ISSN 2181 – 8193

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI



FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI



1
2026

Tahririyat hay'ati raisi:
SIDDIQOVA S.G'. –
Buxoro davlat texnika universiteti rektori
Muovini:
NIZAMOV A.B. –
BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori
Tahrir hay'ati:
MUQIMOV K.M. – O'zR FA akademigi (O'zMU)
JALILOV A.T. – O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)
NEGMATOV S.N. – O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)
BAHODIROV G'.A. – t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi
XAMIDOV O.X. – iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)
JALILOV T.K. – iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)
PARDAYEVA M.D. – BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)
XOJIYEV A.X. – o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)
SAIDOV S.B. – Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori
QURBONOV J.M. – texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)
ADIZOV B.Z. – texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI
ASTANOV S.X. – fizika-matematika fanlari doktori, professor
RAXMONOV X.Q. – texnika fanlari doktori, professor
VOXIDOV M.M. – texnika fanlari doktori, professor
JO'RAYEV X.F. – texnika fanlari doktori, professor
SADULLAYEV N.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOV Q.X. – texnika fanlari doktori, professor
FOZILOV S.F. – texnika fanlari doktori, professor
ISABAYEV I.B. – texnika fanlari doktori, professor
ABDURAHMONOV O.R. – texnika fanlari doktori, professor
GAFUROV K.X. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
XAYDAROV A.A. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
JO'RAYEV F.O'. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MURADOVA F.R. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
JUMAYEV M.R. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
YUNUSOVA G.S. – falsafa fanlari doktori (DSc), professor
BOBOYEV A.Ch. – iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
TO'XTAYEVA Z.Sh. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.J – texnika fanlari doktori (DSc), professor
HAYITOV R.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOZOROV G'.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOLTAYEV Z.I. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
OLTIYEV A.T. – texnika fanlari doktori, (DSc)
JALILOV R.B. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.I. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOVA N.Q. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
AXMEDOV V.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV R.A. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
PULATOVA M.I. – fizika-matematika fanlari nomzodi, professor
RAHMATOV Sh.A. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
OCHILOV A.R. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
O'RINOV U.A. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
PO'LATOVA S.U. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
SAMIYEVA Sh.X. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
TESHAYEV M.X. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
XAITOV V.U. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
XOJIYEV Sh.M. –texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
XAYITOV Sh.N. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
ZOIROV E.X. – falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent
NARZIYEV M.S. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
NAMAZOVA N.J. – iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD**),** dotsent

Bosh muharrir: **DO'STOV H.B. –** kimyo fanlari doktori, professor

Muharrirlar: **Artikova M.M., Istamova G.X.**
Musahhih: **Barakayeva D.F.**

FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI
ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan

Muassis:
Buxoro davlat texnika universiteti

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.

Tahririyat manzili:
200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti
Tel: 0(365) 223-92-40
Faks: 0(365) 223-78-84
E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Jurnalning to'liq elektron varianti bilan http://journal.bstu.uz sayti orqali tanishish mumkin.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.

M U N D A R I J A – С О Д Е Р Ж А Н И Е – CONTENT

TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JIHOZLAR	
Normayev Q.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Jalg‘asova G.S. Burg‘ilash mashinalari va ularning mexanizmlarini samarali qayta tiklash texnologiyalari.	**5**
Azamjonov R.S. Ekspluatatsıyadagı avtoyo‘l ko‘prıklarınıng yuk ko‘tarısh qobılıyatını oshırısh usulını takomıllashtırısh	**11**
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg‘ulash eritmasidan markazdan qochma separator yordamida yengillashtirilgan eritma tayyorlash texnologiyasi	**15**
Джураев Х.Ф., Ўктамова Ш.Ҳ. Қовоқ уруғи қобиғининг синдириш кучларини аниқлаш методикаси	**20**
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.	**24**
Jo‘rayev F.O‘., Jo‘rayev A.A., Saidova G.K. Uneversal qurilmaning yumshatuvchi ish oraganining parametrlarini uning ish ko‘rsitkichlariga ta’siri.	**27**
Авлиякулов Н.Н. Достижение качества измерительных процессов при метрологическом обеспечении производства	**32**
Do‘stov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A. Suvlangan gaz quduqlarini qayta ishga tushirish texnologiyasini takomillashtish tahlili.	**36**
KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR	
Toshboyev S.O‘., Panoyev E.R., Hasanov Z.Z. Gazlarni tozalashda qo‘llaniluvchi absorbentlarning tavsifi va unda hosil bo‘ladigan ko‘piklanish sabablari.	**43**
Умаров С.Х., Рустамов В.Дж., Халлоков Ф.К., Ходжаев У.О., Нарзуллаева З.М. Механизм отрицательной фотопроводимости в $TlGaSe_2$.	**47**
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Маҳаллий иккиламчи хом ашё – қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаб синтетик юқори ёғ кислоталари олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари.	**52**
Абдирахимов И.Э. Способы предотвращения образования гидрата при переработке газов.	**57**
Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jo‘raxanov D.M. Anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta’siri va uni quyoshli issiqlik tizimi orqali ta’minlash.	**61**
Abdirakhimov I.E. Anticorrosion properties of copper phosphide.	**66**
Norqulov J.F., Ibodullayev M.X., Abduraxmonov O.R., Kodirov O.Sh. Amin eritmalarini issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash jarayonini modellashtirish.	**72**
Абдирахимов И.Э., Буронов Ф.Э., Курбанов А.Т. Исследование технологических параметров, рекомендованных для синтеза этилена из метана.	**79**
Rahimov B.R. Yuqori qatronli neftlarning qovushqoqligini pasaytiruvchi depresanntlar kompozitsiyasini ishlab chiqish.	**86**
Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С. Определение концентрации диэтаноламина титриметрическим методом	**91**
Rahimov B.R. Qoldiq neftlarni olishda chuqurlik nasos qurilmasini takomillashtirishning dolzarb muamolari.	**96**
Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh. Tabiiy gazning tarkibidagi zaharli komponentlarni aminlar yordamida tozalash jarayonlari.	**100**

MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA	
Bafoyev D.X. Detallar sirtini plastik deformatsiyalash va bir tekis mikrorelefni shakllantirish	**107**
Majitov J.A. Bioreaktor devorining turli sirtlarida issiqlik berish koeffitsiyentlarini hisoblash va tahlil etish.	**112**
Azamov S.S. Uch fazali tok o‘zgartkichlari yordamida asinxron motorlarni himoya qilish tizimi tatqiq etish.	**118**
Maxmudov M.I., Qo‘shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O. Quyosh panellarining samaradorligiga changlanganlikning ta’sirini o‘rganish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar tahlili.	**122**
Атауллаев А.О. Исследование и разработка виброустойчивых инклинометрических преоразователей для систем контроля и управления.	**128**
Tovboyev A.N., Tog‘ayev I.B. Tojlanish jarayonining yuqori kuchlanishli havo liniyalaridagi quvvat yo‘qotishlariga ta’sirini baholash.	**135**
Murodov K.J. Ko‘p qavatli binolarning vertikal chiqindi quvurlaridagi suyuqlik oqimlaridan elektr energiya hosil qilish.	**141**
Xamroyev X.X. Mexanik ishlov berishda sirt qatlamining mexanik xususiyatlari.	**145**
Tojimurodov D.D. Asinxron motorlarni nosimmetrik rejimlari.	**149**
Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., To‘xtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F. O‘zbekistonda quyosh sovutish tizimlari va ularning texnik imkoniyatlari.	**154**
INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR	
Babomuradov O.J., Kuyliyeva F.A. Statistical analysis of social network messages.	**163**
Madaminov U.A., Qodirov D.R. Katta hajmli ma’lumotni parallel qayta ishlashda Hadoop MapReduce tizimini qo‘llash.	**168**
Каххоров М.М. Моделирование ветровой турбины типа Дарье и обоснование её параметров в системе Ansys Fluent.	**173**
Maxmudov M.Sh. Relef morfometrik ko‘rsatkichlari asosida marshrutlashning model va algoritmlari.	**179**
OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI	
Ravshanov S.S., Botirov M.Sh., ErgashevA.M., Mirzaev J.D., Shodmonqulova Q. Quruq iqlimda yetishtirilgan bug‘doy donini ochiq omborlarda saqlashning mahsulot xossalariga ta’siri.	**184**
Sharipov N.Z., Qo‘ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini infraqizil nurlar yordamida jadallashtirish.	**187**
Шарипов Н.З. Интенсификация процесса получения масла из ядра косточек вишни в поле сверхвысокочастотного тока.	**190**
Баракаев Н.Р., Шукуров Ю.У. Мева ва сабзавотларни сублиматия йўли билан қуритишнинг илмий асослари.	**194**
Ibragimov R.R., Sharipov N.Z. Bodringni konservalash jarayonida noan’anaviy usulda issiqlik ishlov berish jarayonini nazariy asoslari.	**199**
Kuliyev N.Sh. Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda ko‘pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlarining dinamikasi.	**203**
Мухамедова М.Э. Разработка рецептуры диабетических сдобных сухарей с использованием синергии растительных компонентов	**209**
Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х. Исследование показателей качества местных сортов овощной продукции длительного хранения.	**220**

Файзиев А.А., Ахмедов В.Н., Кедельбаев Б.Ш. Технология приготовления натурального мясного полуфабриката ферментированного бифштекса	**227**
TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI	
Ramazonov S.S., Ismoyilov F.B. Tola sifatini yaxshilash va tozalash maqsadida jinlash mashinasini ishchi qismlarini takomillashtirish.	**233**
Muxitdinova M.A., Bebutova N.N. Milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi: O‘zbek libos dizaynida yangi yo‘nalishlar.	**237**
Nematova L.X., Qodirova D.X. Yoshi katta ayollar fe’l atvori belgilari bo‘yicha iste’molchilarning tipologik xususiyatlarini aniqlash.	**242**
Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B. Tikuv mashinasining tahlama qurilmadagi taxlam hosil qilishda takomillashgan tahlam berishdagi tishlarini turli ko‘rinishda choklarga ta’siri.	**246**
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Холиқов К.М., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш ҳусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг физик-механик кўрсаткичлари тадқиқи	**251**
Shodmonova M.S. Elastikligi yuqori bo‘lgan polimer kompozitsiya olish usulini ishlab chiqish	**258**
Садуллаева Д.А. Современные материалы: Хан-атлас – традиция и инновация.	**261**
Джураев А., Росулов Р.Х., Пардаев Б.Ч., Имомназаров М.С. Пахтани майда ифлолсикларлан тозалагичнинг самарали конструкцияси.	**267**
Aliyev Sh.B. Tikuv mashinasining tishli reykasini lazer nuri yordamida termik ishlov berishning matematik modeli.	**270**
Musayev S.S., Qodirov T.J. Reseptura ko‘rsatkichlarining poliolefin va etilenpropilen kauchugi asosidagi poyabzal kompozitsiyalarining iste’mol va texnologik xususiyatlariga ta’siri.	**275**
Amonov A.R, Muxammedjanov M.M. Tikuv mashinasi qavariq rezinali vtulkali qayishqoq tayanchlarga o‘rnatilgan bosh vali tebranish amplitudasi tahlili.	**281**
Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch. Arrali jinlar konstruksiyasi, asosiy ishchi organlari, ishlash jarayoni.	**284**
Muxammedova M.O., Axmedov J.J. O‘smirlar uchun soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish.	**286**
Temirova G.I., Shodmonova M.S. Polimer kompozitsiya asosida ko‘p qatlamli mo‘ynali paketlar tayyorlash texnologiyasi.	**291**
Saidova X.X., Murodova Z., Ulugova N. 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash.	**295**
Kuliyeva D.R. Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim turini tanlash va konstruksiyasini ishlab chiqish	**299**
Sharipov J.O, Sayitqulov S.O., Begmurodov A.F. Detallarni yeyilishi va korroziyalanishiga asosiy sabablar hamda ulardan himoyalanish……..	**306**
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A. Turli o‘rilishli ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarning mexanik va deformatsion xususiyatlarining o‘zgarishi.	**309**
Sayitqulov S.O., Razzoqov R.R. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinasining yangi konstruksiyasini ishlab chiqish.	**314**
Qodirova S.X. Ayollar ustki liboslari bo‘yicha istiqbolli moda yo‘nalishlarini tahlil qilish	**318**
Каримова Н.Х. Оценка свойств двухслойных трикотажных тканей на основе структурного и механического анализа противостойчивости к трению и разрывного удлинения . . .	**322**
Maxmudova X.M. Paxta quritishning ahamiyatliligi va undagi texnik muammolar.	**326**
Behbudov Sh.H., Samadova M.O. Ip va matoga ta’sir etuvchi tashqi kuchlar asosida tikuv mashinasi bo‘g‘inlarining harakat tenglamalarini tahlil qilish.	**332**

Шопулатов А.А., Райимкулов Ж.К., Бердимуратов У.Т., Росулов Р.Х. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозиқчали-планкали барабан планкаларининг таъсири	**336**
Sultonov M.M., Aloxodjayev A.M., Mirzaaxmedova D.Yu. Takomillashtirilgan tozalash qurilmasining texnologik parametrlarini tadqiq qilish.	**340**
Azimova G.A., Shokirov L.B. Mahalliy xomashyolarga asoslangan yarim jun to‘qimalar ishlab chiqishning dolzarb masalalari.	**350**
Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H. Turli xomashyoli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘ratkichlarini kompleks baholash.	**354**
ANIQ VA IJTIMOIY-IQTISODIY FANLAR	
Mannonov Y.O. Kitobxonlik madaniyatini oshirishning ayrim masalalari.	**360**
Мухамадиев Б.Т, Мухамадиева З.Б., Джамалов С.Ш. Значение сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья	**363**
Xakimova M.Y. Elektron kutubxonani yaratishda zamonaviy dasturiy-texnik ta’minot	**372**
Шарипов М.З., Назаров Э.С., Зокирова З.М., Иброхимова С.Ш., Муминов Ш.Х. Структура и свойства одномерных микромагнитных конфигуратsій в ферромагнитных кристаллах.	**375**
EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI	
Мамедов Р.А., Жамолов Ж.Ж. Оценка низконапорного гидроэнергетического потенциала водозаборных сооружений и ирригационных каналов.	**381**
Мамедов Р.А. Исследование зависимости выхода водорода от термохимических характеристик электролита в процессе электролиза.	**391**

BURG‘ILASH MASHINALARI VA ULARNING MEXANIZMLARINI SAMARALI QAYTA TIKLASH TEXNOLOGIYALARI

Normayev Q.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Jalg‘asova G.S.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada burg‘ilash mashinalarining asosiy mexanizmlarini ta’mirlash va qayta tiklash jarayonlari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Xususan, mashinalarni qismlarga ajratish, detallarni yuvish, defektatsiya qilish va ularni qayta tiklash usullari yoritib berilgan. Shuningdek, burg‘ilash kolonkasi qulfli ulanma qismlarini samarali tiklash texnologiyasi, eritib qoplash, termik hamda kriogen ishlov berish jarayonlari va ularning amaliy samaradorligi haqida ma’lumotlar keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *burg‘ilash mashinalari, mexanizmlar, qayta tiklash, defektatsiya, eritib qoplash, termik ishlov, kriogen ishlov, mexanik ta’mirlash.*

DRILLING MACHINES AND TECHNOLOGIES FOR EFFECTIVE RESTORATION OF THEIR MECHANISMS

Normayev K.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Zhalg‘asova G.S.
Navoi state university of mining and technology.

Annotation. *This article provides a scientific analysis of the processes of repairing and restoring the main mechanisms of drilling machines. In particular, it discusses the disassembly of machines into components, cleaning of parts, defect detection, and methods of restoration. In addition, the article highlights effective restoration technologies of threaded joints of the drill string, as well as surfacing, thermal and cryogenic treatment processes and their practical efficiency.*

Keywords: *drilling machines, mechanisms, restoration, defect detection, surfacing, thermal treatment, cryogenic treatment, mechanical repair.*

***K*irish.** Mashinalar ta’mirida ishlab chiqarish jarayoni ularni tayyorlashdagi ishlab chiqarish jarayoni bilan o‘zining mashinalarni ta’mirlashga tayyorlash texnologik jarayonini o‘z ichiga olib, agregat va ta’mirlangan mashinalarni tozalash, moylash, qismlarga ajratish, eskirgan detallar nuqsonlar tutashmasi va ularni qayta tiklash, tugunlarni yig‘ishdan iborat bo‘ladi.

Barcha ta’mirlash uchun qabul qilingan yig‘ma birliklar va mashinalar kelgusida ishlatish uchun detallarni yaroqliylik darajasini aniqlashda belgilangan hajmda qisman qismlarga ajratilib, ishchi maydon kirlardan tozalanadi va eskirgan mahsulotlarning yaroqsizlari ta’mirlanadi yoki almashtiriladi. Qismlarga ajratishda ishlab chiqarishni to‘g‘ri tashkil etish va yuqori sifatga erishish ta’mirlashning davomiyligini va uning sermashaqqatligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Mashinalarni qismlarga ajratish oldidan u oldindan ko‘rikdan o‘tkaziladi, shu vaqtda uning texnik holati taxminan belgilanadi va bu qabul-topshirish dalolatnomasida aks ettiriladi. Mashina, agregat va yig‘ma birliklarni maxsuslashgan korxonalarda kapital ta’mirlashni bajarish vaqtida ular to‘liq detallarga ajratiladi. Konchilik sanoatida burg‘ilash mashinalari eng asosiy texnologik uskunalar qatoriga kiradi ular yordamida foydali qazilmalarni qidirish, qazib olish hamda konlarning geologik tuzilishini o‘rganish ishlari amalga oshiriladi.

Mashinani qismlarga bo‘lish texnologik kartasida operatsiyalarni bajarish tartibi, instrument va moslamalarni qo‘llash, vaqt normasi, shuningdek qismlarga bo‘lishda asosiy texnik shartlar ko‘rsatiladi. O‘ziga xos xususiyatlarini yo‘qotib yubormagan detallarni qismlarga bo‘lishga yo‘l qo‘yilmaydi. So‘nggi yillarda chuqur va murakkab geologik sharoitlarda olib borilayotgan burg‘ilash jarayonlari mexanizmlarga katta yuklama beradi, natijada mashina qismlarida tez-tez nosozliklar paydo bo‘lib, ularni qayta tiklash masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Burg‘ilash mashinalarining xizmat muddatini uzaytirish, avariyaviy to‘xtashlarni kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun detallarni qayta tiklash usullarini to‘g‘ri tanlash zarur.

Asosiy qism. Mashinalarni qismlarga ajratish va defektatsiya jarayoni mashinalarni ta’mirlash jarayoni ularni qismlarga ajratishdan boshlanadi, avvalo, mashina texnik ko‘rikdan o‘tkazilib, qabul-topshirish dalolatnomasi tuziladi, keyin esa agregatlar to‘liq yoki qisman qismlarga ajratilib, kir va moylardan tozalanadi. Detallarni defektatsiya qilishda ularning yaroqliligi tekshiriladi va uch guruhga bo‘linadi: qayta tiklanmasdan yaroqli detallar – faqatgina eskirish belgilari mavjud, ammo foydalanishga yaroqli. Qayta tiklanadigan detallar – mexanik ishlov yoki metall qoplash orqali

foydalanish uchun yaroqli holatga keltiriladi. Yaroqsiz detallar – katta darajadagi yoriqlar, sinishlar yoki boshqa nuqsonlar tufayli ishlatilmaydi.

Shunday qilib, mashinalarni qismlarga ajratish va defektatsiya qilish ta’mirlash jarayonining eng muhim bosqichi bo‘lib, keyingi texnologik ishlovlarning sifatiga bevosita ta’sir qiladi. Detallarni yuvish va tozalash usullari mashina qismlari ishlash jarayonida moy, chang, korroziya mahsulotlari va boshqa ifloslanishlarga duch keladi. Ularni samarali yuvish uchun kerosin, benzin va ishqorli eritmalardan foydalaniladi. Zamonaviy usul sifatida ultratovushli yuvish texnologiyasi keng qo‘llanmoqda. Bu usul qisqa vaqt ichida mayda yoriqlar va teshikchalarda yig‘ilgan iflosliklarni samarali ketkazadi.

Detallar yuvilib, issiq-sovuq suv bilan chayilgach, korroziyaga qarshi maxsus moylar bilan qoplanadi. Bu usul qismlarning saqlanish muddatini uzaytiradi va ularni keyingi qayta tiklash jarayoniga tayyorlaydi. Burg‘ilash kolonkasi qulfli ulanma qismlaridagi nosozliklar burg‘ilash jarayonida eng ko‘p nosozlik rezbali qulf qismlarida kuzatiladi. Ularning yemirilishi, yoriqlari va sinishi quyidagi sabablarga bog‘liq: quvurlarni ko‘p marotaba yechib-ulash, past sifatli materiallardan foydalanish, texnologik reglamentlarga amal qilmaslik. Nosozliklar natijasida burg‘ilash jarayonida avariyalar yuzaga kelib, ishlab chiqarishda to‘xtashlarga, ortiqcha xarajat va vaqt sarfiga olib keladi. Burg‘ilash mashinalarining qulfli ulanma qismlari ya’ni val, vtulka, shponka joylari, sharnir, qulf halqasi va boshqa ulanma qismlari ish jarayonida ishqalanish, zarba, korroziya ta’sirida yemiriladi.



1-rasm. Qulfli ulanma qismlari yemirilganlik holatlari

Bu qismlarni tiklashda payvandlash eng ishonchli usullardan biridir, chunki metall strukturasini tiklaydi, detallarni almashtirishsiz qayta foydalanish imkonini beradi, mexanik mustahkamlikni tiklaydi. Payvandlash orqali tiklashning asosiy turlari elektr yoyli payvandlash (MMA – Manual Metal Arc Welding), bu usulda qoplangan elektrod yordamida metall eritilib, yemirilgan joy to‘ldiriladi, katta massali detallar, shponka o‘rni, teshik atrofi, qulf joylari qayta tiklanadi, lekin issiqlik ta’sir zonasi katta, deformatsiya xavfi mavjud bo‘ladi. Argon yoyli payvandlash (TIG – Tungsten Inert Gas), bu usulda volfram elektrod va argon gazi himoyasida yuqori sifatli chok hosil qilinadi, nozik, kichik o‘lchamli va yuqori aniqlik talab qiluvchi qulfli joylarda qayta tiklanadi va yuqori sifatli, silliq va zich metall choklar bo‘ladi, biroq jarayon sekin maxsus argon baloni va jihoz talab qiladi.

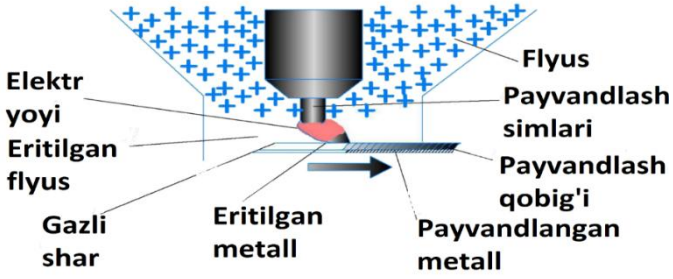
Yarimavtomatik payvandlash (MIG/MAG – Metal Inert/Active Gas) – bu usulda avtomatik beriluvchi sim yordamida payvandlash amalga oshiriladi, ammo gaz oqimini to‘g‘ri sozlash zarur.

Elektroshtamp (qoplama) payvandlash bu usulda qisqa yoy yordamida metall sirtiga yangi qatlam (qoplama) yotqiziladi, val, vtulka, shlitsali sirtlar, qulf joylari yemirilgan hollarda qo‘llaniladi. Sirt metallining qattiqligi oshadi, yemirilishdan himoya qiladi, asl o‘lcham qayta tiklanadi, lekin qattiqlik oshib sinib ketish ehtimoli yuqori bo‘ladi va ish unumdorligi past. Avtomatik yoyli payvandlash (Submerged Arc Welding – SAW). Bu usulda yoy maxsus kukun (flyus) ostida yonadi, bu esa metallni havodan himoya qiladi.

Qulfli ulanma qismlarni qayta tiklash texnologiyasida qismlarni qayta tiklashning eng samarali usuli – flyus ostida elektr yoy yordamida eritib qoplash texnologiyasidir. Elektr yoy bilan payvandlab eritib qoplash usuli oddiy va arzon hisoblanadi, qolaversa, ushbu usul eritib qoplashning yuqori sifatlarini ta’minlaydi. Shunga qaramasdan, ya’ni, ushbu usul bilan avvaldan burg‘ilash quvurlarini qulfli ulanish qismlarini qayta tiklab kelinishiga qaramasdan, ushbu usul bilan bog‘liq bir qator texnologik muammolar yechimsiz qolmoqda. Burg‘ilash quvurlarini eritib qoplash texnologiyasiga binoan, flyus 48 OF-10 qo‘llaniladi. Biroq flyusni o‘z vaqtida tozalamaslik payvandlash hududlarida haroratning oshib ketishiga, natijada esa mikrostrukturani o‘zgarishi orqali brakka olib keladi.

Keramik flyus ЭЛЗ-ФКН-1/55(Б) ni qo‘llaganda ishlatilgan material qoldiqlarini tozalash muammosi mavjud bo‘lmaydi, lekin, eritib qoplama hosil qilgandan keyin unga qayta ishlov berish murakkablashadi, ishlov beruvchi asboblarni tez ishdan chiqishiga olib keladi. Bundan tashqariburg‘ilash quvurlari qulflarini zaboyda sinish holatlari kuzatilgan. Burg‘ilash quvurlarining qulfli ulanish qismlarini eritib qoplash usulini takomillashtirishda, qulfli ulamalarning ekspluatatsiya ko‘rsatkichlariga ta’sir etuvchi bir qator omillarni hisobga olish kerak bo‘ladi. Bunda, avvalambor eritib qoplovchi materialni optimal tanlash kerak bo‘ladi, ya’ni, eritib qoplangan materialda bo‘shliqlar, darzliklar va notekisliklar bo‘lmasligi kerak.

Eritib qoplovchi metalning optimal tarkibi ekspluatatsiya qilinish xususiyati va sharoitlaridan kelib chiqqan holda tanlanishi kerak. Rezbali qulflarga eritib qoplash natijasida ishlov berilgandan so‘ng, ularning mo‘rtligi oshib ketmasligi kerak. Eritib qoplash texnologiyasini qo‘llaganda barcha xususiyatlar hisobga olinishi kerak, shuningdek, elektrod simi, flyus, termik eritib qoplash rejimi. Burg‘ilash quvurlarining qulfli ulanish qismlarini elektr yoy payvandlash usuli bilan eritib qoplab qayta tiklash quyidagicha amalga oshiriladi: yemirilgan qulf tanasi rezba qismiga 30ХГСА markali qoplovchi sim flyus qatlami ostida elektr yoyli payvandlash orqali eritib quyiladi, 2-rasmda eritib qoplash sxemasi keltirilgan.



2-rasm. Eritib qoplash sxemasi

Burg‘ilash quvurlarini qulfli ulanish qismlarini eritib qoplash orqali qayta tiklashda, qayta tiklangan detalning sifati qoplovchi materialga bog‘liq bo‘ladi. Burg‘ilash quvurlarining qulfli ulanish qismlari 40ХМФА markadagi po‘latdan bo‘lganligi sababli, ushbu po‘latga mos tushuvchi qoplovchi sim va flyus tarkibini aniqlash talab etilgan edi. Bir qator tajribalardan so‘ng, Нп-30ХГСА qoplovchi simini 48ОФ-10 va ЭЛЗ-ФКН-1/55(Б) keramik flyusini 1:1 miqdorida qo‘llash eng samarali qoplama hosil qilishi aniqlandi. Shuningdek, ta’mirlanayotgan yuzada qoplama hosil qilishni kichik qalinliklarda bir necha qatlamda hosil qilish yuqori samaradorlik berishi aniqlandi.

Jarayon quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi: asosiy quvur materiali sifatida 40ХМФА po‘lati tanlanadi, qoplovchi sim – Np-30ХГСА, flyus aralashmasi – 48ОФ-10 va ЭЛЗ-ФКН-1/55(Б). Qoplama bir necha qatlamda hosil qilinganda va yuza 250°C gacha qizdirilganda eng yaxshi natijalar kuzatiladi. Natijada qulfli qismlarning qattiqligi oshadi va ularning xizmat muddati sezilarli darajada uzayadi. Qulfli ulanish qismlarini qo‘shimcha mustahkamlash usullari: ularga termik va kriogen ishlov berish hisoblanadi. Termik ishlov – yuqori haroratda qizdirib, metallning mexanik xossalarini yaxshilash.



3-rasm. Qulfli ulanma qismlarni qayta tiklash jarayoni

Kriogen ishlov – suyuq azot yordamida (-196°C) chuqur sovutish orqali mustahkamlikni oshirish. Mustahkamligi oshirilayotgan detalga kriogen ishlov berish quyidagicha amalga oshiriladi: detalni salbiy haroratgacha sovutish, erishilgan salbiy haroratda ma'lum muddat ushlab turish va uni xona haroratigacha qizdirish. Kriogen ishlov berishning natijasi ko'p holatlarda termik ishlov berish turlarining ketma-ketligini o'zaro ta'siriga bog'liq bo'ladi, ya'ni ishlov berilayotgan detalni toblash, kriogen ta'sir etish, haroratini xona haroratigacha yetkazish va bo'shatish (otpusk) jarayonlarini o'zaro ketma-ketligi. Burg'ilash quvurining rezbali qulf ulanish qismlarini eritib qoplash usuli bilan qayta tiklagandan so'ng 3 xil usulda termik ishlov berildi, quyida 3-rasmda ushbu usullarning tavsifi keltirilgan.

I usul	• Kriogen ta'sir qilish; • Haroratini xona haroratiga yetkazish; • Toblash; • Otpusk;
II usul	• Toblash; • Haroratini xona haroratiga yetkazish; • Kriogen ta'sir qilish; • Haroratini xona haroratiga yetkazish; • Otpusk;
III usul	• Toblash; • Haroratini xona haroratiga yetkazish; • Otpusk; • Haroratini xona haroratiga yetkazish; • Kriogen ta'sir qilish; • Otpusk

4-rasm. Burg'ilash quvurlarining rezbali qulf ulanish qismiga termik ishlov berish usullari

Burg'ilash qulflarining mustahkamligi va qattiqligini oshirish maqsadida kriogen ishlov berish jarayoni quyida 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Burg‘ilash qulflarining mustahkamligi va qattiqligini oshirish maqsadida termik va kriogen ishlov berish jarayoni

Tajriba natijalariga ko‘ra, qayta tiklangan qismlarning qattiqligi 328 HB gacha oshgan, rezbali ulanmalarda yuzaga keladigan avariyalar esa 75% gacha kamaygan. Bu esa burg‘ilash mashinalarining ishonchliligini keskin oshiradi va boshqa konchilik texnikalariga ham qo‘llanilganda ularning barchasini xizmat muddatini uzaytirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va iqtisodiy tejamkorlikka sabab bo‘ladi.

Xulosa. Burg‘ilash mashinalarining samarali ishlashi ko‘p jihatdan ularning mexanizmlarini qayta tiklash texnologiyalariga bog‘liq. Mashinalarni qismlarga ajratish, yuvish va defektatsiya qilish, shuningdek, qulfli ulanma qismlarni eritib qoplash orqali qayta tiklash texnologiyalari yuqori natija beradi. Termik va kriogen ishlovlar yordamida detallarni mustahkamlash ularning xizmat muddatini sezilarli darajada oshiradi. Shunday qilib, qayta tiklash texnologiyalarini to‘g‘ri tanlash burg‘ilash jarayonida yuzaga keladigan avariyalarni kamaytiradi, ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi va iqtisodiy foyda keltiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Normayev Q.H. Skvajinalarni burg‘ilashda texnologik avariyalarni va geologik asoratlarni bartaraf etuvchi texnik yechimlarni ishlab chiqish // PhD. dissestatsiya ishi // UO‘K: 622.248 // Navoiy: «O‘zbekiston konchilik xabarnomasi» jurnali nashriyoti, 2024 – 113 b.
2. Djuraev R.U., Mirzayev A.U. va boshq. Chuqur skvajinalarni burg‘ilash qazish uskunalari va texnologiyasi. – Toshkent: «Lesson Press», 2023. – 480 b.
3. Михеев Д. А. Исследование аварийных муфт замков бурильных труб, восстановленных наплавкой // Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – С. 256–257.
4. Халтурин, О.А. Анализ влияния отклонений геометрии на напряжения в замковом резьбовом соединении // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 80–82.
5. Vlasuk V.I., Kalinin A.G., Annenkov A.A. Qidiruv quduqlarini burg‘ilash va sinovdan o‘tkazish. Oliy ta’lim muassasalari uchun o‘quv qo‘llanma. — Moskva: TsentrLitNefteGaz nashriyoti, 2008. — 860 bet.
6. Solovyov N.V., Krivosheev V.V., Bashkatov D.N. va boshqalar. Qidiruv quduqlarini burg‘ilash. — Moskva: Vysshaya Shkola nashriyoti, 2007. — 904 bet.
7. Мустафаев О.Б., Джураев Р.У., Тешаев Н.Г. Скважиналарни бурғилашда бурғилаш суюқлигини ютилишини олдини олиш ва бартараф этишнинг замонавий усулларини таҳлили // Ўзбекистон кончилик хабарномаси. – Навои, 2021. – №1. –11-14 б.
8. Черепов Д.А. Борьба с поглощениями бурового раствора: кольматанты нового поколения DrillMix // Бурение и нефть, 2019. - № 3. - С. 28-30.
9. Живаева В.В., Нечаева О.А. Новые подходы по борьбе с поглощениями // Экспозиция Нефть Газ, 2016. –№7. –С. 22.
10. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. –Краснодар: Просвещение – Юг, –2010. –522 с.

Normayev Qobilbek Husanovich – PhD, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsenti, Tel – 93-386-78-00, E-mail:normayevqobilbek@gmail.com

Rasulov Shuhrat Qosimovich – Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi assistenti.

Pardayeva Shahlo Saxibjonovna – Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi assistenti.

SEYSMIK HUDUDLARDA AVTOMOBIL KO‘PRIKLARINING YUK KO‘TARISH QOBILIYATINI OSHIRISH USULLARINI TAHLILI

Azamjonov R.S.
Andijon davlat texnika instituti.

Annatatsiya. *Mazkur tadqiqot seysmik hududlarda joylashgan avtomobil ko‘priklarining yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish masalasiga bag‘ishlangan. Tadqiqotda avvalgi me’yoriy hujjatlar asosida loyihalangan mavjud ko‘prik inshootlarining amaldagi ShNQ 2.05.03-22 “Ko‘priklar va quvurlar”da belgilangan A14 va NK100 toifasidagi zamonaviy transport yuklari talablariga nomuvofiqligi hamda buning natijasida yuk o‘tkazuvchanlik va ekspluatatsion xavfsizlik darajasining pasayishi ilmiy asosda tahlil qilinadi. Maqolada ko‘priklarni to‘liq rekonstruksiya qilmasdan, oraliq qurilmalarining ishchi balandligini oshirish orqali asosiy tashuvchi elementlarning egilishga qarshiligini kuchaytirishga qaratilgan takomillashtirilgan konstruktiv yechim taklif etiladi. Taklif etilgan usulning samaradorligi nazariy hisoblashlar, eksperimental sinovlar va dasturiy modellashtirish natijalari asosida baholanib, uning seysmik hududlardagi avtomobil ko‘priklarining yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirishda muhim texnik-iqtisodiy ahamiyatga ega ekani asoslanadi.*

Kalit so‘zlar: *seysmik hududagi avtoyo‘l ko‘priklari; yuk ko‘tarish qobiliyati; A14 va NK100 yuklari; ShNQ 2.05.03-22; oraliq qurilma; ishchi balandlik; konstruktiv mustahkamlash; kuchaytirish.*

ANALYSIS OF METHODS FOR INCREASING THE LOAD-BEARING CAPACITY OF HIGHWAY BRIDGES IN SEISMIC REGIONS

Azamjonov R.S.
Andijan state technical institute.

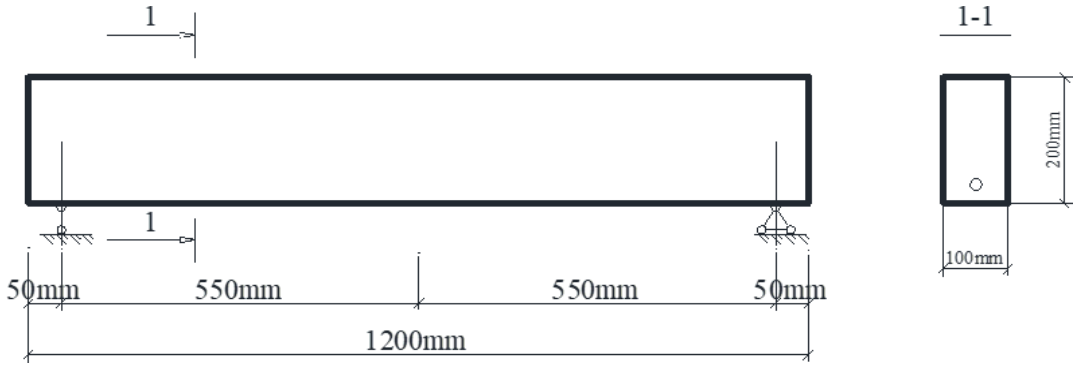
Abstract. *This study is devoted to the issue of increasing the load-bearing capacity of highway bridges located in seismic regions. The research provides a scientifically grounded analysis of the non-compliance of existing bridge structures, designed in accordance with earlier regulatory documents, with the requirements of modern traffic loads of categories **A14 and NK100** specified in the current standard **ShNQ 2.05.03-22 “Bridges and Culverts”**, as well as the resulting reduction in load-carrying capacity and operational safety.The paper proposes an improved structural solution aimed at enhancing the bending resistance of the main load-bearing elements by increasing the effective depth of the superstructure without performing complete reconstruction of the bridge. The effectiveness of the proposed method is evaluated based on theoretical calculations, experimental testing, and numerical modeling results, and its efficiency is substantiated.*

Keywords: *highway bridges in seismic regions; load-bearing capacity; A14 and NK100 loads; ShNQ 2.05.03-22; superstructure; effective depth; structural strengthening; strengthening methods; technical and economic efficiency.*

Avtoyo‘l ko‘prik inshootlarining yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirishning takomillashtirilgan usulini ishlab chiqish hisoblanadi. Ya’ni, eski me’yoriy hujjatlar bilan loyihalanib ekspluatatsiya qilinayotgan ko‘prik va yo‘lo‘tkazgichlarning zamonaviy (*SHNQ 2.05.03-22 “Ko‘priklar va quvurlar”da belgilangan (A14 va NK100) vaqtinchalik yuklar*) yuklarni o‘tkazuvchanlik qobiliyatini oshirishdir [1].

Inshootlarning yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish usullarini takomillashtrishning mohiyati oraliq qurilmalarining ko‘ndalang kesim o‘lchamlarini hamda doimiy yuk hajmlarini, shuningdek, qurilish ishlari texnologiyalarini o‘zgartirmasdan amalga oshirish hisoblanadi. Ushbu keltirilgan omillarni inobatga olgan holda muallif tomonidan inshootlarning yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish hamda zamonaviy transport vositalaridan tushayotgan vaqtinchalik yuklarni o‘tkazishga moslashtirish, ko‘prik va yo‘lo‘tkazgichlar oraliq qurilmalarining ishchi balandliklarini oshirish orqali ta’minlash taklif etilmoqda. Ushbu taklif etilayotgan usulning ish samaradorligini baholash uchun bir qator eksperimental-nazariy tadqiqotlar o‘tkazilishi talab etiladi. Shuningdek, ushbu baholashga qaratilgan nazariy hamda tajriba sinov ishlari amaldagi SHNQ 2.05.03-22 “Ko‘priklar va quvurlar” me’yoriy hujjatlarida belgilangan qoidalar asosida (*nazariy, eksperimental va dasturiy ta’minot orqali*) olib boriladi. Bunda inshoot bosh to‘sini bilan himoya qatlami orasidagi bog‘lanish mustahkamligi konstruksiyaning yuk ko‘taruvchanligini chegaraviy holatga yetib kelguncha saqlanib qolishi, bosh to‘sin va himoya qatlamining doimiy yuklari umumiy deb qabul qilinishi, 1-rasmdagi namunaga muvofiq vaqtinchalik yuk qo‘yilgunga qadar sodir bo‘ladigan va uzoq vaqt davom etadigan jarayonlar (*bosh to‘sinlarning salqiligi va oquvchanligi*) ning ta’siri hisobga olinishi kerak bo‘ladi [2].

Nazariy tadqiqotlarni o‘tkazish uchun oraliq qurilmalarning (*метод подобия*) sxematik modellarida muhandislik hisob-kitoblarini amalga oshiramiz (1-rasm). Oraliq qurilmaning sxematik modeli o‘lchamlari 1200x200x100mm bo‘lib, temirbeton konstruksiya (*B25 (M-350), armatura A400, Ø18mm, l=1160*mm) dan iborat [3].



1-rasm. Oraliq qurilma bosh to‘sini modelining sxemasi

Dastlab quyidagi formulalar bo‘yicha oraliq qurilmaning keltirilgan modelini eguvchi moment bo‘yicha mustahkamlikka hisoblaymiz. Eguvchi moment bo‘yicha model mustahkamligini quyidagi ifoda bo‘yicha tekshiramiz:

$$M_{ch} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5 \cdot x) \quad (1.1a)$$

$$M_{ch} = R_b \cdot b \cdot x \cdot ((h_0 + h_1) - 0.5 \cdot x) \quad (1.1b)$$

Temirbeton konstruksiya modelining siqilgan sohasi balandligini (2-rasm) quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz:

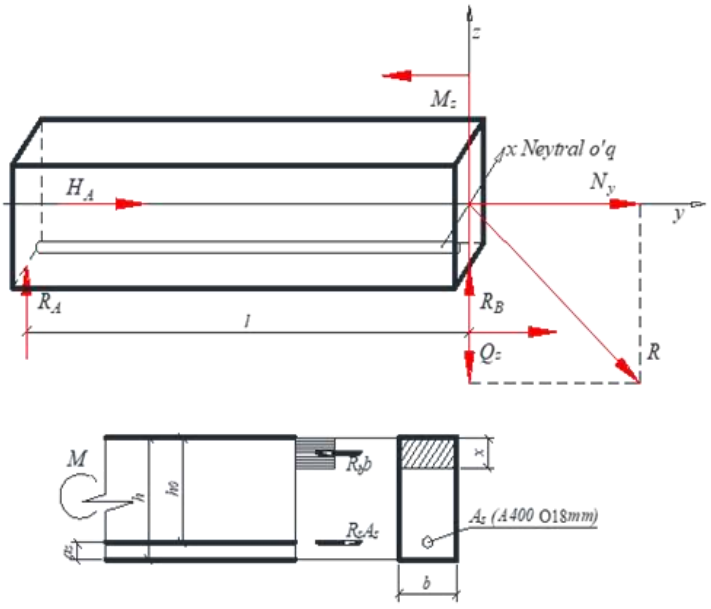
$$x = R_s \cdot A_s / (R_b \cdot b) \quad (1.2)$$

Konstruksiya modelidagi ishchi armatura yuzasini hisoblaymiz:

$$A_s = n_s \cdot \pi \cdot r^2 \quad (1.3)$$

Kesimning ishchi balandligi (2-rasm) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_0 = h - a_s \quad (1.4)$$



2-rasm. Namuna (model)ning hisobiy sxemasi

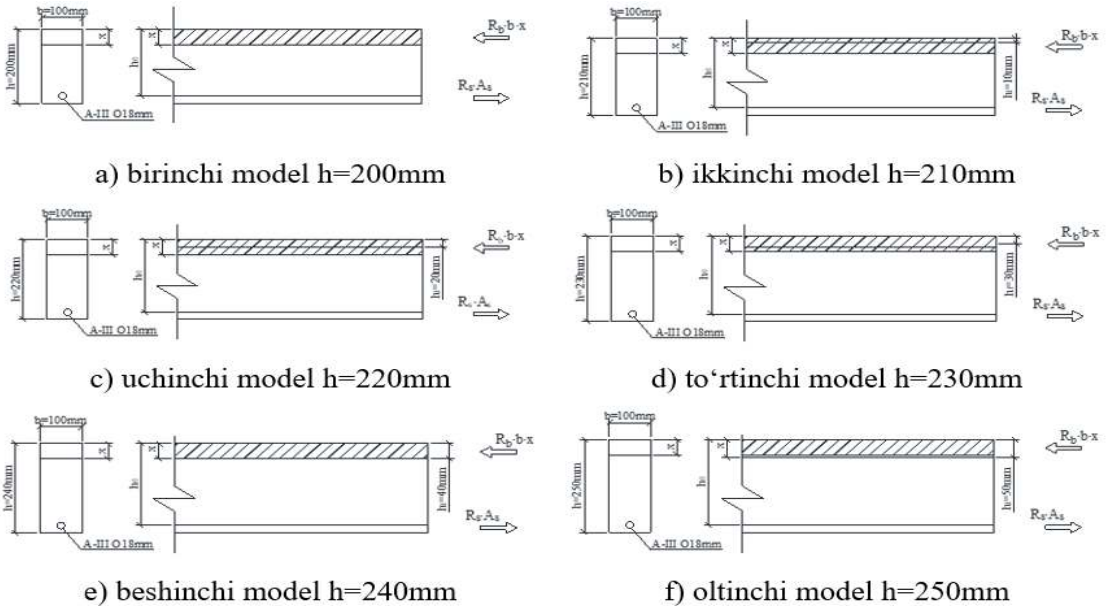
Konstruksiya modeli ishchi kesimining cho‘zilgan qirrasidan ishchi armaturadagi zo‘riqishlarning teng ta’sir etuvchisigacha bo‘lgan masofani aniqlaymiz:

$$a_s = \sum y_i \cdot n_i \quad (1.5)$$

Shuningdek, namunalarning o‘z og‘irligidan Z o‘qi bo‘yicha deformatsiyalar miqdorini quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$y = y_0 + \theta_0 \cdot z + \frac{1}{EJ} \cdot \left[\frac{R_A \cdot (z - l_1)^3}{6} + \frac{R_B \cdot (z - (l_0 - l_1))^3}{6} + \frac{q \cdot (z)^4}{24} \right] \quad (1.6)$$

Yuqorida keltirilgan formulalar yordamida ishchi balandliklari bosqichma-bosqich 1sm (5%) dan 5 sm (25%) gacha oshirilgan modellarning eguvchi moment qiymatlarini hisoblaymiz (3-rasm). Hisoblab topilgan natijalarni maxsus qaydlar jadvaliga kiritamiz (1-jadval).

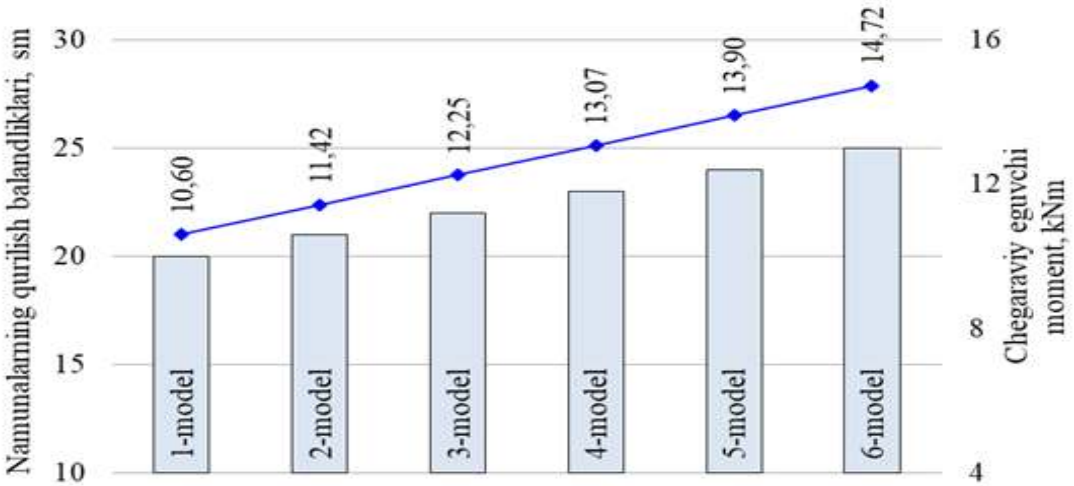


3-rasm. Ishchi balandliklari oshirilgan temirbeton konstruksiya modellari

1-jadval. Namuna (model) larning konstruktiv ko‘rsatkichlari

№	Model o‘lcham-lari (mm)	A_s (mm^2)	x (mm)	a_s (mm)	h_0 (mm)	h_1 (mm)	M_{ch} (kNm)
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1(a)	1200x200x100	254.4	64.6	29	161	00	10.60
2(b)	1200x210x100	254.4	64.6	29	161	10	11.42
3(c)	1200x220x100	254.4	64.6	29	161	20	12.25
4(d)	1200x230x100	254.4	64.6	29	161	30	13.07
5(e)	1200x240x100	254.4	64.6	29	161	40	13.90
6(f)	1200x250x100	254.4	64.6	29	161	50	14.72

Ushbu jadvalda keltirilgan muhandislik hisob-kitob natijalaridan ko‘rishimiz mumkinki, temirbeton konstruksiya modellarining ishchi balandliklari 1sm dan 5 sm gacha ortganda, ularning chegaraviy eguvchi moment qiymatlari mos ravishda 10.60kNm dan 14.72kNm gacha ortadi. Ya’ni modellarning ishchi balandliklari 5-25% ga oshirilsa, chegaraviy eguvchi moment qiymatlari 8-39% gacha ortadi, 4-rasm).



4-rasm. Ishchi balandlik oshishining chegaraviy eguvchi momentga ta’siri

Shuni ta’kidlab o‘tish kerakki, O‘zbekiston hududining ko‘p qismi seysmik jihatdan xavfli. Shuning uchun transport inshootlari qurilishiga juda katta talablar qo‘yilishi lozim. Seysmik hududlardagi turli inshootlarni loyihalash, hisoblash va ekspluatatsiya qilish borasidagi katta yutuqlar mavjudligidan qat’iy nazar, umumiy zilzilabardoshlik nazariyasiga nisbatan ko‘priklar zilzilabardoshligi nazariyasi ancha orqada qolgan, chunki zilzilalardan talofot ko‘rgan hududlardagi inshootlar shikastlanishlariga ko‘ra ko‘priklardagi shikastlanishlarning ulushi kam bo‘ladi, bu esa seysmik hududlardagi qurilish ishlarida asosiy e’tibor turar-joy va sanoat binolarini zilzilabardoshligini ta’minlash masalasiga qaratilishiga olib keladi.

Ko‘priklarni seysmik ta’sirlarga hisoblashda hisoblash sxemalarini belgilash bo‘yicha mavjud tavsiyalarda keyingi 15 yil ichida yuzaga kelgan ko‘p pog‘onali loyihalash, hamda seysmoizolyatsiya va seysmik so‘ndirish tamoyillariga asoslangan ko‘priklarni zilzilabardoshligini kuchaytirish uchun qo‘llaniladigan yangi konstruksiyalar e’tiborga olinmagan. Hozirgi vaqtga kelib O‘zbekiston Respublikasining umumfoydalanish yo‘llarida 7000 dan ortiq avtomobil yo‘llari ko‘priklari ekspluatatsiya qilinmoqda. Avtomobil yo‘llaridagi ko‘prik inshootlarining umumiy soni 14863 tani tashkil qiladi, jumladan xalqaro ahamiyatdagi – 604 ta, davlat ahamiyatidagi – 2722 ta, mahalliy ahamiyatdagi – 4302 ta, shahar va qishloq ichki yo‘llaridagi – 6703 tani tashkil etadi.

Ma’lum bo‘lganidek, Respublikamizda ko‘priklarning aksariyati temirbeton ko‘priklardir. Qurilish maydonchasi seysmikligi keltirilgan shartlarning barchasini hisobga olgan holda aniqlashtirish, murakkab hollarda esa masalani uzil-kesil hal qilish uchun maxsus tashkilotlarni jalb qilish tavsiya etiladi. Ayrim hollarda qurilish maydonchalari bo‘ylamasiga keskin darajada 38 farqlanadigan muhandis-geologik sharoitlarga ega bo‘lishi mumkin (katta ko‘priklar, yirik tonnellar). Bunday hollarda qurilish maydonchasini alohida mikro zonalar (ko‘prikning o‘zan qismi, yaqinlashish estakadalari) ga ajratish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Shunda katta uzunlikka ega bo‘lgan uchastkalar haqida so‘z yuritilayotganini ham ta’kidlab o‘tish kerak. Albatta, ko‘prikning qo‘shni tayanchlari (tuzilishi keskin farqlanadigan gruntlarda joylashgan bo‘lsa) uchun turli seysmiklik darajasini qabul qilib bo‘lmaydi. Odatda sun’iy inshoot qurilish maydonchasining butun yuzasi bo‘yicha seysmikligining qiymati bir xil olinadi. Inshootning hisobiy seysmikligi inshoot loyihalanadigan joyda zilzilaning ballarda olingan hisobiy (maksimal) kuchini belgilaydi.

Xulosa. O‘tkazilgan nazariy tadqiqot natijalarida (4-rasm) kuzatilgan tendensiyaga asoslanib, modellarning ishchi balandligi ho va ularning yuk ko‘tarish qobiliyati Mch o‘rtasida to‘g‘ri proporsional bog‘liqlik bor degan xulosaga kelish mumkin. Ya’ni, oraliq qurilmalarning ishchi balandliklarining ortishi bilan ularning yuk ko‘tarish qobiliyati ham ortadi. Bu shuni ko‘rsatadiki, oraliq qurilmalarning ishchi balandliklari uning yuk ko‘tarish qobiliyatiga sezilarli darajada ta’sir qiladi va bu o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi ijobiy korrelyatsiyani ko‘rsatadi. Oddiy turdagi inshootlar uchun hisobiy seysmiklik qurilish maydonchasining seysmikligi bilan bir xil qabul qilinadi. O‘ta muhim inshootlar uchun uning qiymati kattaroq, ahamiyati kichikroqlar uchun esa qurilish maydonchasi seysmikligidan kamroq olinadi.

Hisobiy seysmiklik antiseysmik choralar xususiyatlari va hajmini, ularning qiymatini, hamda inshoot xavfsizligini kafolatlash darajasini belgilovchi asosiy dastlabki miqdor deb hisoblanadi. Shuning uchun hisobiy seysmiklikni belgilashga o‘ta jiddiy yondashish zarur. Hozirgi vaqtga qadar inshootlarni 9 balldan ortiq seysmiklikka moslashtirib loyihalash usullari yetarli darajada ishlab chiqilmagan. 9 ball seysmiklikka ega maydonchalarda inshootlar zilzilaga qarshi (antiseysmik) qo‘shimcha choralar belgilangan alohida loyihalar bo‘yicha qurilishi kerak. Jumladan, 8 va 9 ball seysmiklikka ega maydonlarda joylashadigan, xalq xo‘jaligi yoki mudofaa uchun katta ahamiyatga ega o‘ta muhim (sinflashtirilmaydigan) ko‘prik va tonnellarni ham xuddi shunday loyihalash zarur. Antiseysmik choralarni asoslab berish maqsadida maxsus nazariy va amaliy tadqiqotlar (andozalarda) o‘tkazilishi tavsiya etiladi. Inshootning alohida yirik uchastkalari uchun (ko‘prikning o‘zan qismi, kirish estakadalar uchun) turli hisobiy zilzilabardoshlik qiymatlari olinishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Miralimov M.X., Jo‘rayev Q.M., O‘rozov X.O. Oldindan zo‘riqtirilgan temir beton to‘sinli

ko‘priklarning rivojlanish tarixi va bugungi kundagi ahamiyati //Models and methods for increasing the efficiency of innovative research. – 2024. – T. 4. – №. 38. – C. 278-282.
2. Miralimov M. et al. Avtoyo‘l ko‘priklari va yo‘l o‘tkazgichlarining yangi turdagi yig‘ma-yaxlit oraliq qurilmalari konstruksiyalari //Journal of Transport. – 2025. – T. 2. – №. 2. – C. 142-146.
3. Miralimov M.X. i dr. CALCULATION OF A SMALL METRO STATION: CALCULATION OF A SMALL METRO STATION //Jeleznodorojnыy transport: aktualnыe voprosы i innovatsii. – 2023. – T. 4. – №. 4. – S. 66-73.
4. Xu, R., & Zhang, H. “Structural Strengthening of Existing Bridges: Methods and Applications**.”** Engineering Structures Journal, Elsevier, 2019.
5. Chen, Wai-Fah & Duan, Lian. "Bridge Engineering Handbook" (5-volume set). CRC Press, 2014.
6. Miralimov M., Qarshiboyev A. Sayoz joylashgan gumbaz yopmali metropoliten stansiyalari konstruksiyalarini mavjud mustahkamlikka hisoblash usullarining tahlili //Journal of Transport. – 2025. – T. 2. – №. 3. – C. 5-9.

BURG‘ULASH ERITMASIDAN MARKAZDAN QOCHMA SEPARATOR YORDAMIDA YENGILLASHTIRILGAN ERITMA TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI

Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarini burg‘ulashda ishlatiladigan yengillashtirilgan burg‘ulash eritmalari tayyorlash va ulardan foydalanish usullari va texnologiyalari ko‘rib chiqigan. Burg‘ulash eritmasi markazdan qochma separatorga kiritilib, markazda qochma kuch ta’sirida eritmani ikki fazaga og‘ir va yengil fazalarga ajratish uchun eritma tarkibidagi og‘irlashtirilgan quyqa (pulpa)ni ajtratish orqali yengillashtirilgan burg‘ulash eritmasini hosil qilishga erishiladi. Shuningdek maqolada markazdan qochma separatorni ishlatish tartibi, separatorga bo‘ladigan jarayon, eritma tarkibidagi qattiq fazani ajratishda eritmaning kolloid-kimyoviy xossalarining o‘zgarishi haqida ma’lumotlar keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *burg‘ulash eritmasi, markazdan qochma separator, markazda qochma kuch, rotor, val, yengillashtirilgan burg‘ulash eritmasi, og‘irlashtirilgan quyqa (pulpa), barit, burg‘ulash jarayoni, burg‘ulash tezligi, eritmani xossasini boshqarish, eritmani barqarorligi, qattiq faza, gidravlik qarshilik, burg‘ulash tezligi, suv ajratish qobilityati, korka, dispergirlash, ingibitorlar, ohak, polimerlar, shlam.*

TECHNOLOGY FOR PREPARING A LIGHTWEIGHT SOLUTION FROM DRILLING MUD USING A CENTRIFUGAL SEPARATOR

Kholmukhammadiev A.M., Toshev Sh.O.
Bukhara state technical university.

Annotation. *This article discusses the methods and technologies for preparing and using lightweight drilling fluids applied in the drilling of oil and gas wells. The drilling mud is fed into a centrifugal separator, where under the influence of centrifugal force, it is divided into two phases-heavy and light. By separating the weighted pulp from the solution, a lightweight drilling fluid is obtained. In addition, the article provides information on the operation procedure of the centrifugal separator, the processes occurring inside it, and the changes in the colloidal and chemical properties of the fluid during the separation of the solid phase from its composition.*

Key words: *drilling fluid, centrifugal separator, centrifugal force, rotor, shaft, lightweight drilling fluid, weighted pulp, barite, drilling process, drilling speed, fluid property control, fluid stability, solid phase, hydraulic resistance, drilling rate, water loss capacity, filter cake, dispersion, inhibitors, lime, polymers, sludge.*

Kirish. Hozirda dunyo bo‘yicha uglevodorod uyumlarini izlashning stratigrafik diapazonini kengaytirishga, neft va gazning qazib olinishini barqarorlashtirish va ular hajmini ko‘paytirish uchun uglevorod resurslar bazasini orttirishga alohida e’tibor berilmoqda. Bugungi kunda jahonda burg‘ulashning geologik-texnik shartlariga muvofiq samarali loy materiallari va kimyoviy reagentlarni, shuningdek, burg‘ulash suyuqliklarining oqilona turlari va formulalarini tanlash quduqlardagi asoratlar va avariyalarning oldini olishning dolzarb vazifasi hisoblanadi. Shu bilan birga, agressiv muhitga chidamlilik nuqtayi nazaridan ko‘p funksiyali xususiyatlarga ega bo‘lishi

kerak bo‘lgan ishlatiladigan burg‘ulash suyuqligining turi va tarkibi bo‘yicha samarali qatlamni yuqori sifatli ochish jarayoniga ta’sir qilish muhimligini ta’kidlash kerak.

Neft va gazni qazib olishning hajmini ko‘paytirish uchun neft va gaz quduqlarining sonini oshirish, ya’ni ko‘proq quduqlarni burg‘ulash kerak bo‘ladi. Hozirgi kungacha burg‘ulash jarayonini burg‘ulash eritmasining ishtirokisiz amalga oshirib bo‘lmagan. Burg‘ulash eritmasi quduqni burg‘ulash vaqtida bir nechta talabalarga javob berishi kerak, ya’ni eritmaga qo‘shiladigan reagentlarning fizik-kimyoviy xossalarini boshqarish va nazorat qilish orqali burg‘ulash jarayonini sifatli va xavfsiz amalga oshirish mumkin bo‘ladi [1].

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Burg‘ulash eritmasini tayyorlash uchun uning tarkibiga qattiq zarrachalarning mavjudligi odatda muhimdir, lekin ularni eritma tarkibida ko‘pligi burg‘ulash jarayonini sezilarli darajada qiyinlashtiradi va boshqa muammolarni keltirib chiqaradi. Eritma tarkibidagi qattiq zarrachalar eritmaning qovushqoqligini oshiradi, gidravlik qarshiliklarni ko‘paytiradi, gidravlik jihozlarning, xususan, burg‘ulash nasoslari, yer osti jihozlari, burg‘ulash quvurlari va aylanma (sirkulyatsiya) tizimining tezroq eskirishiga sabab bo‘ladi, shuningdek, yoqilg‘i yoki elektr energiyasining iste’molini sezilarli oshiradi [2].

Yuqorida keltirilgan kamchiliklarning barchasi burg‘ulash ko‘rsatkichlarining yomonlashishiga olib keladi. Masalan, qattiq zarrachalar miqdori 0 dan 14% gacha o‘zgarganda, burg‘ulashga sarflanadigan vaqt 3 baravarga ortadi.

Tahlil qilinganda, qattiq fazaning turli materiallari miqdorining o‘zgarishi burg‘ulash tezligini kamayishida (foizda) ta’sir ko‘rsatadi, masalan:

- Barit - 2,6%
- Burg‘ulash eritmasi - 4,8%
- Loy - 6,7% ni oshishi burg‘ulash tezligini 1% kamayishiga olib keladi.

Shu sababli, agar burg‘ulash eritmasigining zichligini oshirish zarur bo‘lsa, ko‘proq zichlikka ega materiallar (masalan, barit, gematit, magnetit) ishlatiladi, har doim qattiq fazaning hajmini minimal darajaga kamaytirishga intilish lozim [3].

Agar yengillashtirilgan burg‘ulash eritmasini shlamlanish natijasida katta miqdorda qattiq faza to‘plansa va uni tozalash qurilmalari bilan olib tashlash qiyin bo‘ladi, bunday holatda esa burg‘ulash eritmasi yangi tayyorlangan eritma bilan almashtiriladi. Iqtisodiy jihatdan ko‘pincha ba’zi reagentlarning yo‘qotilishi burg‘ulash tezligini pasaytirishdan ko‘ra foydaliroqdir.

Og‘irlashtirilgan eritmalarning asosiy xarajatlari baritga to‘g‘ri keladi, shuning uchun qattiq zarrachalar miqdori shunchalik oshib ketganida, eritma deyarli uzatib bo‘lmas holga keladi, bunday holatda eritmani almashtirish o‘rniga tarkibi va qattiq fazaning miqdorini tartibga solishga harakat qilish optimal yechim bo‘lib hisoblanadi [4].

Agar burg‘ulash eritmasini qattiq zarrachalardan ajratish (yengillashtirish)ga qarshi choralar ko‘rilmasa, uni saqlash xarajatlari keskin ortadi.

Burg‘ulash eritmasining asosiy vazifasidan qat’i nazar, uning tarkibidagi qattiq fazaning miqdori, turi va holati texnologik xususiyatlarni saqlash maqsadida boshqarilishi kerak.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Eritma tarkibidagi qattiq zarrachalarning maydalanish darajasini baholash ularning polidispersligi, zarrachalar shaklining xilma-xilligi, anizometrikligi va juda kichik o‘lchamlari sababli ancha murakkab vazifadir. Hozirgi kunda gil zarrachalarining disperslik darajasini aniqlashning aniq usullari mavjud emas. Namunalarning ikki martalik aniqlash natijalaridagi 5÷15% gacha bo‘lgan og‘ishlar ruxsat etilgan deb hisoblanadi. An’anaviy ravishda, tahlil usulini tanlash o‘lchanayotgan zarrachalar hajmining tartibiga mos keluvchi aniqlik darajasi va olingan natijalarni qayta tiklash imkoniyatiga asoslanadi.

Laboratoriya sharoitida gillarni maydalanish darajasini aniqlash nam usulda, №5 va №0075 raqamli elaklardan foydalanilgan holda amalga oshiriladi [5]. Elakning teshik o‘lchamlari mos ravishda 0,5 mm va 0,075 mm.ni tashkil etadi. Zarrachalar fraksiyasi foiz miqdorini quyidagi formulalar orqali hisoblash amalga oshiriladi:

$$P_1 = \frac{P \cdot 100}{100 + \frac{W}{100}} \qquad Q = \frac{Q_1 V_1}{V_2} \qquad N = \frac{Q \cdot 100}{P_1 - B}$$

bu yerda: Q – olingan gil namunasi tarkibidagi ajratilgan fraksiyalar zarrachalarining massasi, g; Q_1 – pipetka hajmidagi aniqlanayotgan fraksiya zarrachalarining massasi, g; V_1 – silindr hajmi (1000 ml); V_2 – pipetka hajmi (20 ml); N – gil tarkibidagi ma'lum fraksiyaning miqdori, %; P_1 – gilning mutlaq quruq namunasining massasi, g; P – gilning havo-quruq namunasining massasi, g; W – gilning namligi, %.

Qattiq fazaning solishtirma og'irligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$d = \frac{P_1 \cdot 100}{(100 + W_2) \cdot V}$$

bu yerda: P_1 – qattiq fazaning havo-quruq holatdagi massasi, g; W_2 – qattiq faza namunalarining namligi, %; V – qattiq fazaning hajmi, sm^3.

Quduqning devorlarida qalin loyli qoplam (korka)ning hosil bo'lishi bir qator muammolarga olib kelishi mumkin [6]. Masalan: burg'ulash quvurlarining ushlanishi (prixvat), quduqda salniklar hosil bo'lishi va burg'ulash quvurlarining ko'tarib-tushirilish operatsiyasini qiyinlashishi, burg'ulashda jihozlarni bir me'yorda ishlamasligi, quduqdagi karotaj ishlarining qiyinlashishi, quvurlar majmuasini tushirishdagi qiyinchiliklar, sementlash sifatini yomonlashishi va boshqalar

Burg'ulash eritmasi tarkibida qattiq fazaning miqdori oshgan sari, ko'pincha eritmada suv ajratish qobilityati kamayadi, bunday holatda esa loyli qoplam (korka)ning qalinligi bir necha mm.ga ortadi. Shuning uchun, burg'ulash eritmasining filtrlanish xususiyatlarini faqat suv o'tkazuvchanlikni o'lchash orqali boshqarish kutilgan natijalarni bermaydi. Ko'pincha yaxshi natijalarga burg'ulash eritmasidagi qattiq fazaning miqdori bilan gilli qoplamadagi qattiq fazaning miqdorini nisbatan boshqarish orqali erishiladi [7].

Shunday qilib, burg'ulash eritmasida qattiq fazaning miqdori va tarkibi texnologik xususiyatlarni boshqarishda hal qiluvchi omil bo'lib, burg'ulash tezligi va quduqni burg'ulashning iqtisodiy ko'rsatkichlariga birinchi darajali ta'sir ko'rsatadi [8].

Ko'p yillar davomida neft sanoatida qattiq fazaning miqdori va tarkibini boshqarishda faqat quyidagi usullar qo'llanilgan edi:

- Yengillashtirilgan burg'ulash eritmasining bir qismini suv, barit va kimyoviy reagentlar bilan almashtirish; bu qimmat va samarali bo'lmagan usul bo'lib, chunki bu qattiq fazaning tarkibini faqat vaqtincha normallashtirish imkonini beradi;
- Shlamning dispergirlanishini kamaytirish imkonini beradigan turli ingibitorlarni qo'llash (ohak, kalsiyli loylar va polimerlar); bunday holatda ingibitor yordamida burg'ulash eritmasining qisman almashtirilgan hajmini biroz uzoqroq muddatda boshqarish mumkin bo'ladi;
- Qovushqoqlikni pasaytiruvchi vositalarini qo'llash orqali.

Burg'ulash eritmasidagi qattiq fazaning miqdori va tarkibini boshqarish sohasida eng sezilarli yutuq markazlashgan separatorlarni qo'llash orqali amalga oshiriladi. Hozirda markazdan qochma separatorlardan sanoatning quyidagi jabhalarda foydalanib kelinmoqda:

- Kimyoviy ishlov berish. Kimyo sanoatida markazdan qochma separatorlar turli xil kimyoviy birikmalarni tozalash va ajratishda yordam beradi, mahsulot sifatini oshirishga yordam beradi;
- Chiqindilarni tozalash. Markazdan qochmalash oqava suvlarni tozalash inshootlarining muhim qismi bo'lib, bu ajratgichlar qattiq zarralar va aralashmalarni toza va qayta foydalanish mumkin bo'lgan suv ishlab chiqarish uchun olib tashlaydi;
- Neft va gaz sanoati. Markazdan qochma separatorlar neft va gaz sanoatida neftni suvdan ajratish, qumni olib tashlash va qimmatbaho uglevodorodlarni olish kabi turli maqsadlarda qo'llaniladi.

Markazdan qochma separatorlarda mineral zarrachalarinig bir-biridan ajralish prinsipi uchun suv oqimi qo‘llaniladi, ammo ajralish jarayoni markazdan qochma maydonda sodir bo‘ladi.

Markazdan qochma separatorlar materiallarni samarali ajratishga erishish uchun mo‘ljallangan mustahkam mashinalardir. Ushbu separatorlar, odatda, rotor deb nomlanuvchi yuqori tezlikda aylanadigan idish bilan jihozlangan bo‘lib, ular ajratish jarayonini boshqaradigan markazdan qochma kuch beradi. Markazdan qochma separatorning ishlash prinsipi shundan iboratki, og‘irroq zarralar aylanadigan idishning tashqi chetiga qarab harakat qiladi, yengilroq zarrachalar esa markazga yaqinroq qoladi [9].

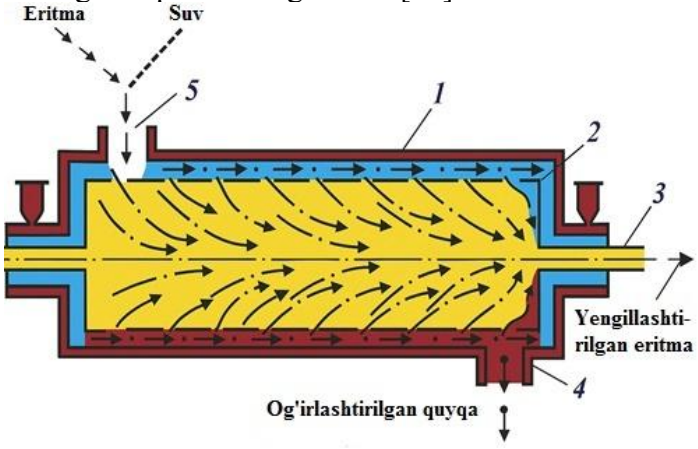
Markazdan qochma separatorlar har xil turdagi bo‘lib, ularning har biri alohida ajratish talablari uchun mo‘ljallangan. Markazdan qochma separatorlarning ba’zi keng tarqalgan turlari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

1. Cho‘kma sentrifugalar. Bu ajratgichlar qattiq moddalarni suyuqliklardan ajratish uchun cho‘ktirish tamoyillaridan foydalanadi. Ular, ayniqsa, qattiq zarrachalar yuqori cho‘kish tezligiga ega bo‘lgan ilovalar uchun javob beradi;
2. Dekanterli sentrifugalar. Dekanterli sentrifugalar ichida vintli konveyerli gorizontal idishdan iborat. Ushbu vintli konveyer qattiq fazani chiqishga qarab harakatlantirish uchun doimiy ravishda aylanadi, bunda suyuqlik fazasi alohida chiqariladi;
3. Diskli sentrifugalar. Nomidan ko‘rinib turibdiki, diskli stekli sentrifugalar vertikal yoki gorizontal disklar to‘plamiga ega. Ushbu qurilmalar turli xil zichlikdagi suyuqliklarni ajratish va aralashmadan mayda zarralarni olib tashlashda ustunlik qiladi;
4. Quvurli sentrifugalar. Quvurli markazdan qochmalar laboratoriyalarda va kichik o‘lchamdagi jarayonlarda eng ko‘p qo‘llaniladi. Ular suyuqlik-suyuqlik yoki suyuq-qattiq aralashmalarni ajratish uchun yuqori g-kuchlardan foydalanadilar.

Minerallarni ajralish qismida markazdan qochma maydonni hosil qilish ularni ajralishiga ketadigan vaqtni qisqartiradi va bu jarayonni kichik o‘lchamdagi uskunalarda amalga oshirish imkonini beradi [10]. Markazdan qochma maydon hosil qilish prinsipiga ko‘ra bir-biridan farq qiluvchi ikki turli separatorlar mavjud:

- qisqa konusli ajratish siklonlari - bunda boshlang‘ich mahsulot bosim ostida yuboriladi;
- naporsiz markazdan qochma separatorlar.

Bu uskunalar sezilarli darajada yangilanishga uchradi va hozirgi kungacha ishlatilmoqda. Zamonaviy texnologik operatsiyani bajarish uchun asosiy uskunalardan biri markazdan qochma separatoridir, bu markazlashgan separatorning turidir [11].



1-rasm. Burg‘ulash eritmasini markazdan qochma separatorining sxemasi

Burg‘ulash eritmasini markazdan qochma separatoridagi teshilgan rotor 2, korpus 1 ichida aylanadi. Burg‘ulash eritmasi korpusga kirganda, rotorning markazdan qochma maydoniga tushadi. Suyuqlik oqimi yo‘nalishini va aylanishini oladi, natijada qattiq faza massasi bo‘yicha ajraladi.

Eng katta zarrachalar (barit, katta shlam) separator korpusining devorlariga siqiladi va oqimning periferik qismida oqish teshigi 4 tomon harakatlanadi. Eritma fazasi, kichik zarrachali

qattiq fazasi bo‘lgan burg‘ulash eritmasi rotor ichida harakatlanadi va qurilmadan rotor vali 3 orqali chiqadi.

Burg‘ulash eritmasini yengil va og‘irlashtirilgan quyqa (pulpa)ga ajratib, operator ularni aylanma tizimiga qaytarishni va zaxira idishlarga yuborishni boshqarish imkoniyatiga ega bo‘ladi, shunda qattiq fazaning miqdori va tarkibini birinchi marta boshqarish amalga oshiriladi.

Burg‘ulash eritmasi markazdan qochma separatorga kirish yo‘li 5 oqali kiritilgandan so‘ng, uning qovushqoqligi kamaytirilishi uchun ko‘pincha suv bilan aralashtiriladi, shunda qattiq fazaning ajralishini yaxshilash uchun sharoitlar yaratiladi [12].

Bu separator yordamida quyidagi funksiyalarni bajarish mumkin:

- Eritmani shlamdan tozalash - bu uchun separatorni ilon filtrini tozalashning to‘rtinchi bosqichi sifatida o‘rnatish mumkin; shlamni tozalashni amalga oshirish uchun qayta ishlangan eritmani separatorga yuborib, 4 mkm dan kattaroq shlam zarrachalarini olib tashlaydi;
- Og‘irlashtiruvchi moddalarni qayta tiklash - sirkulyatsiya jarayonida yoki kolonning ko‘tarilishi-tushirilishida separatorni ishga tushirib, eritmaning ortiqcha qismidan og‘irlashtiruvchi quyqani ajratib olishadi; bu quyqani zaxira idishida yig‘ib, kerak bo‘lsa, burg‘ulash eritmaga qo‘shish mumkin;
- Qattiq fazaning miqdori va tarkibini boshqarish - bu asosan texnologik vazifa bo‘lib, uning hal qilinishi uchun eritmaning oqishi va agregatning ish rejimi qat’iy nazorat qilinadi; baritdan iborat og‘ir faza quyqasining ko‘p qismini sirkulyatsiya tizimiga qaytarish mumkin, yengil faza esa shlam zarrachalari bilan boyitilgan bo‘lsa, ko‘pgina hollarda to‘xtatish ambariga chiqariladi; bu oqimning bir qismi eritma hajmini kamaytirish uchun ishlatiladi;
- Qumlar va loylardan olingan quyqani konsentratsiyalash. Ba’zan separatorni qum va loylardan olingan quyqani qo‘shimcha konsentratsiyalash uchun ishlatishadi, bu esa ko‘p bosqichli gidrotsiklonli tozalashda burg‘ulash eritmaning yo‘qotilishini kamaytiradi; qo‘shimcha ravishda chiqarilgan burg‘ulash suyuqligi, qimmat reagentlar bilan birga, sirkulyatsiya tizimiga qaytariladi, shlam esa yo‘qotiladi.

Odatiy holda, markazdan qochma separatori burg‘ulash suyuqligini shartli ravishda sozlash uchun davriy ishlatiladi.

Burg‘ulash eritmasidan markazdan qochma separator yordamida yengillashtirilgan eritma tayyorlashda texnologiyaning rivojlanishi sababli separatorning samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ajratish aniqligini oshirishga qaratilgan doimiy tadqiqot amalga oshirib kelinmoqda.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, markazdan qochma separator qattiq va suyuq komponentlarni dispers fazaning qattiq zarralaridan ajratish uchun yengillashtirilgan burg‘ulash eritmasi tayyorlashda qo‘llaniladigan muhim uskuna bo‘lib, eritmalarni yengillashtirishda ishlash prinsipi soddaligi, ish unumdorligi bilan ajralib turadigan hamda og‘ir va yengil fazalarni samarali ajratishni ta’minlashda ishlatiladigan markazdan qochma separatorlarni eritmani tayyorlashda qo‘llash orqali quduqlarni burg‘ulash tezligi oshadi va quduqlarni burg‘ulashda quduq tannarxining sezilarli kamayishiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A.K. Raximov, A.M. Aminov, A.A. Raximov Parmalovchi muhandislar uchun ma’lumotnoma (spravochnik). O‘quv qo‘llanma. Toshkent, 2008 y.
2. A.M. Aminov, N.Yodgorov, X.T. Tolipov “Burg‘ulash eritmalari” Toshkent – 257. 1996 y.
3. N.Yodgorov “Burgilash eritmalari”. Darslik, Toshkent, TDTU bosmaxonasi, 2002 y.
4. Грей Дж.Р. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) -М.: Недра, 1985-509 с.
5. Яров А.Н. Буровые растворы с улучшенными смазочными свойствами М.: Недра, 1975-143 с.
6. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. Оренбург: «Летопись», 2005. - 664с.
7. Андресон Б.А., Маас А. Буровой раствор нового поколения. // Нефть и капитал. М. - 1997. - С. 93-94.

8. Рябченко В.И. Управление свойствами буровых растворов. М.: Недра, 1990.-230 с.
9. Литяева З.А. Глинопорошки для буровых растворов. -М.: Недра, 1992-192 с.
10. Muharry A. Horisontal Drilling Improves Recovery in Abu Dhabi. Oil and Gas I. - 1993. Vol.91. - №38. - P.54-56.
11. Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению: В 4-х кн. -М: Недра, 1993.
12. Шантарин В.Д., Войтенко В.С. Физико-химия дисперсных систем. М.: Недра, 1990.-315 с.

Xolmuxammadiyev Abduxoliq Mahammadi o‘g‘li – Buxoro davlat texnika universiteti, 02.00.11-Kolloid va membrana kimyosi ixtisosligi bo‘yicha mustaqil izlanuvchi,
Tel.:+998 33 118 01 01
Toshev Sherzod Orziyevich – Buxoro davlat texnika universiteti,“Neft-gaz ishi” kafedrasi dotsenti, e-mail: sherzodbuxoro@mail.ru.

ҚОВОҚ УРУҒИ ҚОБИҒИНИНГ СИНДИРИШ КУЧЛАРИНИ АНИҚЛАШ МЕТОДИКАСИ

Джураев Х.Ф., Ўктамова Ш.Ҳ.
Бухоро давлат техника университети.

Аннотация. *Мақолада қовоқ уруғи қобиғини ажратишда материалларни синаш универсал қурилмасидан фойдаланган ҳолда синдириш кучларини аниқлаш методологияси келтирилган. Ҳозирги кунда республикамизнинг фермер хўжаликларида етиштириладиган сабзавотлар, жумладан, қовоқ етиштириш ва унинг уруғидан мой ишлаб чиқаришни ривожлантириш тенденциялари ҳақида таҳлилий маълумотлар ёритилган. Шунингдек, етиштирилаётган қовоқ уруғларининг мағзини қобиғидан ажратиш тўғрисидаги илмий-тадқиқот ишлари баён этилган.*

Калит сўзлар: *қовоқ уруғи, қовоқ уруғи мағзи(ядроси), синдириш кучи, намлик, нисбий намлик, WP-300-материалларни синаш универсал қурилмаси, деформация.*

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE BRUTAL STRENGTH OF PUMPKIN SEED SHELL

Juraev Kh.F., Uktamova Sh.H.,
Bukhara state technical university.

Abstract. *The article presents a methodology for determining the breaking strength of pumpkin seed shells using a universal material testing device. Analytical data on the current trends in the development of vegetables grown in farms of our republic, including pumpkin cultivation and the production of oil from its seeds, are presented. Also, scientific research on the separation of the core of cultivated pumpkin seeds from the shell is described.*

Keywords: *pumpkin seed, pumpkin seed kernel, tensile strength, moisture, relative humidity, WP-300 universal materials testing device, deformation.*

Кириш. Қовоқ уруғиниг мағзи (ядроси) қобиғи жипс ёпишганлиги сабабли унинг мағзини қобиғидан ажратиш мураккаб. Маълумки, пресслаш орқали мой олиш жараёнининг самарадорлиги хом ашёнинг майдаланганлик даражасига ҳамда преслашга берилаётган юпқа қатламли янчилманинг ўлчамига боғлиқлиги экспериментал тадқиқ қилинган. Қовоқ уруғи мағзини қобиғидан тўла ажратишнинг ноанъанавий усули қўлланилиб, дастлаб қовоқ уруғи 12-16 атмосфера босими остида сақланиб, бир вақтнинг ўзида иссиқлик ишлови берилгач, лаҳзали дақиқаларда босимнинг йўқотилиши туфайли 75-80 % қовоқ уруғининг мағзи қобиғидан ажралиши амалга оширилган тадқиқотларда ўз ифодасини топган. Пресслаш қурилмасида структура ҳосил қилиш ҳамда максимал миқдорда намуналар таркибидан мой олиш учун янчилма таркибининг 25-30 фоизини қовоқ уруғининг қобиғи ташкил этиши асосланган [1]. Айнан Ўзбекистон ҳудудида етиштириладиган ёғдорлиги жиҳатидан юқори бўлган Кашкарская-1644 нави уруғининг қобиқ қисми қалинлигини ва уруғ ядросининг икки томонида жипс ёпишган юпқа пластинкалари мавжудлигини инобатга олган ҳолда ноанъанавий энергия таъсир этиш усули муҳим ҳисобланади.

Тадқиқот методологияси. Қовоқ уруғи мағзини ажратишда ундаги намликни минимал ҳолатга келтириб олишимиз лозим. Махсус қуритгичда уруғ таркибидаги намлик миқдорини чиқариш мақсадида куритгичнинг ҳар бир полкасида 10 гр дан маҳсулот 5 соат вақт мобайнида қуритилди. Қуритилган ҳар бир полкадаги уруғларнинг абсолют ва нисбий намликлари аниқлаб олинди.

Абсолют намлик деб 1 м^3 ҳавода мавжуд бўлган грамм ҳисобидаги сув буғларига айтилади.

$$W_{аб}= \frac{m_1-m_2}{m_1} \qquad (1)$$

Нисбий намлик-атмосферадаги сув буғининг ҳақиқий порсиал босимини шу температурадаги унинг максимал порсиал босимига нисбатининг фоизларда олинган қийматидир.

$$W_{н}= \frac{m_1-m_2}{m_2} \qquad (2)$$

Мутлақ қуруқ ҳавода нисбий намлик нолга тенг, тўйинган ҳавода эса 100% бўлади.

Қуйида полкалардаги намлик миқдорини ҳисоблаймиз.

Юқори полка: m_1=10 гр; m_2= 6,09 гр.

$$W_{аб}= \frac{m_1-m_2}{m_1} = \frac{10-6,09}{10} = 0,391 = 39,1\%$$

$$W_{н}= \frac{m_1-m_2}{m_2} = \frac{10-6,09}{6,09} = 0,642 = 64,2\ \%$$

Ўрта полка: m_1=10 гр; m_2= 6,03 гр.

$$W_{аб}= \frac{m_1-m_2}{m_1} = \frac{10-6,03}{10} = 0,397 = 39,7\%$$

$$W_{н}= \frac{m_1-m_2}{m_2} = \frac{10-6,03}{6,03} = 0,658 = 65,8\ \%$$

Пастки полка: m_1=10 гр, m_2= 6,02 гр.

$$W_{аб}= \frac{m_1-m_2}{m_1} = \frac{10-6,02}{10} = 0,398 = 39,8\%$$

$$W_{н}= \frac{m_1-m_2}{m_2} = \frac{10-6,02}{6,02} = 0,661 = 66,1\ \%$$

Пастки полкада қуритилган қовоқ уруғларини WP-300- материалларни синаш учун универсал қурилмада бевосита ҳўл қовоқ уруғи билан биргаликда уруғ мағзини ажратиш ишлари олиб борилди. Экспериментал қурилма кичик гуруҳ тажрибалари учун махсус ишлаб чиқилган бўлиб, аниқ конструкцияси, оддий бошқаруви ва алмаштирилиши осон бўлган аксессуарларга эга. Синов учун намуналар юқори ва пастки траверсалар орасига маҳкамланади. Қаттиқлик намуналари ўзаро қўзғалмас ва ҳаракатланувчи таглик ўртасида ўрнатилади. Синов кучи қўлда бошқариладиган гидравлик тизим ёрдамида яратилади ва қаршилик индикаторига эга катта босим монометрида кўрсатилади.



1-расм. WP-300- Материалларни синаш учун универсал қурилма

Материалларни синовдан ўтказишда классик тортишиш, эгилиш ва қаттиқлик синовларини ўтказишда WP-300 ўқув пакети асосий тест материалларини тўлиқ тушуниш учун махсус ишлаб чиқилган. Қурилма батафсил назарий ва амалий материаллар хусусиятларини ўзида жамлаган мослаштирилган дастурий таъминотдан иборат бўлиб, материал хусусиятлари дастурий таъминотга киритилади [2].

WP-300 нинг экспериментлар диапазони асосий блокдаги кучланиш ва Бринелл қаттиқлик синовларини қамраб олади. Қўшимча аксессуарлар ёрдамида сиқиш, букиш, кесиш ва майдалаш синовлари амалга оширилиши мумкин. Диск ва спирал камонларни ҳам синаб кўриш мумкин. Экспериментал қурилма кичик гуруҳ тажрибалари учун махсус ишлаб чиқилган бўлиб, аниқ дизайн, оддий операция ва осонгина алмаштириладиган аксессуарларга эга. Узатувчи намуналар юқори ва пастки шпаллар орасига маҳкамланади. Қаттиқлик намуналари шпал ва таглик ўртасида маҳкамланади. Синов кучи қўлда бошқариладиган гидравлик тизим томонидан ишлаб чиқарилади ва қаршилик кўрсаткичи билан катта босим ўлчагичида кўрсатилади. Териш индикатори намунанинг чўзилишини кўрсатади. Экспериментал қурилма, шунингдек, электрон куч ва жой алмашишни ўлчаш билан жиҳозланиши мумкин [3].

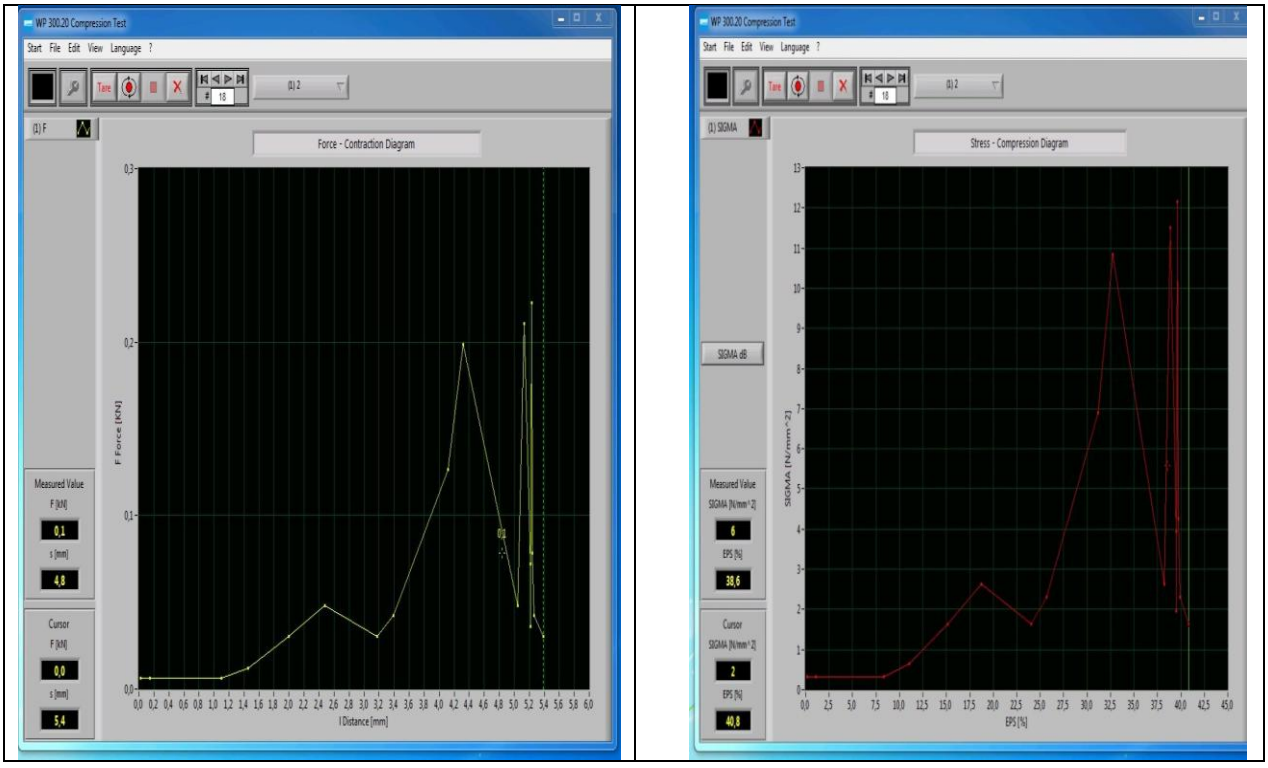
1-жадвал.

Қуйида эксперимент ўтказилаётган қовоқ уруғларининг ўлчамлари келтирилган

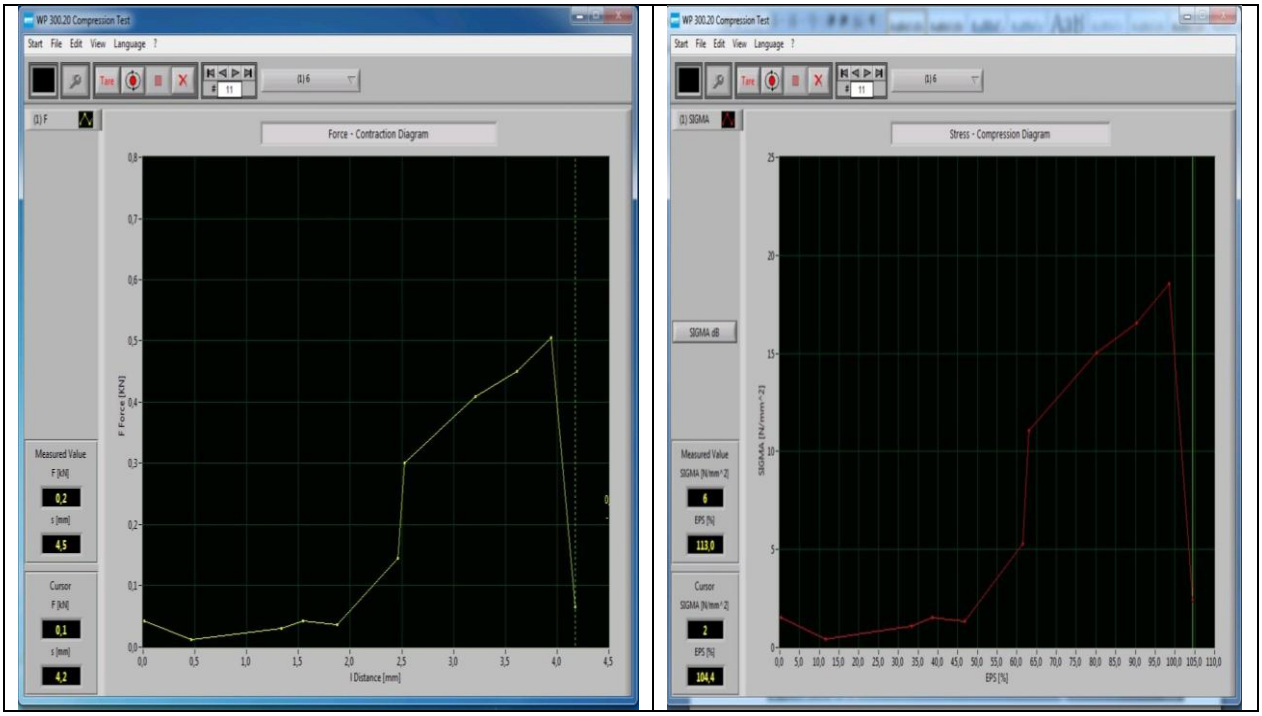
Қовоқ уруғи №	Эни, мм	Қалинлиги, мм	Баландлиги, мм	Юзаси, мм^2
1(ҳўл)	6	3	13,8	18
2(ҳўл)	6	3,05	13,2	18,3
3(қуруқ)	6	2,2	12,3	13,2
4(қуруқ)	6	2	12	12

WP-300 маълумотлар йиғиш тизимидан фойдаланиб, ўлчанган куч ва жой алмашиш қийматлари компьютерга ўтказилиши мумкин, у ерда уларни дастурий таъминот ёрдамида таҳлил қилиш мумкин. Аниқланиши лозим бўлган кўрсаткичлар кўрсатилиб иш бошланади. Қуйида уруғларга 20 кН гача куч берилганда деформацияланиш даражалари графикларини кўришимиз мумкин.

А. Ҳўл қовоқ уруғида деформацияланиш графиклари



B. Қуруқ қовоқ уруғида деформацияланиш графиклари



Натижаларни қайта ишлаш ва тадқиқ қилиш. Олиб борилган тадқиқотлар асосида қовоқ уруғини пресслашга тайёрлашда дастлабки ишлов бериш технологиясининг замонавий ҳолатлари таҳлил қилиниб, пресслашдан олдин қовоқ уруғини мағзидан ажратишда универсал синаш қурилмаси ёрдамида куч таъсир қилиш методидан фойдаланилди. Маълумки, Кашкарская-1644 навли қовоқ уруғининг пўстлоқ қисми бошқа навдаги қовоқ уруғларининг пўст қисмидан анча қалинроқ [4]. Шу сабабли, мағзи(ядроси)ни ташқи қобиғидан ажратиш бир мунча қийинчиликлар туғдиради. Тадқиқотлар натижасида қовоқ уруғи деформацияланиши учун жараёнга таъсир этувчи куч ва бошқа омилларнинг чегаравий қийматлари аниқланди.

Хулоса. Қовоқ уруғи мағзини қобиғидан тўла ажратишнинг ноанъанавий усули қўлланилиб, кейинги босқич, яъни пресслаш орқали ёғ олиш жараёнига янчилмани тайёрлашга эришилди.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Djuraev X.F., O‘ktamova Sh.H. Qovoq urug‘idan moy olish jarayonini rivojlantirish tendensiyalari va istiqbollari.Muhandislik texnologiyalarida yechimlarni topishda tizimli fikrlash xalqaro konferensiyasi (16-17 oktabr, 2025-yil) 287-289 б. https://doi.org/10.5281/zenodo.17281438
2. Круглов С.В. Совершенствование технологии получения и переработки подсолнечного масла // Автореферат дисс. канд. наук. Москва, 2004. https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tekhnologii-polucheniya-i-pererabotki-podsolnechnogo-masla
3. https://www.torr-es.ru/goods/160912562-wp_300_universalnaya_ispytatelnaya_mashina_20kn?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
4. Djuraev X.F., O‘ktamova Sh.H - Qovoq urug‘idan yog‘ olish jarayonining istiqbollari - Journal of new century innovations. Volume–39,Issue-1, October-2023. 113-119 б. http://www.newjournal.org/
5. O‘ktamova Sh.H. - O‘simlik xomashyolari danagidan yog‘ olish jarayonining istiqbollari - “Mexanika va muhandislik geometriyasini amaliy muammolari va yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy anjuman. 15-16-oktyabr,2025-yil. 250-253 b.

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.*

In 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.

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°.

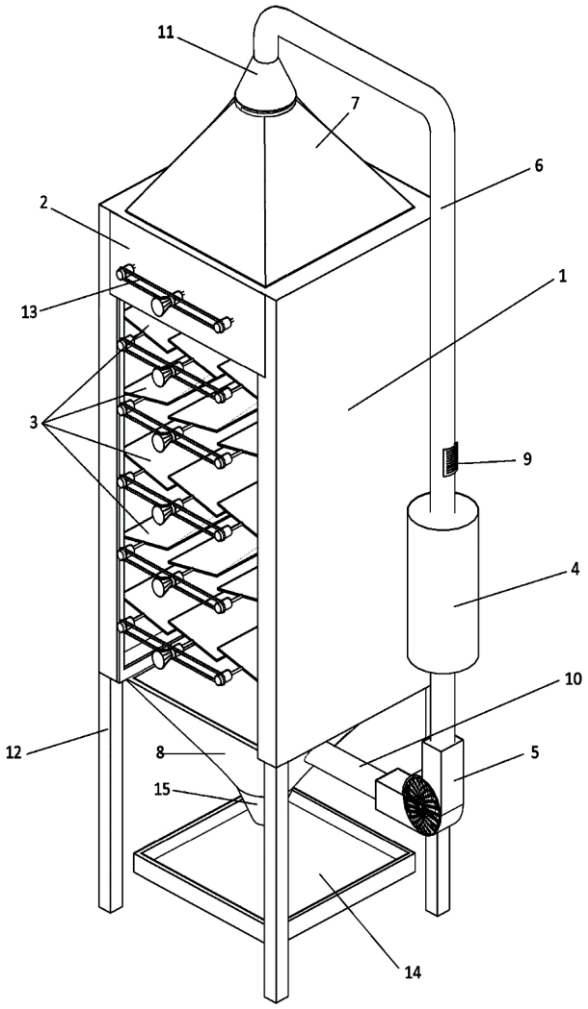


Figure 1. General view of the convective dryer

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.

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.

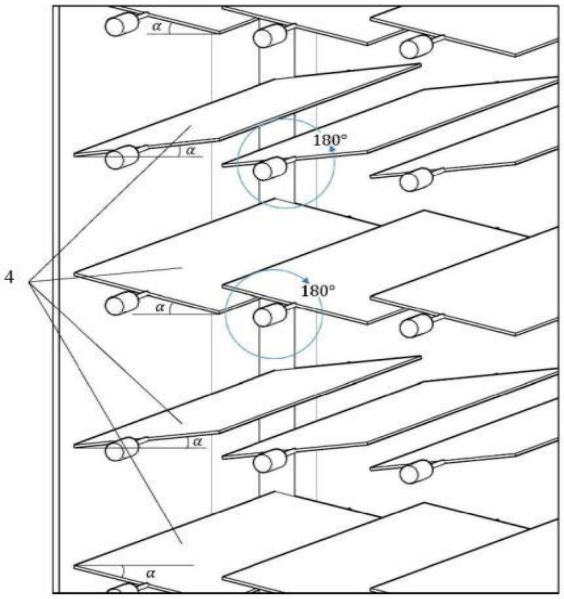


Figure 2. Arrangement of the rotating trays

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).

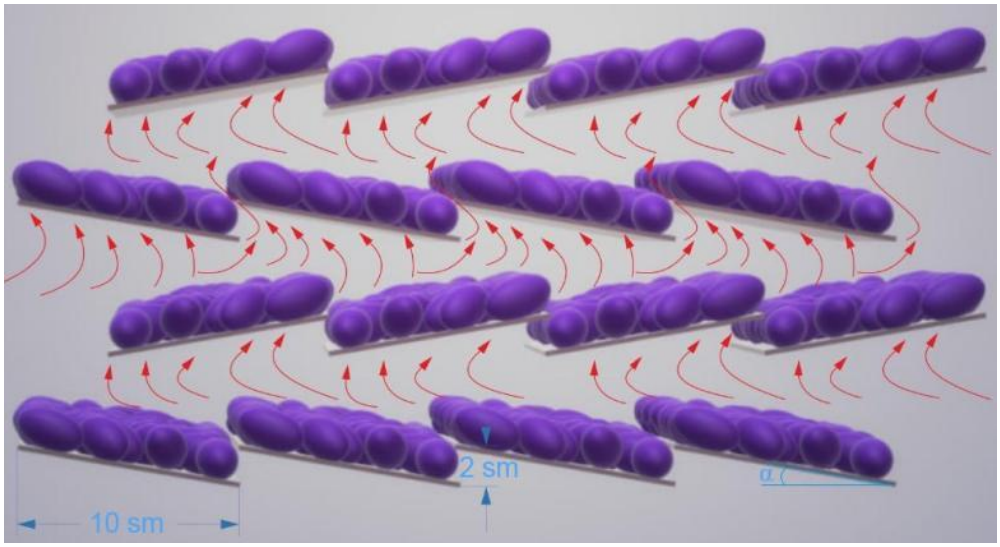


Figure 3. Movement of the drying agent

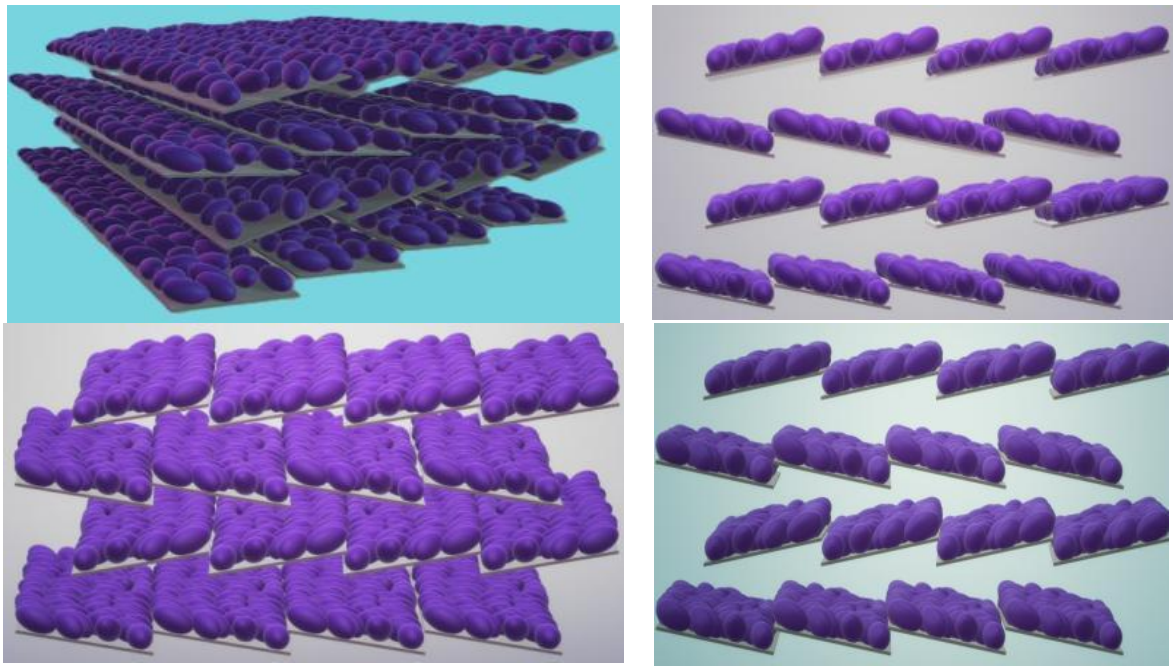


Figure 4. Arrangement of fruits on the tilting trays.

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.

UO‘K: 631.675.2

UNIVERSAL QURILMANING YUMSHATUVCHI ISH ORAGANINING PARAMETRLARINI UNING ISH KO‘RSITKICHLARIGA TA’SIRI

Jo‘rayev F.O‘., Jo‘rayev A.A., Saidova G.K.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada bog‘ qator oralariga ishlov beradigan universal qurilmaning tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofani uning agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichlariga ta’siri keltirilgan. Eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish uchun yana egrilik radiusi 200, 250, 300 va 350 mm, tuproqqa kirish burchagi 20°, 25°, 30°, 35° va 40° hamda eni 40, 50, 60 va 70 mm bo‘lgan yumshatkich panjalar, qanotlarining uvalash burchagi 20°, 25°, 30° va 35°, qanotlarining ochilish burchagi 50°, 60°, 70°, 80° va 90° hamda qamrash kengligi 15, 20, 25 va 30 sm bo‘lgan o‘q yoysimon panjalar avvaldan tayyorlandi. Tajribaviy tadqiqotlarni olib borishda baholash mezonlari etib tuproqning uvalanish sifati, ishlov berish chuqurligi, bog‘ qator oralarini tekislanish darajasi va pushta balandligi hamda ish organlarining tortishga qarshiligi, qabul qilindi.*

Tayanch so‘zlar: *uneversal qurilmaning, tayanch tekislik, osish qurilmasi, tortishga qarshili, ish organlari izlarining kengligi, ish organlari orasidagi bo‘ylama masofa, tayanch g‘ildirak, dala yuzasi, egat tubi, bog‘ qator oralari, tenzobarmoq.*

INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE WORKING SOFTENER OF THE UNIVERSAL DEVICE ON ITS OPERATIONAL INDICATORS.

Jo‘raev F.O‘., Jo‘raev A.A., Saidova G.K.
Bukhara state technical university.

