‘lishi kerak. Plitalar texnologiyasini o‘rganish materialning o‘zgarishini, qatlamning joylashishini, haroratni taqsimlashni va qatlamlar strukturasining o‘lchamini loyihalashni o‘z ichiga oladi. Katta plastinka ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilashning asosiy vositalaridan biridir. Hozirgi vaqtda uyda va chet elda bazalt uzluksiz tolali lamellardagi teshiklar soni asosan 200 teshik va 400 teshikni tashkil qiladi. Ko‘p shlyuzlar va katta shlyuzlarni ishlab chiqarish usuli bir mashina quvvatini bir necha marta oshiradi.Katta lamellarning tadqiqot yo‘nalishi 800 teshik, 1200 teshik, 1600 teshik, 2400 teshik va boshqalardan ko‘proq lamel teshiklari yo'nalishiga qadar shisha tolali lamellarni ishlab chiqish g‘oyasiga amal qiladi. Ushbu texnologiyani tadqiq qilish va tadqiq qilish ishlab chiqarish xarajatlariga yordam beradi. Bazalt tolasining kamayishi ham mahsulot sifatini yaxshilashga yordam beradi, bu ham kelajakdagi rivojlanishning muqarrar yo‘nalishidir. Bazalt tolali mahsulotlarning to‘g‘ridan-to‘g‘ri sifatini yaxshilash hamda shisha tolali va kompozit materiallarni qo‘llashni tezlashtirish foydalidir.

Bazalt xom ashyosi bo‘yicha tadqiqotlar: Xomashyo ishlab chiqarish korxonalarining asosi hisoblanadi. So‘nggi ikki yil ichida, atrof-muhitni muhofaza qilish siyosatining ta’siri tufayli, Xitoyda ko‘plab bazalt konlari odatdagidek qazib olinmayapti.

Bazalt tolasini ishlab chiqarish jarayonining texnik xususiyati shundaki, u xom ashyo sifatida bitta bazalt rudasidan foydalanadi. Ishlab chiqarish jarayoni rudaning tarkibini talab qiladi.Sanoatning hozirgi rivojlanish tendentsiyasi ishlab chiqarishi uchun bitta yoki bir nechta turli xil sof tabiiy bazalt minerallaridan foydalanishdir, bu bazalt sanoatining “nol emissiya” deb ataladigan xususiyatlariga mos keladi.



2-rasm. Qurilishda islatiladigan basalt materiallarining turlari

Bazalt-bu bazalt tarkibidagi eritilgan lavadan hosil bo‘lgan vulqon jinsi. Bazalt haqida to‘liq ma’lumot, shu jumladan uning xususiyatlari, afzalliklari va kamchiliklari.

Bazalt xususiyatlari. *Kelib chiqishi va tarkibi:* Bazalt eritilgan lavaning sovishi va qattiqlashishi odatda vulqon faolligi natijasida hosil bo‘ladi. Bazaltning asosiy minerallariga piroksen, olivin, plagioklaz va boshqa quyuq minerallar kiradi.

Jismoniy xususiyatlari: Bazalt quyuq kulrang yoki qora rangga ega. U yaxshi mustahkamlik va qattiqlikka ega, bu uni qurilish va qoplama uchun mashhur materialga aylantiradi. Bazalt mexanik xususiyatiga, shu jumladan kuyish va ob-havo ta'siriga yuqori qarshilikka ega.

Foydalanish. Qurilishda bazalt me'moriy elementlar, plitkalar, qoplama materiallari va yo'l qoplamalarini ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, sendvich panellar va izolyatsiya materiallarida qo'llaniladigan bazalt tolasi kabi tolali materiallar ishlab chiqarishda ham qo'llaniladi.

Bazaltning afzalliklari. *Chidamlilik:* bazalt juda bardoshli material bo'lib, undan tuzilmalarning mustahkamligini ta'minlaydi.

Estetik fazilatlar: uning quyuq rangi va tuzilishi sirtlarga o'ziga xos ko'rinish beradi, bu esa uni dekorativ elementlar uchun mashhur qiladi.

Namlikka chidamlilik: bazalt suvga chidamli bo'lib, uni tashqi tuzilmalar uchun mos keladi

Bazaltning kamchiliklari. *Potentsial ishlov berish muammolari:* qattiqligi va zichligi tufayli bazalt maxsus ishlov berish va kesish uskunalarini talab qilishi mumkin.

Cheklangan rang tanlovi: bazalt odatda quyuq, bu materiallar ranglarida xilma-xillikni izlayotgan dizaynerlar va me'morlar uchun cheklov bo'lishi mumkin. Umuman olganda, bazalt yuqori chidamlilik va barqarorlikka ega bo'lgan ko'p qirrali material bo'lib, qurilishdan tortib ixtisoslashgan materiallar ishlab chiqarishgacha bo'lgan turli sohalarda keng qo'llaniladi.

Ekologik jihatlar: bazalt organik moddalar yoki toksik elementlarni o'z ichiga olmaydigan tabiiy materialdir. Uni qazib olish va qayta ishlash odatda atrof-muhitga minimal ta'sir ko'rsatadi, bu esa qurilish uchun ekologik toza mahsulotdir.

Issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlari. Bazalt past issiqlik o'tkazuvchanligiga ega, bu uni issiqlik izolatsiyasi uchun samarali materialga aylantiradi. U binolarning energiya samaradorligini oshirish uchun issiqlik izolyatsiyalovchi materiallar va tolalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Qurilish va sanoatda qo'llanilishi. Qurilishda bazalt yo'l qoplamalari, qoplama materiallari, engil toshlari va boshqa qurilish elementlarini yaratish uchun ishlatiladi. Shuningdek, u aviatsiya va avtomobilsozlik sanoatida ishlatiladigan tolali materiallar ishlab chiqarishda, zamonaviy va bardoshli dizaynlarni yaratish uchun arxitekturada qo'llaniladi.

Boshqa materiallar bilan taqqoslash. Beton bilan taqqoslaganda basalt, odatda, yuqori kuchga ega va mexanik xususiyatga chidamliligi yaxshiroq. Marmar va granit bilan taqqoslaganda, basalt, odatda, bir xil tuzilishga ega va blokning turli qismlarida bir xil xususiyatlarga ega. Shunday qilib, bazalt yuqori chidamlilik, tashqi ta'sirlarga yaxshi qarshilik va ekologik tozalikka ega bo'lgan muhim va ko'p qirrali qurilish materiali bo'lib, uni turli sanoat va qurilish sohalarida mashhur tanlovga aylantiradi.



3-rasm. Bazalt toshidan issiqlik saqlovchi plitalari.

Bazalt toshidan issiqlik saqlovchi qurilish materiali. Bazalt asosidagi issiqlik saqlovchi qurilish materiallari bazalt tolalaridan tayyorlanadi. Bazalt issiqlik saqlovchi plitalari issiqlikni

tejash bilan birga ovoz o‘tkazmaydi va yong‘indan himoya qiladi. Mahsulot alohida qayta ishlashni talab etmaydi, kimyoviy bardoshli va uzoq vaqt davomida foydalanishga mo‘ljallangan.

Bazalt asosida issiqlik saqlovchi materiallar iste’molining oshishi asosan respublikada uy-joylarni, ijtimoiy va sanoat obyektlarida, jumladan, ko‘p qavatli uy-joy va noturar joylar qurilishi, unda tashqi va ichki devorlarni bazalt asosidagi issiqlik saqlovchi plitasi sifatida foydalanish eng istiqbolli texnologiyalardan biri hisoblanadi hamda respublika bozorlarida eng talabi yuqori issiqlik saqlovchi qurilish materiali sifatida qaralmoqda.

Umuman olganda, O‘zbekistonda qurilish materiallari sanoati rivojlanish uchun juda yuqori salohiyatga ega. Sanoatning o‘sishi va rivojlanishini qo‘llab-quvvatlovchi omillar qatorida qurilish, ayniqsa, uy-joy qurilishining o‘sishini alohida ta’kidlash mumkin.

Bazalt asosida issiqlik saqlovchi materiallari ishlab chiqarish bo‘yicha respublikada jami yillik quvvati 83 ming tonna bo‘lgan 3 ta korxona faoliyat ko‘rsatmoqda.

Bazalt asosida issiqlik saqlovchi qurilish plitalarining issiqlik o‘tkazuvchanligining minimal koeffitsiyentlari yopiq strukturaning qalinligini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Taqqoslash uchun 50 mm plita o‘zining issiqlik saqlovchi qobiliyatiga ko‘ra 180 mm dan ortiq qarag‘ay yoki archa yog‘ochlari, 300 mm ga yaqin gazbeton, 680 mm bo‘sh g‘isht yoki 2500 mm temir beton o‘rnini bosadi.



4-rasm. Bazalt toshidan issiqlik saqlovchi plitalarini ishlatish jarayoni

Namlikni yutish deyarli nolga teng.

Ushbu material gidrofobdir. Unga tushgan suv ichkariga kira olmaydi, buning natijasida issiqlik saqlovchi xususiyatlari o‘zgarmaydi. Ammo shunga o‘xshash tajribani oddiy mineral plita bilan o‘tkazsangiz, u yetarli miqdordagi suvni yutadi. Nam momiq iliq bo‘lmaydi - axir suv, uning teshiklariga kirib, materialning issiqlik o‘tkazuvchanligini sezilarli darajada oshiradi. Suvning hajmi bo‘yicha so‘rilishi 2% dan ko‘p emas.

Bug‘ o‘tkazuvchanligi. Bazalt tolasi, zichligidan qat’i nazar, mukammal bug‘ o‘tkazuvchanligiga ega. Havodagi namlik issiqlik saqlash qatlamiga uning ichida kondensat hosil qilmasdan osonlikcha kirib boradi. Bu, ayniqsa, hammom yoki sauna uchun juda muhimdir. Bazalt asosli plita o‘zi namlanmaydi, hali ham issiqlikni ishonchli tarzda saqlaydi. Shuning uchun, ushbu material bilan issiqlik saqlovchi plitalari qilingan xonalarda yashash qulay - harorat va namlik sharoitlari maqbuldir. Suv bug‘ining o‘tkazuvchanligi taxminan 0,3 mg / (m h Pa) teng.

Yong‘inga qarshilik – yuqori. Yong‘in o‘chiruvchilarning talablariga muvofiq, bazalt tolali plita yonuvchan bo‘lmagan moddalar hisoblanadi. Ammo bu hammasi emas - u ochiq olov yo‘lini to‘sib qo‘yishga qodir. Bazalt issiqlik saqlovchi plitasining erish nuqtasiga yetmasdan bardosh bera

oladigan maksimal harorati 11140S ni tashkil etadi, bu esa uni yuqori haroratda ishlaydigan moslamalarni issiqlik saqlovchi plita qilish uchun ishlatishga imkon beradi.

Ovozni to‘sib qo‘yish - yuqori darajada. Akustik xususiyatlarga kelsak, ular bazalt tolali plitalar uchun ham foydali - albatta, ovoz yutish jihatidan. Ushbu issiqlik saqlovchi plita devorlar bo‘ylab harakatlanadigan vertikal tovush to‘lqinlarini o‘chirishga qodir. Buning yordamida xona tashqi shovqindan yaxshi ximoya qilingan. Tovush to‘lqinlarini singdirib, aks sado berish vaqtini qisqartiradi, bu nafaqat devorlari ushbu material bilan issiqlik saqlovchi plita qilingan xonani, balki qo‘shni xonalarni ham shovqindan himoya qiladi.

Bazalt asosida issiqlik saqlovchi qurilish plitalarining ekologik tozaligi. Bazalt asosida issiqlik saqlovchi qurilish plitalarining tabiiy xom ashyo va zamonaviy yuqori sifatli komponentlardan ishlab chiqariladi. Mahsulot xavfsizligi gigiyenik sertifikatlar va atrof-muhit sertifikati bilan tasdiqlangan. Zavodining eng yangi texnologik liniyasi ishlab chiqarish jarayonida zararli moddalar chiqindilarini minimallashtirishga, shuningdek ishlab chiqarishda ishlatiladigan chiqindi gazlar va suvning issiqligini yopiq siklda qayta ishlatishga imkon beradi. Issiqlik saqlovchi plitasi binolarda issiqlikni saqlaydi, bu isitish uchun zarur bo‘lgan energiya manbalarini sezilarli darajada tejaydi. Umuman olganda, bu atmosferaga zararli gazlar chiqindilarini kamaytiradi va bu sayyoramiz iqlimiga antropogen ta’sirini kamaytirishga imkon beradi.

Bazalt tosh, bazalt sifatida ham tanilgan, u asosan plagioklaz, piroksen va olivindan tashkil topgan keng tarqalgan vulqon jinsidir. Uning rangi asosan qora yoki to‘q kulrang, qattiq tuzilishga va yuqori zichlikka ega. Xitoyda yuqori sifatli bazalt bir nechta mintaqalarda ishlab chiqariladi, Xaynan va Fujian qora bazalt ayniqsa mashhur.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. Mirziyoyev, Shavkat Miromonovich. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. Toshkent: “O’zbekiston”, 2017.-488 b
2. .Qosimov E. Qurilish ashyolari.// Darslik.Toshkent. “MEHNAT” 2004 y.
3. Ветров Ю.И., Новицкий А.Г. Базальтовые вариации/. Капитальные строительство. 2002, №3
4. O.P. Gadoeva, G.G. Yadgarova, Z.N. Fayzullaeva L, and K. E. Niyozov. APEC-VI-2023. Measures to reduce energy consumption in modern buildings andbuildings. E3S Web of Conferences 411, 01035 (2023)
5. “Qurilish va arxitekturada nanontexnologiya”darsligi dotsenti I.I.Tojiyev, katta o’qituvchi O.P.Gadoeva ,doktarant S.Z. Fatilloyev.2025y

УДК 691.691:413

IKKILAMCHI XOMASHYOLARIDAN FOYDALANIB EKOLOGIK TOZA QURILISH MATERIALLARI ISHLAB CHIQARISH

Xaitov R.A., Axmedova M.B., G‘ulomov I.G‘.

Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada paxta go‘zapoyasidan samarali va ekologik toza qurilish materiallarini ishlab chiqarish imkoniyatlari o‘rganildi. Paxta go‘zapoyasi – paxta etishtirish jarayonida qoladigan qoldiq bo‘lib, u tabiiy va qayta ishlanadigan xomashyo sifatida qurilish sanoatida keng qo‘llanilishi mumkin. Tadqiqotda go‘zapoyani qurilish materiallari tarkibida aralashma sifatida ishlatish, uning mexanik xususiyatlari, bardoshliligi va ekologik afzalliklari tahlil qilindi. Shuningdek, paxta go‘zapoyasidan tayyorlangan materiallarning energiya samaradorligi va iqtisodiy jihatlari ham ko‘rib chiqildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, paxta go‘zapoyasidan ishlab chiqarilgan qurilish materiallari atrof-muhitni ifloslantirmasdan, arzon va yuqori sifatli mahsulotlar yaratishga imkon beradi.*

Kalit so‘zlar: *paxta go‘zapoyasi, ekologik toza, kompozitsion aralashma, energiya samaradorligi, qurilish bloki, panel.*

ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б., Гулямов И.Г.

Бухарский государственный технический университет, Узбекистан

Аннотация. *В данной статье рассматриваются возможности производства эффективных и экологически чистых строительных материалов из стеблей хлопка. Стебли хлопка – это отход хлопководства, который может широко использоваться в строительной отрасли в качестве натурального и перерабатываемого сырья. В исследовании анализируется использование стеблей в качестве добавки в строительные материалы, их механические свойства, долговечность и экологические преимущества. Также рассматриваются энергоэффективность и экономические аспекты материалов из стеблей хлопка. Результаты показывают, что строительные материалы из стеблей хлопка позволяют создавать недорогую и высококачественную продукцию, не загрязняя окружающую среду.*

Ключевые слова: *стеблей хлопка, экологически чистый, композитная смесь, энергоэффективность, строительный блок, панель.*

PRODUCTION OF ECOLOGICALLY FRIENDLY BUILDING MATERIALS USING SECONDARY RAW MATERIALS

Khaitov R.A., Akhmedova M.B., Gulyomov I.G.

Bukhara state technical university, Uzbekistan

Abstract. *This article explores the possibilities of producing efficient and environmentally friendly building materials from cotton stalks. Cotton stalks are a residue from the cotton growing process, which can be widely used in the construction industry as a natural and recyclable raw material. The study analyzed the use of stalks as an admixture in building materials, its mechanical properties, durability, and environmental benefits. The energy efficiency and economic aspects of materials made from cotton stalks were also considered. The results showed that building materials made from cotton stalks allow for the creation of inexpensive and high-quality products without polluting the environment.*

Key words: *cotton sorghum, environmentally friendly, composite mixture, energy efficiency, building block, panel.*

Bugungi kunda dunyo miqyosida sanoat va qurilish sohalarining jadal rivojlanishi bilan birga, atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan chiqindilar miqdori ham ortib bormoqda. Ayniqsa, qurilish materiallari ishlab chiqarishda ko‘plab tabiiy resurslardan foydalanish va chiqindilarning noto‘g‘ri boshqarilishi ekologik muvozanatning buzilishiga olib kelmoqda. Bunday vaziyatda sanoat chiqindilari, buzilgan binolarning bo‘laklari, metall, plastmassa, yog‘och va boshqa ikkilamchi xomashyolarning to‘g‘ri qayta ishlanmasligi muhim muammolardan biri bo‘lib qolmoqda.