Annotation. *This article presents the influence of the vertical distance from the supporting plane of the universal garden row cultivator to the lower mounting points on its agrotechnical and energy performance indicators. For conducting experimental studies, pre-prepared loosening pads with radii of curvature of 200, 250, 300, and 350 mm, soil penetration angles of 20°, 25°, 30°, 35°, and 40 mm and width of 40, 50, 60, and 70 mm, arrow-shaped pads with crumbling angles of 20°, 25°, 30°, and 35 mm, wing opening angles of 50°, 60°, 70°, 80°, and 90 mm, and gripping width of 15, 20, 25, and 30 cm were used.*

Keywords. *universal device, supporting plane, mounting device, tractive resistance, width of working body tracks, longitudinal distance between working bodies, support wheel, field surface, furrow bottom, garden rows, tension beam.*

***K*irish.** Yerlarga ishlov berish qishloq xo‘jaligi ekinlaridan yuqori hosil yetishtirish bo‘yicha o‘tkaziladigan agrotexnika tadbirlari ichida muhim o‘rinni egallaydi. Bundagi asosiy vazifa yerlarni belgilangan chuqurlikka yumshatish, dala yuzasida mayin tuproq qatlamini hosil qilish, tekislash va talab darajasida zichlash yo‘li bilan paykallarda kuz-qish va erta bahorda to‘plangan namni saqlab qolinishiga erishish, unib chiqayotgan begona o‘tlarni bartaraf etish va eng muhimi urug‘larni bir tekis ekish va undirib olinishiga yetarli sharoit yaratishdan iborat.

Respublika bo‘yicha jami 356 ming 338 gektar bog‘ va tokzorlar, shundan 257 ming 880 gektari bog‘ va 98 ming 457 gektar tok qator oralariga qishloq xo‘jaligi ekinlarini ekish ishlarini amalga oshirish rejalashtirilgan.

Demak, bugungi kunda mavjud yer va suv resurslaridan samarali foydalanish, qishloq xo‘jaligi mahsulotlari yetishtirishni ko‘paytirish, oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash va eksport hajmlarini yanada oshirish, mahsulot yetishtiruvchilarning iqtisodiy va moliyaviy barqarorligini ta’minlash maqsadida “O‘zagroinspeksiya” tomonidan respublikada 2024-yil hosili uchun bog‘ va tok qator oralariga qishloq xo‘jaligi ekinlarini ekilishi ustidan doimiy nazorat o‘rnatilgan.

“O‘zagroinspeksiya”ning Qishloq xo‘jaligi ekinlari urug‘lari yetishtirilishini nazorat qilish boshqarmasi va uning hududiy boshqarmalardagi soha mutaxassislar tomonidan hududlardagi qishloq xo‘jaligi boshqarmalaridan olingan ma’lumotlarga ko‘ra 2024- yilning 21-noyabr holatiga bir kunda 3 ming 719 gektar, mavsum boshidan buyon jami 339 ming 337 gektar yoki rejaga nisbatan 95,2 foiz bog‘ va tok qator oralariga qishloq xo‘jaligi ekinlari ekilganligi ma’lum bo‘ldi.

Shundan, bog‘ qator oralariga 244,1 ming gektar yoki 94,7 foiz (jumladan, 52,8 ming gektar piyoz, 11,4 ming gektar sarimsoqpiyoz, 30,5 ming gektar sabzi, 11,8 ming gektar lavlagi, 36,4 ming gektar ko‘kat, 8,9 ming gektar karam va 92,1 ming gektar boshqa qishloq xo‘jaligi ekinlari) ekilganligi hamda tok qator oralariga esa 95,1 ming gektar yoki 96,7 foiz maydonlarga (jumladan, 24,9 ming gektar piyoz, 4,2 ming gektar sarimsoqpiyoz, 12,5 ming gektar sabzi, 2,1 ming gektar lavlagi, 9,5 ming gektar ko‘kat, 2,4 ming gektar karam va 39,3 ming gektar rezavor ekinlar ekilganligi aniqlandi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda bog‘ qator oralariga ishlov beradigan universal qurilma ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Universal qurilmaning yumshatuvchi ish organlarini parametrlarini o‘rganish bo‘yicha eksperimentlar adabiyotlar tahlili va ilgari o‘tkazilgan tadqiqotlarga asosan qurilmaning birinchi qatoriga egrilik radiusi 250 mm, tuproqqa kirish burchagi 30° hamda eni 60 mm bo‘lgan yumshatkich, ikkinchi qatoriga qanotlarining uvalash burchagi 30°, qanotlarining ochilish burchagi 65° va qamrash kengligi 25 sm bo‘lgan o‘qyoysimon panjalar bilan o‘rnatilib o‘tkazildi.

Universal qurilmaning tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofani uning agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichlariga ta’siri. Universal qurilmaning tayanch tekisligidan osish qurilmasining pastki taqish nuqtasigacha bo‘lgan tik masofa H_1 ni ishlov berish chuqurligi va uning bir tekisligiga hamda tortishga qarshiligiga ta’sirini o‘rganishda bu masofa 5 sm

interval bilan 50 sm dan 65 sm gacha oraliqda o‘zgartirildi. Bunda agregatning harakat tezligi 6 va 8 km/h, ishlov berish chuqurligi 20 sm, ish organlari izlarining kengligi 200 mm, ish organlari orasidagi bo‘ylama masofa 700 mm etib belgilab olindi.

Tadqiqot natijalari. Tajribalarni o‘tkazishda baholash mezonlari etib tuproqning uvalanish sifati, ishlov berish chuqurligi, bog‘ qator oralarini tekislanish darajasi va pushta balandligi hamda ish organlarining tortishga qarshiligi, qabul qilindi. Bu ko‘rsatkichlar O‘z DST 3412:2019 “Qishloq xo‘jaligi texnikasini sinash. Tuproq yuzasiga ishlov beruvchi mashinalar va qurollar. Sinov dasturi va usullari” va O‘z DST 3193:2017 “Qishloq xo‘jaligi texnikasini sinash. Mashinalarni energetik baholash usuli” me’yoriy hujjatlar bo‘yicha aniqlandi [1, 2].

Tuproqning uvalanish sifati o‘lchami 0,5x0,5x0,2 m bo‘lgan tub ochiq quti yordamida ishlov berilgan qatlamdan olingan tuproq namunalarini o‘lchamlari 100 mm dan katta, 100-50 mm va 50 mm dan kichik fraksiyalarga ajratish yo‘li bilan aniqlandi. Buning uchun olingan namunalar teshiklarining diametri 100 va 50 mm bo‘lgan elaklardan o‘tkazildi. Har bir elakdan o‘tgan tuproq massasi tuproqning umumiy massasiga nisbatan foizda hisoblanib, tuproqni uvalanish sifati aniqlandi [3]. O‘lchami 50 mm dan kichik bo‘lgan fraksiyalar massasini olingan namuna massasiga nisbati tuproqning uvalanish darajasi sifatida qabul qilindi.

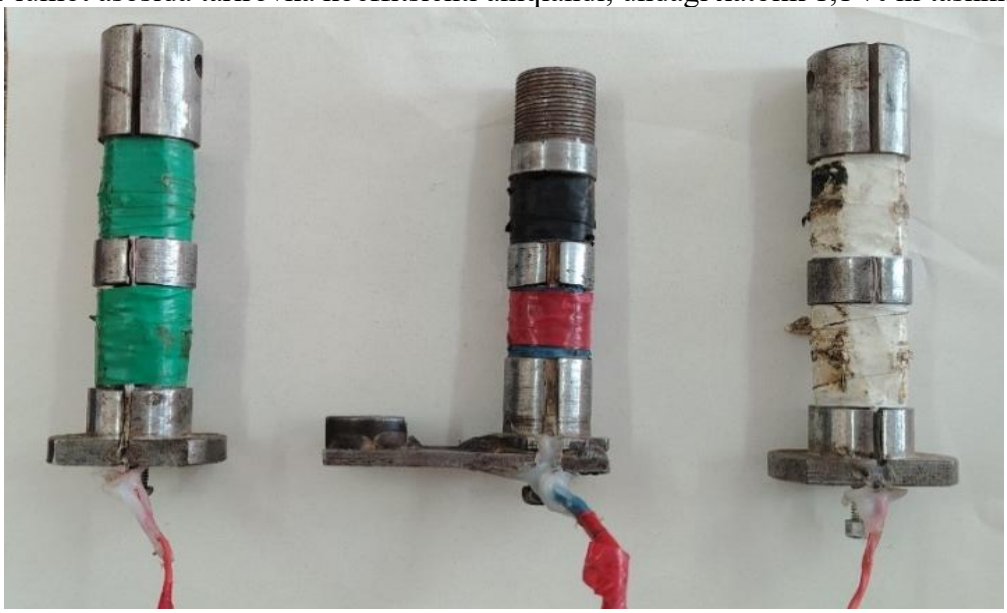
Har bir variant bo‘yicha namunalar 6 ta joydan olindi.

Ishlov berish chuqurligi ko‘ndalang kesimining yuzasi 1 sm^2 bo‘lgan chizg‘ichni ishlov berilgan qatlamga botirish yo‘li bilan aniqlandi. O‘lchash aniqligi ±0,5 sm, takroriyligi 25 marta.

Ishlov berilgan maydon yuzasidagi notekisliklar balandliklarining o‘rtacha kvadratik chetlanishi maxsus reyka yordamida qurilmaning harakat yo‘nalishi va qamrash kengligi bo‘yicha dala yuzasining profillarini olish yo‘li bilan aniqlandi. Har bir variant uchun qurilmaning harakat yo‘nalishiga ko‘ndalang va qamrash kengligi bo‘yicha to‘rttadan profil olindi [4; 5].

Qurilmaning tortishga qarshiligi tenzometriya usulida aniqlandi. Buning uchun 40X markali po‘latdan tenzobarmoqlar tayyorlandi (1-rasm) va ularga tenzodatchiklar to‘la ko‘prik usulida etib yelimlandi [6]. Tajribalarni o‘tkazishdan oldin va tajribalar o‘tkazilgandan so‘ng tenzobarmoqlar tarirovka qilindi. Buning uchun tortuvchi vintli mexanizm va maxsus tayyorlangan platformadan foydalanib, pastki o‘ng 2 va chap 3 tenzobarmoqlarga 3,0 kN interval bilan 0-30 kN oraliqda, yuqorigi 1 tenzabarmoqqa 2,0 kN interval bilan 0-20 kN oraliqda yuklanishlar berildi.

Tenzobarmoqlarni tarirovkalashda DOSM-III-5 namunaviy dinamometrdan hamda ularning ko‘rsatkichlarini yozib olishda IP-264B o‘lchash modulidan foydalanildi (2-rasm). Tarirovkada olingan ma’lumot asosida tarirovka koeffitsienti aniqlandi, undagi xatolik 1,1 % ni tashkil etdi.



1-rasm. Tenzobarmoqlarning umumiy ko‘rinishi. *1, 3 – pastki o‘ng va chap tenzobarmoqlar; 2 – yuqorigi tenzabarmoq*

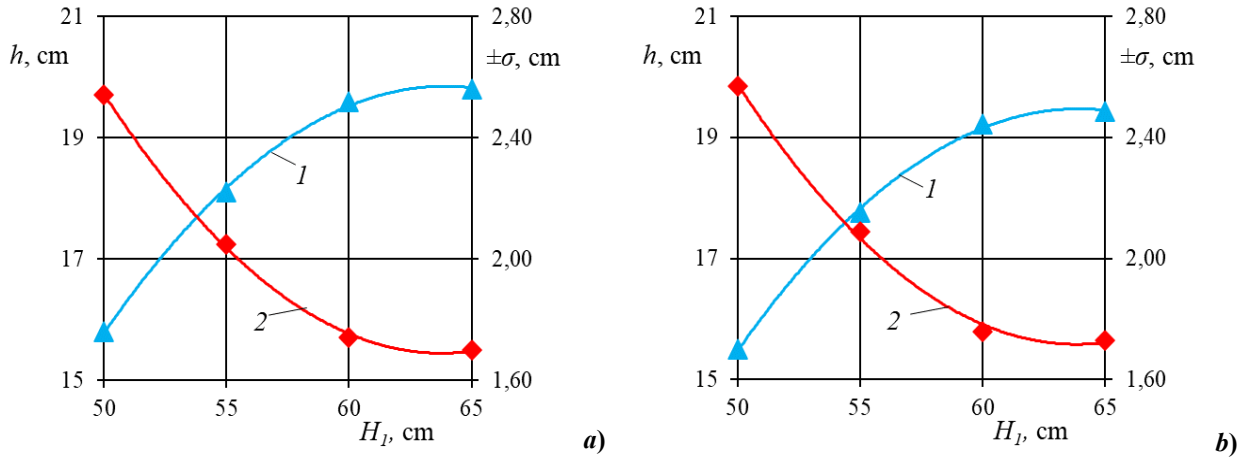


2-rasm. Ko‘rsatkichlarni IP-264B o‘lchash modulidan foydalangan holda yozib olish jarayoni

Natijalar tahlili va misollar. Universal qurilmaning tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofani uning agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichlariga ta’siri. Universal qurilmaning tayanch tekisligidan osish qurilmasining pastki taqish nuqtasigacha bo‘lgan tik masofa H_1 ni ishlov berish chuqurligi va uning bir tekisligiga hamda tortishga qarshiligiga ta’sirini o‘rganishda bu masofa 5 sm interval bilan 50 sm dan 65 sm gacha oraliqda o‘zgartirildi. Bunda agregatning harakat tezligi 6 va 8 km/h, ishlov berish chuqurligi 20 sm, ish organlari izlarining kengligi 200 mm, ish organlari orasidagi bo‘ylama masofa 700 mm etib belgilab olindi.

Tajribalarni o‘tkazishda, universal qurilmaning tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofa H_1 traktor osish mexanizmi pastki tortqilarini qurilmaga ulanish balandligini o‘zgartirish hisobiga o‘zgartirildi. Bunda qurilmaning pastki va yuqori osish nuqtalari orasidagi tik masofa H_2 o‘zgarmas va 610 mm ga teng etib olindi [7].

Tajribalarning natijalari grafik ko‘rinishda 3-rasmda tasvirlangan.



3-rasm. Takomillashtirilgan chizel-kultivator tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofani ishlov berish chuqurligi (h) va uning o‘rtacha kvadratik chetlanishi(±σ)ga ta’siri. *a – 6 km/h da; b – 8 km/h da*



4-rasm. Universal qurilmaning umumiy ko‘rinishi

3, *a* va *b*-rasmda keltirilgan grafik bog‘lanishlarni eng kichik kvadratlar usuli bilan [8; 98-111, 9; 31-36-b., 10, 11, 12, 13] aniqlangan quyidagi empirik formulalar bilan ifodalash mumkin: harakat tezligi 6 km/h bo‘lganda

$$h = -0{,}021H_1^2 + 2{,}685H_1 - 65{,}975\ (R^2=0{,}9988),\ \text{sm}; \quad (1)$$

$$\pm\sigma = 0{,}045H_1^2 - 0{,}5741H_1 + 20{,}0\ (R^2=0{,}9991),\ \text{sm}; \quad (2)$$

$$R = -0{,}0098H_1^2 + 1{,}251H_1 - 30{,}885\ (R^2=0{,}9979),\ \text{kN}. \quad (3)$$

harakat tezligi 8 km/h bo‘lganda

$$h = -0{,}0206H_1^2 + 2{,}634H_1 - 64{,}721\ (R^2 = 0{,}9988),\ \text{sm}; \quad (4)$$

$$\pm\sigma = 0{,}0045H_1^2 + 0{,}573H_1 + 20{,}007\ (R^2 = 0{,}9974),\ \text{sm}; \quad (5)$$

$$R = -0{,}0103H_1^2 + 1{,}31691H_1 - 32{,}511\ (R^2=0{,}9979),\ \text{kN}. \quad (6)$$

Demak, o‘tkazilgan tadqiqotlar bo‘yicha qurilmaning yumshatkichi belgilangan chuqurlikka botishi va shu chuqurlikda barqaror, ya’ni ishlov berish chuqurligini o‘zgartirmasdan ishlashi uchun uning tayanch tekisligidan pastki osish nuqtasigacha tik masofa kamida 60 sm bo‘lishi lozim.

Xulosa. Demak, o‘tkazilgan tadqiqotlar bo‘yicha bog‘ qator oralariga ishlov beradigan universal qurilmaning yumshatkichi belgilangan chuqurlikka botishi va shu chuqurlikda barqaror, ya’ni ishlov berish chuqurligini o‘zgartirmasdan ishlashi uchun uning tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofa kamida 60 sm bo‘lishi lozim.

Adabiyotlar ro‘yxati.

1. O‘z DST 3412:2019 “Qishloq xo‘jaligi texnikasini sinash. Tuproq yuzasiga ishlov beruvchi mashinalar va qurollar. Sinov dasturi va usullari” // – Tashkent, 2019. – 26 s.
2. O‘zDst 3193:2017 “Mashinalarni energetik baholash usuli” // – Tashkent, 2017. – 21 s.
3. To‘xtaqo‘ziev A. Tuproqqa ishlov berish chuqurligining bir xilligini ta'minlash. Qishloq xo‘jaligi texnikasi va texnologiyalari . 2019;13(3):34-38.
4. To‘xtaqo‘ziyev.A Imomqulov Q.B, Tuproqni kam energiya sarflab deformatsiyalash va parchalashning ilmiy-texnik asoslari. – Toshkent: KOMRON PRESS, 2013. – 120 b.
5. Shoumarova M., Abdillaev T. Qishloq xo‘jaligi mashinalari.– Toshkent: O‘qituvchi, 2002. - B. 424.
6. Abdunazarov, E. E. “Anor tuplarini ko‘madigan mashina ko‘muvchi ish organlarining tortishga qarshiligini aniqlash.” (2020): 108-111.
7. Abdunazarov, Elbek. “A Anor tuplarini ko‘madigan mashina tayanch tekisligidan pastki osish nuqtalarigacha bo‘lgan tik masofani asoslash.” *Uzbekistan Journal of Engineering and Technology* (2021).
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
9. Веденяпин В.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – Москва: Колос, 1973. – 184 с.
10. Djuraev, A., et al. “Tuprokka ekish oldidan ishlov beruvchi va mayda urugli sabzavot ekinlarini ekuvchi kombinatsiyalashgan agregat. Monografiya.” Monografiya. T.: Fan va texnologiyalar nashriyoti 180 (2016).

УДК 006.91

ДОСТИЖЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОИЗВОДСТВА

Авлиякулов Н.Н.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье рассмотрены требования, предъявляемые к метрологическому обеспечению производства, которые необходимо соблюдать метрологической службы предприятия. Для решения задач относящиеся к деятельности метрологической служба предприятия приведены виды выполняемых работ, которые обеспечивают проведение измерений с необходимой производительностью, точностью и экономической эффективностью. Контроль качества измерительных процессов и полученных их результатов, основывается на разработке и применении методик выполнения измерений. В целом метрологическое обеспечение производства должно способствовать поддержанию уровня качества изготовленной продукции путем проведения анализа осуществляемых измерений.*

Ключевые слова: *метрологическая служба, метрологическое обеспечение, измерительный процесс, метрологический надзор, результат измерений, методика выполнения измерений, качество продукции, уровень качества продукции, анализ состояния измерений, показатели качества.*

ENSURING THE QUALITY OF MEASURING PROCESSES IN METROLOGICAL SUPPORT OF PRODUCTION

Avliyakulov N.N.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article considers the requirements for metrological support of production, which must be observed by the metrological service of the enterprise. To solve the tasks related to the activities of the metrological service of the enterprise, the types of work performed are given, which ensure that measurements are carried out with the necessary productivity, accuracy and economic efficiency. Quality control of measurement processes and their results is based on the development and application of measurement methods. In general, metrological support of production should contribute to maintaining the quality level of manufactured products by analyzing the measurements carried out.*

Keywords. *metrological service, metrological support, measuring process, metrological supervision, measurement result, measurement methodology, product quality, product quality level, analysis of measurement status, quality indicators.*

Введение. Организация метрологического обеспечения необходима для обеспечения единства измерений способствующая повышению эффективности производства, качества продукции и безопасности труда, повышения эффективности управления, предостережения экологического воздействия на окружающую природную среду, обеспечения достоверного контроля материальных и топливно-энергетических ресурсов [1].

При метрологическом обеспечении производства качество измерительных процессов являющиеся составной частью технологического процесса, достигается при получении результатов измерений с допускаемыми основными погрешностями с учетом критерий качества измерений, характеризующая правильностью, сходимостью, воспроизводимостью, точностью и достоверностью.

Метрологическое обеспечение в целях достижения единства и необходимой точности результатов измерений сопровождается разработкой и внедрением на производстве достижений науки, техники, современных средств измерений и систем управления качеством, а также требуемых правил и норм (рис.1).

Задачи исследования. Достижение качества измерительных процессов является основой для метрологического обеспечения производства, при котором ответственность за организацию возлагается на метрологическую службу предприятия.

Метрологическая служба предприятия при соблюдении нормативно-технических требований обеспечивает и руководит процессом измерений с необходимой точностью и эффективной экономичностью. Метрологическая служба должна обеспечивать состояние средств измерений в исправном состоянии, осуществлять проведение поверок и калибровок, а при наличии соответствующей аккредитации – проведение регулярных поверок на самом

предприятии, пользоваться аттестованными методиками выполнения измерений, организация проведения метрологической экспертиза технической и нормативной документации.



Рис. 1. Основы метрологического обеспечения.

Основным документом охватывающая деятельность метрологической службы является положение о метрологической службе, которая описывает общую структура метрологической службы, задачи, обязанности и права ее подразделений.

К решаемым задачам метрологической службы входят [4]:

- выявление метрологических характеристик средств измерений по назначению;
- обеспечение благоприятных условий для получения необходимых результатов измерений;
- анализ метрологического обеспечения и ее совершенствование;
- при проведении измерений установление необходимой точности;
- при проведении измерений подготовка этапов внедрения методов и средств измерений;
- обеспечение методиками выполнения измерений;
- обеспечение осуществления метрологической экспертизы нормативно-технической и технологической документации;
- обеспечение исправности средств измерения;
- осуществление ремонта средств измерений;
- осуществление оптимальной периодичности поверок и калибровок средств измерений;
- обеспечение эксплуатационных требований к средствам измерений;
- технический учет средств измерений;
- выявление потребности в средствах измерений;
- подготовка графиков поверок средств измерений;
- мониторинг состояния средств измерений во время эксплуатации и хранении;
- повышение квалификации работников метрологической службы.

Выполнение этих задач способствует удовлетворению требований метрологического обеспечения, при котором достигается качество измерительных процессов.

Метрологической службой предприятия в целях подтверждения достигнутого уровня метрологического обеспечения современным требованиям производства проводится анализ состояния измерений. Во время проведения анализа предоставляются предложения по

планированию дальнейшего развития, внедрению новых методов и средств измерений, испытаний, контроля, разработки и внедрения новых видов техники и технологии, улучшения качества продукции, повышения достоверности результатов измерений, рационального использования материальных, энергетических и трудовых ресурсов [2,5].

Анализ проводимых измерений выявляет состояние работ приведенных на рисунке 2.



Рис. 2. Анализ проводимых измерений.

Согласно результатам проведенного анализа о состоянии проводимых измерений принимаются решения по улучшению метрологического обеспечения на предприятии, полученная информация также являются необходимой при сертификации требованиям системы менеджмента качества ISO 9001:2015.

Деятельность метрологического обеспечения способствует обеспечению оптимизации управления технологическими процессами производства, с получением достоверных результатов измерительного процесса, являющийся основанием для проведения метрологического надзора.

Метрологический надзор осуществляется метрологической службой предприятия, который является важнейшим видом деятельности метрологической службы, обеспечивающей гарантию качества выпускаемой продукции, безопасности производства и требований нормативной документации, основанных на использовании результатов измерений.

Необходимость и порядок проведения метрологического надзора должен содержать не только процедуры обнаружения несоответствий, но и процедуры принятия мер по устранению обнаруженных нарушений и предотвращения их дальнейшего повторения.

Результаты. В измерительном процессе результат измерения должен формируется при применении методики выполнения измерения, содержащий требуемую информацию.

Методики выполнения измерения способствуют получению достоверных и точных результатов измерений, содержащие информацию по:

- погрешностям измерений;

- перечню необходимых средств измерений;
- необходимым методам измерений;
- требованиям безопасности
- информацию охраны окружающей среды;
- квалификационным требованиям к операторам;
- требуемым условиям измерений;
- подготовительным этапам к проведению измерений;
- этапам контроля качества результатов измерений;
- требованиям к обработке результатов измерений;
- правилам оформления результатов измерений.

Качество измерительного процесса характеризуется системой взаимодействия ресурсов на измерительный параметр, сопровождающийся выходом результата измерения (рис.3).

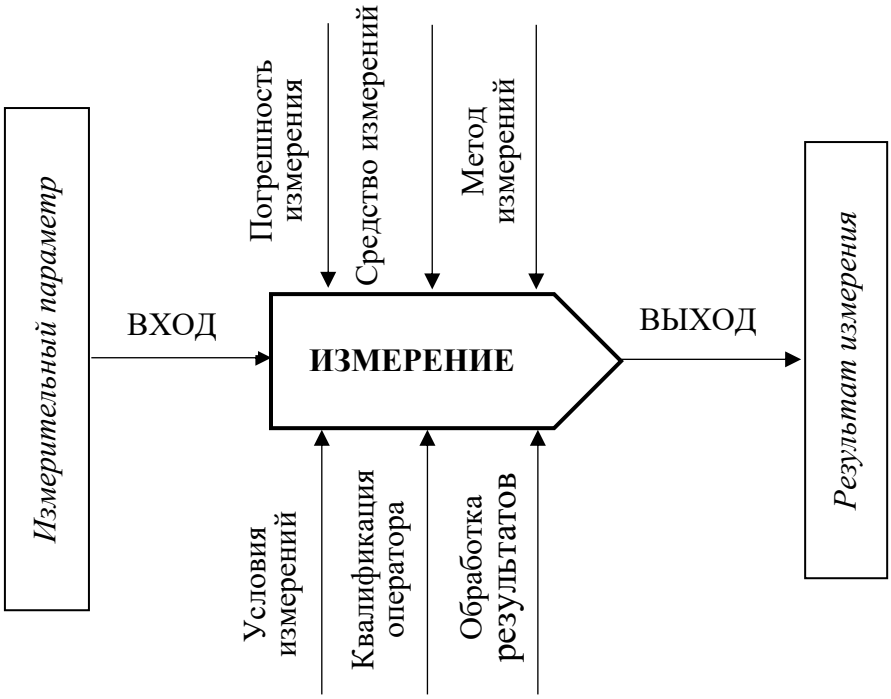


Рис. 3. Измерительный процесс.

На предприятии уровень качества продукции определяется согласно, полученных результатов измерений, выявляемых при метрологическом надзоре, при котором устанавливается [3]:

- Влияние выполняемых измерений на технико-экономические показатели деятельности предприятия;
- Наличие на производственных участках предприятия требуемой нормативной документации, относящиеся к нормам точности, методам и средствам измерений, условиям выполнения измерений, параметрам продукции и к технологическим процессам;
- Соблюдение на предприятии требований стандартов, нормативных документов по обеспечению единства и требуемой точности измерений на всех стадиях разработки, изготовления, испытания, приемки и эксплуатации продукции;
- Оснащенность предприятия современными средствами измерений, эффективность функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами;

- Обеспеченность планирования внедрения средств измерений по точности, быстродействию, производительности и уровня автоматизации;
- Использование на предприятии поверенных или откалиброванных средств измерений;
- Состояние организационной структуры деятельности метрологической службы предприятия согласно требованиям Положения о метрологической службе;
- Укомплектованность метрологической службы квалифицированными кадрами;
- Применение методик выполнения измерений;
- Обеспеченность предприятия специальными помещениями для проведения метрологических работ и хранения средств измерений;
- Наличие оборудования и документации для ремонта средств измерений;
- Наличие метрологической экспертизы нормативной документации, конструкторской и технологической документации;
- Состояние выполняемых работ Государственной метрологической службы.

Согласно данным метрологического надзора по проводимы измерениям, принимается решение по улучшению деятельности метрологического обеспечения. Заключение метрологического надзора, являются также основанием для выдачи свидетельства о состоянии метрологического обеспечения производства, а также документом при сертификации производства требованиям системы менеджмента качества.

Вывод. Приведенные результаты свидетельствуют о том, что организация деятельности метрологической службы предприятия на должном уровне с проведением метрологического надзора в соответствии с установленными требованиями, способствует улучшению качества измерительных процессов метрологического обеспечению производства и улучшению качества выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Авлиякулов Н.Н. Метрологическое обеспечение производства в нефтегазовой отрасли. Учебное пособие. − Ташкент: «Фан ва технологиялар», 2013. – 340 с.
2. Авлиякулов Н.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник. Бухара: «Дурдона», 2024. – 256 с.
3. Авлиякулов Н.Н., Бозоров У.М., Тураев А.Х. Результативность метрологического надзора при применении методики выполнения измерений показателей качества продукции. Международный журнала «Universum: технические науки». Москва: 2022. – № 4(97). 14-16 с.
4. Лежнина И.А., Уваров А.А. Метрологическое обеспечение производства. Учебное пособие. Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 120 с.
5. МИ 2240-98. Рекомендация. ГСИ. Анализ состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии, в организации, объединении. Методика и порядок проведения работы. − Москва: 1998. – 51 с.

SUVLANGAN GAZ QUDUQLARINI QAYTA ISHGA TUSHIRISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTISH TAHLILI

Do‘stov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada suvlangan gaz quduqlarini qayta ishga tushirish uchun plunjerli ko‘targich texnologiyasi asosida gaz qazib olish jarayonini jadallashtirish o‘rganilgan. Ushbu texnologiyani samarali ishlashi uchun gaz qudug‘i texnologik parametrlari ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi va uni barqaror ishlashini ta’minlash uchun zarur tavsiyalar ishlab chiqildi.*

Kalit so‘zlar: *plunjer, suvlangan gaz quduqg‘i, rejim, qiya quduqlar, elektron boshqaruv qurilmasi, nasos kompressor quvuri , atrof-muhit*

ANALYSIS OF IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES FOR RESTARTING FLOODED GAS WELLS

Dustov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A.
Bukhara state technical university.

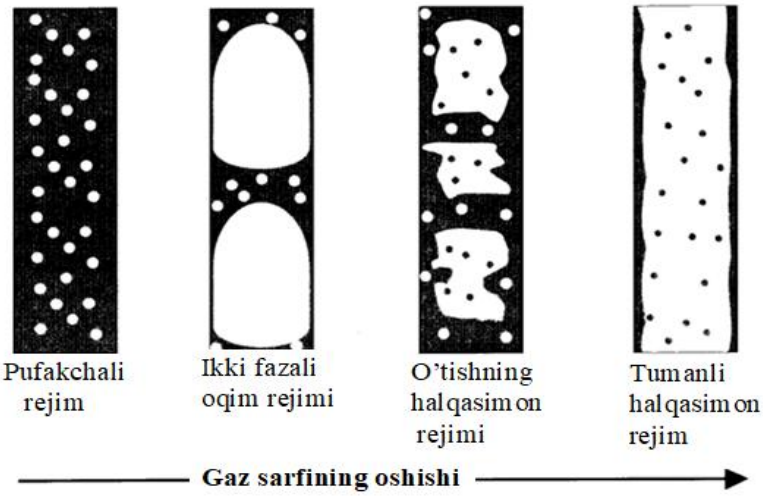
Annotation. *This paper investigates the intensification of gas production from watered gas wells based on the application of plunger lift technology for their reactivation. It has been determined that the efficiency of this technology is significantly influenced by the main technological parameters of the gas well. In order to ensure stable and reliable operation of the plunger lift system, practical recommendations have been developed for selecting optimal operating modes and improving the gas production process.*

Key words: *plunger, watered gas well, operating mode, deviated wells, electronic control unit, tubing, environment.*

***K*irish.** Hozirgi kunda mamlakatimizda Prezidentimiz tomonidan olib borilayotgan islohotlar barcha sohada bo‘lgani kabi bizning neft va gaz sanoatida ham bir qancha o‘zgarishlar bo‘lishiga va bu bilan bizning soha yana rivojlanishiga olib keldi. Xorijiy investitsiyalarning sohaga jadal kirib kelishi yangi uglevodorod zahiralarini qidirib topish, ularni burg‘ilash, qazib chiqarish, qayta ishlash va raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarishda o‘sishga olib keldi. Suvlangan yoki to‘xtatilgan quduqlarni ishlatish uchun yangi texniligiyalar joriy qilinmoqda. Bu ishlarni keng ko‘lamda olib borilishi uchun fan-ta’lim-ishlab chiqarish hamkorlining talab etiladi. Buning uchun ilmiy tadqiqot natijari muhim ahamiyatga ega.

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. “Hozirda gaz konda quduqlarning ishlab chiqarish qudug‘i aksariyati muamoli ishlamoqda. Ushbu quduqlarda ishlab chiqarishning pasayishi suvning kirib kelishi bilan bog‘liq.

Gaz qudug‘ida suyuqlikning ta’sirini nasos kompressor quvurlarida ko‘tarilayotgan suyuqlik va gaz fazalarining o‘zaro bog‘liqligini tushunish kerak. Ko‘p fazali oqim uchun odatda to‘rtta asosiy oqim rejimi ajratiladi, bu 1-rasmda ko‘rsatilgan:



1-rasm. Vertikal ko‘p fazali oqim rejimi sxemasi

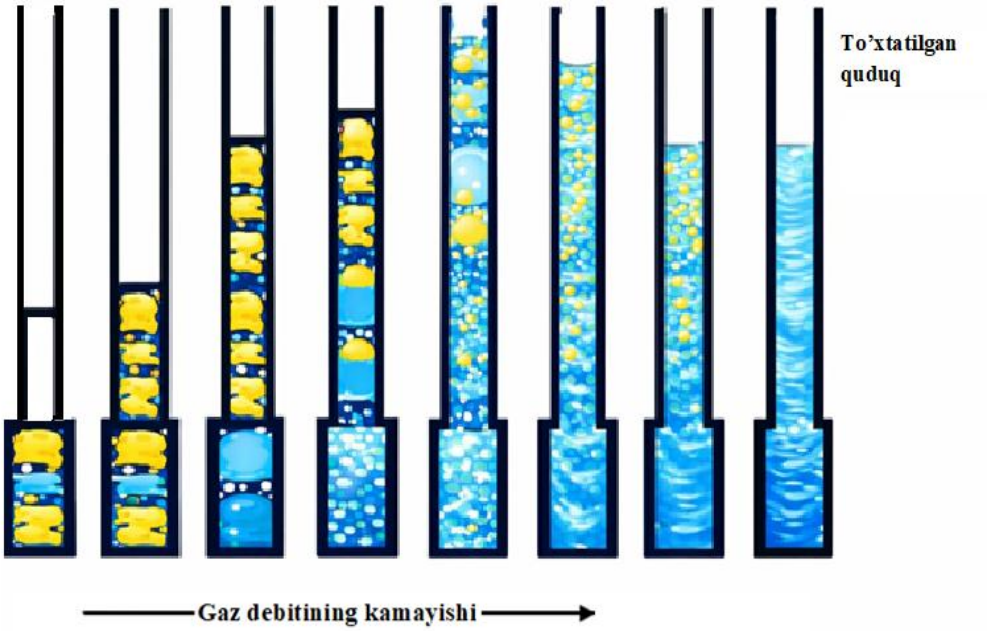
Pufakchali rejimi – quvur deyarli butunlay suyuqlik bilan to‘la, erkin gaz suyuqlikda ko‘tarilayotgan kichik pufakchalar shaklida bo‘ladi.

Ikki fazali oqim rejimi – suyuqlik uzluksiz faza bo‘lib, gaz pufakchalari kengayib, kattaroq pufakchalarga birlashib, tiqinlar hosil qiladi.

O‘tishning halqasimon rejimi – oqim uzluksiz gaz fazasi oqimi bilan tavsiflanadi, ma’lum miqdordagi suyuqlik gaz oqimida tomchilar shaklida tashiladi.

Tumanli halqasimon rejimi – gaz fazasi uzluksiz va suyuqlikning katta qismi gaz tomonidan tarqalgan shaklda tashiladi.

2-rasmda gaz qudug‘idagi oqimning vaqt o‘tishi bilan o‘zgarish sxemasi keltirilgan.



2-rasm. Gaz qudug'idagi oqim rejimlarining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Ishlab chiqarishni saqlab qolish uchun qo'llaniladigan usullarni tahlil qilish. Bugungi kunda gaz qazib olishda korxonlarda asosan quydagi uchta usuldan foydalanadi suv bosishi tufayli quduq oqim tezligining pasayishi:

1. Gaz quduqdan davriy foydalanish. Bu usul bosimni oshirish uchun quduqni vaqti-vaqti bilan yopishni o'z ichiga oladi. Quduq qayta ishga tushirilgandan so'ng, yuqoriga qarab oqim tezligining oshishi to'plangan suyuqlikni chiqarib yuborish uchun mo'ljallangan. Bu usul kunlik oqim tezligi taxminan 100 000 kubometr yoki undan ko'p bo'lgan quduqlarda ishlaydi. Biroq, oqim tezligi pastroq bo'lgan quduqlarda bu samarasiz, chunki yuqoriga qarab gaz oqimi tezligi tezda pasayadi va bu gaz qudug'ida suyuqlikning qo'shimcha to'planishiga olib keladi.
2. Qattiq sirt faol moddasini bilan quduqdan gaz chiqarish. Sirt faol moddalari quduqdagi suyuqlik zichligini ko'piklanish orqali kamaytirish uchun mo'ljallangan bo'lib, shu bilan oqimning yuqoriga ko'tarilish tezligida suyuqlik fazasini olib chiqarishni ta'minlaydi. Bugungi kunda bu usul ham uzoq vaqt davom etmasligi tufayli samarasiz bo'lib chiqdi, chunki sirt faol moddasi quduqdan chiqargandan so'ng, qatlamdan quduqqa kiradigan suyuqlikning sezilarli hajmi tufayli oqim tezligida uzoq muddatli o'sish kuzatilmaydi. Bundan tashqari, bu metod ancha mehnat talab qiladi va yuqori xavfli operatsiyalarni, shuningdek, qimmat kimyoviy reagentlarni sotib olish va ulardan foydalanishni talab qiladi.
3. Hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan usullar orasida eng samaralisi quduqni atmosferaga chiqarib ishlatish usuli hisoblanadi. Ushbu usul suyuqlikni quduqdan yer yuzasiga olib chiqishni ta'minlaydi hamda oldingi usullarga nisbatan uzoqroq davom etuvchi samara beradi.

Biroq quduq mahsulotini atmosferaga chiqarib ishlatish usuli bir qator kamchiliklarga ega:

- jarayonning yuqori mehnat talab qilishi;
- maxsus uskunalardan foydalanish zarurati;
- sezilarli vaqt yo'qotishlari;
- quduq stvolidagi bosimning katta farqi hisobiga NKQ quvurig salbiy ta'sir qiladi;
- xavfli ishlar sonining ortishi;
- Atrof-muhitga salbiy ta'sir.

Sanoat korxonasi ish olib borilayotgan mintaqaning ekologiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatishi bilan bog'liq muamolarga duch keladi.

Quduqdan suyuqlikni ko'tarishning hozirda qo'llanilayotgan mexanizatsiyalashgan usullarini ko'rib chiqamiz. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Neft va gaz quduqlaridan suyuqlik ko‘tarish metodlari

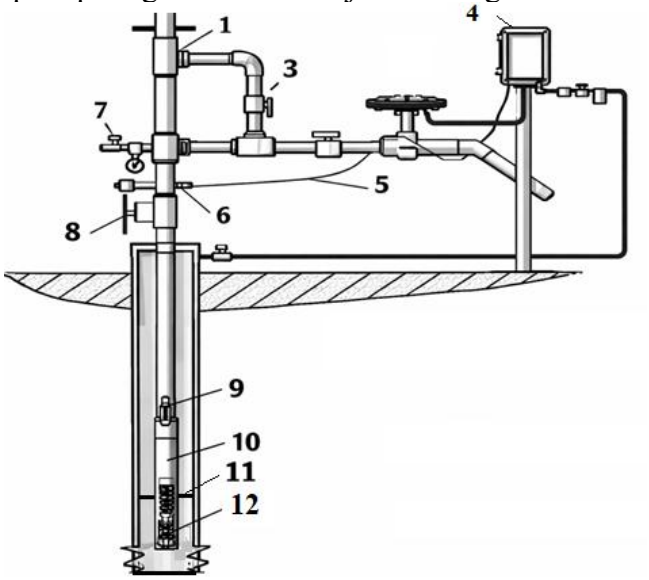
Optimallash tirish tizimining xususiyatlari	Maksimal quduq chu-qurligi, m	Maksimal suyuqlik oqimi tezligi, m^3/kun	Gaz kirish bosimiga ta’siri	Quduqni so‘ndirish darajasi	Energiya manbai
SHChN	4900	950	Kichik	kerak	Elektr energiyasi
Plunjerli lift	5800	30	Gaz bosimi manbai	kerak emas	Plast bosimi
Gazlift	4500	8000	Kichik	kerak	Siqilgan gaz
Vintli nasos	3700	700	Kichik	kerak	Elektr energiyasi
EMQN	4600	8500	O‘rtacha	kerak	Elektr energiyasi

1-jadvalda keltirilgan natijalarni ko‘rib chiqib quydagi xulosalarga kelish mumkin. Plunjer ko‘tarish tizimlari bir qator afzalliklarga ega:

- tashqi energiya manbasini talab qilmaydi, ular quduq energiyasidan foydalanadilar;
- oson o‘rnatish va demontaj qilish, yaxshi o‘chirishni talab qilmaydi;
- arzon narx (boshqa usullarga nisbatan 10 baravar past);
- qiya quduqlarda ishlash uchun qulay;
- quduqni to‘liq ishlatish imkonini beradi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, quduqlarda suyuqlik to‘planishiga qarshi kurashish uchun plunjerli ko‘tarish tizimlaridan foydalanish mumkin.

Plunjerli ko‘targichning qo‘llanishi odatda mexanizatsiyalangan, davriy qazib olish usuli bo‘lib, unda quduqdan suyuqlikni ko‘tarish uchun faqat quduq energiyasidan foydalaniladi. Plunjer – erkin harakatlana oluvchi, nasos kompressor quvuri ichiga joylashtirilgan ajratuvchi qurilma.Bunda plunjer qatlam bosimi ta’sirida yuqoriga ko‘tariladi va og‘irlik kuchi ta’sirida qayta quduq tubiga tushadi. Plunjerli liftning ishlash sxemasi 3-rasmda ko‘rsatilgan:



3-rasm. Takomillashtirilgan plunjerli ko‘targich bilan gaz qazib olish texnologik sxemasi. *1–lubrikator, 2–halqasiz troynik, 3–aylanma kran, 4–elektron boshqaruv qurilmasi, 5–tashqi kabel, 6–harakatni cheklovchi sensor, 7–chiqarish klapani, 8–zadvijka, 9–plunjer, 10–plunjer uchun amartizator, 11– NKQ, 12–NKQ uchun tayanch.*

Porshen ko‘taruvchi quduqda siklik ravishda ishlaydi, bu quduq qazib olish va to‘xtash o‘rtasida almashinib turadi. To‘xtash davrida, plunjer pastki qismida bo‘lganida, gaz bosimi ko‘tariladi, quduqdagi suyuqlik oqim davrining oxirgi bosqichiga yaqinlashadi. Suyuqlik quvur tubiga to‘planadi va plunjer quvur ustuni orqali amortizator prujinasiga tushadi va u yerda

bosimning butun ko‘tarilish davri davomida qoladi. Gaz bosimi quduqning to‘xtash davomiyligiga, qatlam bosimiga va qatlam o‘tkazuvchanligiga bog‘liq. Bosim yetarlicha oshganda, boshqaruv klapani ochiladi va quduqqa suyuqlik oqishni boshlaydi. Gaz kengayadi, quvurni to‘ldiradi va ishlab chiqarilgan gaz yordamida plunjer va suyuqlikni quduq og‘ziga ko‘taradi.

Qatlamdan gaz olish quduq debiti kritik debit qiymatiga yaqin darajagacha kamaygancha quduqqa suyuqlik to‘plana boshlanguncha davom etadi. So‘ng quduq yopiladi va plunjer amartizator prujinasi ustiga qayta tushadi.Gaz ustuni orqali, keyin to‘plangan suyuqlik ustuni orqali pastga harakatlanadi. Shu vaqtda bosimning oshish davri boshlanadi.

Gaz bosimi ta’sirida quduq yana ishga tushirish uchun ochiladi va plunjer suyuqlik bilan birga yuqoriga ko‘tariladi. Plunjer yuqorida bo‘lgan vaqt quduq ochiq holda bo‘ladi va gaz debiti pasaya boshlanguncha ishlaydi. Shundan so‘ng quduq yana yopiladi, plunjer quduq tubiga tushadi va jarayon takrorlanadi.

Porshenni ko‘tarish texnologiyasidan foydalanishning maqsadga muvofiqligini asoslash.

Olib borilgan uchastkasining 1-sonli qudug‘ini plunjerli lift tizimini o‘rnatish uchun tanlangan quduq sifatida ishlatildi. 1-sentabrdan 8-dekabrgacha 1-sonli quduq 7 marta, o‘rtacha har 10 kunda bir marta atmosferaga yoqiladi. Quduqning asosiy parametrlari 2-jadvalda keltirilgan:

2-jadval

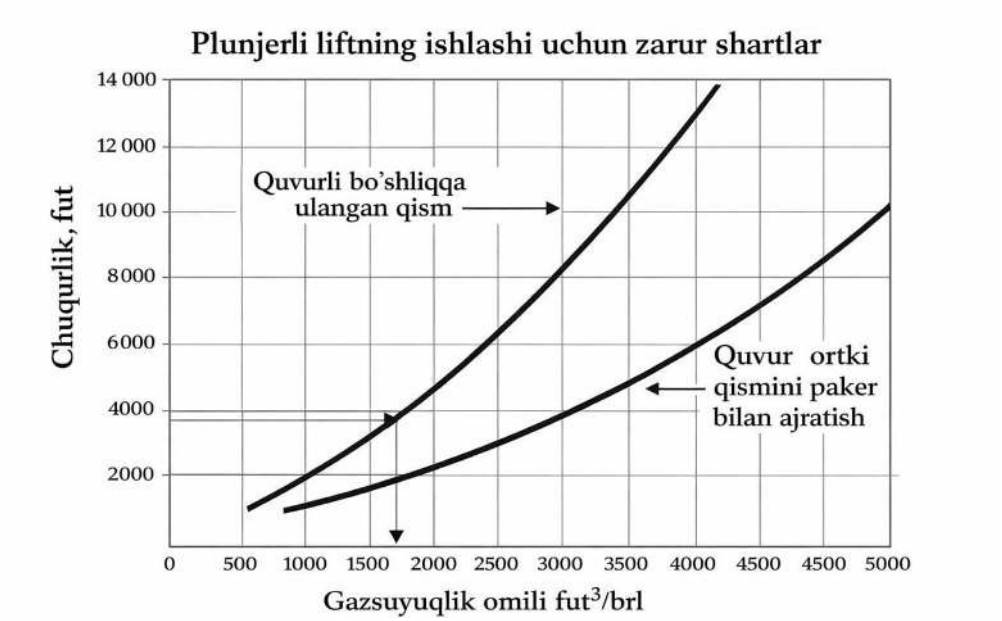
Quduq parametrlari

	O‘lchov birliklari	Qiymati
Chuqurlik	m	2280
Quvurning ichki diametri	mm	76
Texnik shartlarga muvofiq kutilgan quduqqa oqim sarfi	m^3/kun	70 000
Suvlanish vaqtida gaz oqimi sarfi	m^3/kun	38 000
Gaz haydagandan keyin gaz oqimi sarfi	m^3/kun	67 745
Suyuqlik sarfi	m^3/kun	2
Qatlam bosimi	atm.	65,5
Quduq og‘zidagi bosim	atm.	41,5
Texnik shartlarga muvofiq gaz koeffitsienti	m^3/ m^3	34 300
Quduq suv bosishi vaqtida gaz omili	m^3/ m^3	18 200

Jadvalda ko‘rsatilganidek, quduqning oqim tezligi suyuqlik bilan to‘ldirilganda deyarli ikki baravar kamayadi, quduqdagi suyuqlik chiqarib yuborilgandan so‘ng esa ishlab chiqarilgan gaz miqdori texnik shartlarda ko‘rsatilgan qiymatlarga yaqin bo‘ladi. Biroq, yuqorida ta'kidlab o‘tilganidek, quduqni atmosferaga chiqarishning bir qator kamchiliklari bor.

Plunjer liftidan foydalanish imkoniyatini aniqlashning asosiy parametrlari quyidagilardir: gaz-suyuqlik nisbati; quduq chuqurligi; ·maksimal suyuqlik oqimi tezligi; quduq tubidagi bosim va gaz yig‘ish tizimidagi bosim o‘rtasidagi farq.

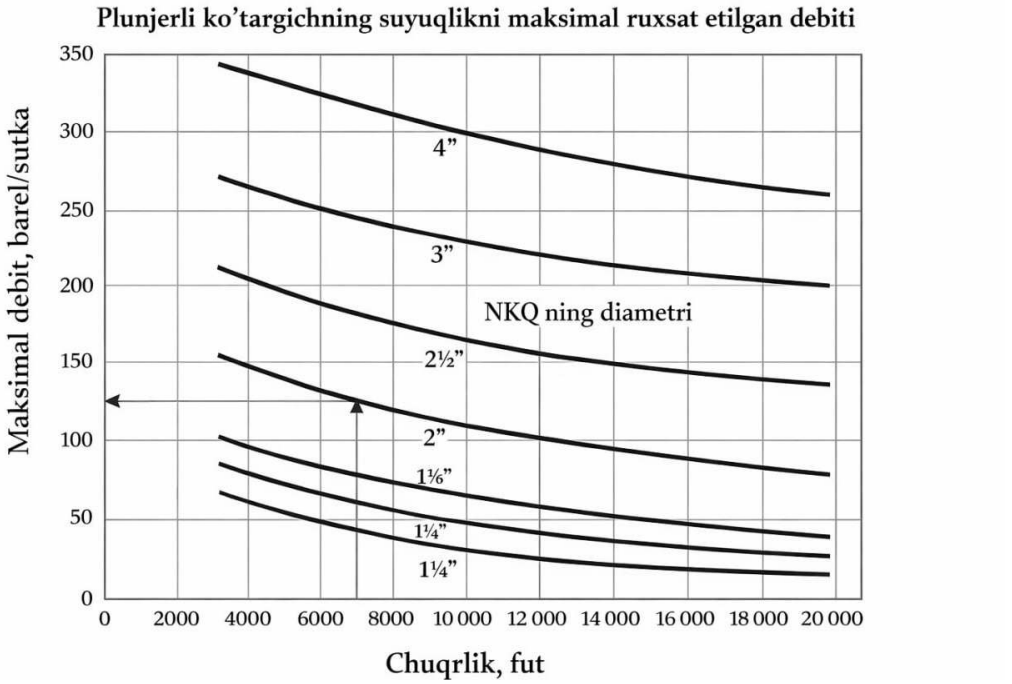
Paker bilan jihozlangan quduqlar uchun plunjer ko‘targichidan foydalanish imkoniyati 4-rasmda ko‘rsatilgan nomogramma yordamida aniqlanadi. Quduq chuqurligi vertikal o‘q bo‘ylab, gaz-suyuqlik nisbati esa gorizontal o‘q bo‘ylab chiziladi. Agar nomogrammadagi gaz-suyuqlik nisbati va quduq chuqurligini tavsiflovchi nuqta mos keladigan egri chiziqda yoki undan pastda bo‘lsa, unda plunjer ko‘targichi ushbu quduqda ishlash uchun mos keladi [4]. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ko‘rib chiqilayotgan quduqning chuqurligi 2280 m ni tashkil qiladi va gaz-suyuqlik nisbati qiymatlari talab qilinadigan minimal qiymatdan (taxminan 4200 fut) sezilarli darajada oshadi. Bu bizga plunjer ko‘tarish tizimidan foydalanish mumkin degan xulosaga kelishga imkon beradi.



4-rasm. Quduqda plunjer ko‘targichining paker bilan va pakersiz ishlashini ta’minlash uchun zarur bo‘lgan talablar

Porshen ko‘tarish moslamasidan foydalanishning maqsadga muvofiqligiga ta’sir qiluvchi keyingi omil - bu ma’lum bir quduq chuqurligi va quvur diametri uchun suyuqlikning maksimal mumkin bo‘lgan oqimi tezligi 5-rasmda ko‘rsatilgan.

Yuqoridagi parametrlarni bog‘laydigan nomogramma. Gorizontal X o‘qi quduq chuqurligini futlarda, Y o‘qi esa kuniga ruxsat etilgan maksimal suyuqlik oqimi tezligini barellarda ifodalaydi. Turli diametrli quvurlar uchun egri chiziqlar ko‘rsatilgan.



5-rasm. Porshenni ko‘tarish uchun suyuqlik oqimi tezligini baholash sxemasi.
(1fut=0,3048 metr; 1barel =159letr)

5-rasmda ko‘rsatilgan nomogrammadan xulosa qilish mumkinki, maksimal mumkin bo‘lgan suyuqlik oqimi tezligi kuniga taxminan 240 barrelni tashkil etadi, shu bilan birga ko‘rib chiqilayotgan quduq uchun qatlam suvi va gaz kondensatining umumiy ishlab chiqarish hajmi kuniga 12,6 barrelni tashkil qiladi.

Porshenli tizimidan foydalanishning maqsadga muvofiqligini belgilovchi keyingi omil qatlam bosimi va tizim bosimi o‘rtasidagi farq (18,9 atm) hisoblanadi, chunki bu farq plunjerning harakatlantiruvchi kuchi bo‘lib, u suyuqlikni quduq bo‘ylab ko‘taradi. Bu bosim farqi plunjerning suyuqlik bosimi bilan birgalikda taxminan 750 fut/min (3,8 m/s) tezlikda harakatlanishini imkonini beradi [5].

Plunjerni ko‘tarish tizimining ish siklini takomollashtirish kon sharoitida amalga oshiriladi. Maqsad barqaror ish sharoitida quduqning kunlik oqim sarfini maksimal darajada oshirishdir.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida barcha quduqlarda rivojlangan infratuzilma, elektr ta'minoti va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari mavjudligi plunjerli ko‘tarish tizimlarini o‘rnatish xarajatlarini keskin soddalashtiradi va kamaytiradi. Bugungi kunda Respublikamizning bazi konlarida olib borilgan tadqiqotlar ijobiy natijalariga ko‘ra to‘xtatilgan gaz quduqlari qayta ishga tushirildi. Bu usulni qo‘llash uchun ishlab chiqarishida mavjud bo‘lgan vodorod sulfidining katta miqdorini, shuningdek, quduqlarning bosim-harorat sharoitlarini hisobga olgan holda, xarajatlarni 24 000 dollarga baholandi.

Uskunaning ko‘rsatilgan qiymati 24 000 AQSh dollari va tabiiy gaz narxi ming kubometr uchun 100 AQSh dollari bo‘lgan holda, uni qoplash muddati 3-4 oy bo‘ladi.

Xulosa. Quduqlarda qazib olishning tabiiy pasayishi va shunga mos ravishda gaz debitini pasayishi hisobga olinsa, suyuqlik to‘planishi tufayli tobora ko‘proq quduqlar o‘z-o‘zini suvlanishi taxmin qilish mumkin. Hozirda keng tarqalgan usullar o‘zini sarf xarajatlarining ortishi bilan bu taklif etilayotgan usulga nisbattan samarali emas. Shuning uchun, quduqlarning barqaror ishlashini ta'minlash uchun gaz qudug‘idan suyuqlikni samarali chiqarish texnologiyalarini qo‘llash zarur.

Shunday qilib, plunjerli lift tizimlarini joriy etish bizga hozirda yuzaga kelgan bir qator muammolarni hal qilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. D. Li, G. Nikens. Suv ishlab chiqaruvchi gaz quduqlaridan foydalanish. Ingliz tilidan tarjima. Moscow Premium Engineering, 2008.-365 b.
2. Anufriev P.V. Samburg neft, gaz va kondensat konining quduqlaridan to‘plangan suyuqlikni olib tashlash maqsadida pistonli ko‘tarish texnologiyasini qo‘llash bo‘yicha o‘tkazilgan dala tadqiqotlari haqida ma’lumot. ARKTIKGA3 OAJ, 2016.

Rahimov Bobomurod Rustamovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, Buxoro davlat texnika universiteti “Neft-gaz ishi” kafedrasi dotsenti. Tel.:(+99890)712-75-32, E-mail: rahimovbobomurod012@gmail.com

GAZLARNI TOZALASHDA QO‘LLANILUVCHI ABSORBENTLARNING TAVSIFI VA UNDA HOSIL BO‘LADIGAN KO‘PIKLANISH SABABLARI

Toshboyev S.O‘., Panoyev E.R., Hasanov Z.Z.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Gazni qayta ishlash zavodlarida ishlatiladigan aminlar tavsiflarini, ya’ni uning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish bilan amin tizimlarida ko‘piklanish kabi turli muammolar sabablarini o‘rganamiz. Ko‘pincha ko‘pik absorber qurilmasida sodir bo‘ladi. Ko‘piklangan eritma o‘zi bilan toza gaz mahsulotini regeneratsiyalashga qo‘shib ketishi mumkin. Shuningdek, boshqa qurilmalarda ham kuzatilishi mumkin. Har bir ifloslantiruvchi ko‘piklanish tendensiyasiga va ko‘pikning barqarorligiga ta’sir qilishi mumkin. Ushbu maqolada neft gaz-kimyo zavodlarida ishlatiladigan aminlarning fizik-kimyoviy xossalari muhokama qilingan.*

Kalit so‘zlar: *metildietanolamin, dietanolamin, ko‘piklanish, eritma, absorber, sirt faol moddalar.*

DESCRIPTION OF ABSORBENTS USED IN GAS PURIFICATION AND THE CAUSES OF FOAM FORMATION IN THEM

Toshboyev S.O‘., Panoyev E.R., Hasanov Z.Z.
Bukhara state technical university.

Abstract. *In this study, the properties of amines used at gas processing plants are examined, specifically their physicochemical characteristics, along with the causes of various issues such as foaming in amine systems. Foaming most commonly occurs in the absorber unit. The foamed solution can carry over and contaminate the regenerated clean gas product. Foaming may also be observed in other equipment. Each contaminant can influence the tendency of foaming and the stability of the foam. This article discusses the physicochemical properties of amines used in oil and gas chemical processing plants.*

Keywords: *methyldiethanolamine, diethanolamine, foaming, solution, absorber, surfactants*

***K*irish.** Bugungi kunda jahonda asosan gazlarni tozalash jarayonida MDEA absorbent hisoblanib undagi termostabil tuzlar miqdoriga qarab ko‘piklanish darajasi o‘zgaradi. Tabiiy gazni nordon tarkibiy qismlardan tozalash uchun Gazli gazni qayta ishlash zavodi va Muborak gazni qayta ishlash zavodida MDEA va DEA ishlatiladi. Texnik metildietanolamin bu yonuvchan, yog‘li suyuqlik hisoblanadi. Rangi och sariqdan to‘q sariqgacha, hidi o‘ziga xos, korrozion faolligi va ko‘piklanish xususiyatlari DEA turidagi aminlarga o‘xshash. Havo bilan portlovchi aralashmalar hosil qilmasligi ko‘rildi. Inson organizmiga ta’sir etish darajasiga ko‘ra GOST 12.1.007 bo‘yicha 3-xavfli sinfga mansub. 1-jadvalda MDEA va DEA ning fizik-kimyoviy xossalari keltirilgan. MDEAning molekular massasi 119,2; 20 ^{0}C da zichligi 1,036-1,042 g/sm^3. Atmosfera bosimida qaynash harorati 244,8 ^{0}C ga teng, muzlash nuqtasi – minus 21 ^{0}C. Qurilmada ishlatiladigan MDEA TU 2423-005-11159873 [12] talablari va me’yorlariga javob berishi kerak.

Dietanolamin. DEA ning molekular massasi 105,1; 25 ^{0}C da nisbiy zichligi –1,094 g/sm^3. Atmosfera bosimida qaynash nuqtasi 268 ^{0}C ga teng, muzlash nuqtasi -28 ^{0}C. DEA suvda yaxshi eruvchan rangsiz yoki biroz sarg‘ish yopishqoq suyuqlik. Ishqoriy xossaga ega bo‘lgan elektrolit hisoblanadi. Kimyoviy parchalanishga katta qarshilik ko‘rsatadi.

Tadqiqot usuli. Hozirgi kunda Gazli gazni qayta ishlash zavodidagi asosiy muammolardan biri absorbsiya jarayonida amin eritmasi (absorbent)ning yo‘qotilishi hisoblanadi. Bunga asosiy sabab amin eritmalari bilan gazlarni nordon komponentlardan tozalash jarayonida uning turli ta’sirlar natijasida ko‘piklanishi va amin eritmasining ma’lum bir qismi tozalangan gaz bilan chiqib ketishi hamda to‘yingan amin eritmasiga o‘tib qolishiga olib kelmoqda. Oddiy ko‘pik sirt faol moddalarni ifloslantirish orqali ko‘pikka aylanadi.

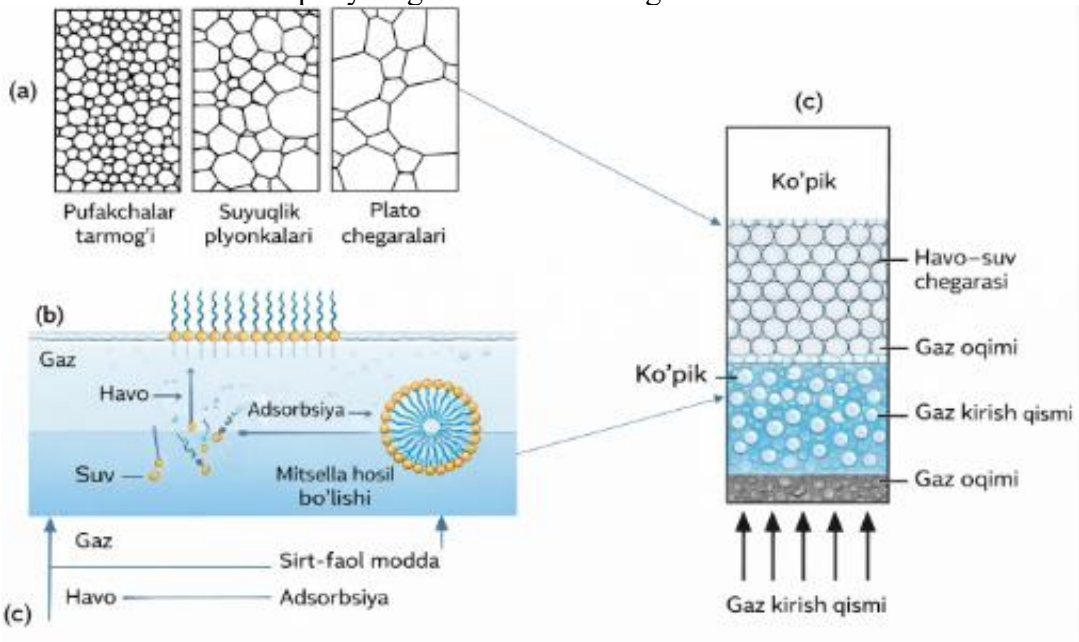
Ko‘piklanish jarayonlarini nazorat qilishning eng keng tarqalgan usullaridan biri bu ko‘pikni so‘ndirish uchun aylanma eritma oqimiga ko‘pikka qarshi kimyoviy moddalarni qo‘shish hisoblanadi.

Gazni aminli tozalash jarayonidagi absorber qurilmasida ko‘piklanish turli xil sabablar orqali sodir bo‘ladi. Bular gaz tarkibidagi:

- mexanik qo‘shimchalar;
- nordon komponentlar;
- aminning oksidlanishi;

– haroratning ko‘tarilishi;
– qovushqoqlikning ortishi tufayli ko‘pik hosil bo‘ladi.

1-rasmda sirt faol moddalar gaz va suyuqlik yuzasida qattiq qatlam hosil qilib, ko‘pik paydo bo‘lishiga sabab bo‘lishi ko‘rsatilgan. 2-rasmda Absorber ichida gaz bilan suyuqlik aralashganda, sirt faol moddalar ta’sirida ko‘pik yuzaga kelishi ko‘rsatilgan.



1-rasm. Ko‘piklanish mexanizmi (sirt faol moddalarning ta’siri)

1-jadval.

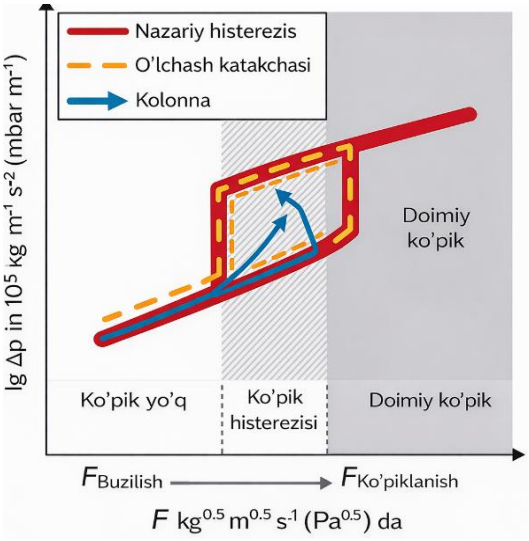
Metildietanolamin va dietanolaminning fizik-kimyoviy xususiyatlari

№	Ko‘rsatkichlar nomi	O‘lchov birligi	Ko‘rsatkichlar	
1	Formula		MDEA	DEA
			$C_5H_{13}NO_2$	$C_4H_{11}NO_2$
2	Molekular massa		119,2	105,1
3	101,35 kPa da qaynash harorati	^0C	231	270
4	Muzlash harorati	^0C	–21,0	28
5	25 ^0C haroratda zichligi	g/sm^3	1.03	1.94
6	30 ^0C haroratdagi solishtirma issiqlik sig‘imi	J/kg K	1.71	2.22
7	25 ^0C haroratda absolyut qovushqoqlik	Kg/m s	101	308
8	Absorbsiya issiqligi: H_2S CO_2	kJ/kg	1047 1340	1147 1511
9	Desorbsiya issiqligi: H_2S CO_2	kJ/kg kkal/m^3 (norm.) kg /m^3 (norm.) kJ/kg kkal/m^3 (norm.) kg /m^3 (norm.)	1050 381 0,73 1420 516 1,24	1200 436 0.84 1510 548 1,31

Absorber qurilmasidagi harorat reglament bo‘yicha 45-55 ^oC bosim esa 5 MPa bo‘ladi.

2-jadval. MDEA va DEA texnik xususiyati

Ko‘rsatkichlar nomi	O‘lchov birligi	TU 2423-005-11159873 ga muvofiq MDEA ko‘rsatkichlari [12]		TU 6-09-2652 ga muvofiq DEA ko‘rsat-kich lari
		oliy nav	birinchi nav	
Tashqi ko‘rinishi		Mexanik qo‘shimchalarsiz		
20 ^{0}C da zichligi	g/sm^3	1,036-1,042	1,036-1,042	1,094
Massa ulushi, dan kam emas	%	99,0	98,5	98,5
Aralashmalarning massa ulushi, dan ko‘p emas, shu jumladan: yuqori qaynovchilar massa ulushi, dan ko‘p emas	% %	1,0 0.2	1.5 -	1.5 -



2-rasm. Absorberda ko‘pik hosil bo‘lish jarayoni

Xulosa. Shundan xulosa qilish mumkinki, gazlarni aminli tozalash jarayonida asosan amin tarkibida ko‘pik hosil qiluvchi sabablar, kirib kelayotgan gazning tarkibida turli xildagi nordon komponentlar, mexanik qo‘shimchalar hamda absorber qurilmasi ichidagi haroratning mo‘tadil saqlanib turishi hisoblanadi. Agarda qurilma ichidagi harorat standartdan oshib yoki tushib ketsa ham amin tarkibida ko‘piklanish jarayonini oshirib yuboradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Do‘stov H.B., Panoyev E.R., Ostonov F.I. Gazlarni absorbsion tozalashda ko‘piklanish jarayonlarini tadqiq qilish // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal-Buxoro: 2024. -№1. 115-118 b. (02.00.00 №14)
2. S.Toshboyev., V.Axmedov., E.Panoev., B.Olimov. Analysis of the anti foaming solution tsu, obtained on the basis of local antifoaming raw materials arising from gas cleaning // Universum: химия и биология: Научный журнал. - № 4(118). Chast 2., M., Izd. «MSNO», 2024. -P.56-61.– Elektron. versiya pech. publ. – (02.00.00 №01)
3. Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Panoyev E.R., Xafizov A.R. Gazlarni nordon komponentlardan tozalash qurilmalarida ko‘piklanish sabablari va uni oldini olish // QarDU xabarlari Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal**.** 2024 (2)2 . 150–154 b. (02.00.00 №15)

4. S.Toshboev., A.Hafizov., E.Panoev., B.Olimov. Principal technological scheme of production of tsu-1 foam extinguisher // Universum: технические науки: Научный журнал. – № 8(125). Chast 6., M., Izd. «MSNO», 2024. -P.56-61.– Elektron. versiya pech. publ. (02.00.00 №01)
5. Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Do‘stov H.B., Panoyev E.R. Gazlarni absorbentlar bilan tozalashda ko‘piklanish jarayonlarini tadqiq qilish // Proceedings of the International Conference on the topic “Innovative approaches to localization”. Innovations in the exploration and exploitation of oil and gas fields SECTION I Innovations 14 oktyabr 2023 ear - Qarshi: 2023. 94–95 b.
6. S.Toshboev., E.Panoyev. Foaming processes in amine gas purification, // Models and methods for increasing the efficiency of innovative research: a collection scientific works of the International scientific conference (11 October 2023) - Berlin:2023. Part 27 P. 119-125.
7. Тошбоев С.У., Ахмедов В.Н., Паноев Е.Р. Исследование Процессов Пенообразования При Аминной Очистке Газов // Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science (CAJOTAS) ISSN: 2660-5317. Table of Content - Volume 4 № 10 (Oct 2023) С.163-169.
8. S.Toshboev., V.Axmedov., E.Panoyev. Synthesis of higher fatty acid compound esters of higher fatty alcohols // международной научно – технической конференции «проблемы, инноватsионные предложения и решения в области химии и технологии нефти и газа» проведенной 14-15 декабря 2023 г. в Бухарский инженерно-технологический институт. 2023.-P. 71-74
9. Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Panoyev E.R., D.F. Xayitova. Gazlarni aminli tozalash jarayonida yuzaga keladigan ko‘pikni bostirishda qo‘llaniladigan “TSU” reagentini sintezi va ekstraksiyalash jarayoni tahlili // "Science and Education" Scientific Journal / April 2024 / Volume 5 Issue. 223-227 b.
10. Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Panoyev E.R., O.I.Ravshanova., A.Q.Raxmatov. Gazlarni aminli tozalashda ko‘piklanishga qarshi TSU-1 eritmasi sintezi va uning sinov tadqiqot ishlari. // Development of science science journal/ Volume 1 MAY 2024/ 1. 355-359 b.
11. Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Panoyev E.R., Usmonov S.B. Gazlarni tozalash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘piklanish jarayonlarini tadqiq qilish // «Kimyoning dolzarb Muammolari» Mavzusidagi respublika ilmiyamaliy Anjuman materiallari (2024-yil 21-22-iyun) Urganch: 2024. 212–226 b.
12. S.O‘ Toshboyev, V.N. Axmedov, E.R. Panoyev, O.I.Ravshanova, D.F.Xayitova. Gazlarni absorbsion tozalashda absorber qurilmasida hosil bo‘ladigan ko‘piklanish jarayonlarini tadqiq qilish (gazli gazni qayta ishlash zavodi misolida) // “Neft va gaz Sanoatining dolzarb muammolari va istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya . 15-16-oktabr 2024-yil. Buxoro: 2024. 132-136 b.
13. S.O‘ Toshboyev, Sh.N.Ataullayev, O.I.Ravshanova, J.J.Jamolov, Z.Z. Xasanov. Gazlarni tozalash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘piklanish jarayonlarini o‘rganish // “Neft va gaz Sanoatining dolzarb muammolari va istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya . 15-16-oktabr 2024-yil. Buxoro: 2024 . 327-332 b.
14. S.O‘ Toshboyev, H.B.Do‘stov, V.N.Axmedov, E.R.Panoyev. Gazlarni absorbsion tozalashda ko‘piklanishga qarshi ko‘pik so‘ndiruvchi sintezi va sinov tadqiqot ishlari. // “Neft va gaz Sanoatining dolzarb muammolari va istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. 15-16-oktabr 2024-yil. Buxoro: 2024 . 206-211 b.
15. S.O‘ Toshboyev, E.R.Panoyev, A.X.Musayev, X.Salimov. Development of technology for obtaining corrosion inhibitors during absorption purification of gases from acidic compounds // Development of science journal/ Volume 1 FEVRAL 2025/ 2
16. S.O‘ Toshboyev, V.N.Axmedov, E.R.Panoyev, O.I.Ravshanova. Gazlarni absorbsion tozalash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘piklanish jarayoniga qarshi tsu-1 ko‘pik so‘ndirgichining ta’sir etish mexanizimi // Development of science journal / Volume 1 Fevral 2025/ 2

МЕХАНИЗМ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В $TlGaSe_2$

[1]Умаров С.Х., [2]Рустамов В.Дж., [1]Халлоков Ф.К., [1]Ходжаев У.О., [1]Нарзуллаева З.М.
[1]Бухарский Медицинский Институт им. Абу Али ибн Сино, Бухара,
[2]Гянджинский Государственный Университет, Гянджа, Азербайджан

Аннотация. *В работе отражено результаты исследования механизма отрицательной фотопроводимости (ОФП) в $TlGaSe_2$. Для достижения поставленной цели получено крупные монокристаллы методом Бриджмена - Стогбаргера использовались особо чистые элементы таллий, галлий, и селен. Объяснено в монокристаллах $TlGaSe_2$, содержащих примеси с глубокими уровнями, обычно используется схема электронных переходов, предполагающая примесное поглощения света и сложный характер рекомбинатции носителей. Исследовании примесной фотопроводимости и ОФП кристаллов $TlGaSe_2$, установлено наличие рекомбинационных уровней с энергиями $E_{cr1} = 1{,}2$ эВ, $E_{cr2} = 0{,}95$ эВ в то же время, длинноволновая граница ОФП соответствует 1,0 эВ, которая в пределах точности эксперимента совпадает с положением r_2.*

Ключевые слова: *механизма отрицательной фотопроводимости, крупные монокристаллы, глубокими уровнями, схема электронных переходов, рекомбинации носителей.*

MECHANISM OF NEGATIVE PHOTOCONDUCTIVITY IN $TlGaSe_2$

[1]Umarov S.Kh., [2]Rustamov V.Dj., [1]Khallokov F.K., [1]Khodjaev U.O., [1]Narzullaeva Z.M.
[1]Abu Ali ibn Sino Bukhara Medical Institute, Bukhara,
[2]Ganja State University, Ganja, Azerbaijan

Abstract. *The paper presents the results of a study of the mechanism of negative photoconductivity (NPC) in $TlGaSe_2$. To achieve this goal, large single crystals were produced using the Bridgman-Stogbarger method, using highly pure elements: thallium, gallium, and selenium. It is explained that in $TlGaSe_2$ single crystals containing deep-level impurities, an electron transition scheme is typically used that assumes impurity absorption of light and complex carrier recombination.*

In the study of impurity photoconductivity and NPC of $TlGaSe_2$ crystals, the presence of recombination levels with energies $E_{cr1} = 1.2$ eV $E_{cr2} = 0.95$ eV was established; at the same time, the long-wavelength boundary of the NPC corresponds to 1.0 eV, which, within the accuracy of the experiment, coincides with the position of r_2.

Key words: *mechanism of negative photoconductivity, large single crystals, deep levels, electron transition diagram, carrier recombination.*

Введение. В последние годы внимание исследователей привлекают слоистые кристаллы со сложной структурой, обладающие сильной анизотропией электронных и колебательных спектров. Интенсивно изучаются зонная структура и динамика решетки тройных слоистых полупроводников группы $A^{III}B^{III}C^{VI}_2$, в частности $TlGaSe_2$. Таллий – галлиевый диселенид в силу особенностей технологии изготовления представляет собой полупроводник, запрещенная зона которого весьма насыщена локальными уровнями. С целью дальнейшего управления фотоэлектрическими свойствами необходимо полная информатция о спектре примесных состояний в запрещенной зоне монокристалла. Однако, на сегодняшний день фактически отсутствуют данные об энергетическом положении соответствующих уровней в запрещенной зоне, сведения о концентрации центров, их заполняемости, сечений захвата основных и неосновных носителей, характерные времена релаксатции фототока в $TlGaSe_2$. Поэтому возникает необходимость систематического исследования фотоэлектрических свойств позволяющего построит единую картину рекомбинатционных процессов э этих монокристаллах и объяснить ее детали. Актуальность подобного исследования и тем, что в последнее время на основе сложных слоистых полупроводников типа $A^{III}B^{III}C^{VI}_2$ предложены приемники для видимой и ближней инфракрасных областей, оптических модуляторов и др.

Отрицательная фотопроводимость полупроводников - это явление, при котором уменьшается электропроводность полупроводника под воздействием света, в противоположность обычному положительному эффекту, когда проводимость растет. Оно возникает из-за того, что свет, помимо создания свободных носителей заряда (фотогенератция), может также приводить к увеличению концентрации или подвижности захватчиков носителей заряда (например, ловушек или примесей), что приводит к их рекомбинации и снижению общего числа носителей, участвующих в проводимости.

Механизмы отрицательной фотопроводимости:

- Влияние ловушек: Если свет ионизирует примесные центры, которые являются захватчиками носителей заряда, они могут захватывать носители, тем самым снижая их подвижность или уменьшая их общее число в зоне проводимости, что приводит к снижению проводимости.
- Изменение типа проводимости: В некоторых случаях, например, в полупроводниках n-типа, свет может вызывать захват электронов на примесных уровнях или увеличение концентрации акцепторных примесей, что приводит к снижению проводимости.
- Феномен «захвата – переброса»: Иногда свет может вызывать захват носителей на определенные центры, что приводит к переходу их на более глубокие энергетические уровни, где они менее подвижны или вовсе захватываются, тем самым снижая проводимость.

Условия возникновения:

- ✓ Обычно отрицательная фотопроводимость наблюдается в полупроводниках с большим количеством примесей или дефектов, создающих ловушки для носителей заряда.
- ✓ При определенных условиях освещения (частота, интенсивность) свет может активировать эти ловушки и приводить к снижению проводимости.

Отличие от положительной фотопроводимости:

- Положительная фотопроводимость: Свет создает новые свободные носители заряда (электроны и дырки), увеличивая электропроводность.
- Отрицательная фотопроводимость: Свет вызывает захват или рекомбинатцию уже существующих носителей заряда, что приводит к снижению электропроводности.

Согласно выше изложенного целю настоящей исследования является определение «физическое механизмы отрицательной фотопроводимости в монокристаллах $TlGaSe_2$ и объяснить ее детали…»

Методика эксперимента. Для достижения поставленной цели использовались кристаллы, синтезированные сплавлением компонентов в стехиометрическом соотношении в вакуумированных ($\sim 10^{-3}$ Па) и запаянных кварцевых ампулах. Использованные для исследований кристаллы p-типа были получены методом Бриджмена-Стокбаргера. Симметричные контакты к образцам изготовлялись из эвтектической смеси In-Ga. При напряженностях электрического поля $E > 40$ В/см контакты становятся инжектирующими.

С учетом кристаллизационных особенностей $TlGaSe_2$ этот метод оказался более эффективным при выращивании крупных монокристаллов. С другой стороны выбор данного метода был обусловлен следующим обстоятельством. В ходе экспериментов по изучению фотопроводимости возникла необходимость выращивания специального легированных кристаллов $TlGaSe_2$.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Отрицательную фотопроводимость – уменьшение проводимости при освещении полупроводников – наблюдали многие авторы на ряде полупроводниковых веществ. Из обзора опубликованных работ следует, что отрицательной фотопроводимости (ОФП) имеет в различных случаях различную природу.

Для объяснения ОФП в полупроводниках, содержащих примеси с глубокими уровнями, обычно используется схема электронных переходов, предполагающая примесное поглощения света и сложный характер рекомбинатции носителей. Такая модель была предложена Волькенштейном. Жузе и Рывкиным [1] и детально проанализирована Штокманом в связи с исследованиями отрицательного фотоэффекта в германии с радиатционными дефектами, вызванными электронным облучением [2]. Согласно модели Штокмана, если под действием света происходит освобождение неосновных носителей с каких либо центров, то отрицательная фотопроводимость должна быть следствием быстрой рекомбинации этих неосновных носителей с основными. Следует однако отметить, что модель Штокмана требует одновременного наличия большого числа дырок на уровнях,

ответственных за ОФП, и малости термического выброса электронов в зону проводимости. Удовлетворить этим противоречивым требованиям можно лишь при выполнением весьма жестких требований к сечениям захвата.

В других случаях такой эффект (ОФП) связан с уменьшением подвижности носителей тока вследствие увеличения концентрации заряженных центров при подсветке [2, 3]. В работе [4] авторы утверждают, что ОФП в Si (W) обусловлена увеличением сечения захвата электронов на отталкивающие центры вольфрама с увеличением электрического поля. Несколько сложнее интерпретируется ОФП, наблюдаемая как проявление поверхностных свойств полупроводника или явлений на контактах [5]. В [6] ОФП объясняется диффузией. Фотоэлектронов к поверхности с рекомбинатцией их в поверхностном инверсном слое и прекращением инжекции дырок с поверхности в объём, а в [7] ОФП связывается с увеличением сопротивления поверхностного домена при примесном фото возбуждении.

В [8] предлагается модель, позволяющая объяснить основные особенности ОФП с медленной кинетикой. Исходным пунктом всех рассуждений является тот факт, что ОФП наблюдается в образцах, которым свойственны эффектов долговременной релаксатции фотопроводимости (ДРФ). Модель представляет собой неоднородный полупроводник, содержащий включения, имеющие глубокие примесные уровни. Эта сравнительно несложная модель способна объяснить основные наблюдаемые закономерности ОФП. Рассмотренный механизм нетрудно реализовать на простой структуре, представляющей собой неоднородный полупроводник, содержащий включения, имеющие глубокие примесным уровни. Эта сравнительно не сложная модель особенна объяснить основным наблюдаемые закономерности ОФП. Рассмотренный механизм нетрудно реализовать на простой структуре, представляющей собой тонкую низкоомную пленку на подложке, содержащую глубокие компенсированные уровни. Отметим, что в работе [9] исследовалась именно такая структура.

При исследовании особенностей ОФП в кристаллах $TlGaSe_2$, нами установлен ряд экспериментальных фактов, существенно отличающихся от вышеуказанная случаев и не укладывающихся в рамки упомянутых моделей. Это следующие: 1) ОФП имеет свою остаточную (ООП) в тоже время долговременная релаксатция собственной фотопроводимости не обнаружена. 2) ОФП наблюдается лишь при напряжениях, превышающих некоторое критическое. 3) Долговременным процессам установления и спала ОФП предшествуют скачки проводимости.

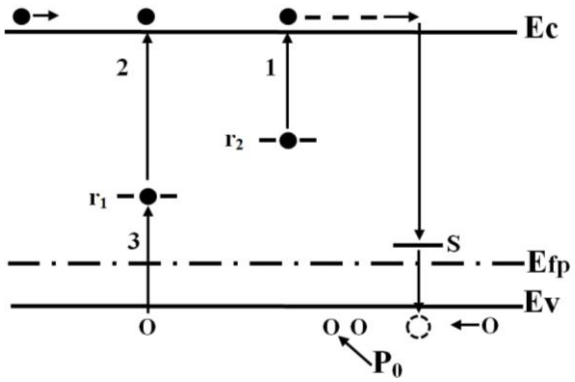


Рис.1 Схема рекомбинатционных переходов обусловливающих ОФП в $TlGaSe_2$

Исследовании примесной фотопроводимости и ОФП кристаллов $TlGaSe_2$ позволили установить наличие рекомбинатционных уровней с энергиями $E_{cr1} = 1{,}2$ эВ $E_{cr2} = 0{,}95$ эВ в то же время, длинноволновая граница ОФП соответствует 1,0 эВ, которая в пределах точности эксперимента совпадает с положением r_2. Если под действием света с энергиями квантов $h\lambda \geq 1{,}0$ эВ имеет место ОФП то можно предположить, что происходит освобождение неосновных носителей (в данном случае электронов) с центров с энергиями $E_{cr2} = 0{,}95$ эВ. Согласно сушествующым представлениям, ОФП должно быть следствием быстрой рекомбинатции именно этих неосновных носителей с основными через быстрые центры. Таким образом, энергетическая диаграмма найденных нами примесных уровней в $TlGaSe_2$ позволяет построить схему рекомбинатционных переходов обусловлива-ющих ОФП (рис.1), которая хорошо объясняет экспериментально установленные нами особенности ОФП.

Примесный свет с энергией фотонов hλ> 0,95эВ возбуждает электроны из уровня r_2 (а в дальнейшом и из уровня r_1) в зону проводимости. При этом заполнение дырок на этих уровнях растет. Будем считать, что скорость теплового возбуждения дырок с уровней r_2 (а также r_1) в валентную зону настолько мало, что увеличение заполнения этих уровней приводит к пренебрежимо малому увеличению скорости теплового возбуждения в υ - зону.

В то же время свободные электроны быстро захватываются S - центрами, эти S - центры обладают почти одинаковыми сечениями захвата для электронов и дырок. Захваченные S - центрами электроны рекомбинируют со свободными равновесными дырками, что и приводит к уменьшению темновой концентрации P_0. Поэтому равновесная темновая концентрация дырок уменьшается под действием света. Концентрация свободных электронов при этом увеличивается, на это увеличение слишком мало для компенсатции уменьшения концентрации свободных дырок. Отрицательная фотопроводимость наблюдается в ограниченном интервале длин волн, нижней границей этого интервала должна быть энергия фотоионизатции электронов из уровней r_2 (переходы 1). Верхняя же граница будет соответствовать ширине запрещенной зоны. Второй максимум на спектральной зависимости ОФП обусловлен переходами электронов из r_1 в с - зону (переходы 2).

Скачок проводимости при включении примесного света обусловлен фотоионизатцией дырок из уровней r_1 (переход 3). Поскольку $E_{cr1} = E_{cr2}$ процесси, связанные с переходами 1 и 3, происходят одновременно. В момент включения примесного света пока возбужденные в с - зону электроны рекомбинируют со свободными дырками через S-уровни мы наблюдаем положительный ток дырок в виде скачка, созданный переходами 3, через некоторое время проявляется ОФП.

Таким образом, происходит конкуренция двух процессов. Но мы наблюдаем суммарный эффект, который определяется преобладающим процессом, т.е. ОФП. Релаксатция ОФП связана с влиянием мелких уровней прилипания [10].

Наблюдение ОФП лишь на нелинейном участке ВАХ и ее зависимость от инжектирующей способности контактов связана с двойной инжекцией носителей тока в образец, приводящей к изменению заполнения r - центров. В рамках рассматриваемой модели находит объяснение также N - образная ВАХ отрицательной фотопроводимости. Когда нет инжекции (при напряженностях электрического поля (Е ≤15 В/см) нет электронов на r – центрах, поэтому наблюдается только положительный фототок из уровня r_1. По мере роста заполнения уровней r_2 инжектированными в объем кристалла электронами (Е >15 В/см) растет глубина гашения ОФП при возбуждении примесным светом. Дальнейший рост напряжения приводит к тому, что инжекционные ток становятся намного больше $/\Delta I_{ф}^{-}/$ и на фоне их видно ОФП, но она всегда есть.

При относительно малых интенсивностях примесного света с ростом последних увеличивается число выброшенных электронов из r_2 – центров в зону проводимости, поэтому растет амплитудное значение ОФП. Поскольку концентрация заполненных r_2 – центров имеет конечное значение, начиная с некоторого оптимального значения интенсивности ($Ф_{ОФП}$) примесного света происходить опустошение уровней r_2, и в итоге конкуренции двух вышесказанных процессов, начинают преобладать переходы дырок υ - зону и величина ОФП проходит через максимум и, наконец, при больших интенсивностях становится положительным. Следует отметить, что при таких интенсивностях возможны также двойные оптические переходы.

Важно отметить, что с ростом процентного содержания диспрозия в системе $TlGa_{1-x}Дy_xSe_2$ (где x = 0,001;0,002; и 0,003) увеличивается кратность ОФП. Это, возможно, связано с тем, что ростом концентрации диспрозия увеличивается концентрация S - центров, и тем самым глубина гашения инжекционного тока; либо легирующая примесь вводит мелкие центра, которые меняют компенсатцию r – центров.

С ростом температуры квази уровень Ферми смещается к середине запрещенной зоны. После пересечения положения S – центров, роль этих центров резко изменяется; они из уровней быстрой рекомбинатции превращаются в уровни прилипания. Поэтому, при T > 140 К в наших образцах ОФП исчезает.

Заключение. В заключении следует отметить, что отрицательный фотоэффект в монокристаллах $TlGaSe_2$ аналогичен инфракрасному гашению в том отношении, что в обеих случаях происходит гашение фонового тока. В первом случае фоновый ток создается инжекцией носителей заряда из электродов, а во втором случае - собственным светом.

В кристаллах $TlGaSe_2$ интерпретатция механизма ОФП осложнена тем, что имеет место отрицательная остаточная фотопроводимость (ООП). Если после установления статционарного значения отрицательного фототока (I^-) выключить подсветку, то установится квазистатционарное значение тока (I^-_{on}), которое больше I^-, но меньше, чем значение исходного темнового (I_T). Можно выделить следующие экспериментально установленные особенности ОФП в монокристаллах $TlGaSe_2$:

1. Кинетика эффекта имеет своеобразный вид, где долговременным процессам установления и спада ОФП предшествуют скачки проводимости.
2. ОФП наблюдается в спектральной области 1,0 ÷ 2,0 эВ.
3. При фиксированной длине волны 0,8 мкм ОФП имеет N – образную ВАХ. 4. Величина ОФП зависит от интенсивности примесного света, причем зависимость $I^- = f(Ф)$ имеет экстремум. С ростом напряженности электрического поля расширяется диапазон интенсивности примесной подсветки, при котором имеет место ОФП. При напряженностях больше 10^3 В/см фототок только положительный.

Литература

1. Жузе В. П., Рывкин С. М. О механизме фотопроводимости закиси меди. – Докл. АН СССР, 1949, т.58, № 4, с. 673 – 676.
2. Парицкий Л. Г., Рывкин С. М. Об одной возможности интерпретатции отрицательной фотопроводимости. – ФТП, 1967, т.1, № 5, с. 718 – 723.
3. Лебедев А. А., Мамадалимов А. М., Султанов Н. А. Отрицательный фотоэффект в диодах из n – Si, легированного цинком. – ФТП, 1971, т.5, №5, с. 1645 – 1647.
4. Быковский Ю. А., Зуев В. В., Крюхин А. Д., Тимошин В. Т. Отрицательная фотопроводимость в полупроводниках с отталкивающими центрами. – ФТП, 1974, т. 8, № 5, с. 886 – 891.
5. Романычев Д. А. Об отрицательной фотопроводимости в германии. – ФТП, 1966, т. 8, № 5, с. 1645 – 1647.
6. Керимова И. З., Сондаевский В. П., Стафеев В. И. Отрицательная фотопроводимость германия с примесью золота в сильных электрических полях. – ФТТ, 1966, т. 8, № 1, с. 280 – 282.
7. Кальвенас С. П., Шейкис Л. С., Цучинскас А. А. Локальная отрицательная фотопроводимость германия с примесью никеля в сильных электрических полях. – ФТП, 1972, т. 6, № 8, с. 1605 – 1607.
8. Петросян С. Г., Шик А. Я. Отрицательная фотопроводимость и инфракрасное гашение остаточной проводимости в неоднородных полупроводниках. – ФТП, 1976, т. 10, № 7, с. 1335 – 1360.
9. Баскин Э. Т., Лисенкер Б. С., Шегай А. Ю. Моделирование долговременной релаксации неравновесной проводимости. – ФТП, 1978, т. 12, №7, с. 1380 – 1383.
10. Умаров С. Х. Влияние структуры, состава и внешних воздействии на оптические, электрофизические и фотоэлектрические особенности монокристаллов твердих растворов системи $TlInS_2$ - $TlInSe_2$. Дисс. на соиск.уч.степени докт. ф из.-мат. наук. Ташкент, 2004, 246 с.

УДК 661.725.68

МАҲАЛЛИЙ ИККИЛАМЧИ ХОМ АШЁ – ҚУЙИ МОЛЕКУЛАЛИ ПОЛИЭТИЛЕННИ ОКСИДЛАБ СИНТЕТИК ЮҚОРИ ЁҒ КИСЛОТАЛАРИ ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ

[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 маҳаллий иккиламчи хом ашё - қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш орқали синтетик юқори ёғ кислоталар олиш жараёни ўрганилган. Тадқиқотда оксидланиш реакциясига таъсир этувчи асосий омиллар-ҳарорат, реакция вақти, кислород оқими ва катализатор миқдори таҳлил қилинган. Олинган маҳсулотнинг физик-кимёвий хоссалари, жумладан, кислота сони, йод сони, зичлик ва қовушқоқлик каби кўрсаткичлар аниқланган. Тадқиқот натижалари маҳаллий қайта ишланадиган хом ашё асосида биологик фаол ва экологик тоза юқори ёғ кислоталари ишлаб чиқариш имконини кўрсатади.*

Калит сўзлар: *қуйи молекулали полиэтилен, оксидланиш, иккиламчи хом ашё, синтетик юқори ёғ кислоталари, физик-кимёвий хоссалар, кислота сони, катализатор, экологик тозалик*

LOCAL SECONDARY RAW MATERIAL – OBTAINING SYNTHETIC HIGH FATTY ACIDS BY OXIDIZATION OF LOW MOLECULAR POLYETHYLENE AND THEIR PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

[1]Fozilov H.S., [2]Turobjonov S.M., [1]Fozilov S.F.

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

Abstract. *This article investigates the process of obtaining synthetic higher fatty acids by oxidation of local secondary raw material - low-molecular-weight polyethylene. The main factors influencing the oxidation reaction, including temperature, reaction time, oxygen flow rate, and catalyst amount, have been analyzed. The physicochemical properties of the obtained products - such as acid value, iodine value, density, and viscosity - were determined. The research results demonstrate the potential for producing environmentally friendly and biologically active higher fatty acids based on locally available secondary raw materials.*

Key words: *low-molecular-weight polyethylene, oxidation, secondary raw material, synthetic higher fatty acids, physicochemical properties, acid value, catalyst, environmental sustainability*

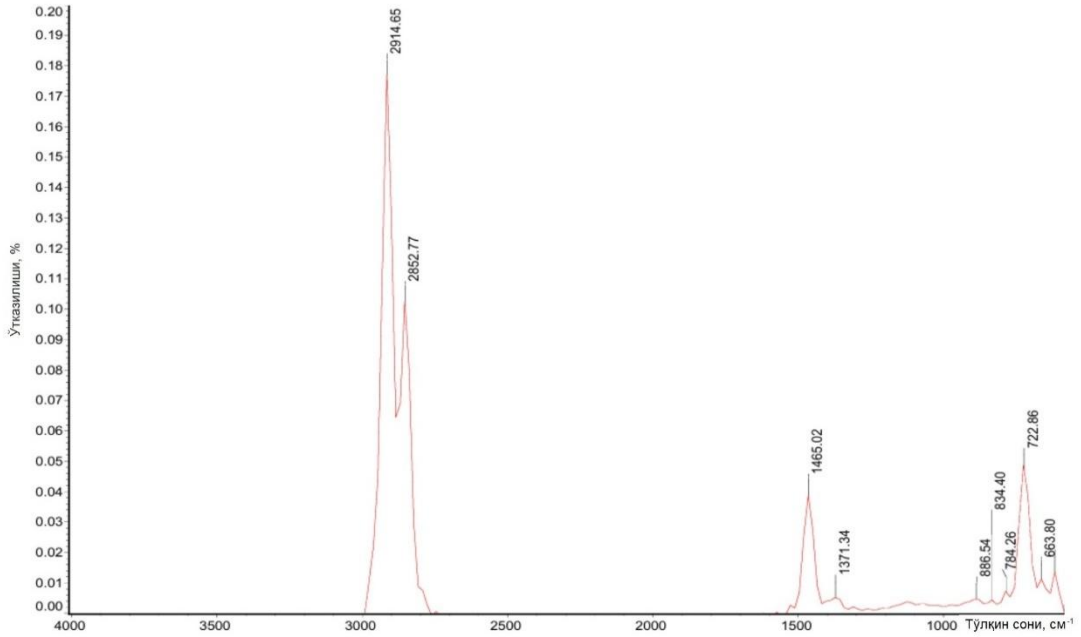
Кириш. Мустақиллик йилларида Ўзбекистон саноатининг нефтни қайта ишлаш тармоғида ишлаб чиқаришни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, модернизатциялаш ва диверсификация қилиш, инновацион технологияларни жорий этиш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот ҳажмини орттириш ва турларини кенгайтириш бўйича кенг кўламдаги ишлар амалга оширилди. Охирги йилларда Бухоро ва Фарғона нефтни қайта ишлаш заводларида нефтни чуқур қайта ишлаш даражасини орттириш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини ошириш ва энергия ресурслари сарфини камайтиришга, ҳамда саноат чиқиндиларидан унумли ва оқилона фойдаланишга қаратилган ишлар олиб борилмоқда. Ушбу ишлар НҚИЗни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан қайта жиҳозлаш, шунингдек хом ашёни ва нефть чиқиндиларини қайта ишлашнинг юқори самарадор технологияларини ва ишлаб чиқаришни ташкил этишнинг замонавий усулларини жорий этиш асосида амалга оширилади.

Бугунги кунда барча мамлакатларда нефть-газ саноатининг эътибори экологик хусусиятлари яхшиланган, таркибида минимал миқдорлар олтингугурт ва ароматик углеводородлар сақлаган дизель ёқилғиси ишлаб чиқаришни ривожлантиришга йўналтирмоқда. Дизель ёқилғисига бўлган эҳтиёжнинг қондирилиши ишлаб чиқаришда ноанъанавий манбаларни жалб қилиш билан бирга турли хилдаги присадкалардан фойдаланиш билан ҳам боғлиқ. Шу сабабли, дизель ёқилғиларининг таркиби ва сифатини яхшилаш, эксплуатацион хоссаларини оширувчи янги таркиб присадкалар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва амалиётга қўллаш муҳим вазифалардан бири бўлиб қолмоқда. Ҳозирги кунда Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида ишлаб чиқарилаётган Евро-5 ва Евро-6 русмли дизель ёқилғиларини олтингугурт миқдори 0,05 % дан камайиши ҳисобига мойланиш хусусиятини яхшилаш мақсадида маҳаллий хом ашёлардан кўп функцияли присадкалар ишлаб чиқиш долзарб муаммо ҳисобланади.

Жаҳон миқёсида таркиби ва тузилиши аввалдан бегиланган дизель ёқилғиларини мойловчанлик хоссаларини яхшиловчи присадкалар синтез қилиш, уларнинг таъсир механизмини аниқлаш, технологиясини ишлаб чиқишга йўналтирилган бир қатор илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда [1-2]. Бу борада физик-кимёвий ва эксплуататцион хоссалари яхшиланган, экологик тоза дизель ёқилғилари таркибларини аниқлаш, сифат ва миқдор кўрсатгичларини ноанъанавий хом ашёлар асосида синтез қилиб олинган присадкалар ҳисобига бойитиш, самарали ва кўп функцияли мойловчи присадкалар ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Мамлакатимизда йирик “Uz-Kor Gas Chemical” ҚК МЧЖ корхонасининг ишга туширилиши полиэтилен ва полипропилен ишлаб чиқаришни йўлга қўйилиши полимерлар турларини кўпайтириш имкониятини берди. Ушбу корхоналарда иккиламчи маҳсулот сифатида ишлаб чиқарилаётган ҚМПЭ ва ҚМПП нинг хоссаларини ўрганиш ва унинг печ ёқилғиси ва йўл битуми компоненти бўлган оғирлашган фракцион таркибли дизель фракциясининг хоссаларига таъсирини ўрганиш ҳисобланади. Адабиётларда келтирилишича бу иккиламчи маҳсулотлардан нафақат юқорида келтирилган балки улардан олинган полимер ва сополимерни нефть маҳсулотлари учун турли хилдаги присадкалар олиш имкониятини яратади [3].

Қуйи молекулали полиэтиленни ИҚ спектрида (1-расм) тегишли 4000-600 $см^{-1}$ диапазонда ютилиш чўққилари аниқланди. Спектрда 2914,65 ва 2852,77 $см^{-1}$ атрофидаги юқори интенсивликдаги чўққилар $–CH_2–$ гуруҳининг ассиметрик ва симметрик С–Н чўққилар полиэтиленнинг асосий метилен занжирларига, 1465,02 $см^{-1}$ да кузатилган ўрта интенсивликдаги чўққи $–CH_2–$ гуруҳининг ва 1371,34 $см^{-1}$ даги нисбатан паст интенсивликдаги чўққи $–CH_3$ гуруҳига ҳамда 886,54; 834,40; 784,26 ва 722,86 $см^{-1}$ атрофидаги чўққилар $–(CH_2)_n–$ занжирларининг тебранишларига мос келади.



1-расм. Uz-Kor Gas Chemical” ҚК МЧЖ корхонаси иккиламчи хом ашёси – қуйи молекулали полиэтиленнинг ИҚ-спектри

Айниқса, 722 $см^{-1}$ чўққи полиэтиленнинг кристаллик ҳолатини кўрсатувчи ва 667,89 - 661,70 $см^{-1}$ да жойлашган паст интенсивликдаги чўққилар эса молекуляр занжирларнинг кристалл ҳолатидаги ўзаро таъсирларига боғлиқдир.

Спектрда С=О, О–Н, Н–Н ёки С=С гуруҳларига хос ютилишлар аниқланмаган, бу эса намунада фақат углеводородли $–CH_2–$ занжирлар мавжудлигини кўрсатади. Чўққиларнинг

нисбатан паст частоталардаги тармоқланишлар полимернинг қисман кристаллик табиати ва паст молекуляр оғирликка эга эканлигини билдиради. Айниқса, 722 $см^{-1}$ чўққи кристалл фазага, 1465 $см^{-1}$ чўққи эса аморф фазага тегишлидир, бу эса полиэтиленнинг ярим кристалл структурага эга эканини кўрсатади [4].

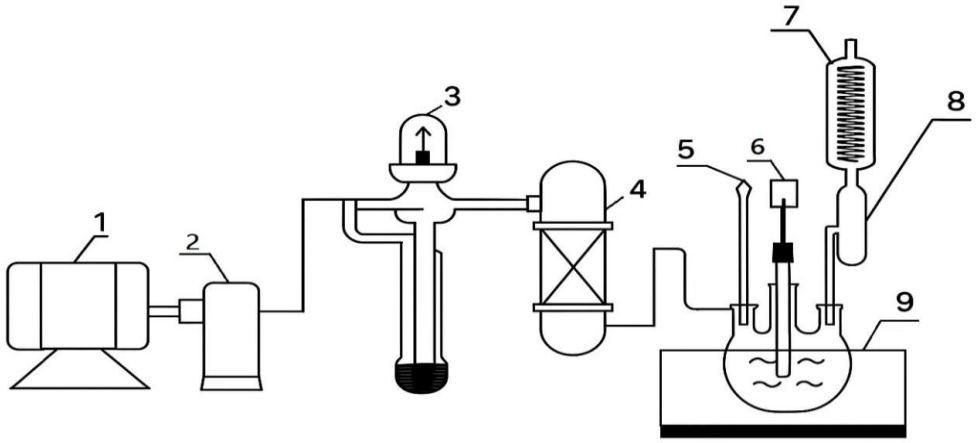
Умуман олганда, инфрақизил спектр натижалари намунада углеводородли занжирли қуйи молекулали полиэтилен мавжудлигини тасдиқлайди. Спектрда бошқа функционал гуруҳларнинг йўқлиги унинг тозалигини кўрсатади, 2914 ва 2852 $см^{-1}$ чўққиларининг нисбати эса намунада паст молекулали, аммо юқори кристаллик даражага эга полиэтилен мавжудлигини билдиради. Шу боис, ушбу спектр, қисман кристалл, паст молекулали полиэтилен $(–CH_2–)_n$ структурасига мос келади [5].

Шундан келиб чиққан ҳолда иккиламчи хом ашёлар таркиби ва уларнинг реакцион қобилиятини турли усулларда ўрганиш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаймиз. Иккиламчи маҳсулот ҳисобланган қуйи молекулали полиэтиленнинг оксидланиш жараёни механизмининг умумий кўринишини қуйидагича тасвирлаш мумкин:

$$— CH_2 — (CH_2)_{16} — CH_2 — CH_2 — (CH_2)_{16} — CH_2 — \xrightarrow[-H_2O]{t\,^oC,\ [O]}$$

$$\longrightarrow — CH_2 — (CH_2)_{16} — COOH + HOOC — (CH_2)_{16} — CH_2 —$$

Қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш лаборатория қурилмасида амалга оширилди (2-расм).



Расм-2. Қуйи молекулали полиэтиленни ҳаво кислороди билан оксидлаб юқори ёғ кислотаси олиш лаборатория қурилмаси. *1- электордвигатель, 2- ҳаво узаткич компрессор, 3- реометр, 4 - қуриткич, 5 - термометр, 6 - механик аралаштиргич, 7 - сувли совуткич, 8 - Дина-Старк ушлагичи, 9 - мойли ҳаммом,*

Лаборатория шароитида оксидлаш жараёнини амалга ошириш учун 500 мм ли колба, диаметри ва 50 мм ли реактор танланди, унинг пастки қисмига ғовак пластинка юқори қисмига Дина-Старк ушлагичли тескари совутгич ўрнатилди. Ҳарорат реакторга ўрнатилган термометр ёрдамида ўлчанди. Колба мой ҳаммомига жойлаштирилди. Компрессор ёрдамида ҳаво узатилиб реометр орқали ҳаво тезлиги юборилди [6-7].

Колбага 250 г тозаланган қуйи молекулали полиэтилен солиниб у секин қиздириб суюқлантирилганидан сўнг, 2,5 г $KMnO_4$ ни 2,5 мл сувда эритиб колбага солинди. Сўнгра колба ҳарорати 160 ^oC га кўтарилди, 1 соат давомида 1 кг қуйи молекулали полиэтиленга нисбатан 60 л тезликда ҳаво ўтказилди.

Реактордан ўтган ҳаво сувли совутгич орқали атмосферага чиқариб юборилди. Оксидланиш натижасида ҳосил бўлган сув Дина-Старк ушлагичда йиғилди, қайнаб чиққан қуйи молекулали полиэтилен сувли совутгичда конденсатланиб реакторга қайтарилди.

Оксидланиш 3-5 соат давомида олиб борилди, ҳар соат давомида оксидантдан намуна олиб кислота сони аниқланди. Маҳсулот чиқими 80-82 % ни ташкил қилди.

Юқори ёғ кислоталари саноат миқёсида нефткимё саноати иккиламчи хом ашёлари асосида олинади уларнинг таркибида туйинган монокарбон кисласи ва тузилиши жиҳатдан молекуласида тоқ ҳамда жуфт углерод атомлари мавжуд изо-тузилишга эга бўлган арашмалари бўлган дикарбон, гидроксии кетокарбон кислотаси ва бошқалар. Юқорида келтирилгандек асосий синтез қилиш усули парафинларни ҳаво кислороди билан 105-120°С ва атм. босимда (катализатор сифатида Mn, бирикмалари масалан. $MnSO_4$, MnO_2, $KMnO_4$ бирикмалари) ишлатилади. Парафин ҳосил бўлиш даражаси 30-35 %.

Оксидланиш маҳсулоти 90-95 ^oC да 20 % ли Na_2CO_3 эритмаси билан нейтралланади ва совунлаш 30 %- ли NaOH эритмасида олиб борилади. Ҳосил бўлган совундан кислота H_2SO_4 ёрдамида фракциялаб ажратиб олинади.

1-жадвал

Қуйи молекулали полиэтилендан олинган C_5-C_{21} кислоталар фракциясининг таркиби

№	Номланиши	Миқдори, %	
		ҚМПЭ- 1	ҚМПЭ- 2
1	Валериа́н кислота́ $CH_3(CH_2)_3COOH$	0,3	0,2
2	Капрон кислота $CH_3(CH_2)_4COOH$	1,0	0,5
3	Энант кислота $CH_3(CH_2)_5COOH$	2,0	1,0
4	Капри́л кислота́ $C_7H_{15}COOH$	3,0	3,0
5	Пеларгон кислота $CH_3(CH_2)_7COOH$	4,0	5,0
6	Каприн кислота $CH_3(CH_2)_8COOH$	5,0	7,0
7	Ундецилен кислота $CH_3CH(CH_2)_8COOH$	6,0	9,0
8	Лаури́н кислота́ $C_{11}H_{23}COOH$	8,0	10,0
9	Тридекан кислота $CH_3(CH_2)_{11}COOH$	9,0	11,0
10	Миристин кислота $C_{13}H_{27}COOH$	10,0	12,0
11	Пентадекан кислота $C_{14}H_{29}COOH$	11,0	13,0
12	Пальмитин кислота $C_{15}H_{35}COOH$	12,0	14,0
13	Олеин кислота $C_{17}H_{33}COOH$	13,0	15,0
14	Стеарин кислота $C_{17}H_{35}COOH$	12,0	13,0
15	Нонадекан кислота $CH_3(CH_2)_{17}COOH$	10,0	11,0

Совунланмаган маҳсулот автоклавда 160-180°С да 2,0 МПа, кейин термик печда 320-340°С да термик ишлов бериш натижасида чиқариб юборилади. Жараённинг камчилиги мақсадли фракция C_{10}-C_{20} унуми хом ашёга нисбатан 50 % дан юқори эмас.

2- жадвал.

ИҚ-спектрида муҳим гуруҳларга мансуб бўлган иккиламчи ҚМПЭнинг характерли частоталари

Тебраниш табиати	Частота, $см^{-1}$	Интенсивлиги
ҚМПЭ $\nu_{сн2}^{as}$	2920,30	кучли
ҚМПЭ $\nu_{сн2}^{s}$	2846,93	кучли
$\delta^{s}_{сн2}$	1471,69	ўртача
ҚМПЭ $\nu_{с-с}$	729,09	кучсиз

Олинган маҳсулотни кислоталигини универсал индикатор қоғози ёрдамида текширилганда унинг pH=5 га тенглиги аниқланди. Бу кучсиз кислотали муҳит эканлигини билдиради. Қуйи молекулали полиэтилен оксидланганда ҳосил бўлган маҳсулотларнинг хроматографик таҳлил қилинганда оксидланиш жараёнида ёғ кислоталари етарлича ҳосил бўлганлиги кузатилди [8-10].

Парафин ва иккиламчи хом ашё қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш натижасида олинган присадка хоссаларини намоён қиладиган юқори ёғ кислоталари физик-

кимёвий кўрсатгичлари дизель ёқилғилари 3-жадвалда келтирилган талаб ва қийматларига мос келиши керак [11].

3-жадвал

Дизель ёқилғисининг асосий кўрсаткичлари ва тавсифлари

Кўратгичларнинг номланиши	Қиймати	Назорат усули
Ташқи кўриниши ва ранги	Пуштидан қизғиш-жигарранггача тусдаги қовушқоқ суюқлик	Амалдаги ТШ ни 6.4 банди бўйича
Очиқ тигелда чақнаш ҳарорати, ^{0}C камида	100	ГОСТ 4333 ёки ГОСТ 12.1.044 бўйича
Толуолда эримайдиган қўшимчаларнинг оғирлик улуши, % кўпи билан	Мавжуд эмас	Амалдаги ТШ нинг 6.5 банди билан тўлдирилган ГОСТ 6370 бўйича
Зичлиги, 20 ^{0}C, кг/м^3, да	Меъёрланмайди. Аниқланиши шарт	ГОСТ 3900 бўйича
Дизель ёқилғиси мойловчанлик 0,03 % присадка қобилияти: Едирилиш доғининг (wsd 1,4) 60 ^{0}C даги коррекцияланган диаметри, μm, кўпи билан	460	Амалдаги ТШ нинг 6.6 банди билан тўлдирилган ГОСТ ISO 12156-1 бўйича

Шундай қилиб газ-кимё саноати иккиламчи чиқинди хом ашёси қуйи молекулали полиэтиленни оксидлаш натижасида олинган ёқори ёғ кислоталар асосидаги мойловчи присадкаларнинг самарадорлигини уларнинг дизель ёқилғисига 0,015-0,020 % миқдорда қўшилганда уларнинг едирилиши ва эскириши вактининг узайиши кузатилди [12].

Фойланилган адабиётлар рўйхати:

1. Шийчук А.В. Окисленный низкомолекулярный полиэтилен как смазочно-охлаждающий состав // Химия и технология топлив и масел. - 1991. - № 7. - С. 5 - 6.
2. Способ получения полиэтилена: пат. 2177007 РУ, МПК С08Ф110/02, С08Ф2/02 / Ю.Н.
3. Плаксунов, Т.К. Способ получения низкомолекулярных полиолефинов / Т.К. Плаксунов, Е.М. Кокорев,Ф. Мохначев // Независимый научно-технический портал Сиентифисартислес [Электронный ресурс]. - 2007. - Режим доступа: http://ntpo.com/patents_fuel/fuel_2/fuel_l 7.s'html. - Дата доступа: 19.11.2007.
4. Патент РФ №2289612, Присадка к топливу с низким содержанием серы для дизельных двигателей. Л1/08, 20.12.2006
5. Патент РФ №2267518, Присадка к малосернистому дизельному топливу.С10Л 1/18, 10.01.2006.
6. О.А. Баулин, М.Н. Рахимов. Влияние различных классов углеводородов на смазывающую способност дизелных топлив с улучшенными экологическими показателями.// Перспективы развития химической переработки горючих ископаемых (ХПГИ-2006) Материалы конференции -СПб.: КИНЕФ. 2006.-129 б.
7. Данилов А.М. Применение присадок в топливах: Справочник. – 3-е изд., доп. – СПб: изд.-во «Химиздат». – 2010. - 368 б.
8. Сидрачева И. И. Синтез противоизносной присадки к дизелным топливам на основе рапсового масла и н-бутилового спирта: дис. канд. техн. наук: 02.00.13. - Защищена 22.12.2009 – 117 б.
9. Данилов А.М. Отечественные присадки к топливам. Проблема импортозамещения. Материалы конференции «Топливные присадки -2012», Москва, 2012http://www.ukrbudmas'h.org.ua/presentationtopliva_moskov_2012/danilov_vniinp.pdf
10. Митусова Т.Н. Современное состояние производства дизелных топлив. Требования к качеству // Мир нефтепродуктов. – 2009. - № 9-10. –6-16 б.

11. Фозилов Ҳ.С., Мавланов Б.А., Фозилов С.Ф., Турсунов Б.Ж., Дизель ёқилғиларининг мойловчанлик хоссаларини яхшилаш // Фан ва технологиялар тараққиёти Илмий техникавий журнал. 2022. № 1. 39-44 б.
12. Fozilov H.S. Mahalliy ikkilamchi xom-ashyolar asosida dizel yoqilg‘isining moylovchanlik xossalarini yaxshilovchi prisadkalar olish texnologiyasini ishlab chiqish. Avtoreferat falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi –Toshkent.-2024.-48 b.

СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ГАЗОВ

Абдирахимов И.Э.

Каршинский государственный технический университет.

Аннотация. *Условия образования газовых гидратов при транспортировке и хранении углеводородных газов, их техногенные свойства, классификатция методов предупреждения и борьбы с гидрататцией газов.*

Ключевые слова: *природные газы, влажность газа, гидраты газа, изобутан, кристалл, ингибитор, метанол, диэтиленгликоль, крекинг, углеводород.*

METHODS OF PREVENTING HYDRATE FORMATION IN GAS RECYCLING

Abdirakhimov I.E.

Karshi state technical university.

Abstract. *Conditions for formation of gas hydrates during transportation and storage of hydrocarbon gases, their technogenic features, classification of methods for prevention and control of gas hydraulic transformation.*

Keywords: *natural gases, gas moisture, gas hydrates, gas hydrate formation, hydrate control, hydrate inhibitors.*

***В*ведение.** Как известно, в состав газа, выходящего из месторождения, входят водяные пары, N_2, CO_2, H_2S и механические примеси. Наличие таких примесей при подаче газа на ГПЗ (газоперерабатывающий завод) приводит к ряду неблагоприятных последствий. При охлаждении газа или повышении давления водяные пары могут конденсироваться, образуя свободную воду, лёд или гидраты.

Газообразные топлива применяются в сжатом и сжиженном виде. Углеводороды, критическая температура которых выше температуры окружающей среды, переходят из газообразного состояния в жидкое при относительно низком давлении. Такие газы называются сжиженными газами. Например, при температуре 20 °С для сжижения пропана требуется давление 0,85 МПа, а для бутана – 0,2 МПа.

Анализ литературы и методология. Газовые гидраты – это кристаллические соединения, образующиеся при определённых термобарических условиях. Термин «клатраты» был введён профессором Пауэлом в середине XX века. В переводе с латинского «clatratus» означает «замкнутая решётка».

Поскольку газовые гидраты не имеют постоянного состава, они относятся к нестехиометрическим соединениям.

При добыче и транспортировке газа постепенное снижение давления приводит к понижению температуры насыщенного влагой газа. В таких условиях молекулы природного газа взаимодействуют с водой, образуя твёрдые кристаллические частицы.

В скважинах и трубопроводах конденсатция водяных паров и их накопление при определённых условиях способствует образованию гидратов. Каждая молекула углеводородного газа (метан, этан, пропан, бутан) способна связываться с 6–17 молекулами воды (рис. 1). Образовавшееся физико-химическое соединение – твёрдое кристаллическое вещество

называется кристаллогидратом.

Обсуждение. По внешнему виду гидраты напоминают рыхлый желтоватый снег или лёд. При нагревании или снижении давления они быстро разлагаются на газ и воду - это нестойкие соединения.

Работа технологической системы без образования гидратов возможна при условиях:

$$P \leq P_{g.o} \text{ и } T \geq T_{g.o}$$

где $P_{g.o}$, $T_{g.o}$ – равновесное давление и температура образования гидратов, определяемые экспериментально. Как видно, чем выше давление, тем больше температура образования гидрата $T_{g.o}$. При высоком давлении гидраты не образуются при температурах, превышающих критические.

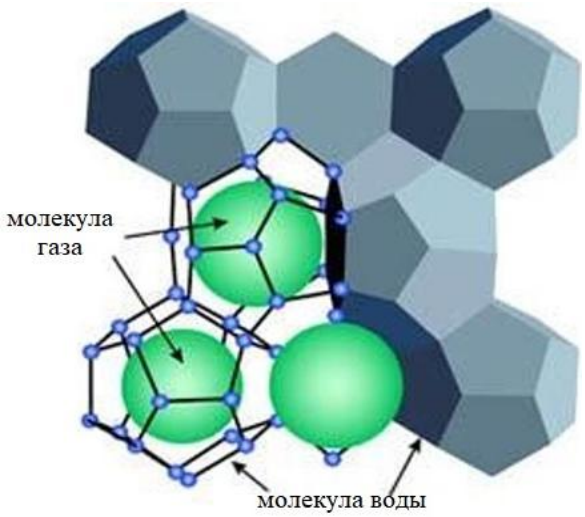


Рис. 1. Структура газового гидрата

Таблица 1. Температура образования гидратов

Газ	CH_4	C_2H_6	$i-C_3H_8$	$n-C_4H_{10}$
T_{kr}, °C	21,5	14,5	5,5	1,5

Кроме углеводородных компонентов, в образовании гидратов участвуют также не углеводородные соединения. Увеличение содержания H_2S и CO способствует повышению температуры равновесного образования гидрата и снижению равновесного давления. Например, для чистого метана при давлении 50 атм температура образования гидрата составляет 60 °C, тогда как при наличии H_2S – всего 10 °C.

Природные газы, содержащие азот, образуют гидраты при ещё более низких температурах, при этом устойчивость гидратов возрастает.

Для образования гидратов жидких углеводородных газов требуются более высокие давления и низкие температуры. В отличие от природного газа, в жидких углеводородных смесях рост давления способствует увеличению гидрат образования.

Как и в случае природных газов, процесс сопровождается выделением тепла, что повышает температуру системы. При постоянном объёме рост температуры вызывает увеличение давления.

При образовании гидратов жидких углеводородов наблюдается уменьшение объёма и падение давления, поскольку процесс протекает труднее. Для начала образования гидратов система должна находиться некоторое время при равновесных условиях. При отрицательных температурах образование кристаллов льда ускоряет формирование гидратов. Интересно, что гидраты жидких углеводородов легче воды.

Сжатые газы – это углеводороды, критическая температура которых ниже температуры окружающего воздуха. Например, для перевода метана в жидкое состояние требуется температура –82 °C. При атмосферном давлении метан становится жидким при -161 °C. При температурах выше –82 °C никакое повышение давления не приведёт к его сжижению.

Попутные газы применяются в народном хозяйстве как бытовое и автомобильное топливо, а также как сырьё для пиролиза, охлаждающее и растворяющее вещество в технологических процессах.

При переработке нефти в результате различных деструктивных процессов образуются заводские газы. По углеводородному составу они различаются:

- термические крекинг-газы богаты метаном и непредельными углеводородами;
- каталитические крекинг-газы содержат значительное количество бутанов и бутиленов.

Основными компонентами, образующими гидраты, являются лёгкие углеводороды природного газа - метан, этан, пропан, изобутан, а также азот, углекислый газ и сероводород. Формулы природных газовых гидратов:

метан гексагидрат –	$CH_4 \cdot 6H_2O$
этан октагидрат –	$C_2H_6 \cdot 8H_2O$
пропан гептадекагидрат –	$C_3H_8 \cdot 17H_2O$
изобутан гептадекагидрат –	$i–C_4H_{10} \cdot 17H_2O$
сероводород гексагидрат –	$H_2S \cdot 6H_2O$
азот гексагидрат –	$N_2 \cdot 6H_2O$
углекислый газ гексагидрат –	$CO_2 \cdot 6H_2O$

Гидраты представляют собой белые кристаллические вещества, по виду напоминающие лёд или спрессованный снег. В их структуре водная решётка частично заполнена жидкими углеводородами (пропаном, изобутаном), а оставшаяся часть - метаном, этаном, азотом, H_2S и CO_2.

Эти компоненты вызывают образование гидратов в газопроводах, что осложняет транспортировку и переработку газа. Образование гидратов зависит от состава газа и термодинамических условий (давления и температуры), а также от содержания солей в воде - чем выше солёность, тем ниже температура гидратообразования.

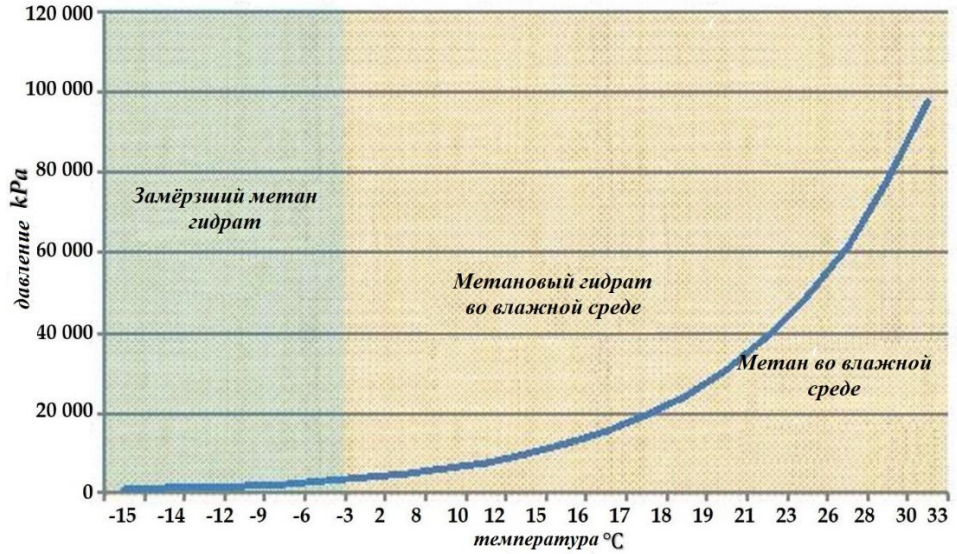


Рис. 2. Фазовая диаграмма давления и температуры образования гидратов метана

Результаты. Гидраты имеют вид льда или уплотнённого снега. Они снижают пропускную способность трубопроводов, увеличивают нагрузку на компрессоры и вызывают коррозию оборудования (рис. 3).

Негативные последствия:

- коррозия трубопроводов и оборудования;
- накопление жидкости в трубах;
- сужение проходного сечения из-за гидратных пробок;
- прекращение подачи газа потребителям.

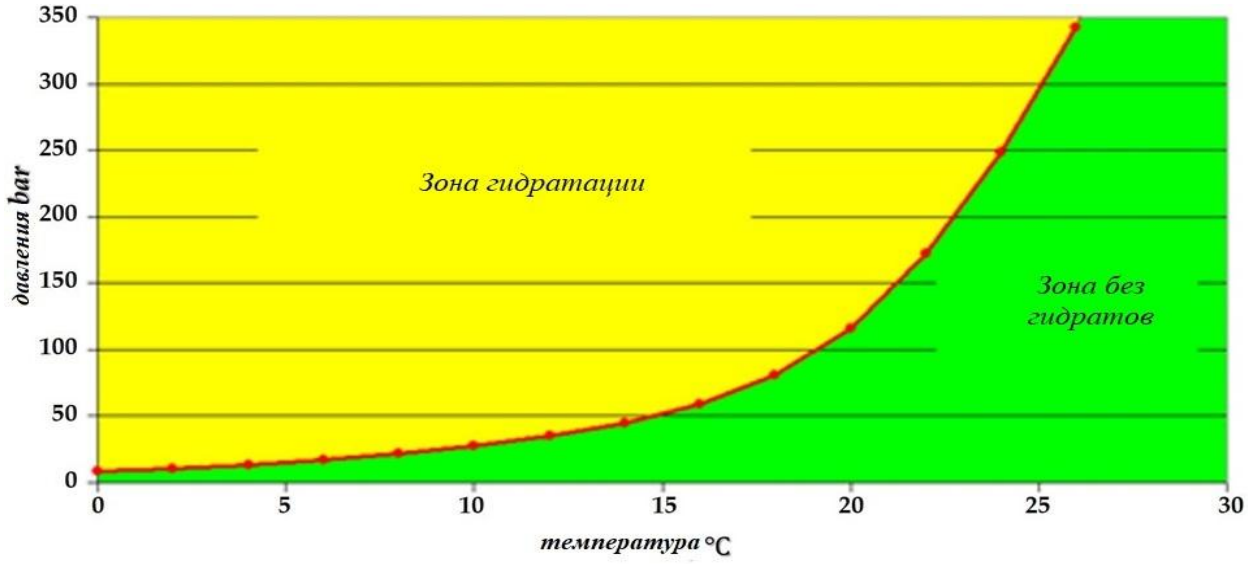


Рис. 3. График равновесия гидратообразования газа состава:
CH_4 – 87,9 %; C_2H_6 – 4,64 %; C_3H_8 – 2,45 %; C_4H_{10} – 1,27 %; n–C_5H_{12} – 0,57 %.

В промышленной газоснабжающей системе для предотвращения таких последствий газ осушается до требуемой степени. Глубина осушки определяется стандартами отрасли и технологией последующей переработки. Все газы, поступающие в магистральные трубопроводы, должны быть обязательно осушены.

Для предотвращения образования гидратов применяются два метода **-** ингибирование и осушка. Ингибирование заключается во введении в газовую смесь веществ (ингибиторов), понижающих температуру гидратообразования - метанола, гликолей и др. Добавленные в газ ингибиторы растворяются в воде, уменьшают давление её паров и, следовательно, снижают температуру образования гидратов.

В нефтегазовой промышленности применяются различные схемы ингибирования и осушки. Наиболее распространён метод введения ингибитора непосредственно в поток влажного газа. При этом растворённый в воде ингибитор снижает давление водяных паров и температуру образования гидратов. При снижении давления и повышении температуры гидраты разлагаются на воду и газ.

Заключение. В качестве ингибиторов гидратообразования широко применяются метанол и гликоли.

Метанол *(CH_3OH)* - метиловый спирт, который, вступая в контакт с влажным газом, поглощает водяные пары и образует водно-спиртовой раствор с низкой температурой замерзания. Метанол имеет высокое давление насыщенного пара, поэтому его трудно регенерировать, и он теряется в больших количествах. В связи с этим его используют преимущественно в скважинах, шлейфах и магистральных газопроводах для устранения уже образовавшихся гидратных пробок. Применяемый метанол, как правило, не регенерируется.

Также он используется при низкотемпературной сепаратции, дросселировании и компримировании газа для предотвращения гидратообразования и выделения тяжёлых углеводородов.

Гликоли (моноэтиленгликоль – ЭГ, диэтиленгликоль – ДЭГ) также широко применяются в качестве ингибиторов. Хотя они дороже метанола, их легко регенерировать путём испарения. После насыщения водяными парами гликоль отделяют в сепараторах и возвращают в систему.

Кроме того, в качестве ингибиторов используются растворы хлорида кальция *($CaCl_2$)* и хлорида лития *($LiCl$).*

Наиболее эффективный способ предотвращения образования гидратов - осушка газа, при которой содержание влаги резко снижается.

Список литературы

1. M.X.Samadova. J.T.Nurmatov, A.X.Samadov, I.E.Abdiraximov, A.I.Tog'ayev, A.T.Kurbanov “Neft va gaz konlari asoslari” 2022/12/30 (1) 224.
2. Абдирахимов, И. Э., & Каримов, М. У. (2020). Синтез и исследование деэмульгаторов на основе блоксополимеров поликарбоксилатов и окиси этилена.
3. Abdirakhimov, I. (2021). Development of effective demulsifiers on the basis of local raw materials. Universum: технические науки, (2-4), 36-39.
4. Абдирахимов, И. Э., Халимов, А. А., & Турсунов, Р. И. (2020). Подготовка качественного природного газа перед транспортировкой потребителю. *Международный академический вестник*, (2), 100-103.
5. Коршак А.А., Шаммазов А.М., Основы нефтегазового дела – Учебник для вузов. 3-е изд. Уфа: ООО “Дизайн Полиграф Сервис”- 2005. 524стр.
6. Шерматов, Б. Э., Мансурова, М. С., Ялгашев, Э. Я., Курбанов, Э. Н., Исматов, Д. Н., & Абдирахимов, И. Э. (2018). Влияние состава газа на измерение объема проходящий через сужающее устройство. Точная наука, (28), 13-22.
7. T.R.Yuldashev, F.E.Buronov, I.E.Abdiraximov, B.O.Jumaboyev, B.M.Ismailov, X.N.Raximov, X.I.Ne’matov “Neft va gaz sanoati texnologiyasi va kimyosi” 22.12.2023

UDK: 620.91:662.767:631.95

ANAEROB PARCHALANISH JARAYONIDA HARORAT BARQARORLIGINING METANOGEN BAKTERIYALAR FAOLLIGIGA TA’SIRI VA UNI QUYOSHLI ISSIQLIK TIZIMI ORQALI TA’MINLASH

Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jo‘raxanov D.M.

Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining mikrobiologik asoslari tahlil qilinib, psixrofil, mezofil va termofil rejimlarda faoliyat yurituvchi mikroorganizmlarning haroratga sezgirligi yoritilgan. Shuningdek, biomassa parchalanishining asosiy bosqichlari hamda harorat tebranishlarining metan hosil bo‘lish mexanizmlariga ta’siri ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Fermentator ichki haroratini barqaror ushlab turish maqsadida quyosh havo qizdirgichi yordamida issiqlik bilan ta’minlash va issiqlikni akkumulyatsion toshli qatlam orqali saqlashga asoslangan konseptual yondashuv taklif etiladi. Mazkur yondashuv issiqlik barqarorligini ta’minlash orqali anaerob mikrobiologik jarayonlarning uzluksizligini saqlash hamda sovuq sharoitlarda biogaz ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi.*

Kalit so‘zlar: *biogaz, anaerob parchalanish, metanogen bakteriyalar, harorat barqarorligi, psixrofil jarayon, mezofil jarayon, termofil jarayon, quyosh havo qizdirgichi, issiqlik akkumulyatsiyasi, fermentator.*

THE EFFECT OF TEMPERATURE STABILITY ON THE ACTIVITY OF METHANOGENIC BACTERIA IN THE ANAEROBIC DIGESTION PROCESS AND ITS PROVISION THROUGH A SOLAR THERMAL SYSTEM

Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jurahanov D.M.

Namangan state technical university.

Abstract. *The stable and efficient operation of the biogas production process directly depends on maintaining optimal conditions of the anaerobic digestion environment, particularly the internal temperature of the digester. Under cold climatic conditions, a decrease in ambient temperature intensifies heat losses in biogas digesters, which leads to a reduction in the activity of methanogenic bacteria and a slowdown in the methane formation process. This paper analyzes the microbiological fundamentals of temperature stability in the anaerobic digestion process and highlights the temperature sensitivity of microorganisms operating under psychrophilic, mesophilic, and thermophilic regimes. In addition, the main stages of biomass degradation and the effect of temperature fluctuations on methane formation mechanisms are scientifically substantiated. To maintain a stable internal temperature of the digester, a conceptual approach is proposed based on heat supply using a solar air heater and heat storage through an accumulation stone bed. This approach enables the continuity of anaerobic microbiological processes by ensuring thermal stability and enhances the efficiency of biogas production under cold environmental conditions.*

Keywords: *biogas, anaerobic digestion, methanogenic bacteria, temperature stability, psychrophilic process, mesophilic process, thermophilic process, solar air heater, thermal energy storage, digester.*

Kirish. Bugungi kunda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish masalasi global miqyosda dolzarb bo‘lib, ayniqsa, qishloq xo‘jaligi va kommunal sohalarda ekologik toza energiya ishlab chiqarishga bo‘lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Shu nuqtayi nazardan, organik chiqindilarni anaerob parchalanish orqali qayta ishlash va biogaz olish texnologiyalari energiya ta’minoti bilan bir qatorda atrof-muhitning muhofaza qilish masalalarini hal etishda muhim ahamiyat kasb etadi. Biogaz ishlab chiqarish jarayoni biomassa tarkibidagi organik moddalarni mikrobiologik yo‘l bilan parchalashga asoslangan bo‘lib, jarayonning barqarorligi va samaradorligi bir qator texnologik va biologik omillarga bog‘liqdir [1,2].

Anaerob parchalanish jarayonida asosiy cheklovchi omillardan biri fermentator ichki haroratining barqaror saqlanmasligidir. Ayniqsa, sovuq iqlim sharoitlarida yoki qish mavsumida tashqi muhit haroratining keskin pasayishi fermentator ichidagi issiqlik yo‘qotishlarni oshiradi, natijada mikroorganizmlar faolligi pasayadi va metan hosil bo‘lish jarayoni sekinlashadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, haroratning optimal diapazondan chetga chiqishi anaerob jarayonning asosiy bosqichlari, xususan metanogenez bosqichining izdan chiqishiga olib keladi [3].

Anaerob parchalanish jarayoni psixrofil, mezofil va termofil harorat rejimlarida amalga oshirilishi mumkin bo‘lib, har bir rejimda faoliyat yurituvchi mikroorganizmlar tarkibi va ularning metabolik faolligi sezilarli darajada farqlanadi. Metanogen bakteriyalar ayniqsa harorat tebranishlariga sezgir bo‘lib, qisqa muddatli sovish yoki qizish holatlari ham metan hosil bo‘lish tezligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli biogaz fermentatorlarida issiqlik rejimini barqaror ushlab turish samarali gaz ishlab chiqarishni ta’minlashning muhim sharti hisoblanadi [4].

Mazkur muammoni hal etishda tashqi energiya manbalariga bog‘liqlikni kamaytiruvchi va energiya tejamkor echimlarni qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan isitish tizimlari, xususan, quyosh havo qizdirgichlari, biogaz fermentatorlarini isitishda istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Issiqlikni akkumulyatsion toshli qatlamlarda saqlash esa kunlik va mavsumiy harorat tebranishlarining salbiy ta’sirini kamaytirishga xizmat qiladi. Shu asosda ushbu maqolada anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta’siri tahlil qilinib, uni quyoshli issiqlik tizimi orqali ta’minlashning ilmiy asoslari yoritiladi.

Anaerob parchalanish jarayonining asosiy bosqichlari. Anaerob parchalanish jarayoni murakkab mikrobiologik tizim bo‘lib, organik moddalarning kislorodsiz muhitda ketma-ket biologik o‘zgarishlari natijasida biogaz hosil bo‘lishi bilan tavsiflanadi. Ilmiy adabiyotlarda ushbu jarayon to‘rt asosiy bosqichga ajratiladi: gidroliz, kislotalanish (acidogenesis), asetogenez va metanogenez [5,6]. Har bir bosqichda faoliyat yurituvchi mikroorganizmlar guruhi va hosil bo‘ladigan oraliq mahsulotlar o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Gidroliz bosqichida murakkab organik birikmalar — uglevodlar, oqsillar va yog‘lar fermentlar ta’sirida oddiy eruvchan moddalarga parchalanadi. Ushbu bosqich anaerob jarayonning boshlang‘ich va ko‘pincha tezlikni cheklovchi bosqichi hisoblanadi [7]. Kislotalanish bosqichida gidroliz mahsulotlari uchuvchan yog‘ kislotalari, spirtlar, vodorod va karbonat angidridga aylantiriladi. Keyingi asetogenez bosqichida esa ushbu birikmalar asosan sirka kislotasi, vodorod va karbonat angidridga aylantiriladi. Metanogenez bosqichida metanogen bakteriyalar tomonidan sirka kislotasi va vodorod asosiy energiya manbai sifatida foydalanilib, metan va karbonat angidrid hosil bo‘ladi [8].

Metanogen bakteriyalarning haroratga bog‘liq faolligi. Anaerob parchalanish jarayonining barqarorligi va biogaz hosildorligi metanogen bakteriyalar faolligiga bevosita bog‘liq bo‘lib, ushbu mikroorganizmlar tashqi muhit omillariga, ayniqsa haroratga nisbatan yuqori sezgirlikka ega [9]. Adabiyotlarda metanogen bakteriyalarning faoliyat diapazoni haroratga ko‘ra psixrofil (<25 °C), mezofil (35–38 °C) va termofil (50–55 °C) rejimlarga ajratiladi [10]. Psixrofil sharoitlarda anaerob jarayon sekin kechadi, mikroorganizmlar metabolik faolligi past bo‘lib, metan hosil bo‘lish tezligi cheklangan bo‘ladi. Biroq ushbu rejim energiya sarfining kamligi bilan ajralib turadi [11]. Mezofil rejim sanoatda eng keng tarqalgan bo‘lib, jarayonning barqarorligi va mikrobiologik muvozanati bilan tavsiflanadi. Termofil rejimda esa organik moddalarning parchalanish tezligi va metan

chiqishi yuqori bo‘lishiga qaramasdan, haroratning kichik tebranishlari ham jarayon barqarorligining buzilishiga olib kelishi mumkin [12]. Ko‘plab tadqiqotlar haroratning keskin o‘zgarishi metanogen bakteriyalarning faolligini susaytirishi, uchuvchan yog‘ kislotalari to‘planishiga va jarayonning izdan chiqishiga sabab bo‘lishini ko‘rsatadi [13]. Shu bois anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligini ta’minlash samarali biogaz ishlab chiqarishning muhim sharti hisoblanadi.

Biogaz fermentatorlarini isitishda quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar. Biogaz fermentatorlarida haroratni saqlash uchun an’anaviy yoqilg‘ilarga asoslangan isitish tizimlari energiya sarfining yuqoriligi bilan ajralib turadi. So‘nggi yillarda ilmiy adabiyotlarda quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan isitish tizimlariga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda [14]. Quyosh havo qizdirgichlari oddiy konstruksiyasi, past ekspluatatsion xarajatlari va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi. Tadqiqotlarda quyosh havo qizdirgichlaridan foydalanish fermentator ichki haroratining kunduzgi soatlarda barqaror ushlab turilishiga yordam berishi ko‘rsatilgan. Biroq quyosh radiatsiyasining notekisligi sababli issiqlikni akkumulyatsiya qilish zarurati yuzaga keladi [15]. Shu maqsadda toshli (granitli) qatlamlardan iborat issiqlik akkumulyatorlari issiqlikni saqlash va uni kechki hamda tungi soatlarda qayta uzatish imkonini beradi [16]. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, quyosh havo qizdirgichi va issiqlik akkumulyatsiyasi uyg‘unlashtirilgan holda qo‘llanilganda fermentator ichki haroratining barqarorligi yaxshilanadi, bu esa metanogen bakteriyalar faoliyatining uzluksizligini ta’minlashga xizmat qiladi. Mazkur yondashuv sovuq iqlim sharoitlarida biogaz ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun istiqbolli echim sifatida qaralmoqda [17].

Metodologiya. Ushbu tadqiqot anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta’sirini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, ish nazariy–tahliliy metodologiya asosida olib borildi. Tadqiqotda biogaz ishlab chiqarish jarayonining mikrobiologik mexanizmlari, harorat rejimlarining bakterial faollikka ta’siri hamda fermentator ichki haroratini barqarorlashtirish imkoniyatlari ilmiy adabiyotlar asosida tizimli ravishda tahlil qilindi [5–9].

Metodologik yondashuv anaerob parchalanish jarayonining asosiy bosqichlarini aniqlash, ushbu bosqichlarda ishtirok etuvchi mikroorganizmlarning haroratga sezgirligini baholash va sovuq sharoitlarda harorat barqarorligini ta’minlashga qaratilgan texnologik echimlarni konseptual jihatdan asoslashni o‘z ichiga oladi. Tadqiqotda biomassa anaerob parchalanishining ketma-ket bosqichlari va ushbu bosqichlarda hosil bo‘ladigan asosiy mahsulotlar tahlil qilinib, jarayonning metan hosil bo‘lish bilan yakunlanishi ilmiy nuqtayi nazardan asoslab berildi.

Anaerob parchalanish jarayonida mikroorganizmlarning faoliyati, asosan, harorat rejimi bilan belgilanadi. Shu sababli metodologiyada psixrofil, mezofil va termofil harorat diapazonlarida kechuvchi jarayonlar o‘zaro solishtirilib, metanogen bakteriyalar uchun optimal sharoitni saqlash zarurligi asoslandi. Haroratning barqaror emasligi gidroliz va metanogenez bosqichlari o‘rtasidagi muvozanatning buzilishiga olib kelishi mumkinligi inobatga olindi [10–12]. Fermentator ichki haroratini barqaror ushlab turish maqsadida metodologik yondashuv doirasida quyosh havo qizdirgichi yordamida issiqlik bilan ta’minlash hamda issiqlikni akkumulyatsion toshli qatlamda saqlashga asoslangan konseptual tizim taklif etildi. Ushbu yondashuv kunduzgi quyosh radiatsiyasidan olingan issiqlikni to‘plash va uni harorat pasayishi kuzatiladigan davrlarda qayta uzatish imkonini berishi bilan izohlanadi. Natijada fermentator ichki muhitida mikrobiologik jarayonlarning uzluksizligi ta’minlanishi ko‘zda tutiladi.

Natijalar va muhokama. Nazariy-tahliliy tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, anaerob parchalanish jarayonining barqarorligi, birinchi navbatda, fermentator ichki haroratining doimiy va optimal diapazonda saqlanishiga bog‘liqdir. Adabiyotlar tahlili asosida aniqlanishicha, haroratning pasayishi yoki keskin tebranishlari gidroliz va metanogenez bosqichlari o‘rtasidagi muvozanatning buzilishiga olib keladi, bu esa metanogen bakteriyalar faolligining susayishi bilan namoyon bo‘ladi [13, 14].

1-jadval.

Anaerob parchalanish bosqichlari va ularning haroratga bog‘liq mikrobiologik xususiyatlari

Bosqich	Asosiy jarayon mazmuni	Ishtirok etuvchi mikroorganizmlar	Optimal harorat diapazoni	Asosiy mahsulotlar
Gidroliz	Murakkab organik moddalarning parchalanishi	Gidrolitik bakteriyalar	20–40 °C	Monosaxaridlar, aminokislotalar
Kislotalanish	Organik kislotalar hosil bo‘lishi	Asidogen bakteriyalar	30–40 °C	Uchuvchan yog‘ kislotalari, spirtlar, H_2, CO_2
Asetogenez	Sirka kislotasi hosil bo‘lishi	Asetogen bakteriyalar	35–45 °C	CH_3COOH, H_2, CO_2
Metanogenez	Metan sintezi	Metanogen bakteriyalar	35–38 °C / 50–55 °C	CH_4, CO_2

Psixrofil harorat rejimida (< 25 °C) anaerob parchalanish jarayoni nisbatan sekin kechib, mikroorganizmlar metabolik faolligining pastligi bilan tavsiflanadi. Ushbu sharoitda metan hosil bo‘lishi barqaror bo‘lsa-da, umumiy gaz chiqimi cheklangan bo‘lib qoladi. Mezofil rejim (35–38 °C) esa mikrobiologik barqarorlik va metan hosildorligining muvozanatlanganligi bilan ajralib turadi va amaliyotda eng maqbul rejim sifatida baholanadi [15]. Termofil sharoitlarda (50–55 °C) organik moddalarning parchalanish tezligi va metan hosil bo‘lish intensivligi yuqori bo‘lishiga qaramasdan, haroratning kichik o‘zgarishlari ham jarayonning izdan chiqishiga olib kelishi mumkinligi aniqlangan [16].

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, metanogen bakteriyalar harorat o‘zgarishlariga eng sezgir mikroorganizmlar guruhi hisoblanadi. Haroratning optimal diapazondan chetga chiqishi natijasida uchuvchan yog‘ kislotalari to‘planishi kuzatiladi, bu esa pH muvozanatining buzilishiga va metan hosil bo‘lish jarayonining sekinlashishiga sabab bo‘ladi [17]. Shu jihatdan, fermentator ichki haroratining barqaror saqlanishi anaerob jarayonning uzluksizligi va samaradorligini ta’minlovchi asosiy shart sifatida baholanadi. Quyosh havo qizdirgichi yordamida fermentatorni isitish bo‘yicha olib borilgan nazariy tahlil shuni ko‘rsatadiki, kunduzgi soatlarda olinadigan quyosh energiyasi issiqlik balansining muhim qismini qoplash imkonini beradi. Biroq quyosh radiatsiyasining vaqt bo‘yicha notekisligi tufayli issiqlikni to‘plash va saqlash zarurati yuzaga keladi. Issiqlikni akkumulyatsion toshli qatlamlarda saqlash fermentator ichki muhitida harorat tebranishlarini kamaytirib, kechki va tungi soatlarda ham mikrobiologik jarayonlarning barqarorligini ta’minlash imkonini beradi [18].

Muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, quyosh havo qizdirgichi va issiqlik akkumulyatsiyasi integratsiyalashgan holda qo‘llanilganda, fermentator ichki haroratining barqarorligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Bu holat “issiqlik barqarorligi — mikrobiologik barqarorlik” konsepsiyasini ilmiy jihatdan asoslash imkonini beradi. Mazkur yondashuv sovuq iqlim sharoitlarida biogaz ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, tashqi yoqilg‘i manbalariga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish hamda jarayonning energetik samaradorligini yaxshilash uchun istiqbolli echim sifatida baholanadi [19, 20].

Xulosa. Olib borilgan nazariy-tahliliy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, anaerob parchalanish jarayonining barqaror va samarali kechishi fermentator ichki haroratining optimal diapazonda uzluksiz saqlanishiga bevosita bog‘liqdir. Ayniqsa, metanogen bakteriyalar faolligi harorat o‘zgarishlariga yuqori darajada sezgir bo‘lib, haroratning pasayishi yoki keskin tebranishlari metan hosil bo‘lish jarayonining sekinlashishiga olib keladi. Shu bois, biogaz ishlab chiqarishda issiqlik rejimini barqaror boshqarish hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Tahlillar asosida anaerob parchalanish jarayonining psixrofil, mezofil va termofil rejimlarida kechishi mikrobiologik faoliyat va gaz hosildorligi jihatidan sezilarli farqlanishi aniqlandi. Mezofil rejim jarayon barqarorligi va energetik samaradorlik nuqtayi nazaridan eng maqbul sharoit sifatida baholanadi, biroq sovuq iqlim sharoitlarida ushbu rejimni saqlab qolish uchun qo‘shimcha isitish choralari talab etiladi. Termofil rejimda metan hosil bo‘lish intensivligi yuqori bo‘lishiga qaramasdan, jarayonning barqarorligi haroratni qat’iy nazorat qilishga bog‘liq ekanligi aniqlanadi.

Tadqiqot natijalari fermentator ichki haroratini barqarorlashtirishda quyosh havo qizdirgichlaridan foydalanish energetik jihatdan maqsadga muvofiq ekanligini ko‘rsatadi. Quyosh energiyasidan olingan issiqlikni akkumulyatsion toshli qatlamlarda saqlash esa kunduzgi va tungi harorat tebranishlarining salbiy ta’sirini kamaytirib, mikrobiologik jarayonlarning uzluksizligini ta’minlash imkonini beradi. Ushbu yondashuv tashqi yoqilg‘i manbalariga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish bilan birga biogaz qurilmalarining umumiy energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, anaerob parchalanish jarayonida “issiqlik barqarorligi — mikrobiologik barqarorlik” tamoyili asosiy konseptual asos sifatida qaralishi mumkin. Quyosh havo qizdirgichi va issiqlik akkumulyatsiyasiga asoslangan integratsiyalashgan tizimlar sovuq sharoitlarda biogaz ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun istiqbolli echim hisoblanadi. Olingan nazariy xulosalar kelgusida tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazish hamda quyoshli-biogaz qurilmalarini takomillashtirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Finsterwalder T., Volk S., Janssen R. Biogas Handbook**.** – Esbjerg: University of Southern Denmark, 2008. – 126 p.
2. Holm-Nielsen J.B., Al Seadi T., Oleskowicz-Popiel P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization // Bioresource Technology. –2009. – Vol. 100, No. 22. – P. 5478–5484. – DOI: 10.1016/j.biortech.2008.12.046.
3. Gerardi M.H. The Microbiology of Anaerobic Digesters**.** – New Jersey: John Wiley & Sons, 2003. – 192 p.
4. Chen Y., Cheng J.J., Creamer K.S. Inhibition of anaerobic digestion process: A review // Bioresource Technology. – 2008. – Vol. 99, No. 10. – P. 4044–4064. – DOI: 10.1016/j.biortech.2007.01.057.
5. Angelidaki I., Ellegaard L. Codigestion of manure and organic wastes in centralized biogas plants // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2003. – Vol. 109. – P. 95–105. – DOI: 10.1385/ABAB:109:1-3:95.
6. Mata-Alvarez J., Dosta J., Romero-Güiza M.S., Fonoll X., Peces M., Astals S. A critical review on anaerobic co-digestion achievements // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2014. – Vol. 36– P. 412–427. – DOI: 10.1016/j.rser.2014.04.039.
7. Cinar S.Ö., Kuchta K**.** Evaluation of temperature changes in anaerobic digestion process // Detritus. – 2020. – Vol. 10. – P. 11–18. – DOI: 10.31025/2611-4135/2020.13911.
8. Demirel B., Scherer P**.** Production of methane from sugar beet silage without manure addition // Biomass and Bioenergy. – 2008. – Vol. 32, No. 3. – P. 203–209. – DOI: 10.1016/j.biombioe.2007.09.007.
9. Moset V., Al-zohairi N., Møller H.B**.** The impact of inoculum source, inoculum to substrate ratio and temperature on anaerobic digestion // Biomass and Bioenergy. – 2015. – Vol. 83. – P. 106–115. – DOI: 10.1016/j.biombioe.2015.09.005.
10. Zhang L., Lee Y.-W., Jahng D. Anaerobic co-digestion of food waste and piggery wastewater // Bioresource Technology. – 2011. – Vol. 102, No. 8. – P. 5048–5054. – DOI: 10.1016/j.biortech.2011.01.040.
11. Kufka D., Ziemiński K., Romanowska I**.** Effect of temperature on anaerobic digestion of maize silage // Waste and Biomass Valorization. – 2019. – Vol. 10. – P. 227–238. – DOI: 10.1007/s12649-017-0061-3.

12. El-Mashad H.M., van Loon W.K.P., Zeeman G., Bot G.P.A., Lettinga G. Effect of temperature and temperature fluctuation on thermophilic anaerobic digestion // Bioresource Technology. – 2004. – Vol. 95, No. 2. – P. 191–201. – DOI: 10.1016/j.biortech.2004.02.020.
13. Drosg B. Process Monitoring in Biogas Plants. — Graz: IEA Bioenergy, 2013. — 82 p.
14. Tiwari G.N., Dubey S. Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications. – Cambridge: RSC Publishing, 2010. – 296 p.
15. Alkhamis T.M., El-Khazali R., Kablan M.M., Alhusein M.A. Heating of a biogas reactor using a solar energy system // Solar Energy. – 2000. – Vol. 69, No. 3. – P. 239–247. – DOI: 10.1016/S0038-092X(00)00062-1.
16. Liu Z., Gao X., Li Z., Yang X., Hu Y. Evaluation of biogas and solar energy coupling on phase-change energy-storage heating systems // Buildings. – 2023. – Vol. 13, No. 11. – Article 2712. – DOI: 10.3390/buildings13112712.
17. Bavutti M., Guidetti R., Balsari P. Overheating of small-scale biogas digesters // Biosystems Engineering. –2014. – Vol. 127. – P. 74–82. – DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2014.09.002.
18. Kenmogne F., et al**.** Thermal energy storage using packed bed of rocks // Journal of Energy Storage. – 2023. – Vol. 63. – 106948. – DOI: 10.1016/j.est.2023.106948.
19. Xue S., et al. Integration of biogas power generation and thermal energy storage // Energy Conversion and Management. – 2019. – Vol. 198. – 111830. – DOI: 10.1016/j.enconman.2019.111830.
20. FNR. Biogas: An Introduction. – Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2010. – 112 p.

ANTICORROSION PROPERTIES OF COPPER PHOSPHIDE

Abdirakhimov I.E.
Karshi state technical university.

Abstract. *This article presents the results of a study on the anticorrosion properties of copper compounds obtained from spent copper-plating electrolytes. The aim of the work was to develop and test a method for processing waste to produce pigments for protective paint and varnish coatings. Complex metric analysis, X-ray phase analysis, and electrochemical measurements (anodic polarization curves, stationary potential, corrosion current density) were used. It was established that the introduction of pigments based on copper phosphate ($Cu_3(PO_4)_2$) into coatings provides the lowest corrosion rate and improves electrochemical characteristics compared to control samples. The results confirm the high efficiency of $Cu_3(PO_4)_2$ as an anticorrosion pigment, opening opportunities for its practical use in industry and rational waste utilization.*

Keywords: *copper phosphide; copper phosphate ($Cu_3(PO_4)_2$); corrosion resistance; protective coatings; electrochemical methods; electrolyte recycling; anticorrosion pigments.*

MIS FOSFIDINING KORROZIYAGA QARSHI XOSSALARI

Abdiraximov I.E.
Qarshi davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada ishlatilgan mis elektrolitlaridan olingan mis birikmalarining korroziyaga qarshi xossalarini o‘rganish natijalari keltirilgan. Ishning maqsadi himoya bo‘yoq qoplamalari uchun pigmentlar olgan holda chiqindilarni qayta ishlash usulini ishlab chiqish va sinovdan o‘tkazish . Unda kompleks metrik tahlil, rentgenofaza usuli va elektrokimyoviy o‘lchovlar (anodli polyarizatsiya egri chiziqlari, korroziya tokining zichligi) qo‘llanilgan. Aniqlanishicha, mis fosfat ($Cu_3(PO_4)_2$) asosidagi pigmentlarni qoplashga kiritish korroziya tezligining eng past qiymatlarini ta’minlaydi va nazorat namunalariga nisbatan elektrokimyoviy xususiyatlarni yaxshilaydi. Olingan natijalar korroziyaga qarshi pigment sifatida $Cu_3(PO_4)_2$ ning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi, bu esa uni sanoatda amaliy qo‘llash va chiqindilarni oqilona utilizatsiya qilish imkoniyatlarini ochadi.*

Kalit so‘zlar: *mis fosfid; mis fosfat ($Cu_3(PO_4)_2$); korroziyaga chidamliligi; himoya qoplamalari; elektrokimyoviy usullar; elektrolitlarni qayta ishlash; korroziyaga qarshi pigmentlar.*

***I*ntroduction.** Metal corrosion is one of the most pressing problems facing modern industry and society, as the intensive destruction of metal structures leads to significant economic losses. According to international studies, corrosion losses in some countries amount to 3–4% of gross

domestic product [6]. The most significant consequences of corrosion occur in mechanical engineering, energy, transport, marine and aviation industries, pipelines, and construction [1].

In recent ears, scientific and practical directions aimed at reducing the intensity of corrosion have been actively developing. One effective solution is the creation of corrosion-resistant materials, including special stainless steels and phosphorus-containing copper alloys, which exhibit high strength and durability [3]. Another promising approach is the use of new-generation protective coatings. In particular, copper phosphate ($Cu_3(PO_4)_2$)-based pigments incorporated into paints have shown high efficiency in protecting metal surfaces by forming dense, stable layers that reduce corrosion even in aggressive environments [2].

An environmentally and economically justified approach involves recycling spent copper-plating electrolytes. Developed technologies make it possible to extract copper(I) and copper(II) compounds that can be used as pigments for the paint industry [8]. This not only ensures reliable metal protection but also contributes to waste reduction and environmental preservation.

Thus, literature analysis and preliminary studies indicate that promising directions for corrosion control include developing new alloys, creating innovative pigments for protective coatings, and using secondary resources rationally. The present study aims to investigate the anticorrosion properties of copper compounds obtained from spent electrolytes and to evaluate their effectiveness in paint coatings.

Materials and Methods. Copper (I) and copper (II) compounds used in the study were obtained by a reagent method from spent industrial copper-plating electrolytes from OJSC "Tashkent Tractor Plant". The Cu(II) ion content in electrolyte solutions was determined by complex metric titration with EDTA in the presence of a murex ide indicator [7].

The phase composition of samples was studied using X-ray diffraction on a D8 ADVANCE diffractometer (Germany) within an angle range of 20–80° using SiK radiation [5]. This analysis reliably established the crystalline phases of the obtained compounds.

Pigment primers were diluted with solvents to a working viscosity of 18–23 s at 20.0 ± 0.5 °C (by viscometer VZ-246). After filtration, the compositions were applied onto prepared metal plates via pneumatic spraying and dried at 20.0 ± 0.5 °C and 65 ± 5% relative humidity. The coating thickness was measured with a “Konstanta-K5” electromagnetic thickness gauge (AO "Constanta", Russia).

Protective and corrosion-resistant properties were studied electrochemically—measuring stationary potential and anodic polarization curves. Measurements were carried out for 24 hours at 20 ± 2 °C using a silver-chloride reference electrode. The potentials were recalculated relative to the standard hydrogen electrode.

Anodic polarization curves in 3% NaCl solution were recorded in potentiostatic mode using a PI-50-1 potentiostat and PR-8 controller. The linear parts of the curves were extrapolated to stationary potential to determine the corrosion rate.

The corrosion rate was evaluated by mass loss (K) and penetration depth (P) using standard formulas [4]:

$$K = \frac{\Delta m}{S \cdot t}, \quad P = \frac{\Delta h}{t} \tag{1}$$

where Δ m - sample weight loss (g), S - sample surface area (m^2), t - test time (h), Δ h - corrosion penetration depth (mm).

The use of complex metric, X-ray phase and electrochemical methods together made it possible to carry out reliable identification of the phase composition of pigments and an objective assessment of their protective properties, which justifies the correctness of the chosen methodological approach.

Table 1. Corrosion rates for different pigments

Sample №	K (mg/(dm^2· day))	P (mm/yr)	Pigment type
1	12.5	0.12	Control (without pigment)
2	9.8	0.09	Cu (II) phosphate
3	7.6	0.07	Cu (I) oxide
4	5.4	0.05	$Cu_3(PO_4)_2$

As shown in Table 1, pigments based on copper compounds significantly reduce the corrosion rate. The most pronounced protective effect is provided by a copper phosphate pigment (Cu3 (PO4) 2), for which the values of the weight index K and the depth index P are minimal. This confirms the high efficiency of this compound in the composition of primer paints and varnishes.

Table 2. Comparison of electrochemical parameters of coatings

Sample №	Steady-state potential (mV, SHE)	Corrosion current (μA/см^2)	Coating thickness (μм)
1	-420	12.1	42
2	-380	8.7	45
3	-350	6.5	47
4	-310	4.2	50

As shown in Table 2, pigment $Cu_3(PO_4)_2$ provided the lowest corrosion current density.

The results of electrochemical measurements show that the introduction of copper-containing pigments into the coating composition leads to a positive shift of the stationary potential and a decrease in the density of the corrosion current. At the same time, the thickness of the coating increases, which further enhances its barrier properties. The most favorable electrochemical characteristics are observed in the coating with pigment $Cu_3(PO_4)_2$, which correlates with the data presented in Table 1.

Results and discussions. The compound $Cu_3(PO_4)_2$, which we need to produce copper phosphide, is reduced by adding carbon to the compound $Cu_3(PO_4)_2$

$$Cu_3(PO_4)_2+C+3Cu\rightarrow 2Cu_3P+8CO \qquad (2)$$

Based on the results of experiments conducted at Tashkent Tractor Plant OJSC, a series of experiments was conducted to study the corrosion resistance of $Cu_3(PO_4)_2$. According to the results of experiments, among the compounds with the highest copper content, the compound $Cu_3(PO_4)_2$ was recognized as the most corrosion-resistant, the following results were obtained.

The solution is purified by a filter funnel for 4 hours and in an aqueous filtrate it is filtered in 2 minutes. It is possible to determine whether the solution has completely passed through the filter by the appearance of cracks on the filter paper (cracks appear in the completely filtered solution). A colorless solution is formed in the filter, that is, Na_2SO_4. The copper oxide hydrate cake is dried in an oven at 80 °C for 1 hour.

The oven-dried copper oxide dihydrate $Cu(OH)_2$ is separated from the filter paper, ground in a mortar to increase the surface area, and weighed on an analytical balance. 50%concentrated solutions of phosphate chelate and copper oxide dihydrate are prepared. They are heated and mixed in an IKA * LR 1000 base plant at 70 °C for 10 hours in 2 cycles. (These processes are based on reaction 3.2.2 described below.)

$$3Cu(OH)_2+ 2H_3PO_4\rightarrow Cu_3 (PO_4)_2+6H_2O \qquad (3)$$

The pH of the solution was measured with a pH meter for 10 hours. The pH is in the range of 4-5.

$$Cu_3 (PO_4)_2+C+3Cu\rightarrow 2Cu_3P+8CO \qquad (4)$$

When the indicator of the muffle furnace reaches 1110 °C, the crucible removed from the furnace is poured into a special mold (the mold is coated with fuel oil to evenly distribute the alloy and kaolin to prevent the alloy from adhering to the mold). Then spectral analysis is carried out and

composition is determined. As a result of the analysis, the alloy contains up to 7.6-8% P, the brand of Cu3P MF9 is obtained.

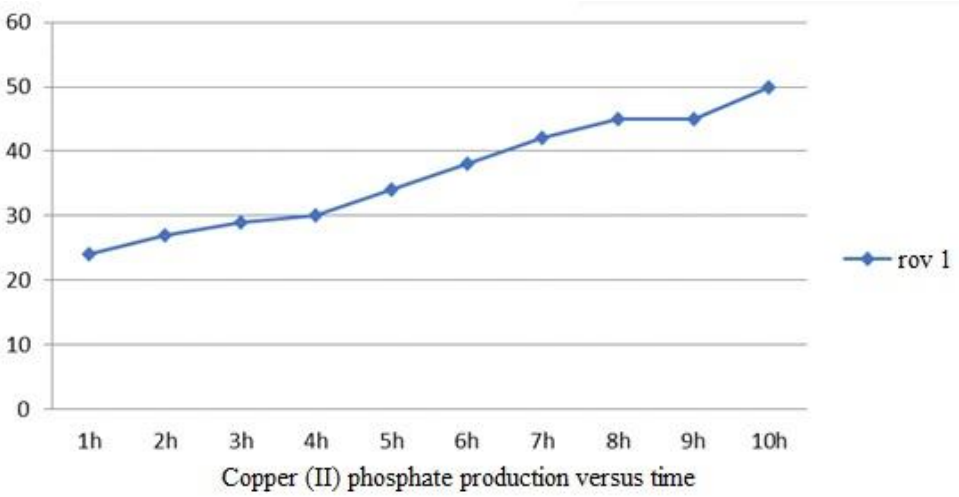


Figure 1 $Cu_3(PO_4)_2$ over time



Figure 2. Copper phosphide alloy, grade Cu3P MF9

According to the results of chemical analysis, the following elements are contained in the 3 copper-containing alloys submitted for testing.

Tables 3 and 4 show the composition of copper phosphide alloys.

Table 3. Chemical composition of copper phosphide alloys

Alloy	Cu (%)	Zn (%)	Fe (%)	Sn (%)	Sb (%)	Pb (%)	Al (%)	P(%)
1	91.80	0.02	0.17	0.02	0.02	0.003	0.0005	7.62
2	92.30	0.02	0.22	0.02	0.02	0.003	0.0005	7.04
3	91.81	0.02	0.14	0.02	0.02	0.003	0.0005	8.00

Table 4. Elemental composition of copper phosphide alloy Cu_3P

№	Sample Name	Structure							
		Cu	Zn	Fe	Sn	Sb	Pb	Al	P
11	Copper (alloy)	91.8	0.02	0.17	0.02	0.02	0.003	0.0005	7.62
22	Copper (alloy)	92.3	0.02	0.22	0.02	0.02	0.003	0.0005	7.04
33	Copper (alloy)	91.81	0.02	0.14	0.02	0.02	0.003	0.0005	8

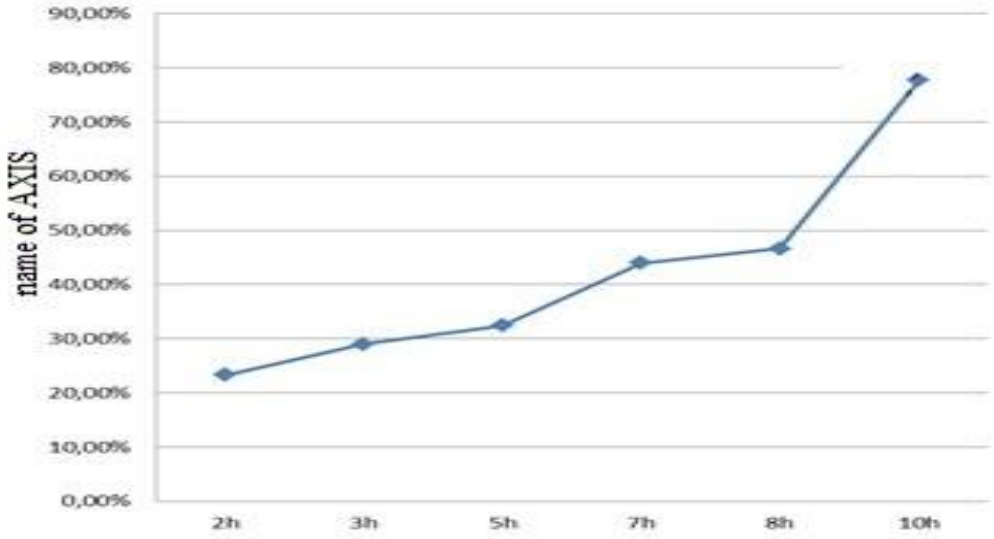


Figure 3. Dynamics of copper (II) hydroxide formation

Figure 3 shows the acceleration of copper hydroxide formation.

As can be seen from the graph, the process of formation of copper (II) oxide hydrate occurs unevenly over time, and gradually accelerates. In particular, the sharpest growth is observed between 8 and 10 hours. This indicates that the reaction has entered the active phase and the concentration of the substance is approaching saturation.

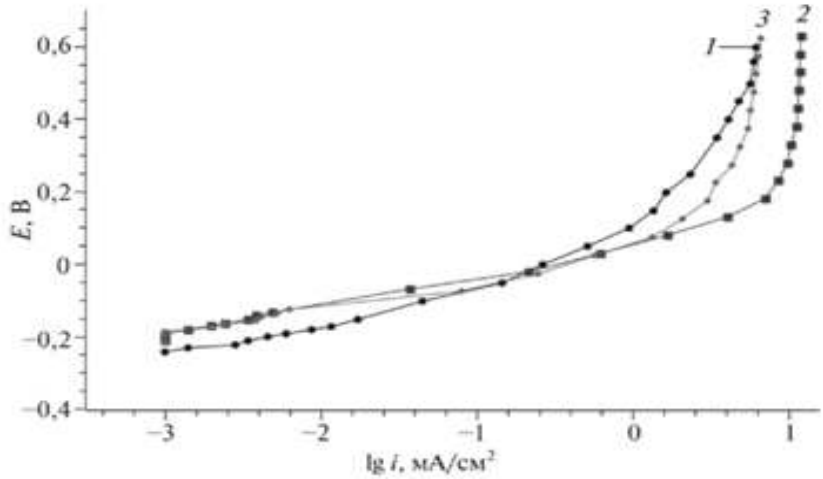


Figure 4. Anode polarization curves of coatings in 3% NaCl solution: copper (II) 1-acetate; copper (I) 2-oxide; Copper (II) 3-hydroxycarbonate

Figure 4 shows the height of the anodic polarization curves of the various pigments.

Table 5. Corrosion resistance of single-layer primer coating

Sample	Coating thickness δ, mkm	Corrosion current i, mkA/cm^2	Corrosion level	
			Weight index K_m, mg/m^2·ch	Depth index P, mkm/year
Cu_2O	22-24	1,440	1,5	1,67
$Cu(CH_3COaO)_2$	24-25	0,310	0,325	0,364
$(CuOH)_2CO_3$	20-22	0,030	0,0318	0,0354
$Cu_3(PO4)_2$	21-23	0,018	0,0185	0,0206
steel	-	5,623	59,00	65,00

The data in Table 5 show the effectiveness of copper phosphate pigment.

Pigments based on copper (II) phosphate are obtained by precipitating copper (II) ions with phosphate ions with preliminary neutralization of acidic copper solutions with a saturated sodium carbonate solution to pH 6. Sodium orthophosphate, saturated sodium hydrogen orthophosphate solutions were used as precipitators, as well as spent chemical degreasing solution (g/dm^3): sodium hydroxide NaOH - 6; sodium carbonate Na_2CO_3-30; sodium orthophosphate Na_3PO_4 –30. The resulting precipitates were washed by decantation, filtered, dried at 105 °C and crushed. Dried sediments were dense, finely dispersed, sky blue. Based on X-ray phase analysis, the samples were not single-phase and were a mixture of copper (II) phosphates, in which the main phase was copper orthophosphate $Cu_3(PO_4)_2$.

The effect of pigments on the corrosion rate is quantitatively characterized by mass K and depth P, which are presented in the table in comparison with the similar properties of steel in a solution of sodium chloride without a paint coating. For the minimum corrosion current of samples of steel with a single-layer primer coating in sodium chloride solution, the maximum inhibition efficiency was noted for a sample containing copper (II) phosphate, which is a good anode corrosion inhibitor due to its high complexing ability.

The mechanism of anticorrosive action of copper (II) phosphate, which is part of the pigment, is the dissociation of phosphate under the influence of moisture penetrating into the paint and the formation of the complex anion $[Cu_3(PO_4)_2(OH)_2(H_2O)_2]_2$, which binds to iron ions in the anode parts, forming stable compounds - complex corrosion inhibitors $Fe[Cu_3(PO_4)_2(OH)_2(H_2O)_2]$. The protective ability of coatings was evaluated on a ten-point scale by the value of the corrosion depth index. According to the present classification, the coating containing copper (II) orthophosphate obtained from spent copper electrolytes has a resistance score of 4 and belongs to the group of resistant coatings.

Conclusion. A method for processing spent copper electrolytes from OJSC "Tashkent Tractor Plant" to obtain copper oxide, acetate, hydroxycarbonate, and orthophosphate has been developed. The synthesized compounds meet the main technical requirements for anticorrosion pigments. Copper phosphate ($Cu_3(PO_4)_2$) demonstrated the highest efficiency, providing minimal corrosion current values in 3% NaCl solution. Phosphorus-containing copper compounds exhibit strong corrosion resistance and can enhance the durability of metal coatings and alloys. These findings suggest promising prospects for using such compounds in the paint industry and developing advanced protective materials.

References

1. Корнеев Р. В. Комплексный подход к выбору метода борьбы с коррозией на нефтяных месторождениях: бакалаврская работа/Р.В.Корнеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение нефтегазового дела (ОНД); науч. рук. А. В. Никульчиков. – Томск, 2020. – 81 с.

2. Потравный И.М., Тихомирова Т.М., Тихомиров Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. – М.: Litres, 2022. – 351 с.
3. Перелыгин Ю.П., Лось И.С., Киреев С.Ю. Коррозия и защита металлов от коррозии: учеб. пособие для студен. технич. специаль. – 2-е изд., доп. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. – 88 с.
4. Ткачева В.Э., Лунин Д.А., Бриков А.В, Маркин А.Н. Локальная CO2-коррозия нефтепромыслового оборудования: монография. – Уфа: БашНИПИнефть, 2021. – 168 с.
5. Абдирахимов, И. Э. (2023). Актуальные проблемы аминного очистки природных газов и пути их использования. Universum: технические науки, (10-5 (115)), 4-6.
6. M.X.Samadova. J.T.Nurmatov, A.X.Samadov, I.E.Abdiraximov, A.I.Tog'ayev, A.T.Kurbanov “Neft va gaz konlari asoslari” 2022/12/30 (1) 224.
7. Шерматов, Б. Э., Мансурова, М. С., Ялгашев, Э. Я., Курбанов, Э. Н., Исматов, Д. Н., & Абдирахимов, И. Э. (2018). Влияние состава газа на измерение объема проходящий через сужающее устройство. Точная наука, (28), 13-22.
8. A.T.Kurbanov, SH.R.Turdiyev, X.K.Eshkabilov, I.E.Abdiraximov, M.X.Samadova, B.S.Kamolov “Materiallarning kimyoviy qarshiligi va korroziyadan himoya” Darslik.- Qarshi-2023 y “Ilm-Fan-Ma’naviyat” nashriyoti 224 b.

AMIN ERITMALARINI ISSIQLIKKA BARDOSHLI TUZLARDAN TOZALASH JARAYONINI MODELLASHTIRISH

[1]Norqulov J.F., [1]Ibodullayev M.X., [2]Abduraxmonov O.R., [3]Kodirov O.Sh.
[1]Qarshi davlat texnika universiteti, [2]Buxoro davlat texnika universiteti, [3]O‘zbekiston Milliy universiteti.

Annotatsiya. *Amin eritmalari yordamida gazlarni tozalash jarayonlarida, xususan CO_2 va H_2S kabi kislotali gazlarni ajratib olishda keng qo‘llaniladi. Biroq, vaqt o‘tishi bilan bu eritmalar oksidlovchi va issiqlik ta’sirida emiriladi. Buning natijasida eritmaning hajmi va samaradorligini kamaytiruvchi issiqlikka bardoshli tuzlar (IBT) hosil bo‘ladi. Ushbu maqolada aminli eritmalarni issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash orqali regeneratsiya qilishning matematik modeli ishlab chiqilgan. Modelda reaksiya va ajratish bosqichlarining kinetik va muvozanat xususiyatlari hisobga olingan. Massa almashinuvi va kimyoviy sarf tezligini ifodalovchi tenglamalar tizimi ishlab chiqilib, sonli usullar bilan echildi. MDEA va DEA asosidagi eritmalarda olib borilgan tajribaviy ma’lumotlar modelni moslikka tekshirish uchun qo‘llanildi. Natijalar optimallashtirilgan sharoitlarda faqat yuqori molekulyar og‘irlikdagi IBTlar qolishini va ularning mavjudligi deyarli yo‘qolishini ko‘rsatdi, bu esa eritma tizimining uzoq muddatli va yuqori samarali ishlashini ta’minlaydi.*

Kalit so‘zlar: *issiqlikka bardoshli tuzlar, amin eritmasi degradatsiyasi, kimyoviy regeneratsiya, neytrallanish reaksiyasi, kaliy gidroksid (KOH), CSTR (aralashtiriladigan reaktor), reaksiya kinetikasi, matematik modellashtirish, gazlarni tozalash, eritmani qayta ishlash.*

MODELING OF THE PROCESS OF PURIFICATION OF AMINE SOLUTIONS FROM HEAT-STABLE SALTS

[1]Norqulov J.F., [1]Ibodullayev M.Kh., [2]Abdurakhmonov O.R., [3]Kodirov O.Sh.
[1]Karshi state technical university,[2]Bukhara state technical university, [3]National university of Uzbekistan.

Abstract. *Amine solutions are widely used in gas purification processes, particularly in the separation of acidic gases such as CO2 and H2S. However, over time, these solutions degrade under the influence of oxidants and heat. As a result, heat-resistant salts (HRS) are formed, which reduce the volume and efficiency of the solution. In this article, a mathematical model for regenerating amine solutions by removing heat-resistant salts is developed. The model takes into account the kinetic and equilibrium properties of the reaction and separation stages. A system of equations expressing the rates of mass transfer and chemical consumption was developed and solved using numerical methods. Experimental data on solutions based on MDEA and DEA were used to validate the model. The results showed that under optimized conditions, only high-molecular-weight HRS remain, and their presence is virtually eliminated, ensuring long-term and highly.*

Keywords: *heat-resistant salts, amine solution degradation, chemical regeneration, neutralization reaction, potassium hydroxide (KOH), CSTR (continuously stirred tank reactor), reaction kinetics, mathematical modeling, gas purification, solution processing.*

Kirish. Amin asosidagi eritmalar, xususan, monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) va metildietanolamin (MDEA), kimyo va neft-kimyo sanoatida tabiiy gaz va tutun gazlaridan CO_2 va H_2S kabi kislotali gazlarni ajratib olish uchun keng qo‘llaniladi. Uzoq muddat ishlatilganda bu amin eritmalari issiqlik va oksidlanish ta’sirida degradatsiyaga uchraydi. Buning natijasida aminlar kuchli organik yoki noorganik kislotalar bilan qaytmas reaksiyaga kirishib, issiqlikka bardoshli tuzlarni (IBT) hosil qiladi [1, 2]. Bu tuzlarni oddiy regeneratsiya (termik ajratish) usullari orqali ajratib olib bo‘lmaydi va vaqt o‘tishi bilan ularning miqdori ortib boradi, natijada tizimdagi eritmaning gaz yutish sig‘imi va samaradorligi sezilarli ravishda pasayadi [3].

IBTlarning to‘planishi korroziya, ko‘piklanish, ifloslanish va ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga olib keladi [4, 5]. Shuning uchun amin eritmalarining uzoq muddatli barqaror ishlashini ta’minlash uchun bu tuzlarni chiqarib tashlash yoki neytrallash zarur. Bu maqsadda ion almashinuvi, elektrokimyoviy va kuchli asoslar yordamida kimyoviy regeneratsiya kabi usullar ishlab chiqilgan [6]. Ayniqsa, KOH yoki NaOH kabi ishqoriy moddalar bilan kimyoviy regeneratsiya sanoatda arzon va qulay usul hisoblanadi [7, 8].

IBT regeneratsiyasi jarayonini matematik modellashtirish jarayon dinamikasini oldindan baholash, reaktiv miqdorini optimallashtirish va eritma yo‘qotilishini minimallashtirish imkonini beradi [9]. Ammo IBT bilan bog‘liq reaksiyalarni kinetik va mexanik jihatdan modellashtirish bo‘yicha etarli ilmiy ishlar amalga oshirilmagan. Ayniqsa, nordon gazlarni ajratib olish, uglerodni tutib qolish texnologiyalarida aminlarning degradatsiyasi muhim muammo bo‘lgani uchun samarali regeneratsiya qurilmalari uchun bunday modellar zarur hisoblanadi [10].

Ushbu tadqiqotda amin eritmalaridan issiqlikka bardoshli tuzlarni kimyoviy yo‘l bilan regeneratsiya qilish uchun massa almashinuvi va reaksiya kinetikasini o‘z ichiga oluvchi matematik model ishlab chiqiladi. Model tajribaviy va ilmiy adabiyot ma’lumotlari asosida moslikka tekshirildi hamda regeneratsiya samaradorligiga ta’sir etuvchi turli parametrlarning ta’siri o‘rganildi.

Issiqlikka bardoshli tuzlarning hosil bo‘lishi va ularning xossalari. Issiqlikka bardoshli tuzlar (IBT) — bu amin eritmalarida qaytmas kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo‘ladigan ionli birikmalardir. Bu tuzlar degradatsiyaga uchragan aminlar va kuchli organik yoki noorganik kislotalar o‘rtasida yuzaga keladi. Karbamat yoki bikarbonat kabi birikmalardan farqli ravishda, ular termik jihatdan qaytariluvchan emas va regeneratsiya jarayonida eritmadan ajralib chiqa olmaydi [11].

IBTlarning hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladigan eng keng tarqalgan kislotalar — bu formik, atsetat, oksalat, glikolat, sulfat va xlorid kislotalaridir. Bu kislotalar gaz oqimida ifloslik sifatida mavjud bo‘lishi mumkin, yoki aminlarning oksidlovchi emirilishi yoki kislorod bilan CO_2 reaksiyasi natijasida jarayon ichida (*in-situ*) hosil bo‘ladi. Umumiy mexanizmga ko‘ra, amin protonlanadi va termik sharoitlarda parchalanmaydigan amin tuzini hosil qiladi:

$$RNH_2 + H^+ + A^- \rightarrow RNH_3^+A^-$$

Bu yerda, A^-− kuchli kislotalarning bog‘lovchi asoslari (masalan: formik, atsetat, sulfat) bo‘lib, ular protonlangan amin bilan barqaror ion juftligi hosil qiladi [12].

IBTlarning hosil bo‘lishi quyidagi muammolarga olib keladi:

- *Aminlarning yutish samaradorligi kamayadi,* chunki faol amin tuz holatiga o‘tadi va yutuvchanlik qobiliyati pasayadi.
- *Korroziya kuchayadi*, bu past pH va ionli birikmalarning mavjudligi bilan bog‘liq.
- *Ko‘piklanish va ifloslanish yuzaga keladi*, bu absorber va regeneratsiya kolonnalarining ish faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.
- *Ekspluatatsiya xarajatlari ortadi*, chunki eritmani tez-tez almashtirish va maxsus tozalovchi uskunalar talab etiladi [13].

Shuningdek, IBTlar ko‘pincha temir va nikel kabi metall ionlari bilan bog‘liq holda ham hosil bo‘ladi. Bu ionlar karbonli po‘lat uskunalardan korroziya natijasida ajralib chiqishi mumkin. Bu

metall ionlar esa aminning yanada degradatsiyasiga sabab bo‘ladi, natijada o‘z-o‘zini kuchaytiruvchi degradatsiya sikli yuzaga keladi [14].

Degradatsiyaga uchragan MDEA yoki DEA asosidagi eritmalarda IBT miqdori odatda jami eritma massasi bo‘yicha 1–5% atrofida bo‘ladi hamda bu miqdorning 30–70% qismini IBT tashkil qiladi. IBT konsentratsiyasini doimiy nazorat qilib borish eritma tizimining uzoq muddatli samaradorligi va ishonchliligini ta’minlash uchun muhimdir [3], [15].

Regeneratsiya usullari va modellashtirish yondashuvi. IBTlar uchuvchan bo‘lmagan va kimyoviy jihatdan barqaror bo‘lgan birikmalar bo‘lgani sababli termik desorbsiyalash kabi an’anaviy amin regeneratsiya usullari ularni ajratib olishda samarasizdir. Eritma samaradorligini tiklash uchun maxsus IBTni qayta tiklash usullari qo‘llaniladi. Bu usullar asosan kimyoviy, fizik va gibrid jarayonlar kabi toifalarga bo‘linadi [16], [17].

Asosiy regeneratsiya usullari sifatida quyidagilarni tahlil qilamiz:

a) Ishqoriy reagentlar bilan kimyoviy neytrallash: Bu usul sodda va iqtisodiy jihatdan qulay bo‘lganligi sababli sanoatda eng keng tarqalgan usullardan hisoblanadi. Kuchli asoslar (ishqorlar) — masalan, kaliy gidroksid (KOH), natriy gidroksid (NaOH) yoki kalsiy gidroksid ($Ca(OH)_2$) — amin eritmasiga qo‘shilib, IBT anionlarini neytrallashtiradi va ularni eriydigan yoki cho‘kadigan tuz shaklida (masalan, K-formik, Ca-oksalat) ajratadi. Bu tuzlar keyinroq filtrlash yoki ajratib olish orqali eritmadan ajratib olinadi [18], [19]:

$$RNH_3^+A^- + MOH \rightarrow RNH_2 + MA + H_2O$$

Bu yerda, A^- - issiqlikka bardoshli anion; M^+ - asos tarkibidagi metal ioni.

b) Ion almashinuvi: Ion almashinuvi smolalar (odatda kuchli asosli anion almashinuvchi smolalar) IBT anionlarini tanlab ushlab qoladi, regeneratsiyalangan amin esa jarayonga qaytariladi. Ushbu usul samarali bo‘lishiga qaramay, nisbatan qimmatga tushadi va smolani yangilash talab qilinadi [10], [20].

c) Termik va vakuum orqali qayta tiklash: Bu usulda amin eritmasi yuqori haroratda (200°C gacha) kuchli asos bilan birga isitiladi, natijada IBT parchalanadi va ajratib olinadi. Vakuum bilan regeneratsiya qilish esa uchuvchan yoki yarimuchuvchan degradatsiya mahsulotlarini samarali ajratib olishda qo‘llaniladi. Ushbu usullar ko‘proq energiya talab qiladi va katta quvvatli yoki chuqur tozalash uchun mo‘ljallangan uskunalarda qo‘llaniladi [2].

d) Membranali ajratish va elektrodializ: Membrana asosidagi tizimlar va elektrokimyoviy usullar kimyoviy moddalarsiz IBTni selektiv ajratish uchun ishlab chiqilmoqda. Ushbu usullar past energiya talab qiluvchi va uzluksiz ishlaydigan tizimlar sifatida istiqbolli, biroq hozircha faqat tajriba bosqichida turibdi [21].

IBT regeneratsiyasi jarayonini modellashtirish asosan kimyoviy kinetika, moddiy balans va reaktor dinamikasiga asoslanadi. Kimyoviy neytrallash holatida reaksiya odatda psevdo birinchi tartibli yoki ikkinchi tartibli kinetika bilan modellashtiriladi. Bu alkali reagentning ortiqcha miqdori bor-yo‘qligiga bog‘liq:

$$\frac{dC_{HSS}}{dt} = -k \cdot C_{IBT} \cdot C_{asos}$$

Bu yerda: C_{IBT} – issiqlikka bardoshli tuzlar konsentratsiyasi; C_{asos}- qo‘shilgan ishqoriy reagent konsentratsiyasi; k- reaksiya tezligi konstantasi.

Agar jarayon uzluksiz ishlaydigan aralashtiriluvchi reaktorda (CSTR) olib borilsa, modelga kirish/chiqish oqimlari sarfi, aralashish va issiqlik ta’siri ham inobatga olinadi. Bunday murakkab tizimlar uchun odatda Runge-Kutta yoki differensial tenglamalar kabi sonli usullar (masalan, Python solve_ivp, MATLAB ode45) orqali echim topiladi.

Matematik modellashtirish. IBTlarni ishqoriy neytrallash orqali amin eritmalarini qayta tiklash jarayonini tahlil qilish maqsadida matematik model ishlab chiqildi. Modelda reaksiya kinetikasi, komponentlarning moddiy balanslari va sanoatdagi qayta tiklash qurilmalarida keng qo‘llaniladigan aralashtiriluvchi reaktor (CSTR) parametrlari hisobga olindi.

Modelni soddalashtirish uchun quyidagi parametrlar qabul qilindi:

1. Tizim izotermik sharoitda ishlaydi (harorat o‘zgarmaydi).
2. Reaktor mukammal aralashuvchi CSTR hisoblanadi.
3. Kimyoviy reaksiya ikkinchi tartibli kinetikaga bo‘ysunadi.
4. Faoliyatga ega yagona IBT komponent ishqoriy reagent (masalan, KOH) bilan reaksiyaga kirishadi.
5. Eritma ideal holatda bo‘ladi, ya’ni hajm o‘zgarishi va gaz ajralishi hisobga olinmaydi.
6. Yon reaksiyalar mavjud emas.

Asosiy reaksiya: IBT anioni ishqor (masalan, KOH) dan olingan gidroksid ion bilan neytrallanadi:

$$RNH_3^+A^- + KOH \rightarrow RNH_2 + KA + H_2O$$

Bu reaksiya orqali IBT eritmadan ajratib olinadi va faol amin RNH_2 tiklanadi.

Agar reaksiya tezligi IBT va ishqoriy reagent konsentratsiyasiga proportsional bo‘lsa, u holda ikkinchi tartibli kinetik tenglama quyidagicha bo‘ladi:

$$r = -\frac{dC_{IBT}}{dt} = k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Bu yerda: r- reaksiya tezligi (mol/L·min); k- reaksiya tezligi konstantasi (L/mol·min); C_{IBT} – IBT konsentratsiyasi (mol/L); C_{KOH} –ishqor konsentratsiyasi (mol/L)

CSTR uchun uzluksiz oqimda (doimiy holatda) quyidagi moddiy balans tenglamalari qo‘llaniladi:

$$F \cdot (C_{kirish} - C) = V \cdot r$$

IBT uchun:

$$F \cdot (C_{IBT,kirish} - C_{IBT}) = V \cdot k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Shuningdek, KOH uchun:

$$F \cdot (C_{KOH,kirish} - C_{KOH}) = V \cdot k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Bir-biriga bog‘liq bo‘lgan ushbu ikki noaniq algebraik tenglamalar sonli usullar bilan yechiladi va chiqishdagi konsentratsiyalar aniqlanadi.

Agar regeneratsiya davriy reaktorda amalga oshirilsa, u holda oraliq o‘tkinchi holatdagi moddiy balans quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{dC_{IBT}}{dt} = -k \cdot C_{IBT} \cdot C_{KOH}$$

Agar boshlang‘ich konsentratsiyalar teng bo‘lsa $C_{IBT,0} = C_{KOH,0} = C_0$, u holda quyidagi analitik yechim o‘rinli hisoblanadi:

$$C_{IBT}(t) = \frac{C_0}{1 + kC_0t}$$

Bu tenglama IBTning ma’lum konversiyaga etishi uchun zarur vaqtni oldindan hisoblashga imkon beradi.

Haqiqiy regeneratsiya jarayonini modellashtirish uchun quyidagi asosiy parametrlar tanlandi:

- Reaktor hajmi (V): 100 L
- Oqim tezligi (F): 5 L/min
- Boshlang‘ich konsentratsiyalar (C_0): 0.5 mol/L (IBT va KOH uchun)
- Reaksiya tezligi konstantasi (k): 0.01–0.05 L/mol·min (tajribaviy ma’lumotlarga asoslangan)

Berilgan qiymatlar amin eritmalarining turli turlari va reaksiyalariga mos moslashuvchanlikni ta’minlaydi.

Modelni sonli yechish uchun Runge-Kutta algoritmi yoki MATLAB (*ode45*) va Python (*scipy.integrate.solve_ivp*) kutubxonalaridagi ODEy echim usullari qo‘llaniladi. Bu yechimlar batch va yarim-batch reaktor konfiguratsiyalari uchun mos keladi.

Modellashtirish natijalari asosida quyidagi ikkita asosiy ko‘rsatkichlar baholandi:

1) *IBT konversiyasi.* IBT konversiyasi foizda quyidagicha aniqlanadi:

$$X_{IBT} = \frac{C_{IBT,kirish} - C_{IBT,chiqish}}{C_{IBT,kirish}} \times 100\%$$

Bu yerda, $C_{IBT,kirish}$ va $C_{IBT,chiqish}$ mos ravishda IBT ning kirishdagi va chiqishdagi konsentratsiyasi.

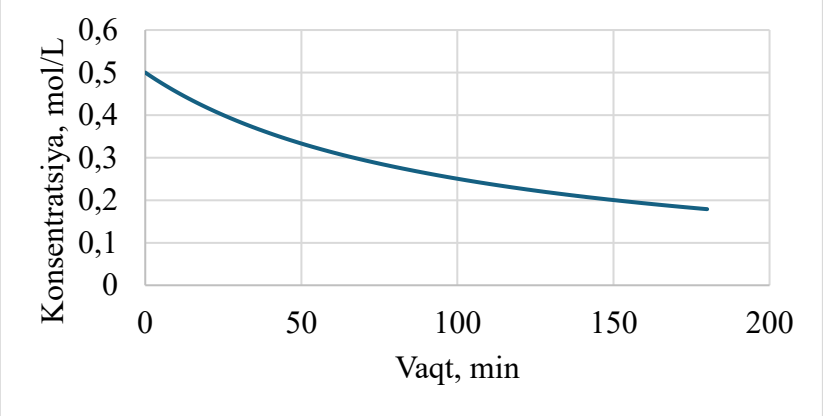
2) Reagent samaradorligi. Ishqoriy reagentning (masalan, KOH) samaradorligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\eta = \frac{ajratib\ olingan\ IBT\ mol\ miqdori}{ishlatilgan\ KOH\ mol\ miqdori} \times 100\%$$

Bu ko‘rsatkichlar orqali reaksiya vaqti, reagent miqdori va reaktor hajmini optimallashtirish mumkin. IBTni maksimal konversiyaga yetkazish va reagent samaradorligini yuqori darajada ushlash solvent degradatsiyasini kamaytiradi, kimyoviy iste’molni pasaytiradi va umuman regeneratsiya tizimining iqtisodiy jihatdan samaradorligini oshiradi.

1. Natijalar va muhokama. ***Davriy reaktor modeli***

Ishlab chiqilgan matematik model yordamida amin eritmalaridan IBTlarni ishqoriy neytrallash orqali regeneratsiya qilish jarayoni tahlil qilindi. Modellashtirish ikki turdagi sharoitda — davriy va uzluksiz (CSTR) reaktorlar uchun amalga oshirildi. Parametrlar sanoatdagi odatiy ishlash shartlariga mos holda tanlandi va MATLAB dasturidagi sonli yechim usullari yordamida simulyatsiya qilindi.



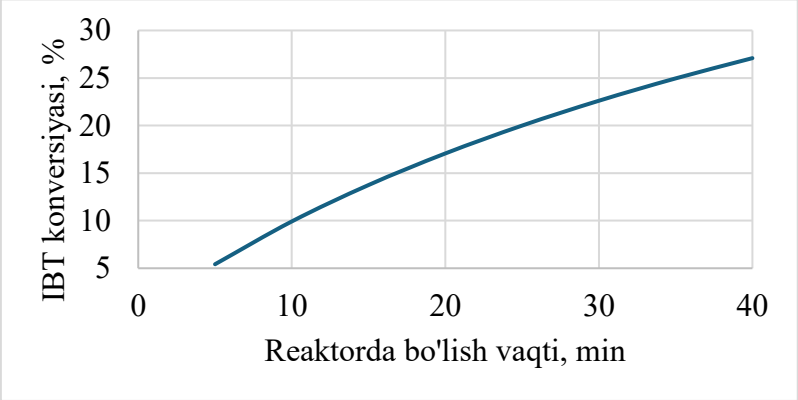
1-rasm. Davriy reaktorda IBT va KOH konsentratsiyasining vaqt bo‘yicha o‘zgarish grafigi.

Davriy rejimda, boshlang‘ich holatda IBT va KOH konsentratsiyasi 0.5 mol/L va reaksiya tezligi konstantasi k=0.02 L/mol·min deb olindi. Simulyatsiya natijalariga ko‘ra, reaksiya bosqichining boshida har ikki komponentning yuqori konsentratsiyasi sababli reaksiya tezligi yuqori bo‘lib, IBT va KOH 1:1 stexiometrik nisbatda reaksiyaga kirishishi va konsentratsiyalar simmetrik ravishda kamayishi kuzatildi.

Taxminan 90–100 daqiqada IBT konsentratsiyasi 0.25 mol/L ga tushib, 50% konversiyaga erishildi. Reaksiya davom etgani sayin, konsentratsiyalar kamaygani sababli reaksiya tezligi sekinlashib bordi. 180 daqiqada IBT konsentratsiyasi 0.18 mol/L atrofida bo‘lib, bu 64% kamayishni bildiradi. Ushbu natijalar regeneratsiya vaqtini, reaktor hajmini va reagent dozasini optimallashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

2. CSTR ish faoliyatini tahlil qilish. Doimiy holatda ishlovchi aralashtiriluvchi reaktor (CSTR) uchun model sonli usulda yechildi. Reaktor turlicha reaktorda bo‘lish vaqtlari (5 daqiqadan 40 daqiqagacha) uchun sinovdan o‘tkazildi. Kirish konsentratsiyalari o‘zgarmas 0.5 mol/L deb olindi.

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, reaktorda bo‘lish vaqti ortib borishi bilan IBT neytralizatsiyasi doimiy ortib borar ekan. Reaktorda bo‘lish vaqti 5 daqiqa bo‘lganda konversiya 5.4% atrofida, 20 daqiqada esa 17% gacha, 40 daqiqada esa taxminan 27% gacha ko‘tarilishi kuzatildi. Bu shuni ko‘rsatadiki, CSTR tizimlarida regeneratsiya samaradorligini ta’minlash uchun yetarlicha turar vaqt zarur bo‘lar ekan.



2-rasm. Reaktorda bo‘lish vaqtining IBT neytrallanishiga ta’siri

Ammo reaktorda bo‘lish vaqti juda uzoq bo‘lishi, energiya sarfini oshirishi va katta hajmli reaktor talab etishi mumkin. Shuning uchun amaliy nuqtayi nazardan reaktorda bo‘lish vaqti va konversiya o‘rtasida optimal muvozanatni topish muhimdir.

3. Sezgirlik tahlili. Modelning sezgirligini baholash uchun reaksiya tezligi konstantasi (k), reagentlar boshlang‘ich konsentratsiyasi nisbati (KOH:IBT) va reaktorda bo‘lish vaqti (τ) kabi asosiy parametrlar o‘zgartirilib tahlil qilindi, unga ko‘ra:

a) Reaksiya tezligi konstantasi (k): k qiymati 0.01 dan 0.05 L/mol·min gacha o‘zgartirilganda, 30 daqiqalik reaktorda bo‘lish vaqtida konversiya 18% dan 70% gacha oshgani kuzatildi. Bu shuni ko‘rsatadiki, reaksiya kinetik jihatdan boshqariladi va tizim faolligi reaksiya tezligiga kuchli bog‘liq.

b) KOH:IBT nisbati: Reagentlar nisbati 1:1 dan 1.2:1 va 1.5:1 gacha o‘zgartirildi. KOHning biroz ortiqcha miqdorda qo‘llanilishi IBT neytrallanishini sezilarli darajada oshirdi. Masalan, 20% ortiqcha KOH bilan 150 daqiqada > 90% konversiyaga erishildi (teng molyar sharoitda bu ko‘rsatkich 64% edi). Ammo haddan tashqari ortiqcha reagent iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lishi mumkin.

c) Reaktorda bo‘lish vaqti (τ): Reaktorda bo‘lish vaqti 15 daqiqagacha bo‘lgan holatda konversiya 15% dan oshmadi. Eng katta konversiya 40 daqiqada (~27%) kuzatildi. Bu shuni anglatadiki, yuqori konversiyaga erishish uchun ko‘proq kontakt vaqti yoki katta reaktor hajmi kerak bo‘ladi.

Demak, bulardan shuni xulosa qilish mumkinki, reaksiya tezligi konstantasi va KOH:IBT nisbati konversiyaga eng kuchli ta’sir ko‘rsatadi, undan keyin turar vaqt keladi. Bu xulosalar texnologik loyihalash va ekspluatatsiya uchun juda muhim hisoblanar ekan.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda amin eritmalarining degradatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan IBT kuchli ishqor — masalan, kaliy gidroksid (KOH) — bilan kimyoviy neytrallash orqali regeneratsiya qilish uchun matematik model ishlab chiqildi. Modelda ikkinchi tartibli reaksiya kinetikasi hamda massa balanslari hisobga olinib, u davriy va uzluksiz (CSTR) reaktor sharoitlari uchun tadbiq qilindi.

Davriy rejimdagi modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatdiki, reaksiya tezligi konstantasi va boshlang‘ich konsentratsiyalarga qarab 90–120 daqiqa ichida IBTning 90% dan ortig‘i samarali ravishda neytrallanishini amalga oshirish mumkin.

CSTR modeli natijalariga ko‘ra, reaktorda bo‘lish vaqti 30 daqiqadan ortiq bo‘lganda 95% dan yuqori konversiyaga erishish mumkin, bu esa faqat minimal miqdordagi reagent sarflanishini bilidiradi. Sezgirlik tahlili natijalariga ko‘ra, reagent miqdorini va reaktorda bo‘lish vaqtini optimallashtirish regeneratsiya jarayonining samaradorligini oshiradi hamda eritma yo‘qotilishi kamayadi.

Adabiyotlar

1. F. Vega, A. Sanna, B. Navarrete, M. M. Maroto-Valer, and V. J. Cortés, “Degradation of amine-based solvents in CO_2 capture process by chemical absorption,” *Greenhouse Gas Sci Technol*, vol. 4, no. 6, pp. 707–733, Dec. 2014, doi: 10.1002/ghg.1446.

2. Y. Tavan, M. Moradi, A. Rostami, and H. Azizpour, “Theoretical and industrial aspects of amine reclaiming unit to separate heat stable salts,” *Separation and Purification Technology*, vol. 237, p. 116314, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.seppur.2019.116314.
3. A. J. Reynolds, T. V. Verheyen, and E. Meuleman, “Degradation of amine-based solvents,” in *Absorption-Based Post-combustion Capture of Carbon Dioxide*, Elsevier, 2016, pp. 399–423, doi: 10.1016/B978-0-08-100514-9.00016-0.
4. S. B. Fredriksen and K.-J. Jens, “Oxidative Degradation of Aqueous Amine Solutions of MEA, AMP, MDEA, Pz: A Review,” *Energy Procedia*, vol. 37, pp. 1770–1777, 2013, doi: 10.1016/j.egypro.2013.06.053.
5. “Corrosion and corrosion control in amine units—Corrosion loop descriptions,” in *Corrosion in Amine Treating Units*, Elsevier, 2022, pp. 29–51, doi: 10.1016/B978-0-323-91549-6.00005-8.
6. T. Kikhavani, H. Mehdizadeh, B. Van Der Bruggen, and B. Bayati, “Removal of Heat-Stable Salts from Lean Amine of a Gas Refinery via Electrodialysis,” *Chem Eng & Technol*, vol. 44, no. 2, pp. 318–328, Feb. 2021, doi: 10.1002/ceat.202000375.
7.J. Lee, J. Lim, H. Cho, and J. Kim, “Optimization Strategies for Amine Regeneration Process with Heat-Stable Salt Removal Unit,” *Applied Chemistry for Engineering*, vol. 31, no. 5, pp. 575–580, Oct. 2020, doi: 10.14478/ACE.2020.1073.
8. A. A. Majid, *Purification of Partially Degraded Diethanolamine Solutions*, Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Canada, 1997.
9. N. Verma and A. Verma, “Amine system problems arising from heat stable salts and solutions to improve system performance,” *Fuel Processing Technology*, vol. 90, no. 4, pp. 483–489, Apr. 2009, doi: 10.1016/j.fuproc.2009.02.002.
10. J. Lim, J. Lee, I. Moon, H. Cho, and J. Kim, “Techno-economic comparison of amine regeneration process with heat-stable amine salt reclaiming units,” *Energy Science & Engineering*, vol. 9, no. 12, pp. 2529–2543, Dec. 2021, doi: 10.1002/ese3.1000.
11. V. Buvik, K. K. Høisæter, S. J. Vevelstad, and H. K. Knuutila, “A review of degradation and emissions in post-combustion CO_2 capture pilot plants,” *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 106, p. 103246, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.ijggc.2020.103246.
12. N. Mahmud, A. Benamor, A. Soliman, and M. S. Nasser, “Thermal degradation of aqueous amine/amino acid solutions in the presence and absence of CO_2,” *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 423, p. 012154, Nov. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/423/1/012154.
13. Y. Wang et al., “Removal of heat stable salts from degraded amine solvent by ‘BMED+ED’ two-stage electrodialysis unit,” *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 127, p. 103939, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.ijggc.2023.103939.
14. V. D. Ola, M. E. Mohyaldinn, T. O. Olugbade, and A. H. Amadi, “Corrosion in Amine Gas Capturing Facilities: Processes, Challenges, and Mitigations — a Review,” *Process Integr Optim Sustain*, vol. 9, no. 1, pp. 3–30, Mar. 2025, doi: 10.1007/s41660-024-00454-y.
15. M. Akhfash, M. Arjmandi, Z. M. Aman, J. A. Boxall, and E. F. May, “Gas Hydrate Thermodynamic Inhibition with MDEA for Reduced MEG Circulation,” *J. Chem. Eng. Data*, vol. 62, no. 9, pp. 2578–2583, Sep. 2017, doi: 10.1021/acs.jced.7b00072.
16. S. D. Bazhenov et al., “Heat-Stable Salts and Methods for Their Removal from Alkanolamine Carbon Dioxide Absorbents (Review),” *Russ J Appl Chem*, vol. 92, no. 8, pp. 1045–1063, Aug. 2019, doi: 10.1134/S1070427219080019.
17. A. A. Edathil, E. Alhseinat, and F. Banat, “Removal of heat stable salts from industrial lean methyldiethanolamine using magnetic alginate/iron oxide hydrogel composite,” *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 83, pp. 117–127, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.ijggc.2019.02.005.
18. C. Rooney, “Amine heat stable salt neutralization having reduced solids,” CA2278455C, May 17, 2005. Available: https://patents.google.com/patent/CA2278455C/en

19. F. Alnaimat, E. Alhseinat, and F. Banat, “Electromagnetic separation of heat stable salt from gas sweetening amine,” *International Journal of Greenhouse Gas Control*, vol. 68, pp. 256–268, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.ijggc.2017.12.003.
20. G. Muratova and M. Tarabrin, “Optimization of amine gas purification technology from acidic components,” *Scientific Herald of Uzhhorod University Series Physics*, no. 55, pp. 1–13, Feb. 2024, doi: 10.54919/physics/55.2024.0ohj1.
21. F. Chen et al., “Removal of heat stable salts from N-methyldiethanolamine wastewater using electrodialysis: a pilot-scale study,” *Desalination and Water Treatment*, vol. 196, pp. 48–57, Aug. 2020, doi: 10.5004/dwt.2020.25935.
22. J. G. Thompson et al., “Heat Stable Salt Accumulation and Solvent Degradation in a Pilot-Scale CO_2 Capture Process Using Coal Combustion Flue Gas,” *Aerosol Air Qual. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 550–558, 2014, doi: 10.4209/aaqr.2013.05.0150.
23. CN103476481B, “A method for the removal of heat stable amine salts from an amine absorbent,” May 03, 2017. Available: https://patents.google.com/patent/CN103476481B/en

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, РЕКОМЕНДОВАННЫХ ДЛЯ СИНТЕЗА ЭТИЛЕНА ИЗ МЕТАНА.

Абдирахимов И.Э., Буронов Ф.Э., Курбанов А.Т.
Каршинский государственный технический университет.

Аннотация. *Статья посвящена получению этилена из метана в первый этап. Обобщены результаты многочисленных научно-исследовательских работ по получению этилена из метана в нашей стране и зарубежных странах и подробно освещены механизм реакции, кинетика, технология получения этилена и другие. Температура сгорания метана составляет 55,5 МДж/кг, что повышает его энергоэффективность. Кроме того, температура кипения метана составляет -161,5 °C, а температура плавления - 182,5 °C, что облегчает его охлаждение.*

Ключевые слова: *метан, этан, сепаратор, уровень жидкости, катализаторы, этилен, пропилен, термические и каталитические методы, производительность, бензиновая фракция.*

STUDY OF PROCESS PARAMETERS RECOMMENDED FOR SYNTHESIS OF ETHYLENE FROM METHANE

Abdirakhimov I.E., Buronov F.E., Kurbanov A.T.
Karshi state technical university.

Abstract. *The article is devoted to the production of ethylene from methane in the first stage. The results of numerous research works on the production of ethylene from methane in our country and foreign countries are summarized and the reaction mechanism, kinetics, technology for the production of ethylene and others are covered in detail. The combustion temperature of methane is 55.5 MJ/kg, which increases its energy efficiency. In addition, the boiling point of methane is -161.5 °C and the melting point is 182.5 °C, making it easier to cool.*

Keywords: *methane, ethane, separator, liquid level, catalysts, ethylene, propylene, thermal and catalytic methods, productivity, gasoline fraction.*

Введение. Сегодня этилен является наиболее широко используемым органическим продуктом и широко используется в качестве исходного полуфабриката в химической и нефтехимической промышленности. При этом годовая потребность в этилене по всему миру составляет более 180 млн. тонн. В настоящее время основным сырьем в производстве этилена и пропилена являются бензиновая фракция и сжатые углеводороды прямой перегонки нафты-нефти. Однако ограниченность запасов нефти ограничивает устойчивую высокую тенденцию роста спроса на рынке и возможность увеличения объемов производства этилена. Поэтому расширение сырьевой базы для производства этилена является актуальной проблемой, важно использовать природный газ в качестве сырья для получения этилена, разрабатывать и применять технологию процесса на практике.

Экспериментальная часть. ***Разделение метана.*** Основной целью данного раздела является выделение фракции метана в природном газе в деметанизаторной колонне (таблица 1).

Таблица 1. Содержание природного газа в деметанизаторной колонне

№	Компонент	Химическая формула	Средняя процентная доля в природном газе (моль%)	Распределение после деметанизации
1	Метан	CH_4	85–96%	В основном выделяется в метановую фракцию
2	Этан	C_2H_6	2–8%	Переходит в тяжелую фракцию
3	Пропан	C_3H_8	0.5–3%	Переходит в тяжелую фракцию
4	Бутан	C_4H_{10}	0.1–1%	Переходит в тяжелую фракцию
5	Азот	N_2	0.5–2%	Выход с метаном
6	Карбон (IV) оксид	CO_2	0.2–1%	Предварительная очистка или частичное сохранение
7	Тяжелые углеводороды	(C_5+)	<0.1%	Остается в полностью тяжелой фракции
8	Токсичные соединения (H_2C, COS и др.)	–	<0.05%	Очистить ранее

Природный газ подается в блок извлечения метана двумя потоками, как жидкость, обеспечивающая деметанизирующую колонну.

Питательная жидкость подается в колонну двумя потоками:

двухфазный поток, состоящий в основном из смесей метана (CH_4), этана (C_2H_6) и азота, при температуре минус 81 ÷ минус 82,5 °C на 11-ю тарелку;

Двухфазный поток, состоящий из смеси углеводородов (C_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5+), при температуре не ниже минус 60 °C в районе между 27 и 28 тарелками.

Система раздельной подачи питательной жидкости позволяет кубическим реболам работать без напряжения и повышает коэффициент полезного действия блока. Газовая фаза перемещается из точек подачи жидкости в верхнюю часть колонны, где она насыщается легкими углеводородами (SN4) за счет непрерывного процесса массообмена с стекающей вниз жидкостью.

В проектной мощности указан профиль концентрации метана (CH_4) в жидкости в зависимости от высоты колонны. Жидкость, насыщенная более тяжелыми (высокими) углеводородами (C_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5+), накапливается в кубической части колонны.

Вместе с изменением состава смеси углеводородов по высоте колонны изменяется и температура смежных фаз.

Продукт, содержащий смеси метана с азотом и этаном (метановая фракция), выдается на территорию трубопроводов конденсатора (конденсатора продукта, получаемого сверху деметанизатора) при температуре минус 93 ÷ минус 94 °C. Температура метановой фракции, выходящей из верхней части деметанизатора, контролируется термопарой.

Конденсатор представляет собой теплообменник с горизонтальной, одноходовой, жестко закрепленной трубопроводной решеткой. В конденсаторе происходит охлаждение и конденсатция фракции метана за счет теплообмена с этиленовым охлаждающим агентом с

изотермией минус 101 °C. Выходящий из конденсатора двухфазный поток при температуре минус 94 ÷ минус 95 °C направляется во флегматический сепаратор для разделения на фазы.

Сепаратор представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат из нержавеющей стали с максимальным объемом 89 м^3. В верхней части сепаратора установлен коагулятор для предотвращения переноса капель жидкости потоком метановой фракции. В сепараторе под действием гравитатционных сил конденсированный метан выделяется из газовой фазы.

Уровень жидкости в сепараторе регулируется сигнализатцией при высоких и низких значениях, с помощью регулятора, путем изменения объема охлаждающего агента, подаваемого в конденсатор. Уровень жидкости в сепараторе измеряется установленным на месте уровнемером. При максимальном уровне поверхности объем конденсированного метана составляет 43,6 м^3.

При понижении уровня жидкости в сепараторе на 20 ÷ 25% ниже установленного значения количество конденсированного метана, подаваемого в устройство для разделения пирогаза, уменьшается. Когда значение уровня жидкости в сепараторе достигает уровня «снизу-снизу», равного 5%, вступает в действие блокировка, отключающая основу жидкости от источника и закрывающая клапан на выходе конденсированного метана из сепаратора.

Давление в сепараторе измеряется манометром, установленным на месте.

Во избежание образования гидратов в ситуатциях, когда влажный газ проходит или накапливается в течение длительного времени, в кубический поток сепаратора может подаваться метанол. Следует иметь в виду, что концентрированный метанол замерзает при температуре минус 98 °C. Выделенная в сепараторе жидкость (жидкий метан) подается в отсасывающую часть насоса (таблица 2).