Shu bilan birga, er resurslarining cheklanganligi, energiya tannarxining ortib borishi hamda iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashish ehtiyoji ekologik toza, barqaror va arzon qurilish materiallariga bo‘lgan ehtiyojni keskin oshirmoqda. Aynan shu nuqtai nazardan qaralganda, ikkilamchi

xomashyolardan foydalanish orqali ekologik toza qurilish materiallarini ishlab chiqarish dolzarb echim sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Mazkur yo‘nalish nafaqat chiqindilarni kamaytirish, balki ularni iqtisodiy jihatdan foydali resursga aylantirish imkonini beradi. Shuningdek, bu yondashuv ekologik barqarorlikni ta’minlab, yashil iqtisodiyot rivojiga xizmat qiladi. Shu sababli, bugungi zamonaviy qurilish sanoatida ikkilamchi xomashyoni samarali qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish va u orqali ekologik toza materiallar ishlab chiqarish muhim vazifa sifatida qaralmoqda.

Ushbu maqola paxta go‘zapoyasidan yangi turdagi qurilish materialini ishlab chiqarishni taklif etadi, bu sohada mavjud bo‘lgan materiallarga nisbatan bir qancha yangi ilmiy va amaliy yondashuvlarni o‘z ichiga oladi. Avvalo, paxta go‘zapoyasining kimyoviy va mexanik xususiyatlari tahlil qilinib, uni samarali qurilish materialiga aylantirish uchun innovatsion texnologiyalar ishlab chiqildi.Har yili millionlab tonna paxta go‘zapoyasi chiqindisi sifatida yoqib yuboriladi yoki tashlab qo‘yiladi. Bu esa havoga zararli gazlar ajralishiga, tuproq va suv resurslari ifloslanishiga olib keladi.

Ushbu chiqindini qayta ishlash orqali ekologik xavfni kamaytirish va chiqindini qimmatli resursga aylantirish mumkin. Loyiha “yashil iqtisodiyot” tamoyillariga to‘liq mos keladi.

O‘zbekistonda va butun Markaziy Osiyoda qurilish sektori tez sur’atlar bilan rivojlanmoqda: aholi soni ortmoqda, shaharlar kengaymoqda, yangi uy-joylar, maktablar, korxonalar qurilmoqda.

Shu bilan birga, bozorda arzon, mahalliy, ekologik va energiya tejamkor materiallarga ehtiyoj yuqori.

G‘o‘zapoya asosida ishlab chiqarilgan bloklar va panellar ana shu talablarga javob beradi.

Qurilish materiallarining ko‘pchiligi import qilinadi yoki qimmat xomashyodan tayyorlanadi (masalan: gazbeton, penobeton). Paxta g‘o‘zapoyasidan ishlab chiqarilgan material esa 100% mahalliy xomashyo asosida, arzon va energiya tejamkor bo‘ladi. Bu mahsulotlarni import o‘rnini bosuvchi strategik resurs sifatida ishlab chiqarish imkonini beradi.

Fermerlar va klasterlar uchun paxta g‘o‘zapoyasi hozircha foydasiz chiqindi hisoblanadi. Loyiha orqali ular ushbu chiqindini daromad manbaiga aylantira oladi, bu esa qo‘shimcha iqtisodiy faoliyatni rag‘batlantiradi.

Maqolada biokompozit materiallar, ekologik bog‘lovchilar, past energiya sarfi bilan ishlovchi texnologiyalar qo‘llaniladi. Bu esa texnologik jihatdan zamonaviy, innovatsion va ekologik loyihalarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Ilmiy-tadqiqot institutlari, texnoparklar bilan hamkorlik imkonini beradi.



1-rasm. Paxta g‘o‘zapoyasi

Ishlab chiqarish xarajatlari nisbatan past bo‘lib, mahsulotga bo‘lgan talab yuqori. Ishlab chiqarilgan mahsulotlar qurilish, ta’mirlash, qishloq uy-joylari, issiqxonalar va boshqa sohalarda

qo‘llaniladi. Tashqi bozorga (ayniqsa, Yevropa, Osiyo mamlakatlariga) eksport qilish imkoniyati mavjud.

Paxta g‘o‘zapoyasi — bu paxta to‘qimasi (tolasi) yig‘ilgandan keyin qoladigan paxtaning urug‘lari va ularni o‘rab turgan qalin qobiq (g‘o‘zapoya) hisoblanadi. Paxta g‘o‘zapoyasi paxta-to‘qimachilik sanoatining yon mahsuloti bo‘lib, uning tarkibida tolalar qoldiqlari, urug‘lar, shuningdek, tabiiy yog‘ va boshqa organik moddalarning aralashmasi mavjud.

Paxta g‘o‘zapoyasi asosan hayvonlar uchun oziq-ovqat sifatida ishlatiladi, chunki u tolalar va oqsilga boy. Shuningdek, u bioyoqilg‘i ishlab chiqarishda, kompost tayyorlashda va qurilish materiallari sifatida ham foydalaniladi.

Xomashyo tayyorlashda paxta g‘o‘zapoyasi yig‘ib olinib, quritiladi va maydalanadi. Maydalangan g‘o‘zapoyaga bog‘lovchi materiallar (sement, loy, ohak, gips va h.k.) qo‘shiladi. Maxsus qoliplar yordamida shakl beriladi. Quritish kameralarida yoki quyoshda quritiladi, kerak bo‘lsa presslanadi. Tayyorlangan kompozitsion aralashma yuzasini silliqlash, niqoblash, qadoqlash ishlari olib boriladi.



2-rasm. Mahsulot ishlab chiqarish texnologiyasi

Zamonaviy qurilishda paxta g‘o‘zapoyasidan qurilish bloklarini ishlab chiqarish atrof-muhitni muhofaza qilish va chiqindilarni kamaytirish yo‘lida muhim qadam hisoblanadi. Paxta g‘o‘zapoyasi asosidagi qurilish bloki tabiiy tolalar va bog‘lovchi moddalarning aralashmasidan tayyorlanadi. Bu bloklar engil, issiqlikni yaxshi saqlaydigan, ekologik toza materiallardan hisoblanadi. Bir necha tajribalar asosida qurilish materiali uchun ya’ni qurilish bloki retsepturasi ishlab chiqildi. Quyidagi 1-jadvalda paxta g‘o‘zapoyasi asosida qurilish bloki tayyorlash resepturasi berilgan.

1-jadval.

Paxta g‘o‘zapoyasi asosida qurilish bloki retsepturasi

№	Tarkibiy qismlar	Miqdori (1 m³ uchun)	Foiz (%)
1	Maydalangan paxta g‘o‘zapoyasi (1–3 sm)	300–350 kg	45–50%
2	Sement (M400 yoki M500)	180–220 kg	25–30%
3	Qum (zarur bo‘lsa, zichlikni oshirish uchun)	80–120 kg	10–15%
4	Suv	80–120 litr	20–25%
5	Antiseptik/modifikatorlar (PVA, gidrofobizator, antiseptik)	1–2%	1–2%

Paxta g‘o‘zapoyasi mayda bo‘laklarga maydalab, uni tsement, gips yoki boshqa bog‘lovchi moddalar bilan aralashtirish orqali qurilish bloklari tayyorlanadi. Qo‘shimcha sifatida kimyoviy qo‘shimchalar yoki tabiiy modifikatorlar yordamida blokning mustahkamligi va chidamliligi oshiriladi.



3-rasm. Qurilish bloki va panel (devor shifti uchun)

Qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan foydalanib, arzon, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz qurilish materiallarini ishlab chiqarish orqali mahalliy qurilish sanoatini rivojlantirish va atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishdir. Paxta g‘o‘zapoyasi asosida tayyorlangan qurilish bloklari — bu ekologik toza, iqtisodiy va samarali qurilish materiali bo‘lib, u nafaqat tabiiy resurslarni tejashga, balki qurilish chiqindilarini kamaytirishga ham xizmat qiladi. Bunday bloklarning keng joriy etilishi qurilish sohasida barqarorlikni ta’minlashga katta hissa qo‘shadi.

2-jadval.

Qurilish bloki uchun iqtisodiy samaradorlik

№	Ko‘rsatkichlar	Miqdor (1 dona)	Miqdor (oyiga)	Miqdor (yiliga)
1	Ishlab chiqarish soni	1 dona	2 500 dona	30 000 dona
2	Tannarx (xarajatlar)	5000 so‘m	12500 000 so‘m	150000000 so‘m
3	Sotuv narxi	10000 so‘m	25000 000 so‘m	300 000 000 so‘m
4	1 donadan foyda	5000 so‘m	—	—
5	Yalpi foyda	—	12500 000 so‘m	150 000 000 so‘m
6	Boshlang‘ich sarmoya (uskunalar va boshqalar)	—	—	30 000 000 so‘m
7	O‘zini oqlash muddati	—	—	2–3 oy

Paxta g‘o‘zapoyasi – paxta sanoatining asosiy chiqindilaridan biri bo‘lib, uning qayta ishlanishi va qurilish materiallari ishlab chiqarishda foydalanilishi ekologik va iqtisodiy jihatdan juda muhim hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, paxta g‘o‘zapoyasi tabiiy va ekologik toza xomashyo sifatida qurilish sohasida keng qo‘llanilishi mumkin. G‘o‘zapoyadan tayyorlangan qurilish materiallari nafaqat atrof-muhitni himoya qiladi, balki energiya tejashga va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga ham yordam beradi.

Paxta g‘o‘zapoyasining mexanik xususiyatlari va fizik ko‘rsatkichlari materiallarning sifatli va bardoshli bo‘lishini ta’minlaydi. Bundan tashqari, g‘o‘zapoya qo‘shilishi bilan ishlab chiqarilgan materiallarning izolyatsiya xususiyatlari yaxshilanadi, bu esa binolarning issiqlik va shovqinga chidamliligini oshiradi. Shunday qilib, paxta g‘o‘zapoyasidan qurilish materiallarini ishlab chiqa-rish chiqindilarni kamaytirish hamda milliy sanoatni rivojlantirishga ham katta hissa qo‘shadi.

Kelajakda ushbu yo‘nalishda innovatsion texnologiyalarni joriy etish va paxta g‘o‘zapoyasining yangi turlaridan foydalanish qurilish sanoatining ekologik barqarorligini yanada oshirishga xizmat qiladi. Shu bois, paxta g‘o‘zapoyasidan qurilish materiallari ishlab chiqarishni rivojlantirish va keng joriy etish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Smith, J., & Brown, A. (2019). Sustainable building materials from agricultural waste. Journal of Environmental Engineering, 45(3), 210-225.
2. Karimov, T. (2021). Paxta go‘zapoyasining qayta ishlanishi va uning qurilish materiallaridagi qo‘llanilishi. Toshkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti Nashriyoti.
3. Johnson, R., & Lee, K. (2020). Mechanical properties of composite materials reinforced with natural fibers. Construction Materials Science, 12(1), 34-47.
4. Abdullayev, S. (2022). Paxta go‘zapoyasi asosida ishlab chiqarilgan izolyatsion materiallar. Ilmiy axborotnoma, 8(2), 55-62.
5. G‘aniyev, M. (2020). Paxta sanoati chiqindilaridan iqtisodiy samarali foydalanish. Samarqand Davlat Universiteti Ilmiy Ishlari, 3(5), 101-110.
6. Zhang, L., Wang, Y., & Chen, H. (2021). Economic analysis of construction materials produced from cotton stalks. Journal of Sustainable Construction, 7(4), 289-298.
7. Rasulov, D. (2023). Paxta go‘zapoyasini qayta ishlash texnologiyalari va yangi usullar. Texnologiya va Innovatsiyalar jurnali, 15(1), 75-82.
8. Brown, T., Green, P., & Smith, R. (2018). Innovations in natural fiber composites for construction applications. Materials Today, 22(6), 100-108.

УДК 631.631:143

O‘SIMLIK XOMASHYOLARIDAN FOYDALANIB EKOLOGIK TOZA MAHSULOT YETISHTIRISH USULLARI

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S.
Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston
Buxoro turizm va madaniy meros texnikumi, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Mazkur ishda bug‘doy, arpa va javdar somonidan foydalanib kompozitsion substrat tayyorlash orqali qo‘ziqorin etishtirish texnologiyasi yoritilgan. Tadqiqotda ushbu qishloq xo‘jaligi chiqindilarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, ularni aralashtirish nisbatlari, namlik va sterilizatsiya sharoitlari tahlil qilinib, optimal substrat tarkibi ishlab chiqilgan. Olingan natijalar asosida kompozitsion substrat qo‘ziqorin miselyasining o‘sish tezligini va mevali tana hosildorligini sezilarli darajada oshirishi isbotlandi. Shu bilan birga, bu yondashuv chiqindilarni qayta ishlash, ekologik muvozanatni saqlash va mahalliy xomashyo asosida iqtisodiy jihatdan samarali qo‘ziqorin etishtirish imkoniyatlarini ochib beradi.*

Kalit so‘zlar: *qo‘ziqorin, miselya, substrat, kompozitsion aralashma, harorat, chiqindilar, fizik-kimyoviy xususiyatlari.*

МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б., Халикова Н.С.
Бухарский государственный технический университет, Узбекистан
Бухарский техникум туризма и культурного наследия, Узбекистан

Аннотация. *В данной работе описана технология выращивания грибов путем приготовления композитного субстрата с использованием соломы пшеницы, ячменя и ржи. В ходе исследования были проанализированы физико-химические свойства этих сельскохозяйственных отходов, соотношения их смешивания, влажность и условия стерилизации, а также разработан оптимальный состав субстрата. На основании полученных результатов доказано, что композитный субстрат значительно увеличивает скорость роста мицелия гриба и продуктивность плодовых тел. При этом такой подход открывает возможности для переработки отходов, поддержания экологического баланса и экономически эффективного выращивания грибов на основе местного сырья.*

Ключевые слова: *гриб, мицелий, субстрат, композиционная смесь, температура, отходы, физико-химические свойства*

METHODS OF GROWING ECOLOGICALLY CLEAN PRODUCTS USING PLANT RAW MATERIALS

Khaitov R.A., Akhmedova M.B., Khalikova N.S.
Bukhara state technical university, Uzbekistan
Bukhara technical school of tourism and cultural heritage, Uzbekistan

Abstract. *This work describes the technology of mushroom cultivation by preparing a composite substrate using wheat, barley and rye straw. The study analyzed the physicochemical properties of these agricultural wastes, their mixing ratios, humidity and sterilization conditions, and developed the optimal substrate composition. Based on the results obtained, it was proven that the composite substrate significantly increases the growth rate of mushroom mycelium and fruiting body productivity. At the same time, this approach opens up opportunities for waste recycling, maintaining ecological balance and economically efficient mushroom cultivation based on local raw materials*

Key words: *fungus, mycelium, substrate, composite mixture, temperature, heat, physical and chemical properties*

Aholining sog‘lom ovqatlanishga bo‘lgan ehtiyoji ortib borayotgan hozirgi davrda ekologik toza, ozuqaviy qiymati yuqori va biologik faol moddalar bilan boyitilgan oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Shunday mahsulotlardan biri bu — qo‘ziqorinlar bo‘lib, ular tarkibidagi oqsillar, vitaminlar, minerallar va fermentlar bilan inson salomatligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Qo‘ziqorinlar qadimdan insoniyat tomonidan iste’mol qilinadi. Biroq, so‘nggi o‘n yilliklarda ularning sun’iy sharoitda etishtirilishi oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda, yangi ish o‘rinlarini yaratishda va kichik biznesni rivojlantirishda muhim yo‘nalishlardan biriga aylandi. Qo‘ziqorin

etishtirishning nisbatan kam xarajat talab qilishi, qisqa vaqt ichida hosil olish imkoniyati, arzon mahalliy xomashyolarga asoslanishi ushbu sohani keng joriy etish uchun katta zamin yaratmoqda.

O‘zbekistonning iqlim sharoiti, paxtachilik va dehqonchilik sohasi rivojlanganligi tufayli qo‘ziqorin etishtirish uchun zarur bo‘lgan substrat va organik chiqindilar (paxta g‘o‘zapoyasi, somon, pichan, yog‘och tala va boshqalar) etarli darajada mavjud. Bu esa ushbu mahsulotni mahalliy xomashyo asosida arzon ishlab chiqarish imkonini beradi. Ayniqsa, Pleurotus (ostra oyog‘i) va Agaricus (shampinyon) kabi ommabop turlarni sun’iy sharoitda etishtirish texnologiyasining soddaligi kichik fermer xo‘jaliklari va oilaviy korxonalar uchun foydali biznes modeliga aylanishi mumkin.

Bundan tashqari, qo‘ziqorinlar nafaqat oziq-ovqat sanoatida, balki farmatsevtika, biotexnologiya, tuproq unumdorligini tiklash, biologik tozalash (bioremidatsiya) kabi sohalarda ham keng qo‘llaniladi. Ularning immunitetni kuchaytiruvchi, saratonga qarshi, yallig‘lanishga qarshi xususiyatlari ilmiy jihatdan isbotlangan.

Shu boisdan, mazkur ishda qo‘ziqorinlarning umumiy xususiyatlari, ularni sun’iy sharoitda etishtirish texnologiyasi, mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqarishning iqtisodiy va ekologik afzalliklari, shuningdek, ushbu yo‘nalishdagi innovatsion yondashuvlar keng yoritiladi.