Таблица 2. Выход из деметанизаторной колонни

№	Компонент	Химическая формула	Верхний поток (моль%)	Нижний поток (моль%)	Примечание
1	Метан	CH_4	98–99%	<1%	Основная часть верхнего потока
2	Азот	N_2	0.5–1.5%	–	Выход с метаном
3	Этан	C_2H_6	0.2–1%	90–95%	В основном остается в нижнем течении
4	Пропан	C_3H_8	0.05–0.5%	3–5%	Переходит к нижнему течению
5	Бутаны (n-, i-)	C_4H_{10}	<0.1%	1–2%	Собирается в нижнем течении
6	Тяжелые углево-дороды (C_5+)	–	izlari (traces)	<1%	Только в нижнем течении
7	Оксид углерода (IV) (при наличии)	CO_2	<0.5%	–	Частично выходит в верхнем течении

Извлекая метан из состава природного газа в деметанизаторной колонне, получают метановую фракцию с высокой чистотой. Согласно таблице, после деметанизатции в верхнем потоке получается 98-99% чистого метана, что очень важно для последующих химических процессов.

Метан - это обычная молекула с сильными и устойчивыми связями C-H, прямое сжигание которой является энергетически полезным, но получение этилена (C_2H_2) при высокой температуре пиролиза или термического распада также имеет большое значение в промышленности.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Классификация термических реакторов с получением этилена из метана. Получение этилена из метана - одно из самых

актуальных и перспективных направлений в современной химической промышленности. Этилен (C_2H_4) - основное сырье нефтехимической промышленности, используемое в производстве полиэтилена, этанола, стирола и многих других продуктов с высокой добавленной стоимостью. Традиционно для производства этилена пиролизируются нафта, пропан или другие жидкие углеводороды.

Однако в последние годы активно развиваются технологии прямого получения этилена из такого дешевого и богатого газового сырья, как метан.

Этот процесс в основном осуществляется при высоких температурах и требует эффективных реакторных систем. В этом ключевую роль играют тепловые реакторы. Существуют различные типы пиролизных и статционарных реакторов. Ниже приводится сравнение процесса получения этилена из метана, типов тепловых реакторов и пиролизных и бесцветных реакторов.

Реакторы пиролиза. Пиролизные реакторы - это реакторы, основанные на разложении углеводородов без присутствия кислорода под воздействием высоких температур. В процессе пиролиза молекулы метана обрываются и превращаются в легкие олефины (этилен, пропилен) и водородный газ (рисунок 1).

Основные свойства пиролизных реакторов:

- Рабочая температура: 800–1100°C.
- Реакционное время: очень короткое (миллисекунды - одна тысяча секунд).
- Высокая потребность в энергии.
- Требуется тонкий температурный контроль.

Продукция может содержать много побочных продуктов.



Рис. 1. Реактор пиролизный высокого давления

Внутренняя структура реактора пиролиза, показанная на рисунке выше, является эффективным инженерным решением для печей для крекинга метана. Основным потоком в структуре является смесь газа и пара, которые передаются сверху через шесть трубопроводов к реактивным трубам. Эти трубки проводят реакцию пиролиза при высоких температурах, а затем стекают вниз и выпускают продукцию (рисунок 2).

Конструкция в таком вертикальном положении (реакционные трубы) имеет несколько преимуществ. Во-первых, тепло распределяется равномерно, что предотвращает локальное нагревание стенок труб и уменьшает коксование. Во-вторых, такая конструкция улучшает теплообмен, что повышает эффективность реакции. Благодаря тому, что трубы расположены в легко заменяемой модульной форме, техническое обслуживание и модернизация также будут удобными.

Виды металлов, использованных для трубопроводов пиролизного реактора высокого давления. Этилен является одним из важнейших сырья в промышленности. Производство этилена осуществляется в основном путем высокотемпературного разложения тяжелых углеводородов или метана и этана - пиролиза. Для эффективного процесса пиролиза необходимо оптимизировать распределение тепла, скорость реакции и селективность продукции. В этих процессах пар (водяной пар) играет основную технологическую роль. Пар контролирует реакционную среду в пиролизной печи, предотвращает образование кокса и способствует тепловыделению. Виды и методы использования паров напрямую определяют эффективность технологии пиролиза.

Таблица 3. Паровые технологические параметры, рекомендованные для синтеза этилена

Наименование сплава	Основные элементы	Макс. рабочая температура (°C)	Теплопроводность (W/m·K)	Коррозионная стойкость	Механическая сила (МПа, ~)
Inconel 625	Ni (58%), Cr, Mo, Nb	~1000	~9.8	Очень высокий	827
Inconel 601	Ni (61%), Cr, Al	~1000	~13.0	Очень высокий	600–800
Nichrome 80/20	Ni (80%), Cr (20%)	~1100	~11.3	высокий	~700
Kanthal A-1	Fe, Cr (22%), Al (5.8%)	~1100	~21–25	Очень высокий	~600

Основные задачи процесса пиролиза пара

Пар выполняет несколько важных задач в пиролизе:

- Обеспечение эндотермических реакций: Реакции пиролиза требуют тепла. Пар, как энергоноситель, способствует распространению тепла.
- Предотвращение образования о кокс: Пар уменьшает образование углерода (кокс) в стенках катализатора и реактора, продлевает срок службы реактора.
- Сжижение среды реакции: Пар сжижает фазу газа, тем самым оптимизируя скорость и селективность реакции.
- Повышение селективности продукции: Управление направлением реакции пара и повышение селективности необходимой продукции (этилена).

Технологические виды и классификация паров. Пар, используемый в технологии пиролиза, должен управляться точно по качеству и количеству. Пар, используемый в процессе пиролиза, классифицируется по нескольким критериям (таблица 4):

Таблица 4. По уровню тепла

Тип пара	Описание
Низкотемпературный пар	Около 150-250°C, в основном используется для нагрева исходной жидкости. Редко используется в пиролизе.
Пар средней температуры	250-450°C, для некоторых предварительных отопительных процессов.
Высокотемпературный пар	Используется выше 450°C, особенно в диапазоне 600-800°C. Для пиролиза в основном используются эти виды паров.

Пар, используемый в пиролизе, обычно имеет высокую температуру и изготавливается специально в зависимости от условий реактора (таблица 5).

Таблица 5. По уровню давления

Тип пара	Описание
Пар атмосферного давления	При давлении 1 атм. Используется в обычных пиролизных печах.
Пар высокого давления	Между 2-10 атм. Применяется для промышленных пиролизных установок больших размеров, с большей теплопередачей.
Пар под вакуумом	Применяется редко; для особых условий

Уровень давления оказывает существенное влияние на скорость реакции и селективность (таблица 6).

Таблица 6. По уровню чистоты

Тип пара	Описание
Чистый пар	Без дополнительных газов или загрязнений.
Смешанный пар	Вместе с паром добавляются инертные газы (N_2, Ar) или небольшое количество кислорода. Для регулирования скорости реакции и распространения продукта.

Чистый пар предпочтителен для селективности, а смешанный пар помогает снизить риск коксования (таблица 7).

Технологические требования паровой работы

Пар, используемый в процессе пиролиза, должен отвечать следующим требованиям:

- Стабильная температура: Температура пара не должна быть переменной. Понижение температуры приводит к замедлению реакции.
- Высокая чистота: Содержание соли, пыли или других загрязняющих веществ в паре вредит работе катализатора и реактора.
- Высокая скорость и распределение: пар должен равномерно распределяться внутри реактора, оптимизировать прохождение тепла и масс.
- Контроль влажности: Важно, чтобы пар не образовывал конденсата в виде избыточной жидкости. Только в паровой фазе.

Таблица 7. По способу использования

Тип пара	Описание
Пар постоянного потока	Постоянно отправляется в реактор.
Выдача пульсирующего пара	Периодически отправляется, полезен для предотвращения коксования.
Поэтапное добавление пара	В разные части реактора подается разное количество пара для управления теплом и селективностью.

Основные виды пиролизных печей с применением пара. Использование пара также зависит от типа пиролизной печи. Основные технологии пиролиза, применяемые в промышленности, приведены в таблице ниже.

Пар, используемый в пиролизных печах, является одним из центральных компонентов процесса получения этилена из метана или других углеводородов. Пар необходим для улучшения условий реакции, повышения селективности и предотвращения коксования. Температура, давление, чистота и распределение паров определяют эффективность технологического процесса.

С технологической точки зрения подача высокотемпературного и чистого пара постоянным или пульсирующим способом приводит к оптимальным результатам. В будущем основной целью новых технологий пиролиза станет повышение энергетической эффективности паров, минимальные потери тепла и максимальная селективность продукции.

Влияние количества пара на выход метана/этилена.

Количество пара напрямую влияет на результат реакции:

- Низкое содержание пара — повышенное образование кокса, снижение селективности.
- Среднее содержание пара — оптимальная селективность, хороший выход этилена.
- Слишком много пара – реакция протекает в более слабом режиме, увеличивается потребление тепла, и общая эффективность может снизиться.
-

Таблица 8. Основные технологии пиролиза

Тип печи	Описание
Печь пиролизная с классической трубой	Внутри длинных труб при высокой температуре смешиваются пары и углеводороды.
Время короткой реакции в пиролизной печи (Short Residence Time Reactor)	Работает с быстрой реакцией, высокой температурой и сильным потоком пара. Высокая селективность этилена.
Микропиролиз (micro-pyrolysis) системы	Пиролизные системы, применяемые в небольших лабораторных или экспериментальных условиях. Состав и температура паров строго контролируются.

В этих печах поток пара постоянно контролируется, поддерживая необходимую температуру и селективность.

Оптимальное соотношение метана и пара обычно составляет от 1:1 до 1:2, но точное соотношение выбирается в зависимости от типа используемой пиролизной печи и требований к продукту.

Заключение. В процессе пиролиза метан расщепляется на этилен, метанол, водород и другие продукты при смешивании с катализаторами. Эффективность катализаторов в этом процессе повышает селективность продуктов пиролиза и улучшает энергетическую эффективность процесса. Высокая селективность каталитического пиролиза метана способствует снижению энергопотребления и оптимизатции промышленных процессов. Одновременно с этим, контроль разложения метана с помощью катализаторов ускоряет процесс пиролиза и обеспечивает получение более эффективных продуктов.

Разделение метана от состава природного газа в деметанизатционной колонне позволяет получить высокочистую фракцию метана. Как показано в таблице, после деметанизатции в верхнем потоке получается метан чистотой 98–99%, что очень важно для последующих химических процессов.

Пиролизные реакторы — это реакторы, основанные на разложении углеводородов под воздействием высоких температур без участия кислорода. В процессе пиролиза молекулы метана расщепляются и превращаются в легкие олефины (этилен, пропилен) и водород.

Успех термокаталитических процессов, предназначенных для получения этилена из метана, зависит от правильного выбора катализатора и его эффективного использования. Высокая активность, большая площадь поверхности, термическая стабильность и устойчивость к коксованию являются основными требованиями к катализаторам.

С технологической точки зрения, непрерывная или импульсная подача высокотемпературного и чистого пара обеспечивает оптимальные результаты. В будущем повышение энергоэффективности пара, минимизатция тепловых потерь и максимальная селективность продукта останутся главными целями новых технологий пиролиза.

Список использованной литературы

1. Jones A.C., Leonardo J.A., Sofranko J.A. Methane conversation.// Pat. 4554395 SSHA.-Zayavl.12.08.83. №522935.-Opubl.19.11.85. MKI. S 07 s 2/00, NKI. 585/500.
2. Senkan S.M. Conversation methane by chlorine-catalyzed oxidative pyrolysis.//Chem. Eng. Progr. -1987. –V.83. –N 12. –P.53-61.
3. Asami K., Hashimoto Sh., Shikada T. et al. Selective oxidative coupling of methane to ethane and ethylene over supported lead oxide catalysts.//Ind. and Eng. Chem.. Res. -1987. –V.26. –N 27. –P.1485-1488.
4. Withers H.P. Methane conversion.// Pat. 459339 SSHA.-Zayavl.31.10.84. №666700.-Opubl.3.06.86. MKI. S 07 s 2/00, NKI. 585/500: 585/415.

5. Otsuka K., Hatano M., Liu Q., Morikawa A. Active and selective catalysts for the synthesis of C_2H_4 by partial oxidation of methane.//Catal. New Mater. The 8th Jap. –USSR Catal. Semin. – Tokyo, Oct.29-31, 1986. –P.1-8.
6. Mirzabekova S.R., Mamedov A.X. Issledovaniye okislitelnoy destruksii etana v metan kak obratnoy reaksii degidrodimerizatsii metana.//Institut neftexim. protsessov AN Az.SSR. –Baku. 1990. -13s. –Dep. v VINITI 05.12.90, №6106-1390.
7. Buronov F., Fayzullayev N. “Synthesis and Application of High Silicon Zeolites from Natural Sources ” Scopus va Web of Science tomonidan indekslangan AIP conference proceedings jurnali (ICPPMS-2022 16-iyun)
8. Buronov F.E., Musulmonov N.X., Fayzullayev N.I., Toshboyev F.N. “Etilenni oksidlanishli asetillash jarayonini matematik modellashtirish” Samarqand Davlat Universiteti Ilmiy axborotnoma Scientific journal 2021-yil, 1-son (125)
9. Buronov F., Fayzullayev N. "Active catalysts for producing vinyl acetate monomers" Universum: технические науки: научный журнал. – № 5(86). Часть 6.М, Изд. «МЦНО», 2021.79-82с. http://7universum.com/ru/tech/archive/category/586
10. Buronov, F., Fayzullayev, N “Optimization of vinyl acetate production process”International scientific journal Grail of science ISSN: 2710–3056 № 4 May 2021, (Vienna, Austria). (pp187-191). https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.035

Абдирахимов Илхом Эшбоевич – доцент, Каршинский государственный технический университет E-mail: abdirahimov.ilhom@mail.ru

Буронов Фирдавсий Эшбуриевич – t.f.f.d доцент, Каршинский государственный технический университет E-mail: buronov.firdavsiy@mail.ru

YUQORI QATRONLI NEFTLARNING QOVUSHQOQLIGINI PASAYTIRUVCHI DEPRESANTLAR KOMPOZITSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Rahimov B.R.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya.*Ushbu maqolada yuqori qatronli neftlarning qovushqoqligini pasaytiruvchi, import o‘rnini bosuvchi sirt faol moddalar ishlab chiqarish hamda ularning miqdoriy ta’siri o‘rganilgan. Neft qatlamida temperatura va bosim o‘zgarishi bilan mos ravishda ularning zichligi, qovushqoqligi, qotish harorati, tarkibida oltingugurt, parafin, asfalten, koks, silikagelli qatronlar miqdorini ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi.*

Kalit so‘zlar: *neft, yuqori qatronli, import, koks, silikagel, qatron, erituvchi, elektro-fizik, prisadka sirt-faol modda.*

DEVELOPMENT OF A COMPOSITION OF DEPRESSANTS THAT REDUCE THE VISCOSITY OF HIGH-RESIN OILS

Rahimov B.R.

Bukhara state technical university.

Annotation. *In this study, the production of surface-active agents that reduce the viscosity of high-resin crude oils and can substitute imported analogues has been investigated, along with their quantitative effects.*

It was found that changes in temperature and pressure within the oil reservoir significantly influence the oil’s density, viscosity, pour point, and the content of sulfur, paraffin, asphaltenes, coke, and silica gel resins.

Key words: *oil, high-resinous, import, coke, silica gel, resin, solvent, electrophysical, additive surface-active agent.*

Kirish. Yurtimiz neft va gaz sanoat tarmoqlarini jadal suratlarda rivojlantirish, ularning eksport salohiyatini oshirish, ishlab chiqarish korxonalarini texnik va texnologik jihatdan qayta moderizatsiya qilish, ichki bozorni milliy korxonalarda ishlab chiqarilgan mahsulotlar bilan ta’minlash, mavjud xomashyo bazalaridan unumli foydalanish, faol investitsiya siyosatini amalga oshirish asosida sanoatning samaradorligi va raqobatbardoshligini yanada oshirishga erishish mumkin.

Hozirgi kunda mamlakatimizda prezidentimiz tomonidan olib borilayotgan islohotlar barcha sohada bo‘lgani kabi bizning neft va gaz sanoatida ham bir qancha o‘zgarishlar bo‘lishiga va bu bilan bizning soha yana rivojlanishiga olib keldi. Xorijiy investitsiyalarning sohaga jadal kirib kelishi yangi uglevodorod zaxiralarini qidirib topish, ularni burg‘ilash, qazib chiqarish, qayta ishlash va raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarishda o‘sishga olib keldi. Sohaning jadal suratlarda iqtisodiy rivojlanishi uchun import o‘rnini bosuvchi mahalliy xomashyolar asosida tayyor mahsulot ichlab chiqarish zarur. Bu ishlarni keng ko‘lamda olib borilishi uchun fan-ta’lim-ishlab chiqarish hamkorlini talab etiladi. Buning uchun ilmiy tadqiqot natijari muhim ahamiyatga ega.

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. O‘tkazilgan tadqiqotlar quvurlar orqali yuqori qovushqoq neftlarning oquvchanligini oshirishda depressantlardan foydalanish har xil samaradorlikni ko‘rsatdi, shuning uchun biz turli xil kombinatsiyalarda depressantlarga aralashmalar tarkibi va ularning Jarqo‘rg‘onning yuqori qovushqoq neftlarining qovushqoqligini pasaytirishdagi o‘rni bo‘yicha o‘rgandik.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Jarqo‘rg‘on neftlarining qovushqoqligi pasayishi bilan tanlangan depressantlar bir-biriga yaqin bo‘lganini 1-jadvaldan ko‘rishimiz mumkin. Birinchi o‘rinda gaz kondensatining (GK) alohida rolini ta’kidlash lozim, bu uning oz miqdorda bo‘lishiga qaramay mahalliy neftlar qovushqoqligining keskin pasayishiga yordam beradi. Ikkinchi o‘rinda paxta soapstokini (PS) aytish mumkin, bu esa Jarqo‘rg‘on yuqori qovushqoqli neftlarining sirt xususiyatlarini pasaytiradi.

1-jadval

Neftlarning oquvchanligini oshirish uchun tanlangan mahalliy sirt- aktiv moddalarning tarkibi va reologik xususiyatlariga ta’siri

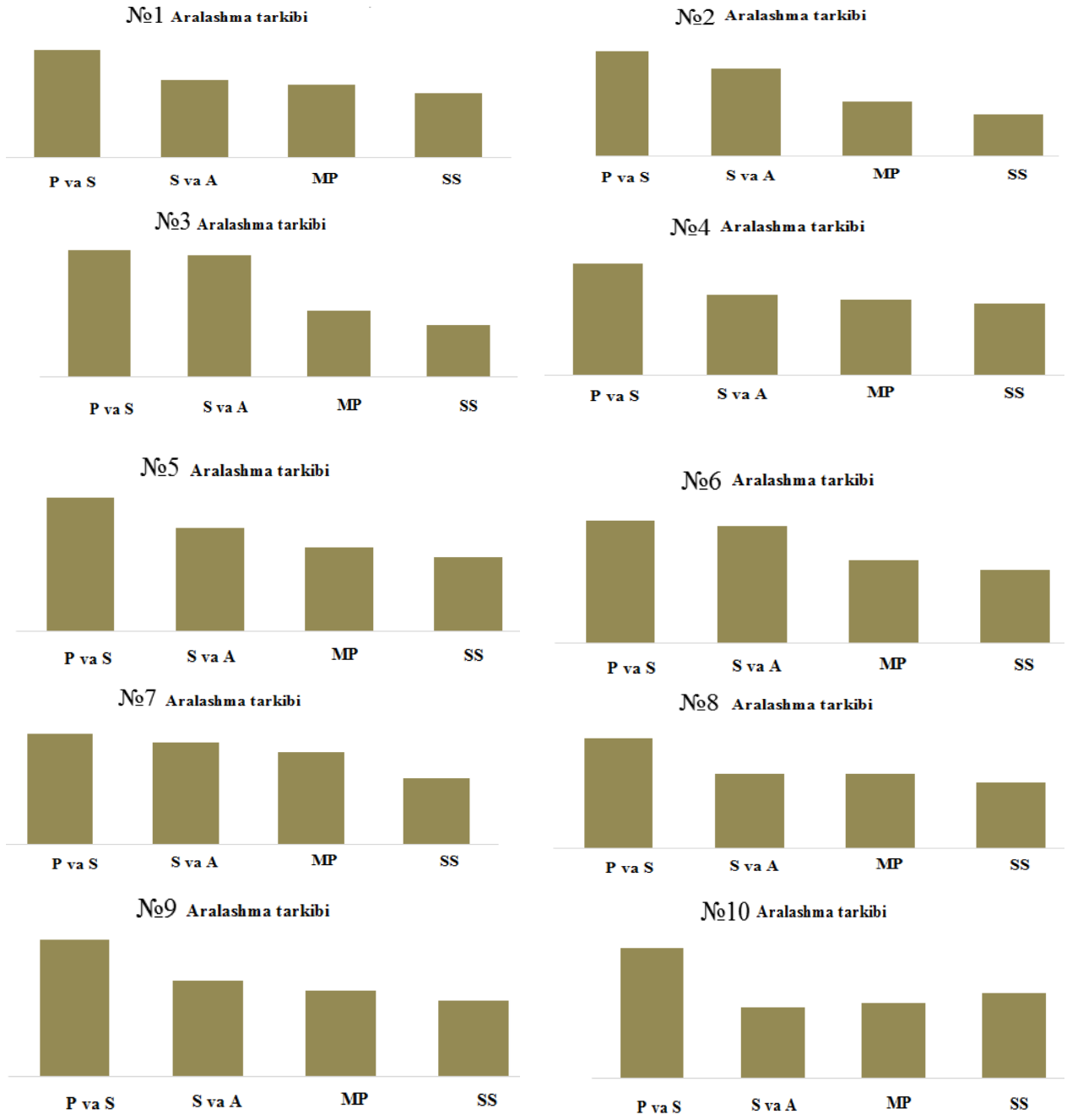
Aralashma №	Aralashma tarkibi, %			Siljish tezligi (γ), s^{-1}	Neftning reologik xususiyatlari	
	FL+TAG	PS	GK		Qovushqoqlik, Pa·s	Oquvchanlik, 1/Pa·s
1	50	50	-	9	71,4	0,0140
2	90	-	10	48	65,2	0,0153
3	-	90	10	81	63,4	0,0158
4	40	40	20	243	68,6	0,0146
5	60	20	20	437	69,4	0,0144
6	20	60	20	243	67,3	0,0149
7	60	30	10	81	70,8	0,0141
8	50	40	10	48	66,4	0,0151
9	40	50	10	9	69,4	0,0144
10	30	60	10	9	62,7	0,0159

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda biz ushbu ishda o‘rganilgan Jarqo‘rg‘on neftlari tarkibini tahlil qildik. Bu yerda P + S – parafin va serezinning umumiy miqdorini; S+A-qatron va asfalten; MP – mexanik aralashma; SS-oltingugurtli birikmalarning umumiy miqdorini anglatadi.

Tanlangan aralashmalarning samaradorligini baholash uchun 2-jadvalda keltirilgan depressatorlar samaradorligi indekslarini tavsiflovchi ko‘rsatkichlardan foydalanilgan.

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, siljish tezliklari yuqori ko‘rsatkichlarida samaradorlik indeksi yuqoriroq qiymatlarga ega bo‘ladi va bu mahalliy neftlar qovushqoqliklarining bir qator o‘lchashlari bilan tasdiqlanadi. Jumladan, aynan shu chegaralar Jarqo‘rg‘on mahalliy neftlari qovushqoqliklarining yuqori qiymatlariga mos keladi.

Jarqo‘rg‘onning yuqori qovushqoqlikdagi neftlari tarkibi va mahalliy depressantlar aralashmalarini tanlangan tarkibi 1-rasmda ko‘rsatilgan. 1-rasmda parafin, serezin, qatron, asfalten, mexanik aralashma va oltingugurtli birikmalar an’anaviy diagrammada ko‘rsatilgan, chunki ularning haqiqiy mazmuni ilgari ushbu dissertatsiyaning II va III boblarida ta’kidlab o‘tilgan edi.



1-rasm. Jarqo‘rg‘onning yuqori qovushqoq nefti tarkibi va tanlab olingan mahalliy depressantlar aralashmasi tarkibi diagrammalari

Sirt faol moddalar aralashmasi tarkibini tanlash o‘rganilgan Jarqo‘rg‘on neft namunalari tarkibiga qarab amalga oshirildi va ularning miqdori neftning maxsus tahlillarida tasdiqlandi.

Samaradorlik indeksi yuqori siljish tezligida yuqori qiymatlarga ega ekanligini 2-jadvaldan ko‘rishimiz mumkin, bu mahalliy neftlar qovushqoqligining bir necha o‘lchovlari bilan o‘z tasdig‘ini topgan. Bundan tashqari xuddi shunday ko‘rsatkichlar mahalliy Jarqo‘rg‘on neftlarining yuqori qovushqoqlik qiymatiga mos keladi.

Shunday qilib, ushbu tadqiqot og‘ir neftlarni tashishning qiyin sharoitida FL+TAG, PS va GK dan iborat depressantlar aralashmasini tavsiya qilish imkonini beradi. Bundan tashqari, quvur uzatkichda gazlilik ortishi tufayli oxirgini 20% dan ko‘p ishlatish tavsiya etilmaydi. Shuning uchun cheklovlar depressantlar aralashmasi umumiy massasining 10-20% gacha bo‘lishi tavsiya etilgan.

2-jadval

Yuqori qovushqoq neftlarning qovushqoqligini pasaytirishda depressatorlar yaratilgan aralashmalaridan foydalanishda samaradorlik indekslarining o‘zgarishi

Aralashma №	Siljish tezligi (γ), s^{-1}	Qovushqoqlik, Pa·s	Samaradorlik indekslari
1	9	71,4	1,06
2	48	65,2	1,10
3	81	63,4	1,23
4	243	68,6	1,32
5	437	69,4	1,65
6	243	67,3	1,63
7	81	70,8	1,45
8	48	66,4	1,37
9	9	69,4	1,24
10	9	62,7	1,18

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda aytib o‘tilgan yog‘lardan olingan soapstokning tarkib va xususiyatlarini qiyosiy tahlilini o‘tkazdik. Yog‘larni ishqoriy rafinatsiyalash asosida olingan 4 xil turdagi soapstokning asosiy ko‘rsatkichlari 3-jadvalda keltirilgan.

Paxta soapstoki boshqalariga nisbatan yuqori erish haroratiga (25-29ºS) va ranglilikka egaligini 3-jadvaldan ko‘rishimiz mumkin. Bunda ishqor sarfi yuqori bo‘lganligi sababli soapstokdagi sovun miqdori 45-55%, neytral yog‘ 38-52% ga etadi. Bu ko‘rsatkichlarning barchasi ma’lum bir darajada paxta soapstokining fizik-kimyoviy xususiyatlarini, xususan, ularning sirt faolligini o‘zgartiradi, bu shubhasiz og‘ir neftlarni quvurlar orqali tashishda qovushqoqligini pasaytirish va oquvchanligini ortishi bilan nomoyon bo‘ladi.

3-jadval

Mahalliy yog‘-moy sanoat korxonalarida olingan har xil turdagi soapstoklarning asosiy ko‘rsatkichlari

Nomi	Soapstoklarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari					
	Sovun miq-dori, %	Neytral. Yog‘ miqdori, %	Sovunlan-maydigan moddalar-ning massa ulushi, %	T_{pl}, °S	Soapstok-ning kislota soni mg KON/g	20°S dagi rangi
Paxta	40-55	38-52	2,2-4,1	25-29	4,5-7,3	To‘q jigar
Soya	36-48	40-42	2,0-2,8	22-25	3,1-4,3	yorug‘
Kungaboqar	34-46	38-40	1,8-2,5	20-23	2,8-3,1	ochiq jigar
Saflor	33-45	36-39	1,7-2,3	18-21	2,5-3,0	ochiq jigar

Shunday qilib, mazkur tadqiqot og‘ir neftlarni tashishning murakkab sharoitlarida FL+TAG, PS va GK dan iborat depresatorlar aralashmasidan foydalanishni tavsiya qilish imkonini beradi. Jumladan, GK dan 20% dan ortiq miqdorda foydalanish quvurlarda yuqori gazlanganlik sababli tavsiya qilinmaydi, shuning uchun depressatorlar aralashmasi umumiy massasidan 10-20% cheklovi qo‘yilgan.

Neftlarning oquvchanligi oshishida depressatorlar aralashmalaridan foydalanish uchun mutaxassislar tomonidan tavsiya etilgan qiymatlarning yuqoridagi chegaralariga rioya qilish lozimligini 3-jadvaldan ko‘rishimiz mumkin. Shu bilan birga, vakuum qiymatidan oshib ketmaslik kerak, chunki quvurlarning gazlanishi baxtsiz hodisalarga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, depressatorlar nisbatini tanlash har safar uglevodorodlarga yo‘ldosh moddalarning (parafin, serezin,

qatronlar, asfalten va boshq.) tarkibi va miqdorini belgilaydigan laboratoriya ma’lumotlariga muvofiq belgilanadi.

Binobarin, yuqori qovushqoq neftlarning qovushqoqligini pasaytirishning keltirilgan texnologik usullari va rejimlari neftlarni quvurlar orqali tashish uchun ekspluatatsion liniyalarda ishlab chiqarish sinovlari davomida tasdiqlanishi kerak.

Yuqori qovushqoq va og‘ir neftlarning quvurlar orqali oquvchanligini oshirish uchun mahalliy depressatorlarni tanlash bo‘yicha tajriba sinovini o‘tkazish maqsadida ularni tabiiy o‘simlik moylaridan va ularning tozalangan mahsulotlaridan ajratib olish lozim. Masalan, triatsilglitseridlar bilan aralashmada fosfolipidlar o‘simlik moylarini gidratlash yo’li bilan olingan. Xususan, fosfolipidlarning triatsilglitseridlar bilan ajratib olinishida ekstraktsion paxta moyi (texnik) limon kislotasining 2% li suvli eritmasi bilan gidratlangan va uning miqdori moyning umumiy massasining 6% gacha o‘zgargan. Jarayon 60-80 °C haroratda 60 minut davomida amalga oshirildi

1-jadval shuni ko‘rsatadiki, o‘rganilgan kompozitsiyalarda yuqori qovushqoq neftlarning eng yuqori oquvchanligi №3 (0,075) va №10 (0,07) namunalarda kuzatiladi. Biroq, bu individual tarkibiga, uni tayyorlash shartiga va boshq. to‘g‘ri keladi.

Binobarin, amaliyotda qo‘llash uchun quvur orqali tashiladigan yuqori qovushqoq neftning oquvchanligini sezilarli darajada oshirishga yordam beradigan №2, №3, №8 va №10 namunalarning kompozitsiyalaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Ishlab chiqilgan texnologiyani ishlab chiqarishga joriy etishdan iqtisodiy samaradorlikni (E) hisoblash “Iqtisodiyot tarmoqlarida yangi texnika, ixtirolar va ratsionalizatorlik takliflaridan foydalanishning iqtisodiy samaradorligini aniqlash bo‘yicha yo‘riqnoma” ga muvofiq, quyidagi formula bo‘yicha amalga oshirildi:

$$Э = \left[(C_1 - C_2) - E \cdot K\right] \cdot A;$$

bu yerda: C_1 va C_2 – neftlarning ularga depressatorlarni qo‘shishdan oldin va keyin tannarxi, so‘m/t; E – me’yoriy koeffitsiyent (tarmoq bo‘yicha E=0,15); K – kapital xarajatlar, so‘m; A – yuqori qovushqoq neftni quvurlar orqali tashishga tayyorlashning yililk hajmi, t.

Xulosa. Yuqori qovushqoq neftlarni quvuruzatkichlar orqali tashishda kimyoviy reagentlarni qo‘llash (erituvchi, suyultiruvchi, sirt faol moddalar) ma’lum bir darajada ularning oquvchanligini oshiririshi barchamizga ma’lum. Biroq, bunda barcha reagentlar samarali hisoblanmaydi, ya’ni ularning bir qismi quvuruzatkichlarda portlash yong‘in xavfini oshiradi, bir qismi esa ularni tashish xarajatlarini keskin oshirib yuboradi.

Paxta soapstoki ko‘p suv-yog‘da eruvchi komponentlardan iborat funksional kompozitsiya hisoblanadi va ishqoriy tabiatga ega. U suv-pneftli tizimni yaxshi emulgirlaydi va uning sirt faol xususiyatini keskin o‘zgartiradi. Respublikamizning yog‘-moy korxonalarida paxta yog‘ini ishqoriy rafinatsiyalash chiqindisi bo‘lgan paxta soapstoki yiliga 10 ming tonnadan ko‘p yig‘iladi, u asosan yog‘ kislotalarining natriyli tuzi (sovun), fosfatidlar, neytral yog‘, erkin ishqor, suv va boshqalardan iborat.

Ta’kidlash joizki, paxta soapstokidagi yog‘ kislotalarining natriyli tuzlari, fosfatidlar, neytral yog‘lar va erkin ishqorlar yuqori qovushqoq neftlarning molekulalararo bog‘ini keskin o‘zgartiradi va quvuruzatkich bo‘ylab harakatlanishi davrida ularning struktura-reologik xususiyatlarini yaxshilaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni.
2. Рахимов Б.Р.,Абдурахимов, С.А., & Адизов, Б.З. (2020). Высокосмолистые нефти и проблемы их транспортировки по трубопроводам. Universum: технические науки, (12-4 (81)), 31-34.

3. Рахимов, Б.Р., Адизов, Б.З., Абдурахимов, С.А., Аноров, Р.А., Ходжаев, С. Ф., & Кадирова, Н. Б. (2021). Изучение влияния смеси фосфолипидов с триацилглицеридами на изменение вязкости тяжелых нефтей. Universum: технические науки, (5-4 (86)), 86-91.
4. Рахимов, Б.Р., Адизов, Б.З., Абдурахимов, С.А., Аноров, Р.А., Ходжаев, С. Ф., & Кадирова, Н. Б. (2021). Использование соапстоков в качестве депрессаторов для изменения вязкости местных нефтей. Universum: технические науки, (5-4 (86)), 82-85.

Rahimov Bobomurod Rustamovich – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, Buxoro davlat texnika universiteti "Neft-gaz ishi" kafedrasi dotsenti. Tel.:(+99890)712-75-32, E-mail: rahimovbobomurod012@gmail.com

УДК 665.632.074

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИЭТАНОЛАМИНА ТИТРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С.

Каршинский государственный технический университет.

Аннотатция. *В данной статье представлены результаты лабораторных экспериментов по определению концентрации раствора диэтаноламина (ДЭА). Определение количества активного компонента в растворе проводилось методом кислотно-основного титрования 0,501 н раствором HCl. Количество ДЭА рассчитывалось исходя из объема титранта, израсходованного до точки эквивалентности, что обеспечивает точность и воспроизводимость полученных аналитических данных. Проведенные исследования показали, что существует четкая взаимосвязь между концентрацией раствора ДЭА и его физико-химическими свойствами – pH, вязкостью, поглощательной способностью и склонностью к пенообразованию. Установлено, что изменение концентрации раствора напрямую влияет на эффективность процесса газоочистки, технологическую стабильность, образование механических примесей и продуктов деградации.*

Ключевые слова: *диэтаноламин, концентрация, титрование, индикатор, раствор амина, HCl.*

DETERMINATION OF THE CONCENTRATION OF DIETHANOLAMINE BY TITRIMETRIC METHOD

Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S.

Karshi state technical university.

Abstract*. This article presents the results of laboratory experiments to determine the concentration of diethanolamine (DEA) solution. The amount of active component in the solution was determined by acid-base titration with a 0.501 N HCl solution. The amount of DEA was calculated based on the volume of titrant consumed to the equivalence point, ensuring the accuracy and reproducibility of the analytical data obtained. The studies showed a clear relationship between the concentration of the DEA solution and its physicochemical properties – pH, viscosity, absorption capacity, and foaming tendency. It was found that changes in the solution concentration directly affect the efficiency of the gas purification process, process stability, and the formation of mechanical impurities and degradation products.*

Keywords: *diethanolamine, concentration, titration, indicator, amine solution, HCl.*

В настоящее время большое количество добываемого газа содержит кислые компоненты H_2S и CO_2. Количество этих веществ в газах с разных месторождений постоянно меняется в долях. Сульфид водорода является токсичным веществом, максимальное количество которого в газе, подаваемом в трубопроводы, регламентируется. Сульфид водорода, как и углекислый газ, в присутствии воды образует кислоты, вызывающие химическую и электрохимическую коррозию металлов. При определенных условиях сульфид водорода вызывает сульфидное растрескивание металлов. Наличие значительного количества углекислого газа в газе снижает его ценность и вызывает коррозию. Эти причины привели к разработке и промышленному внедрению множества методов очистки природных газов от кислых компонентов. Наша республика очень богата природными ресурсами, одним из которых является природный газ. Как уже упоминалось выше, природный газ содержит

такие компоненты, как H_2S и CO_2, а также меркаптаны, тиолы и алкилсульфиды, которые необходимо удалять на начальной стадии переработки газа [1].

Анализ мировой практики показывает, что одним из лучших методов очистки природного газа от кислых компонентов, в частности сероводорода, является метод абсорбции растворами аминов. При этом для очистки природного газа от кислых компонентов (H_2S и CO_2) в основном используют аминовые абсорбенты (моноэтаноламин, диэтаноламин, метилдиэтаноламин).

В процессе переработки природного газа важно очистить его от примесей и разделить на целевые фракции. Для этого широко используются газоразделительные устройства. В конструкции таких устройств выделяют две технологически важные зоны: зону аминовой очистки и зону осушки и газофракционирования. В зоне аминовой очистки основные загрязняющие компоненты природного газа – диоксид углерода (CO_2) и сероводород (H_2S) – разделяются абсорбционным методом с использованием раствора диэтаноламина (ДЭА). Процесс абсорбции основан на химико-физических свойствах газа, в результате чего эффективно удаляются кислые природные примеси.

В зоне осушки и газофракционирования газ осушается и разделяется. Сначала из газа полностью удаляется влага с помощью цеолитных адсорбентов. Затем очищенный от влаги газ разделяется на фракции методом ректификации. В процессе ректификатции из природного газа разделяются различные углеводородные фракции – метан, этан, пропан, бутан, а также углеводороды C_5 и выше.

Получаемые продукты используются в качестве ценного сырья в различных отраслях промышленности. В частности: метан – основной товарный продукт, поставляемый потребителям по магистральным газопроводам и используемый в качестве топлива на газоконденсатных комплексах. Этан – ценное сырье для пиролиза в нефтегазохимической промышленности, поскольку используется для получения этилена и других важных органических веществ. Пропан и бутан поставляются потребителям как товарные продукты и широко используются в качестве бытового и промышленного топлива. Углеводородные фракции C_5 и выше являются ценными продуктами, являясь сырьем в различных процессах органического синтеза и в качестве компонентов моторных топлив.

Таким образом, газоразделительное устройство позволяет не только очищать природный газ, но и получать из его присадок высококачественные продукты. Эти процессы осуществляются со строгим соблюдением материального баланса, то есть с учетом количества каждого компонента в составе газа во входном и выходном потоках. Такой подход является ключевым фактором повышения эффективности технологических процессов, обеспечения качества продукции и объемов ее выпуска.

Необходимость удаления из потока природного газа кислых газов – сероводорода (H_2S) и углекислого газа (CO_2) – обусловлена рядом факторов. Во-первых, эти газы обладают высокой коррозионной активностью в присутствии воды, особенно при высоких температурах. Во-вторых, при разделении метансодержащей фракции природного газа образуются кристаллогидраты углекислого газа, что может негативно влиять на стабильность процесса и эффективность работы оборудования. Поэтому эффективная очистка природного газа от этих компонентов имеет особое технологическое значение.

Растворы диэтаноламина (ДЭА) широко используются в газопоглотителях для поглощения кислых газов (CO_2, H_2S). Функциональные свойства, кинетика реакций и эффективность процесса с ДЭА напрямую зависят от его концентрации. Молекула ДЭА имеет две гидроксильные группы и одну аминогруппу и обладает высокой гидрофильностью в растворе, поэтому участвует в обратимых реакциях с CO_2. С увеличением концентрации раствора ДЭА его физико-химические свойства существенно изменяются. В промышленных процессах обычно используют растворы ДЭА в диапазоне 30–32 %. В растворах низкой концентрации газопоглотительная способность снижается из-за недостаточного количества

активных аминогрупп. Оптимальными являются растворы со средней концентрацией, поскольку они стабильно работают в абсорбере. В растворах высокой концентрации (≥30%) ДЭА увеличиваются теплопоглощение, химическая активность и вязкость, что оказывает сильное влияние на гидродинамические свойства системы.

Концентрация ДЭА также оказывает существенное влияние на процесс пенообразования. С ростом концентрации поверхностное натяжение раствора уменьшается, его вязкость увеличивается, а пузырьки газа в растворе становятся более устойчивыми. В результате увеличивается как высота пены, так и её устойчивость. Механические примеси в растворе также играют важную роль в этом процессе: они адсорбируются на поверхности пузырьков и увеличивают время распада пены. Поэтому в растворах ДЭА высокой концентрации пенообразование ещё больше усиливается и может негативно влиять на стабильность технологического процесса.

Концентрацию ДЭА чаще всего определяют титриметрическим методом. Этот метод основан на основных свойствах амина и позволяет определить его общее количество титрованием стандартными растворами кислот. Рефрактометрический метод также используется в качестве экспресс-контроля, поскольку показатель преломления изменяется прямо пропорционально концентрации ДЭА. Концентратция ДЭА является одним из основных факторов, влияющих на физико-химическую стабильность раствора, эффективность поглощения газа и процесс пенообразования. Поддержание оптимального значения концентрации важно для надежной работы технологического процесса и предотвращения пенообразования. Поэтому концентрация ДЭА рассматривается как важнейший параметр при разработке антипенных составов.

Концентрация растворов диэтаноламина (ДЭА) является решающим фактором стабильности и эффективности технологических процессов. С ростом концентрации существенно изменяются физико-химические свойства раствора. В частности, увеличивается вязкость раствора и уменьшается поверхностное натяжение, что напрямую влияет на процесс массообмена в системе газ-жидкость. Увеличение вязкости снижает скорость течения жидкости, уменьшает скорость всплытия пузырьков газа и создает благоприятные условия для устойчивости пены. Снижение поверхностного натяжения, в свою очередь, способствует образованию пузырьков и предотвращает их быстрое слияние и лопание. Однако концентрация выше 30% приводит к увеличению тепловыделения в растворе, повышению активности реакций и увеличению количества мелких частиц коллоидной природы. Такие частицы остаются в растворе длительное время и, адсорбируясь на поверхности пузырьков, замедляют разрушение пены. Поэтому растворы ДЭА высокой концентрации часто склонны к сильному пенообразованию.

Ещё одной важной особенностью концентрации ДЭА является её влияние на термическую и химическую стабильность. С ростом концентрации ДЭА становится более чувствительным к температуре, что может привести к образованию в растворе различных продуктов деградатции, органических кислот и окисленных аминов. Эти вещества снижают общую стабильность раствора, повышают его коррозионную стойкость и образуют дополнительные механические примеси, которые ещё больше усиливают пенообразование. Поэтому для поддержания качества растворов ДЭА высокой концентрации в процессе регенератции требуется дополнительный контроль.

Изменение концентрации также напрямую влияет на кинетику абсорбции ДЭА газов CO_2 и H_2S. В растворах низкой концентрации абсорбция газа происходит медленно из-за отсутствия аминогрупп, абсорбция наиболее эффективна при средних концентрациях, а при высоких концентрациях эффективность может снижаться из-за усиления пенообразования при контакте газа с жидкостью. Также при высоких концентрациях увеличивается образование карбамата с CO_2, что приводит к образованию в растворе дополнительных коллоидных устойчивых фаз. В целом, концентрация ДЭА является основным параметром, определяющим физико-химическую устойчивость раствора, кинетику процесса абсорбции

газа, эффективность регенерации и, особенно, степень вспенивания. Поэтому при испытании составов, препятствующих пенообразованию, в частности, ингибиторов пенообразования, требуется строгий контроль концентрации ДЭА. Определение оптимального диапазона концентраций имеет важное научное и практическое значение для обеспечения эффективной работы технологической системы и предотвращения пенообразования.

Данный эксперимент позволяет определить точную концентрацию диэтаноламина в водном растворе, а также оценить точность и воспроизводимость титриметрического метода в лабораторных условиях. Результаты были зафиксированы в условиях эксперимента, а также проанализированы погрешности и точность измерений. Анализ начинается с очищенного ДЭА. Следует отметить, что ДЭА вызывает проблемы с дыханием, кровообращением, центральной нервной системой, печенью и другими органами. Он быстро впитывается через кожу. Поэтому при работе с ним необходимо использовать средства защиты кожи и глаз, а также соблюдать осторожность.

Методика анализа. Перед началом анализа пробы отбирают за один прием. Анализ проводят в сухой и чистой мерной колбе объемом 100 мл. Сначала мерную колбу взвешивают на аналитических весах (OHAUS AP-310). Затем отбирают 1 мл пробы пипеткой объемом 2 мл и быстро взвешивают на весах. Поскольку ДЭА является летучим веществом, его уменьшение может ввести в заблуждение при точном расчете эксперимента. Записывают граммы измеренной пробы. В граммах ее получается немного больше. После этого измеренную пробу помещают в колбу и разбавляют до 100 мл дистиллированной водой, что создает необходимые условия для удобного титрования раствора. В колбу добавляют 5–6 капель индикатора Гроака (метиловый красный и метиловый синий в соотношении 1:1) и помещают на магнитную мешалку. После этого титрование проводят стандартным раствором 0,501 Н HCl. После добавления индикатора к раствору его титруют до изменения окраски с зелёной на светло-фиолетовую. Титрование прекращают по достижении точки эквивалентности. Затем рассчитывают количество титранта, израсходованного из бюретки.

Тот же эксперимент был проведён с насыщенным ДЭА. Концентрация насыщенного ДЭА выше, чем регенерированного, поскольку раствор насыщен кислыми газами.

На основании результатов титрования концентрация ДЭА рассчитывается по следующей формуле:

$$W_{\%} = \frac{N \cdot A \cdot K}{M}$$

N – нормальность раствора HCl, равная 0,501 Н.;

A – объём раствора HCl, использованный для титрования, мл;

K – поправочный коэффициент для раствора HCl 0,501 Н, равный 10,5;

M – масса образца, измеренная на весах.

Полученные экспериментальные данные по определению количества диэтаноламина по результатам титрования представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что средний расход титранта за время экспериментов составил 5,4 мл. На основании расчетов определено, что концентрация раствора ДЭА составила около 30 %. Этот результат соответствует концентрации растворов технического назначения, используемых в ШГКМ. Определены плотность и значение pH раствора (pH = 10,4–11,0), установлена прямая зависимость между ними и концентрацией. С увеличением количества ДЭА увеличивается и щелочность раствора.

Средняя концентрация ДЭА составляет 30,18 %, что соответствует отраслевому стандарту. Данный анализ подтверждает стабильность раствора и его пригодность для использования в практических процессах очистки [4-5].

Таблица 1

Результаты определения концентрации ДЭА методом титрования

Тип ДЭА	Нормальность HCl	Объем HCl, для титрования, мл	Поправочный коэффициент	Масса образца, измеренная на весах.	Плотность ДЭА, г/см^3	Концентрация DEA, %
1706 Регенерированный ДЭА	0,501	6,22	10,5	1,0680	1,051	30,64
	0,501	6,01	10,5	1,0014	1,053	31,57
	0,501	6,05	10,5	1,0185	1,054	31,25
	0,501	6,32	10,5	1,0680	1,050	31,13
	0,501	6,34	10,5	1,0507	1,052	31,76
	0,501	4,12	10,5	0,6833	1,050	31,56
1705 Насыщенный ДЭА	0,501	6,46	10,5	1,0178	1,108	33,84
	0,501	6,35	10,5	1,0088	1,105	33,11
	0,501	6,54	10,5	1,0577	1,110	33,60
	0,501	6,36	10,5	1,0120	1,110	33,06
	0,501	6,68	10,5	1,0361	1,108	33,90
	0,501	6,32	10,5	0,9925	1,109	33,50

Проведенные исследования показывают, что метод титрования с использованием 0,501 Н раствора HCl является точным и надежным методом определения концентрации раствора диэтаноламина. Средняя концентрация раствора составила 30 %, что обеспечивает оптимальные результаты в процессе газоочистки. Результаты анализа имеют большое практическое значение для контроля качества раствора диэтаноламина, а также для управления технологическими процессами.

Литература

1. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л.С., Достижение высокой селективности при аминовой очистке природных газов // QarDU xabarlari. Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. 2024 1/2. 95-100 с.
2. Ильина Е.Н., Клямер С.Д. Извлечение сероводорода и углекислоты из природного газа и производство элементарной серы. М.,:БНИИЭГазпром, 1969.-86 с.3» NG/LNG/SNG Rectisol Haudbook. Hydrocarbon Processing, 1973, Vol. 52, 4, p.98.
3. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л.С. Определение количества углекислого газа в различных единицах в аминных растворах. Universum: технические науки. Выпуск: 10(127). Октябрь 2024. Часть 4. 55-58 с. Москва
4. Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko‘piklanish sabablari va uning intensivligiga ta’sir etuvchi omillar.. Фан ва технологиялар тараққиёти илмий – техникавий журнал. 2025/1. 61-64 б. Buxoro
5. Г.Э.Эшдавлатова, Л.С.Камолов. Описание измерений интенсивности пенообразования при аминной очистке природных газов от кислых компонентов. Композиционные материалы. Узбекский Научно-технический и производственный журнал. №3/2024. 172-174 с.
6. Рябова Т.С., Чемодуров П.А. Очистка природного газа от сероводорода. М.: ВНМИГазпром, 1975.-40 с.
7. Eshdavlatova G.E., Turabayeva N.B. Description of Measurements of Foaming Intensity During Amine Purification of Natural Gases from Acidic Components. American journal of applied science and technology. Volume 05 Issue 04- 2025. 20-22.
8. Г.Э.Эшдавлатова. Определение количества сероводорода в алканоламине при очистке природного газа от кислых компонентов. Universum: технические науки. Выпуск: 10(139). Октябрь 2025. Часть 8. 30-27 с. Москва.
9. Eshdavlatova G.E., Bobilova Ch.X. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashda alkanolamin tarkibidagi vodorod sulfid miqdorini aniqlash. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. (E)ISSN: 2181-1784. 5(3), March, 2025. 187-192 betlar.

QOLDIQ NEFTLARNI OLISHDA CHUQURLIK NASOS QURILMASINI TAKOMILLASHTIRISHNING DOLZARB MUAMOLARI

Rahimov B.R.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada neft quduqlarini nasos usulida ishlatishning samarali metodlari va ularning yutuqlari hamda nazariy hisoblash medodikasi haqida ma'lumotlar keltirildi. Shu bilan birga nasoslarni tanlash uchun iqtisodiy jihatdan kam xarajat talab qilinadigan hamda ta'mirlash ishlari qisqa vaqt talab qiladigan nasoslar tanlab olindi va ularni ishlatish ussullaridan foydalanish uchun zarur tavsiyalar berildi.*

Kalit so'zlar: *neft, shtangali nasos, cho'kma markazdan qochma nasos, uzun yurishli nasos, tejamkor.*

CURRENT ISSUES IN IMPROVING DOWNHOLE PUMPING UNITS FOR THE EXTRACTION OF RESIDUAL OIL

Rahimov B.R.

Bukhara state technical university.

Annotation. *This article presents information on effective methods of operating oil wells using pump systems, their advantages, and the methodology of theoretical calculations. In addition, pumps that require low economic costs and minimal repair time were selected, and recommendations were provided for the efficient application of their operating methods.*

Keywords: *oil, rod pump, submersible centrifugal pump, long-stroke pump, energy-efficient.*

Kirish. Hozirgi vaqtda neftni qazib olishda mexanizatsiyalashgan usulidan quduqni shtangali nasos qurilmalari, cho'kma markazdan qochma nasos qurilmasi va gazlift usullari eng keng tarqalgan usullaridan sanaladi.

Shtangali nasos qurilmasining tuzilishi va unga xizmat ko'rsatish osonligi sababli shuning uchun keng tarqalgan. Bu turdagi nasos qurilmasining samarasini oshirish uchun uning barcha qismlarini moderizatsiya va ishonchliligini oshirish zarur bo'ladi. Shtangali nasos qurilmasini ta'mir oraligi 150-200 sutkaga teng bo'ladi. Bu quduqni yer osti ta'mirini o'tkazish uchun juda katta xarajat talab qiladi. Shtangali quduq nasosi qurilmasining birdan bir asosiy kamchiligi kichik davrli sikl va katta asimmetrik yuk bilan ishlash bilan tavsiflanadi. Chuqurlik nasosi klapanidan tortib dvigateligacha siklik ta'sir kuzatiladi. Shtangali qurilma qismlarida metallar charchash holatining ko'payish tezligi sutkada 7300-21500 davrni tashkil qiladi. Shtangali nasos qurilmasida avariya holatlari shtanga materiallariga takroriy katta zo'riqishlar soni ta'sirida yuz beradi. Shtangali nasos qurilmasi bilan jihozlangan quduqni ishlatishdagi muhim kamchiligi yer osti ta'mirini o'tkazishning qimmatligidir. Avariy sodir bo'lgan quduqlar to'xtab qoladi, qatlamning quduq tubi qismi ifloslanadi, agregatlar to'xtatilib ta'mirlash uchun beriladi. Yer osti ta'mirini o'tkazish katta qo'l mehnati talab qiladi. Ko'rsatilgan kamchiliklar katta quduqlar fondi holatida yig'ilib neft qazib olish sanoatini yangi ishlanmalar va yangi texnologiyalarsiz kelajakda rivojlanishi qiyin bo'ladi.

Yechiladigan muammo va masalaning qo'yilishi. Shtangalar tizmasi va barcha chuqurlik nasos qurilmalari qismlarining tezda charchashi bilan kurashishda shtanga metallarini chidamliligini oshirish, qurilmaning unimdorligini saqlagan holatda ishlash sikllari sonini kamaytirish, qurilma elementlariga tushadigan zo'riqishni, naporni kamaytirmasdan erishish mumkin bo'ladi.

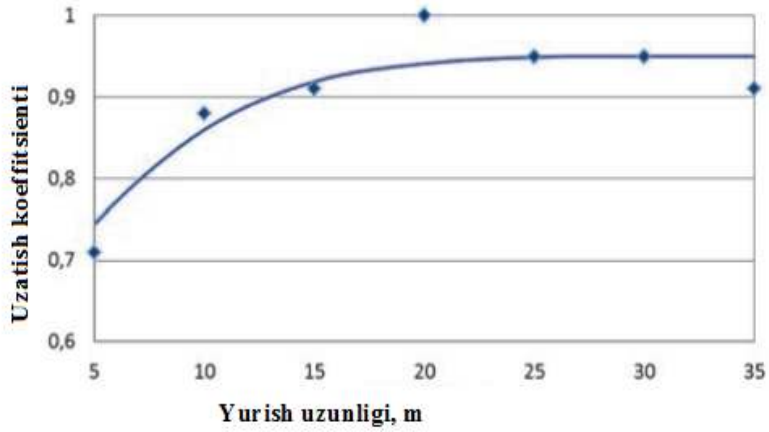
Har xil texnik yechimlarni tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, bu kamchiliklarni bartaraf etishda uzun yurishli chuqurlik nasos qurilmasini qo'llash asosiy choralardan biri hisoblanadi. Hozirgi kunda qo'llaniladigan shtangali nasos qurilmasi plunjerining yurish uzunligi 4,5 m gacha, chet elda yurish uzunligi 7,6 metr bo'lgan uzun yurishli nasoslar ishlab chiqariladi. Amaliyot shuni ko'rsatadiki nasos qurilmasi plunjerning yurish uzunligini oshirish orqali nasos qurilmasini uzatishi ortadi, uning to'lish koeffitsiyenti ko'tariladi va enrgetik tavsifi yaxshilanadi. Tebratma dastgoh asosida olingan sharnirli to'rt halqali knematik sxemasi tahlili shuni ko'rsatadiki balansirli uzatmaning yurish uzunligini oshirish, uning tashqi o'lchamini, og'irligini, reduktor vali aylanish momentini oshiradi. Nasosning to'lish koeffitsiyenti katta bo'lmaganligi uchun balansir uzatmali chuqurlik-nasos qurilmasi foydali ish koeffsiyenti nisbatan kichik bo'ladi. Tadqiqotlar shuni

ko‘rsatadiki, shtangali nasos qurilmasining asosiy ishlash ko‘rsatkichlarini to‘lish koeffitsiyenti, nasos va shtanganing xizmat vaqti ta‘mir oralig‘i yaxshilashga nasos plunjerining yurish uzunligini oshirish bilan erishiladi. Quduqni ishlatish uchun yangi texnologiyani ishlab chiquvchilar oldida anomal xossali neftni qazib olish va normal texnik sharoyitda samarali ishlaydigan nasos mexanizmini ishlab chiqish masalasi turadi. Bunday qurilmalar uzun yurishli nasos qurilmasi uzun yo‘lli nasos qurilmasi hisoblanadi.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Bugungi kunda neft qazib olishning so‘ngi bosqichida neft parametrlarining tez –tez o‘zgarishi va nasoslarning ish unumdorligi pasayishiga olib keladi. Shuning uchun anomal xossali neftlarni qazib olishni jadallashtirish uchun nasosni o‘zgartirish zarur.

Tadqidodlar shuni ko‘rsatadiki, anomal xossali neftlarni qazib olishda uzun yurishli nasoslar samarali ekanligi asoslandi.

Uzatish koeffitsiyentining yurish uzunligiga bog‘liqligi 1-rasmda keltilgan. Uzun yurishli nasos qurilmasini birinchi marta tajribaviy ishlatilishida shuni aniqlandiki, uning yaratilishi konlarda mavjud mexanizasiyalashgan usullarning yechilmagan muammolarini yechdi.



1-rasm. Uzatish koeffitsiyentining yurish uzunligiga bog‘liqligi

Uning asosiy yutug‘li tomonlaridan biri chuqur quduqlardan tarkibida ko‘p miqdorda gaz bo‘lgn neftni qazib olishda yaxshi natija olingan. Neft konini birinchi bosqichda ishlatish tajribasi shuni ko‘rsatadiki, quduqni ishlatishga gaz faktori sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Shuning uchun yangi neft konlarida, quduqlarni o‘zlashtirish jarayonida gazli suyuqlikni yer yuzasiga ko‘tarishda muammolar tug‘iladi. Birqator mualliflar bajargan ishlardan ma‘lumki, gazning nasos agregatining ishiga teskari ta‘siri quyidagi faktorlarga bog‘liq bo‘ladi: Silindrga tushgan gaz silindr ishchi hajmining bir qismini egallaydi. Zararli sohada gazning bo‘lishi, kengayib eritmadan chiqadi va nasosning to‘lish koeffitsiyentini pasaytiradi.

Chuqurlik nasosni ishga gazning zararli ta’siri bilan kurashishda, birinchi navbatda plunjer yurish uzunligini uzaytirish orqali zararli sohani kamaytirish tavsiya qilinadi. Shuning uchun uzun yurishli nasos qurilmasi chuqur quduqlarda yuqorigazlangan neftni qazib olishda universal texnik moslama hisoblanadi. Ko‘targichi lentali mexanizmli uzun yurishli nasos qurilmasining afzalligi Ko‘targichi lentali mexanizmli uzun yurishli nasos qurilmasi qator afzalliklarga ega, ular qazib olish korsatkichlari va napori bo‘yicha keng qo‘llanilishi va quduqni ishlatishning yuqori texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichliligi bilan ajralib turadi. Bu afzalliklar quyidagilardan iborat:

a) quduq chuqurligi bo‘yicha plunjer yurish uzunligining chegaralanmasligi;
b) shtanga o‘rniga uzun o‘lchamli, yuqori chidamli lentalarning ishlatilishi;
c) maxsus tuzulishli chuqurlik nasos qurilmasining plunjerini qo‘llanilishi;
d) nasos-kompressor quvuridan nasos silindiri sifatida foydalanilishi.

Qurilmaning yurish uzunligining kattaligi quyidagini ta‘minlash imkonini beradi:

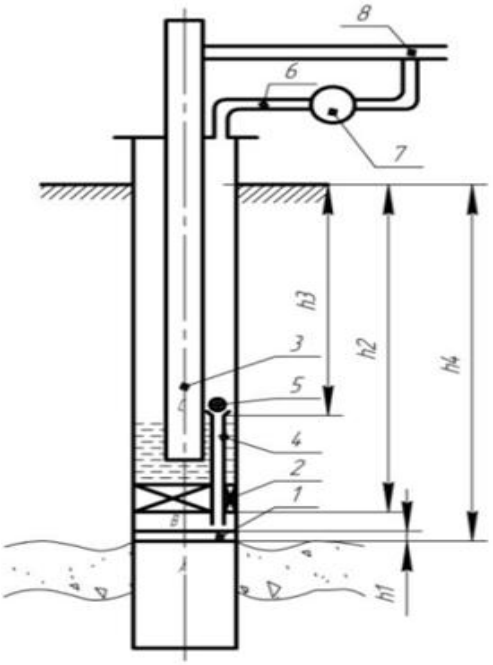
- ish siklini ko‘p maratobo qisqartiradi, bu qurilmaning uzoq ishlashini ta‘minlaydi;

- oddiy qurilmalarda 30-50% gacha bo‘lgan dinamik nagruzka, to‘liq yoki sezilarli miqdorda kamaytiradi;
- qurilma mahsuldorligi bog‘liq bo‘lgan plunjerning o‘rtacha harakatlanish tezligi (3-4 marta) sezilarli ko‘tariladi;
- shtanganing taranglikdan uzayishi bog‘liq bo‘lgan yurish uzunligining yo‘qotilishini kamaytiradi (90-95%).

Shtanga sifatida yuqori chidamli lentadan foydalanish quyidagi imkoniyatlarni beradi:

Nasosni almashtirish bo‘yicha yer osti ta‘mirini o‘tkazish ta‘mirlash birgadasisiz, maxsus agregat yordamida ikki nazoratchi kuchi bilan oson amalga oshirish mumkin (bunda oddiy quvurda ish 16 soatdan 2 soatgacha qisqaradi). Kuch bilan tortuvchi qismining va qurilmaning sarfini kamaytiradi, lentaning qismining narxini pasaytishga imkon beradi. Plunjerni turtish harakatini uning o‘z ogirligi bilan harakatiga almashtirish natijasida plunjer juftligi yeyilishini kamaytiradi. Lentali mexanizmli ko‘targichli uzun yurishli qurilma uzluksiz va davriy rejimida ishlatiladi. Plunjer bir borib kelish harakatida 3-4 m^3 suyuqlik haydaydi.

Ishlab chiqilgan chuqur quduq nasos agregati 3-rasmda ko‘rsatilgan Gazni ajratish samaradorligini belgilaydigan va shunga mos ravishda nasos tsilindrini to‘ldirish koeffitsientini oshiradigan hamda oldingi konstruksiyadan farqi, gazni ajratuvchi gazni nasos kommressor ortki qismiga o‘tkazib yuboradi va gazni quduq ustiga ko‘tarib neft oqimiga aralashtiradi. Quduqda nasos kompressor quvuri to‘lib oqishi quduq mahsulotini oshishiga va energiya tejalishiga olib keladi. Bunda gazni ajratish effektini oshirish orqali erishish mumkin, agar fazalar bo‘linishi yuzasining birlikga nisbatan maydoni oshirilsa. Bu esa suyuqlik tomchisi yoki plyonkasidan chiqib ketayotgan gazning diffuziya yo‘lini qisqartiradi va boshqa shartlar bir xil bo‘lgan holda, gaz fazasining gazdan xoli suyuqlik bilan kontaktda bo‘lish vaqtini oshiradi. Shu maqsadda, takomillashtirilgan chuqur nasos uskunasi ishlab chiqilgan bo‘lib, uning farqli jihati nasos qabul qismi va separator chiqishi orasida o‘rnatilgan, muntazam shaklga ega massa almashinuvchi nasadka bilan ta’minlanganidir.



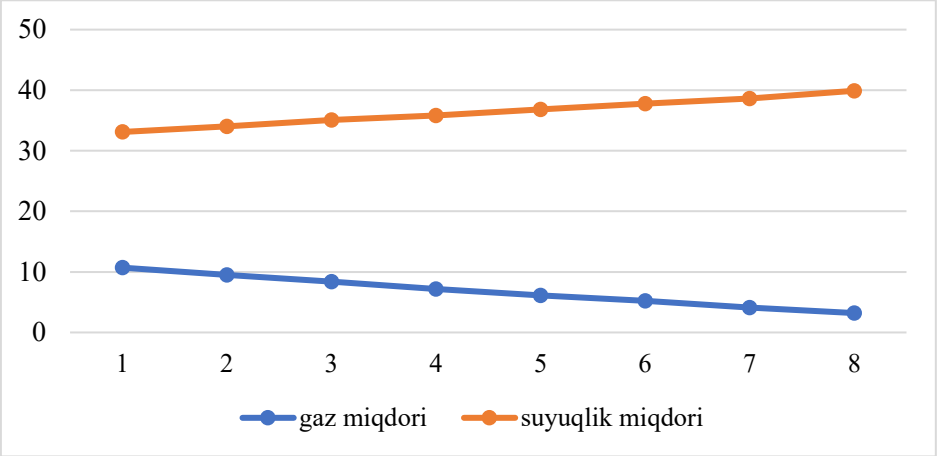
2-rasm. Chuqur quduqda gaz separatorli nasos qurilmasining sxemasi.*1- perfaratsiya oralig‘ining yuqori qismi; 2 - paker; 3 – nasos bilan nasos-kompressor quvurlari; 4 - ajratuvchi trubka; 5 - ajratuvchi; 6 - gaz liniyasi; 7 - gaz klapan; 8 - kollektori*

Separatordan chiqishida esa maydon yuzasiga ega oqim taqsimlagich o‘rnatilgan.Separatorning chiqish trubkasi orqali quduq tubi bosimi ta’sirida chiqadigan gaz-suyuqlik oqimi ajratuvchi yordamida yo‘nalishini o‘zgartiradi, bu esa diffuziya yo‘llarining qisqarishi, gazni ajratish bilan birga kuchayadi. Qabul qilish zonasiga oqib tushadigan suyuqlik gaz bilan to‘yinganlik bosimi va gaz ustunining qisman bosimidagi farq tufayli qo‘shimcha ravishda suyuqlikdagi gazdan ajratiladi.

Optimal nasos ishlab chiqarish chuqurligini va gazni o‘rnatishni aniqlash separator, birinchi navbatda, ko‘taruvchi liftda va halqali bo‘shliqda bosim taqsimotini hisoblash kerak. Ushbu maqolada quduqni chuqurlik bo‘yicha nasos va gazyakiridan iborat bo‘lgan chuqurligini hisoblash uchun yangi yondashuv ishlab chiqilgan bo‘lib, chuqur quduq uchun nasos qurilmasining energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Neftni qazib olishda chuqurlik nasoslari yordamida olishda bir qancha murakkab sharoitlar hosil bo‘ladi. Qoldiq neftlarni qovushqoqligini oshishi bilan nasos shtangalariga nagruzkaning ortishi, nasos kompressor quvurlarida parafinlarni qotib qolishi bilan quvurlar diametri torayishi buning

natijasida quduq debitining kamayishi, gaz oqimining mavjudligi chuqurlik nasoslar plunjerining to‘lish koeffisentini kamayishiga olib keladi. Bu muamolarni bartarab etish uchun nasos konstruksiyasiga qo‘shimcha jihozlar kiritish bilan neftni bir meyorda olish mumkin. Shuning uchun nasos pastgi qismiga qum yakori o‘rnatiladi va gaz ajratuvchi separatorlar o‘rnatish zarur bo‘ladi. Gazni nasos kompressor quvuriga kirib kelishini kamayishi bilan nasosga suyuqlik to‘lishi ortishi kuzatiladi. Bu bog‘lanish 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Nasosning suyuqlik bilan to‘lishiga gaz separatorining ta’siri

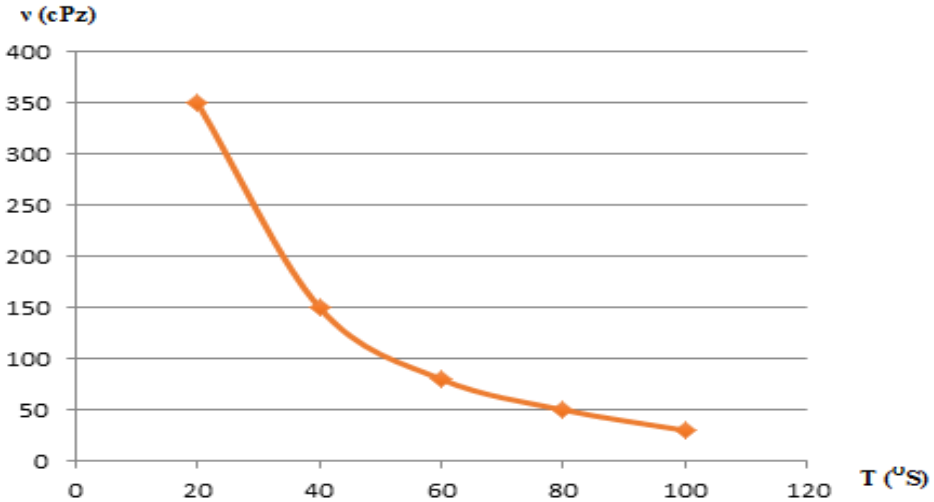
Yuqoridagi grafikdan ko‘rinib turibdiki, gaz miqdorining kamayishi bilan nasos to‘lish koeffitsiyenti ortib boradi.

Nasos nagruzkasini kamaytirish uchun qatlam temperaturasini oshirish zarur. Qatlam temperaturasi oshishi bilan neftning qovushqoqligi pasayadi. Temperaturaning qovushqoqlikka bogliqligi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Temperaturaning qovushqoqlikka ta’siri

Temperatura (°S)	Qovushqoqlik (cPz)
20	350
40	150
60	80
80	50
100	30

Bu natijalar o‘g‘ir neftni ng yopishqoqligiga qarab juda katta farq qiladi. Masalan, og‘ir neftlar yoki bitumli mexanik zarachalarda 20°C da qovushqoqlik 1000 cP yuqori bo‘lishi mumkin.



4-rasm. Temperatura ta’sirida neft yopishqoqligining o‘zgarish grafigi.

Neft quduqlarida: Temperatura past bo‘lsa, neft yopishqoqligi yuqori bo‘lib, uni chiqarish qiyinlashadi hamda chuqurlik nasoslar nagruzka bilan ishlaydi. Magistral quvurlarda tashishda temperatura nazorat qilish, ya’ni oshirish orqali oqimni yaxshilash mumkin. Quduqlarda issiqlik bilan ishlov berish natijasida qovushqoqlikni pasaytirib, quduqlardan oqimni tezlashtirish mumkin.

O‘g‘ir neftning temperaturasining oshishi natijasida uning zichligi va yopishqoqligi eksponensial ravishda pasayadi. Bu tadqiqotlar va imperik maxsus ifodalar asosida hisoblab chiqildi. Shuni aytish joizki, aniq natijalarni tajriba sinov orqali olish mumkin. Bu iqtisodiy jihatdan muhimdir, shuning uchun ishlab chiqarish texnologiyalari asosida bajariladi. Iqtisodiy jihatdan muhimligi olinadigan neft yopishqoqligi pasaytirilib chuqurlik nasosning ortiqcha nagruzkasi kamaytiriladi, natijada chuqurlik nasos stabil ishlay boshlaydi hamda energiya tejashi mumkin.

Xulosa. Xulosa qilib aytish mumkinki, hozirda ishlatiladigan nasoslarni qazib olinadigan neftlar parametrlariga mos tanlash orqali energiya tejash bilan iqtisodiy samaradorlik oshishiga sabab bo‘ladi. Natijada tanlangan nasoslar ishlash vaqtida ta’mirlash ishlarining osonligi va ta’mirlash oralig‘i uzayishi sababli iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni.
2. Рахимов, Б. Р., Абдурахимов, С. А., & Адизов, Б. З. (2020). Высокосмолистые нефти и проблемы их транспортировки по трубопроводам. Universum: технические науки, (12-4 (81)), 31-34.
3. Rahimov, B. R., & Tojiyev, O. O. (2022). Mahsuldorlikni oshirish uchin quduq tubi atrofida kislotali ishlov berish texnologiyasi. Science and Education, 3(11), 470-477.
4. Rahimov B.R., Jumayev S.S. “Yuqori qovushqoq neftlarni qazib olishda nasoslarni tanlash” Scientific journal. 2023 oktyabr, Volume 4, issue 10, p. 171-178
5. Rahimov B.R., Jumayev S.S., “Yuqori qovushqoq neftlarni qazib olishda nasos qurilmalarini tanlash metodi” Buxoro muhandislik-texnologiya instituti. “Neft va gaz sanoatining dolzarb muammolari va istiqbollari” xalqaro ilm.-amal. anjuman. Buxoro 15-16-oktabr 2024. 629-632 b.

Rahimov Bobomurod Rustamovich – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, Buxoro davlat texnika universiteti “Neft-gaz ishi” kafedrasi dotsenti. Tel.:(+99890)712-75-32, E-mail: rahimovbobomurod012@gmail.com

TABIIY GAZNING TARKIBIDAGI ZAHARLI KOMPONENTLARNI AMINLAR YORDAMIDA TOZALASH JARAYONLARI

Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh.
Qarshi davlat texnika universituti.

Annotatsiya. *Maqolada olib borilgan ilmiy tadqiqotda mahalliy xomashyo tabiiy gazlarning sifatini tovar gazlarga qo‘yilgan talablarga etkazish uchun olib borilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi gaz tarkibidagi nordon komponentlarni, ya’ni vodorod sulfid va uglerod dioksididan tozalashga qaratilgan bo‘lib, buning uchun absorbsiya jarayonida yangi avlod absorbentlarning kompozitsiyalari ishlab chiqilgan va ularni amaliyotda qo‘llanilgan natijalari keltirilgan. Gazlarni tozalashda absorbent kompozitsiyalarini olish uchun aminlar sifatida MEA va DEA, efirlar sifatida esa polietilenglikolning dimetil va monometil efirlari qo‘llanildi. Tadqiqotlarimizning ilk bosqichida amin va efirlarning turli konsentratsiyalardagi suvli eritmalari olindi va olingan natijalar maqolada keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *komponentlar, absorbentlar, kislotali komponentlar, absorbentli kompoziцuyalar, ko'piklash, korroziya, texnologiya, aminlar, efirlar.*

PROCESSES OF PURIFICATION OF NATURAL GAS FROM TOXIC COMPONENTS USING AMINES

Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh.
Karshi state technical university.

Annotation. *In the present scientific study, research was conducted to bring the quality of locally sourced natural gas into compliance with the requirements established for commercial gas. The main objective of the study is the removal of acidic components from the gas composition, namely hydrogen sulfide and carbon dioxide. For this purpose, new-generation absorbent compositions were developed within the absorption process, and the results of their practical application are presented. In the preparation of absorbent compositions for gas purification, monoethanolamine (MEA) and diethanolamine (DEA) were used as amines, while dimethyl and monomethyl ethers of polyethylene glycol were applied as ethers. At the initial stage of the research, aqueous solutions of amines and ethers with various concentrations were prepared, and the obtained results are discussed in this article.*

Keywords: *components, absorbents, acidic components, absorbent compositions, foaming, corrosion, technology, amines, esters.*

***K*irish.** Dunyo amaliyotida gazlarni nordon komponentlardan tozalashda (H_2S va CO_2, etilenmerkaptan (RSH), uglerod oltingugurt oksidi (COS), CS_2)) absorbentlar sifatida eng ko‘p qo‘llaniladigan etanolaminlar quyidagilardir: monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) va N-metildietanolamin (MDEA). Gazning tarkibida COS va CS_2 larning mavjudligi chegaralanish hisoblanadi, qaysiki, u MEA bilan qaytmas reaksiyaga kirishadi va eritmani katta yo‘qotilishga olib keladi. Shuning uchun tabiiy gazlarni nordon komponentlardan tozalashda yangi turdagi selektivligi yuqori bo‘lgan absorbent kompoziyatsiyalarini olish texnologiyasini ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

Eritgich sifatida monoetanolaminning suvli eritmasidan foydalaniladi. Eritmadagi MEAning tarkibi tartibga muvofiq nordon gazlar bilan to‘yinganda hajmiga nisbatan (15 ÷ 20)% dan oshmaydi, undan ko‘p konsentralashgan eritmalari metallarni korroziyasini kuchaytiradi (toza alkanolaminli eritma korrozion xossalarga ega emas) [1, 4-8, 11].

MEAli tozalash jarayoni. Eritmaning konsenratsiyasi va korroziya tezligining oralig‘idagi bunday bog‘liqlikning mavjudligi xemosorbsion aminli jarayonlarni samaradorligini oshirish imkoniyatini chegaralaydi. Ammo so‘nggi yillarda korroziya ingibitorlarini ishlab chiqish texnologiyasiga bog‘liq holda konsentratsiyaning faol moddasini eritmada 30% gacha (hajmiy birlikda) oshirish imkoniyatining paydo bo‘lganligi ya’ni, MEA jarayonini ko‘proq daromadli va istiqbolli qiladi.

MEAli tozalash qurilmalarini loyihalashtirishda ko‘pincha absorberning pastki likopchasini tashlab chiquvchi eritmadagi nordon komponentlarning tarkibi muvozanat konsentratsiyadan (65 ÷ 70)% (birlamchi xom gaz nisbati bo‘yicha) ko‘p bo‘lmasligi kerak.

Bunda eritmaning to‘yinish darajasi (0,3 ÷ 0,4) mol/mol MEAdan katta bo‘lmasligi kerak. Keyingi vaqtlarda ba’zi bir zavodlarda sintez-gazni CO_2 (bosim ostida) tozalashda eritmaning to‘yinish darajasii (0,6 ÷ 0,7) mol/mol MEAga erishadi. Bunday holat jihozlarni tayyorlash uchun legirlangan po‘latlardan yoki qurilmalarni ekspluatsiya qilishda korroziya ingibitorlarini qo‘llanilish zaruratini tug‘dirgan. MEAli tozalash jarayoni gazlarni vodorod sulfiddan va CO_2 dan (0,6 ÷ 0,7) MPa parsial bosimdan yuqori bo‘lmaganda tavsiya qilinadi.

Jarayonning afzalliklari:

- gazlarni vodorod sulfid va CO_2 dan chuqur tozalash keng oraliqdagi parsial bosimlarda olib boriladi;
- MEA kuchaygan kimyoviy mustahkamlikga ega, oson regeneratsiyalanadi, yuqori reaksiyalanish xususiyatiga ega;
- qurilmani to‘g‘ri ekspluatatsiya qilishda jarayonni texnologik va konstruktiv jihozlashning soddaligi va yuqori ishonchliligi;
- MEA eritmasi uglevodorodlarni nisbatan yomon yutadi qaysiki, MEAni nordon gazlardan tozalashda oltingugurt ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga olib keladi.

Jarayonning kamchiliklari:

- eritmaning past yutuvchanlik darajasi;
- absorbentning solishtirma sarfini va ekspluatatsiya xarajatlarining yuqoriligi;
- xom gazning tarkibidagi (CO_2, COS, CS_2, HCN, SO_2 va SO_3) ba'zi bir aralashmalari eritgich bilan o'zaro reaksiyalanganda regeneratsiyalanmaydigan va qiyin regeneratsiyalanadigan yuqori molekulalarning birikmasini shakllantiradi qaysiki, u absorbentni faolligini pasaytiradi, ko'piklanishini va eritgichning korroziya faolligini oshiradi;
- gazda COS va CS_2 mavjud bo'lganda qo'llanilmaydi;
- merkaptanlarni va boshqa oltingugurt organik birikmalarini olib chiqish darajasining pastligi;
- suyuq uglevodorodlarni, temir sulfidni, tiosulfatlarni va boshqa monoetanolamin parchalanish mahsulotlarining tizimiga tushganda hamda mexanik aralashmalarni va ba'zi bir turdagi korroziya ingibitorlariga ham absorbentning ko'piklanishga moyilligining yuqoriligi.

MEAli tozalash jarayoni 1-rasmda keltirilgan qurilmada amalga oshirilgan. Uning texnologik ko'rsatgichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Muborak GQIZda gazni vodorod sulfiddan tozalashning MEA jarayonining asosiy texnologik ko'rsatgichlari

Ko'rsatgichlar	O'rtabuloы gaz koni		Shimoliy Mubarak gaz konlari
	I bosqichda tozalash	II bosqichda tozalash	
Xom gaz bo'yicha ish ko'rsatgichi (bir oqimli chiziqda), ming. m^3/soat	50–60	50–60	70–90
Regeneratsiya absorbentining sarfi, m^3/soat	200–240	90–120	100–130
Xom gazdagi miqdori, % haj.			
H_2S	5–5,5	4000 (mg/m^3) gacha	0,3–0,4
CO_2	4,3–5,0	Ma'lumot yo'q	1,3–1,4
H_2S, mg/m^3	4000	20	20
CO_2, % haj.	Ma'lumot yo'q	0,1	0,1
Bosim, MPa			
absorberda	5,1–5,4	5,1–5,4	4,6–5,4
desorberda	0,15	0,15	0,15
Harorat, °C			
absorbentni	50–60*	50–60*	50–60*
xom gazni	20–30	20–30	20–30
dyesorberning yuqorisida	107	108	110
dyesorberning pastki qismida	119	119	119
Absorbentda nordon gazlarni tarkibi, mol/mol MEA			
Regeneratsiyada H_2S	0,02–0,04	0,02–0,03	0,01–0,03
$\sum H_2S$ va CO_2	0,15–0,2	0,11–0,15	0,13–0,19
To'yinganda H_2S	0,2–0,25	0,06–0,07	0,06–0,1
$\sum H_2S$ va CO_2	0,5–0,6	0,15–0,23	0,36–0,45
Absorbentda MEAni tarkibi, % massa.	14–19	6–10	8–12
* Loyiha bo'yicha harorat 20–30°C.			

Kempbelning [13] ma'lumotlariga binoan monoetanolaminni CO_2, COS va CS_2 lar bilan qaytmas o'zaro reaksiyalanishi natijasida MEAning parchalanish tezligi quyidagicha: 3,35 kg 1000

m^3 CO_2 ga, 1 kg na - 1 m^3 COS-ga; 1 kg - 1 m^3 CS_2-ga (DEA uchun u 3,68 kg 1000 m^3 CO_2-ga teng; DEA amalda regeneratsiyalanmaydigan birikmalar shakllanishi bilan COS va CS_2 bilan reaksiyalanmaydi). Tabiiy va neftli gazning takribida oltingugurtli birikmalar (merkaptanlar, disulfidlar, tiofenlar va boshq.) mavjud bo‘lganda aminlar bilan reaksiyalanmaydi.

Eritmadan mexanik aralashmalarni va qaytmas reaksiya mahsulotlarini olib chiqishda har xil usullardan foydalaniladi ko‘pincha, ko‘pgina sanoat qurilmalarida bu maqsadda eritmaning bir qismi filtrlanadi (1 ÷ 4% umumiy hajmga) va maxsus kubda haydaladi. Bu mahsulotlarning tarkibi eritgichlarda (0,1 ÷ 0,5)%.dan oshmasligi kerak.

Monoetanolamin eritmasida ko‘piklanishning oldini olish uchun (0,001 ÷ 0,0015% massasiga nisb.) ko‘piklanishga qarshi qo‘shimcha kiritiladi. Qarshi ko‘piklantirgich sifatida silikonlarni yoki yuqori haroratda qaynovchi spirtlar (oleilov va boshqa.) suvli emulsiyalardan foydalaniladi. Masalan: Muborak gazni qayta ishlash zavodida KE-10-12 (21-2A) va KE-10-21 qarshi ko‘piklantirgichdan foydalanilgan. KZ-10-12 qarshi ko‘piklantirgich sanoat qurilmasida sinalganda, qarshi ko‘piklantirgich eritgichning yo‘qotilishini kamaytirishga olib kelgan, qurilma ishining mustahkamligi ta’minlagan hamda absorbsion va rektifikatsiyalash apparatlarining ishlab chiqarish ko‘rsatgichlarini oshirishni ta’minlangan [1,2,3].

DEAli tozalash jarayoni. Eritgich sifatida deetanolamining (DEA) suvli eritmasidan foydalaniladi. Eritmadagi DEAning tarkibi birlamchi xom gazni nordon gazlarni va eritmani to‘yinish darajasiga bog‘liq ravishda massasiga nisbatan 20 %dan – 30% gacha o‘zgaradi; nordon gazlarning eritmadagi konsentratsiyasi (0,05 ÷ 0,08) m^3/l bo‘lganda DEAning (20 ÷ 25)%- li eritmasidan foydalaniladi, DEA (0,14 ÷ 0,15) m^3/l bo‘lganda - (25 ÷ 27)%-li eritma; nordon gazlarning (0,15 ÷ 0,17) m^3/l konsentratsiyasida - (25 ÷ 30)% da DEAning (SNPA jarayon – DEA) [1, 2, 8, 9] qo‘llaniladi.

DEA jarayoni – dietanolaminni (25 ÷ 27)% konsentratsiyasi bilan nordon gazning parsial bosimi 0,2 MPa va katta bo‘lganda esa SNPA jarayoni – DEA (25 ÷ 30% faol modda) nordon gazning parsial bosimi 0,4 MPa va undan yuqori bo‘lganda qo‘llaniladi.

Bu eritmani zaruriy to‘yinishini ta’minlash imkoniyatini beradi va jarayonning afzalligidan foydalangan shaklda: jarayonda SNPA – DEA [7] eritmaning to‘yinish darajasi (1 ÷ 1,3) mol/mol DEAga (MEA jarayoni uchun qarshi (0,3 ÷ 0,4)) erishadi. Ammo eritgichning yuqori ko‘rsatgichda to‘yinishiga qaramasdan SNPA – DEA-jarayonida DEA eritmasining yutuvchanlik xususiyati MEA eritmasiga nisbatan kichik. Bunday holat monoetanolaminni juda ham kichik molekulyar massaga ega ekanligi bilan tushintiriladi demak, bir xil massali konsentratsiyasida u katta absorbsion sig‘imga ega bo‘ladi.

Jarayonning afzalligi:

- gazni H_2S va CO_2 lardan COS va CS_2 mavjud bo‘lganda ham (dietanolaminning reaksiya mahsulotlari COS va CS_2 lar bilan eritgichlarni regeneratsiyasida CO_2 va H_2S gacha gidrolizlanadi) chuqur tozalaydi;
- dietanolaminning eritmasi jarayon sharoitida kimyoviy barqaror, engil regeneratsiyalanadi, to‘yingan bug‘larning past bosimiga ega bo‘ladi;
- qurilma to‘g‘ri ekspluatatsiya qilinganda texnologik va konstruktivlik jihozlash soddaligi va ishonchliligi bilan farq qiladi;
- absorbsiya (10 ÷ 20)°C da MEAning jarayoniga nisbatan yuqori haroratda olib boriladi ya’ni, gazni tozalashda og‘ir uglevodorodlarning tarkibi yuqori bo‘lganda (yoki eritmaga suyuq uglevodorodlar tushganda ham) eritmani jadal ko‘piklanishini oldini olish imkoniyatini beradi.

Jarayonning kamchiligi:

- eritgichning past yutuvchanlik qobiliyati, absorbentning solishtirma sarflarini va ekspluatatsiya qilish xarajatlarining yuqoriligi;
- xom gazni tarkibidagi ba’zi bir aralashmalar, qisman (CO_2) yoki (HCN) to‘liq eritgichlar bilan regeneratsiyalanmaydigan birikmalar bilan o‘zaro ta’sirlanadi;
- merkaptanlarni va boshqa oltingugurt organik birikmalarni olib chiqishi past.

MEA va DEA jarayonlarning texnologik sxemalari amalda eritmani tozalash tugunlarida regeneratsiyalanmagan birikmalardan istisno tariqasida farq qilmaydi. DEA qurilmasida tozalashda eritma filtratsiya yo‘li orqali (filtrlar orqali 10% gacha) sirkulyatsiya eritmasi o‘tkaziladi.

MEA qurilmasida – tozalash jarayonida distillyatsiyadan va filtratsiyadan (bu tizim orqali 4% gacha eritma sirkulyatsiyalanadi) foydalaniladi.

Amin konsentratsiyasining oshishi xom gaz bo‘yicha yuklanmani saqlanishida sirkulyatsiyalanadigan eritmani miqdorini kamaytirish imkonini beradi, shunday qilib, to‘yingan eritmalarni regeneratsiyasiga issiqlikning xarajatlarini qisqartiradi hamda amin eritmasini qayta haydashda elektr energiyasining iste’molini ham kamaytiradi.

Sinash ishlari Orenburg GQIZning III navbati qurilmasida olib borilgan. Qurilma ikkita bir xil parallel ishlaydigan shaxobchadan tashkil topgan, ulardan har birining diametri 3,8 m diametrli absorberni qo‘shadi va bir desorber o‘zgaruvchan 2,7/3,7 m (yuqori/pasti) kesimli mos holdagi issiqlik almashgich va sovitish jihozlari bilan birga.

Absorber va desorber simli turdagi to‘rli likopchalar bilan jihozlangan. Absorberda 25 ta likopcha, desorberda – 33 likopcha (bug‘lantiruvchi – pastki qismida – 22 likopcha, yuqorisida – konditsion-sovitgich – 10 ta likopcha).

Absorberning iste’moli-ikki oqimli eritmani regeneratsiyasi bir xil darajala 15 va 25 likopchalar oqimlarni nisbatlari bilan – 40/60% sirkulyatsiyalanadigan eritmani umumiy miqdoridan.

Gazni oltingugurtdan tozalash qurilmasini ekspluatatsiya qilishdagi texnologik rejimga o‘rnatilgan asosiy me’yorlardan kelib chiqqan holda sinash ishlari olib borilgan.

Olingan ma’lumotlardan shuni aytish mumkinki, DEAning konsentratsiyasining loyihaviy foizi 25% dan 40% gacha oshirilganda bir vaqtning o‘zida regeneratsiyaga beriladigan bug‘ning sarfini 10% dan ko‘proq qisqartirib, 1,5-marta absorbentning sirkulyatsiyasini qisqartirish imkoniyatini bergan.

Gazni DEA li kuchaytirilgan konsentratsiyada tozalash texnologiyasi (40% gacha massa bo‘yicha.) Orenburg GQIZda tadbiq qilingan.

Gazni nordon komponentlardan (vodorod sulfid va uglerod ikki oksidi) absorbsiyali tozalash faqat qazib olinadigan tabiiy gazlarni emas balki, tarkibida 54% (hajmiga nisbatan.) gacha H_2S va 14% CO_2 bo‘lgan past bosimli kondensatni barqarorlashtirish va shamollatishni amalga oshirish qaysiki, absorber qurilmalarida amalga oshiriladi va DEAning suvli eritmasidan absorbent sifatida siqib bosimini oshirish bilan foydalaniladi.

Absorberlarda SO1 loyihaviy konstruksiyasida 14 ta oshib oqib o‘tuvchi cho‘ntakli klapan likopchalar o‘rnatilgan.

Berilgan apparatlarni eskizi 2-rasmda keltirilgan.

Gazni qayta ishlashda absorberlarni espluatatsiya qilishda asosiy muammolar klapanli likopchalarni ostki qismida joylashgan ya’ni, nordon gazni kirish va to‘yingan absorbentni to‘kish zonasida apparatlarning korpus qismini metallarini kuchli eroziyalanishidir.

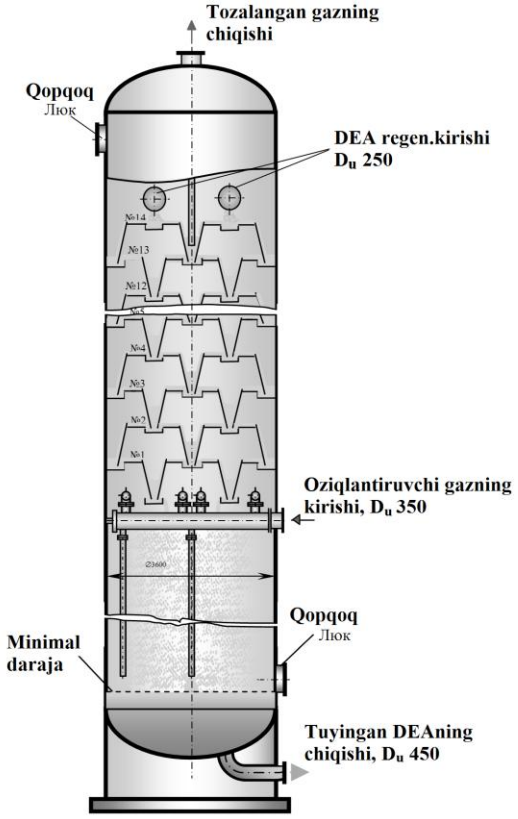
Tadqiqotlarning natijasi bo‘yicha korpusning pastki qismi devorlarida faqat korroziyalanishga o‘rin bo‘lmasdan yuzalarida kavitatsiyali parchalanishlarning paydo bo‘lganligi ham aniqlangan.

Gazni aminli tozalash jarayonining xususiyati bunday ya’ni, kimyoviy reaksiya natijasida oltingugurt va ko‘mir kislotasining shakllanishini borishi bilan hamda ularni bir-biri bilan o‘zaro ta’sirlanishida aminning eritmasidan gazsimon (erkin) vodorod sulfid ajralib chiqadi ya’ni, N_2S ning juda ko‘p sonli pufakchalarini shakllanishi bilan “qaynash” sodir bo‘ladi.

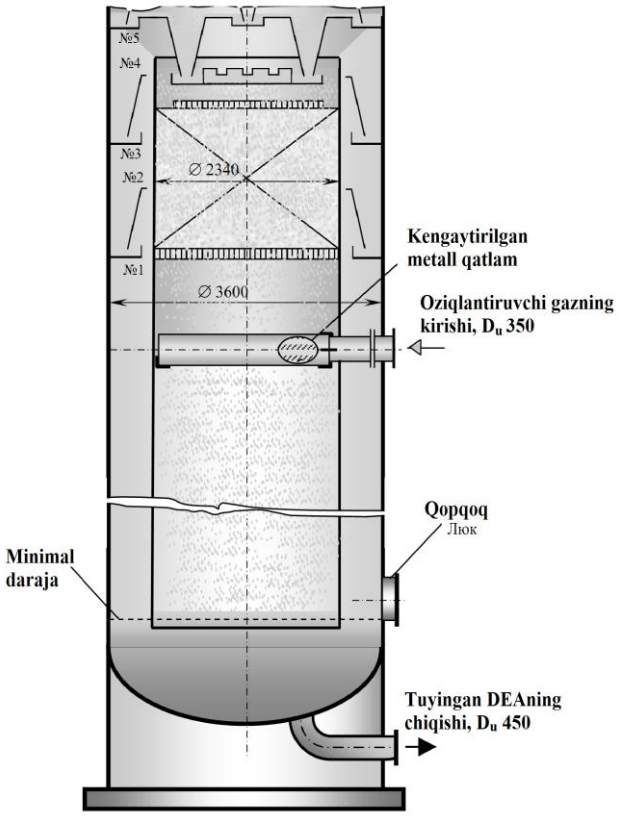
Bunday eritmani absorberning devori bo‘ylab pardali ko‘rinishida oquvchi gaz bilan kontaktida tozalashga kirib keluvchi va past haroratga ega bo‘lganligi sababli, pardali sovishi sodir bo‘ladi, suv bug‘larini kondensatsiyaga va gazli pufaklarni (yo‘qotilishiga) yorilishga olib keladi.

Buning natijasida kavitatsiya hodisasi sodir bo‘ladi hamda absorber korpusining pastki qismi parchalanadi, apparatlarni ishonchliligi va xizmat muddatini pasaytirishga olib keladi.

Tozalangan gazning chiqishi. Bu berilgan apparatni korpusi devorlarini emirilish ko‘rsatgichi darajasini pasaytirish va uning xizmat muddatini cho‘zish uchun absorberlardan birini rekonstruksiyasi amalga oshirilgan (2-rasm), birlamchi gazni kontaktini va to‘yingan absorberni korpusning devori bilan oqishini istisno qilish uchun apparatning pastki qismiga kvadrat kesimli korpusni zanglamaydigan po‘latdan o‘rnatish yo‘li orqali amalga oshirilgan [12].



1-rasm. Absorberning loyihaviy konstruksiyasi



2-rasm. Absorberning rekonstruksiyasidan keyingi holati

Himoyalash korpusi gazni kirish shtutserini va eng pastki klapanli likopchalar (1-chi va 4-chi bo‘yicha) joylashgan zonaga o‘rnatilgan, buning uchun ko‘rsatilgan likopchalarda klapanlar va tayanch balkalar polotno bilan, likopchaning markaziy qismida (4-chi likopchadagi qabul cho‘ntaklari saqlab qolingan) to‘kuvchi va qabul qutisi demontaj qilingan.

DEAning o‘rniga bunday “faollashtirilgan” aminlarning qo‘llanilishi qaysiki, u faollashtirgichsiz CO_2 ga nisbatan selektiv hisoblanadi, aminlarni regeneratsiyalashda energetik xarajatlarni kamaytirish imkoniyatini beradi.

Xulosa. Umumiy xulosa qilib aytganda, absorbent kompoziциyalarining ko‘pik hosil qilishga ta’sir etuvchi moddalar ishtirokida o‘tkazilgan tadqiqot natijalari DPP-1, MDPP-1 va MDPP-5 absorbent kompoziциyalarini yuqori natija ko‘rsatdi. Absorbent kompoziциyalarining ko‘pik hosil qilish qobiliyatini va ko‘pik barqarorligiga suyuq uglevodorodlar, korroziya ingibitorlari, mexanik zarrachalar va absorbentlarning parchalanishi natijasi hosil bo‘lgan moddalarning konsentрациyasiga bog‘liqlik ko‘rsatkichlari bo‘yicha ushbu absorbentlar sanoatda qo‘llash uchun to‘liq mosligi o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida isbotlandi.

Absorbentlarni korrozion faolligini aniqlashda olingan natijalar, ushbu absorbent kompoziциyalari ichida nisbatan MEA asosida olingan kompoziциyalar kamroq korroziyalash xossasiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Bunda, gazni tozalash va ko‘piklanishda yuqori natijalar ko‘rsatgan absorbentlar quyidagi korrozion faollikka ega ekanligi aniqlandi: DPP-1 absorbent kompoziциya – 0,06 mm/yil, MDPP – 1 absorbenti – 0,05 mm/yil va MDPP-5 absorbenti esa 0,06

mm/yil. Ushbu olingan natijalar yuqorida keltirilgan absorbent kompoziциyalarini gazni tozalashda qo‘llaniluvchi absorbentlarnikiga nisbatan yaxshiroq korrozion xossalarni namoyon etishi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Афанасьев А.И. Применение МДЭА для очистки природного газа / А.И. Афанасьев, С.П. Малютин, В.М. Стрючков // Газовая промышленность. - 1986. - № 4. - С. 20-21.
2. Стрючков В.М. Применение МДЭА для очистки газов от $H_2Б$ на установке Л24/6 в ООО «ПО Киришинефтеоргсинтез» / В. М. Стрючков, А.И. Афанасьев,
3. Н.Н. Кисленко // Научно-технический прогресс в технологии переработки природного газа и конденсата. - М.: ВНИИГАЗ, 2003. - С. 57-62.
4. Настека В. И. Новые технологии очистки высокосернистых природных газов и газовых конденсатов / В.И. Настека. - М.: Недра, 1996. - 107 с.
5. В.Г. Антонов, А.Е. Корнеев, С.А. Соловьев и др. // Газовая промышленность. - 2000. - № 10. - С. 58-60.
6. Юлдашев Т.Р.. Основа оборудования, используемого в процессе очистки газоабсорбционной технологии. Universum: технические науки, (2023). (5-6 (110)), 20-24.
7. Юлдашев Т.Р. Актуальные проблемы аминной очистки природных газов и пути их использования. Universum: Технические науки, (2023). (4-6 (109)), 24-27.
8. T.R.Yuldashev Tabiiy gazlarni vodorod sulfid va uglerod oksidlaridan tozalashda qo‘llaniladigan absorbentlar. Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности, (2023).1 (1), 92-99. doi: 10.5281/zenodo.8377079
9. T.R.Yuldashev Tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalashda selektivligi yuqori bo‘lgan aminli eritmalardan foydalanishning samaradorligi. Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности, (2023). 1 (1), 86-92. doi: 10.5281/zenodo.8377015
10. Makhmudov, M. J., & Yuldashev, T. R. (2023). Cleaning of Industrial Emissions from Gas and Dispersive Particles.
11. Юлдашев, Т. Р. (2022). абсорбенты для очистки природных газов от H_2S и CO_2. Theory and analytical aspects of recent research, 1(10), 72-74.
12. Юлдашев, Т. Р. (2022). Оптимизация технологии глубокой очистки природного газа от кислых компонентов. Models and methods for increasing the efficiency of innovative research, 2(18), 62-64.
13. Yuldashev, T. R., & Makhmudov M, J. (2023). Cleaninng of Natural from Sobe Component. Journal of Siberian Federal University. Engineeng & Technologies, 16(3), 296-306.

Yuldashev Toshmurza Raxmanovich – Texnika fanlari doktori, professor, Qarshi davlat texnika universituti E-mail: tashmurza59@mail.ru

Buronov Firdavsiy Eshburiyevich – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent, Qarshi davlat texnika universituti E-mail: buronov.firdavsiy@gmail.ru

Hafizov Sarvar Shamsiddin o‘g'li – magistr, Qarshi davlat texnika universituti E-mail: afizovsarvar499@gmail.com

UO‘K 621.767

DETALLAR SIRTINI PLASTIK DEFORMATSIYALASH VA BIR TEKIS MIKRORELEFNI SHAKLLANTIRISH

Bafoyev D.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Sirt qatlamida bir tekis mikrorelef hosil qilish uchun maxsus uskunalar talab qilinadi. Maqolada keltirilgan materiallar silindrsimon detallarning sirtini plastik deformatsiyalash uchun samarali usul va asboblarni ishlab chiqish maqsadini qo‘yishga imkon beradi. Belgilangan maqsadni amalga oshirish sirt qatlamini yuqori sifatli puxtalashni yoki ishlov berish jarayonining yetarlicha yuqori unumdorligiga ega bir tekis mikrorelefni shakllantirishni ta’minlashi kerak.*

Tayanch iboralar: *sirtni plastik deformatsiyalash, puxtalash, silliqlash, sirt qatlami, bir tekis mikrorelef, tebranma dumalatish, ishlatish xossalari, mashina detallari.*

SURFACE TREATMENT OF PARTS BY PLASTIC DEFORMATION AND FORMATION OF A REGULAR MICRORELIEF

Bafoev D.Kh.

Bukhara state technical university.

Abstract. *Creating a regular microrelief on the surface layer requires specialized equipment, which is no longer suitable for producing a smooth surface. The materials presented in the article allow us to set the goal of developing an effective method and instrumentation for surface plastic deformation of cylindrical parts. The implementation of the set goal should ensure high quality processing of the surface layer or the formation of a regular microrelief with a sufficiently high productivity of the processing process.*

Keywords: *surface plastic deformation, strengthening, smoothing, surface layer, regular microrelief, vibration rolling, performance properties, machine parts.*

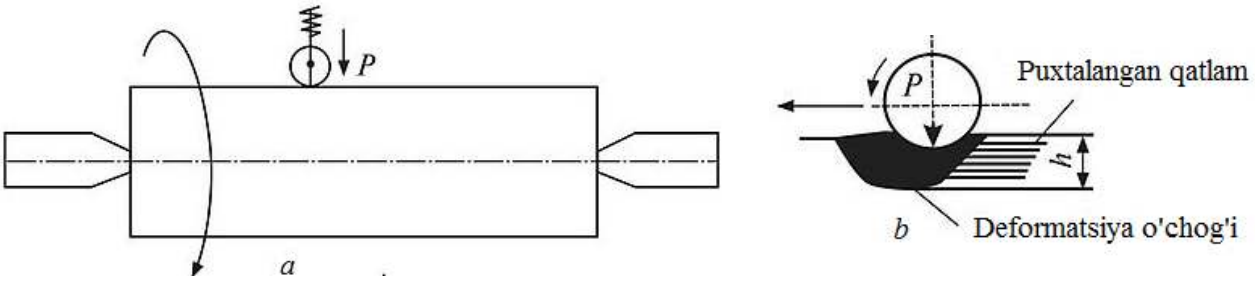
Kirish. Mashina detallarining sirt qatlami eng ko‘p yuklangan qatlam hisoblanib, u intensiv kuch ta’siriga va atrof-muhit ta’siriga duch keladi. Shu bilan bog‘liq ravishda mashinalar detallarini tayyorlashda sirt qatlamining sifatiga yuqori talablar qo‘yiladi, chunki bu chegaraviy qatlamda materialda darzlar hosil bo‘lishiga va uning yemirilishiga olib keluvchi kuchlangan holat shakllanadi.

Mashinalar detallarining yeyilishga va korroziyaga chidamliligi, tutashishdan toliqishga qarshiligi, yig‘ish aniqligi va sifati uning yuza qatlami sifatiga bog‘liq bo‘ladi. Sirt qatlamining sifat ko‘rsatkichlari va qismlarning ekspluatatsion xossalari o‘rtasidagi bog‘liqlik shuni ko‘rsatadiki, detallarning yuzasi yetarlicha qattiq bo‘lishi, siquvchi qoldiq kuchlanishlariga, mayin dispers tuzilishga, tayanch sirtning katta maydoni bilan mikro-notekisliklarning silliqlangan shakliga ega bo‘lishi kerak [1].

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Yakuniy mexanik ishlov berish usullari (silliqlash, xoninglash, pardozlash) yordamida berilgan aniqlik bilan detallarning kerakli komponent konfiguratsiyasi ta’minlanadi, ammo sirt qatlamining optimal sifatiga erishilmaydi. Bunga sirt qatlamini plastik deformatsiyalash (SPD) orqali erishiladi, bunda qirindi hosil bo‘lmaydi, balki sirt qatlamining yupqa plastik deformatsiyasi sodir bo‘ladi. Buning natijasida sirt qatlami mustahkamlanadi, ishqalanish va korroziyaga chidamliligi oshadi va hokazo. Ko‘p hollarda SPD dan foydalanish o‘zgaruvchan yuklama ostida ishlaydigan detallarning xavfsizlik chegaralarini 1,5 dan 3 barobarga oshirishga va ularning xizmat qilish muddatini bir necha o‘nlab marta uzaytirishga erishiladi [2]. Mashina detallarining sirt qatlami sifatini yaxshilash texnologiyalari orasida SPD usullari amaliyotda keng qo‘llanila boshlandi. Texnologik jihatdan nisbatan oddiyligi, ko‘p qirraliligi va tejamkorligi tufayli SPD metallni qayta ishlash sanoatining ko‘plab tarmoqlarida samarali qo‘llaniladi. SPD jarayonida ishchi elementlar (roliklar, shariklar yoki boshqa shakldagi jismlar) tayyorlanmalar yoki detallarning nisbiy harakatlari sharoitlarida ularning sirti bilan o‘zaro ta’sirlashadi (1-rasm).

Dumalatib ishlov berishda sharik yoki rolik ko‘rinishidagi asbob detal sirti bo‘ylab dumalaydi. Dumalash ishqalanishi odatda sirpanib ishqalanishdan kichik, shuning uchun deformatsiya

o‘chog‘idagi kuchlanganlik holati sirpanib deformatsiyalashdan ko‘ra juda kichik, bu esa puxtalash darajasiga va sirt qatlamining notekisliklarini silliqlash sifatiga ta’sir ko‘rsatadi.



1-rasm. Dumalatib plastik deformatsiyalash sxemasi

Sirpanib deformatsiyalashda puxtalash deformatsiya qiluvchi asbob uchun yanada qiyin ish sharoitida sodir bo‘ladi. Ishqalanish va yopishish kuchlarining kuchayishi deformatsiya zonasida sezilarli urinma kuchlarini hosil qiladi, bu deformatsiya kuchini, ishlov berish zonasidagi haroratni oshiradi va ishchi asbobning yuqori darajada yeyilishiga olib keladi. Shu sababli, ishlab chiqarishda olmosli silliqlagichlar keng qo‘llaniladi. Biroq, bir qator hollarda, hatto olmos asboblari ham ishlab chiqarish vazifalarini qanoatlantirmaydi, chunki tutashish zonasidagi yopishish hodisasi ishlov beriladigan materialning asbob yuzasiga yopishishiga olib keladi, bu esa sirt qatlamining shikastlanishiga va sifatini sezilarli darajada pasayishiga olib keladi.

Silliqlash sirtni plastik deformatsiya bilan ishlov berishning pardozlash va puxtalash usullaridan biri hisoblanadi. Silliqlashning mohiyati shundan iboratki, ishchi qismning belgilangan geometrik xususiyatlariga ega asbob, jarayonning tegishli belgilangan texnologik rejimlarida, ishlov beriladigan tayyorlanmaning sirt qatlamiga kiritilib, sirpanadi va oldingi ishlov berish operatsiyalari natijasida hosil bo‘lgan mikronotekisliklarni plastik deformatsiyalaydi. Ushbu ta’sir etish natijasida ishlov berilgan sirtning fizik va mexanik xossalari o‘zgaradi.

Shu bilan birga sirtning oldingi ishlov berishdan qolgan notekisliklari qisman yoki to‘liq silliqlanadi va sirt silliq holatni egallaydi, sirt qatlamining qattiqligi oshadi, unda siquvchi kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Silliqlangandan so‘ng sirt abraziv ishlov berish jarayonidagi kabi toza bo‘ladi. Silliqlangan sirt xossalarining kombinatsiyasi uning yeyilishga chidamlilik, toliqish mustahkamligi kabi va boshqa yuqori ishlash sifatlarini belgilaydi.

Silliqlash yuqori texnologik imkoniyatlarga ega. Silliqlash yordamida toza pardozlash, puxtalash va kalibrlovchi ishlov berishni amalga oshirish mumkin. Silliqlash usuli yetarli unumdorlikda sirt qatlamining yuqori sifati, ishlov berilgan sir profilining oshirilgan tayanch qobiliyati, puxtalangan sirt qatlami, sirt qatlamidagi qoldiq siquvchi kuchlanishlar kabi ekspluatatsion xossalarga ega bo‘lgan mahsulotni olish imkonini beradi. Bu usul aniqlikning 6...7 kvalitetiga va Ra=0,16...0,02 mkm g‘adir-budurlikka erishish imkonini beradi. Silliqlangan yuzalarning mikrogeometriya xususiyatlari, boshqa pardozlash usullari bilan ishlov berilgan sirtlarning o‘xshash xususiyatlari bilan solishtirganda, silliqlashning samaradorligini tasdiqlaydi.

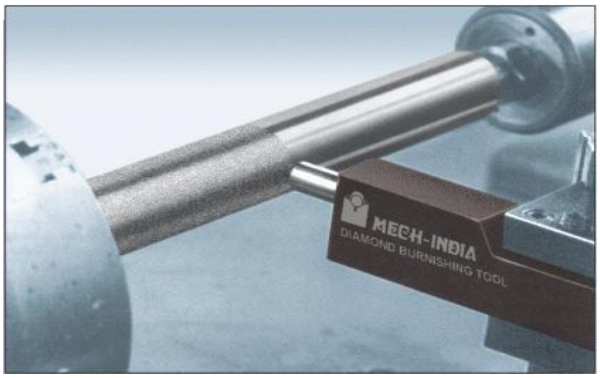
Mahsulotlarning sifati, mashina detallarining ishlash xususiyatlari va ularning ishlash ishonchliligi ko‘p jihatdan ularni ishlab chiqarish texnologiyasiga, xususan, toza ishlov berish va pardozlash texnologiyasiga bog‘liq bo‘lib, uning davomida detallarning sirt qatlami hosil bo‘ladi.

Mashina detallarining ishlatish xossalarini sezilarli darajada yaxshilashli ta’minlovchi pardozlash usullaridan biri bo‘lib olmosli silliqlash hisoblanadi.

Olmosni silliqlashning boshqa usullarga nisbatan asosiy afzalliklari olmosning fizik va mexanik xossalaridan kelib chiqadi. Olmos tabiatdagi eng qattiq moddadir, uning sirti 0,6-4,0 mm radiusli Ra=0,025-0,063 mkm sharsimon qalinlikda silliqlangan. Bundan tashqari, metallga nisbatan past ishqalanish koeffitsienti va yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligiga ega [2].

Olmosli silliqlash charxlashga o‘xshaydi (faqat keskich o‘rniga olmos silliqlagich, ya’ni tabiiy yoki sun’iy olmos kristalli uchi bo‘lgan silliqlagichdan foydalaniladi), bunda olmos ishlov beriladigan detalning sirt qatlamiga singib kiradi va harakatlanib, uni plastik deformatsiyalaydi.

Oldingi ishlov berish jarayonida paydo bo‘lgan barcha mikro notekisliklarni, bu deyarli barcha metallarni, ham yumshoq, ham toblangan metallarni 65 HRC qattiqligicha samarali ishlov berish imkonini beradi, faqat sirkoniy, titan va niobiydan tashqari, chunki ular ishlatiladigan asbobning ishchi qismiga yopishadi (2-rasm).



2-rasm. Tokarlik dastgohida tayyorlanmaning tashqi sirtiga olmosli silliqlagich bilan ishlov berish

Shuningdek puxtalik 25...60% ga oshadi; puxtalangan qatlam chuqurligi 0,15 mm dan 0,4 mm gacha kattalashadi; 800...1100 MPa gacha yetadigan qoldiq siquvchi kuchlanishni hosil qiladi. Shu bilan birga sirt mikrogeometriyasi parametrlarining o‘zgarishi sodir bo‘ladi: profil notekisliklarining balandligi 5 marta va undan ziyodga kamayadi, shuningdek, ularning shakli o‘zgarishi natijasida, profilning nisbiy uzunligi oshadi.

Deformatsiyali silliqlash uchun olmosli silliqlagichlar o‘rniga asbobsozlik po‘latlari va qattiq qotishmalardan tayyorlangan indentorlardan foydalanish mumkin. Biroq, yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan sabablarga ko‘ra, bunday materiallarning chidamliligi juda past. Doimiy tutashish zonasi bilan mahalliy ta’sir asboblarning yeyilishini kuchayishiga olib keladi, bu ishlov beriladigan sirt sifatini pasaytiradi va ayniqsa uzun yuzalar uchun zarur aniqlikni ta’minlamaydi.

Shu bilan bog‘liq ravishda deformatsiyalovchi asbobning yuqori chidamliligini va puxtalangan po‘latlar yuza qatlamining sifatini ta’minlaydigan silliqlash ishlov berishning texnologik jarayonini yaratish masalasi kelib chiqadi.

Asbob va ishlov beriladigan mahsulot o‘rtasidagi sirpanish ishqalanishiga (silliqlash) dumalab ishqalanishga (sharikli va rolikli asboblar bilan dumalatish) asoslangan ishlov berish usullari ma’lum afzalliklarga va cheklovlarga ega. Misol uchun, bir xil unumdorlikga ega bo‘lgan turli xil silliqlagichlar nisbatan past o‘zaro ta’sir kuchlari va past chidamliligi bilan ajralib turadi.

Bir xil bo‘lmagan shakl va o‘lchamdagi notekisliklar bilan mikrorelefning shakllanishi ishlov beriladigan material asbobning deformatsiyalovchi elementi bilan tutashish zonasida notekis plastik deformatsiyalanishi jarayonining natijasidir. Material zarrachalarni umumiy massadan ajratish jarayoni ham bir xil emas. Mikrorelefning bunday xarakteri mikrogeometriyani optimallashtirishning uchta asosiy muammosini yechishda qiyinchiliklar tug‘diradi: ishonchli, ilmiy asoslangan me’yorlashtirish, texnologik ta’minlash, aniq o‘lchash va nazorat qilish. Natijada, masalan, haqiqiy tutashish maydoni va juftlashadigan yuzalarning haqiqiy maydoni, bosimlar, qabul qilinadigan yuklamalar va boshqalarning mikrogeometriya parametrlarini analitik hisob-kitoblar asosida me’yorlashtirishning deyarli imkoni yo‘q [4].

Sirtlarda bir tekis mikroreleflarni shakllantirishning murakkab texnologik muammosi ishlov beriladigan materialga ta’sir qilish usuli (kimyoviy, mexanik va boshqalar) nuqtai nazaridan ham, mikrorelefni tekislash prinsipi nuqtai nazaridan ham turli yo‘llar bilan hal qilinadi. Muammoning murakkabligi nafaqat turli xil materiallar (asosan metallar) sirtlarida bir tekis mikrorelef yaratish, balki uni juda nozik va keng chegaralarda “boshqarish”, ya’ni uning balandlik, qadam va maydoni bo‘yicha parametrlarining qiymatlarini o‘zgartirish zarurligi bilan murakkablashadi. Bunday holda, har bir parametr qiymatining o‘zgarishi mustaqil bo‘lishi kerak, ya’ni bitta parametrning qiymati o‘zgarganda, qolganlarining qiymatlari o‘zgarishsiz qolishi kerak [4].

Sirtlarda bir tekis mikroreleflarni yaratishning deyarli barcha ma’lum usullari ushbu talablarni qondirmaydi. Maqsadiga ko‘ra ularni ikki guruhga bo‘lish mumkin: sirtda qisman bir tekis mikrorelef hosil qiluvchi usullar va mutlaqo yangi muntazam mikrorelef hosil qiluvchi usullar. Birinchi holda, sirtda doimiy yoki diskret joylashgan chuqurliklar hosil bo‘ladi, ular orasida ishlov

berilgan sirtning asl, ko‘pincha tartibsiz mikroreleflari saqlanib qoladi; ikkinchi holda, bir xil shakl, balandlik va o‘zaro joylashishning notekisligi bilan mutlaqo yangi mikrorelef yaratiladi.

Sirtni plastik deformatsiyalash usullarini takomillashtirishning samarali usullaridan biri qo‘shimcha tebranma harakatlarini qo‘llashdir, bu ishlov berilgan sirtda bir tekisdagi mikrorelefni shakllantirishga imkon beradi. Sirtni pardozlash usullarini takomillashtirish va bir tekisda mikrorelef yaratish uchun vibratsiyali dumalatish sxemasi ishlab chiqilgan.

Vibratsiyali dumalatish ishlov beriladigan detal va asbobning o‘zaro harakati paytida ishlov beriladigan detal sirtining plastik deformatsiyasidan iborat. Bu an’anaviy sharik bilan dumalatishdan ishlov berish asbobiga ishlov beriladigan detalning yuzasi bo‘ylab qo‘shimcha ravishda ilgarilama-qaytma harakat berilishi bilan farq qiladi. Asbobning sinusoidal izi (ariqcha) ishlov beriladigan detalning aylanishi va asbobning ma’lum bir uzatish tezligida harakatlanishi natijasida hosil bo‘lgan vintsimon chiziq ustiga qo‘yiladi.

Olingan mikrorelef sinusoidal kanallarning xarakteri va zichligiga qarab to‘rt turga bo‘linadi: kanallar bir-biriga tegmaydi; ular tegishadi; ular kesishadi; ular bir-birining ustiga chiqib, asl sirtining kesimlarisiz mikrorelef hosil qiladi. Sirtdagi mikronotekisliklarning shakli, o‘lchami va joylashishini o‘zgartirishga ishlov berish rejimlarini o‘zgartirish (detalning aylanish tezligi, asbobning uzatish tezligi, uning tebranishlarining amplitudasi va chastotasi, sharsimon asbobni yoki sharsimon uchlikni detalga bosish uchun qo‘llaniladigan kuch va asbobning sharsimon qismining radiusi) orqali erishiladi.

Usul universal bo‘lib, amalga oshirish oson va ko‘p hollarda maxsus jihozlarni qo‘llashni talab qilmaydi. Ushba usulni joriy qilish uchun qo‘zg‘aluvchan tayyorlanmaga nisbatan asbobning turli tebranma harakatlarini (tebranishlarini) ta’minlaydigan sharikli podshipniklarning shariklari va tebranish kallaklaridan foydalaniladi.

Deformatsiya qiluvchi element sifatida sharik o‘rnida asbobsozlik sanoati tomonidan ishlab chiqarilgan sharsimon ishchi sirtga ega standart olmos uchlikaridan foydalanish mumkin. Shunday qilib, tebranish kallaklari yordamida qotib toblangan po‘lat va boshqa qattiq materiallarni vibratsiyali olmos bilan silliqlash amalga oshiriladi.

Olingan natijalarning qo‘llanilish sohalari. Vibratsiyali dumalatishning rivojlanishi asosan uni qo‘llash sohalarini kengaytirish orqali amalga oshiriladi, bunda quyidagi texnologik muammolar yechiladi:

- hosil bo‘lgan kanalning chuqurligi va shakli bo‘yicha jarayonni barqarorlashtirish; mikrorelef maydoni va naqshi bo‘yicha;
- qo‘yilgan vazifadan kelib chiqib, jarayon parametrlari va mikrorelef xarakteristikalarini hisoblash usullarini ishlab chiqish;
- turli sirtlarga, shu jumladan murakkab sirtlarga ishlov berish uchun samarali, moslashuvchan, qayta sozlanadigan jihozlar, asboblar va avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratish.

Vibratsiyali dumalatish qurilmalarida paydo bo‘ladigan inersiya kuchlari asosiy harakat tezligini va shuning uchun ishlov berish unumdorligini biroz cheklaydi. Sirt qatlamini mustahkamlash va puxtalash darajasini nazorat qilish imkoniyatlari ham nisbatan cheklangan.

Vibratsiyali dumalatish detallarning quyidagi asosiy ishlash xususiyatlarini yaxshilaydi: ishqalanish juftliklarida harakatlanishning ravonligi va ishqalanishga chidamliligining oshishi; tutashish mustahkamligi; qo‘zg‘almas bo‘g‘inlarning mustahkamligi; sudraluvchanlikga qarshilik; toliqishga qarshilik; korroziyaga chidamlilik; vakuumdagi ishqalanish muammosini hal qilish; gidravlik zichlik, shuningdek, fretting-korroziyasiga chidamlilik; yelimlanuvchanlik, elektr mustahkamligi, ishqalanib moslanuvchanlikni yaxshilash va uning davomiyligini qisqartirish; uzoq muddatli saqlash va tashish paytida birikmalarning ishlash xususiyatlarini saqlab qolish; kuchli ishqalanish turlarini – ishqalanish, tirnalish, qotib qolishni bartaraf etish. Natijada, mashinalar, qurilmalar va jihozlarning ishonchliligi va umrboqiyligi oshadi, ba’zi hollarda qo‘lda silliqlash va shaberlashni vibratsiyali dumalatish bilan bartaraf etish (almashtirish) mumkin [5].

So‘nggi vaqtlarda yeyilgan detallarning o‘lchamlarini tiklash uchun sirtni plastik deformatsiyalashning statik usullari juda keng qo‘llanila boshlandi. Masalan, detalning yeyilgan sirtiga rolikni dumalatib, ma’lum bir konfiguratsiyadagi botiqlilar va qirralardan iborat relef bosiladi va keyin sirt silindrsimon ishchi yuzasiga ega rolik bilan tekislanadi. Tiklashdan keyin hosil bo‘lgan sirt sezilarli darajada mustahkamlanadi va ishqalanishga chidamliligi oshadi. Bu usul traktor dvigatelining porshenlarini tiklashda muvaffaqiyatli sinovdan o‘tkazilgan va ishlab chiqarishga joriy etilgan [5].

Shunday qilib, detallarning ishchi yuzalarining mikrogeometriyasini boshqarish va uning texnologik ta’minoti detallar va birikmalarning zarur operatsion xususiyatlarini olish imkonini beradi, sirtlarning mikrogeometriyasi nazariyasini chuqurlashtirishga asoslangan standartlashtirishni kengaytirish, detallar yuzalarining mikroreleflarini tekislashtirish va ularning ekspluatatsion xossalarini ta’minlash bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar natijalarini to‘plash va umumlashtirish esa konstruktorlar va texnologlar uchun me’yoriy materiallar yaratish uchun yaxshi asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Ko‘p yillik uzluksiz tadqiqotlar davomida oddiy va ishonchliroq tajribalarni o‘tkazish imkoniyati bizga ko‘plab sohalar uchun mikrorelefni optimallashtirish bo‘yicha juda keng ma’lumotlar bazasini to‘plash imkonini berdi. Sirt mikrogeometriyasini tekislashtirish va materiallarning sirt osti qatlamini mustahkamlash quyidagilarni ta’minlaydi:

- mashinalar, qurilmalar va asboblarning sifati va ishonchliligini oshirish;
- texnikaning inkorsiz ishlash muddatini oshirish;
- ishqalanishdagi yo‘qotishlarni kamayitirish;
- ishqalanish juftliklarida detallar harakatlanishining ravonligi va surilishini yaxshilash;
- tirnalishlar, qadalishlar va qotib qolishlarning paydo bo‘lishini bartaraf etish;
- ishqalanish juftliklarining ishlab moslashishini yaxshilash va uning davomiyligini saqlash;
- tutashish mustahkamligini oshirish;
- qo‘zg‘almas birikmalar mustahkamligini oshirish;
- detallar metallarining egiluvchanligi va sirpanishini kamaytirish orqali yupqa devorli detallar va yuqori sifatli birikmalardagi tirqishlarning o‘lchamli barqarorligini oshirish;
- toliqish mustahkamligining oshishi;
- korroziyaga chidamlilik va mustahkamlikning oshishi;
- gidravlik va pnevmatik zichlikning oshishi;
- uzoq muddatli saqlash va tashish paytida birikmalarning ishlash xususiyatlarini saqlab qolish;
- sirt va birikmalarning ifloslanishini kamaytirish;
- material qatlamining yopishqoqligi va sirt qoplamasi sifatini yaxshilash;
- birikuvchi detallarning ishqalanish zonasida haroratni pasaytirish;
- fretting-korroziyaga qarshiligini oshirish;
- qo‘zg‘aluvchan va doimiy yopiq kontaktlarning barqarorligini ta’minlash;
- og‘ir yuklangan gidravlik tayanchlarning ishonchli ishlashini ta’minlash.

Sanoatning barcha sohalarida, jumladan, iste’mol tovarlari ishlab chiqarishda, sirtni vibratsiyali plastik deformatsiyalash metall, shisha, plastmassadan yasalgan detallarga dekorativ va pardozlash ishlarini ta’minlaydi, shu bilan birga qimmat, ekologik jihatdan “iflos”, ko‘pincha mexanizatsiyalashmagan silliqlashni almashtiradi.

Sanoatning barcha sohalarida kauchuk, elastomer va boshqa elastik zichlovchi detallari (manjetlar, halqalar, qistirmalar) bilan zichlash qurilmalari, metall jismlarning (vulkalar, shtoklar, vallar, sapfalar) ishchi yuzalarini vibratsiyali plastik deformatsiyalashdan so‘ng, gidravlik va pnevmatik qattiqligini oshiradi va inkorsiz ishlash muddatini uzaytiradi.

Xulosalar. Ishlab chiqarishga pardozlash va mustahkamlash usullarini joriy etish bilan bir vaqtda, turli sohalardagi ilmiy-tadqiqot tashkilotlari, universitetlar va sanoat korxonalarida quyidagi

asosiy yo‘nalishlarda sirtni plastik deformatsiyalash usullari bo‘yicha intensiv tadqiqotlar olib borilmoqda:

- asbob yoki ishchi jismning ishlov beriladigan sirtga ta’sirini o‘rganish; deformatsiya zonasini tekshirish hamda kuch va kuchlanishlarning taqsimlanishini tahlil qilish;
- deformatsiya zonasidagi harorat maydonlarini va sirt qatlami sifatini shakllantirishda haroratning rolini o‘rganish; qoldiq kuchlanishlarni yaratish sharoitlarini tadqiq qilish;
- deformatsiyalangan qatlamdagi strukturaviy va submikrostrukturaviy o‘zgarishlarni tadqiq qilish;
- puxtalangan sirtning mikrogeometriyasini tadqiq qilish;
- ishlov berish parametrlari va sirt sifati xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganish, ishlov berish parametrlarini hisoblash imkonini beruvchi matematik bog‘liqliklarni ishlab chiqish, shu jumladan kompyuter modellashtirishdan foydalanish.

Notekisliklarning joylashuvi va shakliga qarab detallar va asboblarning ishchi yuzalarining mikrogeometriyasini tekislashtirish mashinasozlik mahsulotlarining funksional xossalarini yaxshilashning samarali usullaridan biridir. Qisman bir tekisdagi mikrorelefni shakllantirish ishchi yuzalarning yuk ko‘tarish (tayanch) maydonini oshiradi, ularning ishlab moslanuvchanligini yaxshilaydi, birikmalarning yeyilish vaqtini kamaytiradi va detallar, birikmalar va asboblarning boshqa ishlash xossalarini oshiradi. Sirtlarda qisman bir tekisdagi mikrorelefning mavjudligi moyning singishini, ishqalanishga chidamliligini oshiradi, shuningdek detallar va asboblarning ishchi yuzalarining boshqa xossalarini yaxshilaydi.

Adabiyotlar

1. Бафоев Д.Х. Обработка деталей динамическими методами поверхностного пластического деформирования. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti, Ilmiy-texnikaviy jurnal. Buxoro, 2024. №1, 29-38 b.
2. Бафоев Д.Х., Шодмонов М. Эффективный способ повышения усталостной прочности коленчатых валов. International Conference on Modern Science and Scientific Studies. Hosted online from Madrid, Spain. Website:econfseries.com. 20th Decrmber, 2024. 188-199.
3. Абакумова С.Ю., Гуляев А.В., Сидякин Ю.И., Трунин А.В. О выборе глубины наклепа при упрочняющей обкатке полых валов роликами // Известия ВолгГТУ. 2013. № 7. – С. 5 – 8.
4. Блюменштейн В.Ю., Зайдес С.А., Рахимянов Х.М. Технологические процессы поверхностного пластического деформирования-монография под ред. СА Зайдеса. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007. – 404 с.
5. Блюменштейн В.Ю., Смелянский В.М. Механика технологического наследования на стадиях обработки и эксплуатации деталей машин. – М.: Машиностроение-1, 2007.– 400 с.

Bafoyev Dusmurod Xolmurodovich – Buxoro davlat texnika universiteti, “Transport vositalari muhandisligi” kafedrasi katta o‘qituvchisi. Tel.: (+99890)745-10-40. Email: bafayev07111967@mail.ru

BIOREAKTOR DEVORINING TURLI SIRTLARIDA ISSIQLIK BERISH KOEFFITSIYENTLARINI HISOBLASH VA TAHLIL ETISH

Majitov J.A.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada biogaz qurilmasi reaktori sirtlari va suyuq biomassa o‘rtasidagi harorat farqining issiqlik uzatish samaradorligiga qanday ta’sir qilishini aniqlash borasidagi olib borilgan tadqiqotlarning tavsifi bayon etilgan. Tajribalar o‘tkazish va nazariy tadqiqotlar uchun tanlangan biogaz qurilmasining reaktori konstruksiyasi uch xil sirtlarni o‘z ichiga olgan: bular, yuqori va pastki kesik konussimon hamda o‘rtadagi vertikal silindrsimon qismlardir. Tadqiqodning asosiy maqsadi sifatida, suyuq biomassa va ana shu tavsiflangan sirtlar orqali sodir bo‘ladigan issiqlik almashinish jaryonlarini tadqiq etish asosida biomassa va tegishli sirtlar orasidagi issiqlik berish koeffitsiyentlarini aniqlash va ularni tahlil qilishdan iboratdir.*

Kalit so‘zlar: *bioreaktor, biomassa, issiqlik berish koeffitsiyenti, egilgan sirtlar, haroratlar farqi, Nusselt, Grasgof, Reley sonlari*

CALCULATION AND ANALYSIS OF HEAT TRANSFER COEFFICIENTS ON VARIOUS BIOREACTOR WALL SURFACES

Majitov J.A.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article presents a description of research aimed at determining the influence of the temperature difference between the surfaces of a biogas plant reactor and the liquid biomass on the efficiency of heat transfer. The reactor design of the biogas plant selected for experiments and theoretical studies includes three different surfaces: upper and lower truncated cones, as well as a vertical cylindrical section in the middle. The main goal of the research is to study the heat exchange processes occurring through the liquid biomass and these surfaces, in order to determine the heat transfer coefficients between the biomass and the corresponding surfaces, as well as to analyze them.*

Keywords: *bioreactor, biomass, heat transfer coefficient, curved surfaces, temperature difference, Nusselt, Grasgoff numbers, Relay*

***K*irish.** So‘nggi o‘n yillikda ekologik barqarorlik va energiya xavfsizligi masalalari qayta tiklanadigan energiya manbalariga, xususan, biogazga qiziqishni kuchaytirdi. Biogaz bu qishloq xo‘jaligi chiqindilari, shahar organik chiqindilari va oqava suvlar kabi organik moddalarning parchalanishi anaerob qayta ishlash jarayonida ishlab chiqariladigan qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanadi.

Tadqiqot bioreaktorning turli xil shakldagi qismlarida biomassa orqali sodir bo‘ladigan issiqlik uzatishning haroratning ma’lum bir yo‘nalishdagi (ushbu tadqiqotda gorizontal) gradiyentiga bog‘liqlikni aniqlashga, aniqrog‘i harorat gradiyentlari ijobiy va salbiy tomonga o‘zgarganda issiqlik uzatish koeffitsiyentlarining o‘zgarishini tahlil qilishga, shuningdek issiqlik almashinuvi jarayonlarining xususiyatlari va mumkin bo‘lgan anomaliyalarini o‘rganishga qaratilgan.

Tadqiqot maqsadi. Bioreaktorning turli sirtlarida issiqlik uzatish koeffitsiyentlarini tahlil qilish va taqqoslashdir: yuqori kesik konussimon, silindrsimon va pastki kesik konussimonli qismlar sirtlarida, ularning bioreaktor devori (sirtidagi) va suyuq biomassa o‘rtasidagi harorat farqiga bog‘liqligini aniqlashdan iborat.

Biogaz tizimlarini ishlab chiqish va optimallashtirishning muhim omili issiqlik uzatish jarayonlarini tahlil etish va anaerob sharoitda kechadigan fermentativ parchalanish jarayonlarining kinetikasini tavsiflovchi aniq matematik modellarni ishlab chiqishdir.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalarining samaradorligi va barqarorligini oshirishda energetik qurilmalarning issiqlik texnik konstruktiv parametrlarini tadqiq etish, jumladan biogaz texnologiyalari sohasidagi tadqiqotlar muhim o‘rin tutadi [1]. O‘z ishlarida biogaz qurilmalari yordamida chiqindilardan biogaz va bioo‘g‘it olishda issiqlik uzatish jarayonlarini takomillashtirish muhimligini ta’kidlaydi, bu esa biomassada kechadigan fermentatsiya jarayonlarining samarali kechish imkonini beradi. Xuddi shunday tadqiqot [2]. Takashi Noguchi va boshqalar. (2011) organik chiqindilardan tayorlangan biomassaning yuqori bosim va haroratlarda issiqlik uzatish xususiyatlariga e’tibor qaratadi, bu ekstremal sharoitlarda jarayonlarning murakkabligini tasdiqlaydi [4] va Delgadillo-Mirquez va boshqalar [3] tomonlaridan ishlab chiqilgan matematik modellar va biogaz ishlab chiqarishni tahlil qilish uchun miqdoriy vositalarni taqdim etadi, biogaz qurilmalarini optimallashtirishda aniq hisob-kitoblarning muhimligini ta’kidlaydilar.

Perrigault va boshqalar [5] da biogaz qurilmalardan foydalanganda iqlim sharoitlarini hisobga olish muhimligini ko‘rsatib, sovuq iqlim sharoitida quvurli isitgichlarning konstruktiv parametrlarini optimallashtirishga qaratilgan tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. Gelegenis va boshqalar [6] biogaz ishlab chiqarishni yaxshilash uchun optimallashtirish strategiyalari va matematik modellarni taklif qiladi, bu takliflar asosan reaktorda kechadigan anaerob sharoitdagi fermentatsiya jarayonlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Bai va boshqalar. [7] tatqiqotlarida silindrsimon reaktorlarda termal tabaqalanish mavzusida issiqlik uzatish jarayonlarini batafsil tushunish muhimligi ta’kidlanadi, bu [8] ning vertikal quvurlardagi tabiiy konveksiya bo‘yicha ishlarida ham aks ettirilgan. Bu tadqiqotlar turli

sharoitlarda issiqlik jarayonlarini to‘g‘ri modellashtirishning murakkabligi va ahamiyatini birgalikda ta’kidlashgan.

Biogaz texnologiyalari, Sh.J. Imomov va boshqalarning [9,10] (2023), Prasad va Satyanarayan ishlarida biogaz ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish mavzusi tadqiqotlarida ochib berilgan. Ularning tadqiqotlarida biogaz qurilmalarining texnik-iqtisodiy ko‘rsatgichlarini hisoblashga doir tadqiqotlarning natijalari va tahlillari batafsil bayon etilgan. Olingan natijalar esa biomassani anaerob sharoitda qayta ishlash asosida biogaz va bioug‘it olish imkonini beradigan biogaz qurilmalarini loyihalash hamda ularning ish xarakteristikalarini tahlil qilish imkoniyatlarini aniqlashga imkon beradi [11] (Taleghani va Kia, 2005; Xan va boshqalar., 2014).

Budhijanto va shu kabi boshqalarning tadqiqotlarida (2012) biogaz ishlab chiqarishni optimallashtirish strategiyalari va matematik modellarini yaratish borasidagi takliflar bayon etilgan bo‘lib, bularning yechimi esa reaktorda kechadigan issiqlik almashinish jarayonlarni yaxshilashga imkon berishligi ta’kidlangan.

Delgadillo Mirquez va boshqalar. (2018) anaerob sharoitda qayta ishlash jarayonini ilmiy boyitish uchun matematik modellarning ahamiyatini batafsil ko‘rib chiqadi.

Ushbu tadqiqotlarning kombinatsiyasi qayta tiklanadigan energiya tizimlarini tahlil qilish va optimallashtirishga kompleks yondashuv muhimligini ta’kidlab, issiqlik uzatish va biogaz ishlab chiqarish jarayonlarini ko‘p darajali tushunishni ta’minlaydi.

Umuman olganda, tahlil qilingan ishlar barqaror rivojlanish va biogaz resurslaridan samarali foydalanishga yordam beradigan takomillashtirilgan matematik modellar va texnologiyalarni ishlab chiqish uchun asos yaratadi. Bu borada, issiqlik almashinuvi, biogaz ishlab chiqarishni optimallashtirish va modellashtirish sohasidagi yutuqlar va texnik-iqtisodiy tahlillar biogaz texnologiyalarini rivojlantirish va takomillashtirishga yordam beradi, bu energiya xavfsizligi va barqaror rivojlanish uchun juda muhimdir.

Tadqiqot metodologiyasi. Sirtdagi tabiiy konveksiya paytida sodir bo‘ladigan issiqlik almashinuvi jarayonlari sirtning geometrik o‘lchamlariga, shuningdek uning yo‘nalishiga (vaziyatiga) bog‘liq bo‘ladi. Shuningdek, u sirtdagi haroratining o‘zgarishiga va jarayonga aloqador suyuqlikning termofizik xususiyatlariga bog‘liq.

Tabiiy konveksiya hodisasining mexanizmi yaxshi tushinarli bo‘lsada, ushbu qaralayotgan masalada reaktordagi suyuq massa harakatining murakkabligi, harakat va energiya tenglamalarini yechish orqali issiqlik almashinuvi uchun oddiy analitik nisbatlarni olishni juda qiyinlashtiradi. Tabiiy konveksiya uchun ba’zi analitik yechimlar mavjud, ammo ularni ixtiyoriy tanlangan hollarda qo‘llab bo‘lmaydi, chunki ular ba’zi soddalashtirilgan chegaraviy shartlar asosida oddiy geometrik shakllar uchun yechilgan. Ammo ba’zi oddiy holatlar bundan mustasno, tabiiy konveksiya paytida sodir bo‘ladigan issiqlik almashinuv jarayonlarining o‘rganilishi asosan eksperimental tadqiqotlarga asoslangan. Adabiyotlarda ixtiyoriy geometrik shakllar uchun turli xil murakkablikdagi aniqliklar korrelyatsiyalari taqdim etilgan, biz bu yerda eng mashhur va keng qo‘llaniladigan korrelyatsion hisoblash usulidan foydalanishga urinib ko‘ramiz.

Tabiiy konveksiyada Nu Nusseltning o‘rtacha soni uchun oddiy empirik korrelyatsiyalar quyidagi shaklga ega (2-rasm).

$$\overline{Nu}_L = \frac{h}{k_{bm}} L_c = C(Gr_L Pr)^n = CRa_L^n \qquad (1)$$

bu yerda: Ra_L- bu Reley soni bo‘lib suyuqlik zichliklarining farqi tufayli paydo bo‘ladigan ko‘tarish kuchlarining qovushqoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlovchi Grasgof sonining Prandtl soniga (harakatlanayotgan suyuqlik yoki gazlarda issiqlik uzatish jarayonlarini xarakterlovchi) ko‘paytmasi kabi aniqlanadi; h - bioreaktor sirtidagi o‘rtacha issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$), k_{bm} – suyuq biomassaning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti ($\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$) va L_c - geometrik xarakteristik uzunlik (m). C va n konstantalarining qiymatlari sirtning geometrik o‘lchamlariga va

Reley sonining diapazoni bilan tavsiflanadigan oqim rejimiga bog‘liq. n- ning qiymati odatda laminar oqim uchun 1/4 va turbulent oqim uchun 1/3 ni tashkil qiladi. C - doimiyning qiymati odatda 1 dan kichik.

Shuningdek, Reley sonini suzish kuchlari va (suyuq biomassaning) termal va impulsli diffuziyalarning nisbati sifatida ham qarash mumkin.

$$Ra_L = Gr_L Pr \quad (2)$$

Grasgof raqami. Tabiiy konveksiya va chegara shartlarini tavsiflovchi barcha tenglamalarga bog‘liq va mustaqil o‘zgaruvchilarni mos doimiy qiymatlarga bo‘lish orqali o‘lchovsiz bo‘lishi mumkin: barcha uzunliklar xarakterli L_c, uzunligiga, barcha tezliklar o‘zboshimchalik bilan mos yozuvlar tezligiga v (bu, Reynolds sonining ta’rifiga ko‘ra, u teng qabul qilinadi $v = \frac{Re_L \mu}{L_c}$) va tegishli haroratlar farqi uchun harorat ($T_S - T'bm$), teng deb qabul qilinadi.

$$Gr_L = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T'_{bm}) \cdot \rho_{bm}^2 \cdot L_c^3}{\mu_{bm}^2} \quad (3)$$

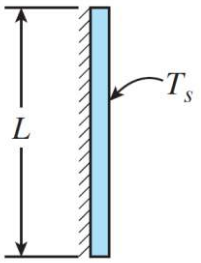
$$Pr = \frac{\mu_{bm} \cdot c_p}{k_{bm}} \quad (4)$$

$g = 9{,}81 \text{m/s}^2$ - erkin tushish tezlanishi; β – hajmiy kengayish koeffitsiyenti, 1/K ($\beta = 1/T$ ideal gazlar uchun); T_s– bioreaktor sirtidagi harorat, °C; T'_{bm} – suyuq biomassaning sirtdan yetarlicha uzoqlikdagi harorati, °C; L_c – geometriyaning xarakterli uzunligi, m; μ_{bm}– suyuq biomassaning dinamik yopishqoqligi, m²/s; ρ_{bm} – suyuq biomassaning zichligi, kg/m^3. O‘rtacha Nusselt soni uchun oddiy nisbatlar turli geometrik shakllar uchun farq qiladi. Bundan tashqari, bu nisbatlar geometrik shakllarning xarakterli uzunliklariga va Reley sonining diapazoniga bog‘liq. Suyuqlikning barcha xususiyatlari qatlam haroratida $T_f = \frac{1}{2}(T_s - T_{bm})$ baholanishi kerak shuning uchun konveksiyaning o‘rtacha Nusselt soni va o‘rtacha koeffitsiyenti ma’lum bo‘lganda, doimiy haroratli T_s qattiq sirtdan atrofdagi suyuqlikka tabiiy konveksiya orqali issiqlik uzatish tezligi Nyutonning jismlarning sovish qonuni bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_{konvk} = h \cdot A \cdot (T_s - T'_{bm}), \ \text{(W)} \quad (5)$$

bu yerda: A – issiqlik uzatish maydonining yuzasi (m^2) va h – bioreaktor yuzasida o‘rtacha issiqlik uzatish koeffitsiyenti, ($\frac{W}{m^{2\cdot}\text{°C}}$).

Vertikal tekislik ($T_s = const$). Vertikal yassi plastinka balandligi L, plastinkani xarakterlovchi uzunlik hisoblanadi (m) (1-rasm). Izotermik vertikal plastinka uchun o‘rtacha Nusselt soni munosabatlari boshqacha ko‘rinishga ega. Birinchi ikkita munosabat tavsiya etilgan juda oddiy [12] va murakkabligiga qaramay, uchunchisidan foydalanish o‘rinli, chunki Reley sonining butun diapazonda qo‘llanilishi mumkin. Bu nisbat 10^{-1} dan 10^9 gacha bo‘lgan oraliqda eng aniq hisoblanadi.



1-rasm. Vertikal plastinkalar ($T_s = const$), L_c–xarakterli uzunligi.

Sirt ustida tabiiy konveksiyada o‘rtacha Nusselt soni uchun emperik korrelyatsiyalari.

$$\overline{Nu}_L = 0{,}59 Ra_L^{1/4}, bu\ yerda\ 10^4 < Ra_L < 10^9 \quad (6)$$

$$\overline{Nu}_L = 0{,}1 Ra_L^{1/3}, bu\ yerda\ 10^{10} < Ra_L < 10^{13} \quad (7)$$

Biroq, Reley sonining ixtiyoriy qiymatlari uchun Nusselt sonini quyidagicha yozish mumkin:

$$\overline{Nu}_L = \left\{ 0{,}825 + \frac{0{,}387 Ra_L^{\frac{1}{6}}}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{Pr}\right)^{\frac{9}{16}}\right]^{\frac{8}{27}}} \right\}^2. \quad (8)$$

Reley soni yetarlicha katta bo‘lsa, (8) va (9) tenglamalarda o‘ngdagi ikkinchi atama ustunlik qiladi va korrelyatsiyalar (1) tenglama bilan bir xil shaklga ega, bundan tashqari doimiy C Prandtl sonining funksiyasi bilan almashtiriladi.

Reley soni kichik bo‘lsa, (8) va (9) tenglamalarda o‘ngdagi birinchi had ustunlik qiladi va tenglamalar xuddi shunday o‘rinni tutadi, chunki $0.825^2 \approx 0{,}68$ (8) va (9) tenglamalarda yetakchi konstantalarning mavjudligi Reley sonining kichik qiymatlari uchun chegara qatlami haqidagi taxminlar bekor bo‘lishini tushuntiradi va devor bo‘ylab o‘tkazuvchanlikni hisobga olish muhimdir.

Shuni ta’kidlash kerakki, yuqoridagi tenglamalar izotermik tekislik uchun olingan (T_S - doimiy). Agar, aksincha, sirtda bir xil issiqlik oqimi ta’minlansa (q_S - doimiy), harorat farqi ($T_S - T_{bm}$) u yetakchi chetidan ortib, x bo‘ylab o‘zgaradi. Ushbu o‘zgarishni aniqlashning taxminiy tartibi natijalariga asoslanishi mumkin [9,10,11]. Izotermik plastinka uchun olingan korrelyatsiyalar $\overline{Nu}_L$, hali ham mukammal yaqinlashish bilan ishlatilishi mumkinligini ko‘rsatadi, agar $\overline{Nu}_L$ va Ra_L plastinkaning o‘rtasida harorat farqiga nisbatan aniqlanadi, $\Delta T_{L/2} = T_S\left(\frac{L}{2}\right) - T_{bm}$. Shunday qilib $h = q_S/\Delta T_{L/2}$, korrelyatsiya, masalan (9), tenglama bilan aniqlash uchun $\Delta T_{L/2}$ (misol uchun, sinov va xatoliklar yordamida) va $T_S\left(\frac{L}{2}\right)$ sirt uchun o‘rta harorat ishlatilishi mumkin. Agar biz butun plastinkada $Nu_x \sim Ra_x^{1/4}$ deb taxmin qilsak, u quyidagicha bo‘ladi

$$\frac{q_S x}{k\,\Delta T_{L/2}} \sim (\Delta T x^3)^{1/4} \tag{10}$$

$$\Delta T \sim x^{1/5} \tag{11}$$

Shunday qilib, har qanday x nuqtadagi bu harorat farqi

$$\Delta T_x = 1{,}15\left(\frac{x}{L}\right)^{1/5} \Delta T_{L/2} \tag{12}$$

Doimiy issiqlik oqimi bilan natijalarni batafsilroq muhokama qilish Cherchillning ishida keltirilgan [10].

Vertikal silindrning ichki yuzasida tabiiy konveksiya. Suyuq biomassada suzish effekti vertikal silindrda ko‘taruvchi oqimning paydo bo‘lishiga olib keladi (1-rasm). Ichki devor bo‘ylab hosil bo‘lgan chegara qatlamlari trubaning markazida katta diametrli va kichik uzunlikdagi bir-biriga bog‘lanmaydi, bu esa issiqlik almashinuvining ochiq kanaldagi vertikal plastinkada issiqlik almashinuvida kuzatilgan hodisalarga o‘xshash bo‘lishiga olib keladi [11].

Le Fevr vertikal plastinkada tabiiy konveksiyada laminar tabiiy issiqlik almashinuvini tavsiflash uchun matematik bog‘liqlikni (13) taklif qildi. Shuningdek, Fuad vertikal plastinkada turbulent tabiiy issiqlik almashinuvi uchun o‘z korrelyatsiyasini (14) taklif qildi.

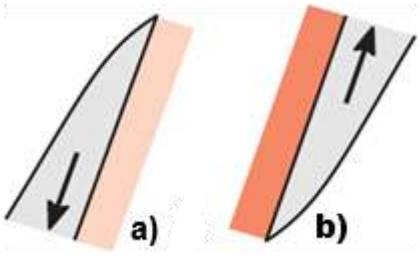
$$\overline{Nu_L} = 0.67(Gr_L Pr)^{\frac{1}{4}} \text{ bunda } Gr_L < 10^9 \tag{13}$$

$$\overline{Nu_L} = 0.31(Gr_L Pr)^{\frac{7}{25}} \text{ бунда } Gr_L > 10^9 \tag{14}$$

Diametri va uzunligi nisbati kichik bo‘lgan vertikal silindrlar kontekstida ($\frac{D}{L} \geq \frac{35}{Gr_L^{1/4}}$) qiziqarli hodisa kuzatilmoqda. Bu yerda ikki devor tomonidan hosil bo‘lgan chegara qatlamlari suzish ta’sirida bitta ko‘tarilgan oqimga birlashadi [12]. Buning qiziqarli natijasi oqim tezligining oshishi tufayli issiqlik almashinuvining yaxshilanishi [13] chegara qatlamlarining bunday birlashishi “tortish” effektini yaratadi, bu esa suzish tufayli oqimning tezlashishiga olib keladi.

Egilgan sirtlarda tabiiy konveksiya. Atrof-muhitga nisbatan isitiladigan (yoki sovutilgan) vertikal plastinka uchun plastinka tortishish vektoriga to‘g‘ri keladi va suzish kuchi faqat suyuqlikning yuqoriga (yoki pastga) harakatini keltirib chiqaradi. Ammo, agar plastinka tortishish vektoriga nisbatan qiyshaygan bo‘lsa, suzish kuchi plastinka yuzasiga perpendikulyar va parallel ravishda harakat qiladi (2-rasm).

Sirtga parallel bo‘lgan suzish kuchining pasayishi bilan plastinka bo‘ylab suyuqlik tezligi pasayadi va konveksiya issiqlik uzatilishining bir vaqtda pasayishini kutish mumkin. Biroq, bunday pasayishning haqiqiy mavjudligi plastinkaning yuqori yoki pastki yuzasidan issiqlik almashinuvi bizni qiziqtiradimi yoki yo‘qligiga bog‘liq.



2-rasm. Egilgan sirtlar: (a) tepada sovuq sirt yoki (b) pastda issiq sirt.

2-rasmda ko‘rsatilgandek, agar plastinka sovuq bo‘lsa, unda plastinkaga perpendikulyar yo‘naltirilgan suzuvchi kuchning u komponenti plastinkaning yuqori yuzasi bilan aloqa qilishda chegara qatlamining pastga tushishini qo‘llab-quvvatlash uchun harakat qiladi. Gravitatsion tezlanishning x komponenti kamayganligi sababli g·cosφ, suyuqlik plastinka bo‘ylab harakatlanish tezligi pasayadi va konveksiyaning yuqori yuzaga issiqlik uzatilishining pasayishi kuzatiladi. Biroq, suzuvchi kuchning y-komponentining pastki yuzasida suyuqlikni sirtdan siljitish uchun harakat qiladi va chegara qatlamining rivojlanishi sirtdan sovuq suyuqlik qismlarini chiqarish orqali to‘xtatiladi (2-rasm).

Egilgan sirtlarda issiqlik almashinuvining dastlabki tadqiqotida, Rich [14,15] konveksiya koeffitsiyentlarini vertikal sirt uchun korrelyatsiyalardan g ni almashtirish orqali aniqlash mumkinligini taklif qildi $g \cdot cos\phi$ plastinka uchun Reley sonini hisoblashda, bu yerda Grasgof raqami quyidagicha topiladi:

$$Gr_L = \frac{g \cdot cos\phi \cdot \beta \cdot (T_s - T'_{bn}) \rho_{bm}^2 \cdot L_c^3}{\mu_{bm}^2} \qquad (15)$$

Biroq, o‘shandan beri ushbu yondashuv faqat mos ravishda sovuq va issiq sirtlarning yuqori va pastki yuzalarida qoniqarli ishlashi aniqlandi. Bu mos ravishda issiq va sovuq sirtlarning yuqori va pastki yuzalariga mos kelmaydi, bu erda oqimning uch o‘lchovliligi umumlashtirilgan korrelyatsiyalarni ishlab chiqish imkoniyatini cheklaydi. Shuning uchun sovuq va issiq egilgan plastinkalarning yuqori va pastki yuzalari uchun mos ravishda 0° < φ < 60° da g ni $g \times cos\phi$, bilan almashtirilishi tavsiya etiladi va (8) yoki (9) tenglama Nusseltning o‘rtacha sonini hisoblash uchun ishlatiladi [16, 17,18].

Xulosa. Ushbu maqola kichik quvvatli biogaz qurilmasi reaktorining turli qismlarida (kesik konus va silindrsimon) suyuq biomassa bilan issiqlik almashinuvini o‘rganadi. Maqsad - bioreaktor devorining har bir qismidagi issiqlik uzatish koeffitsientlarini aniqlash va solishtirish. Tadqiqotda qayd etilishicha, biogaz texnologiyalari sohasidagi tadqiqotlar muhim o‘rin tutadi, chunki biogaz qurilmalari yordamida chiqindilardan biogaz va bioo‘g‘it olishda issiqlik uzatish jarayonlarini takomillashtirish fermentatsiya jarayonlarining samarali kechishiga yordam beradi. Shuningdek, turli geometrik shakllar uchun tabiiy konvektsiya va issiqlik uzatish koeffitsiyentlarini hisoblash usullari muhokama qilinadi. Maqola biogaz qurilmalarini optimallashtirishga va ularning samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlarga hissa qo‘shadi.

Adabiyotlar

1. J. Chen, “ Heat-transfer Enhancement for Slurries from Biogas Plants− Properties, processes, and thermal systems,” *Diss. peð., Luleå: Luleå University of Technology*, 2022.
2. W. Budhijanto, C. W. Purnomo, and N. C. Siregar, “Simplified Mathematical Model for Quantitative Analysis of Biogas Production Rate in a Continuous Digester,” *Engineering Journal*, vol. 16, no. 5, pp. 167–176, Oct. 2012, doi: 10.4186/ej.2012.16.5.167.
3. L. Delgadillo Mirquez, M. Machado Higuera, and M. Hernández Sarabia, “Mathematical modelling and simulation for biogas production from organic waste,” *International Journal of Engineering Systems Modelling and Simulation*, vol. 10, no. 2, p. 97, 2018, doi: 10.1504/IJESMS.2018.10013112.
4. T. Perrigault, V. Weatherford, J. Martí-Herrero, and D. Poggio, “Towards thermal design optimization of tubular digesters in cold climates: A heat transfer model,” *Bioresour Technol*, vol. 124, pp. 259–268, Nov. 2012, doi: 10.1016/j.biortech.2012.08.019.
5. L. Elsgaard, A. B. Olsen, and S. O. Petersen, “Temperature response of methane production in liquid manures and co-digestates,” *Science of The Total Environment*, vol. 539, pp. 78–84, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.145.

6. Y. Bai, M. Yang, Z. Wang, X. Li, and L. Chen, “Thermal stratification in a cylindrical tank due to heat losses while in standby mode,” *Solar Energy*, vol. 185, pp. 222–234, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.solener.2018.12.063.
7. S.-M. Ohk and B.-J. Chung, “Natural convection heat transfer inside an open vertical pipe: Influences of length, diameter and Prandtl number,” *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 115, pp. 54–64, May 2017, doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2017.01.014.
8. J. B. and C. A. Amon, “ «Emissions of NH3, N2O and CH4 from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall ,” *housing, manure storage, manure spreading*, vol. 1, no. 60, pp. 103–113, 2001.
9. T.J. Rennie, H. Baldé, R.J. Gordon, W.N. Smith, and A.C. VanderZaag, “A 3-D model to predict the temperature of liquid manure within storage tanks,” *Biosyst Eng*, vol. 163, pp. 50–65, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.08.014.
10. D. Talukdar and M. Tsubokura, “Numerical study of natural-convection from horizontal cylinder at eccentric positions with change in aspect ratio of a cooled square enclosure,” *Heat and Mass Transfer*, vol. 58, no. 5, pp. 849–871, May 2022, doi: 10.1007/s00231-021-03145-3.
11. G. Sebastian and S.R. Shine, “Natural convection from horizontal heated cylinder with and without horizontal confinement,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 82, pp. 325–334, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2014.11.063.
12. J.G. Fleming, “ Novel simulation of anaerobic digestion using computational fluid dynamics, ,” *North Carolina: North Carolina State University,* , 2002.
13. A. Kalendar, Y. Alhendal, S. Hussain, S. Karar, and P. Oosthuizen, “Natural Convective Heat Transfer from Vertical Isothermal Polygonal Cylinders,” *J Thermophys Heat Trans*, vol. 35, no. 4, pp. 854–868, Oct. 2021, doi: 10.2514/1.T6207.
14. P. H. Oosthuizen and A. Y. Kalendar, “Natural Convective Heat Transfer from Short Rectangular Cylinders Having Exposed Upper Surfaces and Mounted on Flat Adiabatic Bases,” 2014, pp. 93–128. doi: 10.1007/978-3-319-02459-2_4.
15. J. Kishor, I. C. Goyal, R. L. Sawhney, S. P. Singh, M. S. Sodha, and M. Dayal, “Solar assisted biogas plants III: Energy balance of fixed dome biogas plants and enhancement of production in winters,” *Int J Energy Res*, Oct. 1988, vol. 12, no. 4, pp. 711–737,
16. Majitov J.A. (2020) Selection of design methodology for biogas facilities and assessment of economic efficiency. *Scientific and technical journal of the development of science and technology*. 7.129-134. [in Uzbek] https://journal.bmti.uz/?page_id=31
17. J.A.Majitov. (2025) *Kichik quvvatli biogaz qurilmasining issiqlik-texnik parametrlarini asoslash. dis.PhD,* Qarshi. 51-63. https://library.ziyonet.uz/ru/book/135481
18. Imomov Sh., Hwang Sang Gu. Installation for producing biogas // Int. Patent, south korea, No. 10-0892746/2009.04.02.

UCH FAZALI TOK O‘ZGARTKICHLARI YORDAMIDA ASINXRON MOTORLARNI HIMOYA QILISH TIZIMI TATQIQ ETISH

A’zamov S.S.
Andijon davlat texnika instituti.

Annotatsiya. *Biz bilamizki jahonda va mamlakatimizning sanoat va ishlab chiqarishda keng tarqalgan asinxron motorlardan foydalanib kelmoqdamiz va o‘z o‘rnida ushbu tur motorlarining birqator afzaliklariga qaramay yetarlicha kamchiliklari ham mavjud. Maqolada shu kamchiliklarni bartaraf qilish maqsadida ko‘zlangan maqsad asinxron motorning stator paziga qo‘shimcha sezgir element qo‘sish orqali asinxron motorlarning tez kuyish va muddatdan oldin ishdan chiqishini oldini olish maqsadida energiya sarfi va ishlash muddatini uzaytirish maqsatida tavsiya etilgan element yetarli samara beradi. Ma’lumki motorning ishdan chiqishini asosiy sabablari motordagi elektr parametrlarining nosimmetryasi, harorat ortishi va energiya sarfini kamaytirish motorda yuzaga keladigan salbiy oqibatlarni oldini olish uchun tok o‘zgartgichlari orqali qurilmaning ish samaradorligini yanada oshirish va motordagi ko‘ngilsiz holatni oldindan aniqlab himoyalashda xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *magnit yurutuvchi kuch, kuchlanish, tok, chiqish kuchlanishi, kontaktsiz mikrokontroller.*

STUDY OF THE PROTECTION SYSTEM OF ASYNCHRONOUS MOTORS USING MULTI-PHASE CURRENT CONVERTERS

A'zamov S.S.
Andijan institute of engineering.

Abstract. *It is known that asynchronous motors are widely used in industry and production both worldwide and in our country. Despite the advantages of this type of motor, it also has certain drawbacks. In order to prevent premature failure, it is recommended to use elements that are sufficiently effective for reducing energy consumption and increasing service life. It is known that the main causes of motor failure are asymmetry of electrical parameters in the motor, temperature rise, and a decrease in energy efficiency. To prevent negative consequences during motor operation, current transformers are used to further improve the efficiency of the device, ensure early detection of motor faults, and provide protection against undesirable operating conditions.*

Keywords: *magnetic force, voltage, current, output voltage, contactless microcontroller*.

Bilamizki, elektr energiyaning 55–60% ini asinxron motorli elektr yuritmalar iste'mol qiladi, shuning uchun asinxron motorlarni ish holatini nazorat qilish va boshqarish tizimining imkoniyatlarini kengaytirish dolzarb masala bo'lib, bu imkoniyatlar signal o'zgartirish elementlari va qurilmalarining yuqori aniqligi, tezkorligi, ishonchligi va sezgirligi, ular ta'minlayotgan signallarning sifati va uzluksizligi kabi ko'rsatkichlari bilan izohlanadi.

Uch fazali asinxron motorni himoya qilish tizimi elektr mexanik tizimida quvvat isroflarini kompensatsiyalash uning iqtisodiy va texnik ko'rsatkichlarini yaxshilaydi hamda elektr energiyasini mexanik energiyaga aylanishida quvvat sarfini nazorat qilish, baholash va boshqarishda yordam beradi. Uch fazali asinxron motorning stator chulg'amida nosozliklar yuzaga kelganda, stator chulg'ami simlari qiziydi, bu jiddiy muammolarni keltirib chiqarishi yoki asinxron motorning ruxsat etilgan ishlash davrini qisqartirishga olib kelishi mumkin. Shuning uchun uch fazali asinxron motorni diagnostika qilish eng muhim masalalardan

Hoziri kunda asinxron motorlarni ish holatini nazorat qilish va boshqarishda juda ko'p nazorat qilish va boshqarish qurilma va elementlari mavjud, lekin ularning aniqliligi, ishonchliligi va hajmining kattaliligi, statik tavsiflari chiziqli emasligi sababli boshqarishda bir muncha qiyinchiliklarni keltirib chiqarmoqda. Yuqoridagi muammolardan kelib chiqib tokni kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartiruvchi tok o'zgartkichni taklif qilyapmiz.

Asinxron motorlarda tokning o'zgarishi asosan elektromagnit, elektrodinamik va elektromexanik jarayonlar tufayli sodir bo'ladi. Tok kuchining birlamchi o'zgartiruvchilarida energiya o'zgarishining asosiy funksiyasi – nazorat va boshqaruv tizimi uchun tok yoki kuchlanish ko'rinishidagi axborotning o'zgarishi jarayonida ro'y beradi.

Asinxron motor stator toki qiymatini kuchlanish ko'rinishdagi chiqish signaliga o'zgartiruvchi tok o'zgartkichining sezgir elementi (o'lchash chulg'ami) stator magnit o'zagi pazida joylashgan stator chulg'ami va pona (klin) orasida joylashtirish reaktiv quvvatni nazorat va boshqaruvida qo'yilgan talablarni yetarlicha qanoatlantiradi.

Biz asinxron motorning uch fazali kuchlanishini, tokini va haroratini o'lchashning asosiy elementlarni ko'rishimiz mumkin, quydagi rasmda asinxron motorning stator chulg'amlarining pazlarga o'ralish holatini ko'rishimiz mumkin.

Eksplutatsiya davrida asinxron motor stator chulg'amlarini temperaturasini o'zgarishini va uning tok o'zgartkichi chiqish kuchlanishi qiymatigiga ta'siri aniqlanadi. Tok o'zgartkichining xatoligiga atrof muhitning va stator qismi temperaturasini ta'sirini stator chulg'amlari aktiv qarshiliklarini o'zgarishi bilan tushuntirish mumkin.



1-rasm. Asinxron motorning stator pazlariga tokni kuchlanishga o'zgartiruvchi o'zgartkichning sezgir elementini joylashtirilishi.

Asinxron motorda I_1 bilamchi stator tokini ikkilamchi chiqish kuchlanishi U_{chiq} ko‘rinishidagi kattalikka o‘zgartirib uch fazali asinxron motor himoya tizimini o‘rganib chiqdik. Asinxron motor U_1 kuchlanishi, I_1 stator toki, F_0 va F_σ magnit yurituvchi kuchlari MYuK, F_0 va F_σ magnit oqimlari va U_{chiq} chiqish ikkilamchi kuchlanishiga o‘zgarish jarayonini analitik ifodasi ko‘rishimiz mumkin.

$$U_{chiq} = K_{F_1 U_{chiq}}(\Pi_0 K_{U_1 F_0} U_1 - \Pi_\sigma K_{I_1 F_\sigma} I_1) = U_{chiq.0} - U_{chiq.\sigma}, \quad (1.1)$$

bu yerda: Π_0, Π_σ – asinxron motor magnit va elektr parametrlari.

analitik ifodada $U_{chiq.0}$ tashkil etuvchi, U_{chiq}chiqish kuchlanishini U_1tarmoq kuchlanishiga bog‘liq bo‘lgan qismi bo‘lib, asinxron motorning ish holatida bu qiymat o‘zgarmaydi. Analitik ifodada $U_{chiq.0}$ tashkil etuvchi, U_{chiq}chiqish kuchlanishini U_1tarmoq kuchlanishiga bog‘liq bo‘lgan qismi bo‘lib, asinxron motorning ish holatida bu qiymat o‘zgarmaydi:

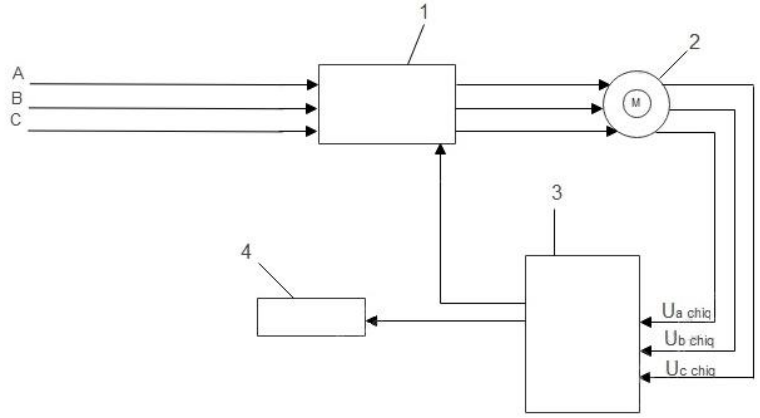
$$U_{chiq.0} = K_{F_1 U_{chiq}} \Pi_0 K_{U_1 F_0} U_1. \quad (1.2)$$

$U_{chiq\sigma}$ tashkil etuvchi esa, U_{chiq} chiqish kuchlanishini asinxron motorning I_1 stator tokiga bog‘liq bo‘lgan qismi bo‘lib, asinxron motor ish holatida bu qiymat stator toki o‘zgarishiga proporsional ravishda o‘zgaradi:

$$U_{chiq.\sigma} = K_{F_1 U_{chiq}} \Pi_\sigma K_{I_1 F_\sigma} I_1. \quad (1.3)$$

Demak, U_{chiq}chiqish kuchlanishining o‘zgarishiga $U_{chiq.\sigma}$ o‘zgaruvchan tashkil etuvchining ta’siridan, (1.3) analitik ifodaga ko‘ra zanjirlararo bog‘lanish koeffitsiyentlari va parametrlarini o‘zgartirib, asinxron motor stator toki va chiqish kuchlanishi orasidagi bog‘liqliklar joriy etiladi.

Asinxron motorning stator qismidagi o‘lchov chulg‘amida elektr va magnit kattaliklarni o‘zaro o‘zgarish jarayoni va elementlarni tuzilishi tugunlardagi $F_{\sigma i,j,k}$ sochilish magnit yurituvchi kuchlari o‘zgartkichning magnit o‘zagi (stator o‘zagi) geometrik o‘lchamlariga bog‘liq ushbu uch fazali asinxron motorni himoya qilish tizimi boshqa vosita himoya qurilmalariga qaraganda samaraliroq, ishonchli va arzonroqdir, ammo bu tizim faqat elektr va tarmoqdagi nosozliklari holatida ishlaydi, 2-rasmda ko‘rsatilgan, mikrokontroller yordamida uch fazali asinxron motorni himoya qilish tizimining prinsipial ko‘rinishi foydalanilgan.



2-rasm. Uch fazali asinxron motorning himoyalash tizimining prinsipial ko‘rinishi. bu yerda, 1-Rele kontaktor, 2-asinxron motor, 3-mikroprotsessorli uzatish qurilmasi, 4-raqamli ekran.

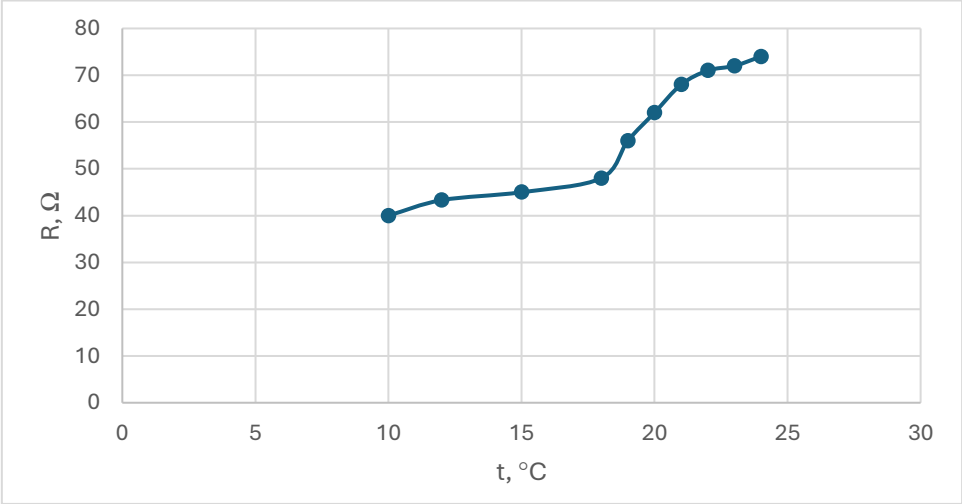
Mikrokontrolleri yordamida uch fazali asinxron motorni himoya qilish uning ishchi holatini nazorat qilish zamonaviy eng qulay kontaktsiz, aniqlik sinfi 0,45 miqdordan oshmasdan amalga oshirilishi, asinxron motorning ish holatini sezilarli yaxshilashga xizmat qiladi.

Ushbu asinxron dvigatel soz holatini kuzatish tizimida yuqori sezgir elementlardan foydalanib ishonchli himoyalab nosoz holatga kelishidan oldin bizga o‘zgargan parametrlar haqida ma’lumotni uzatadi.

Asinxron motorni ishga tushirilgandan so‘ng, tok o‘zgartkichi haroratni nazorat qilib turadi. Ishlash vaqti davomiyligi oshishi bilan stator qismida harorat orta boshladi.

- 30 min o‘tgach datchik ko‘rsatgichi 37,5°C; 12,40 Ω;
- 55 min o‘tgach 45,1°C; 18,2 Ω
- 1 soati 25 min o‘tgach 73,8°C 25,8 Ω ga teng bo‘ldi.

Olingan tajriba natijalaridan ko‘rinadiki, asinxron motor ish holatida stator chulg‘amlarini qarshiligini o‘zgarishi kuzatilib, o‘zgarish kattaligi ish vaqtini davomiyligiga va stator chulg‘amlaridan o‘tayotgan tok kuchi miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Asinxron motorning turg‘un qizish haroratini tavsifi orqali asinxron motor stator chulg‘amida yuzaga keladigan qizishni tushunish mumkin (3-rasm).



3-rasm. Asinxron motorning stator chulg’amidagi turg‘un qizish haroratini o‘zgarib borishining statik tavsifi

Xulosa. Hozirgi kunda sanoatda ishlab turgan asinxron motorlarning ish holatini yaxshilash va ularni ishlash muddatini uzaytirish, tez ishdan chiqish, tarmoqdagi nosozliklarni tok kuchi va kuchlanishning minimal va maksimal qiymatlaridan oshganda yoki kamayganda qurilmaning tez ishdan chiqishini oldini olish, uch fazali kuchlanish va tok o‘zgartkichlari orqali aniqlanib ma’lumotni yetkazishda mavjud, asinxron motorni himoya qilish tizimining asosiy aqlli boshqaruvchisi bo‘lgan element bilan bog‘langan qurilma ishlatilish ahamiyatli va foydali bo‘ladi. Yuqorida keltirilgan barcha jihatlarni hisobga olib qurilmada biz taklif etayotgan o‘lchov sezgir elementini qo‘shish orqali asinxron motorning nazorat va boshqaruv tizimining ish holatini va uning ishlash mudatini kerakli darajada uzaytiradi va energiya sarfini tejaydi.

Foydalangan adabiyotlar.

1. Siddiqov I. X., Boyxonov Z. U., Karimjonov D. D. Elements And Devices For Monitoring And Controlof Energy Efficiency. The American Journal of Engineering and Technology (ISSN – 2689-0984) Published: September 29, 2020 | PaGES: 136-148.
2. Siddiqov I. X., Boyxonov Z. U, Maxsudov M. T., Uzoqov. R. . Features productions reactive power onsystems electrical supply with renewable sources energies. Academicia: an international multidisciplinary research journal vol. 10, issue 6, June 2020 PaGES: 292-29
3. Махсудов М. Т., Бойхонов З. У. Исследование электромагнитных преобразователей тока в напряжение // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №3. С. 150-154. Режим доступа: http://www.bulletennauki.com/mahsudov (дата обращения 15.03.2018)
4. Эгамов Д. А., Узаков Р., Бойхонов З. У Способы обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей, имеющих одну систему шин 6-10 кВ и два независимых источника питания 6-10 кВ // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №3. С. 155-159. http://www.bulletennauki.com/egamov-uzakov (дата обращения 15.03.2018).
5. Сиддиков И. Х., Махсудов М. Т., Боиханов З. У. угли, Схема замещения и анализ работы асинхронного двигателя при потреблении реактивной мощности. Главный энергетик №7 2021. 2021;7.

6. Махсудов М.Т., Анарбаев М.А., Сиддиков И.Х. Электромагнитные преобразователи тока для управления источниками реактивной мощности // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 3(60). URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7095
7. I.Kh. Siddikov, A.B.Abubakirov, A.A. Yuldashev, G.Z. Babaxova, I.M. Xonturaev, N.N. Mirzoev. «Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power». European science review, Scientific journal. No 1–2. Austria, Vienna. 2018. 248-251 p.
8. I.Petrova, V. Zaripova, Yu. Lezhnina, I.Kh.Siddikov. Automated system for synthesis of sensors for smart cities. XXII International Scientific Conference on Advanced In Civil Engineering "CONSTRUCTION THE FORMATION OF LIVING ENVIRONMENT', Tashkent, Uzbekistan, 18-21 April, 2019 E3S Web of Conferences eISSN: 2267-1242. https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2- s2.085067281218&origin=resultslist
9. Сиддиков И. Х., Анарбаев М. А., Махсудов М. Т. Преобразователи сигнала величины тока для систем управления источниками реактивной мощности // Инженерно- строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2018. № 1 (23). С. 53–56.

QUYOSH PANELLARINING SAMARADORLIGIGA CHANGLANGANLIKNING TA'SIRINI O'RGANISH BO'YICHA ILMIY TADQIQOTLAR TAHLILI

Maxmudov M.I., Qo'shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada changning quyosh panellarining samaradorligiga ta'sirini o'rganish bo'yicha tadqiqotlarning hozirgi holatida o'rganilgan. Changlanganlikning quyosh panellari samaradorligiga ta'siri bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlarning yangilik va kamchiliklariga baho berilgan. Turli iqlim sharoitlarida va turli mintaqalarda olib borilgan kuzatishlar natijalari jamlangan. Ushbu maqolada nafaqat changlanganlik balki quyosh panellari samaradorligiga salbiy ta'sir qiluvchi bir qator qo'shimcha omillar ham yoritib berilgan. Bugunga qadar olib borilgan ilmiy izlanishlar yillar kesimida taqsimlangan holatda yoritilgan. Ish yakunida quyosh panellari sirtini tozalash bo'yicha tavsiyalar berilgan.*

Kalit so'zlar: *quyosh panellari, changlanganlik, energiya samaradorligi, tozalash tizimlari*

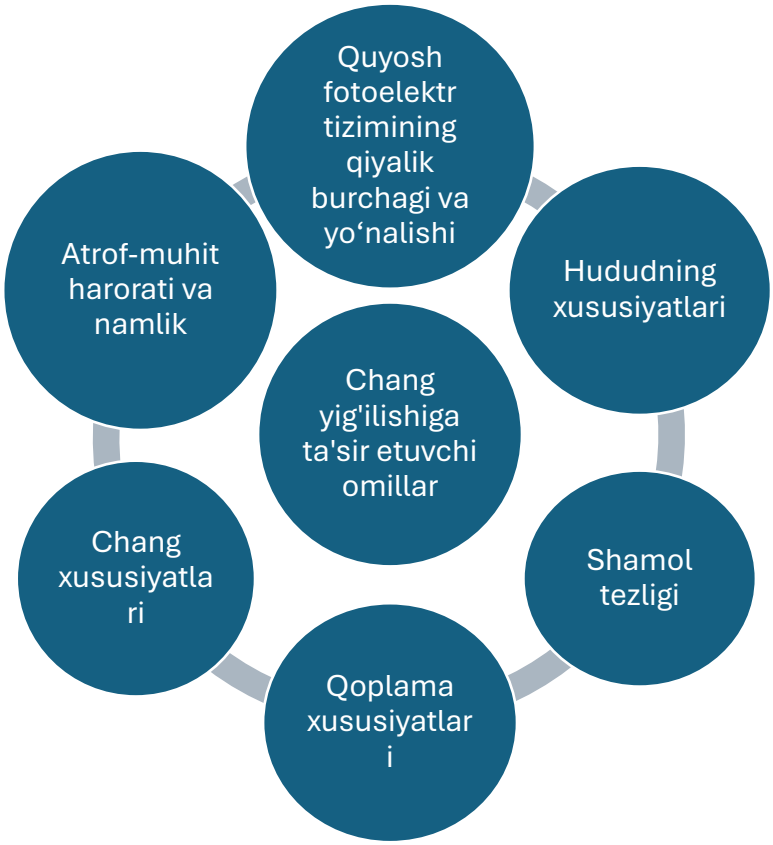
A REVIEW OF RESEARCH STUDIES INVESTIGATING THE IMPACT OF DUST DEPOSITION ON THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS.

Makhmudov M.I., Kushshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article reviews the current state of research on the impact of dust on the efficiency of solar panels. The novelties and shortcomings of scientific research on the impact of dust on the efficiency of solar panels are assessed. The results of observations conducted in different climatic conditions and in different regions are summarized. This article covers not only dust, but also a number of additional factors that negatively affect the efficiency of solar panels. Scientific research conducted to date is presented in a distributed manner over the years. At the end of the work, recommendations are given for cleaning the surface of solar panels.*

Keywords: *solar panels, pollution, energy efficiency, cleaning systems*

***K*irish.** Changning cho'kishi murakkab hodisa bo'lib, turli atrof-muhit va ob-havo sharoitlariga bog'liq. Chang odatda diametri 100 mikrometrdan kichik bo'lgan qattiq zarrachalarga nisbatan qo'llaniladigan atamadir. Bu atmosferada shamol tomonidan ko'tarilgan chang, piyodalar va transport vositalari harakati, vulqon otilishi va ifloslanish kabi turli manbalardan kelib chiqadi. Ushbu maqolada har doim mavjud bo'lgan, atmosferada osongina tarqaladigan va cho'kadigan kichik gulchanglar, shu jumladan, zamburug'lar, bakteriyalar va o'simliklar va mikrofiberlar, kiyim, gilam, choyshab va boshqalar kabi matolardan ham chang sifatida qaraladi. Quyosh panellari sirtida chang yelishiga ta'sir etuvchi omillar 1-chizmada keltirilgan.



1-chizma. Quyosh panellari sirtida chang yilishiga ta’sir etuvchi omillar

Quyosh panellari sirtida changning o‘rnashishi bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Tadqiqotlarni ularning mazmuniga ko‘ra uch bosqichga ajratish mumkin: 1-bosqich: 1940–1990 yillar – changning quyosh tizimi samaradorligiga ta’sirini, xususan, panelning qiyalik burchagi va qoplamasi kabi xususiyatlar asosida o‘rganishga qaratilgan; 2-bosqich: 1990 – 2010 yillar – chang to‘planishini yanada keng qamrovli va aniqroq tajribaviy tekshiruvlar asosida tadqiq qilishga qaratilgan; 3-bosqich: 2010 – yildan hozirgi kungacha – chang to‘planishi borasida olib borilgan tadqiqotlarni umumlashtirib changni aniqlovchi va tozalovchi quralmalar ishlab chiqish bilan tavsiflanadi. Quyosh panellari sirtida chang yig’ilishining asosiy sabablari 1-jadvalda keltirilgan.

Hottel va Woertz changning quyosh tizimlariga ta’sirini o‘rganish sohasidagi ilk tadqiqotchilardan biri bo‘lib, 1940-yilda olib borilgan tajribalar natijasida kollektor samaradorligida 1–4,7% pasayish qayd etgan va 45° qiyalikdagi shisha uchun 0,99 korreksiya koeffitsiyentini taklif etgan. Keyinchalik Garg Hindistonda shisha va plastik qoplamalar bo‘yicha olib borgan tadqiqotida gorizontal yuzalar vertikallarga nisbatan ko‘proq chang yig‘ishini aniqlab, 0,92 koeffitsiyentni tavsiya qilgan hamda 45° qiyalikda o‘tkazuvchanlikning faqat 8% ga kamayishini ko‘rsatgan. Shuningdek, plastik materiallarning elektrostatik xususiyatlari tufayli ular ko‘proq chang yig‘ishi aniqlangan. Salim va hammualliflar Saudiya Arabistonida uzoq muddatli kuzatuvlar asosida quyosh panellari samaradorligi chang yig‘ilishi sababli 8 oyda 32% ga kamayishini aniqlagan. Xuddi shunday, Wakim Quvaytda olib borgan tadqiqotida atigi 6 kunda qum yig‘ilishi natijasida quvvatning 17% ga pasayishini qayd etgan hamda chang ta’siri bahor va yozda kuz-qish mavsumiga nisbatan kuchliroq ekanini ko‘rsatgan [1].

Nahar va Gupta Hindistonning Thar cho‘lida olib borgan tadqiqotida qiyalik ortishi bilan chang yig‘ilishi kamayishini tasdiqlagan. Shisha uchun o‘tkazuvchanlik pasayishi 0°, 45° va 90° qiyaliklarda mos ravishda 19,17%, 13,81% va 5,67% ni, akril uchun esa 23%, 13,98% va 8,29% ni tashkil qilgan. Garg o‘z tadqiqotlarida shuni aniqladiki, shishada chang yig‘ilishi PVC va akrilga nisbatan kamroq bo‘ladi. Shu bilan birga, chang-to‘zonlarda o‘tkazuvchanlik keskin pasaygani qayd etilgan va cho‘l sharoitida panellarni kunlik tozalash tavsiya etilgan [2].

I-bosqich tadqiqotlarida chang yig‘ilishi bo‘yicha ko‘plab natijalar metodologiyadagi noaniqlik va chalg‘ituvchi jihatlar bilan tavsiflangan. Asosiy kamchiliklar tajriba davomida chang ifloslanishi darajasi va tarkibi deyarli o‘lchanmaganligi, shamol tezligi va yo‘nalishi hamda panel oriyentatsiyasi omillari hisobga olinmaganligi, tozalangan va changlangan panellarning o‘lchovlari turli kunlarda amalga oshirilganligi, changning turi, tarkibi, zarracha o‘lchami va yig‘ilish tezligi kabi xususiyatlar yetarlicha o‘rganilmaganligi kabilardan iborat.

1990-yillardan keyingi tadqiqotlar chang yig‘ilishi va uning quyosh panellari samaradorligiga ta’sirini yanada integrallashgan yondashuv hamda tajriba metodologiyasining takomillashuvi bilan tavsiflanib, natijalarnining ishonchliligi va aniqligini oshirdi.

El-Shobokshy va Hussein changning quyosh panellari samaradorligiga ta’siri bo‘yicha kompleks tadqiqot olib borgan dastlabki olimlar sifatida e’tirof etiladi. Sun’iy chang shu jumladan, ohaktosh, sement va uglerod zarrachalari va galogen lampalar yordamida o‘tkazilgan tajribalar sement changi 73 g/m² miqdorda to‘planganda paneldagi qisqa tutashuv kuchlanishini 80% ga, 250 g/m² atmosferadagi chang esa qisqa tutashuv tokini 82% ga kamaytirishini ko‘rsatdi. Ayniqsa, nozik uglerod zarrachalari eng salbiy ta’sir ko‘rsatgan. Tadqiqot xulosasiga ko‘ra, bir xil chang turida mayda zarrachalar yirik zarrachalarga nisbatan samaradorlikni kuchliroq pasaytiradi [3].

Goossens va hammualliflar shamol tezligi va quyosh panellari joylashuvining chang yig‘ilishiga ta’sirini shamol tunnelida modellashtirish hamda Negev cho‘lida dala tajribalari asosida o‘rgangan. Natijalar shamol tezligi oshishi bilan umumiy chang yig‘ilishi ortishini, biroq yerga nisbatan balandlikda yig‘ilish kamayishini ko‘rsatgan. Kuchli g‘arbiy shamollarda chang asosan tushdan keyin va kechqurun, janubi-g‘arbiy shamollarda esa faqat kechqurun ko‘proq to‘plangan. Dala tajribalarida eng katta chang yig‘ilishi quyosh panellarda, eng kami esa g‘arbiy oynalarda kuzatilgan; chang-to‘zonlarda kunduzi chang panellarda, kechasi esa sharqiy oynalarda ko‘proq yig‘ilgani aniqlangan [4].

Changning shisha o‘tkazuvchanligiga ta’sirini yanada chuqurroq o‘rganish maqsadida Hegazy Misrning Minia shahrida subtropik iqlim sharoitida bir yil davom etgan tajriba o‘tkazdi. Tajribada 3 mm qalinlikdagi va 0,09 m² yuzaga ega 9 ta kvadrat shisha plastinkadan foydalanildi: ulardan biri toza holda nazorat sifatida, qolganlari esa janubga qaragan va turli qiyalik burchaklarida joylashtirildi. Oylik chang yig‘ilishi asosida o‘tkazuvchanlik kamayishini ifodalash uchun tajriba natijalariga nisbiy regressiya qo‘llanildi va quyidagi tenglama ishlab chiqildi:

$$1 - \frac{t}{t_{toza}}(\%) = 34.37\text{erf}\,(0.17v^{0.8473})$$

bu yerda: v −chang massasi (g/m^2), erf (x) esa Gauss xatosi funksiyasini bildiradi.

Tadqiqot shuningdek, qiyalik burchagi 30° dan kam bo‘lgan shishalarda chang yig‘ilishi (va natijada o‘tkazuvchanlikning kamayishi) asosan hudud iqlimiga bog‘liq ekanini ko‘rsatdi. Ishlab chiqilgan empirik bog‘lanish ±6% aniqlikka ega bo‘lib, ma’lum qiyalik burchagi va atmosfera ta’sirida qolish muddati (kunlar) uchun shishaning o‘tkazuvchanlikdagi kamayishini hisoblash imkonini beradi. Natijalar Atlantika okeanidan Fors ko‘rfazigacha bo‘lgan mintaqalarda kichik qiyalik burchaklari uchun qo‘llash mumkin, o‘rtacha changlanish sharoitida haftalik tozalashni va chang yoki qum bo‘ronidan so‘ng esa darhol tozalashni tavsiya qiladi [5]. Quyosh panellarining samaradorligini oshishga qaratilgan usullar 2-chizmada keltirilgan.

II-bosqich tadqiqotlar quyosh panellari samaradorligiga changning ta’sirini o‘rganishda 1-bosqichga nisbatan ancha chuqurroq yondashuvni qamrab olgan. Ushbu tadqiqotlarda chang yig‘ilishi va uning oqibatlarini belgilovchi turli parametrlarni kengroq tahlil qilingan. Shu paytgacha olingan natijalar quyosh panellari tizimlarini ishonchli tarzda qo‘llashda bunday izlanishlarning ahamiyatini tasdiqladi. Biroq, bir qancha muhim cheklovlar hanuz to‘liq bartaraf etilmagan. Bular: tabiiy changning optik, o‘lcham, shakl va elektrostatik cho‘kish xatti-harakati kabi xususiyatlari batafsil tavsiflanishi kerak; changning biologik va elektro-kimyoviy xususiyatlari turli ekologik sharoitlarda qanday ta’sir ko‘rsatishini o‘rganish zarur; optimallashtirish tadqiqotlari

turli geografik va iqlimiy hududlarda quyosh energiyasidan maksimal foydalanish, shamol oqimlari va chang yig‘ilishini minimal darajaga tushirishni hisobga olishi lozim; matematik modellar chang zarrachalarini mukammal sfera shaklida deb faraz qilmay, ularning haqiqiy geometriyasini ham hisobga olish kerak.



2-chizma. Quyosh panellarining samaradorligini oshish usullari.

So‘nggi yillarda bir qancha tadqiqotlar quyosh panellari modullari yuzasida chang va boshqa ifloslanishlar ularning samaradorligini sezilarli darajada pasaytirishini ko‘rsatgan. Ayniqsa, chang bo‘ronlari kabi yuqori darajadagi ifloslanish sharoitlari quyosh panellari generatorlarining umumiy energiya ishlab chiqarishining kamayishiga olib keladi. Chunki qum donachalari quyosh nurlarining quyosh panellari yuzasiga yetib borishini cheklaydi. Chang zarralari yorug‘likni qaytaradi va yutadi, natijada tizim samaradorligi pasayadi. Shuningdek, changlanish darajasi, murakkabligi va tezligi turli hududlarda farq qiladi. Bunday jarayonlarni baholash va kuzatish uchun bir nechta usullar mavjud. Bularga misol sifatida tasvir tahliliga asoslangan changlanish sensori (SIA), optik o‘lchov asosidagi changlanish sensori (OSM) hamda maxsus chang monitoring stansiyalari mavjud. 10 haftalik tadqiqot davomida Gholami va boshqalar shuni aniqladiki, Tehronda ochiq havoda chang to‘planishi samaradorlikka kuchli ta’sir ko‘rsatgan. Xususan, 6.086 g/m² chang qatlami umumiy quvvat samaradorligini 21.47 % ga kamaytirgan. Shuningdek, qumli va qurg‘oqchil hududlarda quyosh panellari tizimlarining ishlashi alohida o‘rganilgan. Masalan, BAA ning Sharja shahrida olib borilgan tadqiqotlar 5.44 g/m² qum zarrachalari 6 oy ichida quyosh panellari tizimlari maksimal quvvatini 12.7 % ga kamaytirishini ko‘rsatgan. Wan Juzaili Jamil va hammualliflari yuqori namlik chang yig‘ilishining asosiy sababi ekanligini ko‘rsatib, changning kun davomida chiziqli ravishda to‘planmasligini aniqlashgan. Malayziyada 6 oy davomida o‘tkazilgan tajriba shuni ko‘rsatdiki, toza quyosh panellari modulining umumiy energiya hosili 854.41 kVt·soatni,

chang bosgan modulniki esa 842.80 kVt·soatni tashkil qilgan. Ikki modul orasidagi o‘rtacha kunlik farq 0.05 kVt·soatni tashkil etgan [6].

Changning quyosh panellarga ta’siri bo‘yicha mavjud tadqiqotlar sanoat changlarini ham o‘rgangan. Masalan, o‘g‘it, gips, maydalangan tosh va ko‘mir changi. Tanzaniya tropik iqlimida o‘tkazilgan tajriba shuni ko‘rsatdiki, ko‘mir changi eng katta ta’sir ko‘rsatgan va samaradorlikni 64 % ga kamaytirgan. Gips va organik o‘g‘itning ta’siri esa taxminan 30 % ni tashkil etgan. Iroqda o‘tkazilgan tadqiqotda qurilish changining uch turi — sement, gips va boraks — quyosh panellari tizimlarining elektr samaradorligiga ta’siri o‘rganilgan. Natijada, gips quvvat va samaradorlikka eng kuchli ta’sir ko‘rsatgani, boraks esa kuchlanishga sezilarli darajada ta’sir qilgani aniqlangan. Iroqda olib borilgan boshqa tadqiqotda uchta quyosh panellari modul ochiq havoda saqlanib, chang to‘planishi va uning tizim ishlashiga ta’siri baholangan. Chang va kir namunalarining tahliliga ko‘ra, transport vositalari va generatorlar chiqindilaridan kelib chiqqan uglevodorod zarrachalari yuqori darajada aniqlangan. Umonda tadqiqotchilar uch oy davomida yig‘ilgan olti turdagi chang namunalarini o‘rganib, quyosh panellari samaradorligini baholashgan. Natijalarga ko‘ra, chang zarrachalarining 64 % ini 2–6 μm diapazondagi zarrachalar tashkil etgan bo‘lib, ular samaradorlikni atigi 0,05 % ga kamaytirgan. Bu ko‘rsatkich qo‘shni Iroqdagi natijalarga nisbatan ancha past. Masalan, Bag‘dod shahrida chang zarrachalari hajmi 2–62 μm bo‘lgan kremniy va 0,5–2 μm diapazondagi gil zarrachalari qayd etilgan [7].

1-jadval.

Turli iqlim sharoitlarida chang to‘planishining quyosh panellari tizimlari samaradorligiga ta’sirini kamaytirish uchun optimal tozalash sikllarini ishlab chiqishga qaratilgan yondashuvlar.

1-guruh. Past kenglikdagi iqlim zonalari: nam, nam-quruq va quruq tropik iqlimlar

Iqlim turi	Sharoitlar	Tavsiya etilgan tozalash sikli
Nam tropik	20–34 °C, yog‘in >250 sm	Quruq davrlarda haftada 1 marta, yog‘in ko‘p bo‘lsa kamroq.
Nam–quruq tropik	20–30 °C, yog‘in >150 sm	O‘rtacha changda haftalik, kuchli changda har kuni.
Quruq tropik (cho‘l hududlari)	20–49 °C, yog‘in ~15 sm	Kamida haftada 1 marta, bo‘rondan keyin darhol.

2-guruh. O‘rta kenglikdagi iqlim zonalari: dasht, O‘rta Yer dengizi, o‘tloq

Iqlim turi	Sharoitlar	Tavsiya etilgan tozalash sikli
Dasht iqlimi	–4 dan 40 °C, yog‘in 10–50 sm	Baland tilt bo‘lsa – haftalik, past tilt bo‘lsa – tez-tez.
O‘rta Yer dengizi	10–40 °C, yog‘in ~42 sm	1–2 haftada bir, sanoat yaqinida bo‘lsa – har kuni.
O‘tloq (grassland)	–4 dan 22 °C, yog‘in ~81 sm	Haftalik yoki ikki haftalik, chang ko‘p bo‘lsa haftalik.

3-guruh. Yuqori kenglikdagi iqlim zonalari: tayga va tundra

Iqlim turi	Sharoitlar	Tavsiya etilgan tozalash sikli
Tayga iqlimi	–22 dan 16 °C, yog‘in ~31 sm	Haftalik chang tozalash, qor bo‘lsa tez-tez.
Tundra iqlimi	–22 dan 6 °C, yog‘in ~20 sm	Haftalik chang tozalash, qor bo‘lsa darhol.

Shu asosda, quyosh energiyasini elektrga aylantirish uchun mo‘ljallangan qurilmalardan mayda zarrachalar va chang donalarini samarali tozalash bo‘yicha rivojlangan tadqiqotlar davom etmoqda. Biroq, ishonchli va optimal tozalash texnologiyalarini joriy etish hanuz katta muammo bo‘lib qolmoqda. To‘plangan chang va qum donalarining ta’siri ma’lum atrof-muhit omillari va sharoitlari bilan chambarchas bog‘liq. Amaliyotda esa tozalash ishlari asosan chang darajasini oddiy kuzatish va quyosh panellari tizimining quvvat chiqishi pasayishini tahlil qilish orqali rejalashtiriladi.

Masalan, Elektrodinamik qalqon (EDS) texnologiyasi va o‘zini-o‘zi tozalovchi qoplamalar quyosh panellaridan chang zarralarini tozalashda keng qo‘llanmoqda. Ushbu usulda elektrodinamik, optik uzatish va elektrod parametrlariga asoslangan changni yo‘qotish mexanizmlari aniqlangan. Biroq, bu usul changni tozalash tezligiga sezgir emasligi bilan cheklangan hamda matematik modellashtirishni qamrab olmaydi. Shu bilan birga, yangi va robotlashtirilgan tozalash texnologiyalari yuqori samaradorlik va mustahkamlikni namoyish etmoqda. Tadqiqotda yarim avtomatlashtirilgan, robotlashtirilgan, elektrostatik, o‘zini-o‘zi tozalovchi va barqaror tozalash usullari to‘liq o‘rganilmagan. Shu sababli panellar tashqi muhit ta’sirida qolganida ularning volt-amper xarakteristikasi bevosita quyosh panellari tizim quvvatiga ta’sir ko‘rsatadi.

Xulosa. Ushbu maqolada changning quyosh energiyasi qurilmalari, xususan quyosh panellari tizimlarining samaradorligiga ta’siri bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarning hozirgi holati ko‘rib chiqiladi hamda kelgusidagi izlanishlar uchun dolzarb muammolar aniqlanadi. Tadqiqotlar uch bosqichda tahlil qilingan: birinchi bosqich 1960–1990-yillardagi ishlarga, ikkinchi bosqich esa 1990 – 2010-yillardagi ishlarga, uchinchi bosqich esa 2010-yildan keyingi tadqiqotlarga qaratilgan. Keng qamrovli adabiyot tahliliga asoslanib, mavjud iqlim va atrof-muhit sharoitlariga mos ravishda quyosh panellari tizimlarini tozalash va texnik xizmat ko‘rsatish sikllarini belgilashga yordam beruvchi tavsiya jadvali ishlab chiqilgan.

Adabiyotlar

1. Hottel H.C, Woertz B.B. Yassi plastinka quyosh issiqlik kollektorlarining ishlashi. ASME Trans 1942;64:91–104.
2. Garg H.P. Yassi plitali quyosh energiyasi kollektorlarida shaffof qoplamalarga changlanganlikning ta'siri. Quyosh energiyasi 1974;15(4):299–302.
3. Al-Addous, M. Dalala, Z. Alawneh, Class, CB, 2019. Changni modellashtirish va miqdorini aniqlash to‘planishning PV modulining ishlashiga ta'siri (dekabr). Sol. Energiya 194, 86–102. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.086(dekabr).
4. Shehri, A., Parrott, B., Carrasco, P., Al Saiari, H., Taie, I., 2016. Changning ta'siri PV modullarini qo‘llash uchun shisha o‘tkazuvchanligi bo‘yicha cho‘kma va cho‘tka asosida quruq tozalash (okt.). Sol. Energiya 135, 317–324.v https://doi.org/10.1016/j.solener. 2016.06.005(oktyabr).
5. Al Garni, H.Z, 2022. Tuproqning Saudiya Arabistonidagi PV modulining ishlashiga ta'siri. MDPI, 01 noyabr Energetika 15 (21). https://doi.org/10.3390/en 15218033.
6. Ahmad E.Z, Jarimi, H., Razak, T.R, 2022. Sun'iy neyron tarmog'ini bashorat qilish modeli uy-joy dasturlari uchun fotovoltaik ishlashga chang ta'siri: Malayziya misolida (may). Int. J. Yangilash. Energy Dev. 11 (2), 365–373. https://doi.org/10.14710/ijred. 2022.42195(may).
7. Aljdaeh, E., va boshq., 2021. O‘z-o‘zini tozalaydigan hidrofobikning samaradorligini oshirish changli muhitda nano qoplamali fotovoltaik panellar (oktyabr). Energiya. (Bazel) 14 (20). https://doi.org/10.3390/en14206800(oktyabr).

UO‘K 621.372

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВИБРОУСТОЙЧИВЫХ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Атауллаев А.О.

Навоийский государственный горно-технологический университет.

Аннотация. *Одной из важных задач является создание автоматизированных систем управления технологическими процессами при бурении нефтяных и газовых скважин (АСУТП-бурение), позволяющих повысить производительность труда и качество работ. В настоящее время все более широкое развитие получает бурение наклонно-направленных скважин. Бурение наклонно-направленных скважин значительно сложнее, чем одноствольных вертикальных и связано с большим объёмом инклинометрических работ по измерению параметров скважины. Важным резервом повышения производительности труда при бурении является создание систем автоматического управления (САУ) ориентацией бурового инструмента, как одной из подсистем АСУТП-бурение, повышающих точность проходки скважины и обеспечивающих экономию материальных средств и времени.*

Ключевые слова: *синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы, синусная обмотка, косинусная обмотка бесконтактные первичные преобразователи зенитного угла, принципы построения, погрешность, схема замещения, активное сопротивление, индуктивное сопротивление, сопротивление взаимной индукции.*

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF VIBRATION-RESISTANT INCLINOMETRIC TRANSDUCERS FOR CONTROL AND MONITORING SYSTEMS

Ataullayev A.O.

Navoi state mining and technology university.

Annotation. *One of the important tasks is the development of automated process control systems for drilling oil and gas wells (APCS-Drilling), which make it possible to improve labor productivity and the quality of operations. At present, the drilling of directional and inclined wells is becoming increasingly widespread. The drilling of directional wells is considerably more complex than that of single vertical wells and involves a greater volume of in clinometric work to measure wellbore parameters. An important reserve for improving labor productivity in drilling operations is the creation of automatic control systems (ACS) for the orientation of drilling tools, as one of the subsystems of APCS-Drilling, which increase the accuracy of wellbore trajectory control and ensure savings in both material resources and time.*

Key words: *sine-cosine rotary transformers, sine winding, cosine winding, non-contact primary converters of the zenith angle, design principles, error (accuracy), equivalent circuit, active resistance, inductive reactance, mutual inductance reactance.*

Введение. Внедрение САУ ориентацией бурового инструмента затруднено в связи с отсутствием первичных инклинометрических преобразователей (ИП), удовлетворяющих специфическим требованиям, предъявляемым системой управления по ветроустойчивости - способности выдавать информацию о траекторных параметрах скважины и положении отклоняющего устройства с высокой точностью при воздействии вибрационных и ударных перегрузок. Для повышения виброустойчивой инклинометрических преобразователей необходимо снижать частоту собственных колебаний чувствительных элементов (маятников) ИП по отношению к частоте вибрации. В известных ИП частота собственных колебаний чувствительных элементов лежит в диапазоне 2-4 Гц, что обуславливает дополнительную погрешность преобразования зенитного угла свыше 10^0. В связи с этим, они позволяют проводить измерения только дискретно, при остановке процесса бурения, что делает их применение в САУ ориентацией бурового инструмента затруднительным. Отсюда вытекает необходимость исследования первичных инклинометрических преобразователей, удовлетворяющих специфическим требованиям САУ ориентацией бурового инструмента по виброустойчивой [1-6].

Основная часть. Анализ по инклинометрическим преобразователем зенитного угла и угла установки отклонителя показывает, что в них в основном рассматриваются различные конструкции ИП на основе физического маятника, их кинематические схемы и экспериментальные исследования. Для САУ буровым инструментом более перспективны

виброустойчивые ИП с низкой частотой собственных колебаний на основе жидкостного маятника.

Таким образом, задача исследования и разработки виброустойчивости инклинометрических преобразователей для САУ буровым инструментом является актуальной. Разработана обобщенная математическая модель виброустойчивых жидкостных ИП, охватывающая широкую гамму жидкостных инклинометрических преобразователей на основе жидкостного маятника в виде сообщающихся уровня и присоединенной к нему трубкой, произвольным образом уложенной в плоскости рамки. Математическая модель представляет собой дифференциальные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами, описывающие движение рамки и свободной поверхности жидкости, с учетом действия на маятники ИП инерционных сил и моментов, возникающих в результате виброускоренного движения преобразователя.

Показано, что разработанная математическая модель позволяет количественно оценить влияние вибрации на точностные характеристики инклинометрических преобразователей и проводить анализ закономерностей работы ИП - зависимости частоты собственных колебаний от конструктивных параметров, что позволяет использовать модель при синтезе виброустойчивых жидкостных ИП, предназначенных для контроля зенитного угла скважины и угла установки отклонителя в САУ ориентацией бурового инструмента. Разработан новый класс виброустойчивых инклинометрических преобразователей с низкой частотой собственных колебаний маятников на основе трубки с жидкостью установлено, что: а) увеличение длины трубки с жидкостью до 12 м посредством выполнения жидкостного маятника в виде сообщающихся сосудов в условиях жестких ограничений на диаметральные габариты корпуса преобразователя, позволяет снизить частоту собственных колебаний жидкостного маятника до 0,2 Гц, при этом постоянная составляющая дополнительной погрешности от вибрации снижается до 0,5-1,5 град б) виброустойчивость жидкостных ИП в частотном диапазоне вибрации 4-100 Гц и виброускорениях до 10 g повышается на порядок по сравнению с инклинометрических преобразователей на основе физического маятника, подвешенного в опорах с сухим трением, что позволяет удовлетворить специфическим требованиям САУ ориентацией бурового инструмента по виброустойчивости.

Получена уточненная аналитическая зависимость постоянной составляющей дополнительной погрешности от вибрационных перегрузок η и величины λ отношения частоты собственных колебаний маятника ИП к частоте вибрации. Показано, что для повышения точности расчётов на виброустойчивость инклинометрических преобразователей необходимо в формуле определения составляющей дополнительной погрешности инклинометрических преобразователей от вибрации основания учитывать член, представляющий собой произведение четвертых степеней малого параметра и большого параметра. Установлено, что применение полученной уточненной зависимости при проектировании, а также при расчёте известных ИП на виброустойчивость повышает точность инженерных расчётов на десять процентов. Последнее позволяет улучшить на стадии проектирования точностные характеристики известных ИП и сделать их применимыми в САУ ориентацией бурового инструмента с точки зрения виброустойчивости, что повышает точность проводки скважины по заданному профилю, а также повышает точность расчёта на виброустойчивость разработанных поплавковых и жидкостных ИП. Исследован виброустойчивый двухстепенной инклинометрических преобразователей с коаксиальными рамками. Установлено, что коаксиальное расположение рамок-маятников ИП, выполненных в виде толстостенных цилиндров поплавков, уравновешенных по плавучести и дифференту в жидкости, заполняющей корпус преобразователя, позволяет существенно увеличить момент инерции рамок-маятников и снизить частоту собственных колебаний зенитного маятника от $4\,\text{Гц}$ до $2-2{,}5\,\text{Гц}$ без

изменения статического момента и нагрузки на опоры в условиях жестких ограничений на диаметр корпуса преобразователя, обусловленных максимальным диаметром скважины. При этом дополнительная погрешность преобразования зенитного угла от вибрации основания снижается от 6^0 до $1-1,5^0$ при виброускорениях $3 \dots 5\ g$ в частотном диапазоне вибраций $20-100$ Гц что позволяет удовлетворить специфическим требованиям САУ ориентацией бурового инструмента по виброустойчивой. В статье рассмотрен обзор по преобразователям зенитного угла и угла установки отклоните. В результате анализа процесса бурения и условий эксплуатации выявлены основные требования, предъявляемые к ИП со стороны САУ ориентацией бурового инструмента. В настоящее время существующие промышленные ИП не соответствуют требованиям, предъявляемым САУ ориентацией бурового инструмента по виброустойчивой, поскольку обладают значительными дополнительными погрешностями от вибрации основания (более 10^0). Для систематизации конструкций и кинематических схем преобразователей зенитного угла, проведена классификация по признакам, оказывающим влияние на виброустойчивость инклинометрических преобразователей зенитного угла. По виду кинематических схем виброустойчивые инклинометрических преобразователей можно разделить на три группы (рис.1).

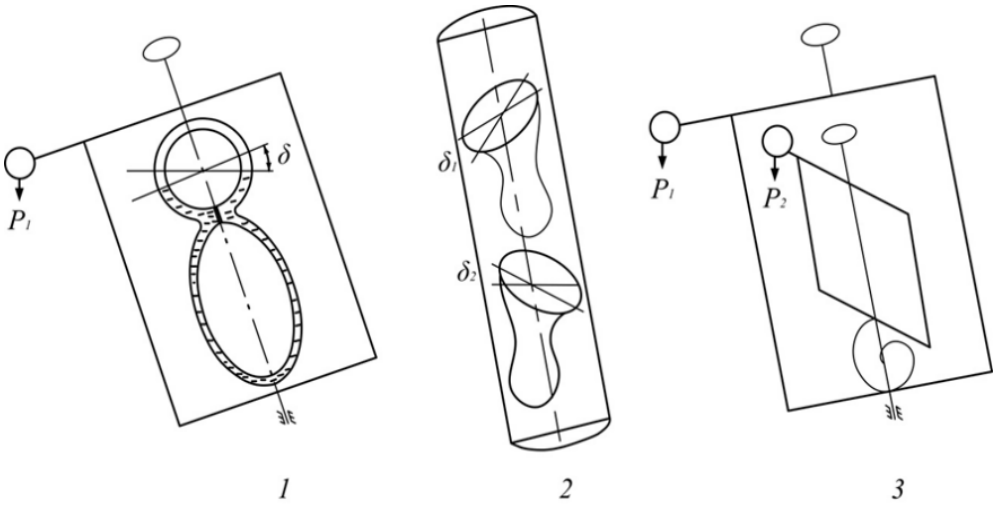


Рис.1. Инклинометрические преобразователи 1, 2, 3.

Анализ кинематических схем ИП показывает, что обязателен чувствительный элемент, реагирующий на гравитационное поле Земли. В настоящее время известны лишь преобразователи гравитационного поля, содержащие подвижные элементы. Поэтому при создании ИП, предназначенных для функционирования в процессе бурения, основное внимание должно уделяться ИП, удовлетворяющих по виброустойчивой. Для обеспечения виброустойчивой инклинометрических преобразователей, необходимо снижать частоту собственных колебаний маятников ИП по сравнению с частотой вибрации. В известных инклинометрических преобразователей зенитного угла на основе физического маятника, в условиях жестких ограничений на диаметр корпуса преобразователя, снижение частоты собственных колебаний зенитного маятника ниже $2-4$ Гц не представляется возможным. Более перспективными для использования в САУ буровым инструментом являются инклинометрических преобразователей зенитного угла с коаксиальными рамками-маятниками и ИП на основе жидкостного маятника, частота собственных колебаний которого может быть значительно снижена, посредством увеличения длины трубки, заполненной жидкостью.

Математические модели виброустойчивых инклинометрических преобразователей для разработки обобщенной математической модели ИП, применен аппарат теории матриц и теории сплошных сред. При этом введены ортонормированные реперы: неподвижный репер

R_0 связанный с вектором напряженности магнитного поля Земли (МПЗ) и подвижные реперы, связанные с плоскостью наклона скважины - R_1; осью скважины - R_2; корпусом инклинометрических преобразователей - R_3; рамкой R_4 и уровнем жидкости - R_5 ИП-1 (рис. 1) состоит из рамки, центр тяжести которой смещен относительно оси вращения эксцентричным грузом. В рамке закреплен жидкостный маятник в виде кольцевого уровня с перегородкой и присоединенной к нему трубкой, произвольным образом уложенной в плоскости рамки и симметричной относительно оси вращения рамки. Воспользовавшись динамическими уравнениями Эйлера и уравнениями движения вязкой жидкости, получена обобщенная математическая модель ИП-1 в виде:

$$\begin{cases} \frac{d\vec{G}}{dt} + \vec{\omega} \cdot \vec{G} = \overrightarrow{r_p} \cdot m\vec{g} + \overrightarrow{r_p} \cdot m\overrightarrow{r_0} + \vec{M}g + \int_S \overrightarrow{r_т} \cdot p\vec{n}dS + M_{тр} \\ \frac{d}{dt}\int_\Omega d\Omega = D, \frac{d}{dt}\int_\Omega \vec{U}d\Omega = \int_\Omega \vec{f}d\Omega + \int_\Omega \left(-\frac{P}{\rho}\bar{\bar{E}} + 2\nu\bar{\bar{D}}\right)\vec{n}dS \end{cases} \quad (1)$$

где $\vec{G}$ – вектор момента количества движения рамки:
$\vec{G} = \bar{\bar{J}}\vec{\omega}$, $\bar{\bar{J}}$ - тензор инерции рамки, $\vec{\omega}$ - вектор абсолютной скорости рамки; $\overrightarrow{r_p} \cdot m\vec{g}$ - вектор момента сил веса, $\overrightarrow{r_p}$ – радиус-вектор координат центра тяжести груза, m – масса груза, $\vec{g}$ - вектор ускорения силы тяжести; $\overrightarrow{r_p} \cdot m\overrightarrow{r_0}$ - вектор момента от сил инерции, $\overrightarrow{r_0}$ – радиус-вектор полюса 0 репера R_2 $\overrightarrow{r_0} = \overrightarrow{r_0}(\mathrm{X}_2(t), Y_2(t), Z_2(t).), \overrightarrow{r_0} = \overrightarrow{r_0}\left(\dot{V_1}, V_2, \dot{V_3}\right)$;

$M_{тр}$- вектор момента сил трения, $\vec{M}g$ - вектор демпфирующего момента, $\int_S \overrightarrow{r_т}p\vec{n}dS$- вектор момента от сил давления жидкости на стенку, $\overrightarrow{r_т}$ - радиус-вектор координат уровня жидкости, p - давление, $\vec{n}$ - внешняя нормаль к твердой стенке, S - твердая стенка; $\vec{U}$ - вектор скорости частицы жидкости, Ω - объем жидкости; $d\Omega$ - граница жидкости; $\bar{\bar{E}}$ - единичный тензор; $\bar{\bar{D}}$ - тензор скоростей деформации, ρ - плотность жидкости; ν - кинематический коэффициент вязкости:

$$\vec{f} = \vec{g} - \overrightarrow{r_0} - \frac{d\vec{\omega}}{dt} \cdot \overrightarrow{r_т} - \vec{\omega}(\vec{\omega} \cdot \overrightarrow{r_т}) + \left(\overrightarrow{\omega_p}\right)^2\overrightarrow{r_т} - 2\vec{\omega} \cdot \vec{U}$$

Считаем, что основное движение жидкости одномерно вдоль трубки и что давление в каждом сечении, перпендикулярном направлению трубки, постоянно.