1-rasm. Qo‘ziqorin

Qo‘ziqorinlarning kimyoviy tarkibi tahlil qilinganda qo‘ziqorinlar o‘z tarkibi jihatidan juda boy va muvozanatli ozuqaviy kompleksga ega. Ular biologik faol moddalar, oqsillar, uglevodlar, vitaminlar va mineral moddalar bilan boy bo‘lib, inson salomatligi uchun foydali hisoblanadi. Qo‘ziqorinlar tarkibida 100 g quruq massasida 20–40% gacha oqsil mavjud (turiga qarab). Ba’zi hollarda u go‘shtdagi oqsilga yaqin turadi.

Oqsillar barcha kerakli aminokislotalarni o‘z ichiga oladi: leysin, izoleysin, valin, treonin, triptofan va boshqalar. Oson hazm bo‘ladi (85–90%). Vegetarianlar uchun go‘sht o‘rnini bosuvchi mahsulot sifatida qadrlanadi.

Qo‘ziqorin tarkibida 30–50% gacha uglevod bo‘lib, ular asosan quyidagilardan iborat:

Glikogen – zaxira energiya manbai hisoblanadi. Trehaloza – ikki molekulali shakar turi. Kletchatka (sellyuloza) – ovqat hazm qilishni yaxshilaydi. Xitin – hujayra devori tarkibida bo‘lib, hayvonlarning xitiniga o‘xshash. Qo‘ziqorinlarda yog‘ miqdori kam (2–8% gacha), ammo asosiy yog‘ kislotalari: linolev, olein, palmitin kislotalari. Qon tomirlarini himoya qiladi. Yurak faoliyatiga foydali ta’sir ko‘rsatadi.

1-jadval. Qo‘ziqorinlarda vitaminlar ro‘yxati

Vitamin	Foydasi
B1 (tiamin)	Asab tizimini mustahkamlaydi
B2 (riboflavin)	Terining sog‘lom bo‘lishiga yordam beradi
B3 (niatsin)	Qon aylanishini yaxshilaydi
B5 (pantoten k-ta)	Gormonlar sintezi va energiya almashinuvida ishtirok etadi
B9 (folat)	Immunitet va qon yasash uchun zarur
D vitamini (D2)	Suyaklar va immun tizimi uchun muhim, ayniqsa quyosh kam bo‘lgan fasllarda foydali

2-jadval. Qo‘ziqorindagi mineral moddalar miqdori

Mineral	Vazifasi
Kaliy (K)	Yurak va mushak faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi
Fosfor (P)	Suyaklar va tishlar uchun zarur
Temir (Fe)	Gemoglobin sintezi uchun kerak
Rux (Zn)	Immunitet va yaralar bitishiga yordam beradi
Selen (Se)	Antikansoregen (saratonni oldini oluvchi) xususiyatga ega

Yangi innovatsion texnologiyalar qo‘ziqorin etishtirish jarayonini yanada samarali, tezkor va arzon qilmoqda. Mikroklimatni nazorat qilish, substratni optimallashtirish, avtomatlashtirilgan texnologiyalar yordamida ishlab chiqarish ko‘lami kengaymoqda. Bu kichik biznes va yirik korxonalar uchun ham foydali.

Ko‘plab qishloq xo‘jaligi chiqindilari (paxta g‘o‘zapoyasi, somon, yog‘och tala) qo‘ziqorin etishtirish uchun qulay substrat hisoblanadi. Bu resurslardan keng foydalanish ishlab chiqarishni yanada arzon va ekologik barqaror qiladi. Ayniqsa, O‘zbekiston kabi qishloq xo‘jaligi rivojlangan mamlakatlar uchun bu katta imkoniyatdir.

Qo‘ziqorin etishtirishda eng muhim omillardan biri — sifatli va arzon substrat (o‘sish muhiti) tanlashdir. Zamonaviy qo‘ziqorinchilikda **turli qishloq xo‘jaligi va sanoat chiqindilari** substrat sifatida keng qo‘llaniladi. Bu usul nafaqat xarajatlarni kamaytiradi, balki chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik muammolarni ham hal etishga yordam beradi.



2-rasm. Bug‘doy, arpa, javdar somonlari

Bug‘doy, arpa va javdar somonlarini aralashtirish orqali qo‘ziqorin uchun optimal ozuqaviy muhit yaratiladi. Turli somon turlarining ozuqaviy va fizik xususiyatlari o‘zaro to‘ldiruvchi bo‘lib, qo‘ziqorin miselyasining yaxshi o‘sishiga yordam beradi.

Somonlar iflosliklardan tozalanib, 2–5 sm uzunlikda bo‘laklarga bo‘linadi. Quritilgan somonlar hajmi kamaygan va saqlashga yaroqli bo‘ladi. Bug‘doy, arpa va javdar somonlari yuqoridagi nisbatda birlashtiriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Qo‘ziqorin miselyasining o‘sishi uchun substrat namligi 60-70% bo‘lishi kerak. Namlikni tekshirish uchun qo‘l bilan siqib ko‘riladi — suv bir oz chiqishi, lekin ko‘p tomchilashi kerak emas.

Pasterizatsiya: Substratni 60–80 °C haroratda 4-6 soat davomida qizdiriladi. Bu usul mikroblarni kamaytiradi, qo‘ziqorin miselyasining rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi.

Sterilizatsiya: Agar imkoniyat bo‘lsa, substratni bosimli qozonda (autoklavda) 121 °C haroratda 1-2 soat sterilizatsiya qilish mumkin.

Sterilizatsiya/pasterizatsiyadan so‘ng substrat sovutiladi va unga qo‘ziqorin miselyasi teng taqsimlanib sepiladi. Substratni yopiq idishlarda yoki sumkalarda joylashtirib, miselyaning o‘sishi uchun qulay harorat (odatda 20–25 °C) ta’minlanadi.



Bug‘doy, arpa va javdar somonidan tayyorlangan kompozitsion substratdan foydalanish qo‘ziqorin etishtirishda samaradorlik, iqtisodiylik va ekologik barqarorlik nuqtai nazaridan yuqori natija beradi. Ushbu turdagi somonlar nafaqat mahalliy hududlarda keng tarqalgan va arzon xomashyo hisoblanadi, balki ozuqaviy moddalarga boyligi, yaxshi havo aylanishini ta’minlovchi fizik xususiyatlari tufayli qo‘ziqorinlarning sog‘lom va tez o‘sishini ta’minlaydi.

Kompozitsion substratlarda turli somon turlarining aralashtirilishi natijasida substratning struktura va ozuqaviy muvozanati yaxshilanadi. Bu esa miselyaning tez rivojlanishiga, qo‘ziqorin hosilining ko‘pligiga hamda sifatli mevalanishga olib keladi. Ayniqsa, bu substrat turlari ostra oyog‘i (Pleurotus ostreatus) kabi turlar uchun ayni muddao hisoblanadi.

Shuningdek, qishloq xo‘jaligi chiqindilarining bunday maqsadda qayta ishlanishi ekologik muhitga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi, chiqindilar hajmini kamaytiradi va ularni foydali resurs sifatida aylantiradi. Buning natijasida nafaqat qo‘ziqorin etishtiruvchilari iqtisodiy foyda oladilar, balki ekologik barqarorlik ham saqlanadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib aytish mumkinki, somon asosidagi kompozitsion substratdan foydalanish – bu ekologik toza, arzon, yuqori hosildorlikka ega va istiqbolli qo‘ziqorin etishtirish texnologiyasidir. Bunday yondashuv kichik bizneslar, fermer xo‘jaliklari va hatto uy sharoitida ham qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan amaliy va barqaror model hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Блажнов А.А. “Основы проектирования грибоводческих сооружений” Москва. 2006 2. Лазарева Галина “Выращивание Грибов” Год: 2003, Аст, Сталкер
2. Лобанкова О.Ю., Есаулко А.Н. “Грибоводство” 2012 Агрус 2011, М.: Мультипресс 4. Морозов А. И. “Выращивание шампиньонов”. Москва. 2009г.
3. Морозов А. И. “Выращивание Вешенки” Год: 2003 Издательство: Аст, Сталкер
4. Морозов А. Вешенка Шампиньон. Сиитаке: Выращивание, переработка, применение. Санкпетрбург.2006г.
5. Маури Корхонен “100 грибов” 1981 Лесная промышленность. Москва.
6. Нина Богданова “Домашняя грибная ферма. Вешенка, шампиньон, шиитаке”. Москва. 2015г.
7. Умельцев А.П. “Энциклопедия грибника” 2005 М.: Локид-пресс

BUXORO VILOYATI HUDUDIDA QAYTA TIKLANADIGAN ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

Pirimov R.R., Juraqulov A.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada Buxoro viloyatidagi irrigatsiya kanallarining suv energiyasidan foydalanish imkoniyatlari hamda quyosh va turli balandlikdagi shamol energiyasi resurslar salohiyati geografik axborot tizimlari texnologiyasi yordamida olingan ma’lumotlar asosida baholangan. Quyosh va shamolning solishtirma energiya qiymatlari 2020 yildagi ma’lumotlar asosida statistik qayta ishlanib, mintaqada qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari yuqori bo‘lgan hududlar aniqlangan. Shamol energiyasi resurslar salohiyatini baholashda Veybull ehtimollik taqsimot funksiyasidan foydalanilgan.*

Kalit so‘zlar: *yalpi gidroenergetik salohiyati, geografik axborot tizimlari texnologiyasi, quyosh radiatsiyasi, Veybull ehtimollik taqsimot funksiyasi, shamol oqimining solishtirma energiyasi, quyosh va shamol energiyasining texnik salohiyati.*

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Пиримов Р.Р., Журакулов А.Х.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье оцениваются возможности использования энергии потоков воды оросительных каналов, а также энергии солнца и ресурсов ветроэнергетического потенциала Бухарской области на различных высотах при помощи географической информационной системы. На основании данных 2020 года, статистически были обработаны удельные значения энергии солнца и ветра, а также выявлены местности в регионе с высоким потенциалом использования возобновляемых источников энергии. Для оценки ресурсов ветроэнергетического потенциала использовалась функция распределения вероятностей Вейбулла.*

Ключевые слова: *валовый гидроэнергетический потенциал, географическая информационная система, солнечная радиация, функция распределения вероятностей Вейбулла, удельная энергия потока ветра, технический потенциал энергии солнца и ветра.*

OPPORTUNITIES FOR USING RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE BUKHARA REGION

Pirimov R.R., Juraлulov A.X.

Bukhara state technical university.

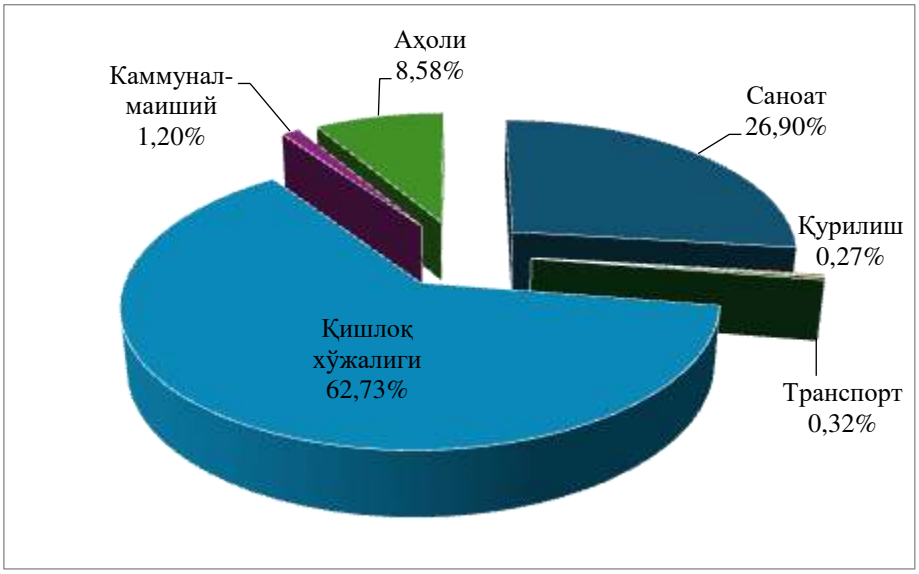
Annotation. *This article evaluates the possibilities of using the energy of water flows of irrigation canals, as well as the energy of the sun and the resources of the wind energy potential of the Bukhara region at various heights using a geographic information system. Based on the data of 2020, the specific values of solar and wind energy were statistically processed, and areas in the region with a high potential for the use of renewable energy sources were identified. The Weibull probability distribution function was used to estimate the resources of the wind energy potential.*

Key words: *gross hydropower potential, geographic information system, solar radiation, Weibull probability distribution function, specific wind energy, technical potential of solar and wind energy.*

Jahon taraqqiyoti tajribasi ko‘rsatadiki, jamiyat hayot sharoitlarining yaxshilanishi energiya iste’molining ortishi, undan oqilona foydalanish zaruriyatini tushunish bilan chambarchas bog‘liqdir. Shuning uchun har qanday davlatning yonilg‘i-energetika majmuasi faqatgina xalq xo‘jaligining etakchi sohalarining o‘ziga bo‘lib qolmay, shuningdek jamiyatning ijtimoiy rivojlanishiga muhim ta’sir ko‘rsatadi.

Jahonda markazlashgan energiya ta’minotidan uzoqda joylashgan avtonom iste’molchilarni energiya ta’minoti bilan bog‘liq muammolar dolzarb hisoblanmoqda. Ushbu dorzab muammoni echimi sifatida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirish muhim ahamiyatga ega.

Buxoro viloyati O‘zbekistonning janubiy $39,77^0$ kenglikda va g‘arbiy $64,48^0$ uzunlikda joylashgan bo‘lib, uning umumiy maydoni 39,4 ming km^2 ni yoki Respublika maydonining 9% tashkil qiladi. Buxoro viloyatida iqtisodiy soha qishloq xo‘jaligi, sanoat, transport, qurilish, kommunal maishiy xizmatlar kiradi. Mintaqaning iqtisodiy sohada yillik elektr energiya iste’moli 3410495 ming kVt·soat ga teng (2018 yil holatiga ko‘ra) [1]. Buxoro viloyati hududida iqtisodiy sohalar bo‘yicha elektr energiya iste’mol tarkibi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Buxoro viloyatining iqtisodiy sohalarda elektr energiyani taqsimlanishi

Buxoro viloyati chekka hududlarda kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirishdagi asosiy muammolardan biri bu elektr energiyasi uzluksizligi va ishonchliligi bo‘lib qolmoqada. Ushbu hududlarda energiya xavsizligi va uzluksizligini ta’minlashda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini baholash lozim.

Quyosh energetikasi. O‘zbekiston hududida qayta tiklanadigan energiya manbalari ichida quyosh energiyasi salohiyati umumiy energiya manbalaridan bir necha baravarga ko‘pdir. O‘zbekistonning yalpi quyosh energiyasi salohiyati 5073 mln. t.n.ye texnikaviy salohiyati esa 176,8 mln. t.n.ye ga teng deb baholangan. Demak, O‘zbekiston zaminiga bir yilda tushuvchi quyosh energiyasi absolyut qiymatiga ko‘ra mamlakatning tekshirilgan uglevodorod xom ashyosidan ancha ko‘pdir. Hozirgi vaqtda quyosh energiyasining faqatgina 0,3% o‘zlashtirilgan xolos [2].

Statistik ma’lumotlarga qaraganda O‘zbekiston hududida (kenglik $\varphi=40^0$) yil davomida tik yuzaga tushayotgan quyosh radiatsiyasi 1-jadvalda keltirilgan [2]. Qisqa qilib aytganda Buxoro hududida yiliga erning 1 m^2 yuzasida 7434 MJ quyosh energiyasi tushadi. Undan oqilona foydalansak 300 kg shartli yoqilg‘ini tejash imkoniyatini beradi.

1-jadval.

Yil davomida erga tik tushuvchi quyosh radiatsiyasi miqdori (Vt/m^2).

kenglik	oy / soat	12^{00}	11^{00}-13^{00}	10^{00}-14^{00}	9^{00}-15^{00}	8^{00}-16^{00}	7^{00}-17^{00}	6^{00}-18^{00}
$\varphi=40^0$	yanvar dekabr	823,6	777,2	730,8	624,4	359,6	-	-
	fevral noyabr	870	858,4	798,4	710,8	533,6	-	-
	mart oktabr	904,8	883,2	846,8	777,2	754	371,2	-
	aprel sentabr	928	916,4	887,4	846,8	742,4	598,6	197,2
	may avgust	928	916,4	887,4	846,8	777,2	632,2	394,4
	iyun iyul	930	904,8	883,2	846,8	777,2	678,6	510,4

Buxoro viloyati hududi quyoshli o‘lka hisoblanib, bu erda quyosh energiyasidan foydalanishda etarli darajada salohiyat mavjud.