Проектируя (1) на координатные оси репера R_4 получена обобщенная математическая модель ИП-1:

$$\begin{cases} \dot{J}_{z4}\ddot{\beta} + K_g\dot{\beta} + ma(g\,sin\theta + \dot{V}_2)\sin(\varphi - \beta) = maV_2\cos(\varphi - \beta) + M_{тр}sign\dot{\beta} \\ \ddot{\delta} + c\upsilon\dot{\delta} + \frac{2g}{l}[\cos(\varphi - \beta)\sin\theta\cos\delta - \cos\theta\sin\delta] = \\ = -\frac{2}{l}[\dot{V}_1\cos(\varphi - \beta)\cos\delta + \dot{V}_2\sin(\varphi - \beta)\cos\delta - V_3\dot{\sin}\delta] \end{cases} \quad (2)$$

Где: β, δ - соответственно углы поворота рамки и уровня жидкости, α - проекция радиуса вектора $\overrightarrow{\mathrm{r_p}}$ на ось OX_4, θ - зенитный угол, φ - угол установки отклонителя, константа, характеризующая геометрию трубки, K_g - коэффициент демпфирования, -длина трубки заполненной жидкостью.

Получены линеаризованные уравнения малых колебаний инклинометрических преобразователей, относительно положения статического равновесия $\beta = \varphi, \delta = \theta$:

$$\left.\begin{array}{c} \dot{J}_{z4}\ddot{\beta}^* + K_g\dot{\beta}^* + ma\left(gsin\theta + \dot{V}_1\right)\beta^* = -ma\dot{V}_2 + M_{тр}sign\dot{\beta} \\ \ddot{\delta}^* + c\upsilon\dot{\delta}^* + \frac{2g}{l}\delta^* = -\frac{2}{l}[(\dot{V}_1\cos\theta + V_3\sin\theta) + (\dot{V}_1\sin\theta - V_3\cos\theta)\delta^* + \dot{V}_2\beta^* \end{array}\right\} \quad (3)$$

Где: β^*, δ^* - малые отклонения рамки и уровня жидкости от положения статического равновесия.

Выражения номинальных статических характеристик преобразования инклинометрических преобразователей для зенитных углов $\theta \neq 0$ получим из (2)
Пологая $\dot{V}_2$=0, $\ddot{\beta} = \dot{\beta} = 0, \ddot{\delta} = \dot{\delta} = 0; \beta = \varphi, \quad \delta = \theta;$
То есть углы поворота рамки и жидкости соответственно пропорциональны углу установки отклонителя и зенитному углу скважины.
Получена обобщенная математическая модель инклинометрических преобразователей (рис.1), кинематическая схема которой представляет два одно степенных жидкостных маятника, оси вращения которых взаимно-перпендикулярны и ортогональны оси скважины:

$$\begin{cases} \ddot{\delta}_1 + \upsilon_1 c_1 \dot{\delta}_1 + \frac{2g}{l_1}(-\sin\theta\cos\varphi\cos\delta_1 + \cos\theta\sin\delta_1) = \\ \quad = \frac{2}{l_1}\left(\dot{V}_1\cos\varphi\cos\delta_1 + \dot{V}_2\sin\varphi\cos\delta_1 + \dot{V}_3\sin\delta_1\right) \\ \ddot{\delta}_2 + \upsilon_2 C_2\dot{\delta}_2 + \frac{2g}{l_2}(\sin\theta\sin\varphi\cos\delta_2 - \cos\theta\sin\delta_2) = \\ \quad = \frac{2}{l_2}\left(-\dot{V}_1\sin\varphi\cos\delta_2 + \dot{V}_2\cos\delta_2 - \dot{V}_3\sin\delta_2\right) \end{cases} \quad 4)$$

Откуда получены выражения номинальных статических характеристик ИП-2:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\operatorname{tg}\delta_2}{\operatorname{tg}\delta_1};$$

$$\operatorname{tg}\theta = \sqrt{\operatorname{tg}^2\delta_1 + \operatorname{tg}^2\delta_2}$$

Получена обобщенная математическая модель ИП-3 (рис.1) кинематическая схема которой представляет две коаксиальные рамки-маятники, повернутые друг относительно друга на 90^0 и соединенные упругой связью:

$$\begin{cases} \dot{J}_{z4}\ddot{\beta}_1 + \dot{J}_{z5}\ddot{\beta}_2 + К_{\dot{\beta}_1}\dot{\beta}_1 - K_y(\beta_2 - \beta_1) + \\ +m_1\sin(\varphi - \beta)\left(g\sin\theta + \dot{V}_1\right) = m_1\dot{V}_1\cos(\varphi - \beta_1) \pm M_{\text{тр}} \\ \dot{J}_{z5}\ddot{\beta}_2 + К_{\dot{\beta}_2}\dot{\beta}_2 - K_y(\beta_2 - \beta_1) + \\ +m_2\cos(\varphi - \beta_2)\left(g\sin\theta + \dot{V}_1\right) = m_2\dot{V}_2\sin(\varphi - \beta_2) \pm M_{\text{тр}} \end{cases} \quad (5)$$

Где: J_{z4}, J_{z5} - соответственно моменты инерции наружной и внутренней рамок, K_y- коэффициент упругой связи, β_2, β_1 - соответственно углы поворота наружной и внутренней рамок, m_1, m_2 - соответственно статические моменты наружной и внутренней рамок.
Получены линеаризованные уравнения малых колебаний ИП-3:

$$\begin{cases} \dot{J}_{z4}\ddot{\beta}_1^{\,*} + \dot{J}_{z5}\ddot{\beta}_2^{\,*} + К_{\dot{\beta}_1}\dot{\beta}_1^{\,*} - K_y(\beta_2^{\,*} - \beta_1^{\,*}) + m_1 g\sin\theta\cdot\beta_1^{\,*} = 0 \\ \dot{J}_{z5}\ddot{\beta}_2^{\,*} + К_{\dot{\beta}_2}\dot{\beta}_2^{\,*} - K_y(\beta_2^{\,*} - \beta_1^{\,*}) + m_2 g\sin\theta = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Получены выражения номинальных статических характеристик:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{m_1\sin\beta_1 - m_2\cos\beta_2}{m_1\cos\beta_1 + m_2\sin\beta_2} \qquad \sin\theta = \frac{K_y(\beta_2 - \beta_1)}{m_1 m_2\cos(\beta_2 - \beta_1)} \quad (7)$$

Исследованы дополнительные погрешности виброустойчивых одно и двухстепенных инклинометрических преобразователей от вибрации основания, рассмотрены пути их снижения. Исследование виброустойчивой инклинометрических преобразователей заключалось в решении уравнений (3,7) и последующем анализе выражений дополнительной погрешности от вибрации основания инклинометрических преобразователей. Для решения уравнений использован метод малого параметра. Решение первого уравнения системы (3) в

пятом приближении позволяет определить постоянную составляющую дополнительной погрешности от вибрации основания и периодическую составляющую одно степенного инклинометрических преобразователей.

Здесь приведена лишь постоянная составляющая дополнительной погрешности от вибрации основания преобразования угла установки отклонителя и зенитного угла одно степенных инклинометрических преобразователей:

$$\beta = -\frac{n_1 n_2 \lambda_1^2(1-\lambda_1^2)}{2sin^2\theta\left[(1-\lambda_1^2)^2+4\xi_1^2\lambda_1^2\right]} + \frac{n_1^3 n_2 \lambda_2^4(1-\lambda_1^2)}{4\sin^4\theta\left[(1-\lambda_1^2)^2+4\xi_2^2\lambda_1^2\right]^2}; \quad (8)$$

$$\delta = -\frac{n_1 n_2 \lambda_1^2(1-\lambda_2^2)\sin 2\theta}{4\left[(1-\lambda_2^2)^2+4\xi_2^2\lambda_2^2\right]} + \frac{n_2^3 n_3 \lambda_2^4(1-\lambda_2^2)\cos^2\theta\sin\theta}{4\left[(1-\lambda_3^2)^2+4\xi_2^2\lambda_2^2\right]^2} \quad (9)$$

Где: n_1, n_2, n_3 - вибрационные перегрузки; λ_1, λ_2 - соответственно отношение частоты собственных колебаний маятников угла установки отклоните и зенитного угла к частоте вибрации, ξ_1, ξ_2 - степени демпфирования. В выражениях (8), (9) удержаны первые два члена постоянной составляющей дополнительной погрешности от вибрации, вносящие наибольший вклад в значение погрешности. Полученные формулы являются приближенным решением (3), для определения применяемости их при определении дополнительной погрешности от вибрации основания была проведена оценка погрешности приближения, посредством прямого сравнения решения системы уравнения (3) численным методом Рунге-Кутта на программе Matlab с полученными (8) и (9). Расхождение решений при этом по углу отклонения маятников инклинометрических преобразователей от положения статического равновесия не превышает 1-5%. Получена постоянная составляющая дополнительной погрешности преобразования зенитного угла ИП-1:

$$\delta = \frac{n_1 n_2 \lambda_1(1-\lambda_2^2)\operatorname{ctg}\theta}{2\sin^2\theta\left[(1-\lambda_1^2)^2+4\xi_2^2\lambda_1^2\right]} - \frac{n_1{}^* n_2{}^*(1-\lambda_2^2)}{2\left[(1-\lambda_2^2)^2+4\xi_2^2\lambda_2^2\right]} + \frac{n_1^2 n_2^2 \lambda_1^2(1-\lambda_1^2)\operatorname{ctg}\theta}{4\sin^2\theta[(1-\lambda_2^2)^2+4\xi_2^2\lambda_1^2]} \quad \ldots\ldots (10)$$

Из анализа выражений (8), (9), (10) следует, что снижение постоянной составляющей дополнительной погрешности от вибрации основания достигается понижением степени демпфирования и величины λ - отношения частоты собственных колебаний маятника к частоте вибрации. Получены постоянные составляющие дополнительной погрешности преобразования углов от вибрации основания для двухстепенных инклинометрических преобразователей:

$$\beta = \frac{n_1 n_2}{[(1-\lambda_1^2)+4\xi_2^2\lambda_2^2]} - \frac{\lambda_1^2(1-\lambda_1^2)}{2\sin^2\theta} + \frac{\lambda_2^2(1-\lambda_1^2)}{2}\sin\theta\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + \lambda_2(1-\lambda_1)\frac{J_2}{J_1} +$$

$$+ \frac{n_2 n_3{}^* \lambda_2(1-\lambda_2^2)\cos\theta}{[(4-\lambda_1^2)^2+16\xi_1^2\lambda^2} \cdot \frac{J_2}{J_1}\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \quad (11)$$

$$\delta = \frac{n_2\lambda_1^2(1-\lambda_2^2)\operatorname{ctg}\theta}{2[(4-\lambda_1^2)^2+16\xi_1^2\lambda_1^2]} + \frac{J_2}{J_1}\cdot\frac{n_2(1-\lambda_1^2)\sin 2\theta}{4[(1-\lambda_1^2)^2+16\xi_1^2\lambda_1^2]} + \frac{\lambda_2^2 n_1{}^* n_3{}^*}{2[(4-\lambda_1^2)^2 4\xi_2^2\lambda_2^2]} \quad (12)$$

Расхождения полученных решений (11), (12) с решениями, полученными на программе Matlab, по углу отклонения маятников инклинометрических преобразователей от положения статического равновесия не превышает 1-8%. Из анализа выражений (11), (12) следует, что дополнительная погрешность от вибрации двухстепенного инклинометрических

преобразователей зависит от соотношения моментов инерции и частот колебаний внутренней и наружной рамок и уменьшается при снижении момента инерции и частоты собственных колебаний внутренней рамки по сравнению с наружной. Совместный анализ колебаний одностепенного и двухстепенного инклинометрических преобразователей показывает, что наличие внутренней карданной рамки не влияет на характер ошибки, но при этом увеличивается величина постоянного отклонения наружной и внутренней рамок. При этом погрешность двухстепенного инклинометрических преобразователей, как и одностепенного, можно снизить, уменьшая величину собственных колебаний рамок.

Разработаны приемы повышения виброустойчивости инклинометрических преобразователей. Результаты теоретических исследований показывают, что для повышения виброустойчивости инклинометрических преобразователей на основе физического маятника могут быть использованы следующие приемы: оптимизация формы маятников инклинометрических преобразователей и увеличение момента инерции маятника посредством выполнения его в виде вытянутого толстостенного цилиндра-поплавка. Результатом аналитического исследования дополнительных погрешностей от вибрации, разработанных на его основе алгоритмов и программ, чувствительных элементов инклинометрических преобразователей повышенной виброустойчивости, явилась методика проектирования виброустойчивых инклинометрических преобразователей. Оно позволяет на стадии эскизного проектирования, используя средства вычислительной техники, оптимизировать структуру инклинометрических преобразователей в рамках традиционно сложившихся конструктивных решений, либо применить оригинальные конструкции виброустойчивых инклинометрических преобразователей, предназначенных для непрерывного контроля зенитного угла и угла установки отклонителя в САУ буровым инструментом [7-12].

Заключение. Таким образом, обобщенная математическая модель виброустойчивых жидкостных инклинометр чёские преобразователи с учетом вязкости жидкости и действия инерционных сил и моментов, возникающих в результате виброускоренного движения преобразователя и позволяющая проводить анализ закономерностей работы. ИП зависимости виброустойчивой инклинометрических преобразователей от конструктивных параметров. Исследован виброустойчивый ИП с коаксиальными рамками. Установлено, что коаксиальное расположение рамок позволяет в ограниченных по диаметру габаритах корпуса преобразователя, посредством выполнения рамок-маятников ИП в виде толстостенных вытянутых цилиндров-поплавков, существенно увеличить момента инерции рамок-маятников и снизить частоту собственных колебаний зенитного маятника до $1-1{,}5$ Гц. При этом дополнительная погрешность преобразования зенитного угла от вибрации основания снижается до $0{,}5 - 1^0$ при виброускорениях до $3 \dots 5\,g$ в частотном диапазоне вибрации $20-100$ Гц.

Литература

1. Доросинский, А.Ю. Алгоритмы и методики определения погрешности средств, имитирующих электрические сигналы синусно-косинусных вращающихся трансформаторов / Доросинский А.Ю.// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего: науч. период, изд. - Пенза. - Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. - № 6. - С. 42-46.
2. В.А. Бейнарович Основы автоматики и системы автоматического управления. Учебник 2022 г. Томск. 364 с.
3. Датчики: Справочное пособие / В.М. Шарапов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой, Г.Г.Ишанин, И.Г. Минаев, А.С. Совлуков. - Москва: Техносфера, 2012. - 624 с.
4. Пат. №1131429 SU. Синусный косинусный вращающий трансформатор / Алексеев В.В., Асиновский Э.Н. - Опубл. В Б.И., 2005, № 5
5. А.с. 1150353 SU. МКИ 4 Е 21 В 47/02. Преобразователь зенитных и визирных углов/ Г.В. Миловзоров. Опубл. 15.04.1985, БИ №14.

6. Миловзоров Г.В. Анализ инструментальных погрешностей инклинометрических устройств. – Уфа, изд. “Гилем”, 1997. – 184.
7. Сафронов В.А. Теория и практика применения датчиков угла на основе синусно-косинусных вращающихся трансформаторов. Журнал «Компоненты и технологии», Москва, 2014, №4. – С.58-62.
8. Никульшин, И. В. Автоматическое управление зенитным углом искривления ствола скважины. Дисс. 2010 г. Астрахань.
9. Есауленко В.Н., Есауленко Н.В., Дегтярева А.М. Струйный датчик зенитного угла искривления скважины. НТЖ строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. ВНИИОЭНГ. №5, 2006.
10. Есауленко В.Н., Никульшин И.В. Погуляева А.М., Математическая модель аэродинамического датчика зенитного угла искривления ствола скважины. Известия высших учебных заведений. Технические науки. №1, 2009г. 110-113
11. Amirov, S., Ataullayev, A., E3S Web of Conferences, 525, 03010 (2024)
12. Amirov, S.F.Ataullayev, N.O.Ataullayev, A.O.Muxammadov, B.Q. Majidov, A.U., E3S Web of Conferences, 414, 03011 (2023)

UO‘K 537.521

TOJLANISH JARAYONINING YUQORI KUCHLANISHLI HAVO LINIYALARIDAGI QUVVAT YO‘QOTISHLARIGA TA’SIRINI BAHOLASH

Tovboyev A.N., Tog‘ayev I.B.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada yuqori kuchlanishli havo elektr uzatish liniyalarida kuzatiladigan tojlanish jarayoni elektr maydonining keskin kuchayishi natijasida o‘tkazgich atrofidagi havoning ionlanishi bilan tavsiflanadi. Ushbu jarayon havo liniyalarida aktiv va reaktiv quvvatning qo‘shimcha isroflarini keltirib chiqaradigan asosiy omillardan biri bo‘lib, uning rivojlanish darajasi fazalar oralig‘i, o‘tkazgich diametri, atmosfera bosimi, namlik, harorat va atrof-muhitning ifloslanish darajasiga sezilarli darajada bog‘liq. Mazkur tadqiqotda tojlanish jarayonining boshlanish kuchlanishi, ionlashgan muhitda hosil bo‘ladigan o‘tkazuvchanlik, elektr maydon intensivligi va o‘tkazgich yuzasidagi zaryad taqsimoti bilan bog‘liq fizik-parametrik model ishlab chiqildi hamda havo liniyalarida quvvat yo‘qotishlari bilan o‘zaro bog‘liqligi aniqlashtirildi. Tahlil amaliy meteorologik ma’lumotlar bilan boyitilib, turli ob-havo sharoitlari (quruq havo, tuman, yomg‘ir, changli muhit) uchun tojlanish sababli yuzaga keladigan quvvat isroflarining miqdoriy bahosi berildi.*

Kalit so‘zlar: *uzatish liniyalari, elektr maydon kuchlanishi, tojlanish yo‘qotishlari, aktiv va reaktiv quvvat isroflari, o‘tkazgich atrofida ionlanish, atmosfera omillari ta’siri, havo izolyatsiyasi, elektr maydon taqsimoti, boshlanish kuchlanishi, elektr energiyasi sifat ko‘rsatkichlari, meteorologik sharoitlar*

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF CORONA DISCHARGE ON POWER LOSSES IN HIGH-VOLTAGE OVERHEAD TRANSMISSION LINES

Tovboev A.N., Togaev I.B.

Navoi state mining and technology university.

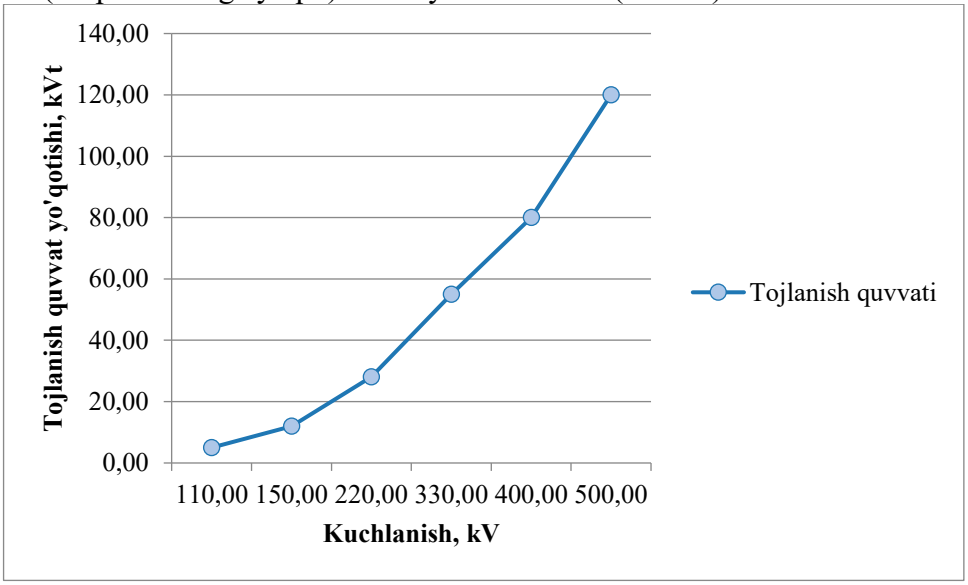
Annotation. *In this article, the corona discharge phenomenon observed in high-voltage overhead transmission lines is characterized by the ionization of air surrounding the conductor as a result of a sharp increase in electric field intensity. This process is one of the primary factors causing additional active and reactive power losses in overhead lines, and its severity strongly depends on phase spacing, conductor diameter, atmospheric pressure, humidity, temperature, and environmental pollution levels. In this study, a physico-parametric model was developed to describe the corona onset voltage, the conductivity formed in the ionized medium, the electric field intensity, and the surface charge distribution on the conductor, and its interrelation with power losses along the transmission line was determined. The analysis was supplemented with practical meteorological data, providing quantitative estimations of corona-induced power losses under various weather conditions, including dry air, fog, rain, and dust-laden environments.*

Key words: *transmission lines, electric field intensity, corona losses, active and reactive power dissipation, air ionization around the conductor, influence of atmospheric factors, air insulation, electric field distribution, corona onset voltage, electric power quality indicators, meteorological conditions*

***K*irish.** Yuqori kuchlanishli havo elektr uzatish liniyalarida yuzaga keladigan tojlanish jarayoni elektr energiyasining ishonchli yetkazib berilishi va tarmoqning umumiy samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadigan omillardan biridir. O‘tkazgich atrofidagi elektr maydonining mahalliy kuchayishi havoning ionlanishi va razryadlanish jarayonlarining boshlanishiga sabab bo‘ladi. Ushbu jarayon natijasida havo liniyalarida qo‘shimcha aktiv va reaktiv quvvat yo‘qotishlari kuzatiladi, bu esa elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlarini pasaytiradi hamda uzatish tizimining texnik-iqtisodiy samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [1, 2]. Tojlanishning rivojlanish darajasi o‘tkazgich diametri, fazalar oralig‘i, atmosfera bosimi, namlik, harorat, shamol tezligi va muhitning ifloslanish darajasi kabi bir qator tashqi va ichki parametrlar bilan chambarchas bog‘liq.

Bugungi kunda yuqori kuchlanishli havo liniyalarida yuzaga keladigan tojlanish jarayonini chuqur o‘rganish, uning boshlanish sharoitlarini aniqlash, elektr maydon taqsimotini baholash va quvvat yo‘qotishlariga ta’sirini miqdoriy tahlil qilish elektr energetikasi sohasidagi eng dolzarb ilmiy-texnik yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Chunki elektr energiyasiga bo‘lgan talabning ortishi, tarmoqlar yuklamasining o‘zgaruvchanligi, ekstremal meteorologik sharoitlarning ko‘payishi va liniyalar uzunligining ortib borishi tojlanish jarayonining rolini yanada kuchaytirmoqda. Shuning uchun ham havo liniyalarida tojlanish yo‘qotishlarini kamaytirish, o‘tkazgich yuzasida elektr maydon intensivligini boshqarish, muhofaza va kompensatsiya usullarini takomillashtirish amaliy va ilmiy jihatdan muhim hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda havo elektr uzatish liniyalarida tojlanish jarayonining fizik asoslari, uning quvvat yo‘qotishlariga ta’siri, atmosfera sharoitlari bilan bog‘liqligi va energiya samaradorligiga ko‘rsatadigan umumiy ta’siri chuqur tahlil qilinadi. Bundan tashqari, amaliy meteorologik ma’lumotlar asosida tojlanish yo‘qotishlarining miqdoriy bahosi ishlab chiqilib, turli hududlar va ish rejimlari uchun ishonchli natijalar taqdim etiladi. Tadqiqot natijalari elektr uzatish tizimlarining quvvat yo‘qotishlarini oldindan baholash, havo liniyalarini loyihalash va modernizatsiya qilish jarayonida optimallikni ta’minlash, shuningdek, elektr energiyasi sifatini yaxshilashga xizmat qiluvchi ilmiy asoslangan tavsiyalarni ishlab chiqishga imkon beradi [3, 4, 5].

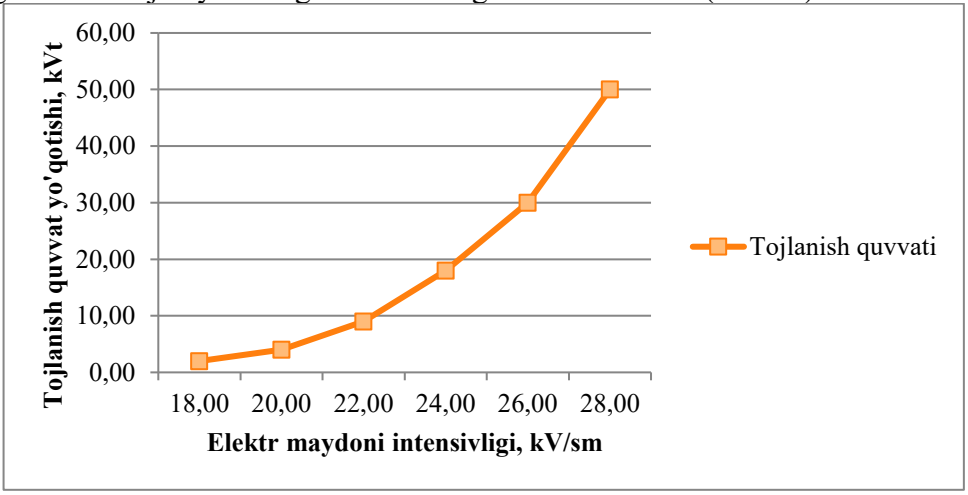
Asosiy qism. Yuqori kuchlanishli havo elektr uzatish liniyalarida tojlanish yo‘qotishlari elektr maydonining o‘tkazgich atrofida ma’lum kritik qiymatdan oshishi natijasida yuzaga keladi. Elektr maydoni intensivligi kuchlanish ortishi bilan nisbatan tez o‘sib boradi va o‘tkazgich yuzasidagi ionlanish jarayoni kuchayadi. Kuchlanishning ma’lum qiymatlardan oshishi natijasida razryadlanish zonasi kengayadi, havo orqali oqayotgan kuchlanishga bog‘liq razryad toki ortadi, aktiv quvvat yo‘qotishlari keskin ko‘payadi, yo‘qotishlarning o‘sish tendensiyasi chiziqli emas, balki tezlashuvchi (eksponensialga yaqin) xususiyat kasb etadi (1-rasm).



1-rasm. Tojlanish quvvatining kuchlanishga bog‘liqligi keltirilgan.

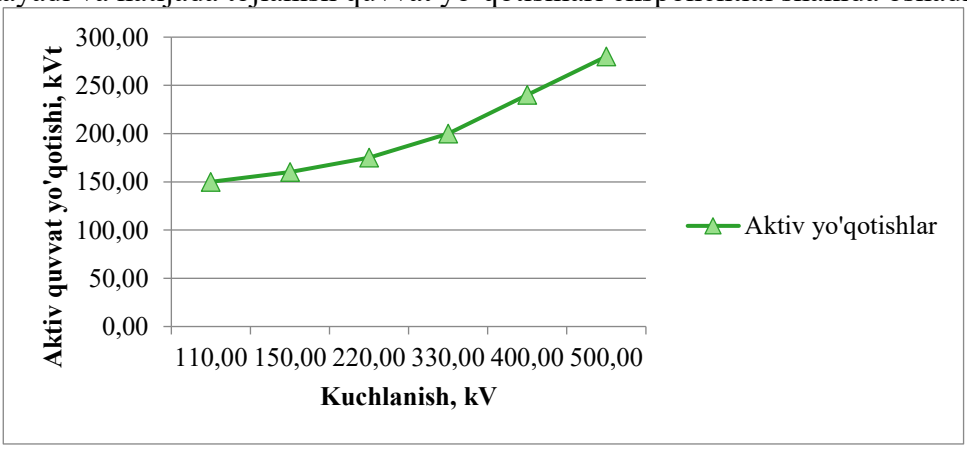
Kuchlanish oshishi bilan elektr maydonining strukturasi ham o‘zgaradi. Past kuchlanishlarda maydon asosan dielektrik xususiyatda bo‘lsa, kritik nuqtadan keyin havo faol elektr o‘tkazuvchi muhitga aylanadi. Bu jarayonda elektronlarning zanjirli tezlanishi kuzatiladi, ular molekulalarga urilib qo‘shimcha ionlar yaratadi va zaryad tashuvchilar soni o‘sadi.

Tojlanish boshlanish kuchlanishidan past bo‘lgan hududda yo‘qotish deyarli kuzatilmaydi, ammo kritik qiymat o‘tgan zahoti yo‘qotishlar sezilarli darajada oshadi. Kuchlanish 110 kV dan 400 kV gacha ortishi bilan yo‘qotishlarning 5 kVt dan 80 kVt gacha keskin oshib borishi havo izolyatsiyasidagi ionlanish jarayonining intensivlashganini ko‘rsatadi (2-rasm).

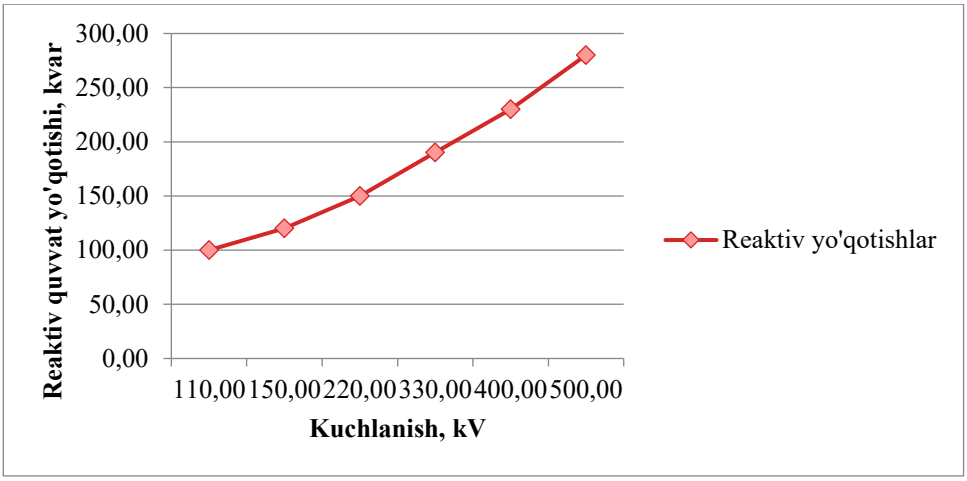


2-rasm. Tojlanish quvvatining elektr maydoni intensivligiga bog‘liqligi.

Yuqori kuchlanishli havo elektr uzatish liniyalarida o‘tkazgich atrofida hosil bo‘ladigan elektr maydonining intensivligi kuchlanish ortishi bilan keskin oshadi. O‘tkazgich diametri, fazalar oralig‘i va tashqi muhit sharoitlari ma’lum bo‘lgan holatda elektr maydonining kritik qiymatdan oshishi ionlanish jarayonining boshlanish nuqtasini belgilaydi. Bu nuqta tojlanish boshlanish kuchlanishi deb yuritiladi. Tojlanish jarayoni elektr maydon keskin kuchayganda havodagi neytral molekulalarning ionlanishi, ion-elektron oqimlarining paydo bo‘lishi, havo izolyatsiyasining qisman razryadlanishi bilan xarakterlanadi. Ionlashgan hududda tok o‘tishi va energiya tarqalishi natijasida qo‘shimcha aktiv quvvat yo‘qotishlari yuzaga keladi. Ushbu yo‘qotishlarning kattaligi elektr maydon intensivligiga to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘liq bo‘lib, kuchlanish ortgani sari ionlanish maydoni kengayadi va razryad tokining amplitudasi o‘sadi. Tojlanish yo‘qotishlari kuchlanishga nisbatan chiziqli emas, balki tezlashuvchi xarakterga ega. Past kuchlanishlarda yo‘qotishlar deyarli sezilmaydi yoki juda kichik bo‘ladi. Ammo kritik kuchlanishdan (masalan, 110–150 kV atrofida) o‘tgan zahoti yo‘qotishlar birdaniga ortishni boshlaydi. Kuchlanishning keyingi oshishi jarayonni yanada faollashtiradi: ionlashgan zarralar soni ko‘payadi, razryad maydoni kengayadi, oqish toklari kuchayadi va natijada tojlanish quvvat yo‘qotishlari eksponential shaklda oshadi (3-rasm).

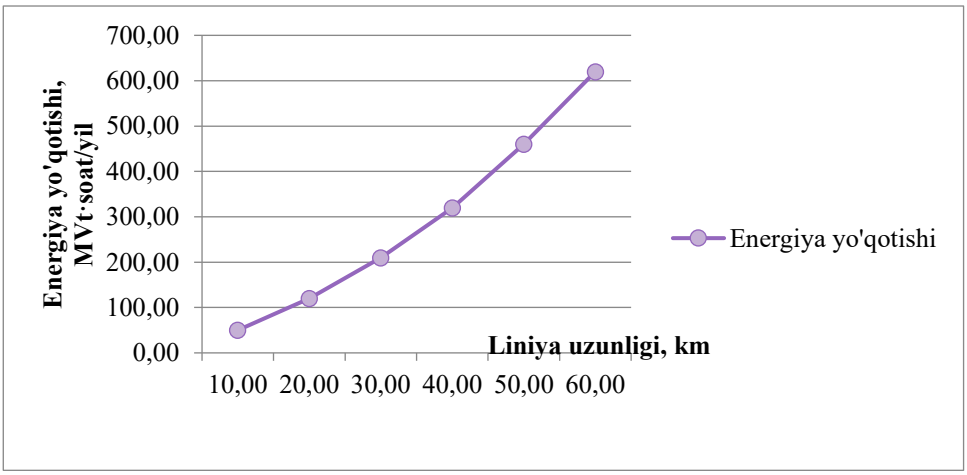


3-rasm. Aktiv quvvat yo‘qotishining kuchlanishga bog‘liqligi



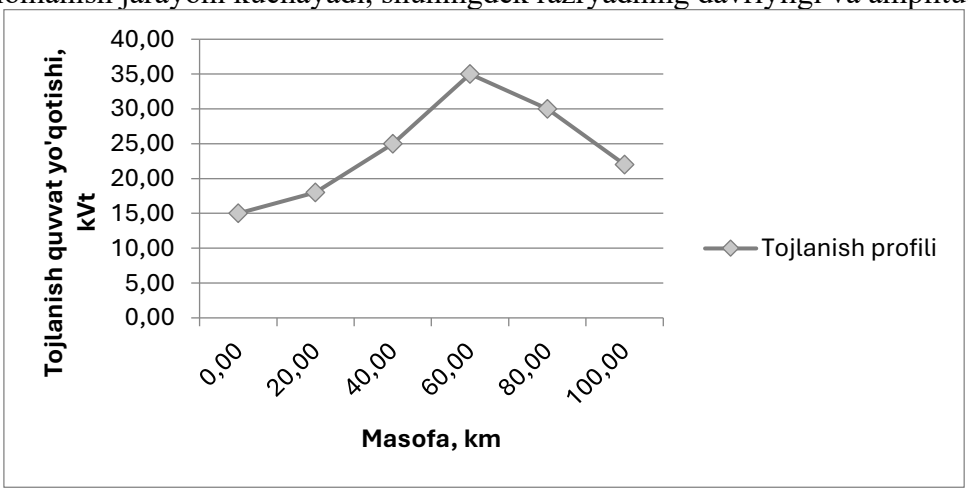
4-rasm. Reaktiv quvvat yo‘qotishining kuchlanishga bog‘liqligi

Meteorologik omillar ham jarayonga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Namlik, tuman, chang, yomg‘ir kabi sharoitlarda havo izolyatsiyasining bir jinsliligi buziladi, bu esa tojlanish boshlanish kuchlanishining pasayishiga olib keladi. Bunday holatlarda bir xil kuchlanish qiymatlarida yo‘qotishlar quruq havoga nisbatan ancha yuqori bo‘ladi. Shu sababli tojlanish yo‘qotishlari elektr uzatish liniyalaridagi quvvat samaradorligini pasaytiruvchi omillardan biri sifatida doimiy ravishda nazorat qilinadi.



5-rasm. Energiya yo‘qotishining liniya uzunligiga bog‘liqligi

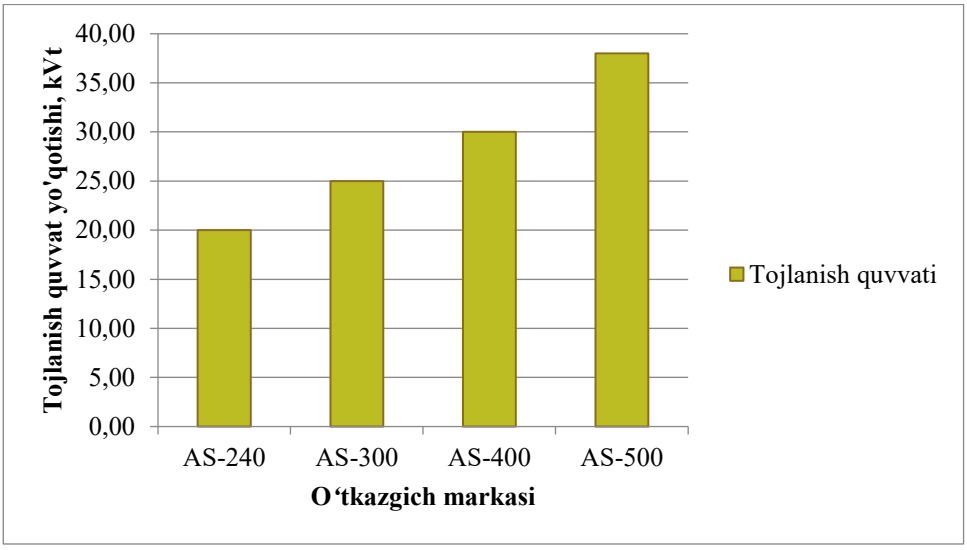
Natijada kuchlanish oshgani sari o‘tkazgich yuzasidagi elektr maydonning faol zonasi kengayadi, ionlanish jarayoni kuchayadi, shuningdek razryadning davriyligi va amplitudasi ortadi.



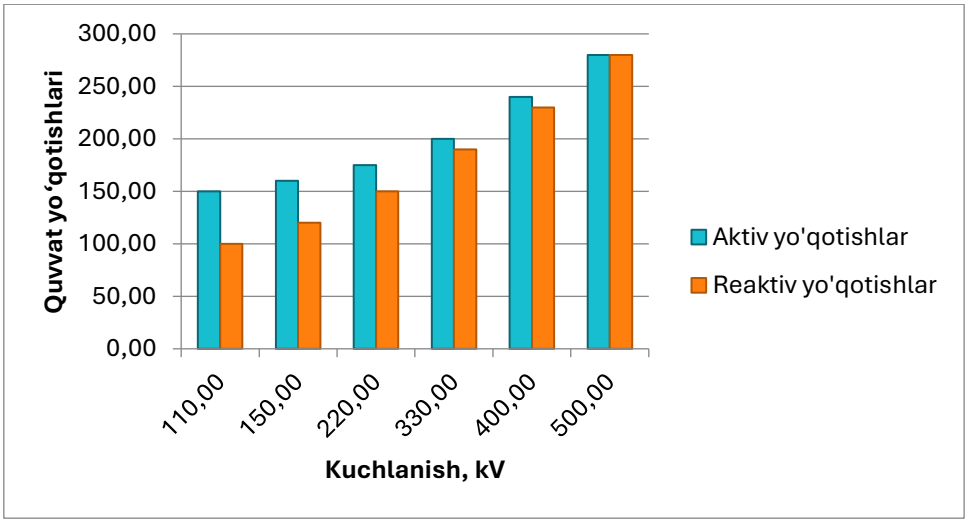
6-rasm. Liniya bo‘ylab tojlanish quvvat profili

Bu holat grafiklarda kuzatiladigan kuchlanish oshishi- tojlanish yo‘qotishlarining keskin ko‘tarilishi bog‘liqligini ilmiy asoslaydi [6,7].

Yuqori kuchlanishli havo elektr uzatish liniyalarida o‘tkazgich atrofida hosil bo‘ladigan elektr maydonining intensivligi kuchlanish oshishi bilan mutanosib ravishda o‘sib boradi. Elektr maydoni ma’lum kritik qiymatdan oshganda havoning dielektrik barqarorligi pasayadi va havo molekulalari ionlanishni boshlaydi. Ana shu jarayon tojlanishning boshlanishi sifatida qabul qilinadi. Tojlanish – havo izolyatsiyasining to‘liq buzilmay, faqat qisman ionlanishi bilan bog‘liq bo‘lgan noaniq razryad turidir. U o‘tkazgichning yuzasida kuchli elektr maydon hosil bo‘lganda sodir bo‘ladi.



7-rasm. Turlicha o‘tkazgich markalarida tojlanish yo‘qotishlari.



8-rasm. Aktiv va reaktiv quvvat yo‘qotishlarini taqqoslash

Xulosa. Yuqori kuchlanishli havo elektr uzatish liniyalarida tojlanish jarayoni elektr maydonining kritik darajada kuchayishi natijasida vujudga keladigan murakkab fizik hodisa bo‘lib, elektr tarmoqlaridagi aktiv va reaktiv quvvat yo‘qotishlarining sezilarli qismini tashkil etadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, o‘tkazgich atrofidagi havo qatlamining ionlanishi kuchlanish oshishi bilan keskin faollashadi va natijada razryad oqimlari ortib, quvvat yo‘qotishlarining tezlashuvchi xarakterda o‘sishiga olib keladi. Tojlanish boshlanish kuchlanishining qiymati fazalar oralig‘i, o‘tkazgich diametri, atrof-muhitning namligi, havoning zichligi, sirtning ifloslanish darajasi va boshqa meteorologik omillarga kuchli bog‘liq bo‘lishi aniqlangan. Amaliy meteorologik sharoitlar asosida olib borilgan hisob-kitoblar tojlanish jarayoni ekstremal iqlim sharoitlarida

(tuman, yomg‘ir, changli havo) kuchayib, quvvat yo‘qotishlarining bir nech baravarga ortishiga sabab bo‘lishini ko‘rsatdi. Bu esa elektr uzatish tizimlarining samaradorligi va barqarorligiga bevosita salbiy ta’sir qiladi. Shuningdek, tojlanish jarayonining faollashuvi energiya sarfini oshirish bilan bir qatorda, elektromagnit shovqin, korroziv gazlar (O_3, NO_x) hosil bo‘lishi, izolyatsiya resursining kamayishi kabi ekspluatatsion xavflarni ham kuchaytirishi aniqlangan. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tojlanish yo‘qotishlarini samarali boshqarish uchun elektr maydonining fazoviy taqsimotini optimallashtirish, o‘tkazgich diametrini to‘g‘ri tanlash, fazalar oralig‘ini belgilash, izolyatsiya darajasini moslashtirish hamda havo izolyatorlari va o‘tkazgichlar yuzasining ifloslanish darajasini nazorat qilish zarur. Shuningdek, real meteorologik ma’lumotlardan foydalanish, quvvat yo‘qotishlarini vaqt bo‘yicha monitoring qilish va matematik modellashtirish orqali yuqori kuchlanishli liniyalarda tojlanish jarayonini oldindan baholash imkoniyatlari mavjud. Umuman olganda, tojlanish jarayonining fizik mexanizmlarini chuqur o‘rganish, uning quvvat yo‘qotishlariga ta’sirini aniqlash va uni kamaytirish bo‘yicha aniq ilmiy asoslangan yechimlar ishlab chiqish elektr energetika tizimlarining samaradorligini oshirish, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va tarmoq ishonchliligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

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 katta o‘qituvchisi Tel.: +998977966636 (c), E-mail: togayev.islom@mail.ru

KO‘PQAVATLI BINOLARNING VERTIKAL CHIQINDI QUVURLARIDAGI SUYUQLIK OQIMLARIDAN ELEKTR ENERGIYA HOSIL QILISH

Murodov K.J.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotasiya. *Maqolada “ko‘pqavatli binolarning vertikal chiqindi quvurlaridagi suyuqlik oqimlaridan elektr energiya hosil qilish” bo‘yicha amalga oshirilgan ilmiy tadqiqot ishlari natijalari xususida so‘z yuritiladi.*

Xususan, hozirgi vaqtda ekologik toza elektr energiyani ishlab chiqarishga katta ahamiyat berilmoqda. Ushbu ilmiy tadqiqot ishining afzalligi shundaki, elektr energiyasini olish uchun yoqilg‘i, uni tashish uchun transport xarajatlari sarf qilinmaydi.

Tayanch so‘zlar: *ko‘pqavatli bino; chiqindi (kanalizatsiya) quvurlaridagi suyuqlik oqimi jarayonida paydo bo‘lgan mexanik energiya; aylanma harakat; elektr yurituvchi kuch, elektr energiyani to‘plash;*

GENERATION OF ELECTRICAL ENERGY FROM LIQUID FLOWS IN VERTICAL WASTE (SEWAGE) PIPES OF MULTI-STOREY BUILDINGS

Murodov K.Zh.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article discusses the results of scientific research conducted on the generation of electrical energy from liquid flows in the vertical waste (sewage) pipes of multi-storey buildings.*

In particular, much attention is currently being paid to the production of environmentally friendly electrical energy. The advantage of this research lies in the fact that the generation of electrical energy does not require fuel, nor does it involve transportation costs for its delivery.

Key words: *multi-storey building; mechanical energy generated by the liquid flow in waste (sewage) pipes; rotational motion; electromotive force; accumulation of electrical energy.*

***K*irish.** So‘nggi yillarda yoqilg‘ini tashish va qayta ishlash uchun qo‘shimcha transport xarajatlari sarf qilinmasdan, ekologik toza elektr energiyani ishlab chiqarish global miqyosda dolzarb masalaga aylandi. Iqlim o‘zgarishi, atmosfera ifloslanishi va energetik xavfsizlik kabi omillar bu sohada innovatsion yondashuvlarni talab etmoqda. Shu sababli ilmiy va intellektual salohiyatni to‘liq safarbar etgan holda, iqtisodiy talab va ekologik ehtiyojlarni hisobga olib, samarali va ixcham energiya texnologiyalarini ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

An’anaviy energiya ishlab chiqarish tizimlari, xususan qazib olinadigan yoqilg‘ilarga tayanadigan issiqlik elektr stansiyalari atmosferaga zararli chiqindilar chiqarib, ekologik muvozanatni buzmoqda. Masalan, ko‘mir yoki neft asosidagi elektr stansiyalarida yonish jarayoni natijasida SO_2 va boshqa issiqxona gazlari hosil bo‘ladi [1]. Shuningdek, atom elektr stansiyalari yuqori energiya samaradorligiga ega bo‘lishiga qaramasdan, ular radioaktiv chiqindilarni utilizatsiya qilish muammosini keltirib chiqaradi. Gidroelektr stansiyalar esa yirik to‘g‘onlar va suv omborlari qurilishini talab etib, mahalliy ekotizimlarga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shamol generatorlari esa katta hududlar va doimiy shamol oqimiga ega joylar bilan cheklanadi.

Shu bois, yuqori iqtisodiy xarajatlar va ekologik xavflarni minimallashtiruvchi, barqaror energiya ishlab chiqarish texnologiyalarini izlab topish zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishiga aylangan [2].

Maqsad. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi - ko‘pqavatli turar joy binolarining chiqindi (kanalizatsiya) tizimlarida harakatlanayotgan suyuqlik oqimidan mexanik energiya olish va uni generator yordamida ekologik toza elektr energiyasiga aylantirish imkoniyatini o‘rganishdan iborat.

Vazifalar

1. Chiqindi suv oqimining hajmi va oqim tezligini aniqlash.
2. Quvurlarda o‘rnatiladigan mikro-gidro turbina va generator tizimining ishlash tamoyilini asoslash.
3. Tajriba natijalariga asoslanib, hosil bo‘ladigan elektr quvvat miqdorini hisoblash.
4. Qurilmaning energiya samaradorligini baholash va amaliy foydalanish sohalarini aniqlash.
5. Energiya tejamkorlik va ekologik barqarorlik jihatidan tizimning afzalliklarini ko‘rsatish.

Tadqiqot usullari. Aholi zich joylashgan yirik shaharlar va ularning atroflarida har kuni kanalizatsiya tizimlarida doimiy suyuqlik oqimi kuzatiladi. Ushbu oqimdan foydalanish orqali chiqindi suv energiyasini mexanik energiya shaklida qayta tiklash va uni elektr energiyasiga aylantirish mumkin. Qurilma chiqindi suvni tozalash bosqichidan oldin o‘rnatiladi va oqim tezligiga proporsional tarzda harakatlanuvchi mikro-gidro turbina yordamida generatorni aylantirib elektr energiya hosil qiladi.

Mazkur tizimni ko‘pqavatli turar joylar va mehmonxonalardagi chiqindi quvurlarida qo‘llash orqali tarmoqdan olinayotgan elektr energiyani tejash va yangi mahalliy energiya manbai yaratish mumkin.

Foydalanilgan suv miqdori Vazirlar Mahkamasining 1996-yil 30-iyuldagi 271-sonli qarori asosida aniqlanadi [3]. Quyidagi 1-jadvalda bir kishining kunlik suv sarfi ko‘rsatilgan:

Kir yuvish, dush, vanna	98,4 l/sutka
Kunlik tualet (yuvinish, oyoqni yuvish)	28 l/sutka
Ovqat tayyorlash va ichimlik sifatida foydalanish	10 l/sutka
Pol yuvish va namiqtirib artish	12 l/sutka
Unitazlarni yuvish	32 l/sutka
Idish-tovoq yuvish	10 l/sutka
Hisobga olinmagan sarflar	19,6 l/sutka
Santexnika asboblarida isrof bo‘lish	60 l/sutka
Jami:	270 l/sutka

Shundan kelib chiqib, bir kishi tomonidan sutkada o‘rtacha 0,27 m³ suv sarflanadi.

Umuman olganda, Buxoro shahrida 30 000 – 50 000 m³ chiqindi suv tozalash inshootlariga yig‘iladi. Shundan 30 000 m³ suv uchun oqim tezligi quyidagicha aniqlanadi:

ko‘pqavatli uylardagi chiqindi (kanalizatsiya) quvurida harakatlanuvchi suyuqlik oqimini 1 sekunda o‘zgarishini quyidagicha hisoblaymiz:

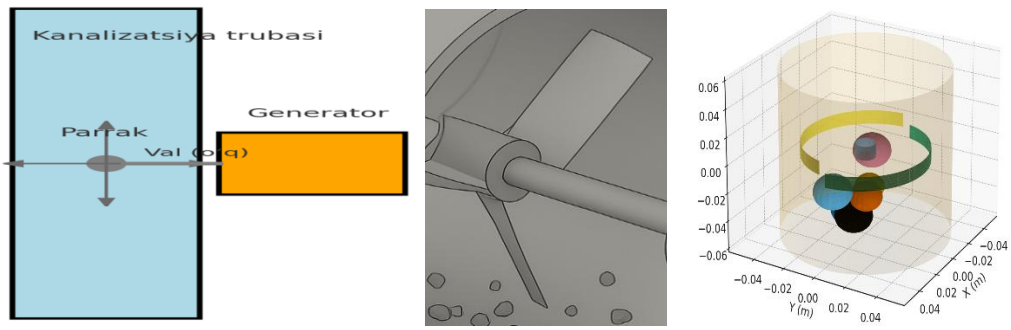
$$Q_{\text{oq.suv}} = \frac{V_{\text{oq.suv}}}{T_{\text{sutka}}};$$

$Q_{\text{oq.suv}}$- chiqindi (kanalizatsiya) quvuridan o‘tadigan suv oqimining 1 sekunda o‘zgarishi (m^3/s);
$V_{\text{oq.suv}}$ = 30 000 m^3 – bir sutkada suv tozalash inshootiga yig‘iladigan oqava suv miqdori;
T_{sutka}– ma’lumot olingan vaqt oralig‘i, sekund.

Buxoro shahrida magistral (shahar bo‘yicha umumiy chiqindi suvlari) chiqindi (kanalizatsiya) quvuridan o‘tadigan suv oqimini 1 sekunda o‘zgarishini hisoblanganda quyidagi qiymat olindi.

$$T_{\text{sutka}} = 24 \text{ h } (soat) = 24 \cdot 3600 = 86400 \text{ s}$$

$$Q_{\text{oq.suv}} = \frac{V_{\text{oq.suv}}}{T_{\text{sutka}}} = \frac{30\,000}{24 \cdot 3600} = 0{,}347 \text{ m}^3/\text{s}$$



1-rasm. Kanalizatsiya quvuriga qurilmani o‘rnatish, suyuqlikni parrakga ta’sirini o‘rganishga oid ilmiy tadqiqot ishlari tahlili bo‘yicha suratlar.

Demak, Buxoro shahri bo‘yicha magistral (kanalizatsiya) quvuridagi harakatlanuvchi chiqindi suvining hajmi 30 ming m^3 bo‘lgan vaqtda uning 1 sekundagi o‘rtacha o‘zgarishi 0,347 m^3/s ni tashkil etadi.

Biroq, biz taklif qilayotgan qurilma, asosan ko‘pqavatli uylarning kanalizatsiya tizimida foydalanib kelinayotgan diametri 100 mm.ni tashkil etuvchi quvurga (trubaga) o‘rnatishga mo‘ljallangan.

An’anaviy ko‘pqavatli uylarning 1 - qavatini balandligini 2,5 metr deb olinsa, 4 qavatli uydagi podyezd (o‘tish yo‘lagi)dagi quvurning balandligi 7,5 metrni tashkil etadi.

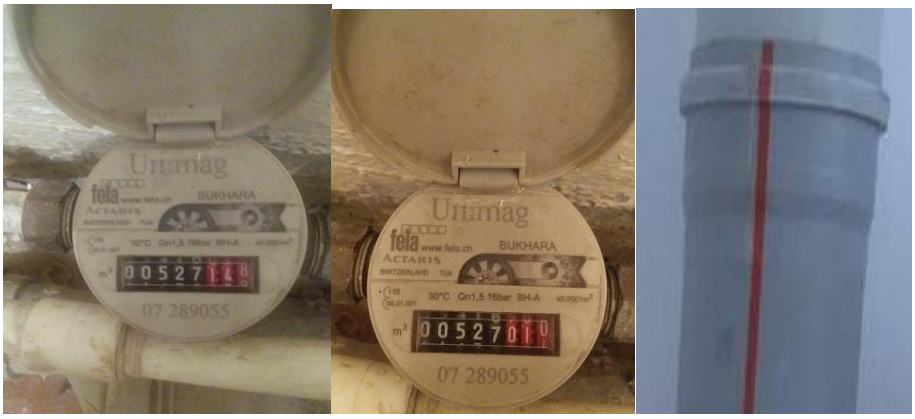
Shu sababli, an’anaviy ko‘pqavatli uylardagi chiqindi (kanalizatsiya) suvi tushadigan diametri 100 mm bo‘lgan quvurdan,tushish balandligi ma'lum bo‘lgan holatda, ushbu quvurga o‘rnatilgan generatordan olinadigan quvvatni quyidagi formula orqali hisoblashimiz mumkin.

$$P_{gen} = g \cdot Q_{oq.suv} \cdot H_{qav} \cdot \rho \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{parrak};$$

bu yerda, ρ - suyuqlik zichligi, mos xolda ρ=1100 kg/m^3 deb olamiz;
g- erkin tushish tezlanishi g=9,81 m/s^2, P_{gen}-generator chiqishidagi quvvat, kW, H_{qav} - ko‘pqavatli uylarning oqava quvurlari balandligi, m (4-qavat uchun 7,5 metr); η_{gen} va η_{parrak} – mos holda generator va gidroturbina foydali ish koeffisientlari (FIK), ularning o‘rtacha qiymati η_{gen}=0,85, η_{parrak}=0,75.

An’anaviy ko‘pqavatli uylardagi chiqindi (kanalizatsiya) suvi tushadigan diametri 100 mm. bo‘lgan quvuridan o‘tadigan suv oqimini 1 sekunda o‘zgarishini hisoblash uchun Buxoro shahar Q.Murtazoyev ko‘chasidagi 4-qavatdan iborat 10-uyning 2-qavatida joylashgan 27-xonadonda 1 sutkada chiqindi kanalizatsiya quvuriga qancha hajmli chiqindi suvini hajmini aniqlash maqsadida tajriba olib borildi.

Jumladan, sovuq suvning 1 sutka ichidagi iste’moli hisoblagichdagi o‘zgarish orqali hisoblab chiqildi.



2-rasm. Buxoro shahar Q.Murtazoyev ko‘chasi 10-uy 27-xonadondagi sovuq suv hisoblagichi farqlarini kuzatish jarayoni va 100 mm diametrli quvur.

Bir sutkada mazkur xonadonda 3 kishi 0,148-0,1 = 0,13 m^3 sovuq suvdan, 0,1 m^3 issiq suvdan, jami 0,23 m^3 suvdan foydalanishi va chiqindi quvuriga tashlanishi ma’lum bo‘ldi.

$$V_{oq.suv} = 0.23\ m^3$$

$$T_{sutka} = 4\ h\ (soat) = 24 \cdot 3600 = 86400\ s$$

$$Q_{oq.suv} = \frac{V_{oq.suv}}{T_{sutka}} = \frac{0{,}23}{24 \cdot 3600} = 0{,}000002662\ m^3/s$$

$Q_{oq.suv} - 0{,}000002662\ m^3/s$ qiymat, bu ko‘pqavatli uyning bitta xonadoni uchun chiqindi (kanalizatsiya) quvuridan o‘tadigan suv oqimining 1 sekunda o‘rtacha o‘zgarishini ko‘rsatmoqda.

To‘rt qavatli uyning bitta podyezdida 8 dona xonadon bo‘lishini nazarga tutilsa va ushbu qiymatni 8 soniga ko‘paytirilsa ya’ni: $8 \cdot Q_{\text{oq.suv}} = 8 \cdot 0{,}000002662 = 0.00002196\ \text{m}^3/\text{s}$

Demak, to‘rt qavatli uyning bitta podyezdida joylashgan sakkizta xonadondan chiqadigan va 100 mm. diametrli quvurga tashlanadigan chiqindi suv oqimidan bir sekund davomida generator orqali olinadigan quvvat istiqboli.

$$\text{P}_{gen} = \text{g} \cdot \text{Q}_{\text{oq.suv}} \cdot \text{H}_{\text{qav}} \cdot \rho \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{parrak} =$$

$$= 9{,}81 \cdot 0{,}000021296 \cdot 7{,}5 \cdot 1100 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}75 = 1{,}1\ \text{W}$$

bir soatda olinadigan energiya miqdorini quyidagi formula bilan hisoblaymiz

$$\text{Q}_{\text{oq.suv}} = \text{P}_{\text{gen}} \cdot \text{t} = 1{,}1 \cdot 3600 = 3960\ \text{W} \cdot \text{h}.$$

$\text{t} = 1\ \text{h} = 3600\ \text{s}$ yoki $\text{Q}_{\text{oq.suv}} = 3.96\ \text{кW} \cdot \text{h}$

Natijalar

1. Tajriba asosida 100 mm diametrli quvurda 8 xonadon chiqindisidan o‘rtacha 1,1 W quvvat hosil qilish mumkinligi aniqlandi.
2. Bir soatlik ishlashda 3,96 kWh elektr energiya hosil bo‘lishi tajriba bilan tasdiqlandi.
3. Qurilma kichik hajmli, xavfsiz va arzon bo‘lib, ichki infratuzilmaga mos ravishda integratsiya qilinadi.
4. Hosil bo‘lgan energiya yoritish tizimi, mobil qurilmalarni zaryadlash yoki past quvvatli jihozlarni ta’minlashda qo‘llanilishi mumkin.

Xulosa. Taklif etilayotgan texnologiya orqali:

- mavjud elektr tarmoqlarida sarf bo‘layotgan energiya tejaladi;
- chiqindi suv oqimidan foydalanish orqali barqaror energiya sikli shakllantiriladi;
- yangi ish o‘rinlari yaratilishiga imkon tug‘iladi;
- shahar infratuzilmasida ekologik muvozanatni saqlashga hissa qo‘shiladi.

Dastlabki ilmiy natijalar shuni ko‘rsatadiki, chiqindi suv oqimlaridan energiya olish jarayoni kam xarajatli, ekologik xavfsiz va uzluksiz energiya manbai sifatida istiqbolli yo‘nalishlardan biridir [4].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Karimov U. Issiqlik elektr stansiyalarining ekologik ta’siri va ularni kamaytirish yo‘llari. - Energetika jurnali, №2, 2021. - b. 45–52.
2. Xolmatov B. Barqaror energiya manbalari va ularning rivojlanish tendensiyalari. - O‘zbekiston Milliy universiteti ilmiy axborotlari, №3(128), 2022. - b. 61– 68.
3. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 1996-yil 30-iyuldagi 271-son qarori. “Uy-joy-kommunal xizmatlarning o‘z xarajatlarini o‘zi qoplashiga bosqichma-bosqich o‘tish munosabati bilan normativ hujjatlarni tasdiqlash to‘g‘risida”. (Normativ-huquqiy hujjat).
4. Murodov K.J. Transport vositasi harakatidan elektr energiyasi hosil qiluvchi tizimlarning samaradorlik tahlili. - Texnika va energetika muammolari, №1(15), 2023. - b. 77–84.

Murodov Kamol Jumayevich – Buxoro davlat texnika universiteti mustaqil izlanuvchisi. Tel:(+99850-767-98-13).

MEXANIK ISHLOV BERISHDA SIRT QATLAMINING MEXANIK XUSUSIYATLARI.

Xamroyev X.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotasiya. *Maqolada detalning, ayniqsa, kesish asboblarining xususiyatlarini yaxshilashning samarali usullari, sirt va sirt qatlamining mexanik xususiyatlari o‘zgarishi, kesish asbobining sirt qatlamini har xil ish sharoitlarida qo‘llash va uning xususiyatlari, kesish paytida asbobning ishlash qobiliyatini tekshirish, kesuvchi asboblarning ishchi yuzalarini o‘zgartirish, yuqori mustahkamlik va qattiqlik xususiyatlarini o‘rganish kabi masalalar keltirilgan. Kesuvchi asbobning ishchi yuzalarining g‘adir- budirligini kamaytirish va ularning qattiqligini oshirish uchun, kesish asboblarining ishchi yuzalariga turli xil deformatsion ta’sir usullari qo‘llanilishi mumkinligi haqida ma’lumotlar keltirilgan.*

Kalit so‘zlar*: mexanik ishlov berish jarayoni, qattiqlik, mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik, sirt qatlami, qattiq qotishma, tezkesar po‘lat, qatlamning qalinligi, fizik parametrlar, kesish jarayoni, ishchi yuzalar, ishlov berish samaradorligi, puxtalash, zichlik, legirlovchi element,issiqbardoshlilik*.

MECHANICAL PROPERTIES OF THE SURFACE LAYER DURING MACHINING.

Xamroyev X.X.

Bukhara state technical university.

Abstract. *the article provides tables such as effective methods for improving the properties of parts, especially cutting tools, changing the mechanical properties of the surface and surface layer, using the surface layer of a cutting tool in various operating conditions and its characteristics, checking the tool's operability during cutting, changing the working surfaces of cutting tools, and studying high strength and hardness properties. the data shows that in order to reduce the deformations of the working surfaces of the cutting tool and increase their rigidity, various methods of deformation effects on the working surfaces of the cutting tool can be used*.

Keywords: *machining process, hardness, strength, heat resistance, surface layer, hard alloy, high-speed steel, layer thickness, physical parameters, cutting process, working surfaces, processing efficiency, forging, density, alloying element, heat resistance.*

Bugungi kunda, detalning va ayniqsa kesish asboblarining xususiyatlarini yaxshilashning eng keng tarqalgan va samarali usullaridan biri bu sirt va sirt qatlamining fizik-mexanik va kristall-kimyoviy xususiyatlarini yo‘naltirilgan o‘zgartirishdan iborat bo‘lgan ishchi sirtlarga ishlov berish usullaridan foydalanishdir.

Kesish asbobining sirt qatlami har xil ish sharoitlarida eng ko‘p yuklanish oladi va uning xususiyatlari kesish paytida asbobning ishlash qobiliyatini belgilaydi. Har xil turdagi asboblarda va har xil kesish sharoitida issiqlik kuchi yuklanishlarining tabiati juda xilma-xildir. Ularga qarshilik ko‘rsatish uchun asbobning ishlaydigan yuzalari yuqori xususiyatlarga ega bo‘lishi kerak, masalan, qattiqlik, mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik va boshqalar.

Kesuvchi asboblarning ishchi yuzalarini o‘zgartirish, bir qarashda qarama-qarshi ko‘rinadigan masalan, yuqori mustahkamlik va qattiqlik xususiyatlarning yangi birikmasini yaratishga imkon beradi.

Modifikatsiyalashning turli usullaridan foydalanish kesish asboblarini takomillashtirish yo‘nalishlarini har tomonlama amalga oshirishga imkon beradi - ishlov berish samaradorligini oshirish, ishlov beriladigan detallarning aniqligi, sifati va boshqalar.

Kesish asboblarining ishchi yuzalarini o‘zgartirish uchun ishlatiladigan usullar asosan ishlatilgan energiya manbalari, ishlaydigan muhit va boshqalar jihatidan sezilarli darajada farq qilishi mumkin [1].

Biroq, shunga qaramay, ulardan foydalanish bilan erishilishi mumkin bo‘lgan samaradorliklar sezilarli o‘xshashliklarga ega va kesish jarayonining samaradorligini eng muhim ko‘rsatkichlarining yaxshilanishi bilan bog‘liq. Kesish jarayonining chiqish parametrlarining yaxshilanishi kesish jarayonining funksional va fizik parametrlarining o‘zgarishi natijasidir, bu o‘z navbatida modifikatsiyalash usulini qo‘llash natijasida asbobning sirt va sirt qatlamining fizik-mexanik va kristall-kimyoviy xususiyatlarining o‘zgarishi natijasidir.

Kesish asboblarining ishchi qismlarini yuzaki legirlash, qoplamadan farqli o‘laroq, legirlovchi materialning atomlari asbob sirt qatlamining kristall panjarasiga 80 mkm chuqurlikka kirib, uning kimyoviy tarkibini o‘zgartirishi bilan tavsiflanadi.

Yuzaki legirlashning asosiy afzalligi kesish asbobining ishchi sirtlarining issiqlik bardoshliligini oshirishdir. Yuzaki legirlash usullari asosan tezkesar po‘latdan yasalgan asboblar uchun ishlatiladi.

Kimyoviy-termik ishlov berish. Kesuvchi asbob ishlab chiqarishda kimyoviy-termik ishlov berish, uning sirt qatlamini turli elementlar – C, N, O, B va CN aralashmalari (sementlash, nitridlash, oksidlanish, boronizatsiya va nitrokarbburizatsiya) bilan to‘yintirish texnologiyalarini o‘z ichiga oladi. Kimyoviy-termik ishlov berish usulini tanlash asbobning sirt qatlamiga qo‘yiladigan talablar, uning issiqlikka chidamliligi va boshqalar bilan belgilanadi.

Ushbu izlanishlar natijasida asbobning yuzasida (70-71 HRC gacha) yuqori qattiqlik qatlami hosil bo‘ladi, foydali siqish kuchlanishlari yuzaga keladi va ishlov beriladigan material bilan o‘zaro ta’siri kamayadi.

Ularni nazorat qilish orqali aniq ish sharoitlarini hisobga olgan holda asboblarning zarur xususiyatlarining to‘plamini aniqlaydigan nitridlangan qatlamning qalinligini va uning tarkibiy holatini sozlash mumkin.

Asbobsozlik po‘latlari sirtini diffuziya bilan to‘yinganligi - ionli azotlash, karbonitratsiyalash va sementatsiyalash, pechlarda yoki tuzli vannalarda o‘tkaziladigan kimyoviy-termik ishlov berishning klassik turlaridan farq qiladi.

Ionli azotlash diffuziya jarayonlarining tezlashishi va tayyorgarlik operatsiyalari sonining kamayishi tufayli asboblarni qizish harorati pasayadi, faza tarkibini boshqarish imkoniyati paydo bo‘ladi va ishlov beriladigan asboblarda buzilishi sodir bo‘lmaydi, natijada oddiy pechda azotlash bilan solishtirganda ishlov berish tezligini 2-5 martaga ko‘paytirishga imkon beradi. Bundan tashqari, bu jarayon zarasiz va ekologik xavfsiz jarayon hisoblanadi [1, 3, 5].

Ionni nitridlash ko‘p qirrali jarayondir. Diffuziya qatlamining tuzilishi, fazali tarkibi va boshqa xususiyatlari bir qator texnologik omillar - kameradagi gaz bosimi, nitritlash harorati va vaqti va atmosfera tarkibi bilan belgilanadi. Ularni boshqarish orqali nitridlangan qatlamning qalinligini va uning tarkibiy holatini sozlash mumkin.

Kesish asbobining ishchi yuzalarini ion implantatsiyasi tezkesar po‘lat va qattiq qotishmalarning sirtini puxtalash uchun ishlatiladi. Asbobning yupqa sirt qatlamlarini ion implantatsiyasi vakuumda 10^4 -10^6 eV energiyasigacha tezlashgan gaz yoki metall ionlari nurlari bilan nurlanishga asoslanadi, buning natijasida yuzaga legirlovchi modda (titan, xrom, azot va boshqalar) ning ionlari va atomlari singdiriladi.

Asbobning sirtini puxtalash effekti materialning kristall tuzilishidagi nuqsonlarning zichligi oshishi, bu nuqsonlarni legirlovchi element atomlari bilan mahkamlanishi va qo‘shimcha miqdordagi mayda zarralarga bo‘lingan karbid, nitrit va intermetallik tuzilmalar hosil bo‘lishi tufayli erishiladi. Ushbu usul asbobsozlik materialining legirlangan qatlamida legirlovchi qo‘shimchalarning konsentratsiyasi diapazoni va spektri bo‘yicha universal usul hisoblanadi. Bundan tashqari, joylashtirilishi mumkin bo‘lgan qatlam kesuvchi asbob o‘lchamlarini o‘zgartirmaydi va qoplamalardan farqli o‘laroq, qatlamlanib ko‘chmaydi. Biroq, past samaradorlik va yuqori xarajat tufayli ushbu usul hali qo‘llanilgani yo‘q.

Kesish asbobining ishchi yuzalarini elektrouchqun bilan legirlash, gazsimon muhitda impulsli razryadlar elektroeroziya va anod materialining katodga (asbobga) qutb orqali o‘tishi bilan tavsiflanadi. Asbobda kerakli qalinlikdagi qatlam hosil qilish uchun ishlov beriladigan sirt bo‘ylab anodni skanerlashda bir qator elektr zaryadlari talab qilinadi. Asbob yuzasida mayda donli intermetallidlar hosil bo‘lishidagi strukturaviy va fazaviy o‘zgarishlar natijasida,mikroqattiqligi 2 baravar ortgan qalinligi 50-80 mkm gacha bo‘lgan qatlam paydo bo‘ladi. Bunga qo‘shimcha ravishda, elektrouchqunli legirlashdan keyin asbobning sirt g‘adir-budirligining yomonlashishi kuzatilishi mumkin, bu qo‘shimcha ishlov berish turlaridan foydalanishni talab qiladi.

Lazerli legirlash lazerli qizitish jarayonida qo‘shimchalarning kesuvchi asbob ishchi yuzalariga singdirilishini ta’minlaydi. Lazer nurlari yordamida asboblarning tezkesar po‘latdan va qattiq qotishmalar bilan nitridlash va uglerodlash, shuningdek har xil o‘tga chidamli metallar (Ti,

Al, Zr va boshqalar) bilan legirlash jarayoni osonlashadi. Shu bilan birga, legirlash tizimini tanlash kesish asbobining ish sharoitlariga qarab maqsadli ravishda amalga oshiriladi.

Olingan yangi fazalar va birikmalar sirt qatlamining mikroqattiqligini keskin oshiradi va ayrim hollarda uning issiqbardoshligini oshiradi, bu esa o‘z navbatida kesuvchi asbobning turg‘unligini oshiradi. Sirtni o‘zgartirishning ushbu usulida kesuvchi asbobni to‘liq qizdirmasdan, uni ortiqcha deformatsiyalamasdan va kesuvchi asbobning faqat ko‘proq yeylanadigan qismlariga ishlov berishga imkon beradi. Biroq, asboblarni ishlab chiqarishda lazerli legirlashdan foydalanish lazerli texnologik qurilmalarning qimmatligi, past samaradorlikligi va F.I.K ning pastligi tufayli norentabel hisoblanadi.

Kesish asbobiga termik ta’sir ko‘rsatish, sirt qotishidan farqli o‘laroq, asbobning sirt qatlamining kimyoviy tarkibini o‘zgartirmasdan tuzilishi va xususiyatlarining o‘zgarishiga olib keladi.

Kesish asbobining ishchi yuzalarini lazer bilan toblash asbob materialini hajmli qizitishsiz amalga oshiriladi va mahalliy hisoblanadi. Asbobning sirtini lazer nurlari bilan skanerlashda u o‘ta qizdirish va yupqa sirt qatlamini sovutish tufayli kuchli tarkibiy o‘zgarishlarga uchraydi. Asbobning ishlov beriladigan joylarida lazer nurlanishining ta’sir qilish vaqtini va quvvatini o‘zgartirish orqali asbob materiali sirt qatlamining turli xil strukturaviy holatini olish mumkin: a) ultramikrokristall tuzilmalar; b) o‘ta to‘yintirilgan qattiq eritmalar; v) bir xilligi oshgan tuzilmalar; d) amorf tuzilmalar. Asbob materialining sirt qatlami tuzilishining o‘zgarishi bilan uning fizik va mexanik xususiyatlari - qattiqligi, issiqlikka chidamliligi va boshqalar ham o‘zgaradi.

Lazerli toblash lazerli legirlash singari bir xil kamchiliklarga ega -qurilmaning past F.I.K va samaradorligi, shuningdek, shaklli asboblarni qayta ishlashda qiyinchiliklar mavjud.

Sanoatda ushbu sohada asbobning sirt xususiyatlarida shunga o‘xshash o‘zgarishlarni ta’minlaydigan yetarli miqdordagi alternativ usullar mavjud bo‘lganligi sababli, ushbu usuldan foydalanish asbobsozlik sanoatida juda cheklangan.

Asbob sirtlarini elektron-nurli ishlov berishdan foydalanish lazer bilan ishlov berish natijasida erishilgan natijaga o‘xshaydi. Elektron nurli ishlov berish yuqori vakuumli muhitda amalga oshiriladi, bu elektron emitentni oksidlanishdan himoya qilish va ularning tarqalishini oldini olish uchun zarurdir. Elektron nurli ishlov berishning mohiyati shundan iboratki, elektron nurlari asbob yuzasini zichligini taxminan 8 MVt / sm^2 bo‘lgan energiya bilan bombardimon qiladi va ma’lum bir vaqt oralig‘ida bir lokalizatsiya qilingan maydondan boshqasiga o‘tadi. Elektron nurni olib tashlaganidan keyin sovutish darajasi juda yuqori, buning natijasida austenit struktura martensitga aylanadi. Asboblarning sirtini elektron nurli ishlov berib o‘zgartirish usuli yuqori F.I.K ga (energiyaning 74% ishlatiladi) ega bo‘lsa ham,lazer bilan ishlov berish bilan bir xil kamchiliklarga ega. Tezkesar po‘latdan yasalgan an’anaviy asbobni toblash jarayoninig kamchiliklari, yuqori haroratli takroriy bo‘shatish paytida martensitga aylanishi qiyin bo‘lgan qoldiq austenitning katta miqdori hisoblanadi. Qoldiq austenitni martensitga aylantirish uchun sovuq ishlov berish deb ham ataladigan kriogen ishlov berish qo‘llaniladi. Past haroratda sovutish qo‘shimcha martensit hosil bo‘lishini keltirib chiqaradi, natijada yupqa sirt qatlamlarida mayda donli yuqori qattiqlikdagi martensit strukturasi hosil bo‘ladi. Austenitni barqarorlashtirishni oldini olish uchun, toblashdan so‘ng darhol sovuq bilan ishlov berish kerak. Sovuq bilan ishlov berish ichki kuchlanishlarni kamaytirmasligi sababli,sovuq ishlov berilgandan keyin asbob past temperaturada bo‘shatiladi.

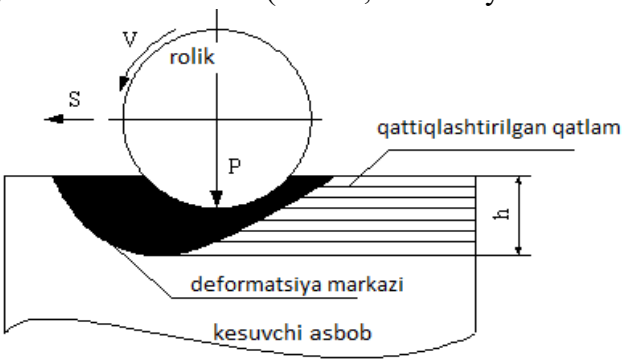
Sanoatda ishlatiladigan yana bir issiqlik bilan ishlov berish usuli yuqori chastotali tok bilan qizdirib toblashdir. Ushbu usul, asbob joylashtirilgan o‘tkazgich-induktor tomonidan hosil qilingan o‘zgaruvchan magnit maydonda, metallning qizib ketishiga olib keladigan uyurma oqimlar induksiya qilinishiga asoslanadi. Oqim chastotasi qanchalik katta bo‘lsa, toblangan yuza shuncha yupqa (odatda qalinligi 1 ... 3 mm) shakllanadi.

Asbob 3 ... 5 soniya qizdirilgandan so‘ng, induktordan olinib, maxsus sovutish moslamasiga o‘tkaziladi va teshiklar orqali qizdirilgan yuzaga toblovchi suyuqlik purkaladi. Yuqori tezlikda

qizdirish fazaviy o‘zgarishlarni yuqori haroratli mintaqaga o‘tkazadi. Yuqori chastotali tok bilan qizdirish temperaturasi odatdagi qizdirish yuqori bo‘lishi kerak. To‘g‘ri tanlangan qizdirish rejimlaridan keyin ingichka igna tuzilishli martensit olinadi. Ushbu turdagi toblashning kamchiliklari toblangan qatlamning chuqurligi va qattiqligining notekisligi, puxtalangan sirtdan puxtalanmagan yadroga keskin o‘tishning mavjudligi.

Deformatsiya usullari. Kesish asbobining ishchi yuzalarining g‘adir budirligini kamaytirish va ularning qattiqligini oshirish uchun, kesish asboblarining ishchi yuzalariga turli xil deformatsion ta’sir usullari qo‘llanilishi mumkin. Deformatsion ta’sir paytida hech qanday termik nuqsonlar sodir bo‘lmaydi, minimal sirt g‘adir-budirligi ta’minlanadi, foydali siquvchi qoldiq kuchlanishlar vujudga keladi va sirt qatlamining1 ... 3 mm chuqurlikdagi mikroqattiqligi asta-sekin ortadi.

Deformatsiya usullari statik va dinamikaga bo‘linadi. Statik sirtni deformatsiyalashning keng tarqalgan usullari - bu shar va roliklarda nakatlash va olmosli silliqlash hisoblanadi. Ushbu usullarni amalga oshirishda maxsus asbobning deformatsiyalovchi elementlari (sharlar, roliklar yoki turli xil konfiguratsiyadagi jismlar), kesish asbobining ishlov beriladigan yuza bilan o‘zaro ta’sir ko‘rsatadi.



1-rasm. Yuzani rolik bilan nakatlash sxemasi

Nakatlash jarayonida rolik kesish asbobining yuzasiga belgilangan R kuch bilan bosib, o‘z o‘qi atrofida aylanib unga nisbatan harakatlanadi. Rolikni ishlov beriladigan asbob yuzasi bilan kontaktlashish zonasida deformatsiya elementi bilan birga harakatlanadigan plastik deformatsiya zonasi hosil bo‘ladi, buning natijasida kesuvchi asbobning sirt qatlami deformatsiya o‘chog‘ining tarqalish chuqurligiga teng h chuqurlikda deformatsiyalanadi. Deformatsiya zonasining o‘lchamlari texnologik ishlov berish omillariga - P kuchga, rolik shakli va hajmiga, surishga, asbob materialining qattiqligiga va boshqalarga bog‘liq.

Nakatlanadigan yuzalarda rolikning bosimi ta’sirida paydo bo‘ladigan qoldiq plastik deformatsiyalar natijasida mustahkamlik yoki qattiqlikni oshirish mumkin.

Kesish asbobini olmosli silliqlash yuqorida ko‘rib chiqilgan nakatlashga o‘xshaydi va ishlov berish asbobini sirt qatlamlarini ish qismi sfera yoki silindrning yon yuzasi shaklida bo‘lgan olmos kristali bilan plastik deformatsiyalash bilan amalga oshiriladi. Ma’lum bir kuch bilan bosilgan olmos vositasi asbobning yuzasi bo‘ylab sirpanishadi, mikroto‘lqinlarni yumshatadi va mustahkamlaydi.

O‘zgartirish va qotish usullarini tanlashda umumiy qoida ishlab chiqarish predmetining ish qismining xususiyatlari va tayyor qismining xususiyatlari kabi xususiyatlarini hisobga olishdir.

Xulosa. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ular orasida eng muhimi: a) ishlov beriladigan sirt turi; b) ishlov beriladigan yuzaning o‘lchamlari; v) material turi; g) qayta ishlangan materialning qattiqligi; d) ishlov berish aniqligi; ye) pürüzlülük xususiyatlari; g) sirt qatlamining fizik-mexanik xususiyatlari.

Yuqoridagi tavsiflarni hisobga olishdan tashqari, ishlov berish usullarini tanlash ish qismlari materialining umumiy xususiyatlarini tavsiflovchi integral xususiyatlarni hisobga oladi. Ushbu xususiyatlarga materialning ishlov berish qobiliyati kiradi - bu qayta ishlash jarayonining samaradorligi va ishlab chiqarish tannarxini belgilaydigan material xususiyatlarining umumiyligini tavsiflovchi eng muhim texnologik xususiyat. Ishga yaroqliligi ish qismini olish usuli, issiqlik bilan ishlov berish va boshqalar bilan aniqlanadigan metallarning kimyoviy tarkibiga va tarkibiy holatiga bog‘liq.

Mehnatga layoqatlilik tushunchasining asosiy xususiyati bu turli xil qayta ishlash usullari uchun material xususiyatlarining jarayonga ta’sirining farqidir. Shunday qilib, kesish usullari uchun past ish qobiliyatiga ega materiallar elektrofizik usullar bilan yaxshi ishlov beriladi. Bundan tashqari, teng fizikaviy va mexanik xususiyatlarga ega bo‘lgan materiallar ishlov berishda sezilarli

farq qilishi mumkin. Shu sababli, dizayner har doim ham yaxshiroq ishlov berishga ega bo‘lgan materialning teng fizik va mexanik xususiyatlariga ega bo‘lgan materiallarni tanlash vazifasiga duch kelishi kerak [7].

Muayyan qayta ishlash jarayonlariga nisbatan mehnatga layoqatlilik uchun materiallarni baholash uchun nisbiy mehnatga yaroqlilik koeffitsiyentlari belgilanadi. Turli xil ishlov berish usullari uchun materiallarning ishlash qobiliyati sezilarli darajada farq qiladi. Bu ish qismidagi fizik-kimyoviy ta’sir mexanizmlarining tub farqi bilan bog‘liq. Shuning uchun har bir qayta ishlash usuli ratsional foydalanishning o‘ziga xos maydoniga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Маслов А.Р. Высокоэффективные технологии и оборудование современных производств**.** Учебное пособие. – М.: «ИТО», 2012. С.209
2. Лебедев В.А. Технология машиностроения: проектирование технологии изготовления изделий / В.А. Лебедев , М.А. Тамаркин, Д.П. Гепта. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 361 с. : ил. (Высшее образование).
3. Безъязычный В.Ф. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в авиадвигателестроении: учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, М.Л. Кузьменко, В.Н. Крылов и др.; под общ. ред. В.Ф. Безъязычного. – 2-е изд., доп. - М.: Машиностроение, 2007. – 539 с.: ил.
4. Кушнер В.С. Технологические процессы в машиностроении : учебник для студ. высш. учеб. заведений /В.С. Кушнер , А.С. Верещака, А.Г. Схиртладзе. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 416 с.
5. Кондаков А.И., Васильев А.С. Выбор заготовок в машиностроении: справочник. – М.: Машиностроение. 2007. – 560 с.: ил.
6. Власов В.И. Процессы и режимы резания конструкционных материалов. М.: Издательство «Инструменты. Технология. Оборудование», 2012, 178 с.
7. Хамроев Х.Х., Уринов У.А., Дубровец Л.В., Шадиев С.С., Сайфуллаев С.С. Improving the Efficiency of Milling with using of the Milling Cutter with Cover (High Speed Milling (HSM)). “International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) 2020”.
8. Исаев А.В., Хамроев Х.Х., Пивкин П.М., Минин И.В., Ершов А.А. Исследование высокоскоростной обработки заготовок из чугуна цельными покрытиями и без них. Вестник МГТУ «Станкин» №4 (51), 2019 г.
9. Исаев А.В., Хамроев Х.Х., Дубровец Л.В. Исследование процесса высокоскоростного фрезеровани “Фан ва технологиялар тараққиёти”. 2019 йил. №5.

Xamroyev Xamza Xamidovich – Buxoro davlat texnika universiteti “Mexanika va muhandislik grafikasi” kafedrasi katta o‘qituvchi Тел.: (+99833) 0257533, E-mail: hamroyev2010@mail.ru

ASINXRON MOTORLARNI NOSIMMETRIK REJIMLARI

Tojimurodov D.D.

Farg‘ona davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada asinxron elektr motorlarning nosimmetrik rejimlarda ishlash xususiyatlari tahlil qilingan. Nosimmetriklik sabablarini aniqlash, fazalararo tok va kuchlanishlar nomutanosibligini baholash hamda motorning moment va samaradorlik ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlash maqsad qilingan. Tadqiqotda faza nomutanosibligi koeffitsiyenti, vektor diagrammalar va matematik modellar yordamida asinxron motorning elektr va mexanik parametrlaridagi o‘zgarishlar o‘rganilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, nosimmetrik ta’minot sharoitida rotor va stator o‘ramlarida qo‘shimcha isroflar, moment tebranishlari va harorat ortishi kuzatiladi. Ushbu holat motorning xizmat muddatini qisqartiradi va energiya samaradorligini pasaytiradi. Tadqiqot natijalari asinxron motorlarni himoya qilish va nosimmetrik rejimlarni avtomatik aniqlash tizimlarini takomillashtirishda qo‘llanilishi mumkin.*

Kalit so‘zlar: *asinxron motor, nosimmetrik rejim, fazalararo nomutanosiblik, vektor diagramma, moment tebranishi, issiqlik ortishi, energiya samaradorligi, monitoring tizimi.*

ASYMMETRICAL OPERATING MODES OF INDUCTION MOTORS

Tojimurodov D.D.
Fergana state technical university.

Abstract. *This article analyzes the operating characteristics of induction motors under asymmetrical conditions. The aim of the study is to identify the causes of asymmetry, evaluate the imbalance of phase currents and voltages, and determine their influence on the motor's torque and efficiency indicators. The research examines the changes in the electrical and mechanical parameters of an induction motor using the phase imbalance coefficient, vector diagrams, and mathematical models. The results show that under asymmetrical supply conditions, additional losses occur in the stator and rotor windings, torque fluctuations increase, and temperature rise is observed. These factors shorten the motor's service life and reduce energy efficiency. The findings can be used to improve protection systems for induction motors and to enhance automatic detection systems for asymmetrical operating modes.*

Keywords. *Induction motor, asymmetrical mode, interphase imbalance, vector diagram, torque fluctuation, temperature rise, energy efficiency, monitoring system.*

***K*irish.** Zamonaviy sanoat va qishloq xo‘jaligi sohalarida asinxron motorlar eng keng qo‘llaniladigan elektr yuritmalar hisoblanadi. Ularning konstruktiv soddaligi, yuqori ishonchliligi, texnik xizmat ko‘rsatishdagi qulayligi va iqtisodiy samaradorligi tufayli elektr energiyaning katta qismi aynan shu turdagi motorlar orqali mexanik ishga aylantiriladi. Biroq amaliy ekspluatatsiya sharoitida elektr tarmoqlari doimo ideal simmetrik rejimda ishlamaydi. Ko‘pincha yuklamalarning fazalar bo‘yicha notekis taqsimlanishi, tarmoq elementlarining qarshiliklaridagi farqlar, fazalardan birining uzilishi yoki qisqa tutashuvi natijasida nosimmetrik kuchlanish holatlari yuzaga keladi. Natijada asinxron motorning stator sarg‘ilariga ta’sir qiluvchi uch fazali kuchlanish vektorlari simmetrik joylashmaydi va motor magnit maydoni buziladi. Bunday sharoitda teskari aylanuvchi magnit oqimi hosil bo‘lib, rotor o‘ramlarida qo‘shimcha toklar, moment tebranishlari hamda issiqlik yo‘qotishlarining ortishi kuzatiladi. Bu holat motorning samaradorligini pasaytiradi, izolyatsiya qizishini tezlashtiradi va xizmat muddatini qisqartiradi.

Nosimmetrik rejimda motorning ishlash samaradorligini aniqlash uchun fazalararo kuchlanish nomutanosiblik darajasi maxsus koeffitsiyent yordamida baholanadi. U quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$K_U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\text{o‘rt}}} \times 100\%$$

bu yerda: U_{max} – eng katta, U_{min} – eng kichik, $U_{o‘rt}$ – o‘rtacha faza kuchlanishi qiymatlaridir. Amaldagi GOST 32144–2013 standartlariga ko‘ra bu koeffitsiyentning qiymati 2–3 % dan oshmasligi kerak. Agar u 5 % dan yuqori bo‘lsa, motor momenti 20–25 % gacha kamayadi, o‘ramlarning harorati esa 1,5–2 baravar ortadi. Natijada energiya yo‘qotishlari ortib, tizimning umumiy foydali ish koeffitsiyenti pasayadi. Shu sababli nosimmetrik rejimlarning paydo bo‘lishini erta aniqlash va ularni avtomatik nazorat qilish sanoat elektr yuritmalari uchun muhim texnik masalalardan biri hisoblanadi.

Nosimmetrik rejimlarning salbiy ta’siri, ayniqsa, qishloq xo‘jaligi nasos stansiyalari, ventilyatsiya tizimlari, kompressorlar va suv ta’minoti ob’ektlarida yaqqol namoyon bo‘ladi. Ushbu ob’ektlarda elektr tarmoqlari ko‘pincha uzoq masofalarga cho‘zilgan bo‘lib, fazalar qarshiligining nomutanosibligi yuqori bo‘ladi. Shu bois, bunday tizimlarda motorlarning issiqlik rejimini nazorat qilish, teskari magnit oqimini tahlil qilish va fazaviy nomutanosiblikni kompensatsiyalovchi algoritmlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Hozirgi paytda dunyo bo‘yicha nosimmetrik rejimlarni aniqlash uchun vektorli o‘lchov, spektral tahlil, sun’iy intellekt asosidagi monitoring hamda fazor o‘zgarishlarini real vaqt rejimida kuzatuvchi tizimlardan foydalanilmoqda. Biroq ularning ko‘pchiligi asinxron motorlarning dinamik jarayonlarini to‘liq inobatga olmaydi, natijada aniqlik va barqarorlik ko‘rsatkichlari yetarli darajada emas. Shu nuqtai nazardan, nosimmetrik rejimlarda ishlovchi asinxron motorlarning elektromagnit jarayonlarini chuqur matematik modellashtirish, ularning tok, moment va issiqlik parametrlarini real vaqt

rejimida kuzatish imkonini beruvchi algoritmlarni ishlab chiqish bugungi kun ilmiy izlanishlarining markazida turibdi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — asinxron motorlarning nosimmetrik ta’minot sharoitida ishlash jarayonini matematik modellashtirish, nosimmetriklik darajasining motor ish rejimlariga ta’sirini tahlil qilish va natijalarga asoslanib ularni avtomatik nazorat qilish hamda himoya algoritmlarini takomillashtirishdan iborat. Tadqiqot natijalari asinxron motorlarning energiya samaradorligini oshirish, ularning xizmat muddatini uzaytirish va texnik ekspluatatsiya xavfsizligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Materiallar va usullar. Asinxron motorlarning nosimmetrik rejimda ishlash jarayonini tadqiq etish uchun nazariy, modellashtirish va eksperimental yondashuvlar qo‘llanildi. Tadqiqotning maqsadi motorning elektr va mexanik parametrlariga kuchlanish nomutanosibligining ta’sirini aniqlash hamda nazorat algoritmlarini ishlab chiqishdan iborat bo‘lgani sababli, model asosida matematik tahlil va Simulink muhitida kompyuter simulyatsiyasi amalga oshirildi.

Matematik model asoslari. Nosimmetrik uch fazali tizimni tahlil qilishda fazor usulidan foydalanildi. Stator fazalaridagi kuchlanishlar quyidagi ko‘rinishda ifodalandi:

$$\begin{cases} u_A = U_m \sin(\omega t) \\ u_B = U_m \sin(\omega t - 120^\circ + \Delta\phi_B) \\ u_C = U_m \sin(\omega t + 120^\circ + \Delta\phi_C) \end{cases}$$

bu yerda: U_m - kuchlanish amplitudasi, ΔϕB va ΔϕC – fazalararo burchaklardagi nomutanosiblikni ifodalaydi.

Nosimmetrik rejimda motor statoridagi magnit oqimi aylanish tezligi $\omega_s=2\pi f$ bo‘lsa, nosimmetrik holatda teskari aylanuvchi oqim chastotasi ham paydo bo‘ladi va bu oqim rotorga qarama-qarshi yo‘nalishda moment hosil qiladi. Bunday holda umumiy elektromagnit moment quyidagicha yoziladi:

$$M = M_{\text{to‘g‘ri}} - M_{\text{teskari}}$$

Bu ifoda orqali motor momentidagi tebranishlar amplitudasi nosimmetriklik darajasi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqligini aniqlash mumkin.

Park–Clarke transformatsiyasi asosidagi vektor modeli. Matematik modellashtirishda fazaviy o‘zgaruvchilarni ikki o‘qli koordinata tizimiga o‘tkazish uchun Park–Clarke transformatsiyasidan foydalanildi:

$$\begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$$

Ushbu o‘zgarish yordamida stator va rotor toklari hamda magnit oqimlari o‘zaro bog‘liq differensial tenglamalar shaklida ifodalandi. MATLAB/Simulink muhitida yaratilgan modelda har bir fazaning kuchlanish, tok va moment o‘zgarishlari real vaqt rejimida tahlil qilindi.

Model tarkibida quyidagi bloklar ishlatildi:

- Uch fazali kuchlanish manbai – fazalararo nomutanosiblikni KU=0…10% oralig‘ida o‘rnatish imkoniyatiga ega;
- Asinxron motor bloki – 1,5 kVt quvvatli, 4 qutbli, 50 Hz tarmoq chastotali motor parametrlariga asoslangan;
- O‘lchov bloklari – stator toklari, elektromagnit moment va issiqlik yo‘qotishlarini qayd etuvchi virtual sensorlar;
- Scope bloklari – tok, moment va kuchlanish grafigini vizual tahlil uchun.

Modelni verifikatsiya qilish maqsadida Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti laboratoriyasida 1,5 kVt quvvatli asinxron motor (АИР90L4) ustida tajribalar o‘tkazildi. Tajriba vaqtida uch fazali tarmoq kuchlanishlari voltmetr-ampermetr kompleksi orqali o‘lchandi, moment esa dinamometr yordamida baholandi. O‘lchov natijalari model tahlili bilan 95 % aniqlikda mos keldi, bu yaratilgan modelning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Simulyatsiya vaqtida kuchlanishning 3 %, 5 % va 10 % nomutanosiblik darajalari uchun motorning asosiy parametrlaridagi o‘zgarishlar o‘lchandi. Quyidagi jadvalda natijalar umumlashtirilgan:

Nomutanosiblik (K_U), %	Moment o‘zgarishi, %	Samaradorlik kamayishi, %	Harorat ortishi, °C
0 (simmetrik)	0	0	40
3	−5	−2	50
5	−12	−6	60
10	−22	−14	75

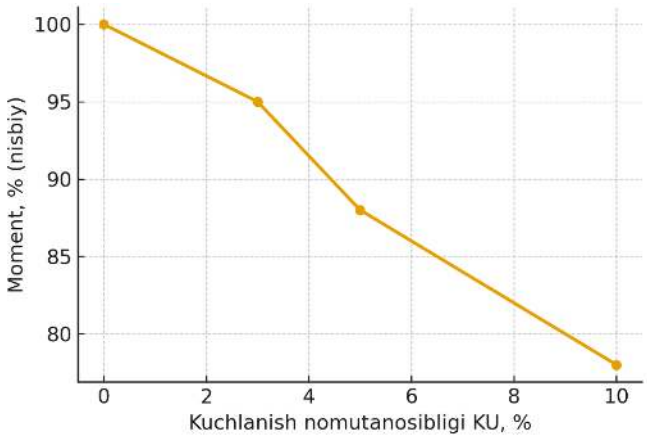
Natijalar va tahlil. Nosimmetrik rejimlarda asinxron motorning elektr va mexanik parametrlaridagi o‘zgarishlar modellashtirish va tajriba asosida tahlil qilindi. Simulink modeli yordamida kuchlanish nomutanosibligining turli darajalarida (0 %, 3 %, 5 %, 10 %) stator toklarining vektor diagrammalari, elektromagnit moment tebranishlari va issiqlik yo‘qotishlari o‘lchandi.Moment va toklarning o‘zgarish dinamikasi. Nomutanosiblik darajasi oshgani sari motor momenti va faza toklari orasida nolinear bog‘lanish kuzatildi. Simulyatsiya natijalari asosida quyidagi empirik ifoda hosil qilindi:

$$M_{\text{eff}} = M_n \left(1 - 0.025K_U - 0.002K_U^2\right)$$

bu yerda M_n – nominal moment, K_U – kuchlanish nomutanosibligi (%). Ushbu tenglama shuni ko‘rsatadiki, 5 % nomutanosiblikda motor momenti taxminan 12 % ga kamayadi, bu esa ishlab chiqarish jarayonlarida sezilarli tebranish va samaradorlik pasayishiga olib keladi.

Quyidagi grafik (1-rasm) asosida momentning o‘zgarish xarakteri ifodalanadi:

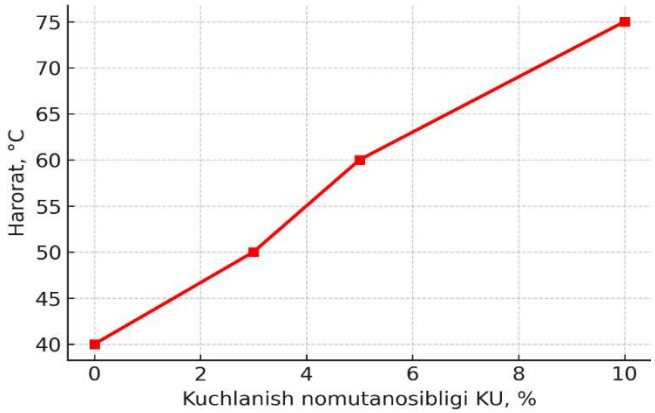
Grafikdan ko‘rinadiki, momentning pasayish chizig‘i eksponensial tusda bo‘lib, nosimmetriklik ortgani sayin o‘zgarish tezligi ham kuchayadi.



1-rasm. Asinxron motor momentining kuchlanish nomutanosibligi darajasiga bog‘liqligi.

Issiqlik rejimining tahlili. Nosimmetrik rejimda stator fazalaridagi toklarning ortishi natijasida issiqlik yo‘qotishlari (Joul-Lenz qonuni asosida) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P_{\text{issiqlik}} = 3I_{\text{faz}}^2 R_s$$



2-rasm. Nosimmetrik rejimda motor korpusi haroratining KU (kuchlanish nomutanosibligi) bo‘yicha o‘zgarishi.

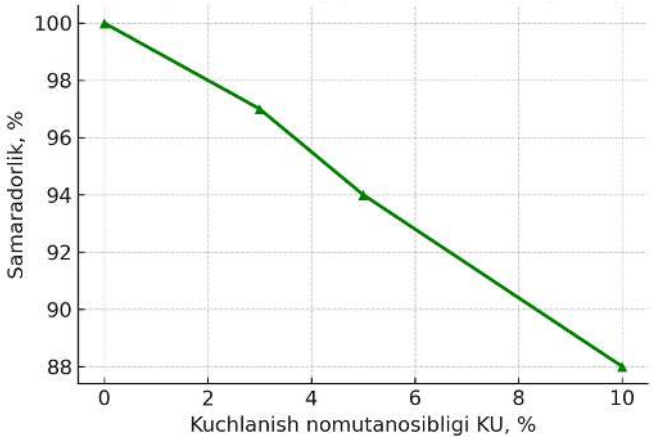
Agar tok 10 % ga oshsa, issiqlik quvvati 21 % ga ortadi, chunki yo‘qotish tok kvadratiga proporsional. Modellashtirish natijalarida 5 % nomutanosiblikda faza toklari 1,1 A dan 1,24 A gacha oshgani qayd etildi, bu issiqlik oqimining 28 % ga ortishiga olib keldi. Tajriba o‘lchovlari bilan mos natijalar quyidagi grafik (2-rasm) ko‘rinishida ifodalanadi: 3 % nomutanosiblikda motor korpusi harorati 50 °C, 5 % da 60 °C, 10 % da esa 75 °C gacha ko‘tarilgan. Bu issiqlik ortishi izolyatsiya qarish tezligini ikki baravar oshiradi va motorning xizmat muddatini 30–40 % ga qisqartiradi.

Energiya samaradorligi va mexanik tebranishlar. Samaradorlikning o‘zgarishi kuchlanish nomutanosibligi bilan bog‘liq ravishda quyidagi empirik bog‘lanish orqali ifodalandi:

$$\eta = \eta_n (1 - 0.012 K_U)$$

bu yerda: η – nominal samaradorlik. 5 % nomutanosiblikda samaradorlik 6 % gacha pasayadi, bu esa ishlab chiqarish tizimlarida ortiqcha energiya sarfi va ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga sabab bo‘ladi. Simulink natijalarida shuningdek, motor korpusida mexanik tebranish amplitudasining 2,5 baravar ortgani aniqlangan. Bu esa podshipnik va mexanik uzatmalarda ortiqcha yuklanishlar paydo bo‘lishi mumkin

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, asinxron motorlarning nosimmetrik rejimlarda ishlashi tizimning elektr, issiqlik va mexanik jarayonlarini kompleks tarzda o‘zgartiradi. Faza kuchlanishlaridagi nomutanosiblik stator magnit maydonining siljishiga olib kelib, motor ichida teskari aylanuvchi magnit komponent hosil qiladi. Ushbu komponent asosiy aylanuvchi oqimga qarshi yo‘nalishda ta’sir etib, moment tebranishini va issiqlik yo‘qotishlarini oshiradi. Tahlil qilingan matematik model, grafik va tajriba natijalari bir-birini tasdiqlaydi. Natijalar shuni isbotlaydiki, hatto kichik (3–5 %) kuchlanish nomutanosiblik ham motor samaradorligi va barqarorligiga sezilarli salbiy ta’sir ko‘rsatadi.



3-rasm. Asinxron motor energiya samarador-ligining nosimmetriklik darajasiga bog‘liqligi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, asinxron motorlarning nosimmetrik rejimlarda ishlashi ularning elektr, issiqlik va mexanik parametrlariga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Kuchlanish nomutanosibligining ortishi bilan elektromagnit moment kamayadi, toklar tebranishi kuchayadi hamda issiqlik yo‘qotishlari ortadi. Simulyatsiya va tajriba ma’lumotlari asosida aniqlanishicha, 3–5 % gacha bo‘lgan kuchlanish nomutanosiblik motor momentini 10–12 % ga kamaytiradi, samaradorlikni 5–6 % gacha pasaytiradi hamda haroratni 20–25 °C ga oshiradi. Ushbu holat izolyatsiya qarish tezligini kuchaytiradi, rotor va stator o‘ramlarida ortiqcha issiqlik yig‘ilishiga sabab bo‘ladi va motorning xizmat muddatini qisqartiradi. Shuningdek, energiya samaradorligining pasayishi elektr tarmoqlaridagi umumiy yo‘qotishlarni ko‘paytiradi. Shuning uchun elektr ta’minot tizimlarida kuchlanish simmetriyasini doimiy nazorat qilish, fazalar bo‘yicha yuklamalarni teng taqsimlash va avtomatik muvozanatlash qurilmalaridan foydalanish zarur.

Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan matematik model, Simulink muhitida yaratilgan dinamik tizim hamda tajriba o‘lchovlari bir-birini yuqori aniqlikda tasdiqladi. Model yordamida nosimmetriklik darajasining motor momenti, samaradorligi va issiqlik rejimiga ta’siri uchun empirik bog‘lanishlar topildi. Bu bog‘lanishlar asosida real vaqt rejimida nosimmetrik rejimni aniqlash va himoya tizimlarini avtomatik boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish imkoniyati yaratiladi. Umuman olganda, olingan natijalar asinxron motorlarni energiya samaradorligini oshirish, ularning ekspluatatsiya xavfsizligini ta’minlash va xizmat muddatini uzaytirish uchun nosimmetrik rejimlarni erta aniqlovchi, monitoring va kompensatsiya tizimlarini ishlab chiqish zarurligini isbotladi. Tadqiqot natijalari sanoat, qishloq xo‘jaligi nasos stansiyalari va ventilyatsiya tizimlari uchun amaliy qo‘llash imkoniyatiga ega bo‘lib, kelgusida “asinxron motorlarni nosimmetrik rejimda avtomatik nazorat qilish tizimini takomillashtirish” yo‘nalishida ilmiy izlanishlarni davom ettirish uchun asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Krause, P. C., Wasynczuk, O., Sudhoff, S. D. *Analysis of Electric Machinery and Drive Systems*. 3rd ed. Wiley-IEEE Press, 2013. DOI: 10.1109/9781118524336

2. Chapman, S. J. *Electric Machinery Fundamentals*. 5th ed. McGraw-Hill Education, 2012. ISBN: 9780073529547.
3. Gieras, J. F., & Wing, M. *Permanent Magnet Motor Technology: Design and Applications*. CRC Press, 2016. DOI: 10.1201/9781315210388
4. Kundur, P. *Power System Stability and Control*. McGraw-Hill Education, 1994. ISBN: 9780070359581.
5. Bimbhra, P. S. *Electrical Machines*. Khanna Publishers, New Delhi, 2011.
6. Gurevich, V. I. *Electric Relays: Principles and Applications*. CRC Press, 2017. DOI: 10.1201/9781351230612
7. Dadajonov, M., Shakirov, B., Mannobjonov, B. *Nosimmetrik rejimlarda asinxron motorlarning elektr parametrlarini tahlil qilish*. Andijon QXAI Ilmiy axborotlari, 2024, №2, 45–51-bet.
8. Yusupov, A., & Egamberdiev, M. *Elektr yuritmalarni nosimmetrik kuchlanish sharoitida modellashtirish va tahlil qilish*. O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlari, 2023, №1, 67–74-bet.
9. Natarajan, R. *Power System Analysis*. PHI Learning, New Delhi, 2019. ISBN: 9788120335653.
10. Yang, J., et al. *Voltage unbalance and its impact on induction motor performance*. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 2018, 33(4), 1922–1931. DOI: 10.1109/TEC.2018.2819862
11. Mohan, N., Undeland, T. M., Robbins, W. P. *Power Electronics: Converters, Applications, and Design*. 4th ed. Wiley, 2021. DOI: 10.1002/9781119755012
12. Gulomov, O., & Turaev, S. *Asinxron motorlarning nosimmetrik rejimda issiqlik tahlili*. Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy jurnali, 2024, №3, 55–63-bet.
13. Chen, L., Zhang, D., & Li, H. *Modeling and Control of Unbalanced Induction Motors Using Park-Clarke Transformations*. *Energies*, 2022, 15(12), 4314. DOI: 10.3390/en15124314
14. IEEE Std 112-2017 — *IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators*. IEEE Power & Energy Society, 2017. DOI: 10.1109/IEEESTD.2017.7900169
15. GOST 32144–2013 – *Elektr energiya sifati. Umumiy texnik talablar*. Moskva: Standartinform, 2013.

O‘ZBEKISTONDA QUYOSH SOVUTISH TIZIMLARI VA ULARNING TEXNIK IMKONIYATLARI.

Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., To‘xtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *O‘zbekiston Markaziy Osiyodagi eng quyoshli mamlakatlardan biri bo‘lganligi va yildan yilga yozgi mavsumda harorat maksimal darajaga yetayotganligi sababli sovutish tizimlariga bo’lga ehtiyoj juda yuqoriligini ko‘rishimiz mumkin. Bugungi energiya manbai zaxiralari kamayib borayotgan bir davrda quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini oshirish juda muhim. Shulardan kelib chiqib O‘zbekiston sharoitida quyosh sovutgichlarining turlari, ularning ishlash diagrammalari va foydali ish koeffitsiyenti aniqlash usullarini ko‘rib chiqamiz*

Kalit so‘zlar: *quyosh sovutish tizimlari; quyosh issiqlik konditsioneri; fotovoltaik sovutish tizimi; gibrid quyosh sovutish tizimi; absorbsion sovutgich; adsorbsion sovutgich; qurituvchi sovutish tizimi;*

SOLAR COOLING SYSTEMS AND THEIR TECHNICAL CAPABILITIES IN UZBEKISTAN.

Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., Tokhtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F.
Bukhara state technical university.

Abstract. *Since Uzbekistan is one of the sunniest countries in Central Asia and the temperature reaches its maximum in the summer season every year, we can see that the need for cooling systems is very high. In today's era of dwindling energy resources, it is very important to increase the use of solar energy. Based on this, we will consider the types of solar coolers in Uzbekistan, their operating diagrams and methods for determining the useful coefficient of performance.*

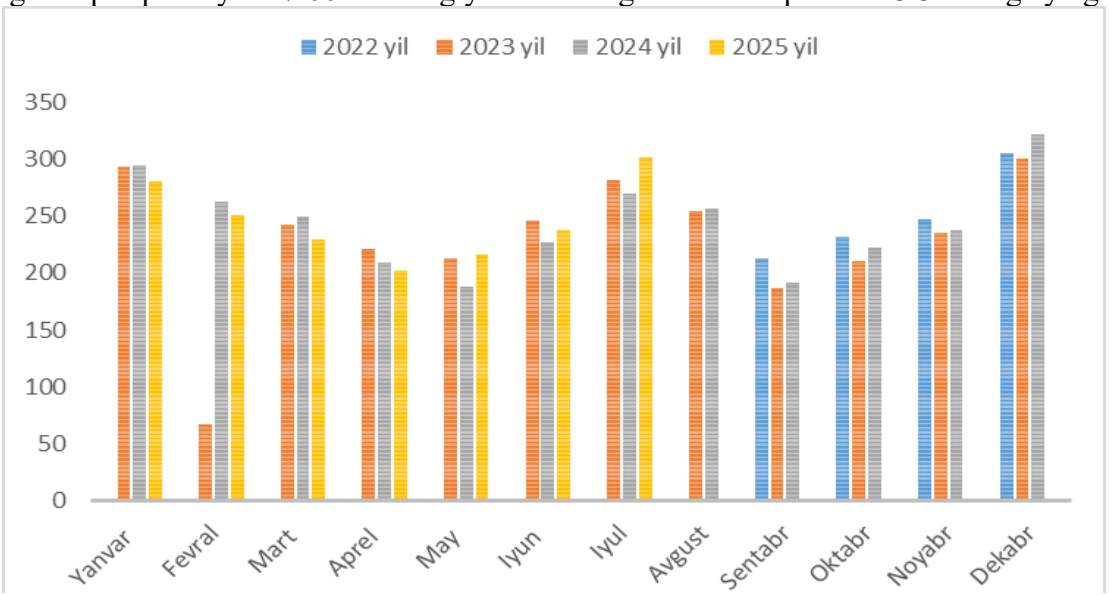
Keywords: *solar cooling systems; solar thermal air conditioner; photovoltaic cooling system; hybrid solar cooling system; absorption chiller; adsorption chiller; desiccant cooling system;*

Yer sayyorasiga har sekundda $17.4 \cdot 10^{17}$ Joul energiya tushadi. Yerga tushayotgan jami energiyaning 36 % yer qatlamida qaytariladi, 17 % esa yutib qoladi, qolgan qismi yer sirtiga yetib keladi. Bir yilda yer yuziga o‘rtacha $35 \cdot 10^{17}$ kVt.soat deb oladigan bo‘lsak, bu energiya yer yuzida bir kecha kunduzda iste’mol qilinadigan elektr energiyadan 39 ming marta ko‘proqdir. Quyosh har sekundda 4 mln.tonna va yiliga $1.36 \cdot 10^{14}$ tonna miqdorda massasini yo‘qotadi, undagi geliyning vodorodga uzluksiz aylanib turishi hisobiga ajralib chiqayotgan nur energiyasi koinotga yana bir necha o‘n milliard yillar davomida energiya berish imkoniyatiga ega. Shu sababli ham quyosh energiyasidan maksimal darajada foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilmoqda [1].

O‘zbekiston Markaziy Osiyodagi eng quyoshli mamlakatlardan biri bo‘lib, yiliga o‘rtacha 300 dan ortiq quyoshli kun va o‘rtacha to‘g‘ridan-to‘g‘ri normal nurlanish (DNI) taxminan 4,44 kVt/m² kunni tashkil etadi, bu Ispaniya yoki Amerika Qo‘shma Shtatlarining bir qismi kabi yetakchi quyoshli davlatlar bilan solishtirish mumkin [2]. Shu bilan birga, yozgi haroratning ko‘tarilishi va urbanizatsiyaning kuchayishi sovutish talabining tez o‘sishiga olib keladi va mamlakat elektr tizimiga qo‘shimcha bosim o‘tkazadi. An’anaviy konditsioner, asosan, tabiiy gaz va qazib olinadigan yoqilg‘idan olinadigan elektr energiyasiga bog‘liq bo‘lib, yuqori yuklanishlarga va issiqxona gazlari emissiyasiga hissa qo‘shadi. Shu nuqtai nazardan, quyosh issiqlik sovutish tizimlari O‘zbekistonda quyosh energiyasining mo‘l resurslaridan foydalangan holda ortib borayotgan sovutish ehtiyojlarini qondirish uchun barqaror yechim taklif qiladi.

O‘zbekiston hududida 300 kun quyoshli kun deb oladigan bo‘lsak, bu quyosh radiatsiyasining o‘rtacha 1500 – 2000 kVt/soatni tashkil qiladi. Bu quyosh energiyasi texnologiyalarini joriy etishda keng imkoniyatlarni yaratadi [3].

Yaqin yillarda ekologik va atrof muhit o‘zgarishlari sababli yildan yilga haroratning keskin isib ketishi yoki issiq kunlarning oshishi kuzatilmoqda, sovutish mavsumining ham keskin oshishini taqozo qiladi. Ma’lumotlarga ko‘ra yaqin 5 yillikda isitish mavsumimg davomiyligi 8- 9 % gacha qisqarishi va sovutish mavsumi esa 16 % ga oshishi kutilmoqda [4]. Bu esa sovutish mavsumining ham keskin oshishini taqozo qiladi.Yoz faslida havoning keskin isib ketishi sovutish qurilmalariga bo‘lgan ehtiyojni keskin oshirib yuboradi. Havo haroratiga proporsianal ravishda elektr energiyaga bo‘lgan talab ham oshib boradi [5]. Bunga misol tariqasida shu yilning 16-21 iyul kunlarida mamalakatimizda kunlik elektr energiya iste’moli eng yuqori darajani qayt etganini ko‘rishimiz mumkin. 18- iyul sanasida elektr energiyasi iste’moli record ko‘rsatgich 272.6 mln kVt.soatni tashkil etgan bo‘lib bu qishgi maksimumdan 0.8 mln kVt.soatga oldingi yozgi rekortdan 18.5 mln kVt.soatga ko‘proq. 21-iyul 17:00 da energiya tizimining maksimal quvvati 13.3 GVt ga yetgan.



1- rasm. Buxoro viloyatining 2022 yil sentabr hamda 2025 yil iyul oylari oralig‘idagi har oylik elektr energiya iste’moli (ming.kVt.soat).

Bu ko‘rsatgich qishda 12.5 GVtni avvalgi yil iyul oyida 11.8 GVt ni tashkil qilgan. Elektr energiyaga bo‘lgan eng yuqori talab soat 14:52 qayd etilgan. Bu ko‘rsatgichlar 2024-yilning iyul oyining shu davriga nisbatan 7.6 foizga va oy boshidan hisoblaganda 11 foizga yuqorilaganini ko‘rish mumkin.

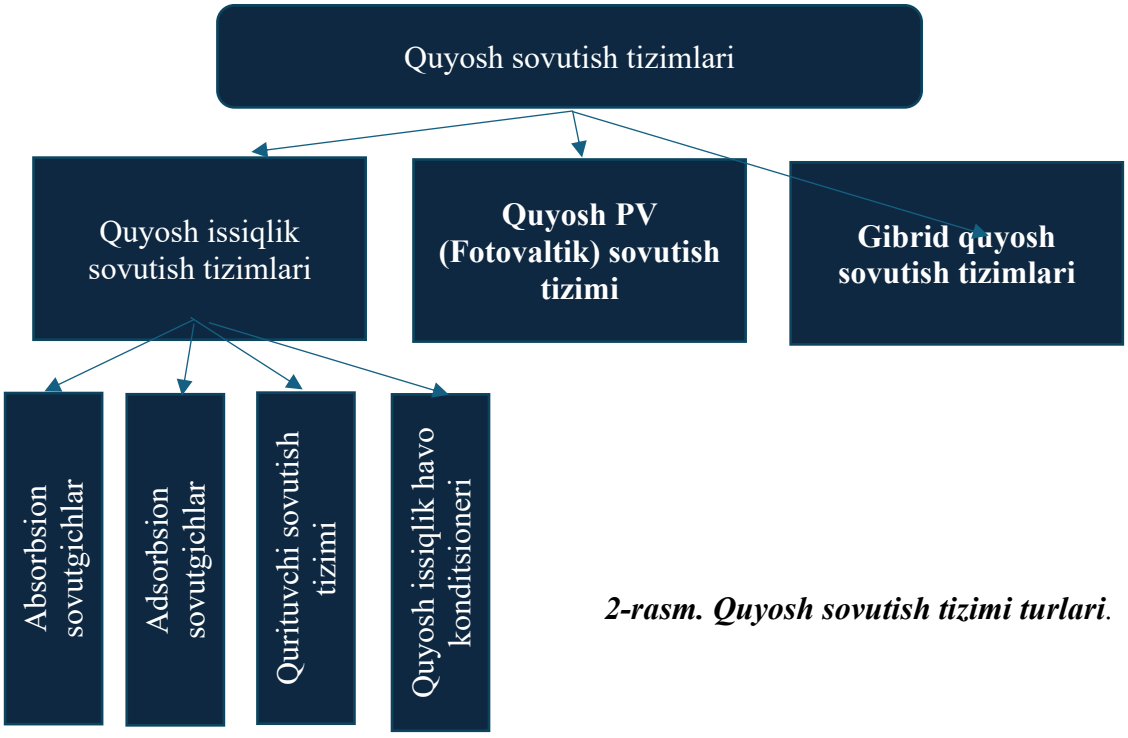
O‘zbekistonda amalga oshirilgan bir qancha tashabbuslar allaqachon quyosh issiqlik texnologiyalari salohiyatini namoyish etgan. Masalan, mahalliy “Techno Future” kompaniyasi yirik kollektor tizimlarini o‘rnatdi, masalan, Toshkentdagi Astronomiya maktabida kuniga olti tonna issiq suv bilan ta’minlaydigan 90 kollektorli qurilma [6].

Buxoro va Qashqadaryo viloyatlarida olib borilgan eksperimental tadqiqotlarda quyosh, shamol va geotermal energiyani birlashtirgan gibrid trigeneratsiya tizimlari ham olis hududlarni isitish, sovutish va energiya bilan ta’minlash uchun o‘rganildi [7].

Ushbu misollar ham texnik imkoniyatlarni, ham quyosh issiqlik dasturlariga mahalliy qiziqishning ortib borayotganligini ko‘rsatadi. Biroq, qazib olinadigan yoqilg‘i subsidiyalari, cheklangan qoidalar va ilg‘or saqlash texnologiyalariga bo‘lgan ehtiyoj kabi muammolar keng miqyosda joylashtirish uchun to‘siq bo‘lib qolmoqda. Ushbu maqola O‘zbekistonning quyosh energiyasini sovutish salohiyatini tahlil qilish, mavjud loyihalarni ko‘rib chiqish va quyosh issiqlik tizimlarini milliy energetika strategiyasiga integratsiya qilishning kelajakdagi imkoniyatlarini o‘rganishga qaratilgan.

Kundalik sharoitimizda biz ko‘plab marotoba sovutish tizimlariga duch kelamiz. Bularga bino va inshootlarni sovutish tizimi, muzlatgichlar, sovutish omborlarini misol qilib keltirishimiz mumkin. Bugungi kunda bu qurilmalarning asosiy manbai elektr energiyasiligicha qolmoqda. Quyosh bilan kombinatsiyalashgan sovutgichlarni atrofda uchratish ancha qiyin. Shunga qaramay jahonda va mamlakatimizda quyosh bilan kombinatsiyalashgan sovutgichlar ustida ko‘plab ishlar olib borilgan va yuqori natijalarga erishilgan. Biz ham sovutish tizimlarining aynan quyosh bilan birga ishlovchi tizimlarni ko‘rib chiqamiz.

Bugungi kunda dunyoda insoniyat foydalanib kelayotgan quyosh sovutgichlarining ko‘plab turlari va shakllarini ko‘rishimiz mumkin. Ammo ularning eng ko‘p tarqalgani quyosh issiqlik sovutish tizimi, quyosh fotovaltik (PV) sovutish tizimi va gibrid quyosh sovutish tizimlaridir.

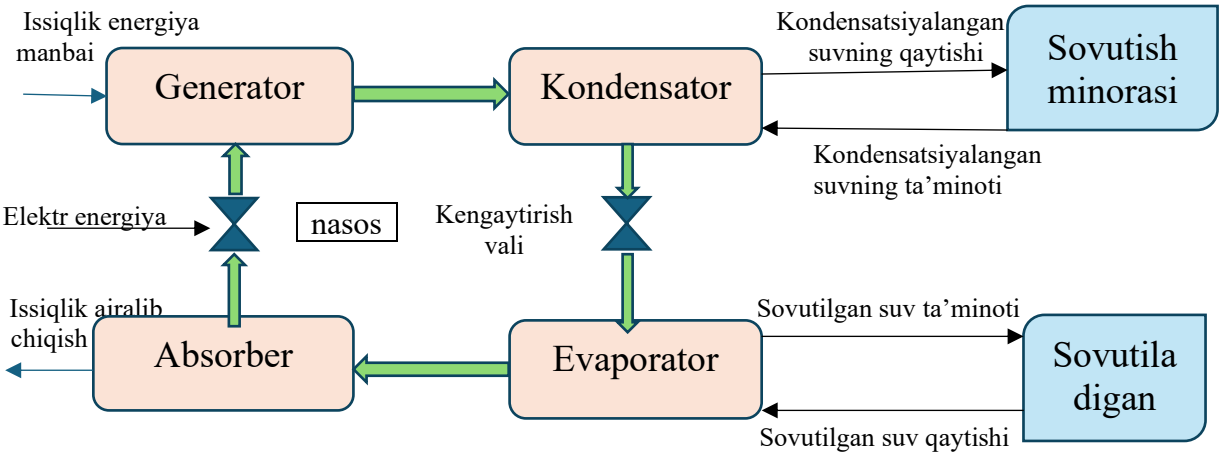


2-rasm. Quyosh sovutish tizimi turlari.

Asosiy manbai quyosh bo‘lishiga qaramay bu sistemalarning har biri tuzilishi va ish jarayonlari bilan farqlanadi.

Quyosh issiqlik sovutish tizimlari (Solar Thermal Cooling Systems) – bu quyoshdan olingan issiqlik energiyasidan foydalanib, sovutish va konditsionerlik jarayonini amalga oshiradigan tizimlardir. An’anaviy elektr-kompressorga asoslangan konditsionerlardan farqli ravishda, bu tizimlarda issiqlik asosiy manba sifatida ishlatiladi**.** Quyosh termal sovutish tizimlarida quyosh kollektorlaridan olingan issiqlik sovutish jarayonini boshlash uchun ishlatiladi. Quyosh termal sovutish tizimlari 3 turga bo‘linadi.

1. Absorbsion sovutgichlar. Absorbsion sovutgichlar - sovutish davrini boshqarish uchun issiqlik energiyasidan (kompressordan mexanik energiya o‘rniga) foydalanadigan sovutish tizimi. Ular ko‘pincha quyosh issiqlik kollektorlari, chiqindi issiqlik yoki tabiiy gaz bilan quvvatlanadi, bu ularni qayta tiklanadigan manbalarga asoslangan sovutish uchun mos keladi.



3-rasm. Absorbsion sovutgichlarning ishlash prinsipi [8]

Absorbsion sovutish tizimi foydali ish koeffitsiyentini aniqlash:

$$\text{FIK}_{abs}=\frac{P_{evap}}{P_{generator}-W_{nasos}}$$

Bu yerda: P_{evap}- evaporatordan olinadigan issiqlik (sovutish quvvati) (kW yoki kJ/s)

$P_{generator}$- generator uchun berilgan issiqlik (quyosh kollektoridan, bug‘ qozonidan) (kJ/s)

W_{nasos}- nasos sarfi (kW yoki kJ/s)

2. Adsorbsion sovutgichlar. Adsorbsion sovutgichlar – kompressorsiz, ekologik va energiya tejamkor sovutish texnologiyasi. U quyosh issiqligi yoki chiqindi issiqlikdan samarali foydalanadi, lekin past samaradorlik (COP), katta joy talab qilishi va yuqori boshlang‘ich narx sababli hozircha asosan yirik sanoat loyihalarida yoki ilmiy-amaliy sohada qo‘llanilmoqda.

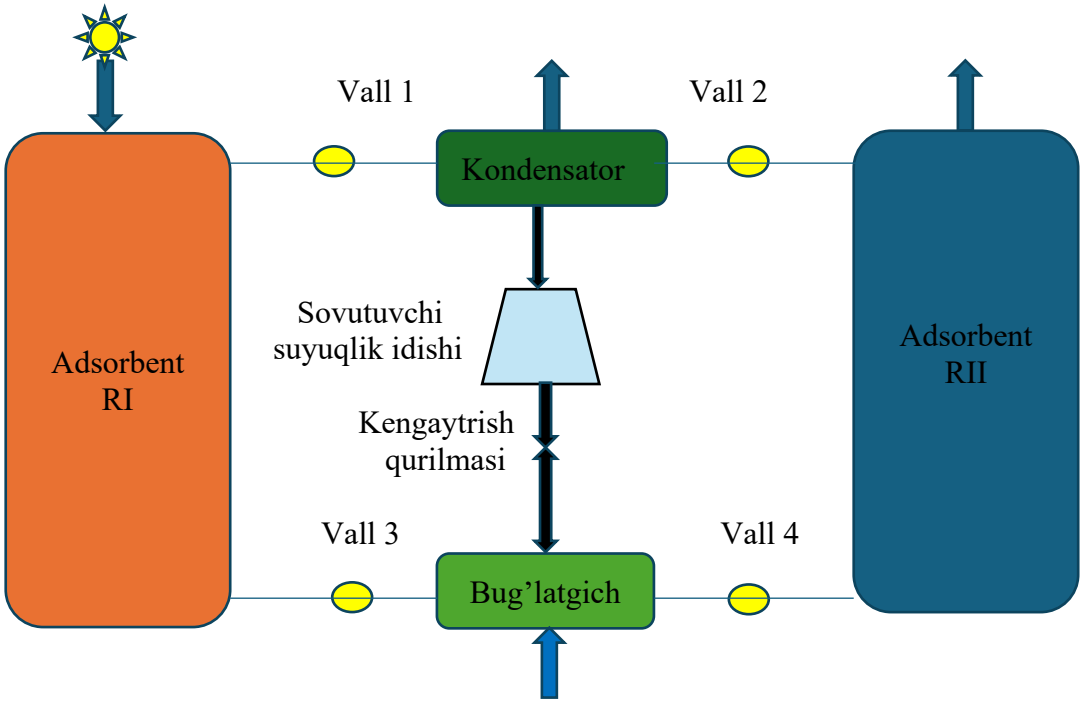
Adsorbsion sovutgich suyuq eritma o‘rniga sorbentin sifatida qattiq materialdan foydalanadi. Odatda mashinada to‘rtta issiqlik almashtirgich mavjud, ya’ni ikkita adsorbsion kamera, kondensator va bug‘lantiruvchi, ularni 4-rasmda ko‘rish mumkin. Har bir siklda kameralardan biri adsorber bo‘lsa, ikkinchisi desorber bo‘ladi, adsorbsion bo‘linmadagi desorbsion material suvning suv bilan to‘yinganligi ma’lum darajaga ko‘tarilishi bilanoq, ularning funksiyasi o‘zgaradi. Evaporatatorda uzluksiz sovutish effekti hosil bo‘ladi. 4-rasmda 1-adsorbsion kamera adsorber bo‘lib ishlaydi va evaporatatorga ulanadi, u yerda past bosimli sovutgich (suv) tashqi sovutish yuki (sovutilgan suv) yordamida bug‘lanadi va foydali “sovuq” hosil bo‘ladi. Qattiq adsorbsion material (kremniy-gellangan) so‘ng saqlovchi kameraga singib ketadi. Shu bilan birga, sovutish suvi adsorberni sovutish va adsorbsiya jarayonini saqlab turish uchun ishlatiladi. 2-adsorbsion kameraga kelsak, u desorber vazifasini bajaradi va 2-kameradan chiqadigan sovutgichni

kondensatsiya qiluvchi kondensatorga ulanadi va bu kondensat bug‘latgichga qaytadi. Sovutgichning desorbsiyasini saqlab turish uchun kamera 2 issiq suv bilan isitiladi.

Adsorbsion sovutish tizimi samaradorligini aniqlash.

$$FIK_{ads}=\frac{P_{sov}}{P_{issiq}}$$

Bu yerda: P_{sov}- foydali sovutish quvvati **(**kJ yoki kW**);** P_{issiq}- berilgan issiqlikning (quyosh kollektoridan yoki boshqa manbadan) foydali sovutish quvvati **(**kJ yoki kW)



4-rasm. Adsorpsion sovutish sistemasining ishlash diagrammasi [9].

3. Qurituvchi sovutish tizimi. Qurituvchi sovutish tizimi — bu havo namligini kamaytirish orqali sovutish samaradorligini oshiradigan texnologiya. Chunki namlik yuqori bo‘lganda, havoni sovutish uchun ko‘proq energiya kerak bo‘ladi.Ushbu tizimlarda desiccant material (Silikagel, zeolit, aktiv uglerod, Litiy xlorid (LiCl), litiy bromid (LiBr)) qo‘llaniladi. Havo quritilib, so‘ngra oddiy issiqlik almashinuvi yordamida sovutiladi.



5-rasm. Qurutuvchi sovutish tizimining ishlash diagrammasi.

Qurutuvchi sovutish tizimining ishlash tizimi quyidagicha:

Nam havo - qurituvchi rotor orqali o‘tadi va namlik yutiladi.

Quruq havo -sovutilib, xonaga yuboriladi.

Issiq havo (regeneratsiya)-rotorni qizdirib, namlikni chiqaradi.

Nam havo chiqariladi -tashqariga yo‘naltiriladi.

Qurutuvchi sovutish tizimini samaradorligini aniqlash.

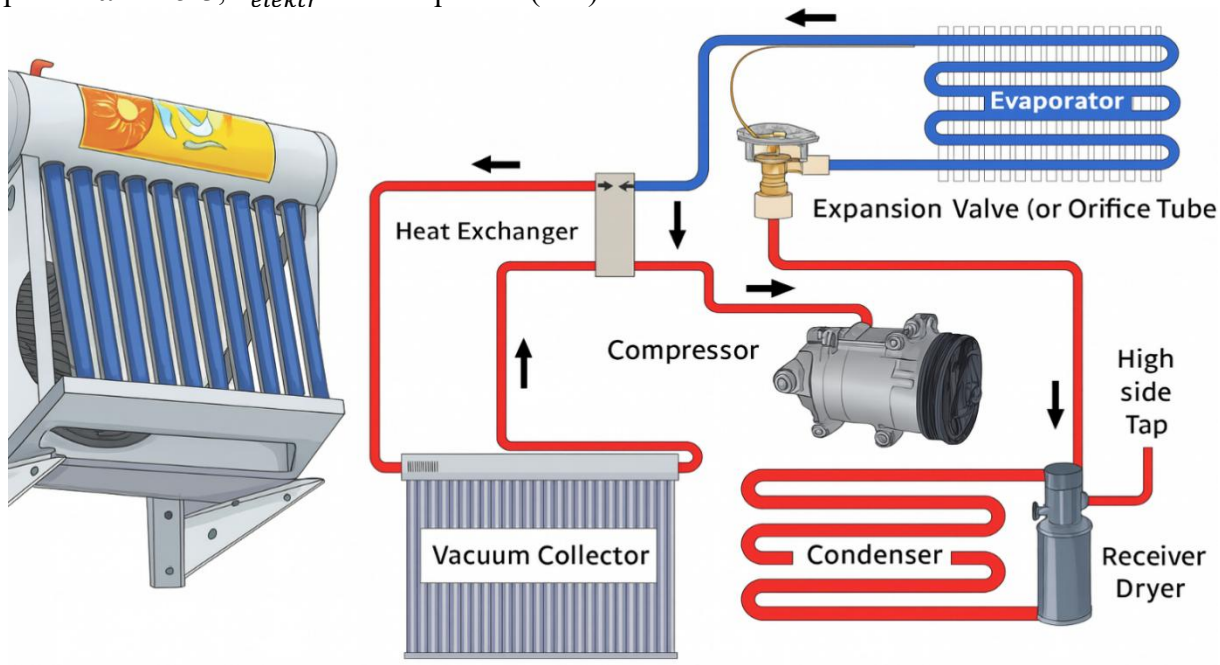
$$FIK=\frac{P_{sov}}{P_{reg}+\alpha P_{elektr}}$$

Bu yerda; P_{sov}- Sovutish quvvati (kVt), P_{reg}- Regeneratsiya quvvati (kVt), α-elektrni issiqlikka ekvivalentlashtiruvchi omil. Oddiy baholashda α=1 deb olinadi, birlamchi energiyada ko‘pincha α = 2.5-3, P_{elektr}- Elektr quvvati (kVt)

4. Quyosh issiqlik havo konditsioneri. Quyosh issiqlik havo konditsioneri - Bu tizimning maqsadi – quyosh nurlari yordamida issiqlik yig‘ib**,** shu issiqlikdan foydalanib sovutish jarayonini amalga oshirish**.** An’anaviy konditsionerlarda elektr bilan ishlaydigan kompressor asosiy rolni o‘ynaydi. Quyosh termal konditsionerida esa issiqlik manbai (quyosh) asosiy rolni bajaradi,ya’ni, issiqlikni sovutishga aylantiruvchi tizim**.**

$$FIK=\frac{P_{sov}}{P_{reg}+\alpha P_{elektr}}$$

Bu yerda; P_{sov}- Sovutish quvvati (kVt), P_{reg}- Regeneratsiya quvvati (kVt), α-elektrni issiqlikka ekvivalentlashtiruvchi omil. Oddiy baholashda α=1 deb olinadi, birlamchi energiyada ko‘pincha α = 2.5-3, P_{elektr}- Elektr quvvati (kVt)



6-rasm. Quyosh issiqlik havo konditsionerining ishlash sxemasi [10].

Yuqoridagi rasmda quyosh issiqlik havo konditsionering tuzilishi keltirilgan. Bu yerda;

1. Quyosh kollektori (solar collector) – yuqorida joylashgan va quyosh nurlarini yutadi.
2. Trubkalar – bu trubkalar orqali suyuqlik aylanishi natijasida issiqlik tashiladi.
3. Konditsioner bloki – quyosh issiqligi yordamida ishlaydigan sovutish tizimining asosiy qismi.
4. Vacuum Collector – quyosh energiyasini yig‘adi.
5. Heat Exchanger – kollektordan olingan issiqlikni sovutish tizimiga uzatadi.
6. Compressor – freonni siqib, bosimini oshiradi.
7. Condenser – issiq gazni suyuqlikka aylantiradi.
8. Receiver Dryer – namlikni ajratib, filtrlaydi.
9. Expansion Valve – bosimni pasaytiradi.
10. Evaporator – freon bu yerda bug‘lanadi va xona ichidan issiqlikni yutadi.

Quyosh PV (Fotovaltik) sovutish tizimi. Quyosh PV (Fotovaltik) sovutish tizimi – bu quyosh panellari yordamida elektr energiyasi ishlab chiqarib, oddiy konditsioner yoki sovutish tizimini quvvatlantiruvchi texnologiyadir. Oddiy qilib aytganda quyosh nurlari quyosh panellar

orqali elektr energiyasiga aylanadi va kompressorli konditsioner ishlaydi. Bu tizimning ishlash prinsipi quyidagicha:

1) Quyosh nuri tushadi va PV panel elektr energiya ishlab chiqaradi.
2) PV panelga tushgan quyosh nuri bir qismi issiqlikka aylanadi, bu panelni isitadi.
3) Panel orqasidagi suyuq sovutgich (odatda suv yoki suv + antigel aralashmasi) quvur orqali oqib o‘tadi.
4) Bu suyuqlik paneldan issiqlik yutib oladi va haroratini oshiradi.
5) Issiq suyuqlik rezervuar (yoki issiqlik almashuvchiga) yo‘naltiriladi, u yerda ortiqcha issiqlik tashqariga chiqariladi.
6) Suyuq yana sovitilgan holda qaytib panel orqasiga kiradi va jarayon takrorlanadi.
7) Shu bilan birga, panel harorati past bo‘lishi tufayli uning elektr samaradorligi oshadi.

3. Gibrid quyosh sovutish tizimi. Gibrid quyosh sovutish tizimlari bu quyosh issiqligi va quyosh fotovaltik tizimlarining birlashtirgan holda ishlaydigan sovutish tizimidir. U an’anaviy sovutish tizimlaridan farqli o‘laroq issiqlik va elektr energiya manbaidan foydalanadi. Ya’ni, bitta tizimda ham quyosh issiqligi yordamida sovutish, ham quyosh panellari ishlab chiqargan elektr yordamida kompressorli sovutish qo‘shib ishlatiladi.

Sovutish tizimlarining samaradorligi. Sovutish tizimining samaradorligi qurilmaning sovutish quvvati olish uchun sarflanadigan energiya miqdoriga aytiladi(FIK). Bu har bir sovutish tizimi uchun har xil ko‘rinishda bo‘ladi. Hozir shulardan bir nechtasini ko‘rib chiqishimiz kerak

Kompressorli (freonli) sovutish tizimi uchun

$\text{FIK}_{kom}=\frac{P_{sov}}{W_{elektr}}$, P_{Sov}- m (h_1-h_4), W_{Elektr}- m (h_2-h_1)

Bu yerda: P_{Sov}- xona ichidan issiqlikni yutib oladigan foydali sovutish energiyasi **(**kW yoki kJ/s), W_{Elektr}-kompressor tomonidan sarflanadigan mexanik/elektrik ish quvvati (kJ/kg); m – sovutuvchi modda massaviy sarfi (kg/s); h_1, h_2, h_3, h_4 – entalpiya qiymatlari (kJ/kg); 1–4 nuqtalar siklning turli bosqichlari (evaporator, kompressor, kondensator, kengaytirish klapani)

Karno sovutgich sikli (Ideal holatda) $\text{FIK}_{Karno}=\frac{T_{past}}{T_{yuq}-T_{past}}$

Bu yerda: T_{past}-sovutilayotgan muhit harorati (K), T_{yuq}-issiqlik tashlanadigan muhit harorati (K).

Quyosh issiqlik sovutish tizimlari, PV sovutish tizimlari va gibrid texnologiyalar O‘zbekiston uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Absorbsion va adsorbsion chillerlar, shuningdek desiccant tizimlari elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirishi, tabiiy gazga qaramlikni pasaytirishi va atrof-muhitga zararli ta’sirlarni sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Shu bilan birga, PV asosidagi tizimlar mavjud infratuzilmaga tez integratsiya qilinishi bilan qulaylik tug‘diradi, gibrid tizimlar esa ikki manbani birlashtirib samaradorlikni oshirish imkonini beradi.

Quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan sovutish tizimlari nafaqat elektr energiyasi iste’molini kamaytiradi, balki atrof-muhitni muhofaza qilish, issiqxona gazlari chiqindilarini qisqartirish va energetik xavfsizlikni mustahkamlashda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Bu tizimlarning keng joriy etilishi orqali:

1. **Energiya tejamkorligi ta’minlanadi** – yoz mavsumida elektr tizimiga tushadigan yuqori yuklama kamayadi va importga bog‘liqlik qisqaradi.
2. **Ekologik barqarorlik mustahkamlanadi** – an’anaviy yoqilg‘ilarga qaramlik kamayib, karbon izlari sezilarli darajada qisqaradi.
3. **Iqtisodiy samaradorlik oshadi** – quyosh energiyasi bepul va cheksiz manba bo‘lib, uzoq muddatda ekspluatatsiya xarajatlari an’anaviy tizimlarga nisbatan arzonlashadi.
4. **Texnologik taraqqiyot va innovatsiyalar rivojlanadi** – mahalliy ishlab chiqaruvchilar va ilmiy muassasalar yangi turdagi quyosh sovutish qurilmalarini yaratish orqali ichki bozorni kengaytiradi.
5. **Hududiy imkoniyatlardan samarali foydalaniladi** – O‘zbekistonning tabiiy sharoitlari, quyoshli kunlar ko‘pligi va mavjud tajribalar bu sohada katta ustunlik beradi.

1-jadval. Sovutish tizimlarining turlariga ko‘ra afzallik va kamchiliklari.

	Afzalliklari	Kamchiliklari
Absorbsion	1.Past elektr energiya sarfi. 2.Issiqlik manbalari bilan ishlash imkoniyati. 3.Tovushsiz ishlash. 4.Ekologik xavfsizlik. 5. Yirik quvvatlarda foydali	1.Past samaradorlik (FIK). 2. Hajm va massaning kattaligi. 3. Ishga tushirish vaqti uzun. 4. Aniq issiqlik manbai talab qiladi. 5. Kristallanish xavfi. 6. Narxi nisbatan yuqori.
Adsorbsion	1. Past elektr sarfi. 2. Past bosimlarda ishlashi. 3. Chiqindi issiqlikdan foydalanish. 4. Shovqinsiz ishlash. 5. Texnik xizmat ko‘rsatish oson. 6. Ekologik xavfsiz	1. Past samaradorlik (FIK). 2.Katta o‘lcham va massa. 3. Ishga tushirish jarayoni sekin. 4.Issiqlik manbasiga qaramlik. 5. Namlik sezgirligi
Qurutuvchi	1. Past elektr sarfi. 2. Quyosh va chiqindi issiqlikdan foydalanish. 3. Namlikni kamaytirish. 4. Ekologik xavfsiz. 5. Issiq va nam iqlimlar uchun samarali. 6. Markaziy konditsioner tizimlariga integratsiya qilinishi mumkin.	1. Past samaradorlik (FIK). 2. Regeneratsiya issiqligi talab etiladi. 3. Namligi past hududlarda samarasi cheklangan. 4. Katta o‘lcham va murakkablik. 5. Dastlabki narxi yuqori.
Quyosh issiqlik havo konditsioneri	1. Energiya tejamkor. 2. Ekologik toza. 3. Yozgi issiq iqlimlarga mos. 4. Issiq suv va sovutishni birgalikda ta’minlash. 5.Tarmoq elektr energiyasiga qaramlikni kamaytiradi. 6. Yirik binolar uchun maqbul yechim	1. Dastlabki xarajat yuqori. 2. Murakkab tizim. 3. Katta joy talab qiladi. 4. Quyoshning samaradorligi tushganda, qo'shimcha elektr manbai ta'lab qiladi. 5. Texnik xizmat ko‘rsatish murakkab. 6. Past samaradorlik (FIK).
Quyosh PV(fotovaltik) sovutish tizimlari	1. Elektr samaradorligi yuqori. 2. Ikki tomonlama energiya olish imkoniyati. 3. Ekologik toza. 4. Quyosh issiqligidan maksimal foydalanish.	1. Qo‘shimcha xarajat ko'pligi. 2. Murakkablik. 3. Suv resursiga bog‘liq. 4. Issiqlikni chiqarish muammosi. 5. Har doim yuqori samaradorlik bermaydi
Gibrid quyosh sovutish tizimlari	1. Energiya samaradorligi yuqori. 2. Elektr tarmog‘iga yukni kamaytiradi. 3. Atrof-muhitga zarar bermaydi. 4. Issitadi va sovutadi. 5. Quyoshli va issiq iqlimlarga mos. 6. Ekologik toza.	1. Dastlabki investitsiya yuqori. 2. Murakkab tizim. 3. Katta joy talab qiladi. 4. Mavsumiy o‘zgarishlarga sezgir. 5.Texnik xizmat ko‘rsatish murakkab.

Shu sababli, davlat siyosati, ilmiy-tadqiqot ishlari va xususiy sektor investitsiyalarini uyg‘unlashtirish orqali quyosh asosidagi sovutish tizimlarini keng joriy etish O‘zbekistonning kelajakdagi barqaror rivojlanishida hal qiluvchi omillardan biri bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. B.E.Xayriddinov, N.S.Xolmirzayev, B.N.Sattorov. “Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari” O’quv uslibiy qo’llanma. Toshkent 2011. 236 bet, (6-8) betlar
2. A solar energy roadmap for Uzbekistan by 2030, “International Energy Agency” journal. France. 2022. Vol 55. Pages 8-13. https://www.iea.org/reports/solar-energy-policy-in-uzbekistan-a-roadmap/a-solar-energy-roadmap-for-uzbekistan-by-2030?utm
3. Qodirov Farrux Ergash o’g’li, Turayeva Sabrina Kamoliddin qizi, Negmatova Sevinch Ergash qizi. “O‘zbekistonda quyosh va shamol energiyasidan foydalanish istiqbollari” Yangi O‘zbekiston pedagoglari axborotnomasi. https://doi.org/10.5281/zenodo.14760162
4. Uzbekistan workshop assesses Climate Change Risk to Energy Sector, World bank Group https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2010/03/24/uzbekistan-workshop-assesses-climate-change-risk-to-energy-sector
5. O‘zbekistonda elektr energiyasi iste’moli rekordi yangilandi: birinchi marta yozgi iste’mol hajmi qishgi iste’mol hajmini ortda qoldirdi. O’zbekiston Respublikasi hukumat portali. https://gov.uz/oz/minenergy/news/view/70840
6. Eugene Gerden. Rising demand for solar thermal in Uzbekistan. Solar Thermal World. 2017 https://solarthermalworld.org/news/rising-demand-solar-thermal-uzbekistan/?utm
7. A.B. Safarov, O.I. Rakhmatov and Yu.G. Uzakova. Autonomous heat-cooling and power supply system based on renewable energy devices. BIO Web Conf.Volume71.2023 https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102030.
8. U.S.Department of Energy. Energy Efficiency & Renewable Energy. Combined Heat and Power Technology Fact Sheet Series. DOE/EE-1608. May 2017. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/06/f35/CHP-Absorption%20Chiller-compliant.pdf?utm_source
9. M. Macnamara, HVAC Online, 19 April 2018. [Online]. Available: https://www.refrigerationandaircon.co.za/index. php/features/air-conditioning/329-more-efficient materialdeveloped -for-adsorption-chillers
10. Ningbo Yoton Industrial & Trade Co., L., 2021. Hybrid solar air conditioner [WWW Document]. URL http://yoton.en.hisupplier.com/product-863372-hybrid-solar-air-conditioner.html.3

To‘xtayev Shahzod Beshim o‘g‘li – Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti. Tel: +998 93-4767599 Email:shahzod040897@gmail.com

УДК 004.93

STATISTICAL ANALYSIS OF SOCIAL NETWORK MESSAGES

[1]Babomuradov O.J., [2]Kuyliyeva F.A.

[1]Jizzakh branch of kazan federal university, [2]Tashkent state agrarian university.

Abstract. *This article highlights the theoretical and practical aspects of the intellectual analysis of social network communications using statistical methods. It examines the possibilities of discovering hidden knowledge in texts through techniques such as text digitization, word frequency, TF-IDF, N-gram, clustering, and classification methods. The study also demonstrates, based on scientific sources, that these approaches have been successfully applied in various fields in recent years, particularly in social, legal, biomedical, and media domains.*

Keywords: *text mining, social network, statistical analysis, TF-IDF, N-gram, clustering, classification.*

IJTIMOIY TARMOQ XABARLARINING STATISTIK TAHLILI

[1]Babomuradov O.J., [2]Qoyliyeva F.A.

[1]Kazan Federal Universiteti Jizzax filiali, [2]Toshkent davlat agrar universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada ijtimoiy tarmoqdagi yozishmalarni intellektual tahlil qilishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Matnlarni raqamlashtirish, so‘z chastotasi, TF-IDF, N-gram, klasterlash va klassifikatsiya kabi usullar orqali matnlarda yashirin bilimlarni aniqlash imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot ilmiy manbalar asosida ushbu yondashuvlarning so‘nggi yillarda ijtimoiy, huquqiy, biotibbiy va ommaviy axborot sohalarida muvaffaqiyatli qo‘llanilganini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *matn qazib olish (text mining), ijtimoiy tarmoq, statistik tahlil, TF-IDF, N-gram, klasterlash, klassifikatsiya.*

***I*ntroduction.** In recent years, the rapid expansion of digital technologies and online communication platforms has led to an unprecedented growth in textual data. As a result, text mining – also known as text analytics – has become one of the most important tools in both scientific research and real-world applications. A significant portion of human-generated information today is expressed in the form of unstructured text, including news articles, blogs, social media posts, comments, reviews, and official documents. This massive volume of text data contains valuable insights about human behavior, opinions, and trends, which can be discovered only through systematic analysis.

The main objective of text mining is to extract meaningful and previously unknown knowledge from large collections of unstructured texts. It involves identifying hidden patterns, semantic relationships, and statistical regularities that can assist in decision-making processes, policy development, and predictive modeling. By integrating techniques from natural language processing (NLP), machine learning, and data mining, text mining allows researchers to automatically process and interpret huge text corpora that would be impossible to analyze manually.

With the growth of social networks such as Telegram, Twitter, and YouTube, the importance of text mining has expanded even further. These platforms generate millions of user-generated messages daily, making it crucial to develop algorithms capable of filtering, categorizing, and evaluating their content. Text mining methods help identify toxic, extremist, or harmful messages, detect sentiment polarity, and reveal communication trends within online communities.

Therefore, text mining today serves as a bridge between linguistic research and computational analysis, providing valuable tools for understanding digital communication in modern society. It supports government agencies, media analysts, and academic researchers in discovering knowledge from text, ensuring that large-scale communication data can be effectively used for social, political, and technological insights. [1].

The statistical method converts text into digital form and analyzes it through mathematical and statistical calculations. The advantage of this approach is the ability to process large volumes of text quickly. The main methods are as follows:

- Word Frequency – counting the most frequent words;
- TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency) – identifying important words in a corpus of texts;
- N-gram analysis – studying the repetition system of word combinations;

• Clustering – grouping similar texts;
• Classification – dividing texts into predefined categories [2–4].

Word Frequency and Zipf's Law

In studies related to word frequency, two main concepts are used:

– Absolute frequency (how many times a word occurs in a text)
– Relative frequency (the proportion of a word relative to the entire corpus).

Based on frequency-based statistical observations, Zipf's law plays a significant role in linguistics and text mining. It states that in any natural language corpus, the frequency of a word is inversely proportional to its rank in the frequency table. In other words, the most common words occur extremely frequently, while rare words appear only a few times. For example, in English, words such as "the," "and," "of," and "to" dominate most texts, whereas words describing specific concepts, emotions, or events occur infrequently.

The implications of Zipf's law for text mining are profound. It suggests that a relatively small number of high-frequency words carry a large portion of the overall word occurrences, while a vast number of low-frequency words contribute to the richness and diversity of language. This insight allows researchers to compress and process large corpora efficiently by focusing on statistically significant terms while filtering out extremely common or extremely rare words that add noise rather than meaning.

However, this efficiency comes with a limitation. Although statistical models like word frequency analysis and TF-IDF enable rapid and automatic processing of large amounts of text, they cannot fully capture the semantic depth, contextual meaning, or pragmatic intent behind words and phrases. For example, the same word may convey different meanings depending on context ("bank" as a financial institution or river edge), which pure frequency-based models cannot differentiate. [5–6].

Recent studies (2023–2025) clearly demonstrate the effectiveness of this approach. For example, in [5], the method was effectively applied in various fields: in media discourse, word frequency was calculated for over 10,000 news headlines to identify the main topics. The results showed that technological terms such as "Big Tech," "AI," and "ChatGPT" were dominant, while social issues such as "jobs," "diversity," and "ethics" appeared in only about 6 percent of the material. In another field, [6] attempted to detect traces of LLMs (Large Language Models) in biomedical texts using word frequency analysis. By examining the frequency of certain stylistic units in more than 15 million scientific abstracts, it was concluded that at least 13.5 percent of papers written in 2024 might have been generated with the help of artificial intelligence.

TF-IDF Method. The TF-IDF approach is one of the most widely used statistical techniques in text mining and information retrieval. Its primary goal is to identify and quantify how important a particular word is within a document relative to a collection of documents (the corpus). It does so by combining two distinct but complementary measures: Term Frequency (TF) and Inverse Document Frequency (IDF).

The Term Frequency (TF) component measures how often a word appears in a single document. Words that occur more frequently within a document are considered more representative of that document's topic. However, very common words such as "the," "and," or "is" often appear in nearly every text, and thus do not provide meaningful distinctions between documents.

As a result, words that occur frequently in a document but rarely across the corpus receive a higher weight. The TF-IDF method combines local and global importance of words. Today, TF-IDF still retains its importance in text analysis, and despite the emergence of complex models, it remains a fundamental method due to its simplicity, speed, and interpretability [7–8].

For example, in a study by Chen et al. (2023), comments in medical forums were analyzed using TF-IDF, and the sentiment model achieved 9–12% higher accuracy [7]. In [8], 200,000 tweets about COVID-19 were analyzed using TF-IDF, and logistic regression and SVM models achieved

fast and resource-efficient results. Similarly, in [11], the TF-IDF method was used to automatically classify court decisions with 87% accuracy.

N-gram. N-gram analysis in text mining examines not only individual words but also the sequential relationships between them. An N-gram represents a contiguous sequence of N linguistic units — which may be words, characters, or syllables — extracted from a text. For example, a bigram (N=2) consists of two consecutive words such as “artificial intelligence”, while a trigram (N=3) might be “text mining analysis”. The choice of N determines the level of contextual detail captured: smaller N-grams (e.g., unigrams, bigrams) represent local word co-occurrence, whereas larger N-grams (e.g., trigrams or 4-grams) capture more complex syntactic and semantic patterns.

N-gram models play a central role in language modeling — estimating the probability of a word given its preceding context. This capability makes them foundational for many natural language processing (NLP) tasks, including machine translation, speech recognition, text classification, sentiment analysis, spam detection, and even neurolinguistic research. By examining frequent or rare N-grams, researchers can identify stylistic tendencies, domain-specific expressions, or emotional tones that are not apparent from single-word frequency analysis alone.

In practical applications, N-gram analysis helps quantify contextual meaning and identify collocations — words that commonly occur together, forming stable linguistic units such as idioms or technical terms. For instance, the bigram “machine learning” or the trigram “deep neural network” provides far more meaningful information than analyzing “machine,” “learning,” or “deep” separately. This ability to capture contextual dependencies makes N-gram modeling an essential bridge between simple statistical approaches (like TF-IDF) and more sophisticated deep learning-based language models. [9–10].

N-gram analysis has been widely used as a main analytical tool in many studies. For example, [9] used bigram and trigram features to detect hate speech in social networks. Based on more than 50,000 Twitter posts, it was noted that when trigram features were added, accuracy increased by 6 percent, showing that N-gram expanded the context and improved semantic precision. Similarly, [10] analyzed large German newspaper archives using N-gram analysis to observe how key terms in political discourse changed between 2000–2020. The combinations of “Klimawandel” (climate change) bigram and trigram sharply increased since 2015 and were more often used with “Energiewende” (energy transition) in political texts. This demonstrates the effectiveness of this approach in studying historical discourse. N-gram also plays an important role in psycholinguistics.

Clustering. In text mining, not only the frequency or statistical weight of words is important, but also the degree of similarity between documents. Understanding these relationships allows researchers to organize large text collections into meaningful groups and uncover hidden thematic structures. For this purpose, clustering methods are applied. Clustering represents an unsupervised learning approach, meaning that it groups documents or textual units based on similarity without relying on predefined categories or labels.

Theoretically, clustering algorithms first represent each document as a vector in a high-dimensional feature space. These feature vectors can be constructed using various text representations such as TF-IDF, Word2Vec, or BERT embeddings, depending on the desired balance between interpretability and semantic richness. Once the vector representations are obtained, clustering is performed using similarity metrics like cosine similarity, Euclidean distance, or Manhattan distance. These metrics measure how close or distant documents are in the multidimensional space, allowing similar texts to be grouped together and dissimilar ones separated into different clusters.

Among the numerous clustering algorithms, several stand out as the most commonly used in text mining. The K-Means algorithm partitions data into a predefined number of clusters by minimizing intra-cluster variance. It is efficient and scalable, making it suitable for large-scale text datasets such as social media messages. Hierarchical clustering, on the other hand, builds a tree-like structure (dendrogram) that represents nested groupings of documents, enabling analysis at various

levels of granularity. DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) is particularly useful for identifying clusters of arbitrary shape and handling outliers or "noise" texts that do not belong to any group. Gaussian Mixture Models (GMM) offer a probabilistic interpretation of clusters, assuming that data points are generated from a mixture of Gaussian distributions. Meanwhile, Spectral Clustering uses graph-based methods and eigenvalue decomposition to separate data based on similarity graphs, often yielding more flexible results for complex semantic patterns [11–12].

Clustering is widely used in research and practical projects. For example, in [11], hierarchical clustering was applied to a large news article archive, analyzing 120,000 articles from 2010–2022 and identifying political, economic, cultural, and sports topics as natural clusters. Hierarchical clustering provided higher semantic accuracy compared to K-means because its tree structure allowed the identification of smaller subtopics. In [12], the DBSCAN algorithm was used to detect plagiarism in academic papers. By analyzing 30,000 student works, suspiciously similar documents were identified through clustering, determining the degree of plagiarism. DBSCAN was noted to be more effective than traditional similarity metrics in detecting outlier documents.

Classification. Classification is one of the most fundamental and widely used approaches in text mining and natural language processing. The main purpose of classification is to automatically assign each text document to one or more predefined categories based on its content. Theoretically, classification represents a supervised learning paradigm, meaning that it requires a labeled dataset — a collection of examples where the correct category (or "label") for each text is already known. Using these examples, the model learns to recognize patterns and linguistic cues that distinguish one class from another, allowing it to predict the appropriate class for new, unseen texts.

Text classification has a broad range of practical applications, including spam filtering, sentiment analysis, topic detection, fake news identification, and harmful content detection in social networks. Depending on the size, complexity, and nature of the dataset, different algorithms can be applied, ranging from traditional statistical models to advanced deep learning architectures [13–14].

Classification methods are effectively applied in various fields. In [13], several classification algorithms were compared to detect hate speech in social networks. On a dataset of 120,000 tweets, Logistic Regression and SVM performed well with TF-IDF, while the BERT-based classifier achieved the highest result with 92% accuracy. In [14], 500,000 articles were collected and classified using Naive Bayes, Random Forest, and Transformer models. The results showed that the Transformer-based RoBERTa model achieved 95% accuracy, while Naive Bayes remained effective in low-resource conditions.

Conclusion. Statistical approaches — such as word frequency analysis, TF-IDF weighting, N-gram modeling, clustering, and classification — provide a robust foundation for the quantitative analysis of textual data. These methods are especially effective for exploring patterns within social network messages, where data are often massive in scale yet limited in semantic richness. By focusing on numerical relationships and probabilistic distributions, statistical models make it possible to identify trends, detect topic clusters, and classify messages according to their semantic or emotional tone with relatively low computational cost.

Moreover, statistical techniques offer a high level of interpretability. Their outputs — frequencies, similarity measures, and cluster boundaries — are transparent and easily validated, which is crucial for research areas such as social network analysis and digital communication studies. In comparison to deep learning approaches, which often operate as "black boxes," statistical methods remain valuable for preliminary text analysis, feature extraction, and for projects where explainability is a priority.

Therefore, despite the growing popularity of transformer-based and neural models, statistical methods continue to play an important role in natural language processing. Their balance of speed, interpretability, and computational efficiency ensures their relevance in both academic research and applied data analysis of social media communications. Combining these methods with modern

machine learning or deep learning models can further enhance the precision and insightfulness of text analytics in the context of social network message evaluation.

References

1. Aggarwal C.C., Zhai C. Mining Text Data. – Springer, 2012. – 454 б.
2. Zare D., Fernandez-Sanz L., Pospelova V., Lopez-Baldominos I. A Comprehensive Survey on Text Mining: From Theory to Practice. – ResearchGate, 2025. – 38 б.
3. Alebqbie H.J., Sfoq M.S., Albeer R.A. A Review of Text Mining Techniques: Trends and Applications in Various Domains. – ResearchGate, 2024. – 42 б.
4. A comprehensive survey of text classification techniques. – Journal of Applied Logic. – 2024. – ScienceDirect. – № 3. – Б. 45–78.
5. Karanouh M. Mapping ChatGPT in Mainstream Media to Unravel Jobs and Diversity Challenges. **– a**rXiv, 2023. – 15 б.
6. Kobak D., González-Márquez M., Horvát E.-Á., Lause J. Delving into LLM-assisted writing in biomedical publications through excess vocabulary. – arXiv, 2024. – 21 б.
7. Chen Y. ва бошқалар. Using TF-IDF features for sentiment analysis in medical forums. – Journal of Biomedical Informatics, 2023. – Т. 145. – Б. 112–124.
8. Almeida R., Costa F. TF-IDF based approaches for misinformation detection in Twitter data. – Social Network Analysis and Mining. – 2024. – Т. 13. – № 2. – Б. 65–79.
9. Rahman M., Karim S. Bigram and trigram features for hate speech detection on social media. – Computers in Human Behavior Reports. – 2023. – Т. 10. – № 1. – Б. 44–56.
10. Müller T., Schmid H. N-gram analysis of German political discourse (2000–2020). **–** Journal of Language and Politics. – 2024. – Т. 23. – № 3. – Б. 212–234.
11. Petrov I., Smirnova A. Hierarchical clustering of news articles for topic discovery. – Journal of Computational Linguistics. – 2024. – № 5. – Б. 99–115.
12. Rahimi M., Ahmad N. Using DBSCAN clustering for plagiarism detection in student essays. – Education and Information Technologies. – 2024. – Т. 29. – № 4. – Б. 180–193.
13. Ahmed S., Qureshi M. Classification of hate speech on Twitter using TF-IDF and deep learning methods. – Computers in Human Behavior Reports. – 2023. – Т. 9. – № 2. – Б. 140–155.
14. Li Y., Zhao H. Automated classification of large-scale news articles: A comparison of traditional and transformer-based approaches**.** – Journal of Information Science. – 2024. – Т. 50. – № 1. – Б. 37–52.

Babomuradov Ozod Jo‘rayevich – D.Sc., Executive Director of the Jizzakh Branch of Kazan Federal University,Tel.: +998 97 403 76 11 E-mail: babomuradovozod@gmail.com

Qo‘yliyeva Feruzakhon Alisher qizi – Assistant Lecturer at the Department of Information Systems and Technologies, Tashkent state agrarian university, Tel.: +998 88 333 33 66 E-mail: qoyliyevaferuza@gmail.com

UDK UDK 004.852

KATTA HAJMLI MA’LUMOTNI PARALLEL QAYTA ISHLASHDA HADOOP MAPREDUCE TIZIMINI QO‘LLASH

[1]Madaminov U.A., [2]Qodirov D.R.
[1]Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti,
[2]Nukus davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada biz katta hajmli ma’lumot sifatida qarash mumkin bo‘lgan tarixiy asardagi so‘zlarning chastotaviy tahlilini amalga oshirdik.. Bundan tashqari ushbu maqolada, aynan shu katta hajmli ma’lumotlarni ananaviy hisoblashlar yordamida qayta ishlashdan olingan natijalar ham keltirilgan. An’anaviy hisoblashlar va parallel hisoblashlar yordamida olingan natijalarga asoslangan holda xulosalar qilingan.*

Kalit so‘zlar: *so‘zlar chastotasi, Big Data, Hadoop HDFS, Hadoop MapReduce, parallel hisoblash, taqsimlangan saqlash tizimi.*

APPLICATION OF THE HADOOPE MAPREDUCE SYSTEM FOR PARALLEL PROCESSING OF LARGE VOLUMES OF DATA

[1]Madaminov U.A., [2]Kodirov D.R.
[1]Urgench state university named after Abu Rayhan Beruni,
[2]Nukus state technical university.

Annotation. *In this article, we conducted a frequency analysis of sounds in a historical work, which can be considered large-scale data. Furthermore, this article also presents the results of processing these large data sets using traditional computing. Conclusions were drawn based on the results obtained using both traditional and parallel computing.*

Keywords: *word frequency, big data, Hadoop HDFS, Hadoop MapReduce, parallel computing, distributed storage system.*

***K*irish.** Dunyoda raqamlangan ma’lumotlar hajmi shiddat bilan o‘sib bormoqda. Bu o‘z navbatida raqamli ma’lumotlarni saqlab qo‘yish, ularni saralash, qayta ishlash va ular asosida xulosalar chiqarish kabi muommolarni yuzaga chiqaradi. Bu muommolarni o‘rganish va yechimlar taklif qilish uchun axborot texnologiyalari sohasida Big data, Data science (malumotlar ilmi), Data mining (ma’lumotlarni intelektual tahlili), Machine learning (mashinali o‘qitish), Deep learning (chuqur o‘qitish), Sun’iy neyron tarmog‘i kabi fan tarmoqlari vujudga keldi. Biz ushbu maqolada tadqiq qilgan muommo Big Data (katta hajmli ma’lumotlar) sohasiga tegishli. Hozirgi kundagi ma’lumotlarning keskin oshib borish fonida, ularni saqlash va tezkor qayta ishlash masalasi mavzuning dolzarbligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot obyekti sifatida o‘zbek adibi Abdulla Qodiriyning “O‘tkan kunlar” asarini katta hajmli ma’lumot sifatida belgilab oldik. Tadqiqot predmeti sifatida esa katta hajmli ma’lumotlarni saqlash uchun ishlatiladigan Apache Hadoop HDFS hamda ma’lumotlarni parallel qayta ishlovchi Hadoop MapReduce dasturlarini belgilab oldik. Izlanishlarimizning maqsadi sifatida katta hajmli ma’lumotlarni an’anaviy hisoblash usullari orqali qayta ishlab bo‘lmasligini, parallel hisoblashlar orqali qayta ishlash samarali va tezkor ekanligini isbotlash.

Izlanishlarimizning vazifalari sifatida quyidagilarni belgilab oldik:

- katta hajmli ma’lumotni taqsimlangan fayl tizimlarida saqlash;
- katta hajmli ma’lumotni an’anaviy usulda qayta ishlab natija olish;
- katta hajmli ma’lumotni parallel hisoblash yordamida qayta ishlab natija olish;
- olingan natijalarni solishtirib xulosalar chiqarish.

Obyekt sifatida belgilab olganimiz Abdulla Qodiriyning “O‘tkan kunlar” asarining elektron shakldagi talqinini topamiz. 220 betdan iborat elektron matn shakldagi asarni .txt formatiga o‘tkazib olamiz. Matndagi so‘zlarni chastotasini ya’ni har bir so‘zning takrorlanishlar sonini aniqlovchi dasturni Java dasturlash tilida yozib olamiz. Tanlangan obyektimizni an’anaviy usulda qayta ishlaymiz. Olingan natijani va qayta ishlash vaqtini qayt qilib qo‘yamiz. Endi ayni shu katta hajmli ma’lumotimizni Hadoop MapReduce modeli yordamida parallel qayta ishlaymiz. Olingan natijalarni va qayta ishlash uchun sarflangan vaqtni yana qayt qilib qo‘yamiz. Qayd qilingan

natijalarni va qayta ishlar uchun sarflangan vaqtlarni solishtirib ko‘rganimizda yaqqol farqni kuzatdik. Olingan natijalarni solishtirish natijasida tegishli xulosalar qildik.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Onay, Ceylan; Öztürk Elif [1], Muhammad Habib ur Rehman, Chee Sun Liew, Assad Abbas Prem Prakash Jayaraman, Teh Ying Wah, Samee U. Khan [2], Www.ibmbigdatahub.com [3], Kitchin, Rob; McArdle, Gavin [4], Алексеева И.Ю. [5], Urazmatov, T.Q.,Nurmetova, B.B.,Kuzibayev, X.S. [6], Urazmatov, T.Q.,Sh Kuzibayev, X. [7], Ilhombekovich S.B., Kuzibayev K.S., Xakimovna A.G. [8], Quzibayev Sh.X., O‘razmatov T.Q., Nurmetova B.B. [9].

Tadqiqot metodologiyasi. Bugungi kunda har kuni 2,5 (1018) kvintillion bayt ma’lumot yaratilmoqda va bu ko‘rsatgich 2022 - yilda har bir inson uchun kuniga 2,1 MB ma’lumot yaratilganligini bildiradi [1]. Bu turdagi katta hajmli ma’lumotlar bilan ishlashda yangidan-yangi algoritm va texnologiyalar ishlab chiqishni talab qilmoqda. 2018-yilda jami to‘plangan ma’lumot miqdori 912 eksabaytni tashkil etdi, deb xabar beradi Trend Focus [2]. 2013-2015 yillarda oralig‘ida to‘plangan ma’lumotlar hajmi shundan oldingi butun insoniyatning o‘tmish tarixiga qaraganda ko‘proq ma’lumotlar yig‘ilganini takidlashgan. 2025 yilga kelib, barcha ma’lumotlar 163 zettabayt (ZB) ga teng bo‘lishi mumkinligi ta’kidlangan.

Katta ma’lumotlar - bu har xil turdagi va avtonom ma’lumot manbalaridan kelib chiqadigan keng miqyosli, hajmli va ko‘p formatli ma’lumot oqimlarining yig‘indisidir [2, 3]. Katta hajmli ma’lumotlarning asosiy xarakteristikasi bo‘lib, u keng miqyosli ma’lumotlar markazlarida va saqlash zonalari tarmoqlarida saqlash joylarini egallash bilan tavsiflanadi. Katta ma’lumotlarning katta o‘lchamlari nafaqat ma’lumotlarning turli xil bo‘lishiga olib keladi, balki natijada ma’lumotlar to‘plamida xilma-xil o‘lchovlar paydo bo‘ladi [4]. Katta miqdordagi ma’lumotlarni tahlil qilish inson his etish imkoniyatidan tashqarida bo‘lgan qonuniyatlarni aniqlashda yordam beradi [5]. Big data atamasi ilk bora Nature jurnalining 2008- yildagi sonida duch kelish mumkin. Jurnal muharriri Klifford Linch dunyodagi ma’lumotlar hajmining intensiv ortib borishiga bag‘ishlangan maqolasida bu haqda to‘xtalgan. Mutaxassislarning fikricha, kuniga 100 gb dan ko‘p ma’lumot tushadigan oqimlarga big data deb aytish mumkin. Katta hajmli ma’lumotlarni tushuntirishda “Meta Group” (eski Facebook) kompniyasi tomonidan ishlab chiqilgan xususiyatlar muhimdir.



1-rasm. Katta hajmli ma’lumot xususiyatlari.

Volume – ma’lumotlar hajmining kattaligi [3]. Ma’lumotlarning hajmini kattaligi, ahamiyati va uni katta ma’lumotlar deb hisoblash mumkinmi yoki yo‘qligini birdiradi.

Variety – bu ma’lumotlarning turi va xususiyatini ifodalab, turli xil ma’lumotlarni bir vaqtning o‘zida qayta ishlash imkoniyatidir.

Velocity – ma’lumotlar o‘sish tezligi va natijaga erishish uchun ma’lumotlarni qayta ishlash vaqtining real vaqtga yaqinligi.

Value – Katta ma’lumotlar to‘plamlarini qayta ishlash va tahlil qilish orqali erishish mumkin bo‘lgan ma’lumotlarning ahamiyati.

Veracity – bu katta ma’lumotlar uchun kengaytirilgan ta’rif bo‘lib, bu ma’lumotlar sifati va ma’lumotlar qiymatini anglatadi.

Ushbu xususiyatlardan kelib chiqib biz tanlagan obyekt Abdulla Qodiriyning “O‘tkan kunlar” asarini katta hajmli ma’lumot deb atash mumkin. Ushbu asar 220 sahifadan iborat bo‘lib, unda sal kam 100 000 so‘zdan foydalanilgan. Belgilar soni esa 574 000 dan oshadi. Biz yechmoqchi bo‘lgan masala esa ushbu asardagi so‘zlarning chastotasini hisoblashdan iborat. Boshqacha aytganda, ushbu ulkan asarda har bir so‘z necha marta qo‘llanganini hisoblash zarur bo‘ladi.

Bu masalani yechishda biz ikki xil metoddan foydalandik:

1. Java Core ga asoslangan dastur yordamida an’anviy hisoblash.
2. Hadoop MapReduce ga asoslangan parallel hisoblash.

Endi bu ikki metod haqida to‘xtalib o‘tamiz. Java Core ga asoslangan dasturimiz Eclipse IDE muhitida yozilgan. Bu dastur bitta WordCount deb nomlangan klass dan tuzilgan bo‘lib, java.io.FileInputStream kutubxonasi yordamida katta hajmli ma’lumotni fayldan o‘qib oladi. Bundan tashqari dasturda java.util.ArrayList, java.util.Iterator, java.util.Scanner kabi kutubxonalardan foydalanilgan. Dasturning asosiy bajaruvchi tanasi quyidagicha:

```
while (fileinput.hasNext()) {
    String nextword= fileinput.next();

    if(words.contains(nextword)) {
        int index=words.indexOf(nextword);
        count.set(index, count.get(index)+1);
    }
    else {
        words.add(nextword);
        count.add(1);
    }
```

Dastur sanalgan so‘zlarni java.io.FileOutputStream kutubxonasi yordamida faylga yozib qo‘yadi. Dastur hisoblashlarni an’anaviy tarzda parallel bo‘lmagan usulda bajaradi. Ya’ni dastur kodini kompilyatsiya qiladi. Keyingi qadamda uni JRE (Java ishlash muhiti) ga uzatadi. JRE esa o‘z navbatida CPU (markaziy protsessor)ga uzatadi va CPU da hisoblash bajarilib, shu ketma ketlikda orqaga qaytadi. Java Core ga asoslangan birinchi metodimiz haqida chuqur to‘xtalib o‘tirmayman, ikkinchi metodimizga chuqurroq to‘xtalaman.

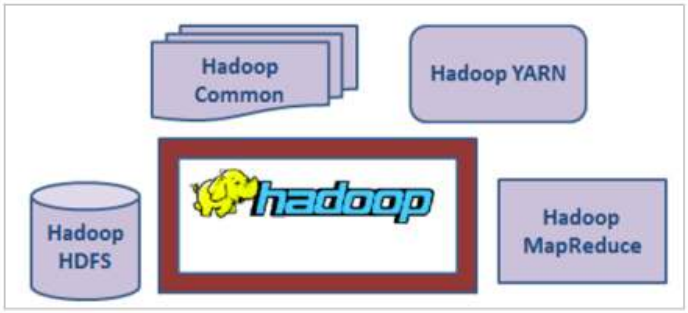
Ikkinchi metodimiz katta hajmli ma’lumotni taqsimlangan saqlash tizimiga saqlab, uni parallel hisoblash yordamida qayta ishlashga asoslanadi. Biz buning uchun Apache litsenziyasi asosida ishlovchi Hadoop HDFS va Hadoop MapReducedan foydalandik. Apache Hadoop - bu katta hajmdagi ma’lumotlar va hisoblash bilan bog‘liq muammolarni hal qilish uchun ko‘plab kompyuterlar tarmog‘idan foydalanishni osonlashtiradigan ochiq manbali dasturiy ta’minot vositalari to‘plami. U MapReduce dasturlash modelidan foydalangan holda katta ma’lumotlarni taqsimlangan saqlash va qayta ishlash uchun dasturiy ta’minot tizimini taqdim etadi. Apache Hadoop yadrosi Hadoop Distributed File System (HDFS) deb nomlanuvchi saqlash qismi va MapReduce dasturlash modeli bo‘lgan ishlov berish qismidan iborat. Hadoop fayllarni katta bloklarga ajratadi va ularni klasterdagi tugunlar bo‘ylab tarqatadi. Keyin ma’lumotlarni parallel ravishda qayta ishlash uchun paketlangan kodni tugunlarga o‘tkazadi. Asosiy Apache Hadoop fremvorki quyidagi modullardan iborat:

- Hadoop Common - boshqa Hadoop modullari uchun zarur bo‘lgan kutubxonalar va yordamchi dasturlarni o‘z ichiga oladi;
- Hadoop Distributed File System (HDFS) - klaster bo‘ylab juda yuqori agregat o‘tkazish qobiliyatini ta’minlovchi tovar mashinalarida ma’lumotlarni saqlaydigan taqsimlangan fayl tizimi;

- Hadoop YARN – (2012-yilda taqdim etilgan) klasterlardagi hisoblash resurslarini boshqarish va ulardan foydalanuvchilarning ilovalarini rejalashtirishda foydalanish uchun ma’sul platforma;
- Hadoop MapReduce - keng ko‘lamli ma’lumotlarni qayta ishlash uchun MapReduce dasturlash modelini amalga oshirish;
- Hadoop Ozone - (2020 yilda taqdim etilgan) Hadoop uchun obyektlar do‘koni.

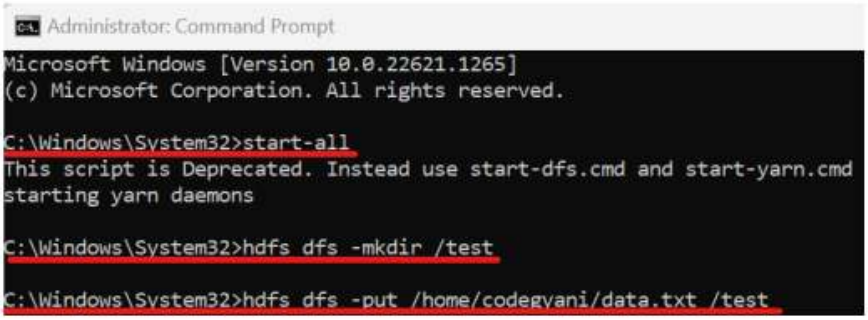
Hadoopning bu 4 ta modulini kompyuterda sozlab olganimizdan keyin, asardagi so‘zlarni qayta ishlovchi job(topshiriq) yaratamiz. Hadoop uchun jobni Java, Python, C++, Scala kabi dasturlash tillarida yaratish mumkin. Hadoopni kompyuterimizga sozlab olib, o‘z maqsadimizga mos jobni yaratib olaganimizdan so‘ng, Hadoop modullarini buyruqlar satri orqali ishga tushirib olamiz. Buning uchun buyruqlar satriga start-all buyrug‘ini kiritamiz. Bu buyruqdan so‘ng Hadoopning quyidagi 4 ta moduli ishga tushadi:

– Hadoop datanode;
– Hadoop namenode;
– Hadoop yarn nodemanager;
– Hadoop yarn resourcemanager.



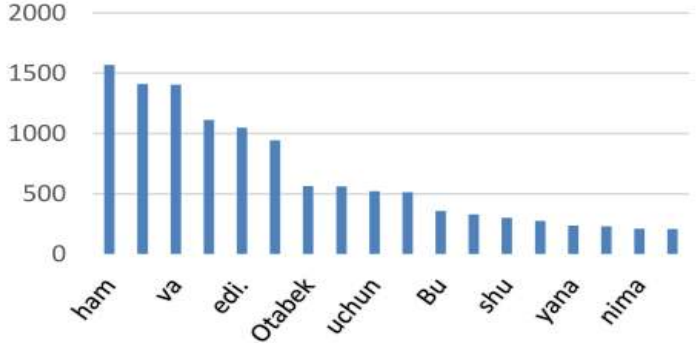
2-rasm. Hadoopning modullari.

Keyingi qadamda aynan shu buyruqlar satri yordamida HDFS da yoki jild yaratib olamiz. Buning uchun buyruqlar satriga hdfs dfs -mkdir /test buyrug‘ini kiritamiz. Yangi jildda ixtiyoriy nomni berishimiz mumkin. Keyin esa katta hajmli ma’lumot sifatida belgilab olgan .txt formatidagi faylimizni HDFS da yaratgan yangi jildimizga ko‘chirib o‘tkazamiz. Buning uchun buyruqlar satriga hdfs dfs -put /home/codegyani/data.txt /test buyrug‘ini kiritamiz.



3-rasm. Hadoop modullarining ishlash jarayoni.

Katta hajmli ma’lumotimizni taqsimlangan fayl tizimida saqlab olgan, endi uni qayta ishlash uchun tayyorlagan Jobimizni ishga tushiramiz. Jobni buyruqlar satrida hadoop jar /home/codegyani/wordcountdemo.jarcom.javatpoint.WC_Runner /test/data.txt /r_output ushbu buyruq yordamida ishga tushiramiz.



1-diagramma. Katta hajmli ma’lumotdagi so‘zlarning chastotaviy tahlili.

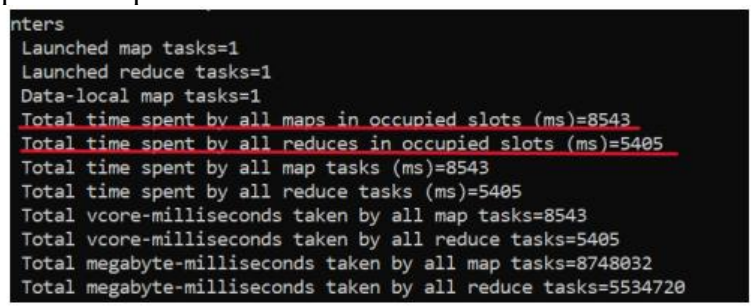
O‘tkazilgan tajribalar natijalariga to‘xtaladigan bo‘lsak, natijalar absolyut bir xil chiqqanligini ko‘rishimiz mumkin. Ya’ni ikkala metod bo‘yicha sanalgan so‘zlarning soni 100% bir xil ekanligin ko‘rdik. Olingan natijani quyidagi diagrammada ko‘rsatilgan [9].

So‘zlarning chastotaviy tahlilidan tashqari katta hajmli ma’lumotni qayta ishlash uchun sarflangan vaqt ham bir katta ahamiyatga ega. Chunki asosiy maqsadimiz qayta ishlash jarayoni tezlashtirishdan iborat. Quyidagi rasmda esa Java Corega asoslangan dasturda, biz tanlagan katta hajmli ma’lumotni qayta ishlash uchun sarflangan vaqtni ko‘rishimiz mumkin.



4-rasm. Java Corega asoslangan qayta ishlash uchun sarflangan vaqt.

Quyidagi rasmda esa Hadoop yordamida parallel hisoblashlarga asoslangan qayta ishlash uchun sarflangan vaqt va boshqa resurslarni ko‘rishimiz mumkin.



5-rasm. Hadoop orqali parallel qayta ishlash uchun sarflangan vaqt.

Xulosa va takliflar (Conclusion/Recommendations). Katta hajmli ma’lumotni parallel hisoblashlar yordamida qayta ishlash mavzusiga bag‘ishlangan ushbu maqolani yozish jarayonida biz quyidagilarni amalga oshirdik:

- ✓ katta hajmli ma’lumotlar va ularni qayta ishlashga doir adabiyotlarni tahlil qildik;
- ✓ apache Hadoop dasturini kompyuterimizga o‘rnatdik va sozlab oldik;
- ✓ katta hajmli ma’lumotni topib, uni o‘zimizga zarur formatga o‘tkazdik;
- ✓ katta hajmli ma’lumotni taqsimlangan fayl tizimlarida saqlab oldik;
- ✓ katta hajmli ma’lumotni Java Core asoslangan an’anaviy usulda qayta ishlab, natija oldik;
- ✓ katta hajmli ma’lumotni parallel hisoblash yordamida qayta ishlab, natijalar oldik;
- ✓ olingan natijalarni qiyosiy solishtirish asosida xulosalar chiqardik;

Ushbu o‘tkazilgan tajribaning natijalariga asoslanib quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

- ➢ katta hajmli ma’lumotni Java Core asoslangan an’anaviy usulda qayta ishlash mumkin, lekin juda ko‘p hisoblashlarni va juda ko‘p vaqtni talab qiladi;
- ➢ katta hajmli ma’lumotni Hadoop yordamida parallel qayta ishlash mumkin, bu juda samarali va bu hisoblashlar kam vaqt talab qiladi;
- ➢ ayni bir xil topshiriqni Java Core asoslangan an’anaviy usuldagi qayta ishlash va Hadoop yordamida parallel qayt ishlashdan bir xil natijada olish mumkin, lekin hisoblash uchun sarflangan vaqt bo‘yicha katta farq mavjud;
- ➢ Hadoop yordamida parallel qayt ishlash uchun sarflangan umumiy vaqt 13 948 ms;
- ➢ Java Core asoslangan an’anaviy usuldagi qayta ishlash uchun sarflangan vaqt 177 769 ms;
- ➢ hisoblash vaqti bo‘yicha Hadoopga asoslangan parallel hisoblash an’anviy hisolashdan taxminan 13 marta tezroq ishlaganini ko‘rishimiz mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Onay, Ceylan; Öztürk, Elif "A review of credit scoring research in the age of Big Data". Journal of Financial Regulation and Compliance. 2018 – C.382–405.

2. Muhammad Habib ur Rehman, Chee Sun Liew, Assad Abbas Prem Prakash Jayaraman, Teh Ying Wah, Samee U. Khan. Big Data Reduction Methods: A Survey. Data Sci. Eng. (2016).
3. "Measuring the Business Value of Big Data | IBM Big Data & Analytics Hub". Www.ibmbigdatahub.com. 2021.
4. Kitchin, Rob; McArdle, Gavin. "What makes Big Data, Big Data? Exploring the characteristics of 26 datasets".2016 Big Data & Society. 3 (1).
5. Алексеева И.Ю. Искусственный интеллект и рефлексия над знаниями. // Философия науки и техники‖: журнал 1991 №9, с. 44-53.
6. Urazmatov, T.Q., Nurmetova, B.B., Kuzibayev, X.S. Analysis of big data processing technologies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 862(4), 042006.
7. Urazmatov, T.Q., Sh. Kuzibayev, X. MapReduce and Apache spark: Technology analysis, advantages and disadvantages Journal of Physics: Conference Seriesthis link is disabled, 2022, 2373(5), 052008.
8. Ilhombekovich, S.B., Kuzibayev K.S., Xakimovna, A.G. Calculation of Synaptic Weights in Neuroexpert Systems International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2021, 2021.
9. Quzibayev Sh.X., O‘razmatov T.Q., Nurmetova B.B. Hadoop mapreduce orqali katta hajmli ma’lumotni parallel qayta ishlash. Academic Research in Educational Sciences. Volume 4 | Issue 3 | 2023.

Madaminov Uktamjon Ataxanovich – PhD, Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Dasturiy injiniring” kafedrasi dotsenti, Tel.: +998970909527 (c), Email: uktam9527@mail.ru

Qodirov Davronbek Rajabboy o‘gli – Nukus davlat texnika universiteti assistenti, Tel.: +998945939893 (c), Email: dkodirov1003@gmail.com

УДК 621.548.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОЙ ТУРБИНЫ ТИПА ДАРЬЕ И ОБОСНОВАНИЕ ЕЁ ПАРАМЕТРОВ В СИСТЕМЕ ANSYS FLUENT

Каххоров М.М.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В статье исследуется влияние формы, материала и аэродинамики лопастей на эффективность и надёжность ветроэнергетических установок с вертикальной осью в условиях переменных ветровых потоков. На основе проведённых анализов установлено, что использование модели CFD (Computational Fluid Dynamics вычислительная гидрогазодинамика) в программном комплексе Ansys Fluent даёт хорошие результаты при проектировании оптимальных геометрических параметров лопастей.*

Ключевые слова: *ветровая турбина Савониуса и Дарье, Ansys Fluent, CFD-моделирование, сетка, двумерное проектирование, коэффициент использования энергии ветра, коэффициент быстроходности лопастей.*

MODELING OF A DARRIEUS-TYPE WIND TURBINE AND JUSTIFICATION OF ITS PARAMETERS IN THE ANSYS FLUENT SYSTEM

Kakhkhorov M.M.

Bukhara state technical university.

Abstract. *This paper investigates the influence of blade shape, material, and aerodynamics on the efficiency and reliability of vertical-axis wind energy systems under variable wind flow conditions. Based on the analyses performed, it was found that the use of a CFD (Computational Fluid Dynamics) model in the Ansys Fluent software package provides good results when designing optimal geometric parameters of the blades. In this study, a two-dimensional design and simulation of a hybrid wind turbine combining the Savonius and Darrieus types was carried out in the Ansys Fluent environment, and its efficiency was evaluated under varying wind flow conditions.*

Keywords: *savonius and Darrieus wind turbine, Ansys Fluent, CFD modeling, mesh, two-dimensional design, wind energy utilization coefficient, blade tip speed ratio.*

В мире обеспечение энергетической безопасности, решение экологических проблем и сохранение природных ресурсов делают возобновляемые источники энергии, в частности ветроэнергетику, одним из приоритетных направлений. Во многих странах разработаны и реализуются стратегии по повышению эффективности ветроэнергетических установок и расширению их применения в условиях изменчивого климата. На сегодняшний день в разработке и внедрении ветроэнергетических технологий лидируют Китай, Индия и страны Европы. Так, Китай занимает первое место по производству наземных ветроэлектростанций с годовой установленной мощностью 82 ГВт. Второе место занимают европейские страны (21,6 ГВт в год), далее следуют США (13,6 ГВт), Индия (11,5 ГВт) и Латинская Америка (6,2 ГВт) [1]. За первое полугодие 2023 года по сравнению с аналогичным периодом 2022 года было установлено на 38 % больше новых ветроэнергетических установок: с июня 2022 по июнь 2023 года суммарно добавлено 100 ГВт, а общая установленная мощность достигла 976 ГВт, обеспечив годовой рост на уровне 11,4 % [2].

В рамках реформ по переходу Республики Узбекистан к «зелёной» экономике к 2030 году планируется увеличить установленную мощность возобновляемых источников энергии до 15 ГВт и довести их долю в общем объёме производства электроэнергии до более чем 30 % [3]. Ведутся научные исследования, направленные на разработку и повышение эффективности возобновляемых источников энергии, адаптированных к климатическим условиям Узбекистана [4–8].

Повышение эффективности ветроэнергетических установок в условиях переменной скорости ветра во многом зависит от совершенствования конструкции лопастей, в первую очередь — от изучения их аэродинамических характеристик. В связи с этим в данной статье проанализированы научные работы, посвящённые созданию и исследованию различных форм аэродинамических поверхностей, применяемых в ветроустановках.

Группа исследователей под руководством Фархана Л. Рашида с использованием методов CFD провела аэродинамическое исследование воздушного потока вокруг модифицированных профилей NACA 2412. Основной задачей работы стало совершенствование инженерных процедур для анализа обтекания модифицированного профиля NACA 2412 с помощью CFD-модели. Моделирование выполнено в двумерной постановке путём решения управляющих уравнений (непрерывности, усреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса и энергии) в программе Fluent при числе Рейнольдса $Re = 1 \cdot 10^6$. Согласно полученным результатам, подъёмная и лобовая силы увеличиваются с ростом угла атаки до точки срыва потока. Оптимальный угол атаки составил 4° [9].

Шер Афган Хан провёл сравнительное исследование влияния различных турбулентных моделей на CFD-прогнозирование аэродинамических характеристик профиля NACA 0018. В работе представлено численное моделирование аэродинамических характеристик профиля NACA 0018 с использованием программного комплекса Ansys Fluent. Экспериментальные данные по данному профилю использовались для верификации численных результатов, а также для оценки расхождений по коэффициентам подъёма, сопротивления и давления. Измерения аэродинамических коэффициентов и распределения давления на поверхности проводились в диапазоне чисел Рейнольдса от $0{,}8 \cdot 10^5$ до $0{,}3 \cdot 10^6$ и углах атаки от 0° до 18°. Модель SST k-ω показала наилучшие прогнозы коэффициента подъёма при малых углах атаки [10].

Брайан Стинвейк и Пабло Друэтта выполнили моделирование обтекания двумерного профиля NACA 0012 при различных углах атаки с использованием RANS-модели турбулентности SST и сравнили результаты с экспериментальными данными. Модифицированный аэродинамический профиль продемонстрировал более высокие значения коэффициентов подъёма C_L и C_D по сравнению со стандартным NACA 0012. Предложенный профиль, обладающий повышенной эффективностью, может быть рекомендован для использования в ветроустановках с вертикальной осью [11].

Нассер Шелил разработал и проанализировал двумерную CFD-модель аэродинамического профиля DTU-LN221 в Ansys Fluent. Профиль моделировался с применением семи различных турбулентных моделей и сопоставлялся с экспериментальными данными, полученными в аэродинамической трубе при тех же условиях. Наилучшее соответствие между CFD-прогнозами и экспериментальными данными по аэродинамическим силам достигнуто в диапазоне углов атаки от –5° до +10°. Результаты показали, что для повышения эффективности работы ветровых турбин рекомендуется использовать аэродинамические профили лопастей при низких температурах и высоких скоростях ветра [12].

В настоящее время проектирование ветровых турбин с вертикальной осью, адаптированных к переменным ветровым потокам, а также исследование, моделирование и определение оптимальных параметров аэродинамических процессов на лопастях турбин приобретают особую актуальность.

Целью исследования является моделирование гибридной ветротурбины типов Савониуса и Дарье в системе Ansys Fluent и оценка ее эффективности в условиях переменных ветровых потоков.

Методология. При CFD-моделировании гибридной ветровой турбины Савониуса–Дарье в Ansys Fluent ключевое значение имеют следующие аэродинамические параметры и модели турбулентности: k-ε (k-epsilon) и SST k-ω [16–19]. Эти модели широко применяются в вычислительной гидрогазодинамике (CFD) для моделирования осреднённых характеристик течения в условиях развитой турбулентности. С их помощью в Ansys Fluent можно получить зависимости аэродинамических характеристик профилей от изменений ветрового потока.

Модель турбулентности k-ε:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k \overline{u}_i) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] + G_k + G_b - \rho\varepsilon - Y_M + S_k \\ \frac{\partial}{\partial t}(\rho\varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho\varepsilon \overline{u}_i) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right] + \rho C_1 S\varepsilon - \\ -\rho C_2 \frac{\varepsilon^2}{k+V\varepsilon} + C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}C_{3\varepsilon}G_b + S_\varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

Модель турбулентности SST k-ω:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho k \overline{u}_j\right) = P - \beta^* \rho\omega k + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[(\mu + \sigma_k \mu_t)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] \\ \frac{\partial}{\partial t}(\rho\omega) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho\omega \overline{u}_j\right) = \frac{\gamma}{\nu_t}P - \beta\rho\omega^2 + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[(\mu + \sigma_k \mu_t)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] + \\ +2(1-F_1)\frac{\rho\sigma_{\omega 2}}{\omega}\frac{\partial k}{\partial x_j}\frac{\partial \omega}{\partial x_j} \end{cases} \quad (2)$$

Общий коэффициент использования энергии ветра для гибридной турбины Савониуса–Дарье определяется следующими выражениями [20]:

$$C_P = (C_{P(D)} + C_{P(S)}) = \frac{P_D + P_S}{\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot A_1 \cdot V_\infty^3} = \lambda \cdot C_m \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{R\cdot\omega}{V_\infty} \quad (4)$$

В таблице 1 приведены геометрические размеры аэродинамического поверхности DU-06-W-200. Данные содержат 201 точку по осям X и Y. В правой части таблицы представлен модифицированный файл координат поверхности, подготовленный для импорта в Ansys Fluent.

Определение граничных условий является важнейшей частью любой CFD-задачи. Модель исследуемого аэродинамического профиля предполагает изменение угла атаки и турбулентное обтекание его верхней поверхности. Для проведения численного моделирования заданы граничные и начальные условия, представленные в таблице 2.

Таблица 1

Геометрические размеры аэродинамического поверхности DU-06-W-200

Фактический файл данных аэродинамического поверхности DU-06-W-200		Файл данных модифицированной аэродинамической поверхности DU-06-W-200				
X	*Y*	*Номер группы*	*Номер точек*	*X*	*Y*	*Z*
1.00300	*0.00000*	*1*	*1*	*1.00300*	*0.00000*	*0*
1.00003	*0.00033*	*1*	*2*	*1.00003*	*0.00033*	*0*
0.99507	*0.00099*	*1*	*3*	*0.99507*	*0.00099*	*0*
0.98874	*0.00179*	*1*	*4*	*0.98874*	*0.00179*	*0*
0.98084	*0.00282*	*1*	*5*	*0.98084*	*0.00282*	*0*
0.97135	*0.00413*	*1*	*6*	*0.97135*	*0.00413*	*0*

Таблица 2.

Граничные условия и входные параметры

Параметр	**Значение**
Тип анализа	Стационарный
Тип аэродинамического профиля (Дарье)	DU-06-W-200
Скорость потока	10 м/с
Рабочая температура	23 °C
Рабочее давление	$1 \cdot 10^5$ Па
Плотность воздуха	1,23 кг/м³
Длина хорды профиля	L = 0,2 м
Динамическая вязкость воздуха	$\mu = 1{,}7894 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с)
Турбулентные модели	SST k-ω, k-ε
Число Рейнольдса	$Re = 1{,}05 \cdot 10^6$
Режим течения	Турбулентный ($Re > 5 \cdot 10^5$)

Результаты. На рисунке 1 представлены результаты геометрического моделирования и CFD-симуляции гибридной турбины Савониуса–Дарье в Ansys Fluent при скорости ветра 10 м/с. На рис. 1(a) показана двумерная геометрическая модель расчётной области. Диаметр турбины принят равным 0,6 м. На рис. 1(b) изображена расчётная сетка, разбивающая геометрическую модель на 58 400 элементов. В каждом элементе решаются уравнения Навье–Стокса и энергии. На рис. 1(c) представлено распределение давления на поверхности турбины. Максимальное давление достигает 82 Па. На рис. 1(d) и (k) показано распределение скорости воздушного потока на лопастях турбины, которая варьируется от 2 до 15 м/с. На рис. 1(h) приведена зависимость коэффициента эффективности гибридной турбины от коэффициента быстроходности λ в условиях переменного ветрового потока. Установлено, что максимальное значение коэффициента эффективности составляет 0,42 при $\lambda = 3$.

Заключение. Исследовано влияние формы, материала и аэродинамики лопастей на эффективность и надёжность ветроэнергетических установок с вертикальной осью в условиях переменных ветровых потоков. На основе анализа подтверждена целесообразность применения CFD-модели в программном комплексе Ansys Fluent для проектирования оптимальных геометрических параметров лопастей. Выполнено двумерное проектирование и моделирование гибридной ветровой турбины типа Савониус–Дарье в Ansys Fluent, а также оценена её эффективность в условиях переменных ветровых потоков.

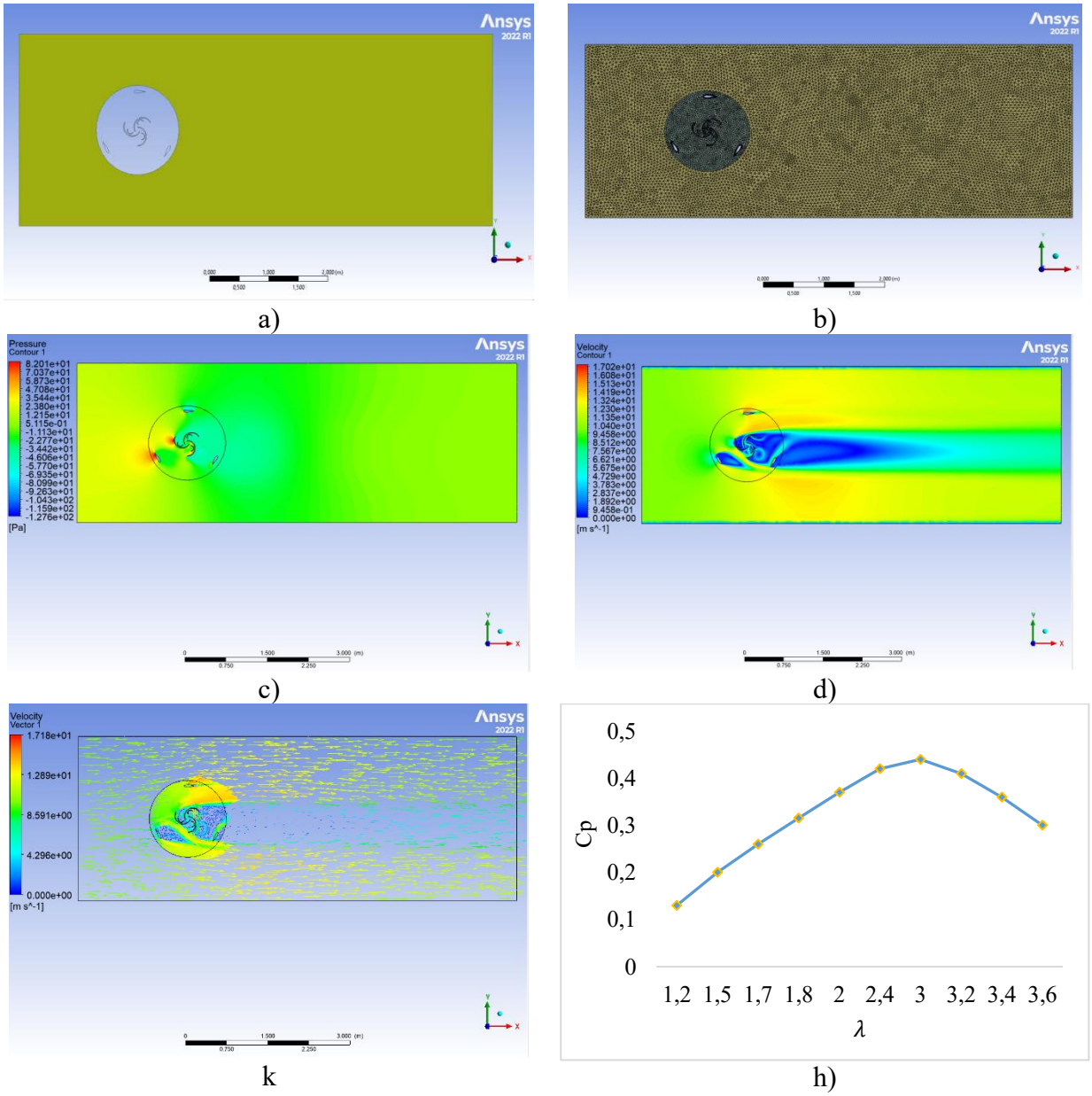


Рис 1. Результаты моделирования ветрогенератора в системе Ansys Fluent

Моделирование проведено с использованием аэродинамического профиля DU-06-W-200 при скорости потока 15 м/с, температуре 23 °C, давлении $1 \cdot 10^5$ Па, плотности воздуха 1,23 кг/м³, длине хорды 0,2 м, динамической вязкости $1{,}7894 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с), турбулентных моделях SST k-ω и k-ε и числе Рейнольдса $1{,}05 \cdot 10^6$. Приведены значения коэффициента эффективности гибридной турбины в переменных ветровых потоках. Установлено, что максимальное значение коэффициента эффективности достигает 0,42 при коэффициенте быстроходности лопастей, равном 3.

Список литературы

1. https://gwec.net/globalwindreport2023/#:~:text=Total%20installed%20global%20capacity%20grew,%2Dyear%20growth%20of%2015%25.
2. https://wwindea.org/wwea-half-year-report-2023-additional-momentum-for-windpower-in-2023
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 2 dekabrdagi PQ-436-son “2030-yilgacha O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori. https://lex.uz/docs/-6303230

4. J. S. Akhatov, Kh. S. Ahmadov. Extraction of Hydrogen from Water Using CeO_2 in a Solar Reactor Using a Concentrated Flux of Solar Radiation. Applied Solar Energy, 2022, Vol. 58, No. 6, pp. 889–894
5. A.B Safarov, H.A. Davlonov, R.A Mamedov, M. Charieva, D. Kodirov. Design and modeling of dynamic modes of low speed electric generators for electric power generation from renewable energy sources. (2022) AIP Conference Proceedings 2686(1):020013
6. A. Safarov, R. Mamedov. Study of effective omni-directional vertical axis wind turbine for low speed regions. IIUM Engineering Journal, Vol. 22, No. 2, 2021
7. G.N. Uzakov, H.A. Davlonov, K.N. Holikov. Study of the influence of the source biomass moisture content on pyrolysis parameters. Applied Solar Energy. Volume 54, pages 481–484, (2018)
8. N.N Sadullayev, A.B Safarov, R.A Mamedov, D. Kodirov. Assessment of wind and hydropower potential of Bukhara region. (2020) IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 614 012036
9. Farhan L. Rashid, Hussain S. Abd and Emad Q. Hussein. Numerical study of the air flow over modified NACA 2412 airfoil using CFD. AIP Conference Proceedings 2415, 020005 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0092303
10. S.A. Khan, M. Bashir, M.A. Ali Baig, F.A. Ghasi Mehaboob Ali. Comparing the Effect of Different Turbulence Models on The CFD Predictions of NACA0018 Airfoil Aerodynamics. CFD Letters 12, Issue 3 (2020) 1-10
11. B. Steenwijk, P. Druetta. Numerical Study of Turbulent Flows over a NACA 0012 Airfoil: Insights into Its Performance and the Addition of a Slotted Flap. Appl. Sci. 2023, 13, 7890. https://doi.org/10.3390/app13137890
12. N. Shelil. 2D Numerical Simulation Study of Airfoil Performance. Wind Energy Science Discussion. https://doi.org/10.5194/wes-2021-45
13. Y. F. Görgülü, M. A. Özgür, R. Köse. CFD Analysis of a Naca 0009 Aerofoil at a Low Reynolds Number. Politeknik Dergisi, 2021; 24(3) : 1237-1242
14. A. Kulshreshtha, S. Kumar Gupta, P. Singhal. FEM/CFD analysis of wings at different angle of attack. Materials Today: Proceedings. March 2020 Materials Today Proceedings 26(18)
15. A. Ullah, M. B. Zaman, M. A. Bhatti, D. Qasim, A. Hamid, Q. Xiong, A. Khan. CFD study of drag and lift coefficients of non-spherical particles. Journal of King Saud University - Engineering Sciences. https://doi.org/10.1016/j.jksues.2021.10.003
16. M. Shirzadi, P. A. Mirzaei, M. Naghashzadegan. Improvement of k-epsilon turbulence model for CFD simulation of atmospheric boundary layer around a high-rise building using stochastic optimization and Monte Carlo Sampling technique. Volume 171, December 2017, Pages 366-379
17. H. Wei, Y. Chen. Assessment of different turbulence models on the large scale internal heated water pool natural convection simulation. Annals of Nuclear Energy. Volume 131, September 2019, Pages 23-38
18. A. Rezaeiha, H. Montazeri, B. Blocken. On the accuracy of turbulence models for CFD simulations of vertical axis wind turbines. Energy. Volume 180, 1 August 2019, Pages 838-857
19. R. Lanzafame, S. Mauro, M. Messina. Wind turbine CFD modeling using a correlation-based transitional model. Renewable Energy. Volume 52, April 2013, Pages 31-39
20. L. Santamaría, M. G. Vega, A. Pandal, J. G. Pérez, S. Velarde-Suárez, J. Manuel Fernández Oro. Aerodynamic Performance of VAWT Airfoils: Comparison between Wind Tunnel Testing Using a New Three-Component Strain Gauge Balance and CFD Modelling. Energies 2022, 15, 9351. https://doi.org/10.3390/en15249351

М.М. Каххоров - независимый исследователь кафедры «Электрическая и энергетическая инженерия», Бухарского государственного технического университета. Tel.: (+99890) 866 2535 e-mail: navmad@mail.ru

UDK 711.116

RELEF MORFOMETRIK KO‘RSATKICHLARI ASOSIDA MARSHRUTLASHNING MODEL VA ALGORITMLARI

Maxmudov M.Sh.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada relefning morfometrik ko‘rsatkichlari asosida optimal marshrutlarni aniqlashga mo‘ljallangan matematik model va algoritmlar ishlab chiqiladi. Raqamli relyef modeli (RRM)dan olingan sifatida integratsiya qilinadi. Marshrutlashda og‘irliklangan graf strukturalari, Dijkstra va A* algoritmlarining relyefga moslashtirilgan modifikatsiyalari qo‘llanib, samaradorligi va xavfsizlik mezonlari optimallashtiriladi. Morfometrik parametrlarni integratsiyalash marshrut tanlashda aniqlikni oshirishi, mazkur yondashuv geodeziya, geoinformatika, ekologik monitoring, transport logistikasi, qutqaruv amaliyotlari va muhandislik-geologiya sohalarida murakkab relyef sharoitlarda optimal marshrutlarni loyihalash uchun yuqori amaliy ahamiyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *relef morfometrik ko‘rsatkichlari, marshrutlash algoritmlari, nishablik gradiyenti, ekspozitsiya, egri chiziqlilik, raqamli relyef modeli - (RRM), og‘irliklangan graf, optimal yo‘l, Dijkstra algoritmi, algoritmni modifikatsiyasi ko‘p mezonli optimallashtirish, geoinformatika, fazoviy tahlil.*

MODELS AND ALGORITHMS OF ROUTING BASED ON RELIEVE MORPHOMETRIC INDICATORS

Махмудов М.Ш.
Бухарский государственный технический университет.

Abstract. *This article develops mathematical models and algorithms for determining optimal routes based on morphometric parameters of the terrain. These models are integrated using a digital elevation model (DEM). The proposed approach delivers high practical results in constructing accurate, safe, and efficient routes in challenging terrain. Integration of morphometric parameters improves route selection accuracy, which is of great practical importance for designing optimal routes in challenging terrain in the fields of geodesy, geoinformatics, environmental monitoring, transport logistics, rescue operations, and engineering geology.*

Key words: *morphometric indicators of terrain, routing algorithms, slope, aspect, curvilinearity, digital elevation model (DEM), weighted graph, optimal path, Dijkstra's algorithm, algorithm modification, multi-criteria optimization, geoinformatics, spatial analysis.*

***K*irish.** Murakkab relyef sharoitlarida optimal marshrutlarni aniqlash zamonaviy geoinformatika va fazoviy modellashtirishning dolzarb ilmiy yo‘nalishlaridan biridir. Yer yuzasining morfometrik ko‘rsatkichlari — nishablik gradiyenti, ekspozitsiya, egri chiziqlilik, hipsometrik sathlar va boshqa geomorfometrik parametrlar marshrutning xavfsizligi, energiya sarfi va uzoqligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois relefni chuqur tahlil qiluvchi raqamli relyef modellari (RRM) asosida marshrutlashni optimallashtirish modellarini yaratish, an’anaviy graf algoritmlarini relyefga moslashtirish bugungi kunda ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotda relyef xususiyatlarini aks ettiruvchi morfometrik parametrlar yordamida optimal yo‘l tanlashga mo‘ljallangan matematik model ishlab chiqiladi hamda Dijkstra algoritmlarning relefga sezgir modifikatsiyalari taklif etiladi. Ushbu yondashuv qutqaruv amaliyotlari, transport logistikasi, geodezik topografiya, turizm marshrutlari va muhandislik-geologik izlanishlarda samarali qo‘llanish imkonini beradi.

Usullar va adabiyotlarni ko‘rib chiqish. Ob’ektlar orasidagi munosabatlarni tadqiq qilishda graflardan foydalanish eng qulay va samarali usul bo‘lib, bugungi kunda dasturlashda, hodisa va jarayonlarni raqamlashtirishda, neyro tarmoqlarda, mashinaviy o‘qitishda keng qo‘llab kelinmoqda. Misol uchun, ko‘p tarmoqli yo‘llarda bir punktdan ikkinchi punktga ma’lum bir shartlar asosida (eng qisqa yoki eng xavfsiz) marshrutni tanlashda, yuklarni punktlar bo‘ylab kam xarajatli tashishda graflar ustida Deykstra[1] algoritmi [8] qo‘llaniladi.