Mintaqada quyosh energiyasining yalpi (nazariy) salohiyati - bu mintaqa hududidagi yillik o‘rtacha quyosh nurlanishining bir yil ichida hududga tushadigan energiyasi. Quyosh energiyasining yalpi salohiyati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [3]:

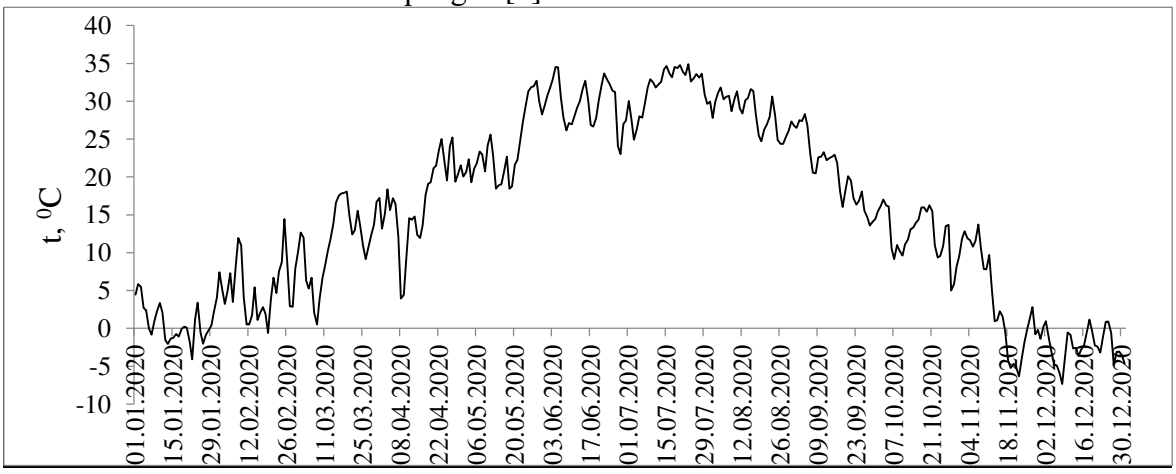
$$W=E\cdot S \qquad (1)$$

bunda: E - sirtga tushadigan yillik quyosh energiyasi qiymati, S - hududning yuzi.

Mintaqaning quyosh energiyasining texnik salohiyati - bu fan va texnikaning hozirgi rivojlanish darajasida va ekologik me’yorlarga muvofiq ravishda yil davomida quyosh nurlanishidan olinadigan o‘rtacha uzoq muddatli jami energiya. Quyosh energiyasining texnik salohiyatini ikki turga ajratishimiz mumkin:

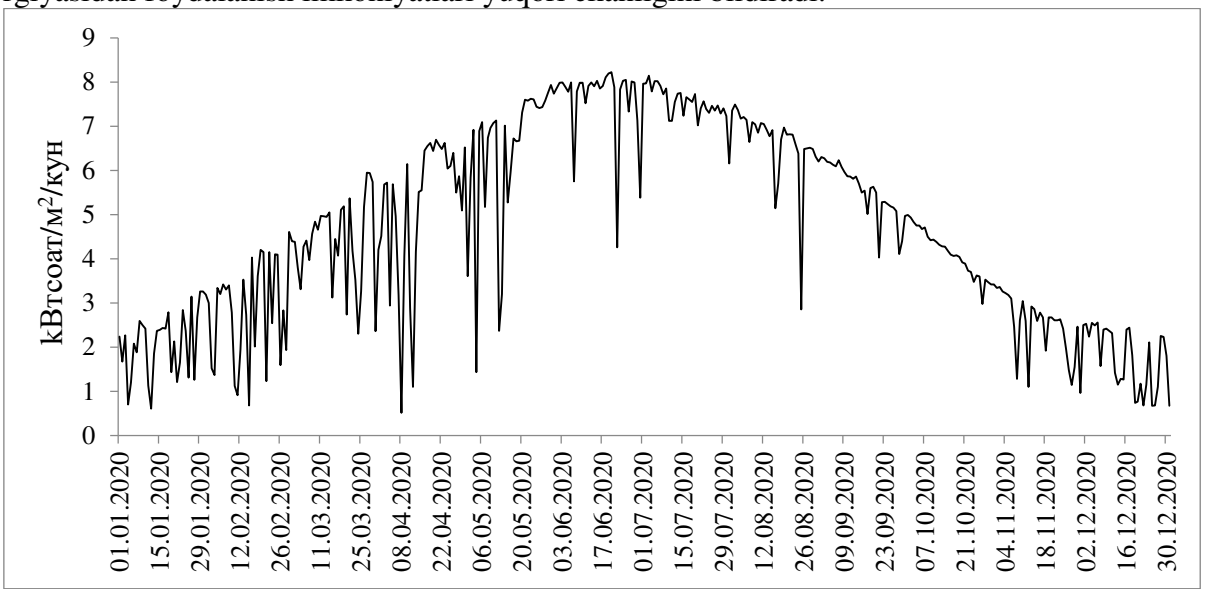
- issiqlik energiyasining texnik salohiyati.
- quyosh nurlanishining tegishli konversiyasi natijasida olingan elektr energiyasining texnik salohiyati.

2-rasmda Buxoro viloyati iqlim haroratining yillik o‘rtacha ko‘rsatgichlari keltirilgan. Keltirilgan ma’lumotlarga asosan Buxoro viloyatida 300 kun quyoshli kun bo‘lib, harorat yoz oylarida o‘rtacha 35 ^{0}C bo‘lishi aniqlangan [4].



2-rasm. Buxoro viloyati iqlim haroratining yillik o‘rtacha ko‘rsatgichlari (2020 yil)

3-rasmda Buxoro viloyatida quyosh batareyalaridan olinadigan kunlik solishtirma energiya ko‘rsatgichlari (2020 yil) keltirilgan. Bunda o‘rtacha kunlik solishtirma quyosh energiyasi 4,5 kVt·soat/m^2/kun ni tashkil qilishi aniqlandi [4]. Bu esa o‘z navbatida mintaqada quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari yuqori ekanligini bildiradi.



3-rasm. Buxoro viloyatida quyosh batareyalaridan olinadigan kunlik solishtirma energiya ko‘rsatgichlari (2020 yil)

Shamol energetikasi. Jahonda bugungi kunda shamol energiyasidan foydalanilganda xarajatlarni kamaytirish, shamol qurilmalarining ishonchliligini va ishlash samaradorligini oshirish maqsadida turli xil ko‘rinishdagi zamonaviy shamol energetik qurilmalari loyihalanmoqda. Shamol energetik xususiyatlari haqidagi ma’lumotlarni tahlil qilish shamol energetik qurilmalarining ishlash xarakteristikasini baholash uchun juda muhim hisoblanadi. Shamol energiyasi salohiyati statik tahlil qilishda Veybull taqsimot funksiyasidan foydalanish shamol tezligi xususiyatlari va energiyasi salohiyatini ishonchli baholashda yaxshi samara beradi.

Shamol tezligi xususiyatlarini baholashda Veybull taqsimotining empirik (shamol tezligini takrorlanuvchanligi) va zichlik funksiyalarini aniqlashimiz kerak. Ushbu ifodalar quyidagicha aniqlanadi [5,6]:

$$f(v)=\frac{k}{c}\cdot\left(\frac{v}{c}\right)^{k-1}\cdot e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^{k}} \qquad 0\le V\le\infty \tag{2}$$

$$F(v)=\int_0^{\infty} f(v)\,dv=1-e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^{k}} \qquad 1\le k\le 10 \tag{3}$$

Bunda: k - shakl parametri (hududning joylashuviga bog‘liq); c - funksiya taqsimlanishi masshtabini aniqlaydigan parametr (shamol o‘rtacha tezligiga bog‘liq parametr m/s).

Veybul taqsimotining ikki k va c parametrlarini aniqlash quyidagi formulalardan foydalaniladi [7]:

$$k=\left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^{-1,086} \tag{4}$$

$$c=\frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)} \tag{5}$$

Shamol o‘rtacha tezligi va standart og‘ish kattaliklarini quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$\overline{v} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} v_i \tag{6}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(v_i - \overline{v}\right)^2} \tag{7}$$

Bunda: $\overline{V}$ – shamol tezligining o‘rtacha qiymati; V_i – kunlik o‘lchangan shamol tezligi; N – o‘lchangan shamol tezliklar soni; Γ – gamma funksiya.

Veybull taqsimot funksiyasida aniqlangan parametrlar orqali shamol oqimining solishtirma quvvat va energiya qiymatlari quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi [8]:

$$P = \int_0^{\infty} \frac{1}{2} \rho v^3 f(v) dv = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \tag{8}$$

$$W = \int_0^{\infty} \frac{1}{2} \rho v^3 f(v) dv \cdot T = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \cdot T \tag{9}$$

Ma’lum bir balandliklarda havoning zichligi, harorati, shamol tezligi va yo‘nalishi o‘zgaradi. Balandlikka mos ravishda havo oqimining zichligi o‘zgarishi quyidagicha aniqlanadi [9]:

$$\rho = \rho_0 - \left(1{,}194 \cdot 10^{-4} \cdot H\right) \tag{10}$$

Bunda: ρ_0 – normal sharoitdagi havo oqimining zichligi $\rho_0 = 1{,}23$ кг / м^3; H – shamol tezligi o‘lchanadigan balandlik, m.

Shamol tezligi qiymatlari balandlikka bo‘gliq bo‘ladi. Shamol tezligining balandlikka bog‘liqligini quyidagi ifodadan aniqlanadi [10]:

$$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{\alpha} \tag{11}$$

Bunda: V_2 – ma’lum balandlikda o‘lchangan shamol tezligi, m/s; V_1 – boshlang‘ich balandlikda o‘lchangan shamol tezligi, m/s; H_1 – boshlang‘ich balandlik, m; H_2 – tanlangan balandlik, m; $\propto$ – shamolni kesuvchi ko‘rsatkich.

Shamolni kesuvchi ko‘rsatkich quyidagi formula orqali aniqlanadi [11]:

$$\propto = \left[0{,}096 \log_{10}(Z_0) + 0{,}016 (\log_{10}(Z_0))^2 + 0{,}24\right] \tag{12}$$

Z_0 – turli xil quruqlik yuzalarida sirt notekisliklarning uzunligi. Buxoro viloyati hududi uchun $Z_0 = 0{,}03$-$0{,}05$ m ni tashkil qiladi.

Ma’lum balandlikda shakl va masshtab parametrlari qiymatlari ham o‘zgaradi. Bu parametrlarni aniqlash quyidagi ifodalar orqali amalga oshiriladi [12]:

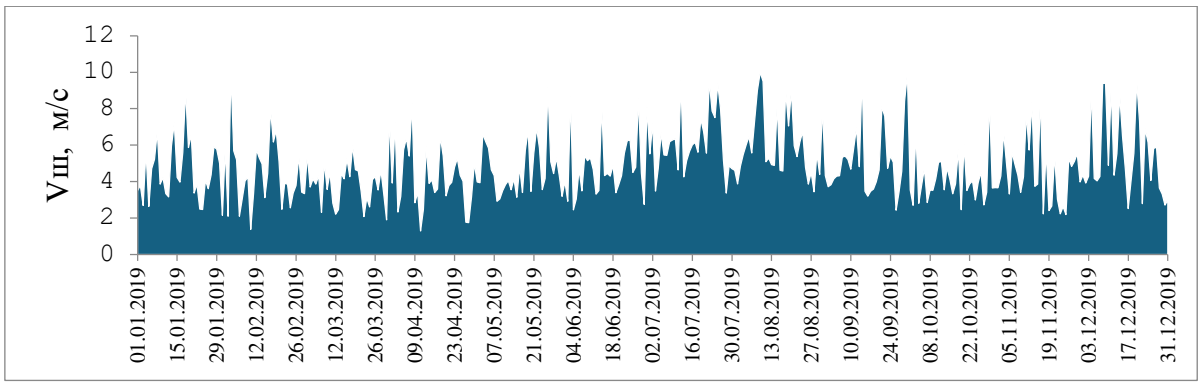
$$k_{H_2} = \frac{k}{1 - 0{,}0881 \ln\left(\frac{H_2}{H_1}\right)} \tag{13}$$

$$c_{H_2} = c \cdot \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{n} \tag{14}$$

$$n = \left[0{,}37 - 0{,}0881 \ln\left(c_{H_1}\right)\right] \tag{15}$$

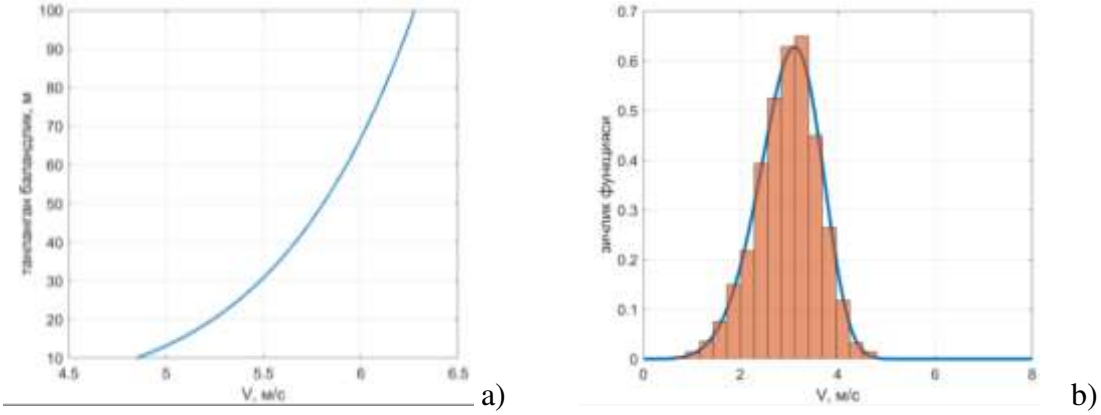
Buxoro viloyatida shamol energiyasidan foydalanish imkoniyatlari yuqori bo‘lgan hudud, G‘ijduvon tumanining turli balandlikdagi shamol energiyasi resurslar salohiyati baholash bo‘yicha nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borildi. 4-rasmda G‘ijduvon tumanining 10 m balandlikda o‘lchangan shamol o‘rta tezligi ma’lumotlari keltirilgan grafik. Bunga ko‘ra yoz oylarida shamol

o‘rtacha tezligi boshqa oylarga qaraganda yuqori bo‘lishi hamda mintaqada shamolning o‘rtacha tezligi 4,85 m/s ni tashkil qilishi aniqlandi.



4 - rasm. G‘ijduvon tumanining 10 m balandlikda o‘lchangan shamol tezligining o‘rtacha qiymatlari

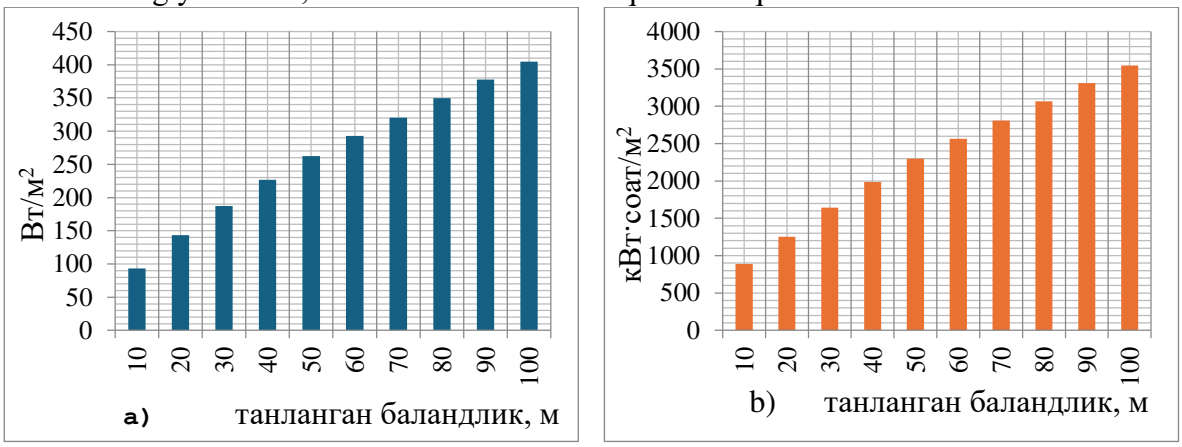
5 - rasmda G‘ijduvon tumanining turli balandlikdagi shamol oqimining o‘rtacha tezliklari qiymatlari hamda Veybul taqsimotining zichlik funksiyasi natijalari keltirilgan. 100 m balandlikda shamol o‘rtacha tezligi 6,35 m/s ni tashkil qilishi nazariy hisoblandi.



a) b)

5- rasm. Mintaqaning turli balandlikdagi shamol oqimining o‘rtacha tezliklari qiymatlari (a), Veybul taqsimotining zichlik funksiyasi natijalari (b)

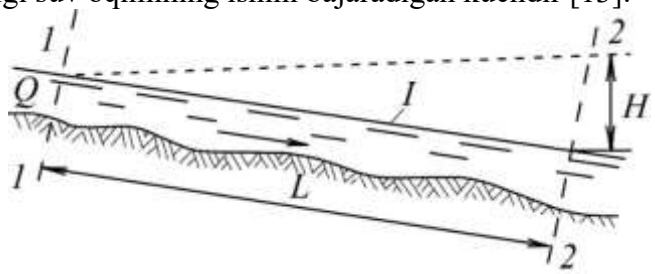
6 - rasmda G‘ijduvon tumanining Veybul ehtimollik taqsimot funksiyasidan foydalanib turli balandlikdagi shamol energiyasining solishtirma quvvati va energiyasini baholash natijalari keltirilgan. Bunga ko‘ra 100 m balandlikda shamol oqimining solishtirma quvvati 404,85 Vt/m^2 ni hamda energiyasi 3546,5 kVt·soat/m^2 ni tashkil qilishi aniqlandi.



6 - rasm. Turli balandlikdagi shamol energiyasining solishtirma quvvati (a) va energiyasi (b) qiymatlari keltirilgan grafik

Gidroenergetika. Buxoro viloyatining gidroenergetika salohiyatini aniqlashda kartografik va gidrologik kabi ishlari olib borildi. Tadqiqotning ikkala qismi uchun topografik xaritalar, sun'iy yo'ldosh va meteorologik ma'lumotlardan gidroenergetika salohiyatining aniqlangan hududlari bosimi va oqim tezligini baholash uchun foydalanilgan.

Ko'rib chiqilayotgan kanalning 1-1 boshlang'ich nuqtasi va 2-2 oxirgi nuqtasidagi suv sathining farqi bilan sug'orish kanali uchastkasining sxematik bo'ylama profili 7-rasmda ko'rsatilgan. Suvning og'irligi suv oqimining ishini bajaradigan kuchdir [13].



7-rasm. Sug'orish kanali uchastkasining sxematik bo'ylama profili

Agar sug'orish kanali uchastkasining uzunligi L, m, suv sathining farqi H, m suv sarfi, Q, m^3/s bo'lsa, ushbu kanal kesimidagi suv oqimining P, Vt quvvatiga teng [14]:

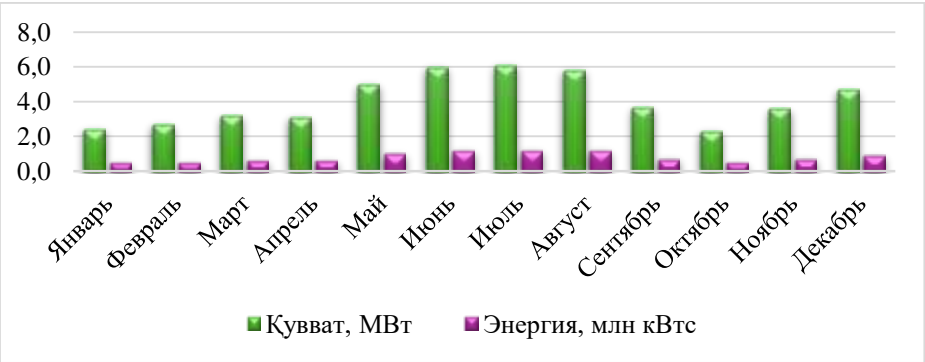
$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \qquad (16)$$

Bunda: P - suv oqimining kuvvati, Vt; ρ - suvning zichligi, kg/m^3; g - erkin tushish tezlanishi, m/s^2.

Suv oqimining energiyasi Ye, kVt·soat, quvvat P va vaqt t, s ko'paytmasi bilan aniqlanadi:

$$E = P \cdot t \qquad (17)$$

8-rasmda Amu-Buxoro kanalining yalpi (nazariy) gidroenergetik resurslar salohiyati diagrammasi keltirilgan. Tadqiqot natijalariga qo'ra Amu-Buxoroning yalpi gidroenergetik resurslar salohiyati yillik o'rtacha 0,8 mln. kVtcoat tashkil etadi.



8-rasm. Amu-Buxoro kanalining yalpi (nazariy) gidroenergetik resurslar salohiyati diagrammasi

Xulosalar: 1. *Nasa power data access viewer* bazasaidan olingan ma'lumotlarni qayta ishlash orqali Buxoro viloyati hududlarida foydali ish koeffitsienti 18 % bo'lgan quyosh panellaridan to'liq foydalansak, mintaqaning texnik salohiyati yiliga 41 TVt soat/yil ga quyosh issiqlik energiyasining texnik salohiyati (kollektorlarning texnik imkoniyatlari - optik samaradorligi 80 % bo'lgan hol uchun) yiliga 184 TVt·soat/yil energiya olish imkoniyati borligi aniqlangan.

2. G'ijduvon tumanining turli balandlikdagi shamol energiyasi resurslar salohiyati baholashda *Nasa power data access viewer* bazasaidan olingan foydalanildi. Bunga ko'ra shamol o'rtacha tezligi yiliga 10 m balandlikda 4,85 m/s ga tengligi hamda 100 m balandlikda shamol oqimining

yalpi (nazariy) salohiyati 909,94 mln. kVt·soat ga, texnik salohiyati 18,20 mln. kVt·soat ga tengligi ilmiy asoslangan.

3. Buxoro viloyati hududida joylashgan irrigatsiya tizimining yalpi gidroenergetika salohiyatini baholash jarayonida suv tezligi 0,5-1 m/s ni tashkil etishi aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra Buxoro viloyatidagi sug‘orish kanallarining yalpi gidroenergetik resurslar saloxiyati yillik o‘rtacha 0,8 mln. kVt·coat tashkil etadi va past bosimli suv oqimlarida samarali ishlaydigan mikro GESlardan foydalangan holda chekka hududlarni uzluksiz va ishonchli elektr energiyasi bilan ta’minlash bilan bog‘liq muammolarni hal etishda xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. https://buxelektr.uz/?cat=56&lang=uz
2. M.D Xodjaev, „Iqlim o’zgarishlari ta’sirini yumshatish uchun qayta tiklanuvchi energiya manbalari va energiya tejamkor texnologiyalarni amaliyotda qo’llash imkoniyatlari to’g’risida loyiha tashabbuskorlariga ma’lumotlar etqazish”, Toshkent 2018 yil, 4-8 bet.
3. N.N. Sadullayev., A.B. Safarov., Sh.N. Nematov., R.A. Mamedov., A.B. Abdujabarov. Opportunities and Prospects for the Using Renewable Energy Sources in Bukhara Region. “Applied Solar Energy.-USA”. 2020, Vol. 56, Issue 4, pp. 291–301 (05.00.00; №4).
4. https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/
5. Авезов Р.Р, Авезова Н.Р, Матчанов Н.А, Сулейманов Ш.И, Абдукадирова Р.Д. История развития и сост. использования солнечной энергии в Узбекистане. Гелеотехника. 2012(4). 17-23 с.
6. O.Z.Toirov, K.T.Alimxodjaev, Sh.K.Alimxodjaev. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari. O‘zbekiston sharoitida ishlab chiqarish va ishlatish istiqbollari. (Monografiya). –T.: «Fan va texnologiya», 2019, 212 bet.
7. N. Sadullayev, A. Safarov, Sh. Nematov, R. Mamedov. “Research on Facilities of Power Supply of Small Power Capability Consumers of Bukhara Region by using Wind and Solar Energy”. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. Vol.8, Issue- 9S2, July 2019, pp.229-236.
8. Sadullaev N.N., Safarov A.B., Nematov Sh.N. Analysis of Wind Energy Potential in Using Weibull Distribution in Bukhara Region, Uzbekistan // IJARSET. Vol.6, issue.1, 2019.pp.7846-7853
9. Безруких П.П., Безруких (мл.) П.П., Грипков С.В. Ветроэнергетика: Справочно-методическое издание // Под общей редаксией П.П Безруких.-М.: «Интехенерго-Издат», «Теплоенергетика», 2014. -304 с.
10. Safarov A.B. Veybul ehtimollik taqsimot funksiyasidan foydalanib Buxoro viloyati hududining shamol energetikasi salohiyatini tahlil qilish // ToshDu xabarlari. 2018 (4). 93-98 b.
11. Ragnarsson B.F. Wind energy potential assessment costal analysis of a wind power generation system at Burfell, dissertation, 2014.pp.132
12. Ongaki L.N., Maghanga Ch.M., Kerongo J. Evaluation of the Technical Wind Energy Potential of Kisii Region Based on the Weibull and Rayleigh Distribution Models. 2018. DOI: 10.20944/preprints201810.0256.v1
13. Alashan S., Shen Z., Torpak F., Hydroelectric energy potential of turkey: A refined calculation method. Civil engineering, pp.1511-1520. 2016
14. Mamedov R.A. Raschetы resursov valovogo gidroenergeticheskogo potensiala Amu-Buxarskogo kanala odnotochechnыm i dvuxtochechnыm metodami. Mejdunarodnaya nauchno-texnicheskaya konferensiya: «Tendensii razvitiya alternativnoy i vozobnovlyaemoy energetiki: problemы i resheniya» Toshkent, 2021 god 17-18 May, str 202-209

Pirimov Ramziddin Ramazonovich – Buxoro davlat texnika universiteti “Elektr va energetika muhandisligi” kafedrasi tayanch doktoranti Tel.: (+99894) 075 29 50

Juraqulov Abdullo Xojaqulovich – Buxoro davlat texnika universiteti “Elektr va energetika muhandisligi” kafedrasi tayanch doktoranti Tel.: (+99891) 6349594

UDK.543.546.212

CHIQINDI SUVLAR TARKIBIDAGI Al, Ga, Tl IONLARINI ANIQLASH USULLARI

[1]Yunusova G.R., [1]Nabiyev A.A., [2]Ro‘ziyev I.X.
[1]Toshkent kimyo-texnologiyalar instituti,
[2]Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti Biokimyo institute.

Annotasiya. *Atrof-muhitni ifloslanishdan saqlash va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hozirgi davrning asosiy muammolaridan birixisoblanadi. Suv resurslarini tejash va muhofaza qilish ushbu muammoniyechimlaridan biridir. Bu maqolada korxona va zavodlardan chiqayotgan chiqindi suvlar tarkibidagi Al, Ga, Tl ionlari o‘rganilgan. Al, Ga, Tl ionlarining aniqlanish usullari, sifat reaksiyalari va miqdoriy analiz usullari haqida ma’lumotlar berilgan. Tekshirish maqsadida Olmaliq AO Ammofos – Maksam va Olmaliq rux metallurgiya zavodi chiqindi suvlari olingan.*

Kalit so‘zlar: *chiqindi suvlar, alyuminiy ionlari, galliy ionlari, talliy ionlari, aniqlash usullari,analitik kimyo, spektral analiz, suv ifloslanishi, ekologik monitoring, reagentlar, Olmaliq ammofos, alyuminiy cho‘kmasi, ichimlik suvini taqsimlash tizimi; polialuminiy xlorid, kvars kristalli mikro og‘irliklar.*

METHODS OF DEFINING IONS AL, GA, TL AND STOCHNYX VODAX

[1]Yunusova G.R., [1]Nabiyev A.A., [2]Ro‘ziyev I.Kh.
[1]Tashkent institute of chemical technology,
[2]Institute of Biochemistry, Samarkand state university named after Sh. Rashidov

Annotation. *Protection of the environment from pollution and natural rational use of resources is one of the main problems of the current era it is obtained. Conservation and conservation of water resources can reduce this problem by one of the solutions. This article explores the AL, Ga, Tl ions in wastewater from businesses and plants. For the purpose of inspection, the wastewater from the Almalik Ammofos – Maxam and Almalik zinc metallurgical plant was taken.*

Key words: *wastewater, aluminum ions, gallium ions, thallium ions, determination methods, analytical chemistry, spectral analysis, water pollution, environmental monitoring, reagents, Almalyk ammophos, aluminum sediment, drinking water distribution system; polyaluminum chloride, quartz microbalance.*

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ AL, GA, TL В СТОЧНЫХ ВОДАХ

[1]Юнусова Г.Р., [1]Набиев А.А., [2]Рузиев И.Х.
[1]Ташкентский химико-технологический институт, [2]Институт биохимии Самаркандского государственного университета имени Ш. Рашидова

Аннотация. *Одной из основных проблем современности является охрана окружающей среды от загрязнения и рациональное использование природных ресурсов. Одним из решений этой проблемы является сохранение и охрана водных ресурсов. В данной статье исследованы ионы Al, Ga, Tl в сточных водах предприятий и заводов водок. Приведены сведения о методе определения ионов Al, Ga, Tl, качественной реакции и методе количественного анализа. В качестве части обследования взяты сточные воды Алмалыкского АО «Аммофос-Максам» и Алмалыкского цинкового металлургического завода.*

Ключевые слова: *сточные воды, ионы алюминия, ионы галлия, ионы таллия, методы определения, аналитическая химия, спектральный анализ, загрязнение воды, экологический мониторинг, реагенты, алмалыкский аммофос, алюминиевый осадок, система распределения питьевой воды; полиалюминийхлорид, кварцевые микровесы.*

***K*irish**. Jahonda texnologiyaning rivojlanishi bilan mis va temir metallari asosida elektrotexnika, metallurgiya, transport va engil sanoati mahsulotlarini ishlab chiqarishga bo‘lgan talab kun sayin ortib bormoqda. Mazkur ishlab chiqarish korxonalarining texnogen va chiqindi suvlari tarkibida bir qancha og‘ir metallar bilan bir qatorda mis va temir ionlari ham mavjud bo‘lib, ularni aniqlash va ajratib olish borasida turli usullar taklif etilmoqda. Ammo, metall ionlarining past konsentrasiyasi, tahlil qilinuvchi obyekt tarkibining murakkabligi doimo ham tahlilning muvaffaqiyatli o‘tkazilishiga imkon bermaydi. Shuning uchun murakkab aralashmalardagi tarkibiy qismlarni aniqlashga imkon beradigan samarali, sodda, aniq va sezgir usullarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Hozirgi vaqtda fanda og‘ir va zaharli metallarni aniqlashning ko‘plab usullari ma’lum. Shunga qaramay, analitik tahlil usullarining rivojlanishi bilan elementlarni

aniqlashning sezgirligi va selektivligini oshirish talablari tobora ortib bormoqda, bu esa yangi yondashuvlarni qo‘llashni talab qiladi. Mazkur yondashuvlardan biri immobillangan organik reagentlar yordamida gibrid sorbsion-atom-absorbsion usuli hisoblanadi. Dunyo bo‘ylab Rossiya Fanlar akademiyasi, Moskva davlat universiteti, Turkiya Erchiyes universiteti, Polsha Yagelloniya universiteti, Gresiyadagi Aristotel universiteti, Ispaniya Santyago-de-Kompostela universiteti, Mumbay kimyo texnologiyalar univeristeti, Eron Shaxid Chamran universiteti kabi ilmiy markazlarda xilma-xil sorbentlarga dastlabki konsentrlash orqali tezkor, yuqori sezgir, selektiv sorbsionspektroskopik tahlil usullarini ishlab chiqish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Y.A.Zolotov, O.V.Kuznetsova, V.V.Openko, A.V.Danilova, V.P.Dedkova, M.A.Babuev, S.D.Tataeva, S.Tokalioglu, M.Soylak, S.Valas, A. Tobiasz, G.Tsogaz, M.C.Yebra-Biurrun, Bermejo-Barrera A., Sh.Tivari, R.Saksena, Pourreza N., Hoveizavi R. kabi xorijiy olimlarning sorbsion-spektroskopik va sorbsion-atom-absorbsion usullar yordamida og‘ir metallarni aniqlash borasida ilmiy tadqiqotlarni alohida ajratib ko‘rsatish mumkin. Ularning ishlarida sorbent sifatida turli xil silikagellar, modifikasiyalangan kremnezyomlar, tabiiy seolitlar, polimer membranalar va boshqa materiallar ishlatilgan

Suvning sifati deganda, uni ishlab chiqarishga qo‘llash yaroqligini ko‘rsatuvchi fizik, kimyoviy, biologik va bakteriologik ko‘rsatkichlarning majmui tushuniladi. Har bir sharoitda texnologik jarayonlarning shartlariga qarab, xom - ashyolarning tarkibi, qo‘llaniladigan qurilmalar va tayyor mahsulotni ishlab chiqarish xususiyatlarini inobatga olgan holda va suvning qaysi maqsadlar uchun mo‘ljallanganligiga qarab, ishlab chiqarishga qo‘llaniladigan suvning sifati belgilanadi. Ba’zi paytlarda texnologik jarayonni to‘g‘ri amalga oshirish uchun tarkibida 10-15 g/m^3 tuz saqlangan, qattiqligi 0,01 mol•ekv/m^3 ni tashkil etgan va kislorodga bo‘lgan ehtiyoji 2g O_2/m^3 ga teng bo‘lgan suv kerak bo‘ladi. Shuni alohida ta’kidlash kerakki, ishlab chiqarishda hosil bo‘ladigan oqova suvlarning kimyoviy tarkibi bir xil emas [1].

Chiqindi suvlar - bu ishlab chiqarishda, uy - ro‘zg‘orda yoki qishloq xo‘jaligida ishlatilgan yoki ifloslangan hududlardan oqib o‘tadigan suyuqlikdir. Hosil bo‘lishiga qarab, chiqindi suvlari 3 guruhlarga bo‘linadi.

1. Uy - ro‘zg‘or chiqindi suvlari.
2. Atmosfera chiqindi suvlari.
3. Sanoat chiqindi suvlari.

Uy - ro‘zg‘or oqova suvlari guruhiga hammomlardan va kimyoviy tozalash korxonalardan chiqadigan suvlar, oshxona va hojatxonalardagi suvlar, uylarni tozalashga ishlatilgan suvlar va 266 boshqa suvlar kiradi. Ularning tarkibida organik moddalar 58% ni va minerallar 42% ni tashkil etishi mumkin.

Atmosfera chiqindi suvlari - bu yog‘ingarchiliklar va suv toshqini tufayli hosil bo‘ladigan, organik va mineral moddalar bilan ifloslangan suvlardir.

Sanoat chiqindi suvlari - bu suyuq chiqindilar bo‘lib, ular organik va anorganik xom - ashyolarni qazib olishda va ularni qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladi. Chiqindi suvlari turli xil moddalarning aralashmasidan, masalan, erigan anorganik va organik birikmalar, muallaq dag‘al dispersli va kolloid aralashmalar, ba’zi hollarda esa erigan gazlar (vodorod sulfid, karbonat va boshqalar) dan iborat bo‘lib, murakkab sistemani tashkil qiladi. Oqova suvlarning kimyoviy tarkibi ishlab chiqarishning turlari va ularning texnologik jarayonlariga bog‘liqdir.

Erigan anorganik moddalar qatorida Al, Ga, Tl kabi ionlar xam mavjudligini ushbu maqolada ko‘rib chiqamiz. Tabiiy suvlarda alyuminiy ionli, shuningdek migrasiya qobiliyati past bo‘lgan kolloid va to‘xtatilgan shakllarda mavjud. Alyuminiy ishtirokida suvda erigan yoki kolloid holatda bo‘lgan organominerallarni o‘z ichiga olgan ancha barqaror komplekslar hosil bo‘ladi. Suv manbalarida alyuminiyning tabiiy tarkibi birliklardan yuzlab mikrogram/l gacha o‘zgarib turadi. Ba’zi kislotali suvlarda, ba’zida uning konsentrasiyasi 1 litr uchun bir necha grammga etishi mumkin. Buning sababi shundaki, suv omborini kislotalash jarayonida alyuminiyning erimaydigan

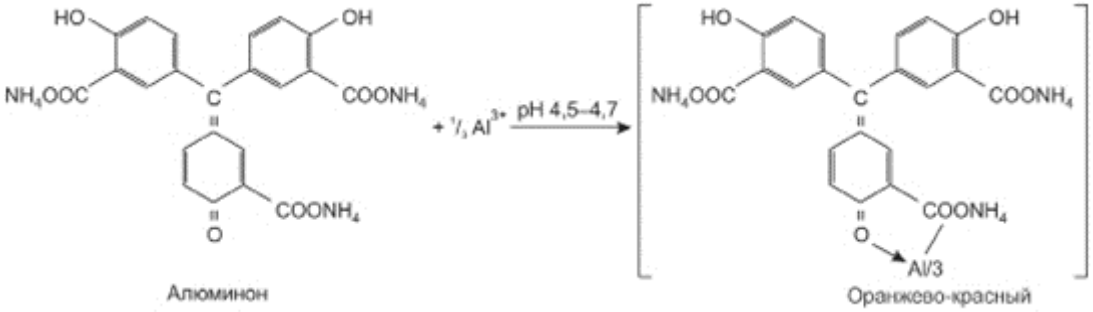
shakllari eruvchan shakllarga aylanadi, bu uning suvdagi konsentrasiyasini keskin oshishiga yordam beradi.

Tadqiqot usullari. Ilmiy tadqiqot ishlarini bajarish uchun quyidagi usullardan foydalandik: suv namunalarini olish; namuna tayyorlash; inversion voltammetriya; spektrofotometrik tahlil; statistik ma'lumotlarni qayta ishlash va boshqalar.

Ichimlik suvidagi alyuminiyni analitik aniqlash juda dolzarbdir, chunki ichimlik suvi manbalaridan olinadigan suvning asosiy qismi tozalash jarayonida uni aniqlashtirish uchun alyuminiy tuzlari bilan kimyoviy tozalash (tozalash) dan o'tadi. Alyuminiy suvga mos keladigan tuzlarning (asosan sulfat) bir qismi sifatida kiritilganligi sababli va koagulyasiya yoki flokulyasiya paytida suv cho'kmalarini tozalash paytida ular suvdagi alyuminiyning qoldiq miqdori haqida gapirishadi va tegishli ko'rsatkich, tozalangan suvni tahlil qilish bilan bog'liq holda, ko'pincha qoldiq deb ataladi alyuminiy.

Amaldagi usul kolorimetrik (MI 06-151, GOST 18165) va ichimlik, tabiiy va me'yoriy tozalangan oqava suvlardagi qoldiq alyuminiy tarkibini tahlil qilish uchun javob beradi. Usul Al^{3+} alyuminiy ionining aluminon (aurintrikarboksilik kislota tuzi) bilan to'q sariq-qizil kompleks birikma hosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Reaksiya murakkab birikmaning rangini barqarorlashtirish uchun ishlatiladigan ammoniy sulfat ishtirokida ozgina kislotali eritmada (pH 4,5–4,7 da) amalga oshiriladi. Alyuminiyning tabiiy suvlarda ruxsat etilgan maksimal konsentrasiyasi yoki uni tozalashdan keyin suvda qolishi 0,2 mg/l (0,5 mg/l) dan oshmasligi kerak, zararlilikni cheklovchi ko'rsatkichi sanitariya va toksikologik hisoblanadi.

Analitik reaksiya quyidagicha boradi:



Ushbu usul namunadagi alyuminiyni bir vaqtning o'zida erigan, adsorbsiyalangan va kolloid (to'xtatilgan) shakllarda aniqlaydi. Shuning uchun, ba'zi hollarda, alyuminiy namunada to'xtatilgan shakllarda bo'lishi kerak bo'lsa, namunani oldindan filtrlash kerak. Namuna membrana filtri yoki "ko'k lenta" filtri orqali filtrlanadi (filtratning birinchi qismlari tashlanadi)

Shuningdek, alyuminiy birikmalarini qayta ishlashning yon mahsuloti bo'lgan galliy alyuminiy oksidi $A1_2O_3$ ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan yashil eritmaning bir qismidan olinadi. Galliy oksidi Ga_2O_3, boksitlarda mavjud bo'lib, rudani yutilish jarayonida alyuminiy oksidi bilan birga eriydi. Eriydigan galliy oksidi aylanma eritmada ~ 0,2 g/l konsentrasiyagacha to'planadi, shundan so'ng uning qisman yog'inlari sodir bo'ladi. Eritma galyum oksidi bilan to'yinganidan so'ng uning konsentrasiyasi nisbatan doimiy bo'lib qoladi, qolgan miqdori qizil loy bilan birga jarayondan chiqariladi [3].

Natijalar va ularning muhokamasi. Tabiiy suvlarda alyuminiy ionli, shuningdek migrasiya qobiliyati past bo'lgan kolloid va to'xtatilgan shakllarda mavjud. Alyuminiy ishtirokida suvda erigan yoki kolloid holatda bo'lgan organominerallarni o'z ichiga olgan ancha barqaror komplekslar hosil bo'ladi. Suv manbalarida alyuminiyning tabiiy tarkibi birliklardan yuzlab mikrogram/l gacha o'zgarib turadi. Ba'zi kislotali suvlarda, ba'zida uning konsentrasiyasi 1 litr uchun bir necha grammga etishi mumkin. Buning sababi shundaki, suv omborini kislotalash jarayonida alyuminiyning erimaydigan shakllari eruvchan shakllarga aylanadi, bu uning suvdagi konsentrasiyasining keskin oshishiga yordam beradi. Tayyor ichimlik suvi odatda qoldiq alyuminiyni o'z ichiga oladi. Tarqatish tizimlarida qoldiq alyuminiyning cho'kishi va ichimlik

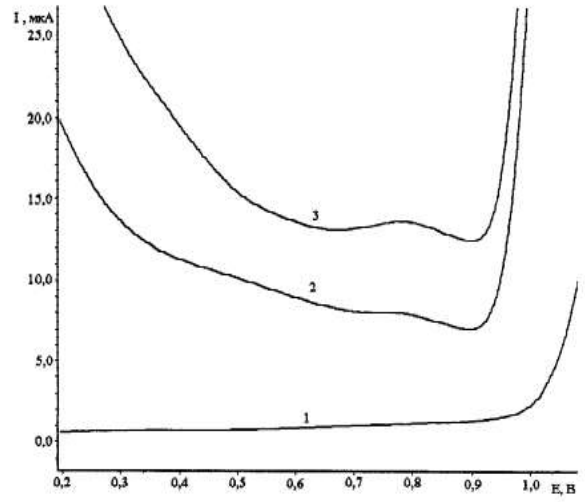
suviga qayta kirishi iste'molchilarning kranlaridagi suv sifatiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Quyma temir quvurlar va bo'shashgan konlardagi korroziv konlardagi alyuminiy tarkibining dastlabki tahlili shuni ko'rsatdiki, tarqatish quvurlari yuzasida alyuminiy cho'kmasi alyuminiy koagulyantlar, shu jumladan polialuminiy xlorid bilan ishlangan suv uchun ortiqcha bo'lishi mumkin.

Alyuminiyni kimyoviy xossalari bilan aniqlash mumkun. Bu ushbu metalni tanib olishning ancha ishonchli usuli. Ma'lumki, ishqorlarni alyuminiy idishlarda saqlash mumkun emas. Alyuminiy ular bilan reaksiyaga kirishadi va murakkab birikma hosil qiladi [2].

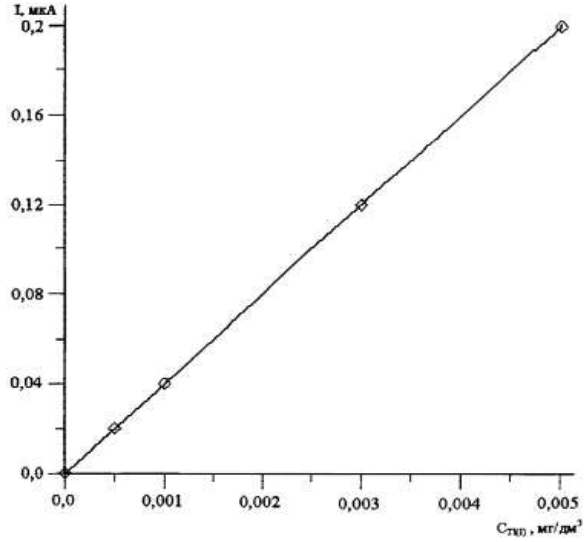
$$2Al + 2NaOH + 10H_2O = 2Na[Al(OH)_4(H_2O)_2] + 3H_2$$

Inversion voltammetriya usuli bilan suvli eritmalar va jarayon drenajlarida talliyni aniqlash usuli. Suvli talliyni aniqlash usuli echimlar yoki jarayon drenajlar inversiya voltammetriyasi bilan bu talliy (III) ga aylantiriladi talliy eritmada va voltammetrik aniqlash amalga oshiriladi.

Talliyni aniqlash uchun doimiy oqim voltammetriyasi usuli ma'lum. Usul mavjud bo'lganda marganes sulfatdan foydalanadi va kaliy persulfatdan marganes gidroksid cho'kmasi hosil bo'ladi, bu gidrazin sulfat eritmasi bilan ishlanadi. Erishilgan pastroq talliy konsentrasiyasi 0,01 mkg/dm^3 100 sm. Ushbu usulning noqulayligi gidrazin sulfat va simob plyonkali elektrod shaklidagi toksindan foydalanishdir.



1-rasm. Inversion voltammetriya usulida talliyning suvli eritmalarda I=f(E) bo'lgan bog'liqlik



2-rasm. Inversion voltammetriya usulida talliyning suvli eritmalarda I=f(C) bo'lgan bog'liqlik

1-jadval.

1 M HCl fon elektrolitida Tl (I) aniqlash natijalari

Yuborilgan konsentrasiya C_{Tl}, mg/dm^3	Topilgan konsentrasiya C_{Tl}, mg/dm^3	n	Sr, ($t_{0,95}$)	ε, %
0,01	0,0125±0,0013	9	0,033	7,7
0,05	0,05±0,0015	7	0,015	4,2
0,005	0,045±0,0007	8	0,025	5,5

Tekshirish ob'yekti	Tl ning eritmadagi miqdori, mg/dm^3	Tl ning topilgan miqdori, mg/dm^3	Sr, ($t_{0,95}$) n=8
Vodoprovod suvi	0,001	0.0009±0,0002	0,01
Tl saqlagan texnologik eritma		0,051±0,0013	0,0005

2–usul. Ixtiro sanoat oqava suvlaridan talliy qazib olish usullariga, ya’ni rangli metallurgiya korxonalaridan oqava suvlardan talliy qazib olish, noyob tuproq, og‘ir rangli metallarni ishlab chiqarish usullariga tegishli. Usul manba chiqindi suvlarini ph 8-10 ga ishqorlash va uni sorbent orqali o‘tkazishni o‘z ichiga oladi. Unda yangi narsa shundaki, ishqorlanishdan keyin cho‘kma ajratiladi va bixromat ionlari bilan qo‘llaniladigan niobiy oksigidrat sorbent sifatida ishlatiladi. Tavsiya etilgan usuldan foydalanish rangli metallurgiya korxonalarining chiqindi suvlarini zararsizlantirishga imkon beradi, deyarli butunlay talliy qazib olinadi, bu usulda ishlatiladigan sorbent qayta ishlatilishi mumkin va ishlab chiqarish oson. GPN-x-0,1 sorbentining umumiy dinamik almashinuv quvvatining qiymati biroz ishqoriy sanoat oqava suvlaridan talliy sorbsiyasi paytida juda katta, PD = 1,757 mmol /g, bu ushbu sorbentni talliy o‘z ichiga olgan oqava suvlarni tozalash texnologiyasida ishlatishga imkon beradi.

Sanoat oqava suvlaridan talliy olish usuli, shu jumladan manba oqava suvlarini pH 8-10 ga ishqorlash va undan keyin sorbent orqali o‘tish, natijada hosil bo‘lgan cho‘kma ajralib chiqadi va bixromat ionlari bilan qo‘llaniladigan niobiy oksigidrat sorbent sifatida ishlatiladi.

Silikagelini aminopropiltriyetoksisilan eritmasida toluolda 4 soat davomida qaynatish, toluol, aseton bilan yuvish, xona haroratida quritish, so‘ngra dioksandagi siyanur xlorid eritmasi bilan xona haroratida 39 daqiqa davomida ishlov berish, aseton bilan yuvish va quritish orqali tayyorlangan modifikasiyalangan sorbent yordamida metallarni olish usuli ma’lum., keyin modifikasiyalangan kremniyni 10-20 aminotiyazol eritmasiga solib, xona haroratida 2-4 soat davomida ta’sir qilish, so‘ngra suv, aseton bilan yuvish va xona haroratida quritish

Usuli sorbsiya metall ionlari, shu jumladan talliy, prototip sifatida ham tanilgan xona haroratida statik rejimda talliy o‘z ichiga olgan eritma bilan silika asosidagi sorbent bilan o‘zgartirilgan aminopropil guruhlari payvand qilingan polisiklik organik ligandlar, formulalar guruhlaridan foydalanadigan: Talliy eritmadan pH 9.0 da olinadi.

Ma’lum usulning nochorligi shundaki, unda ishlatiladigan sorbent rangli metallurgiya korxonalarining oqava suvlarida mavjud bo‘lgan nitrat kislotaga etarlicha qarshilik ko‘rsatmaydi. Bundan tashqari, bunday sorbentni qayta tiklash mumkin emas, u bir martalik.

Misol. Dastlabki eritma zavodning 2-bo‘limidagi chiqindi suv bo‘lib, tarkibi: umumiy talliy 531 mg/ l, ftor 13,4 mg / l, temir 9 mg / l, pH 4,0 da. Eritma natriy gidroksidning suvli eritmasi bilan ph 9,2 0,1 N ga ishqorlangan. Cho‘kindi 5-1 da baraban vakuum filtrida joylashdi va olib tashlandi. 75/09. Eritmadagi talliy konsentrasiyasi alkalinizasiya aniqlangandan keyin u 500 mg/l edi. alkalizasiyalangan drenaj GPN-X-0,1 sorbenti bilan to‘ldirilgan ustun orqali o‘tkazildi (gidratlangan niobiy pentaxid, bixromat bilan qo‘llaniladigan ionlar xrom va temirning molyar nisbatida 0,1 ga teng). 1 sm/min. Shisha ustunning diametri 10 mm, sorbentni yuklash og‘irligi 2,1311 g edi, filtrat 100 ml qismlarga bo‘lingan. Talliy ionlarining tarkibi polarografik usul bilan aniqlandi.

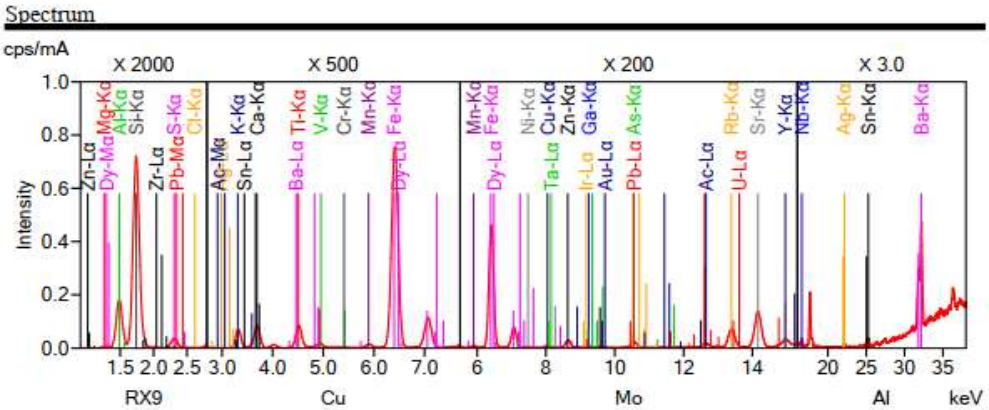
Oziq-ovqat va atrof-muhitdagi talliy birikmalarining gigiyenik standartlari. Ta’sirining umumiy tabiati bo‘yicha talliy Markaziy va periferik asab tizimlariga, oshqozon-ichak trakti va buyraklarga ta’sir qiluvchi zaharlarni anglatadi. Bundan tashqari, talliy va uning tuzlari mutagen, kanserogen va teratogen xususiyatlarga ega.

Voyaga etganlar uchun individual sezgirlikni hisobga olgan holda talliyning o‘rtacha halokatli dozasi 0,5-3,0 g ni tashkil qiladi, agar 10-15 mg / kg eriydigan talliy tuzi olinsa, o‘limga olib kelishi mumkin. Semptomlarning ko‘pligi va xilma-xilligi tufayli o‘tkir talliy zaharlanishini tashxislash ko‘pincha qiyin kechadi. Dastlab dispeptik hodisalar sodir bo‘ladi-anoreksiya, diareya bilan gastroyenterit (ba’zan qon bilan), ko‘ngil aynishi, qusish, paroksismal qorin og‘rig‘i; ba’zida oliguriya qayd etiladi. Keyin, birinchi alomatlar paydo bo‘lganidan keyin 8-40 soat ichida asab tizimining buzilishi sodir bo‘ladi - uyqusizlik, kuchli zaiflik, tashvish, paresteziya, yurish buzilishi (ataksiya), titroq, ba’zan kramplar, mushak og‘rig‘i. Ruhiy kasalliklar paydo bo‘lishi mumkin, aqldan ozgan holatlarga qadar isitma qayd etiladi. Nafas olish va qon aylanishining buzilishi

kuchayadi va zaharlanish boshlanganidan 7-10 kun o‘tgach koma va o‘lim bilan tugaydi. 7-10 kun davomida omon qolish holatlarida nevrologlar kuzatiladi. Tirnoqlarda oq ko‘ndalang chiziqlar paydo bo‘lishi (tartibsizlik chiziqlari), tirnoq o‘sishi bilan rivojlanib borishi qayd etildi. Yurakni to‘xtatish bilan bog‘liq to‘satdan o‘lim holatlari zaharlanishdan bir necha hafta o‘tgach tasvirlangan. Uglevod almashinuvining buzilishi yashirin diabet, glyukozuriya, buyrak shikastlanishi-gematuriya, urobilinuriya, siydikda silindrlarning paydo bo‘lishi, aseton tanalari, ba’zan porfirin shaklida namoyon bo‘ladi; qonda - gematokritning o‘zgarishi bilan qalinlashuv, anemiya. Vizual buzilishlar paydo bo‘lishi mumkin. Qayta tiklash to‘liq bo‘lishi mumkin yoki ataksiya, tremor ko‘rinishidagi nevrologik kasalliklar bilan. Zaharlanishning og‘irligini klinika va siydikdagi talliy miqdori bo‘yicha baholash mumkin. Agar klinik belgilar bilan birga Tlning siydik bilan chiqarilishi kuniga 10 mg dan oshsa, zaharlanish og‘ir hisoblanadi. Tlning siydik bilan chiqarilishi zaharlanishdan keyin 3-5 oy va undan uzoqroq davom etishi mumkin. Talliy Uchun: MPCr.z = 0,01 mg/m^3, ayerozol, xavf sinfi 1. MPC = 0,001 mg/ l, sanitariya va toksikologik xavf indeksi, xavf sinfi 1.

Analyzed result(FP method, Scatter)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.0115	mass%	0.0002	0.0002	0.0006
2	MgO	0.692	mass%	0.0173	0.0370	0.111
3	Al2O3	29.0	mass%	0.0370	0.107	0.322
4	SiO2	67.7	mass%	0.0461	0.0917	0.275
5	SO3	1.31	mass%	0.0038	0.0035	0.0106
6	K2O	0.392	mass%	0.0114	0.0307	0.0921
7	CaO	0.348	mass%	0.0090	0.0243	0.0728
8	TiO2	0.163	mass%	0.0039	0.0105	0.0316
9	V2O5	(0.0044)	mass%	0.0012	0.0036	0.0107
10	Cr2O3	(0.0008)	mass%	0.0003	0.0008	0.0024
11	MnO	0.0082	mass%	0.0008	0.0023	0.0068
12	Fe2O3	0.314	mass%	0.0032	0.0109	0.0327
13	NiO	(0.0006)	mass%	0.0001	0.0004	0.0011
14	CuO	0.0021	mass%	0.0002	0.0005	0.0016
15	ZnO	0.0051	mass%	0.0002	0.0007	0.0020
16	Ga2O3	(0.0007)	mass%	<0.0001	0.0003	0.0008
17	As2O3	(0.0005)	mass%	<0.0001	0.0003	0.0008
18	Rb2O	0.0030	mass%	<0.0001	0.0002	0.0006
19	SrO	0.0050	mass%	0.0001	0.0003	0.0009
20	Y2O3	0.0007	mass%	<0.0001	0.0002	0.0005
21	ZrO2	0.0324	mass%	0.0009	0.0029	0.0087
22	Nb2O5	(0.0007)	mass%	0.0002	0.0005	0.0016
23	SnO2	(0.0006)	mass%	0.0001	0.0004	0.0012
24	BaO	0.0157	mass%	0.0010	0.0028	0.0084
25	Au2O	(0.0003)	mass%	<0.0001	0.0003	0.0008
26	PbO	0.0022	mass%	0.0001	0.0004	0.0011



3-rasm. Angren issiqlik elektr stansiyasidan chiqayotgan suvning yuqori samarali energiya dispersli rentgen-fluoresan spektrlari fizik-kimyoviy tahlil natijalari.

Xulosa. Hozirgi kunda dunyo miqiyosida sanoat rivojlanishi, dunyo aholisi sonining ortishi, iqlim o‘zgarishlari tufayli yuzaga kelayotgan global muammolar hamda dunyoda sanoatlashish va suv zaxiralarini bir tekis tarqalmagani, suv zaxiralari miqdorining cheklanganini inobatga olgan holda nafaqat sanoat balki boshqa turdagi chiqindi suvlarni chuqur qayta ishlash juda muhim sanaladi. Sanoat oqava suvlarini tozalashda esa chiqayotgan chiqindi suvning

tarkibidan kelib chiqib tozlash usullarini tanlash maqsadga muvofiq bo‘ladi. Tl ionlarining ortiqcha konsentratsiyasi pH ortishi bilan kamayishi aniqlandi. Bu ion shaklidagi talliy miqdorining kamayishi va gidroksidlarning birgalikda cho‘kishi ta’siri bilan bog‘liq.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Бухоро муҳандислик - технология институти И.И.Фатоев, И.Ш.Садыков, Б.Х.Саломов. Саноат экологияси. Дарслик. Тошкент-2020. 265-б
2. https://uz.scienceforming.com
3. Усманова Х.У., Бобожонов Х.Ш., Жумаева Э.Ш., Сманова З.А. Чувствительные слои оптических сенсорных устройств для определенияионов токсичных металлов // Тенденции развития науки и образования. 2022. – №89. – С.46-52.
4. Mieczyslaw Korolczuk et al. "Determination of Thallium in a Flow System by Anodic Stripping Voltammetry at a Bismuth Film Electrode" // Electroanalysis, 2007, №21, P.2217-2221. RU 2338181 C1, 10.11.2008. UA 77482 C2, 15.12.2006. UA 482769 C2, 15.08.2002. SU 1822971 A1, 23.06.1993. SU 848222 A, 15.07.1980.// G01N 27/48 (2006.01)

OLTINGUGURT-ISHQORLI OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING KIMYOVIY VA KOMPLEKS USULLARI.

Yaminov F.F., Obidov H.O.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Oltingugurt-ishqorli oqovalarning zaharliligi ularni suv havzalariga yoki tuproqqa tashlash imkonini bermaydi, hatto ular ancha suyultirilgandan keyin bo‘lsa ham. Oltingugurt-ishqorli oqovalarning o‘ziga xos tarkibi ularni neftni qayta ishlash zavodlarining qolgan sanoat oqovalari bilan birgalikda yig‘ish va tozalashga imkon bermaydi. Ushbu maqolada gazni qayta ishlash zavodida oltingugurt-ishqorli oqovalarni zararsizlantirishning kimyoviy va kompleks usullari ko‘rib chiqilgan.*

Tayanch iboralar: *xlor, temir oksidi, temir gidrati, pirolyuzit, kaliy permanganat, kislorod, vodorod peroksid, oltingugurt-ishqorli oqova suvlar, ishqoriy muhit; neytral muhit*

ХИМИЧЕСКИЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СЕРНО-ЩЁЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД.

Яминов Ф.Ф., Обидов Х.О.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Токсичность серо-щелочных сточных вод не позволяет их сброс в водоёмы или на почву, даже после значительного разбавления. Особый состав серо-щелочных сточных вод не даёт возможности их совместного сбора и очистки с другими промышленными сточными водами нефтеперерабатывающих заводов. В данной статье рассмотрены химические и комплексные методы обезвреживания серо-щелочных сточных вод на газоперерабатывающем заводе.*

Ключевые слова: *хлор, оксид железа, гидрат железа, пиролюзит, перманганат калия, кислород, перекись водорода, серно-щелочные сточные воды, щелочная среда, нейтральная среда.*

CHEMICAL AND COMPLEX METHODS FOR PURIFYING SULFUR-ALKALINE WASTEWATER

Yaminov F.F., Obidov H.O.

Bukhara state technical university

Abstract. *The toxicity of sulfur-alkaline wastewater makes it impossible to discharge it into water bodies or soil, even after significant dilution. The specific composition of sulfur-alkaline wastewater prevents its joint collection and treatment with other industrial effluents from oil refineries. This article discusses chemical and complex methods for the neutralization of sulfur-alkaline wastewater at a gas processing plant.*

Keywords: *chlorine, iron oxide, iron hydrate, pyrolusite, potassium permanganate, oxygen, hydrogen peroxide, sulfur-alkaline wastewater, alkaline medium, neutral medium.*

*O*ltingugurtli-ishqorli oqova suvlardan vodorod sulfidni yo‘qotishning kimyoviy usullarining mohiyati ishlov berilayotgan suvga H_2S bilan reaksiyaga kirishadigan kimyoviy reagentlarni qo‘shishdan iborat bo‘lib, buning natijasida u bog‘lanadi yoki kamroq faol birikmalarga aylanadi. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar ga kimyoviy ishlov berishda reagentlar sifatida quyidagilardan foydalanish mumkin: xlor va uning hosilalari, temir oksidi va temir gidrati, pirolyuzit, kaliy permanganat, kislorod va vodorod peroksid. Deyarli, barcha sanab o‘tilgan reagentlarni ishlab chiqarish sharoitida yaqin vaqtgacha oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga degazatsion ishlov berish uchun asosan xlor eng yaxshi o‘rganilgan va nisbatan arzon reagent sifatida qo‘llanilgan [2].

Xlorning, aniqrog‘i uning oksidlovchi sifatida suv bilan o‘zaro ta’siri mahsulotining samaradorligi OH-radikali (vodorod akseptori) va Cl-atomi (C-H-bog‘ining xlorlovchi agenti) xususiyatlarini o‘zida mujassam etgan HOCl gipoxloritining yuqori qobiliyati bilan bog‘liq. Reaksiyaning tezligi va chuqurligi nafaqat aralashmalarning tabiatiga, balki haroratga, pH ga, oksidlovchi konsentratsiyasiga, kontakt vaqtiga va boshqalarga ham bog‘liq. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga xlor qo‘shilganda H_2S ning erkin oltingugurtgacha oksidlanishi - xlorning kichik sarflarida va sulfatlargacha - uning katta sarflarida sodir bo‘ladi. Bunda kislotalar va vodorod ionlari hosil bo‘ladi, bu esa ishlov berilayotgan suvning pH ko‘rsatkichining sezilarli darajada pasayishiga olib keladi [2].

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni xlorlashning afzalliklariga shuni kiritish kerakki, H_2S ni oksidlash bilan bir vaqtda xlor-reagentning tegishli dozalarida ishlov berilayotgan suvni zararsizlantirishga erishiladi. Suvni xlorlash qurilmalarining soddaligi va ixchamligiga, xlor va uning hosilalarining arzonligi va mavjudligiga qaramay, oqova suvlarni faol xlor bilan tozalash usuli cheklangan qo‘llanilishi mumkin. Bu organik aralashmalarning oksidlanish chuqurligi (organik kislotalargacha) etarli emasligi, zaharli xlororganik birikmalar hosil bo‘lishi bilan bog‘liq. Bundan tashqari, oqova suv tarkibida ammiak mavjud bo‘lganda, u xlor bilan o‘zaro ta’sirlashib, zaharli xloraminlarni, asosan NH_2Cl (shuningdek, $NHCl_2$, NCl_3) hosil qiladi. Xloraminlar hatto past konsentratsiyalarda ham baliqlar va boshqa tirik organizmlar uchun zaharli hisoblanadi [2].

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga kimyoviy ishlov berishning keyingi mashhur texnologiyasi temirdan foydalanishni nazarda tutadi. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga temir qirindisi bilan ishlov berish usuli 1929-1930-yillarda Yeysk suv quvurida amalga oshirilgan. Temir vodorod sulfid bilan quyidagi reaksiyaga kirishadi:

$$H_2S + Fe \rightarrow FeS + H_2\uparrow. \quad (1)$$

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga ishlov berishni temir qirindisi bilan to‘ldirilgan maxsus barabanlarda amalga oshirish taklif etilgan. Ferrogel qatlami orqali filtrlash va suvga temir oksidi gidrati bilan ishlov berish temirning oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga ta’sirining turlari hisoblanadi. Ferrogel temir gidroksidi surtilgan materialdan iborat. Vodorod sulfidning ferrogel bilan o‘zaro ta’sirini quyidagi reaksiyalar orqali ifodalash mumkin:

ishqoriy muhitda:

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 6H_2O; \quad (2)$$

neytral muhitda:

$$2Fe(OH)_3 + H_2S \rightarrow 2FeS + S + 6H_2O. \quad (3)$$

Buning natijasida vodorod sulfid va gidrosulfid ionlari bog‘lanib, temir sulfid va oltingugurt hosil qiladi. Hosil bo‘lgan temir sulfidi bu holda tindirishda cho‘kmaga tushadi va havo bilan puflashda temir (III) gidroksid hosil qilib kislorod bilan regeneratsiyalanishi mumkin. Demak, temir gidroksidi bilan ishlov berishning yopiq jarayonini temir sulfid va temir gidroksidiga navbatma-navbat o‘tkazish yo‘li bilan amalga oshirish mumkin. Biroq, suvni qayta ishlash jarayonida oltingugurtning asta-sekin to‘planishi, oltingugurt bilan ifloslangan temir gidroksidining bir qismini yopiq sikldan chiqarib tashlash va uni gidroksidning yangi qismlari bilan almashtirish zarurligiga

olib keladi, buning uchun qayta ishlanadigan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarga temirning biror tuzini ($FeCl_3$ yoki $FeSO_4$) qo‘shish tavsiya etiladi [2].

Oltingugurtli-ishqorli oqovalarni temir yordamida qayta ishlash usullari muhandislik dizayni va ekspluatatsiyasining murakkabligi, shuningdek, keyinchalik temir sulfiddan qo‘shimcha tozalash va qayta ishlangan suvni zararsizlantirish tufayli keng tarqalmagan [2].

Shunday qilib, oqova suvlarni oltingugurtli birikmalardan tozalashning barcha tavsiflangan usullari quyidagi kamchiliklarga ega oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni tozalash uchun sof holda qo‘llab bo‘lmaydigan usullar. Avvalambor, bu yuqori ekspluatatsion xarajatlar, texnologiyaning murakkabligi, ekologik nomaqbulligi, boshlang‘ich oqimning o‘ziga xos xususiyatlariga tor yo‘naltirilganligi va sulfidlarning past yakuniy tarkibiga erishishning murakkabligi.

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni tozalashning eng istiqbolli usul bo‘lib fizik, kimyoviy va biokimyoviy usullarini kombinatsiyalash hisoblanadi. Bu holda tozalash darajasi suvni suv havzasiga tashlash yoki umumzavod tozalash inshootlariga qo‘shimcha tozalashga yuborish imkonini beradi [2].

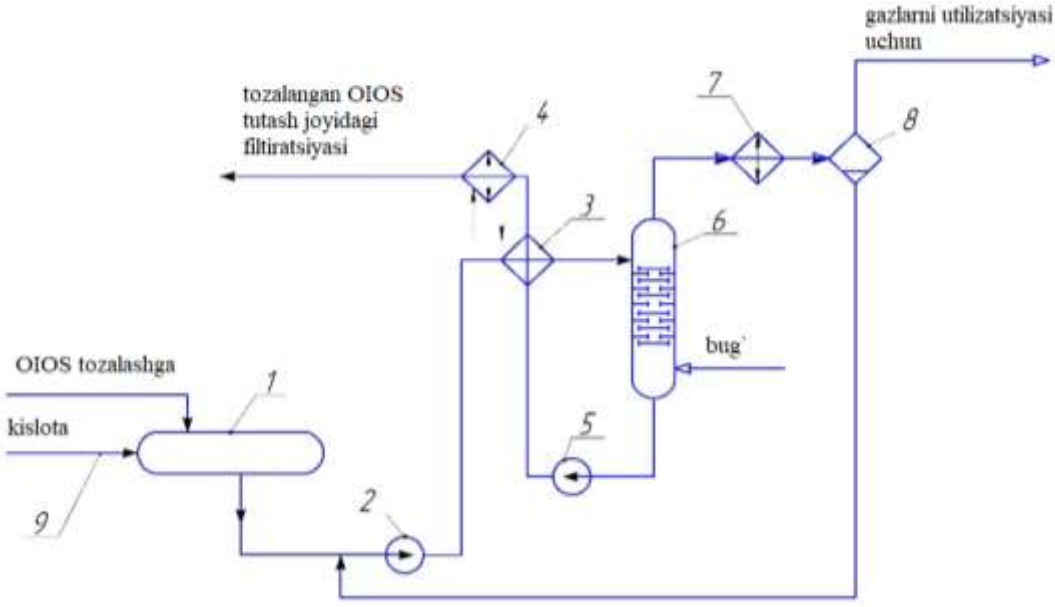
Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar klassik tarkibining yuqori ishqoriyligi erkin vodorod sulfid H_2S ning gidrosulfid va sulfid ionlariga (HS^- va S^{2-}) o‘tishiga yordam beradi, ular aeratsiya va bug‘latish jarayonida suvdan chiqarib yuborilmaydi.

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni neytrallash va keyinchalik oltingugurtli birikmalarni havo va inert tashuvchi (azot) oqimida haydab ajratib olish jarayonini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, oltingugurtli birikmalar pH < 5-6 bo‘lganda eng jadal ajralib chiqadi. Oltingugurtli birikmalarning desorbsiyasi bilan bir vaqtda oksidlanish-qaytarilish jarayonlari sodir bo‘ladi[2]. pH qiymati > 8,0 bo‘lgan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarda vodorod sulfid asosan sulfid S^{2-} va gidrosulfid HS^- ko‘rinishida bo‘ladi va uni H_2S molekulyar shaklga o‘tkazish uchun keyinchalik gazsizlantirish uchun kislotali muhitga o‘tkazish zarur [2,3].

Suvli eritmada kislota vodorod kationi H^+ va tegishli anionga dissotsiatsiyalanadi:

$$HA \leftrightarrow H^+ + A^-. \quad (4)$$

1-rasmda kislotalar bilan neytrallash va keyinchalik bug‘latish usuli bilan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni tozalash sxemasini texnologik rasmiylashtirish misoli keltirilgan.



1-rasm. Mineral kislotalar bilan neytrallash va keyinchalik bug‘latish orqali oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni kompleks tozalash usulining prinsipial texnologik sxemasi

Neft mahsulotlari va mexanik aralashmalardan tozalangan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar *1* o‘rtachalash idishiga beriladi, unga ham kislota eritmasi dozirovka qilinadi *9*, pH doimiy nazorat qilinadi, so‘ngra oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar kolonna-degazatorga kelib tushadi *6*. Bu kolonnaga o‘tkir bug‘ ham beriladi. Tozalangan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar nasos yordamida kolonnadan chiqariladi *5*, issiqlik almashtirgich orqali o‘tadi *3*, unda dastlabki xomashyo aralashmasining issiqligini beradi, sovutgichda sovutiladi *4* va qurilmadan chiqariladi. Tarkibida H_2S, SO_2 (va ayrim hollarda ammiak) bo‘lgan chiqindi gazlar muzlatgichda sovutiladi*7*, tomchi ushlagichdan o‘tadi *8* va utilizatsiyaga yuboriladi.

Nisbatan arzonligi, rasmiylashtirishning soddaligi, kimyoviy reaksiyalarning yuqori tezligi va chuqurligiga qaramay, bu usul o‘zining kamchiliklariga ega. Birinchidan, vodorod sulfidli suvlarga degazatsion ishlov berishning har qanday fizik usulida atmosferaga zaharli vodorod sulfid ajralib chiqadi. Ikkinchidan, mahalliy xavf mavjud. Bu esa qo‘shimcha korroziya ingibitorlari va legirlangan po‘latlardan foydalanish zaruratini keltirib chiqaradi. Sulfat yoki xlorid kabi mineral kislotalarni qo‘llash tufayli boshqa tuzlar ishtirokida chuqur tozalash imkoniyati sulfatlar va xloridlar konsentratsiyasining oshishi tufayli oqova suvlarning umumiy minerallashuvining ko‘payishiga olib keladi. Bundan tashqari, kislota xo‘jaligidan foydalanishning murakkabligini ham hisobga olish kerak.

Neft-kimyo sanoatida oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni neytrallash uchun ko‘pincha tarkibida CO_2, SO_2, NO_2 bo‘lgan chiqindi gazlardan foydalaniladi. Kislorodsizlantirishni o‘tkazish zarurati oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar ning yuqori pH darajasi - 11-13. Ushbu pH qiymatida eritmada erkin vodorod sulfid mavjud emas, mavjud sulfidlar esa dissotsiatsiyalangan HS^- va S^{2-} anionlari ko‘rinishida bo‘ladi.

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarning karbonlanish jarayoni ko‘p bosqichli, murakkab fizik-kimyoviy jarayon bo‘lib, unda gaz va suyuqlik o‘rtasida ham, oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar eritmasida ham ion-molekulyar o‘zaro ta’sir o‘rnatiladi [2,3].

Quyidagi bosqichlardan iborat:

1) CO_2 ning suvda fazalar kontakt yuzasini hosil qilgan holda tarqalishi;

2) CO_2 ning suvda erishi;

3) karbonat angidridning suv bilan o‘zaro ta’sirining kimyoviy reaksiyasi:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \ (-20\ kJ);\ (5)$$

4) gidrokarbonat molekulalarining elektrolitik dissotsiatsiyasi:

$$H_2CO_3 \leftrightarrow HCO_3^- + H^+;\ (6)$$

$$HCO_3^- \leftrightarrow CO_3^{-2} + H^+;\ (7)$$

5) erkin vodorod ionlarining sulfid ionlari bilan o‘zaro ta’siri:

$$H^+ + HS^- \leftrightarrow H_2S\uparrow;\ (8)$$

$$H^+ + S^{2-} \leftrightarrow HS^-;\ (9)$$

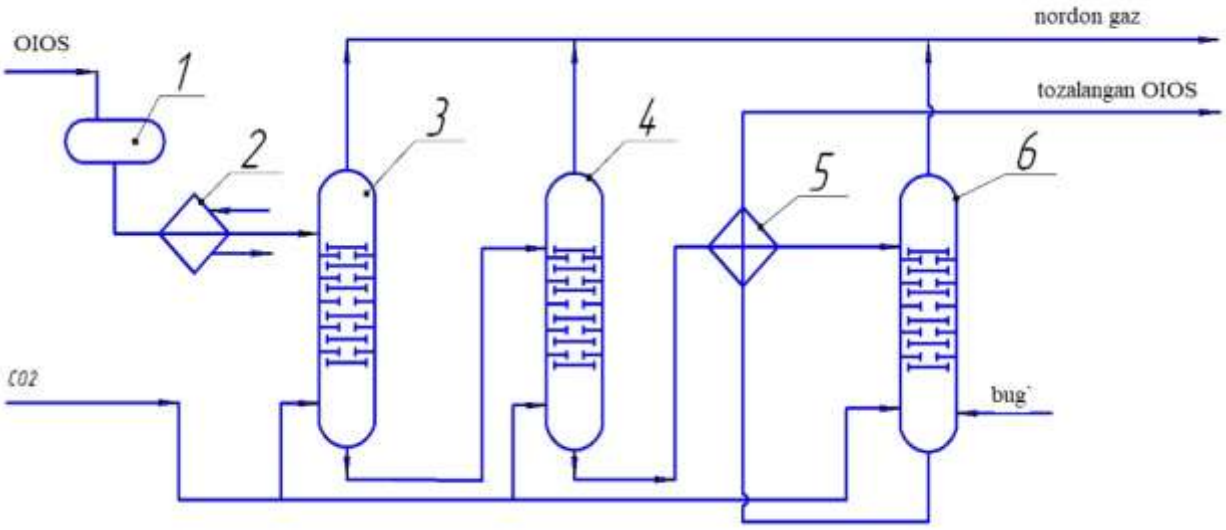
6) Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar eritmasidan vodorod sulfidni bug‘latish orqali desorbsiyalash;

7) 4-faktorli sistemada murakkab muvozanatga erishish: sulfidli oltingugurt shakli, karbonat ioni shakli, vodorod sulfid desorbsiyasi/sorbsiyasi, karbonat angidrid desorbsiyasi/sorbsiyasi.

H_2S desorbsiyasi ham murakkab jarayon bo‘lib, vodorod sulfidning teskari dissotsiatsiyasiga, uning boshqa moddalar, bug‘lantiruvchi agentlar va shu kabilar ishtirokida eruvchanligiga bog‘liq.

2-rasmda keltirilgan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni karbonizatsiyalash qurilmasining texnologik sxemasi tavsifini ko‘rib chiqamiz. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar neft mahsulotlari va mexanik aralashmalardan ajratilgandan so‘ng, *1* yig‘gichdagi o‘rtachalash *2* issiqlik almashtirgich orqali *3* va 4 karbonizatorga beriladi, unga ham CO_2 kelib tushadi, eritma tarelkalar

bo‘ylab oqib, uglerod dioksidi bilan reaksiyaga kirishadi, bunda ajralib chiqadigan vodorod sulfidi, merkaptanlar va reaksiyaga kirishmagan uglerod dioksidi bilan neft mahsulotlarining bug‘lari pechga yoqish uchun yuboriladi. Karbonizatordan chiqayotgan oqava suv *issiqlik almashtirgichdan o‘tadi* va bug‘latish kolonnasiga yuboriladi.



2-rasm. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni karbonlash jarayonining prinsipial texnologik sxemasi

Bug‘latish kolonnasiga o‘tkir bug‘ va karbonat angidrid ham beriladi. H_2S va CO_2 aralashmasi sovutiladi, separatordan o‘tkaziladi va qayta ishlashga yuboriladi. Bug‘latish kolonnasidan neytrallangan oqova suv issiqlik almashtirgichdan o‘tadi, u erda o‘z issiqligini kiruvchi oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar oqimiga beradi, yig‘gichga tushadi va biologik tozalashga yuboriladi.

Ishqoriy oqova suvlarni neytrallash uchun karbonat angidriddan foydalanish mineral kislotalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega.

Ushbu usulning afzalliklariga “kislotasizlantirish”ning nisbatan past narxini, CO_2 (kislotali va “puflovchi” agent), Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarda etarlicha neytral karbonatlar va gidrokarbonatlardan tashqari boshqa ikkilamchi ifloslantiruvchilarning yo‘qligi. CO_2 ning cheklangan eruvchanligi, shuningdek, kuchsiz kislotali xususiyatlari tufayli texnologik uskunalarning korrozion shikastlanish ehtimoli kamayadi.

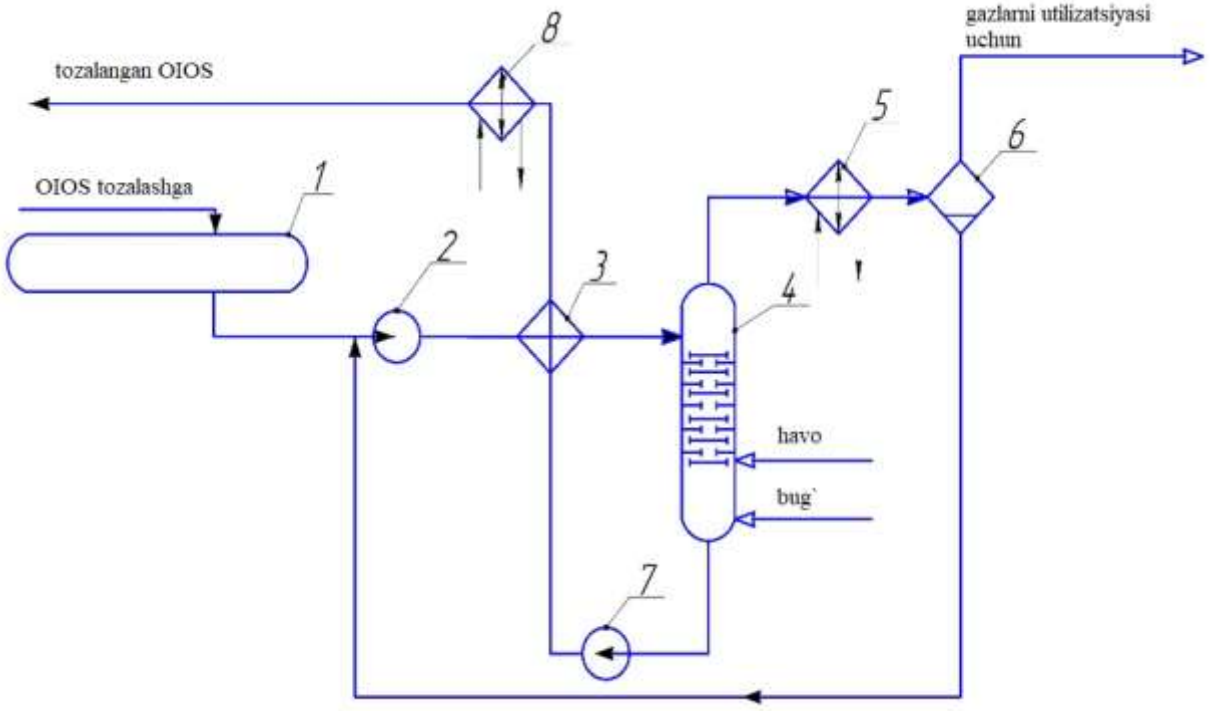
Ushbu usulning kamchiligi shundaki, korxonada ushbu mahsulot mavjud bo‘lmagan taqdirda CO_2 ishlab chiqarish uchun qurilma qurish zarurati.

Yuqori haroratda havo kislorodi bilan oksidlanish jarayonida sulfidlar tiosulfatlarga aylanadi. Kislorodning nazariy iste’moli 1 kg/ 1 kg sulfidli oltingugurtni tashkil qiladi, ammo tiosulfatning bir qismi sulfatgacha oksidlanishi tufayli haqiqiy kislorod yuqori bo‘ladi [2].

pH=7,0-13,8 bo‘lganda Na_2S, NaHS, H_2S oksidlanishining asosiy mahsuloti tiosulfat hisoblanadi. pH = 9,0-9,5 bo‘lgan muhitda sulfitlar, sulfatlar hosil bo‘lishi bilan reaksiyalar sodir bo‘ladi, bunda oqova suvning pH qiymati pasayadi. pH = 12,15-12,75 bo‘lgan ishqoriy muhitda oksidlanganda sulfidlar va gidrosulfidlarning sulfit va sulfatgacha o‘zgarishi oqova suv pHining o‘zgarishi sodir bo‘lmaydi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, oksidlanish tezligi sulfidlar konsentratsiyasiga mutanosibdir. Sulfidlarning oksidlanish tezligi bosim oshishi bilan ortadi; optimal bosim 0,1-0,8 MPa, harorat 60-120 °C va havo sarfi 7-10 m^3/m^3 [1].

3-rasmda keltirilgan oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni oksidlash qurilmasining texnologik sxemasi tavsifini ko‘rib chiqamiz. Neft mahsulotlari va mexanik aralashmalardan tozalangan oqava suv o‘rtachalash idishiga *1*, nasos bilan *2* issiqlik almashtirgichga *3* beriladi, unda 85-95 °C gacha qizdiriladi va keyin oksidlash kolonnasiga *4* kelib tushadi. Bu kolonnaga havo va o‘tkir bug‘ ham beriladi. Tozalangan suv nasos *7* bilan kolonnadan chiqariladi, issiqlik almashtirgich *3* orqali o‘tadi, unda dastlabki oqava suvga issiqlik beradi va keyin kanalizatsiya tizimiga tashlanadi. Chiqindi gazlar sovutgichda sovutiladi *5*, tomchi ushlagichdan o‘tadi *6* va utilizatsiyaga tashlanadi.



3-rasm. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarni havo kislorodi bilan oksidlab tozalashning asosiy texnologik sxemasi

Tozalash natijasida sulfidlar miqdori (vodorod sulfidga qayta hisoblaganda) 20-3300 dan 3-300 mg/dm^3 (o‘rtacha 88,8%) gacha kamaydi, shu bilan birga tiosulfatlar miqdori 1-300 dan 10-1500 mg/dm^3 (o‘rtacha 5,8 marta) gacha oshdi [6, 7].

Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlar tozalashning arzonligi va reagentlarni qo‘llashning xavfsizligiga qaramay, ushbu usul bir qator kamchiliklarga ega. Oltingugurtli-ishqorli oqova suvlarning havo kislorodi bilan oksidlanishi tiosulfatlar miqdorining oshishiga (5-8 marta) olib keladi, bu esa uskunaning tuzlar bilan tiqilib qolishiga sabab bo‘ladi. Oxirgisi sulfidlardan chuqur tozalanmasligiga sabab bo‘ladi. Jarayon katta miqdordagi havo sarfini va gazlarni utilizatsiya qilish zaruratini nazarda tutadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. Л.: Химия, 1977. 464 с.
2. Ксандопуло С.Ю., Шурай С.П., Барко А.В. Перспективы очистки стоков нефтеперерабатывающих заводов в целях сохранения качества окружающей среды // Санитарный врач. 2009. № 12. С. 25-33.
3. Бадикова А.Д., Мурзакова А.Р., Кудашева Ф.Х., Цадкин М.А., Гимаев Р.Н. Поиск путей очистки сернисто-щелочных стоков нефтеперерабатывающих предприятий // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2005. № URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Badikova/Badikova_1.pdf (дата обращения: 2. 02.07.2019).

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

БУХОРО ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

Бухоро давлат техника университети нашри
“ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ”
Илмий-техникавий журнал
2025 йил, 6-сон. ISSN 1281-8193
Журнал таҳририят компьютерида саҳифаланди.
Манзил: 200117, Бухоро ш., Қ.Муртазоев кўчаси 15.
Тел: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz
http://journal.bstu.uz

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Издатель: Бухарский государственный технический университет
«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
Научно-технический журнал
Выпуск 6, 2025. ISSN 1281-8193
Отредактирована на компьютере редакции.
Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.
Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz
http://journal.bstu.uz

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY
Publisher: Bukhara State Technical University
DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Scientific and Technical Journal
Issue 6, 2025. ISSN 1281-8193
Yedited on the yeditorial computer.
Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15
Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz
http://journal.bstu.uz