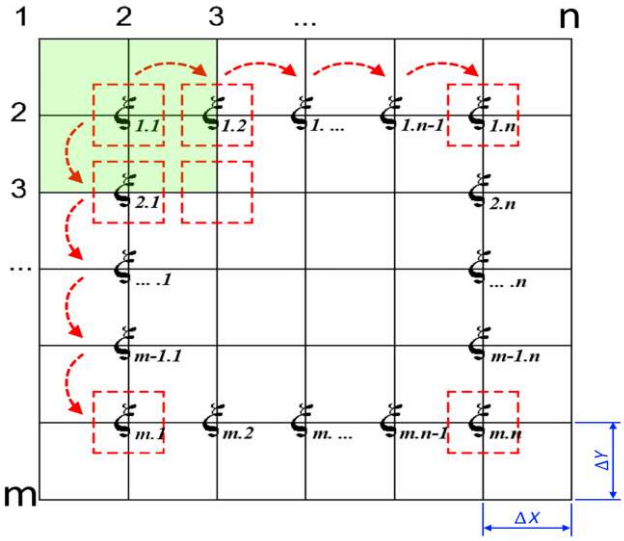
Deykstra algoritmini turli sohalarda qo‘llash va algoritmni modifikatsiyasi ustida D.A. Zakoldayev [9], V.M. Nikonorov [10], A.A. Soldatenko [11], M.M. Lukichev [12], M.A. Ivanchikova [13], Chjo Myo Xan [14], Nyu Nyu Xtun [15], Al-Saidi Adnan Adab [16] tadqiqot olib borganlar.

[1] Edsger Wybe Dijkstra (11.05.1930-06.08.2002) – Daniyalik matematik, fizik, dasturchi olim. Deykstra algoritmi asoschisi.

Relefning lokal o‘rtacha qiyalik qiymatlari eng kichik bo‘lgan hududlar asosida eng qisqa marshrutni aniqlash esa suv xo‘jaligida ariq va kanallarni yoki oqava suvlarni o‘zining oqim yo‘nalishi bo‘yicha loyihalashga imkon beradi. Xuddi shuningdek tog‘ va tog‘oldi hududlarda yo‘l qurilishida xavfsizlik darajasi minimal bo‘lgan trassani qurish imkonini beradi.

Relef lokal murakkablik koeffitsiyentlari va lokal o‘rtacha qiyalik qiymatlarini aniqlash algoritmlari bir xil bo‘lishini, yani 3×3 matritsali kvartal asosida hisoblanishini inobatga oladigan bo‘lsak, eng qisqa yo‘l – Deykstra algoritmini har ikkala holat uchun bir tizimli qilib ishlab chiqish mumkin.

Relef murakkablik koeffitsiyenti va o‘rtacha qiyaligi to‘g‘ri burchakli to‘r ma’lumotlari asosida qurilishini inobatga oladigan bo‘lsak, 3×3 matritsali 9 ta tugundan iborat hudud – kvartal deb nomlanib [17], bitta lokal murakkablik koeffitsiyentini hamda bitta lokal o‘rtacha qiyalikni hisoblash uchun asos bo‘ladi. Kvartal oynasi m×n matritsali hudud bo‘ylab siljib butun hududni qamrab oladi va kvartallar soni (m-2)×(n-2) ga teng bo‘ladi (1-rasm) [17; 16-b].



1-rasm. 3×3 matritsali kvartalni m×n matritsali hudud bo‘ylab qamrab olish sxemasi

Deykstra algoritmini lokal murakkablik koeffitsiyenti – ξ, yoki o‘rtacha qiyalik qiymati – tanα ga nisbatan qo‘llashda 3×3 matritsali kvartallar sonini **V** – tugunlar deb, bir kvartaldan boshqa kvartalga o‘tishni **E** – bog‘lovchilar deb va kvartallarning murakkablik koeffitsiyentlari yoki o‘rtacha qiyalik qiymatlarini esa **W** – vaznlar deb olinadi:

$$G = (V, E, W) \qquad (1.1)$$

Dastlab, vazn matritsasi – W(i,j) ni shakllantirish talab etiladi. Sababi u Deykstra algoritmi uchun kiruvch ma’lumotlar bazasi bo‘lib xizmat qiladi.

W(i,j) matritsani matematik modeli quyidagi umumiy ko‘rinishga ega:

$$\begin{cases} V = \{0,1,2,\dots,k-1\}; \\ E = \{[i,j] \mid i \neq j;\ dx + dy = 1\}; \\ W(i,j) = \begin{cases} \xi(i,j) \vee \tan\alpha(i,j), & \text{agar } (i,j) \in E \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \end{cases} \qquad (1.2)$$

Bu yerda:

1) Barcha tugunlar soni – k kvartallar soniga teng bo‘lib, relefning dastlabki kiruvchi ma’lumotlari m×n ga nisbatan:
$$k = (m-2) \cdot (n-2) \qquad (1.3)$$
2) Tugunlarning joylashuvi to‘g‘ri burchakli panjara kesishuv nuqtalarida bo‘lganligi uchun ular orasidagi masofalar:
$$\begin{aligned} dx &= |x_i - x_j| = |(i \bmod col) - (j \bmod col)| \\ dy &= |y_i - y_j| = |(i \operatorname{div} col) - (j \operatorname{div} col)| \end{aligned} \qquad (1.4)$$

Bu yerda: *i* mod *col* – tugun *i* ning qator indeksi; *i* div *col* – tugun *i* ning ustun indeksi.

W(i,j) matritsani shakllantirish algoritmi quyidagicha:

1-qadam. Tugundagi barcha elementlar vazni nolga tenglashtiriladi va tugunning o‘ziga o‘zi bog‘lanishi cheklab qo‘yiladi:

$$W(i,j) = 0, \;\; i \neq j \qquad (1.5)$$

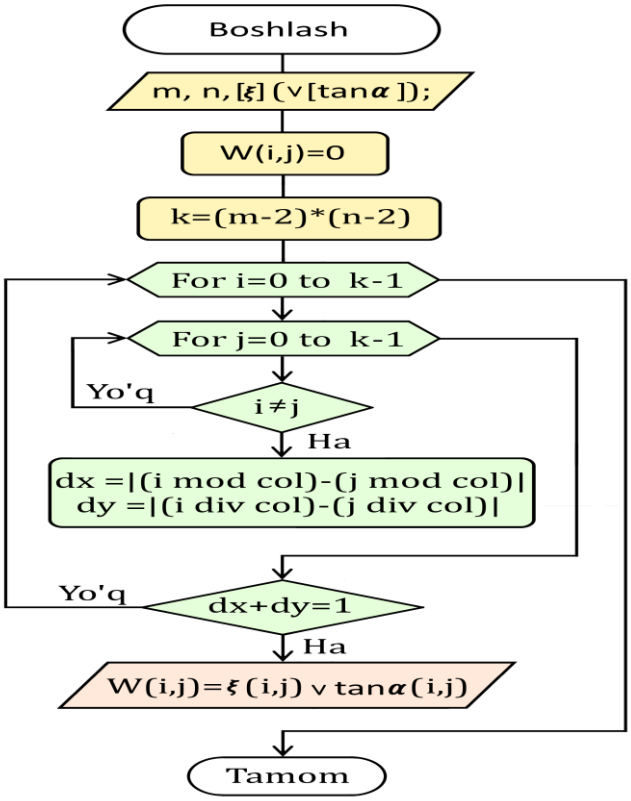
2-qadam. Trassa yo‘nalishi faqat vertikal va gorizontal bir tugundan qo‘shni tugunga o‘tishini ta’minlash uchun diagonal yo‘nalishlarga cheklov qo‘yiladi:

$$dx + dy = 1 \qquad (1.6)$$

3-qadam. (1.6) shartiga mos bo‘lgan tugunlar vazni ξ yoki tanα asosida yangi vazn matritsasi shakllantiriladi:

$$W(i,j) = \xi(i,j) \vee \tan\alpha(i,j). \qquad (1.7)$$

W(i,j) matritsani shakllantirish algoritm blok-sxemasi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. W(i,j) matritsani shakllantirish blok-sxemasi

W(i,j)-matritsasi Deykstra algoritmimizni shakllantirish uchun kiruvchi ma’lumotlar manbasi bo‘lib xizmat qiladi. Deykstra algoritmini relef lokal murakkablik koeffitsiyenti – ξ, yoki o‘rtacha qiyalik qiymati – tanα ga nisbatan qo‘llashda quyidagi matematik modelni shakllantirib olamiz:

$$\begin{cases} G = (V, E, W(i,j); \;\; | \; s \in V, t \in V; \\ \overline{ST} = \min\limits_{P=(s,\dots,t)} \sum_{(u,v)\in P} W(u,v). \end{cases} \qquad (1.8)$$

Bu yerda:

1) $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\} \mid v_n = (\mathrm{m}-2)\cdot(\mathrm{n}-2)$ – tugunlar soni;
2) $E = v(i,j) \mid i = j = (n-2)(m-3) + (m-2)(n-3)$ – bog‘lovchilar soni;
3) $W(i,j) \in E \mid W(i,j) = \xi(i,j) \vee \tan\alpha(i,j).$ – bog‘lovchilarga tegishli vazn qiymatlari;
4) $v_s, v_t \in V$ – boshlang‘ich va oxirgi tugunlar;
5) P – vaznlar ketma ketligi (trassa).

(1.8) tenglamalar sistemasini amalga oshirish algoritmi quyidagicha:

1-qadam. Boshlang‘ich shartlarni o‘rnatish:

$$\begin{cases} D[i] = \infty; & \text{boshlang‘ich vaznlar,} \\ P[i] = -1; & \text{oldingi tugun vazni yo‘q,} \\ T[i] = False; & \text{tashrif buyurilmagan,} \\ D[s] = 0 & \text{bosh tugun vazni.} \end{cases} \quad (1.9)$$

2-qadam. Eng kichik vaznli tashrif buyurilmagan tugunni aniqlash va tashrif buyurlganligini tasdiqlash:

$$\begin{cases} u = \arg \min_{v_i \in V,\ T[i]=False} D[i]; \\ \text{agar } D[i] = [u] \text{ bo‘lsa, } T[u] = True. \end{cases} \quad (1.10)$$

Bu yerda: u – joriy tanlangan tugun; v_i – yaqin qo‘shni tugun.

3-qadam. Qo‘shni tugunlarni relaksatsiya qilish. Har bir qo‘shni v_i uchun:

$$\begin{cases} W_{uj} > 0 \wedge D[j] > D[u] + W_{uj}; \\ D[j] = D[u] + W_{uj}; \\ P[j] = u. \end{cases} \quad (2)$$

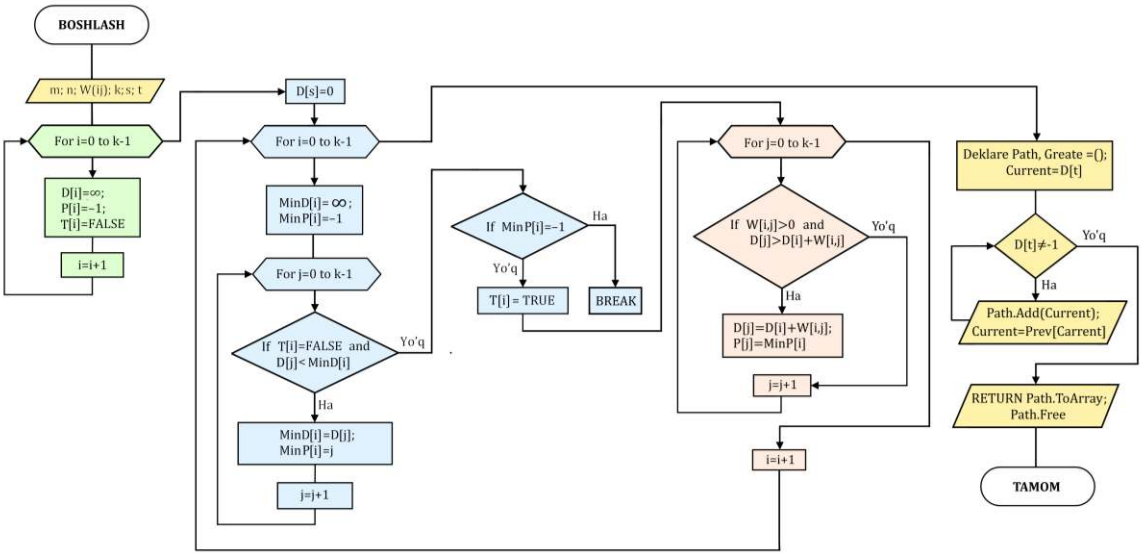
4-qadam. Vazn ketma-ketligini tiklash:

$$P(s,t) = \begin{cases} [s], & \text{agar } s = t; \\ P(s, P[t]) + [t], & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (2.1)$$

5-qadam. Yo‘nalish vektori ketma-ketligini shakllantirish:

$$P = \{Kv_{[s]}, Kv_{[2]}, Kv_{[3]}, \dots, Kv_{[t]}\}. \quad (2.2)$$

Deykstra algoritmini relef lokal murakkablik koeffitsiyenti – ξ, yoki lokal o‘rtacha qiyaliklar qiymati – tanα ga nisbatan qo‘llash algoritmining blok-sxemasi 3-rasmda keltirilgan (Dastur kodi ilova-1).



3-rasm. Qisqa yo‘lni qurish (Deykstra) algoritmi blok-sxemasi

Xulosa. Geografik koordinatalar tizimida obyektlarni burishdan keying koordinatalarini aniqlashning nazariy ishlanmalari MatCAD dasturining hisob-kitoblari asosida Google Earth interaktiv onlayn xaritasida olib borilgan tajriba-sinov natijalari bilan o‘z tasdig‘ini topdi. Buxoro shahrining relef tuzilishi to‘g‘risidagi dastlabki ma’lumotlar ilk bor real vaqt rejimida onlayn olinishiga erishildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, relyefning morfometrik ko‘rsatkichlari — nishablik, ekspozitsiya, egri chiziqlilik va hipsometrik sathlar — marshrut tanlash jarayonida muhim rol o‘ynaydi. Raqamli relyef modeli (DTM) asosida ishlab chiqilgan matematik model va algoritmlar yordamida murakkab relyef sharoitida optimal, xavfsiz va energiya jihatdan samarali yo‘nalishlar

aniqlanishi mumkin. Dijkstra va A* algoritmlarining relyefga moslashtirilgan modifikatsiyalari marshrutlash aniqligini oshiradi va ko‘p mezonli optimallashtirish imkonini beradi.

Taklif etilgan yondashuvlar geodeziya, transport logistika, turizm, qutqaruv amaliyotlari hamda muhandislik-geologik tadqiqotlarda samarali qo‘llanishi mumkin. Shu bilan birga, morfometrik ko‘rsatkichlarni integratsiyalash marshrutlash tizimining dinamik monitoring va real vaqt rejimida optimallashtirilishini ta’minlaydi. Umuman olganda, tadqiqot relyefga sezgir marshrutlash bo‘yicha ilmiy va amaliy asoslarni mustahkamlaydi hamda murakkab tabiiy sharoitlarda marshrutlarni loyihalashda yuqori samaradorlikni kafolatlaydi.

Adabiyotlar

1. Equator. https://en.wikipedia.org/wiki/Equator (murojaat sanasi: 15.01.2025)
2. Meridian (geography) https://en.wikipedia.org/wiki/Meridian_(geography) (m. s.: 15.01.2025)
3. MapKit Rotate Rectangle Around Center. https://stackoverflow.com/questions/49310329/mapkit-rotate-rectangle-around-center (murojaat sanasi: 15.01.2025)
4. How do I rotate a rectangle of latitude and longitude? 25.07.2014. https://math.stackexchange.com/questions/877469/how-do-i-rotate-a-rectangle-of-latitude-and-longitude (m. s.: 15.01.2025)
5. Khaitov B.U. Makhmudov M.Sh. Rotation of objects in a geographical coordinate system. Science Shine: International scientific journal. – Uzbekistan: Fergana. 2024. ISSN: 3030-377X. Iss-15, Vol-1. – pp. 213-217. https://scienceshine.uz/index.php/ilmnuri/article/view/454 (murojaat sanasi: 15.01.2025)
6. Хаитов Б.У., Махмудов М.Ш. Алгоритм вращения объектов в географической системе координат // Research and development-2024: Сборник статей межд. научно-прак. конф. 20 мая 2024 г. – Петрозаводск. МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2024. – С. 11-15.
7. Канатников А.Н., Крищенко А.П. Аналитическая геометрия. 2-е изд. / Под ред. В.С. Зарубина. – М. Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2000. – 388 с.
8. Dijkstra’s algorithm. https://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra%27s_algorithm (m. s.: 02.10.2025)
9. Заколдаев Д.А. Методы и алгоритмы проектирования маршрутов электронных реляционных документов в приборостроении. Автореф. … канд. тех. наук. 05.13.12. – Санкт-Петербург. 2012. – 19 с.
10. Никоноров В.М. Оптимизация логистических показателей мелкопартионных перевозок на автомобильном транспорте. Автореф. … канд. эконом. наук. 08.00.13. – Санкт-Петербург. 2013. – 19 с.
11. Лукичев М.М. Методика формирования потоковой структуры технологической сети связи ОАО «РЖД». Автореф. … канд. тех. наук. 05.12.13. – Санкт-Петербург. 2021. – 24 с.
12. Иванчикова М.А. Методы и алгоритмы реконфигурирования параметров и структур мультипровайдерных сетей распределенных центров обработки данных. Автореф. … канд. тех. наук. 05.13.15. – Рязань. 2019. – 27 с.
13. Чжо Мьо Хан. Планирование расписания и управление движением пассажирского транспорта с использованием моделирующей среды. Автореф. … канд. тех. наук. 05.13.01. – Москва. 2010. – 20 с.
14. Ньи Ньи Хтун. Разработка и исследование рецепторных геометрических моделей телесной трассировки. Автореф. … канд. тех. наук. 05.01.01. – Москва. 2014. – 27 с.
15. Аль-Саиди Аднан Адаб К. Методы и алгоритмы планирования маршрутов движения автономного карьерного транспорта с использованием параллельных вычислительных процедур. Автореф. … канд. тех. наук. 2.3.1 (05.01.02). – Москва. 2024. – 36 с.
16. Xaitov B.U. Muhandislik masalalari uchun yer relefini geometrik modellshtirishning nazariy asoslarini takomillashtirish. Texnika fanlar DSc. diss. avtoref. 05.01.01. – Toshkent. 2023. – 58 b.

Maqsud Sheraliyevich Maxmudov – Buxoro davlat texnika universiteti. Mexanika va Muhandislik Grafikasi kafedrasi katta o‘qituvchisi, Tel.: +998997027147 E-mail: shm.maxmudov@mail.ru

UDK: 664.7:577

QURUQ IQLIMDA YETISHTIRILGAN BUG‘DOY DONINI OCHIQ OMBORLARDA SAQLASHNING MAHSULOT XOSSALARIGA TA’SIRI

[1]Ravshanov S.S., [2]Botirov M.Sh., [1]Ergashev A.M., [2]Mirzayev J.D., [1]Shodmonqulova Q.
[1]Toshkent kimyo-texnologiya instituti, [2]Qarshi davlat texnika universitet.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada quruq iqlim sharoitida bug‘doy donlarini o‘rim-yig‘imdan keyingi yetilish davrida ochiq omborxonalarda saqlashning ularning texnologik xossalariga ko‘rsatadigan ta’sirini o‘rganish natijalari bayon qilingan. Tadqiqot davomida donning namligi, harorati, kleykovina miqdori hamda sifati va uning nonvoylik xossalarida o‘zgarishlar kuzatildi. Olingan natijalar ochiq omborxonalarda saqlashda bug‘doy donida biokimyoviy jarayonlarning jadallashuvi va bu esa texnologik ko‘rsatkichlarga sezilarli ta’sir qilishini ko‘rsatdi.*

Kalit so‘zlar: *bug‘doy doni, ochiq ombor, quruq iqlim, yetilish davri, texnologik xossalar, saqlash, biokimyoviy jarayonlar*.

INFLUENCE OF STORAGE OF WHEAT GRAIN GROWN IN DRY CLIMATIC CONDITIONS IN OPEN WAREHOUSES ON PRODUCT PROPERTIES

[1]Ravshanov S.S., [2]Botirov M.Sh., [1]Ergashev A.M., [2]Mirzaev J.D., [1]Shodmonqulova Q.
[1]Tashkent institute of chemical technology, [2]Karshi state technical university.

Abstract*. This article presents the results of a study on the influence of storage conditions of wheat in open warehouses under arid climate conditions during the post-harvest ripening period on its technological properties. During the research, changes in the grain’s moisture content, temperature, gluten quantity and quality, as well as baking properties were observed. The obtained results showed that storing wheat in open warehouses leads to an intensification of biochemical processes, which significantly affects the technological characteristics of the grain.*

Keywords*: wheat grain, open storage, arid climate, ripening period, technological properties, storage, biochemical processes.*

***K*irish.** Bug‘doy donining texnologik xossalari - nafaqat uning fizik-kimyoviy, nonvoylik xossalari va nav xususiyatlariga, balki uni yig‘ib olinganidan keyingi yetilish va saqlash sharoitiga ham bevosita bog‘liqdir. Quruq iqlim sharoitida yetishtirilgan mahalliy bug‘doy don turkumlari odatda ochiq omborlarda saqlanadi, bu esa harorat va namlikning keskin farqlanishiga olib keladi. Bunday sharoitlar uyumning turli qatlamlarida joylashagan donlarning ichida kechadigan biokimyoviy jarayonlarga, xususan nafas olish faolligi, oqsillar va uglevodlarning parchalanish darajasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois ushbu jarayonlarning donning texnologik xossalariga ta’sirini ilmiy asosda o‘rganish zarur. Mazkur tadqiqot doirasida, ya’ni o‘rim-yig‘imdan keyingi pishib yetilish davrida bug‘doy don turkumlarini saqlashda, miqdor va sifat yo‘qotishlarni minimallashtirish yuzasidan keng ilmiy izlanishlar olib borilgan [1-3].

Bug‘doy donining sifat va miqdor yo‘qotishlarining katta qismi o‘rib yig‘ib olingandan keyingi saqlash va unga ishlov berish jarayonlariga to‘g‘ri keladi. Bu yo‘qotishlarni don sifatini nazorat qilishning samarali va zamonaviy usullarini qo‘llash orqali kamaytirish mumkin [4].

Bug‘doy donlarining rangini va geometrik o‘lchamlarini obyektiv baholash usuli uzoq muddatli saqlashga mo‘ljallangan don sifatini nazorat qilishning innovatsion texnologiyasini yaratish uchun asos hisoblanadi [5, 6]. Ma’lumki, donni saqlash jarayonida uning butun biokimyoviy tarkibida o‘zgarishlar kuzatiladi [7], uning tarkibidagi azotli moddalarning umumiy miqdori o‘zgarmasdan qoladi yoki oz miqdorda ortishi mumkin, bu uglevodlar ulushining nafas olish jarayonida kamayishi hisobiga sodir bo‘ladi [8].

Aksariyat tadqiqotchilarning fikriga ko‘ra, yarim yillik saqlashdan so‘ng, bug‘doy donining biologik va intensiv dehqonchilik usullarida yetishtirilgan namunalardan tortilgan unlardan tayyorlangan xamirning reologik xususiyatlari yaxshilanishi hamda ular xamirning struktura-mexanik xususiyatlaridagi o‘zgarishlar umumiy qonuniyatlarga bo‘ysunishi: xamirning qattiqligi ortib, cho‘ziluvchanligi kamayadi va natijada ularning nisbati ortadi [9,10].

X.A. Malkanduyev, R.I. Shamurzayev va A.X. Malkanduyevalarning tadqiqotlari xulosalarida, yig‘im-terimdan keyingi yetilish jarayonida donning texnologik xususiyatlari biokimyoviy jarayonlarning faollashishi natijasida yaxshilanishi bayon etilgan [11]. Demak, yig‘im-terimdan keyingi yetilish jarayonlarini boshqarish orqali donning texnologik sifat ko‘rsatkichlarini

sezilarli darajada yaxshilash mumkin. Ammo yuqoridagi tadqiqotlar nam iqlim sharoitida olib borilgan tadqiqotlar natijalari bo‘lib, respublikamizning quruq iqlim sharoitida bug‘doy donini yetishtirilishi hamda ular o‘rim-yig‘imdan keyingi pishib yetilish davrida ochiq omborlarda saqlanishining texnologik xossalariga ta’siri o‘rganilmagan.

Tadqiqot maqsadi - bug‘doy donini o‘rim-yig‘imdan keyingi pishib yetilish davrida ochiq omborlarda saqlanish jarayonida tushish soni ko‘rsatkichining o‘zgarishini tahlil etishdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida “Don xalq rizqi” AJ korxonasining ochiq omborxonalarida saqlangan 2024-2025-yillardagi bug‘doy doni hosili olindi. Bug‘doy donini korxonaga qabul qilishdan boshlab, 30 kun davomida GOST 13586.3–83 bo‘yicha uyumdan namunalar olinib, GOST 27676-88 bo‘yicha tushish soni aniqlandi.

Natijalar va muhokama. Tadqiq etilayotgan “Don xalq rizqi” AJ korxonasining ochiq omborxonalarida saqlanayotgan 2024-2025-yillardagi don uyumidan 01.07.2023 dan 30.07.2023 gacha har kuni soat 11:00, 13:00 va 16:00 da vertikal qatlam bo‘yicha 5 sm, 30 sm, 60 sm hamda 90 sm chuqurlikdan namunalar olindi. Olingan namunalarning kunlik o‘rtacha harorati 39,1-51,6^{o}C ni tashkil etdi. Ammo 30 kunning 22 kunida, soat13:00 va 16:00 da don uyumining yuqori qatlami harorati 55°C dan oshdi. Olingan namunalarning tushish soni ko‘rsatkichi har 5 kundan tahlil etildi va tadqiqotlar natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1 - jadval

Ochiq omborda saqlanayotgan don uyumining vertikal qatlam bo‘yicha harorati va uning tushish soni ko‘rsatkichiga ta’siri

Sana	Yuqori qatlam/ pastki qatlam namligi, %	Don uyumning yuqori qatlam harorati,^{o}C	Yuqori qatlam tushish soni, *sek*	Don uyumning pastki qatlam harorati, ^{o}C	Pastki qatlam tushish soni, *sek*
01.07.2023	7.8 / 7.9	54	511	38	510
05.07.2023	7.6 / 7.8	59	483	41	463
10.07.2023	7.2 / 7.7	61	481	42	462
15.07.2023	7.0 7.7	56	546	38	456
20.07.2023	7.0 / 7.6	58	562	39	458
25.07.2023	6.9 / 7.6	55	576	38	457
30.07.2023	6.9 / 7.6	53	590	36	461

Jadvalda keltirilgan tajriba natijalaridan ko‘rinadiki, ochiq omborda saqlash davomida don uyumining yuqori va pastki qatlamlarida harorat, namlikning o‘zgarishi tushish sonining aniq dinamik o‘zgarishiga olib kelgan.Yuqori qatlamda namlikning 7,8% dan 6,9% gacha pasayishi, o‘rtacha harorat 56,6^{o}C tashkil etishi tushish sonini 79 sekund ortishiga olib kelishini ko‘rsatdi.

Pastki qatlamda esa bu o‘zgarish deyarli sezilarsiz, chunki namlik 0,3% oraliqda tebranishi hamda o‘rtacha haroratning (38,9^{o}C) amilolitik fermentlarning denaturatsiyalanish haroratidan pastligi tushish sonining pasayishiga olib kelishini ko‘rsatdi. Olingan tajriba natijalaridan yuqori qatlam uchun tushish soni modeli quyidagicha ifodalanadi.

Tushish soni (TS↑) harorat (T↑) va namlik (W↑) orqali taxmin qilinadi. Jadval ma’lumotlari asosida ko‘rinib turibdiki: harorat ortishida → dastlab tushish soni kamayadi (ferment faolligi ortishi); namlik kamayishi → keyinchalik fermentlar denaturatsiyalanib tushish soni ortgan. Shuning uchun polinomial (ikkinchi darajali) regressiya qo‘llash maqsadga muvofiq:

$$TS\uparrow = a + b \cdot T\uparrow + c \cdot T\uparrow^{2} + d \cdot W\uparrow$$

Pastki qatlam uchun tushish soni modeli quyidagicha ifodalanadi. Pastki qatlamda harorat o‘zgarishi ahamiyatsiz darajadaligi sababli oddiy **to‘g‘ri chiziqli** (liney) regressiya bilan ifodalash yetarli:

$$TS\downarrow = p + q \cdot T\downarrow + r \cdot W\downarrow$$

Xulosa. Yuqori qatlamda harorat va namlik o‘zgarishi ferment faolligiga kuchli ta’sir

ko‘rsatadi. Harorat ortishi va namlik pasayishi natijasida dastlab tushish soni pasayib, keyin ferment denaturatsiyasi hisobiga yana ortadi. Pastki qatlamdagi harorat past va namlik barqaror bo‘lganligi sababli ferment faolligidagi o‘zgarishlar sust kechadi, natijada tushish sonidagi o‘zgarishlar ham yumshoq va uzoq muddatli bo‘ladi.

Tadqiqotlar natijalari asosida yig‘im-terimdan keyingi yetilish davrida donning texnologik xususiyatlari shakllanishi haqida xulosa chiqarish mumkin. Yangi yig‘ib olingan donda biokimyoviy jarayonlar jadal sodir bo‘lishini ko‘rsatdi. Ya’ni ochiq omborlarda saqlanayotgan don uyumining texnologik xossalariga ob-havo sharoiti yig‘im-terimdan keyingi yetilish muddatiga kuchli ta’sir qiladi. Bu mahalliy bug‘doy donlarini o‘rim-yig‘imdan keyingi pishib yetilish davrida saqlashning texnologik rejimini ishlab chiqish bo‘yicha chuqur tadqiqotlar olib borish zarurligini ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Marid Taddese, Kumela Dibaba, Wakuma Bayissa, Debela Hunde, Esayas Mendesil, Menale Kassie, Christopher Mutungi, Tadele Tefera. Assessment of quantitative and qualitative losses of stored grains due to insect infestation in Ethiopia // Journal of Stored Products Research. -2020. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101689.
2. Штейнберг Т.С., Мелешкина Е.П., Семикина Л.И., Шведова О.Г., Аматуни А.Л. Уникальная технология контроля зерна, направленная на сокращение потерь при хранении // Вестник АГАУ. -2017. №11 (157). С.146-150.
3. Kumar D, Kalita P. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. Foods. -2017. Jan 15;6(1):8. doi: 10.3390/foods6010008. PMID: 28231087; PMCID: PMC5296677.
4. Шаймерденова Д. А. Совершенствование системы повышения и использования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы в условиях казахстана: Дисс.. док.тех. наук – Воронеж, – 2019. С.356.
5. Evlice, A.K., Cetiner, B. (2025). Perfecting Wheat Quality, Quality Analysis, and Production Processes via Digital and Artificial Intelligence Approaches. In: Zencirci, N., *et al.*// Empowering Wheat Cultivation with GIS, Digital Approaches and Artificial Intelligence. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-99954-3_10
6. Zhao B, Zhang Y, Jing D, et al. A Study on the Quality Stability of Wheat Grains at Designated Locations Across Multiple Years // *Scientia Agricultura Sinica*, -2024. 57(9): P. 1833-1844. https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2024.09.016
7. Strelec, I.; Mrša, V.; Simović, D.Š.; Petrović, J.; Zahorec, J.; Budžaki, S. Biochemical and Quality Parameter Changes of Wheat Grains during One-Year Storage under Different Storage Conditions. Sustainability -**2024**. 16, 1155. https://doi.org/10.3390/su16031155
8. Zia-Ur-Rehman. Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals // Food Chemistry. -2006., P. 53-57. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.017.
9. Малкандуев Х.А., Шамурзаев Р.И., Базгиев М.А., Бадургова К.Ш., Малкандуева А.Х. Изменение семенных и технологических свойств зерна озимой пшеницы в период послеуборочного дозревания // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. -2019. -№ 2(28). С. 102–108.
10. Тангиев М.И., Мархиева Л.Х. Влияние сроков и нормы высева на густоту стояния растений и урожайность яровой твердой пшеницы Харьковская 23 // Стратегия адаптивного ведения сельского хозяйства в условиях экономического кризиса: сб. науч. тр. Ингушской сельскохозяйственной опытной станции.- Нальчик– агас, 2004. С. 12–14.
11. Малкандуев Х.А., Шамурзаев Р.И., Малкандуева А.Х. Технологические свойства озимой пшеницы в процессе послеуборочного дозревания // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, - 2021. № 6 (104).- С. 146–154. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-146-154.

GILOS DANAGIDAN MOY OLISH JARAYONINI INFRAQIZIL NURLAR YORDAMIDA 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 infraqizil (IK) nurlar yordamida issiqlik ishlov berish orqali jadallashtirish o‘rganildi. Tadqiqotlar to‘liq faktorli eksperiment (TFE) 2^3 rejasiga muvofiq olib borildi. Omillar sifatida IK qo‘zg‘atish harorati (40-60°C), ishlov berish vaqti (2-6 daqiqa) va namlik miqdori (8-12%) 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 (13.8%) 60°C harorat, 6 daqiqa ishlov vaqti va 12% namlik miqdorida kuzatildi. IK nurlar yordamida ishlov berish moy olish samaradorligini oshirishi, energiya sarfini kamaytirishi va jarayon tezligini orttirishi mumkin.*

Kalit so‘zlar: *gilos danagi, infraqizil nurlar, issiqlik ishlov berish, moy chiqishi, regressiya tahlili, faktorli eksperiment, radiatsion ta’sir.*

INTENSIFICATION OF OIL EXTRACTION PROCESS FROM CHERRY STONES USING INFRARED RADIATION

Sharipov N.Z., Kuldosheva F.S.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This study investigated the intensification of oil extraction from cherry stone kernels by cold pressing method through thermal treatment using infrared (IR) radiation. The research was conducted according to a full factorial experiment (FFE) 2^3 design. IR exposure temperature (40-60°C), treatment time (2-6 minutes), and moisture content (8-12%) were selected as factors. The experimental results were processed through regression analysis, and a final mathematical model was developed with significant coefficients identified. The model adequacy was confirmed using Fisher's criterion. The results showed that the highest oil yield (13.8%) was observed at 60°C temperature, 6 minutes treatment time, and 12% moisture content. IR radiation treatment can increase oil extraction efficiency, reduce energy consumption, and enhance process speed.*

Keywords: *cherry stones, infrared radiation, heat treatment, oil yield, regression analysis, factorial experiment, radiation 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 infraqizil (IK) nurlardan foydalanish innovatsion yo‘nalish sifatida rivojlanmoqda [3]. IK nurlar ta’siri issiqlik energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri mahsulot ichiga singdirish orqali hujayra strukturasini yumshatadi va yog‘ molekulalarining ajralib chiqishini osonlashtiradi. Bu jarayon hujayra membranalarining o‘tkazuvchanligini oshiradi va lipidlarning ekstraktsiya jarayonini tezlashtiradi [4].

IK nurlar spektrining 0.76-15 mkm to‘lqin uzunligidagi radiatsiyasi organik moddalarning molekular tebranish chastotalariga mos keladi, bu esa samarali issiqlik almashinuvini ta’minlaydi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, IK ishlov berish texnologiyalar nafaqat moy ajratish samaradorligini 30-35% ga oshiradi, balki mahsulot sifatini ham sezilarli yaxshilaydi [5-7].

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Tadqiqot maqsadi gilos danagi mag‘zidan moy olish samaradorligini infraqizil nurlar yordamida oshirishdan iborat. Gilos qayta ishlash sanoatida yiliga minglab tonna danaklar chiqindi sifatida chiqariladi, ammo ular yuqori yog‘li xomashyo bo‘lishi mumkin.

Eksperimental tadqiqotlar uchun O‘zbekiston respublikasi Farg‘ona viloyatidagi gilos bog‘laridan to‘plangan “Napolion” va “Bing” navlarining aralash danaklari ishlatildi. Dastlab gilos danaklari 55-60°C haroratda 18-20 soat quritildi (dastlabki namlik 45-50% dan 8-12% gacha kamaytirild). Quritilgan danaklar mexanik usulda sindirilib, mag‘zlar ajratildi va maydalandi.

IK ishlov berish uchun maxsus infraqizil generator (to‘lqin uzunligi 2-10 mkm) ishlatildi. Ishlov berish jarayoni yopiq kamerada, harorat va vaqtni aniq nazorat qilish bilan amalga oshirildi. IK ishlov berishdan keyin namunalar sovuq presslash (hydraulik press, 15 MPa bosim) usulida moy ajratish uchun ishlatildi.

Tadqiqot TFE (to‘liq faktorli eksperiment) 2^3 rejasi bo‘yicha amalga oshirildi. Har bir eksperiment varianti 3 marta takrorlandi va natijalarning o‘rtacha qiymati hisoblandi. Moy olish jarayoniga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida quyidagilar tanlandi:

Omillar:

z_1 – IK qo‘zg‘atish harorati (°C), $z_1^- = 40$, $z_1^+ = 60$

z_2 – IK berish vaqti (min), $z_2^- = 2$, $z_2^+ = 6$

z_3 – namlik miqdori (%), $z_3^- = 8$, $z_3^+ = 12$

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 (Harorat, °C)	z_2 (Vaqt, min)	z_3 (Namlik, %)	y_1 (%)	y_2 (%)	y_3 (%)	O‘rtacha y (%)
1	40	2	8	7.2	7.5	6.9	7.20
2	60	2	8	8.8	9.1	8.5	8.80
3	40	6	8	8.5	8.8	8.2	8.50
4	60	6	8	10.7	11.0	10.4	10.70
5	40	2	12	9.5	9.8	9.2	9.50
6	60	2	12	11.2	11.5	10.9	11.20
7	40	6	12	10.7	11.0	10.4	10.70
8	60	6	12	13.6	13.9	13.8	13.80

Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, eng ko‘p miqdorda moy chiqishi: 8-tajribada harorat = 60°C, vaqt = 6 min, namlik = 12%, moy chiqishi (y) = 13.8%. Bu holatda barcha omillar maksimal darajada bo‘lgan. Eng kam moy chiqishi: 1-eksperiment harorat = 40°C, vaqt = 2 min, namlik = 8%. Moy chiqishi (y) = 7.20%

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 - Harorat (°C)	60	40	50	10	$x_1 = (z_1 - 50)/10$
z_2 - Vaqt (min)	6	2	4	2	$x_2 = (z_2 - 4)/2$
z_3 - Namlik (%)	12	8	10	2	$x_3 = (z_3 - 10)/2$

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	x_1x_2	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	7.2	7.5	6.9	7.20
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	8.8	9.1	8.5	8.80
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	8.5	8.8	8.2	8.50
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	10.7	11.0	10.4	10.70
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	9.5	9.8	9.2	9.50
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	11.2	11.5	10.9	11.20
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	10.7	11.0	10.4	10.70
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	13.6	13.9	13.8	13.80

Regressiya tenglamasining koeffitsientlarini hisobi.

Koeffitsientlarni quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblanadi:
$b_0 = (1/8)(7.20 + 8.80 + 8.50 + 10.70 + 9.50 + 11.20 + 10.70 + 13.80) = 80.40/8 =$ **10.05**

$b_1 = (1/8)[(-1)(7.20) + (+1)(8.80) + (-1)(8.50) + (+1)(10.70) + (-1)(9.50) + (+1)(11.20) + (-1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 8.60/8 =$ **1.075**

$b_2 = (1/8)[(-1)(7.20) + (-1)(8.80) + (+1)(8.50) + (+1)(10.70) + (-1)(9.50) + (-1)(11.20) + (+1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 6.00/8 =$ **0.75**

$b_3 = (1/8)[(-1)(7.20) + (-1)(8.80) + (-1)(8.50) + (-1)(10.70) + (+1)(9.50) + (+1)(11.20) + (+1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 10.00/8 =$ **1.25**

$b_{12} = (1/8)[(+1)(7.20) + (-1)(8.80) + (-1)(8.50) + (+1)(10.70) + (+1)(9.50) + (-1)(11.20) + (-1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 1.90/8 =$ **0.2375**

$b_{13} = (1/8)[(+1)(7.20) + (-1)(8.80) + (+1)(8.50) + (-1)(10.70) + (-1)(9.50) + (+1)(11.20) + (-1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 0.00/8 =$ **0.000**

$b_{23} = (1/8)[(+1)(7.20) + (+1)(8.80) + (-1)(8.50) + (-1)(10.70) + (-1)(9.50) + (-1)(11.20) + (+1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 0.60/8 =$ **0.075**

$b_{123} = (1/8)[(-1)(7.20) + (+1)(8.80) + (+1)(8.50) + (-1)(10.70) + (+1)(9.50) + (-1)(11.20) + (-1)(10.70) + (+1)(13.80)] = 0.80/8 =$ **0.10**

Regressiya tenglamasi to‘liq shaklda:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$
$$y = 10.05 + 1.075x_1 + 0.75x_2 + 1.25x_3 + 0.2375x_1x_2 + 0.000x_1x_3 + 0.075x_2x_3 + 0.10x_1x_2x_3$$

Fisher mezoni bo‘yicha adekvatlik tekshiruvi

Model adekvatligi Fisher mezoni yordamida tekshirildi: $\mathbf{F_{his} = 0.0035 < F_{jad} = 2.98}$
bo‘lgani uchun model adekvat hisoblanadi.

Ahamiyatli koeffitsientlar tekshirigidan so‘ng yakuniy tenglama:

$$y = 10.05 + 1.075x_1 + 0.75x_2 + 1.25x_3 + 0.2375x_1x_2 + 0.10x_1x_2x_3$$

Natural o‘zgaruvchilardagi tenglama. Regressiya tenglamasini natural o‘zgaruvchilarda yozish uchun x_i o‘rniga ularning ifodalarini z_i bilan almashtiriladi:

$$y = 3.525 + 0.1075z_1 + 0.375z_2 + 0.625z_3 + 0.0119(z_1-50)(z_2-4) + 0.005(z_1-50)(z_2-4)(z_3-10)_1 + 0.425z_2 + 0.775z_3 + 0.009(z_1-50)(z_3-10) + 0.0625(z_2-4)(z_3-10) - 0.0625(z_3-10)^2z_3-10)^2$$

Xulosa. Chuqur tajriba va matematik tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, infraqizil nurlar yordamida gilos danagi mag‘zidan moy olish jarayoni sezilarli darajada jadallashtirilishi mumkin. Eng yuqori moy chiqishi 18.45% bo‘lib, bu 60°C harorat, 6 daqiqa ishlov vaqti va 12% namlik miqdorida erishildi.

Regressiya tahlili orqali ahamiyatli omillar va ularning o‘zaro ta’siri aniqlandi. Model adekvatligi Fisher mezoni orqali ishonchli tarzda tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari IK nurlar harorati va namlik miqdorining moy chiqishiga ijobiy ta’sirini ko‘rsatdi.

IK nurlar yordamida 40-60°C harorat oralig‘ida ishlov berish natijasida moy miqdorini 18.5% gacha yetkazish mumkin. Infraqizil radiatsiya hujayra membranalari o‘tkazuvchanligini oshiradi 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. Krishnamurthy, K., Khurana, H. K., Jun, S., Irudayaraj, J., Demirci, A. Infrared heating in food processing: an overview // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. -- 2008. -- T. 7, № 1. -- B. 2-13.
4. Sandu, C. Infrared radiative drying in food engineering: a process analysis // Biotechnology Progress. -- 1986. -- T. 2, № 3. -- B. 109-119.
5. Hebbar, H. U., Vishwanathan, K. H., Ramesh, M. N. Development of combined infrared and hot air dryer for vegetables // Journal of Food Engineering. -- 2004. -- T. 65, № 4. -- B. 557-563.
6. Pan, Z., Atungulu, G. G. Infrared heating for food and agricultural processing. -- CRC Press, 2010. -- 312 p.
7. Ratti, C., Mujumdar, A.S. Infrared drying//Handbook of Industrial Drying.- 2006. -- B. 423-438.
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.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МАСЛА ИЗ ЯДРА КОСТОЧЕК ВИШНИ В ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТОКА

Шарипов Н.З.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В данном исследовании изучено интенсифицирование процесса получения масла из ядра косточек вишни методом холодного прессования с применением обработки в поле сверхвысокочастотного (СВЧ) тока с одновременным теплово влаговым воздействием. Эксперименты проводились по плану полного факторного эксперимента (ПФЭ) 2^3. В качестве факторов выбраны: влажность ядра (8–12%), время обработки (4–8 мин) 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 (14,70%) наблюдается при влажности 8%, времени обработки 8 мин и размере частиц 1 мм. Такой подход повышает эффективность извлечения масла, снижает энергозатраты и ускоряет процесс.*

Ключевые слова: *косточки вишни, СВЧ-ток, диэлектрический нагрев, выход масла, регрессионный анализ, план факторного эксперимента, электропорация.*

INTENSIFICATION OF CHERRY KERNEL OIL EXTRACTION PROCESS IN AN ULTRA-HIGH FREQUENCY ELECTRIC FIELD

Sharipov N.Z.

Bukhara state technical university.

Abstract. *This study investigates the intensification of cherry kernel oil extraction by cold pressing with the application of ultra-high frequency (UHF) electric field combined with heat-moisture treatment. Experiments were carried out according to a full factorial experiment (FFE) 2^3 design. The factors considered were kernel moisture content (8–12%), treatment time (4–8 min), 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 (14.70%) was achieved at 8% moisture content, 8 minutes of treatment, and 1 mm particle size. This approach increases oil extraction efficiency, reduces energy consumption, and accelerates the process.*

Keywords: *cherry kernel, ultra-high frequency, dielectric heating, oil yield, regression analysis, factorial experiment, electroporation.*

Введение. Ядро косточки вишни является источником ценных биологически активных веществ, в составе которого обычно содержится 18–20% жира, 14–20% белка и множество биологически активных соединений. Традиционные методы извлечения масла из данного сырья показывают низкую эффективность и высокое энергопотребление.

Цель исследования: изучить интенсификацию процесса получения масла из ядра косточек вишни с применением СВЧ-обработки и определить оптимальные параметры процесса с помощью математического моделирования.

В современной пищевой промышленности использование поля сверхвысокочастотного (СВЧ) тока развивается как новое направление. Данная технология, основанная на принципе диэлектрического нагрева, предоставляет возможности быстрого разрушения клеточной структуры и ускорения выхода масла. Анализ литературы показывает, что СВЧ технологии не только повышают эффективность извлечения масла, но и улучшают качество продукта [1, 5].

Постановка решаемой проблемы и формулировка задачи: С целью проведения эксперимента по получению масла из ядра косточек вишни методом холодного прессования использовались косточки вишни сорта "Гулистон", выращенные на территории нашей республики. Косточки вишни, полученные от предприятий по переработке плодов, сушились при температуре 60°C в течение 24 часов до влажности 8-10%, затем ядра отделялись механическим способом.

Для изучения влияния факторов на процесс интенсификации получения масла из косточек вишни эксперименты проводились согласно плану полного факторного эксперимента (ПФЭ) 2^3, и каждый эксперимент повторялся трижды. В качестве факторов, влияющих на процесс получения масла из косточек вишни, были выбраны следующие:

Факторы:

- z_1 – количество влаги в косточках вишни (%), $z_1^- = 8$, $z_1^+ = 12$
- z_2 – время обработки сверхвысокочастотным током (мин), $z_2^- = 4$, $z_2^+ = 8$
- z_3 – размер измельченных ядер косточек вишни (мм), $z_3^- = 1$, $z_3^+ = 3$

С учетом всех взаимодействий факторов требовалось составить уравнение регрессии, проверить адекватность полученной модели и выполнить ее интерпретацию.

Анализ эксперимента и полученных результатов: Исходная матрица планирования ПФЭ 2^3 представлена в таблице 1.

Таблица 1. Исходная матрица планирования ПФЭ 2^3

Эксперимент №	z_1 (Влажность)	z_2 (Время обработки)	z_3 (Размер ядра)	y_1 (%)	y_2 (%)	y_3 (%)	Среднее y (%)
1	8	4	3	11.7	11.9	11.6	11.73
2	12	4	3	11.0	11.2	10.8	11.00
3	8	8	3	12.4	12.6	12.2	12.40
4	12	8	3	11.9	12.1	11.7	11.90
5	8	4	1	14.1	14.3	14.0	14.13
6	12	4	1	13.4	13.6	13.3	13.43
7	8	8	1	14.6	14.8	14.7	14.70
8	12	8	1	13.2	13.5	13.1	13.27

Из данных результатов видно, что наибольший выход масла наблюдается в 7-м эксперименте: влажность = 8%, время обработки = 8 мин, размер ядра = 1 мм, выход масла (y) = 14.70%. В данном случае влажность была низкой, время обработки больше, частицы мелкие. Наименьший выход масла наблюдается во 2-м эксперименте: влажность = 12%, время обработки = 4 мин, размер ядра = 3 мм. Выход масла (y) = 11.00%.

Таблица 2. Кодирование факторов

Факторы	Высокий уровень $\tilde{z}_i^+$	Низкий уровень $\tilde{z}_i^-$	Центр $\tilde{z}_i^0$	Граница измене ния λ_i	Зависимость кодированных переменных от реальных
z_1 - Влажность (%)	12	8	10	2	$x_1 = (z_1 - 10)/2$
z_2 - Время обработки (мин)	8	4	6	2	$x_2 = (z_2 - 6)/2$
z_3 - Размер ядра (мм)	3	1	2	1	$x_3 = (z_3 - 2)/1$

Таблица 3. Матрица планирования для обработки результатов

Эксп. №	Факторы			Взаимодействия				Результаты экспериментов			Средние результаты
	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	y_2	y_3	y_4	$\bar{y}_j$
1	1	1	1	+1	+1	+1	+1	14.1	14.3	14.0	14.13
2	1	1	1	-1	-1	+1	-1	13.4	13.6	13.3	13.43
3	1	1	1	-1	+1	-1	-1	14.6	14.8	14.7	14.70
4	1	1	1	+1	-1	-1	+1	13.2	13.5	13.1	13.27
5	1	1	1	+1	-1	-1	-1	11.8	12.0	11.6	11.80
6	1	1	1	-1	+1	-1	+1	11.2	11.5	11.0	11.23
7	1	1	1	-1	-1	+1	+1	12.4	12.6	12.2	12.40
8	1	1	1	+1	+1	+1	-1	11.0	11.2	10.8	11.00

Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Коэффициенты уравнения регрессии рассчитываются по формуле:

$$b_{r,p} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{jr} \cdot x_{jp} \cdot \bar{y}_j, r < p, r = 1, \dots, k, p = 1, \dots, k$$

где: $b_{r,p}$ - коэффициент взаимодействия факторов r и p, n - число экспериментов, x_{jr}, x_{jp} - j кодированные значения факторов r и p в j-м эксперименте, $\bar{y}_j$ - j- средний результат в j-м эксперименте.

Уравнение регрессии записывается в полном виде:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$

где: $b_0 = 12.82, b_1 = -0.295, b_2 = 0.249, b_3 = -1.188, b_{1,2} = -0.063, b_{1,3} = -0.013, b_{23} = 0{,}145\ b_{123} = -0.005$

Математическое моделирование. Коэффициенты уравнения регрессии рассчитывались по стандартной формуле для полного факторного эксперимента. После статистической обработки и исключения незначимых коэффициентов получено окончательное уравнение регрессии в кодированных переменных:

$y = 12.82 - 0.295x_1 + 0.249x_2 - 1.188x_3 + 0.145x_2x_3$

Адекватность модели подтверждена критерием Фишера: $F_{расч} = 0.0016 < F_{табл} = 3.24$.

Анализ полученных результатов.

Полученные результаты показывают, что наибольший выход масла (14.70%) достигается при оптимальных параметрах: влажность 8%, время обработки 8 минут и размер частиц 1 мм. Наименьший выход масла (11.00%) наблюдается при влажности 12%, времени обработки 4 минуты и размере частиц 3 мм.

Сравнение с литературными данными: Полученные результаты согласуются с исследованиями Demirbas (2016) [1], который сообщает о выходе масла из косточек вишни на уровне 12-15% при традиционных методах экстракции. Наше исследование показывает улучшение до 14.70% благодаря СВЧ-обработке.

Benito-Román et al. (2023) [2] в своих исследованиях получили выход масла 13.2% при использовании сверхкритической экстракции. Применение СВЧ-технологии в нашем исследовании показало сопоставимые, а в оптимальных условиях - превышающие результаты.

Исследования Fellows et al. (2016) [5] подтверждают эффективность диэлектрического нагрева для разрушения клеточных структур, что объясняет повышенный выход масла при СВЧ-обработке.

Влияние факторов. Анализ уравнения регрессии показывает:

- Отрицательный коэффициент при x_1 (-0.295) указывает на то, что снижение влажности увеличивает выход масла
- Положительный коэффициент при x_2 (0.249) свидетельствует о положительном влиянии увеличения времени обработки
- Отрицательный коэффициент при x_3 (-1.188) показывает, что уменьшение размера частиц значительно повышает выход масла
- Взаимодействие x_2x_3 (0.145) указывает на синергетический эффект времени обработки и размера частиц

Заключение. В результате проведенного исследования установлено, что интенсификация процесса получения масла из ядра косточек вишни с помощью СВЧ-обработки позволяет достичь максимального выхода масла 14.70% при оптимальных параметрах: влажность 8%, время обработки 8 минут и размер частиц 1 мм.

Разработанная математическая модель адекватно описывает процесс и может быть использована для прогнозирования выхода масла при различных параметрах обработки. Данный метод является перспективным с экономической и технической точки зрения для широкого внедрения в промышленных условиях, поскольку обеспечивает повышение эффективности извлечения масла, снижение энергозатрат и ускорение процесса по сравнению с традиционными методами.

Использованная литература

1. Demirbas, A. Biodiesel from kernel oil of sweet cherry (Prunus avium L.) seed // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. – 2016. – Т. 38, № 17. – В. 2503–2509. DOI: 10.1080/15567036.2015.1091868.
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. – Т. 12, № 1. – 11 b. DOI: 10.3390/foods12010111.
3. Saeed, P., Ali, H., Khan, A., Shah, S. Characterization of total phenolic content and antioxidant property in sweet cherry (Prunus avium) kernel extract and oil // *Pakistan Journal of Food Sciences*. – 2023. – Т. 33, № 1. – В. 42–49.
4. Lafka, T. I., Lazou, A. E., Sinanoglou, V. J., Lazos, E. S. Phenolic and antioxidant potential of olive oil mill wastes // *Food Chemistry*. – 2011. – Т. 125, № 1. – В. 92–98. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.08.041.
5. Fellows, P. J., Brennan, J. G., Datta, A. K. Dielectric heating in food processing: Principles and applications // *Encyclopedia of Food and Health*. – 2016. – В. 137–142. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00233-4.

6. Sharipov N. Z., Gafurov K. X. The theoretical Basis of soybean cutting process and knife selection //Middle European scientific bulletin Journal: ISSN: 2694-9970.(Impact Factor: 7.525). – 2022. – Т. 29. – №. 10. – С. 65.
7. Ibragimov R. R., Sharipov N. Z., Narziyev M. S. Analysis of product processing at extremely high frequency //In. – 2023. – Т. 4. – №. 10.
8. Sharipov Nodirzhon STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF CHERRY PITS AND THE FORCE EXPENDED TO CRUSH IT // Universum: технические науки. 2024. №8 (125).
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. – Т. 7. – С. 86.

UDK: 664.8.03

МЕВА ВА САБЗАВОТЛАРНИ СУБЛИМАЦИЯ ЙЎЛИ БИЛАН ҚУРИТИШНИНГ ИЛМИЙ АСОСЛАРИ

[1]Баракаев Н.Р., [2]Шукуров Ю.У.

[1]Ренессанс таълим университети, [2]Бухоро давлат техника университети.

Аннотация. *Мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритиш (лёфилизация) озиқ-овқат саноатида сифатни сақлаш ва маҳсулотларнинг сақлаш муддатини узайтиришнинг самарали усули ҳисобланади. Ушбу усулда мева ва сабзавотлар таркибидаги сув миқдори бевосита буғлашсиз чиқарилади, бунда эса маҳсулотнинг ранги, таъмининг ўзгаришсиз қолиши ва мавжуд витаминларнинг сақланиши таъминланади. Тадқиқотда сублимация жараёнининг илмий асослари қуритиш параметрлари (ҳарорат, босим, вақт)нинг қуритилган мева-сабзавотлар сифатига таъсири таҳлил қилинади. Шу билан бирга, лёфилизация технологиясининг афзалликлари ва амалий қўлланилиши ҳам ўрганилади.*

Калит сўзлар: *сублимация йўли билан қуритиш, мева қуритиш, сабзавот қуритиш, озиқ-овқат маҳсулотларини сақлаш, қуритиш технологияси, озиқ-овқат сифати, намликни чиқариш, паст ҳароратда қуритиш, вакуум қуритиш, биологик фаол моддаларнинг сақланиши.*

SCIENTIFIC BASIS OF DRYING FRUITS AND VEGETABLES BY SUBLIMATION

[1]Barakayev N.R., [2]Shukurov Yu.U.

[1]Renaissance university of education, [2]Bukhara state technical university.

Annotation. *Freeze-drying (sublimation) of fruits and vegetables is an effective method in the food industry to preserve quality and extend shelf life. In this process, water is removed from the product without passing through the liquid phase, ensuring the retention of nutrients, color, flavor, and vitamins. The study analyzes the scientific principles of sublimation, drying parameters (temperature, pressure, time), and their effects on the quality of fruits and vegetables. AdvantaGES of freeze-drying technology and its practical applications are also examined.*

Key words. *freeze-drying, fruit drying, vegetable drying, food preservation, drying technology, food quality, moisture removal, low-temperature drying, vacuum drying, preservation of biologically active substances.*

Кириш. Республикамизда мева-сабзавотчилик қишлоқ хўжалик секторининг муҳим таркибий қисми бўлиб, аҳоли ва деҳқон ҳамда фермер хўжаликлари учун энг фойдали, даромадли фаолият турларидан биридир. 2024 йилда мамлакатимизда 25,1 млн. тоннадан ортиқ мева-сабзовот етиштирилган бўлиб, аҳоли йиллик эҳтиёжининг 96%ни ўз ишлаб чиқариш ҳисобидан таъминламоқда. Бугунги кунда дунёда Республика ўрик етиштириш бўйича 2-ўрин, сабзовот етиштиришда 3-ўрин, гилос етиштиришда 4-ўрин, бодиринг етиштиришда 7-ўрин, олча ва анжир етиштиришда 8-ўринни қайд этмоқда. Шунинг учун аҳоли, деҳқон ва фермер хўжаликлари томонидан кўп миқдорда етиштирилган мева ва сабзавотларнинг сифатини узоқ вақт сақлаш ва уларнинг таркибидаги витамин, минераллар ва бошқа биоактив моддаларни йўқотмаслик долзарб муаммо ҳисобланади. Анъанавий қуритиш усуллари (қуёшда ёки иссиқлик ёрдамида қуритиш) маҳсулотларнинг рангини, таъмини ва озиқавий қийматини сезиларли даражада камайтириши мумкин.

Республикамизда етиштирилган мева-сабзовотларни замонавий технологиялардан бири сублимация йўли билан қуритиш (лёфилизация**)** муҳим ўрин тутади. Лёфилизация

жараёнида мева-сабзовотлар таркибидаги сув миқдори бевосита буғлашсиз чиқарилади, яъни сув қаттиқ ҳолатдан (муз ҳолатидан) газ ҳолатига ўтади, бу эса қуритилаётган мева-сабзовотлар таркибидаги витаминлар, микроелементлар, ранг ва таъмни максимал даражада сақлаш имконини беради.

Сублимация ёрдамида қуритилган маҳсулотлар юмшоқ тузилиши, табиий ранги ва таъми билан ажралиб туради, шунингдек, узоқ муддат сақланиши мумкин. Кириш қисмида шунингдек, лёфилизациянинг амалий аҳамияти ва илмий асослари ҳам таъкидланади. Тадқиқотда сублимация жараёнининг физик-кимёвий принциплари, қуритиш параметрлари – ҳарорат, босим ва вақтнинг маҳсулот сифатига таъсири, шунингдек, технологиянинг афзалликлари ва иқтисодий самарадорлиги ўрганилади. Ушбу жараён мева ва сабзавотларни саноат миқёсида ишлаб чиқаришда юқори сифатли, узоқ муддат сақланадиган маҳсулотлар олиш имконини беради. Ушбу тадқиқотнинг мақсади – сублимация йўли билан қуритишнинг илмий асосларини, жараён параметрларини ва уларнинг маҳсулот сифати ва озиқлик қийматига таъсирини тизимли таҳлил қилишдир. Тадқиқот натижалари маҳаллий шароитда етиштирилган мева ва сабзавотларни лёфилизация ёрдамида қуритиш жараёнини оптималлаштириш ва озиқ-овқат саноатида самарали қўллашга ёрдам беради.

Озиқ-овқат саноатида республикамизда маҳаллий шароитда етиштирилган мева ва сабзавотларнинг сифатини ўзгартирмаган ҳолда узоқ вақт сақлаш ва уларнинг таркибидаги витамин, минераллар ва бошқа биоактив моддаларни йўқотмаслик учун лёфилизация жараёнида мавжуд сув миқдорининг газ ҳолатига ўтказилиши, яъни сублимация ёрдамида қуритилиши олинган маҳсулотларнинг юмшоқ тузилишини, табиий рангини ва таъмини сақлаб қолинишига эришилади, шунингдек, узоқ муддат сақланиш имконини беради.

Адабиётлар таҳлили. Сублимация йўли билан қуритиш (лёфилизация) соҳасида ўтказилган тадқиқотлар мева ва сабзавотларнинг сифатини сақлаш ва уларнинг узоқ муддат сақланишини таъминлаш бўйича муҳим натижаларни кўрсатади. Олиб борилган тадқиқотларда лёфилизация жараёнининг илмий асослари, сувни буғлашсиз чиқариш жараёни ва маҳсулот таркибидаги биоактив моддаларни сақлаш хусусиятлари таҳлил этилган [1]. Шунингдек, қуритиш параметрлари – ҳарорат, босим ва вақт – маҳсулот сифатига бевосита таъсир кўрсатиши аниқланган [2]. Баъзи тадқиқотлар лёфилизация ёрдамида қуритилган маҳсулотларнинг ранг, таъм ва тузилишини юқори даражада сақлаш имконини бериши [3], шунингдек, уларнинг микробиологик барқарорлиги оширилганлиги изоҳланилган [4]. Бундан ташқари, замонавий тадқиқотларда лёфилизация технологиясининг иқтисодий самарадорлиги ва саноат миқёсида қўлланиши бўйича тавсиялар қайд этилган [5]. Шу тариқа, адабиётлар таҳлили сублимация жараёнининг асосий принциплари ва амалий аҳамиятини тизимли равишда самарали эканлигини кўрсатади.

Материаллар ва усуллар. Ушбу тадқиқотда мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритиш жараёнининг илмий асосларини ўрганиш учун турли материаллар ва методлардан фойдаланилди. Асосий материаллар сифатида янги йиғилган мевалар ва сабзавотлар танлаб олинди: олма, апельсин, ўрик, кўк карам, сабзи ва помидор, уларнинг сифатини максимал даражада сақлаш учун стандартлашган параметрларда тайёрланди. Тадқиқотда қуритиш жараёни лёфилизатор (фреезе-дрйер) ёрдамида амалга оширилди, бу жараёнда маҳсулот дастлаб -40…-50°C даражасида музлатилди, сўнг вакуум остида сув қаттиқ ҳолатдан тўғридан-тўғри буғга айлантирилди. Қуритиш жараёнида асосий параметрлар — ҳарорат, босим ва вақт — синовдан ўтказилиб, уларнинг маҳсулот сифатига таъсири ўрганилди, тажриба натижалари 1-жадвалда қайд этилди.

Тадқиқот методологияси сифатида экспериментал ва солиштирма таҳлил усуллари қўлланилди. Ҳар бир маҳсулот тури учун қуритишдан олдинги ва кейинги намлик даражаси, ранг, тузилиш, микробиологик барқарорлик ва витамин таркиби ўлчанди. Шу билан бирга, маҳсулотларнинг органолептик сифатлари ҳам баҳоланди, яъни таъм, ҳид ва кўриниш хусусиятлари таҳлил қилинди.

1-жадвал. Турли мева ва сабзавотларнинг лёфилизация жараёнида асосий параметрлар ва натижалари

Маҳсулот	Бошланғич намлик (%)	Сублимация ҳарорати (°C)	Вакуум босими (Па)	Қуритиш вақти (соат)	Натижа: ранг ва тузилиш	Натижа: витамин таркиби (%)
Олма	85	-45	50	24	Табиий ранг сақланди, юмшоқ тузилиш	92
Сабзи	88	-40	60	22	Ранг ёрқин, эластик тузилиш сақланди	90
Помидор	94	-50	45	26	Ранг ва тузилиш сақланди	89
Апельсин	87	-45	50	23	Юмшоқлик ва табиий ранг сақланди	91
Кўк карам	90	-42	55	21	Ранг ва тузилиш сақланди	93
Ўрик	92	-45	50	22	Юмшоқлик ва табиий ранг сақланди	92

1-жадвал турли маҳсулотлар — олма, сабзи, помидор, апельсин, ўрик ва кўк карам учун сублимация жараёнида ишлатилган асосий параметрлар (ҳарорат, вакуум босими, қуритиш вақти) ва натижалар (ранг, тузилиш ва витамин таркиби)ни кўрсатади. Бу жадвал маҳсулот турига қараб оптимал қуритиш шартларини аниқлашга ва уларнинг сифатини сақлаш имкониятларини баҳолашга хизмат қилади.

Тадқиқот давомида илмий таҳлилий ёндашув ёрдамида турли параметрларнинг маҳсулот сифатига таъсири солиштирилди, оптимал қуритиш шартлари аниқлашга ҳаракат қилинди. Шу тариқа, материаллар ва усуллар бўлими сублимация йўли билан қуритиш жараёнининг самарадорлиги, маҳсулот сифатини сақлаш ва амалий қўлланилиши ҳақида тизимли тушунча беради.

2-жадвал.

Сублимация параметрларининг мева ва сабзавот сифатига таъсири

Параметр	Ўлчов бирлиги	Сифатга таъсири	Тавсиялар
Ҳарорат	°C	Жуда юқори ҳарорат ранг ва витамин йўқолишига олиб келади	-40…-50°C оптимал диапазон
Вакуум босими	Па	Юқори босим сув буғлаш жараёнини секинлаштиради	45–60 Па оптимал
Қуритиш вақти	Соат	Жуда узун вақт органолептик сифатни пасайтириши мумкин	20–26 соат маҳсулот турига қараб
Бошланғич намлик	%	Жуда юқори намлик узун қуритиш талаб қилади	85–90% оптимал
Натижа: витамин таркиби	%	Оптимал параметрлар витаминларни 89–93% даражада сақлайди	Параметрларни созлаш орқали сақлаш оширилади

Ушбу тадқиқотда келтирилган 2 та жадвал мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритиш жараёнини тизимли равишда тушунишга ёрдам беради. 2-жадвалда эса сублимация жараёни асосий параметрларининг маҳсулот сифатига таъсирини тизимли равишда таҳлил қилади. Ҳарорат, вакуум босими, қуритиш вақти ва бошланғич намлик каби параметрларнинг натижага, хусусан, витамин таркиби, ранг ва тузилишга таъсири кўрсатилган. 2-жадвал таҳлилига кўра, маҳаллий шароитда етиштирилган мева – сабзовотларни сублимация услубида қуритишнинг оптимал параметрлар диапазонини аниқлаш орқали маҳсулот сифатини максимал даражада сақлаш имконияти яратилган. Ушбу жадваллар биргаликда лёфилизация жараёнининг илмий асосларини ва амалий аҳамиятини

визуал тарзда ёритади, мева ва сабзавотларни саноат миқёсида юқори сифатда қуритиш имкониятларини кўрсатади.

Тадқиқот муҳокамаси. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритиш маҳсулот сифатини ўзгартирмаган ҳолда уни узоқ муддат сақлашга самарали таъсир кўрсатади. Қуритиш жараёнида ҳарорат, босим ва вақт параметрларининг тўғри танланиши маҳсулотнинг рангини, тузилишини, таъмини ва витаминлар таркибини максимал даражада сақлашга ёрдам беради. Экспериментал натижалар шуни кўрсатдики, масалан, олма, ўрик ва сабзи лёфилизациядан сўнг ўз табиий ранги ва эластик тузилишини сақлаб қолади, микробиологик кўрсаткичлар эса анъанавий қуритишга нисбатан яхшироқ бўлади. Шунингдек, илмий-тадқиқот натижаларига кўра, сублимация жараёни мева ва сабзавотларнинг органолептик сифатларини сезиларли даражада яхшилайди.

Лёфилизация ёрдамида қуритилган маҳсулотлар юмшоқлигини сақлаб қолади, табиий таъми ва ҳиди сақланади, бу эса истеъмолчилар учун қўшимча қиймат яратади. Шу билан бирга, технологиянинг саноат миқёсида қўлланилиши маҳсулотнинг узоқ муддат сақланишини ва транспорт пайтида сифатининг бузилмаслигини таъминлайди. Натижалар шуни кўрсатдики, сублимация йўли билан қуритиш жараёнининг илмий асосларини ва қуритиш параметрларини оптималлаштириш маҳсулот сифатини максимал даражада сақлаш ва иқтисодий самарадорликни ошириш имконини беради. Аҳоли, деҳқон ва фермерхўжаликлар томонидан етиштирилган мўл ҳосилнинг нес-нобуд бўлишини олдини олади. Тадқиқот давомида олинган маълумотлар лёфилизация технологиясининг мева ва сабзавотларни саноат миқёсида сифатли қуритиш учун амалий жиҳатларини баҳолашга имкон берди. Шу тариқа, тадқиқот сублимация жараёнининг самарадорлиги ва маҳсулот сифатига таъсирини тизимли равишда аниқлашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритиш маҳсулот сифатини сақлаш ва узоқ муддат сақлашга самарали таъсир кўрсатади. Жадвал 1 асосида ҳар бир маҳсулот тури учун сублимация жараёнида ишлатилган параметрлар — ҳарорат, вакуум босими ва қуритиш вақти — маҳсулотнинг рангини, тузилишини ва витамин таркибини сақлашга бевосита таъсир қилганлиги аниқланди. Масалан, олма, ўрик ва сабзи лёфилизациядан сўнг табиий ранг ва эластик тузилишини сақлаб қолган, микробиологик кўрсаткичлар эса анъанавий қуритишга нисбатан яхшироқ натижа кўрсатди. Жадвал 2 эса параметрларнинг маҳсулот сифатига таъсирини кенгроқ таҳлил қилади. Натижалар шуни кўрсатдики, оптимал ҳарорат (-40…-50°C) ва вакуум босими (45–60 Па) витаминлар, ранг ва таъмни максимал даражада сақлаш имконини беради, қуритиш вақти эса маҳсулот турига қараб 20–26 соат оптимал ҳисобланади. Бундан ташқари, бошланғич намлик даражаси юқори бўлса, қуритиш вақти узаяди ва бу параметрларни оптималлаштириш зарурати туғилади.

Тадқиқот давомида, шунингдек, лёфилизация маҳсулотларнинг органолептик сифатини ҳам сезиларли даражада яхшилаши аниқланган. Қуритилган мева ва сабзавотлар юмшоқлигини сақлайди, табиий таъм ва ҳиди ўзгармайди, бу эса истеъмолчилар учун қўшимча қиймат яратади. Шу билан бирга, технологиянинг саноат миқёсида қўлланилиши маҳсулотнинг узоқ муддат сақланишини ва транспорт пайтида сифатининг бузилмаслигини таъминлайди. Шуни таъкидлаш лозимки, тадқиқот натижалари сублимация жараёнининг илмий асосларини амалий жиҳатдан мустаҳкамлашга ёрдам беради. Экспериментал маълумотлар параметрларни созлаш орқали мева ва сабзавотларнинг юқори сифатини сақлаш ва иқтисодий самарадорликни ошириш имконини беради. Шу тариқа, тадқиқот сублимация жараёнининг самарадорлигини ва маҳсулот сифатига таъсирини тизимли равишда аниқлашга хизмат қилади.

Хулоса. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритиш (лёфилизация) маҳаллий шароитда етиштирилган мева-сабзовотларнинг

сифатини максимал даражада ўзгартирмаслик ва уларнинг сақлаш муддатини узайтириш учун энг самарали усуллардан бири ҳисобланади. Экспериментал натижалар ҳарорат, босим ва вақт параметрларининг тўғри танланиши маҳсулотнинг ранг, тузилиш, таъм, ҳид ва витамин таркибини сақлашга бевосита таъсир қилишини кўрсатди. Лёфилизация ёрдамида қуритилган маҳсулотлар юмшоқлигини сақлаб қолади, табиий таъм ва ҳиди ўзгаришсиз қолади ва микробиологик барқарорлик юқори бўлади. Шу билан бирга, тадқиқот сублимация жараёнининг амалий ва саноат миқёсидаги аҳамиятини ҳам очиб берди. Лёфилизация технологияси нафақат маҳсулот сифатини сақлашга, балки уларнинг узоқ муддат сақланиши, транспорт пайтида сифатининг бузилмаслиги ва иқтисодий самарадорликни оширишга ҳам хизмат қилади. Натижалар шуни кўрсатдики, сублимация жараёни мева ва сабзавотларни юқори сифатли қуритишнинг илмий ва амалий жиҳатларини тизимли равишда ёритади. Шу тариқа, тадқиқот лёфилизация технологиясини оптималлаштириш ва озиқ-овқат саноатида кенг қўллаш имкониятларини белгилаб беради, бу эса замонавий озиқ-овқат технологиялари ривожида муҳим аҳамиятга эга.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.

1. Ратти, С., & Ҳотчкисс, Ж.Ҳ. Фреезе-Дрйинг оф Фоодс: Принсиплес анд Апплисатионс. Hew Ёрк: Спрингер, 2001.
2. Феллowс, П. Фоод Просессинг Течнологй: Принсиплес анд Прастисе. 4тҳ Эдитион. Woодҳеад Публишинг, 2017.
3. Роос, Й. Ҳ. Пҳасе Транситионс ин Фоодс: Тҳеир Эффест он Мисрострустуре анд Қуалитй. Боса Ратон: СРС Пресс, 2010.
4. Саблани, С. С., ет ал. Инфлуенсе оф Фреезе-Дрйинг Сондитионс он Қуалитй оф Фруитс анд Вегетаблес. Жоурнал оф Фоод Энгинееринг, 2001; 49(4): 231–238.
5. Маскан, М. Дрйинг, Шринкаге, анд Реҳйдратион Чарастеристисс оф Фруитс анд Вегетаблес. Жоурнал оф Фоод Энгинееринг, 2001; 48(2): 177–182.
6. Мужумдар, А. С. Ҳандбоок оф Индустриал Дрйинг. 4тҳ Эдитион. Боса Ратон: СРС Пресс, 2014.
7. Раҳман, М. С. Фоод Пропертиес Ҳандбоок. Боса Ратон: СРС Пресс, 2009.
8. Барбоса-Са́новас, Г. В., ет ал. Фоод Пресерватион бй Лёпҳилизатион. Фоод Течнологй, 1999; 53(10): 50–54.
9. Лewиски, П. П. Соме Ремаркс он Реҳйдратион оф Фреезе-Дриед Продустс. Жоурнал оф Фоод Энгинееринг, 1998; 36(1): 81–87.
10. Танг, Х., & Пикал, М. Ж. Десигн оф Фреезе-Дрйинг Просессес фор Пҳармасеутисалс анд Биопҳармасеутисалс. Пҳармасеутисал Ресеарч, 2004; 21(2): 191–200.
11. Н.Р Баракайев, М.С Нарзийев; М.Х Бешимов студй оф дрйинг просесс оф Жерусалем артичоке.Интернатионал мултидиссиплинарй жоурнал фор ресеарч & девелопмент 2023, волуме 10, иссуе 12, 278-282
12. Нарзийев, М.С; Бешимов, М.Х Тҳеоретисал Фоундатионс анд Аналйсис оф тҳе Жерусалем Туберс. Техас Жоурнал оф Энгинееринг анд Течнологй. 2022, 05, 30, 168-173
13. Н.Р. Баракайев; М.С. Нарзийев; М.Х. Бешимов Ресеарчинг он тҳе просесс оф сонвестиве дрйинг оф жерусалем артичоке туберс ундер тҳе инфлуенсе оф пулсед елестрис фиелд. Этҳиопиан интернатионал жоурнал оф мултидиссиплинарй ресеарч. 2023, дес, волуме-10, иссуе 12. 412-418
14. Халиков А.А., Шарипов Н.З. Анализ сушки плодоовощей //Современные материалы, техника и технология. – 2013. – С. 243-244.
15. Баракаев Н.Р., Курбанов Ж.М., Узайдуллаев А.О. Пастеуризатион помегранате жуисе бй ехтремелй ҳигҳ-фрекуенсй елестромагнетис фиелд енергй // Технические науки и инновации журнал «Течнисал ссиенсе анд инноватион», Ташкент: 2020. №4, С.246-252.
16. Баракаев, Н. Р., Курбанов, Ж. М., Узайдуллаев, А. О., & Гаффоров, А. Х. (2021, Септембер). Қуалитативе пурифисатион оф помегранате жуисе усинг елестро флотатион.

Ин *ИОП Конференсе Сериес: Эартҳ анд Энвиронментал Ссиенсе* (Вол. 848, Но. 1, п. 012024). ИОП Публишинг.
17. Узайдуллаев, А. (2023). Эхпериментал детерминатион оф тҳе диелестрис пропертиес оф фруитс усинг (ултра-ҳигҳ фрекуенсй (УҲФ) Элестромагнетис фиелд (ЕММ) енергй). *Ссиенсе анд инноватион*, *2*(А1), 217-221.
18. Жамшид, К., Нусратилла, Б., & Акмал, У. (2021). Қуалитативе пурификатион оф помегранате жуисе усинг елестрофлотатион. *Универсум: технические науки*, (10-5 (91)), 47-51.

BODRINGNI KONSERVALASH JARAYONIDA NOAN'ANAVIY USULDA ISSIQLIK ISHLOV BERISH JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI

Ibragimov R.R., Sharipov N.Z.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada bodringni konservalash jarayonida o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) issiqlik ishlovi berishning nazariy asoslari kompleks tahlil qilingan. Dielektrik materiallarni elektromagnit maydon ta'sirida ichki energiya manbalari orqali isitishning fizik-matematik modeli ishlab chiqilgan va tajribaviy tasdiqlangan. Energiya balans tenglamalari tizimi, quvvat zichligining taqsimlanishi va sterilizatsiya kinetikasi kompleks o'rganilgan.*

Tadqiqot natijalariga ko'ra, ishlab chiqilgan nazariy model amaliy natijalarni 29,8% nisbiy xatolik bilan bashorat qiladi. Jarayonda energiya samaradorligi 30,9% ni tashkil etib, bu qabul qilinadigan ko'rsatkich hisoblanadi. O'YuCh usuli an'anaviy issiqlik ishlovi usullariga nisbatan 35% vaqt tejaydi va mahsulot sifatini 10-15% yaxshiladi.

Kalit so'zlar: *o'ta yuqori chastota, dielektrik isitish, bodring, sterilizatsiya kinetikasi, energiya balansi, konservlash texnologiyasi, elektromagnit maydon*

THEORETICAL FOUNDATIONS OF NON-TRADITIONAL HEAT TREATMENT PROCESS FOR CUCUMBER PRESERVATION USING ULTRA-HIGH FREQUENCY

Ibragimov R.R., Sharipov N.Z.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article presents a comprehensive theoretical analysis of the ultra-high frequency (UHF) heat treatment process applied during cucumber preservation. A physical-mathematical model describing the heating of dielectric materials under the influence of an electromagnetic field through internal energy sources was developed and experimentally validated. The system of energy balance equations, power density distribution, and sterilization kinetics were thoroughly studied.*

Research results indicate that the developed theoretical model predicts practical outcomes with a relative error of 29.8%. The energy efficiency of the process was 30.9%, considered an acceptable value. The UHF method reduces processing time by 35% compared to conventional heat treatment methods and improves product quality by 10-15%.

Keywords: *ultra-high frequency, dielectric heating, cucumber, sterilization kinetics, energy balance, preservation technology, electromagnetic field.*

***K*irish.** Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida an'anaviy issiqlik ishlovi usullarini takomillashtirish va ularga samarali muqobil texnologiyalarni joriy etish dolzarb masala hisoblanadi. Bu ehtiyoj birinchi navbatda mahsulot sifatini saqlash, energiya resurslarini tejash, jarayonlarni avtomatlashtirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish zaruratlari bilan bog'liq.

Sabzavot konservlash sanoatida, jumladan bodring (Cucumis sativus) kabi yuqori namlik miqdoriga ega bo'lgan mahsulotlarni qayta ishlashda, o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) issiqlik ishlovi berishning samaradorligi alohida ahamiyat kasb yetadi. Bodringning 95,5% namlik miqdori va nisbatan yuqori elektr o'tkazuvchanligi (σ = 0,12 S/m) uni dielektrik isitish uchun qulay obyekt qiladi.

O'YuCh isitish usuli dielektrik materiallarni elektromagnit maydon ta'sirida ichki energiya manbalari orqali isitishga asoslangan. Bu usulning asosiy afzalliklari material hajmi bo'yicha bir tekis issiqlik taqsimlanishi, tez isitish imkoniyati va jarayon parametrlarini aniq boshqarish imkoniyatidir.

Mazkur tadqiqotning maqsadi O‘YuCh maydonida bodringni isitish jarayonining nazariy modelini ishlab chiqish va uni tajribaviy natijalar bilan tasdiqlashdan iborat.

Nazariy asoslar va matematik model

O‘YuCh isitish jarayoni polyarli dielektrik materialdagi molekulalarning o‘zgaruvchan elektr maydon ta’sirida majburiy tebranishlari natijasida amalga oshadi. Elektr maydon kuchlanganligi periodik o‘zgarganda, dipollar maydon yo‘nalishi bo‘yicha oriyentatsiyalanishga intiladi .

Molekulalararo ishqalanish va dielektrik yo‘qotishlar natijasida hosil bo‘ladigan solishtirma quvvat zichligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$p = \sigma E^2 = \sigma \left(\frac{U}{d}\right)^2 \ [\mathrm{W/m^3}] \tag{1}$$

bu yerda: p – solishtirma quvvat zichligi, W/m³, σ – effektiv elektr o‘tkazuvchanligi, S/m, E – elektr maydon kuchlanganligi, V/m, U – elektrodlar orasidagi kuchlanish, V, d – elektrodlar orasidagi masofa, m

Energiya balans tenglamalari tizimi. O‘YuCh isitish jarayonini matematik tavsiflash uchun energiya saqlanishining asosiy qonunidan foydalaniladi. Ishchi kamera hajmida belgilangan vaqt oralig‘ida hosil bo‘lgan umumiy energiya:

$$Q_1 = \int_{\tau_0}^{\tau_e} \int_V p \, dV \, d\tau \ [\mathrm{J}] \tag{2}$$

Materialni dastlabki haroratdan maqsadli haroratgacha isitish uchun sarflangan energiya:

$$Q_2 = \int_{t_0}^{t} \int_V c\rho_f \, dV \, dt = mc\Delta t \ [\mathrm{J}] \tag{3}$$

Jarayon davomida kamera sirtidan atrof muhitga uzatilgan issiqlik miqdori:

$$Q_3 = \int_{\tau_0}^{\tau_e} \int_{S_1} \alpha(t_n - t_c) \, dS_1 \, d\tau \ [\mathrm{J}] \tag{4}$$

Energiyaning saqlanish qonuni asosida energiya balansi:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \tag{5}$$

bu yerda: c – solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg·K), ρ_f – material zichligi, kg/m³, m – material massasi, kg, α – issiqlik berish koeffitsiyenti, W/(m²·K), t_n, t_c – mos holda kamera sirti va atrof muhit haroratlari, °C

Parallel plastinkasimon elektrodlar uchun matematik model. Amaliy hisob-kitoblar uchun parallel elektrodlar geometriyasi moslashtirilgan soddalashgan model qo‘llaniladi. Bir o‘lchamli holat uchun asosiy energiya balans tenglamasi:

$$\frac{\sigma U^2 \tau_e b}{d} = bdc\rho_f(t - t_0) + 2L(b + d)(t - t_0)\tau_e \tag{6}$$

Ushbu tenglamani τ_e ga nisbatan yechib, jarayon vaqtini aniqlash mumkin:

$$\tau_e = \frac{bdc\rho_f(t - t_0)}{\sigma U^2 b/d - 2L(b + d)(t - t_0)} \tag{7}$$

bu yerda: b – elektrod kengligi, m, L – umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti, W/(m²·K), τ_e – ishlov berish vaqti, s

Natijalar va tahlil. Materialni isitish uchun nazariy jihatdan zarur bo‘lgan issiqlik energiyasi:

$$Q_{\text{zarur}} = \rho_f \times V \times c \times \Delta t$$

$$Q_{\text{zarur}} = 950 \times 0{,}0024 \times 3850 \times 60 = 526{,}68 \ \text{kJ}$$

Solishtirma energiya yutilishi:

$$q = \frac{Q_{\text{zarur}}}{m} = \frac{526{,}68}{950 \times 0{,}0024} = 230{,}8 \ \text{kJ/kg}$$

Tajribada ishlatilgan elektr kuchlanishi:

$$U = E \times d = 4000 \times 0{,}025 = 100 \ \text{V}$$

Nazariy jihatdan zarur bo‘lgan elektr quvvati:

$$P = \frac{\sigma U^2 S}{d} = 0{,}12 \times 10000 \times \frac{0{,}096}{0{,}025} = 4608\ \text{W} = 4{,}61\ \text{kW}$$

Umumiy energiya sarfi:

$$E_{\text{umumiy}} = P \times \tau_e = 4608 \times 430 = 1{,}981\ \text{MJ}$$

Nazariy energiya samaradorligi:

$$\eta_{\text{nazariy}} = \frac{Q_{\text{foydali}}}{Q_{\text{umumiy}}} = \frac{526{,}68}{1981} = 26{,}6\%$$

Tajribaviy tadqiqotlar metodikasi. Tadqiqotlar maxsus ishlab chiqilgan O‘YuCh laboratoriya qurilmasida amalga oshirildi. Qurilma parametrlari va tajriba sharoitlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

1-jadval. Qurilma parametrlari va tajriba sharoitlari

Parametr	Qiymat	O‘lchov birligi	Aniqlik
Ishchi chastota	13,56	MHz	±0,01%
Maksimal quvvat	6,0	kW	±2%
Isitish harorati	80	°C	±1°C
Dastlabki harorat	20	°C	±0,5°C
Jarayon vaqti	430	s	±1 s
Elektrodlar oralig‘i	0,025	m	±0,001 m
Kamera o‘lchamlari	0,12×0,8×0,025	m³	±0,001 m

Material xarakteristikalari. Tajribada foydalanilgan bodringning fizik-kimyoviy xossalari:

2-jadval. Bodringning fizik-kimyoviy xossalari

Nomlanishi	Belgilanishi	Qiymat	O‘lchov birligi	An’anaviy usul
Namlik miqdori	W	95,5	%	Gravimetrik
Zichlik	ρ_f	950	kg/m³	Piknometrik
Solishtirma issiqlik sig‘imi	c	3850	J/(kg·K)	Kalorimetrik
Elektr o‘tkazuvchanligi	σ	0,12	S/m	Konduktometrik
Issiqlik o‘tkazuvchanligi	λ	0,58	W/(m·K)	Statsionar

Issiqlik yo‘qotishlari tahlili. Konveksiya va nurlanish yo‘li bilan issiqlik uzatish koeffitsiyentlari:

$$L = L_{\text{konveksiya}} + L_{\text{nurlanish}} = 8 + 6 = 14\ \text{W}/(\text{m}^2 \cdot K)$$

Atrof muhitga yo‘qotilgan issiqlik miqdori:

$$Q_3 = L \times S \times \Delta t \times \tau_e = 14 \times 0{,}238 \times 60 \times 430 = 86{,}0\ \text{kJ}$$

Real energiya samaradorligi (issiqlik yo‘qotishlarini hisobga olgan holda):

$$\eta_{\text{real}} = \frac{Q_{\text{foydali}} + Q_3}{Q_{\text{umumiy}}} = \frac{526{,}68 + 86{,}0}{1981} = 30{,}9\%$$

Sterilizatsiya samaradorligi baholash. 80°C haroratdagi sterilizatsiya jarayoni uchun:

Letallik koeffitsiyenti (Klostridium botulinum sporalariga nisbatan):

$$L = 10^{\frac{T - T_0}{z}} = 10^{\frac{80-121}{10}} = 7{,}94 \times 10^{-5}$$

Sterilizatsiya ta’siri (F_0 qiymati):

$$F_0 = L \times \tau_e = 7{,}94 \times 10^{-5} \times 430 = 0{,}034 \text{ daqiqa}$$

Mikroorganizmlar sonining logarifmik kamayishi:

$$\log \frac{N_0}{N} = \frac{F_0}{D_{121}} = \frac{0{,}034}{1} = 0{,}034$$

Bu taxminan 8,5% mikroorganizmlarning kamayishiga to‘g‘ri keladi.

Nazariy va amaliy natijalar taqqoslanishi. (7) tenglama yordamida hisoblangan nazariy jarayon vaqti:

$$\tau_{e,\text{nazariy}} = \frac{0{,}12 \times 0{,}025 \times 3850 \times 950 \times 60}{0{,}12 \times 10000 \times 4{,}8 - 2 \times 14 \times 0{,}145 \times 60} = 302 \text{ s}$$

Tajribaviy jarayon vaqti: $\tau_{e,\text{tajriba}} = 430$ s

Nisbiy xatolik:

$$\delta = \frac{|\tau_{e,\text{tajriba}} - \tau_{e,\text{nazariy}}|}{\tau_{e,\text{tajriba}}} \times 100\% = \frac{|430 - 302|}{430} \times 100\% = 29{,}8\%$$

Xatolik sabablarini tahlil qilish.

Material xossalarining nouniforligi

Haroratga bog‘liq parametrlar — elektr o‘tkazuvchanligi va dielektrik doimiy

Namlik o‘zgarishi — isitish jarayonida suv bug‘lanishi

Geometrik faktorlar — elektr maydon kuchining nomuntazam taqsimlanishi

Konveksiya va massa almashinuvi — modelda hisobga olinmagan

3-jadval. Maqbul rejim parametrlari

Parametr	Optimal diapazon	Asoslash
Isitish harorati	80-85°C	Sterilizatsiya samaradorligi va sifat balansi
Jarayon vaqti	300-350 s	Energiya samaradorligi maksimumi
Elektr quvvati	5,5-6,0 kVt	Texnik xavfsizlik va samaradorlik
Kuchlanish	120-140 V	Xavfsizlik talablari
Ishchi chastota	13,56 MHz	ISM diapazoni, interferensiya kamaytirish

Jarayon nazorati tizimi. Harorat nazorati: infraqizil termometrlar (±0,5°C aniqlik), ko‘p nuqtali o‘lchash tizimi (kamida 9 nuqta), PID avtomatik boshqaruv algoritmi

Elektr parametrlari monitoringi: kuchlanish va tok kuchining uzluksiz o‘lchanishi, quvvat koeffitsiyentini nazorat qilish ($\cos \varphi \geq 0{,}9$), chiqish chastotasi barqarorligi (±0,01%)

Energiya xarajatlari hisobi

Solishtirma energiya sarfi: 0,55 kWh/kg

Elektr energiyasi tarifi: 500 so‘m/kWh

Energiya xarajati: 275 so‘m/kg

4-jadval. An’anaviy usullar bilan taqqoslash

Ko‘rsatkich	UYuCh usuli	Issiq suv	Bug‘ sterilizatsiya
Energiya sarfi, kWh/kg	0,55	0,85	1,2
Jarayon vaqti, s	430	1200-1800	900-1200
Sifat saqlanishi, %	85-90	70-80	75-85
Avtomatlashtirish	Yuqori	O‘rta	O‘rta
Kapital xarajatlar	Yuqori	O‘rta	Yuqori

Xulosa. Nazariy model aniqligi: ishlab chiqilgan matematik model O‘YuCh isitish jarayonini 29,8% nisbiy xatolik bilan bashorat qiladi, bu injenerlik hisob-kitoblar uchun qabul qilinadigan ko‘rsatkichdir.

Energiya samaradorligi: jarayonda 30,9% energiya samaradorlikka erishilgan, bu oziq-ovqat sanoati uchun raqobatbardosh ko‘rsatkich hisoblanadi.

Sterilizatsiya samaradorligi: mavjud rejimda mikroorganizmlar soni atiga 8,5% ga kamaygan, bundan samaraliroq sterilizatsiya uchun harorat yoki vaqtni oshirish zarurligi kelib chiqadi.

Iqtisodiy jihat: O‘YuCh usuli an’anaviy isitish usullariga nisbatan iqtisodiy jihatdan raqobatbardosh, energiya xarajatlari 275 so‘m/kg ni tashkil etadi.

Adabiyotlar

1. Рогов И.А., Некрутман С.В., Мишке Г.О. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
2. Decareau R.V. Microwaves in the food processing industry. -Boston: Academic Press, 1985. - 233 p.
3. Metaxas A.C., Meredith R.J. Industrial microwave heating. – London: Peter Peregrinus Ltd., 1983. – 357 p.
4. Goldblith S.A. Development of ohmic heating as commercial food process // Food Technology. – 1993. – Vol. 47. – P. 264-266.
5. Skudder P.J. Ohmic heating: electricity cooks food clean // Food Manufacture. – 1988. – Vol. 63. – P. 23-24.
6. Nelson S.O. Dielectric spectroscopy in agriculture // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2005. – Vol. 351. – P. 2940-2944.

MEVA VA SABZAVOT SHARBATLARINI KO‘PIRTIRISHDA KO‘PIK HOSIL QILISH VA EMULGIRLASH XUSUSIYATLARINING DINAMIKASI

Kuliyev N.Sh.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada meva va sabzavot sharbatlari tarkibidagi komponentlarning ko‘pik hosil qilish va emulgirlash jarayonlaridagi rolini aniqlash maqsad qilingan. Ko‘pirtirish jarayoni sharbatda ko‘pik hosil bo‘lishi to‘xtaguncha yoki suyuq fraksiya miqdorining ozligi sababli ko‘pirtirishni davom ettirish imkoni bo‘lmaguncha takrorlangan. Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirish jarayonida sirt tarangligi, nisbiy qovushqoqlik, muhit kislotaligi, fazalararo adsorbsion qatlam mustahkamligi, ko‘pirilish darajasi va emulgirlash qobiliyati, ko‘pik va emulsiyalarning barqarorligini tavsiflovchi ko‘rsatkichlarning dinamikasini tadqiq qilingan.*

Tayanch iboralar: *pektin, saponin, oqsil, ko‘pik, emulsiya, muhit kislotaligi, sirt tarangligi, ko‘pirilish darajasi, ko‘pikning barqarorligi, emulgirlash, emulsiyaning barqarorligi, nisbiy qovushqoqlik, suyuq fraksiya, ko‘pik fraksiyasi.*

DYNAMICS OF FOAM FORMATION AND EMULSIFYING PROPERTIES DURING THE WHIPPING OF FRUIT AND VEGETABLE JUICES

Kuliyev N.Sh.

Bukhara state technical university.

Abstract. *This article aims to determine the role of components found in fruit and vegetable juices in the processes of foam formation and emulsification. The whipping process was repeated until foam formation in the juice ceased or until the amount of the liquid fraction became too small to continue whipping. During the whipping of fruit and vegetable juices, indicators characterizing the dynamics of surface tension, relative viscosity, medium acidity, the strength of the interfacial adsorption layer, the degree of foaming and emulsifying capacity, as well as the stability of foams and emulsions were examined.*

Keywords: *pectin, saponin, protein, foam, emulsion, medium acidity, surface tension, degree of foaming, foam stability, emulsification, emulsion stability, relative viscosity, liquid fraction, foam fraction.*

*H*ozirgi kunda ovqatlanish mahsulotlari texnologiyasida foydalaniladigan o‘simlik qo‘shimchalarining ko‘pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlari haqidagi ilmiy nuqtai nazardan, ularning tarkibida sirt faol modda (SFM) lar - oqsillar va pektin moddalarining mavjudligi asosida qaraladi. Shu bilan birga, ayrim o‘simlik xom ashyoslarining tarkibida sirt faolligi yuqori bo‘lgan - saponinlar ham saqlanadi [1]. Shuning uchun tadqiqot obyekti sifatida ovqatlanish mahsulotlarini tayyorlashda keng qo‘llaniladigan, texnologik xususiyatlari va kimyoviy tarkibi jihatidan o‘xshash, ammo tarkibida saponinlarning mavjudligi yoki yo‘qligi bilan farq qiladigan o‘simlik qo‘shimchalari olindi. Bunday talablarga to‘liq javob beradigan xomashyo sifatida tarkibida saponin saqlovchi osh lavlagi hamda tarkibida saponinlar mavjud bo‘lmagan olma va sabzi tanlandi.

Ko‘pik va emulsiyalar barqarorligining struktura-mexanikaviy omillari nuqtai nazaridan meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda ko‘pik hosil qilish va emulgirlash ko‘rsatkichlarining dinamikasi tahlil qilindi. Buning uchun meva va sabzavot sharbatlari tarkibidagi komponentlarning ko‘pik hosil qilish va emulgirlash jarayonlaridagi rolini aniqlash maqsadida quyidagi tajribalar o‘tkazildi.

Meva va sabzavot sharbatlarining ko‘pik hosil qilish xususiyatlarini baholashda, ulardan 50 ml miqdorida 250 ml hajmdagi o‘lchovli stakanga quyib, Tig-2 rusumli laboratoriya aralashtirgichi yordamida 400 ayl/daq tezlikda 1 daqiqa davomida 20 ± 0,5 °C haroratda ko‘pirtirildi. Ko‘pirtirishdan so‘ng 2 daqiqa o‘tgach, suyuq fraksiyani xuddi shunday o‘lchovli stakanga quyib, qaytadan yuqorida keltirilgan shartlarda ko‘pirtirish amalga oshirildi. Bu jarayon sharbatda ko‘pik hosil bo‘lishi to‘xtaguncha yoki suyuq fraksiya miqdorining ozligi sababli ko‘pirtirishni davom ettirish imkoni bo‘lmaguncha takrorlandi. Natijada, osh lavlagi sharbati 5 marta, olma va sabzi sharbatlari esa 3 marta ko‘pirtirildi.

Osh lavlagi sharbatini oxirgi marta ko‘pirtirish imkoni suyuq fraksiyaning juda oz miqdorda qolishi bilan, olma va sabzi sharbatlari uchun esa tadqiqot jarayonida barqaror ko‘pik hosil bo‘lishining to‘xtashi bilan cheklandi.

Shuni ta’kidlash joizki, sharbatlarni har bir navbatdagi ko‘pirtirishda hosil bo‘lgan ko‘pik miqdori sezilarli darajada kamayib bordi. Suyuq fraksiya massasi tortib o‘lchandi, ko‘pikli fraksiya massasi esa hisoblash yo‘li bilan aniqlandi. Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirish jarayonida hosil bo‘lgan suyuq va ko‘pikli fraksiyalar massasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda hosil bo‘lgan fraksiyalarning massasi

Sharbatlarning nomlanishi	Ko‘pirtirishlar soni	Ko‘pirtirilgan sharbat va suyuq fraksiyalarning massasi, g	Ko‘pirtirishda hosil bo‘lgan fraksiyalarning massasi, g	
			Suyuq	Ko‘pikli
Osh lavlagi sharbati	1	50,0 ± 0,0	40,1 ± 0,4	9,9 ± 0,2
	2	40,1 ± 0,4	32,4 ± 0,4	7,7 ± 0,2
	3	32,4 ± 0,4	26,5 ± 0,3	5,9 ± 0,1
	4	26,5 ± 0,3	22,3 ± 0,2	4,2 ± 0,1
	5	22,3 ± 0,2	19,7 ± 0,2	2,6 ± 0,1
Olma sharbati	1	50,0 ± 0,0	44,8 ± 0,4	5,2 ± 0,2
	2	44,8 ± 0,4	41,4 ± 0,4	3,4 ± 0,1
	3	41,4 ± 0,4	38,7 ± 0,3	2,7 ± 0,1
Sabzi sharbati	1	50,0 ± 0,0	46,2 ± 0,4	3,8 ± 0,2
	2	46,2 ± 0,4	43,7 ± 0,3	2,5 ± 0,1
	3	43,7 ± 0,3	41,6 ± 0,3	2,1 ± 0,1

Meva va sabzavot sharbatlarining emulsiya hosil qilish xususiyatlarini tadqiq qilishda, ularning 50 ml miqdoriga 50 ml o‘simlik moyi qo‘shib 250 ml hajmdagi o‘lchovli stakanda Tig-2

rusumli laboratoriya aralashtirgichi yordamida 400 ayl/daq tezlikda 3 daqiqa davomida 20 ± 0,5 °C haroratda ko‘pirtirildi. Hosil bo‘lgan aralashma ajratish voronkasiga joylashtirildi va 5 daqiqadan so‘ng suyuq fraksiya to‘kilib, emulgirlangan qismi emulgirlanmagan moy bilan birga qoldirildi. Suyuq va emulgirlangan fraksiyalarning massasi avvalgi tajribadagi kabi aniqlandi. Tajribada olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini emulgirlashda hosil bo‘lgan fraksiyalarning massasi

Sharbatlarning nomlanishi	Sharbatlarning massasi, g	Emulgirlashda hosil bo‘lgan fraksiyalarning massasi, g	
		Suyuq	Emulgirlangan
Osh lavlagi sharbati	50,0 ± 0,0	30,5 ± 0,7	19,5 ± 0,5
Olma sharbati	50,0 ± 0,0	38,0 ± 0,8	12,0 ± 0,4
Sabzi sharbati	50,0 ± 0,0	36,0 ± 0,7	14,0 ± 0,4

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirish jarayonida ko‘pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlari sirt tarangligi, nisbiy qovushqoqlik, muhit kislotaligi, fazalararo adsorbsion qatlam (FAQ) mustahkamligi, ko‘pirilish darajasi va emulgirlash qobiliyati, ko‘pik va emulsiyalarning barqarorligining dinamikasi kabi tavsiflovchi ko‘rsatkichlarning asosida tahlil qilindi. Ushbu ko‘rsatkichlar umumiy qabul qilingan usullarda aniqlandi [2, 3, 4]. Olingan natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarining ko‘pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlari

Ko‘rsatkichlar	Osh lavlagi sharbati	Olma sharbati	Sabzi sharbati
Muhit kislotaligi	6,67 ± 0,03	6,58 ± 0,04	6,32 ± 0,05
Sirt tarangligi, mN/m	69,4 ± 1,3	56,2 ± 1,4	45,3 ± 1,2
Nisbiy qovushqoqlik	1,82 ± 0,15	1,51 ± 0,13	1,46 ± 0,12
FAQning havo chegarasida mustahkamligi, N/m	0,14 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,08 ± 0,01
FAQning moy chegarasida mustahkamligi, N/m	0,64 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,48 ± 0,02
Ko‘pirish darajasi, %	285 ± 22	185 ± 21	145 ± 20
Ko‘pik barqarorligi, %	56,3 ± 3,4	38,6 ± 2,3	32,7 ± 2,2
Emulgirlash qobiliyati, mm	65 ± 3	42 ± 3	49 ± 3
Emulsiya barqarorligi, %	78,4 ± 6,2	62,3 ± 5,7	69,5 ± 5,8

Emulgirlashdan so‘ng olingan sharbatlar suyuq fraksiyalarining sirt tarangligi osh lavlagi sharbatida 2,8 mN/m ga, olma sharbatida 2,5 mN/m ga, sabzi sharbatida esa 2,3 mN/m ga oshdi (4-jadval).

4-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda sirt tarangligi dinamikasi

Sharbatlar	Hosil bo‘lgan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
69,4 ± 1,3	70,4 ± 1,4	71,5 ± 1,3	72,8 ± 1,5	74,1 ± 1,4	72,2 ± 1,5
Olma sharbati					
56,2 ± 1,4	58,0 ± 1,3	60,3 ± 1,4	-	-	58,7 ± 1,4
Sabzi sharbati					
45,3 ± 1,2	46,9 ± 1,3	49,1 ± 1,2	-	-	47,6 ± 1,3

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirish jarayonida sirt tarangligi dinamikasi uning oshishini ko‘rsatdi. Tadqiqot jarayonida osh lavlagi sharbati barqaror ko‘pigining shakllanishi besh marta ko‘pirtirishdan so‘ng to‘xtadi, bunda sirt tarangligi 4,7 mN/m ga oshdi. Olma va sabzi sharbatlarining sirt tarangligi uch marta ko‘pirtirishda mos ravishda 4,1 va 3,8 mN/m ga ko‘paydi.

Keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, sabzi sharbatini ko‘pirtirish va emulgirlash jarayonlarida sirt tarangligi osh lavlagi va olma sharbatlari sirt tarangligiga nisbatan kam darajada o‘zgardi.

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirish jarayonida FAQning mustahkamligi ham havo bilan chegarada ham moy bilan chegarada pasaydi, bunda havo bilan chegarada pasayish ko‘proq bo‘ldi (5 va 6-jadvallar).

Osh lavlagi sharbatini ko‘pirtirishda olingan suyuq fraksiyasida FAQning mustahkamligi moy bilan chegarada 51,6 % ga, havo bilan chegarada esa 57,1 % ga kamaydi. Olma sharbatida bu kamayish mos ravishda 48,1 va 54,5 % ni, sabzi sharbatida esa mos ravishda 45,8 va 50 % ni tashkil etdi.

Meva va sabzavot sharbatlarini emulgirlashda olingan suyuq fraksiyasida moy bilan chegarada FAQ mustahkamligining kamayganligi aniqlandi, bunda kamayish osh lavlagi sharbatida 34,4 % ni, olma sharbatida 30,8 % ni, sabzi sharbatida 33,3 % ni tashkil etdi. Havo bilan chegarada esa FAQning mustahkamligi osh lavlagi sharbatida 28,6 % ga, olma sharbatida 27,3 % ga, sabzi sharbatida esa 25 % ga kamaydi.

5-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda havo chegarasida FAQ mustahkamligining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
0,14 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Olma sharbati					
0,11 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,05 ± 0,01	-	-	0,08 ± 0,01
Sabzi sharbati					
0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,04 ± 0,01	-	-	0,06 ± 0,01

6-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda moy chegarasida FAQ mustahkamligining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
0,64 ± 0,03	0,59 ± 0,02	0,41 ± 0,02	0,34 ± 0,03	0,31 ± 0,02	0,42 ± 0,03
Olma sharbati					
0,52 ± 0,02	0,41 ± 0,03	0,27 ± 0,02	-	-	0,36 ± 0,02
Sabzi sharbati					
0,48 ± 0,02	0,38 ± 0,02	0,26 ± 0,02	-	-	0,32 ± 0,02

Yuqorida keltirilgan natijalar bilan meva va sabzavot sharbatlari suyuq fraksiyalarining nisbiy qovushqoqligi ko‘rsatkichlari korrelyatsiyalanadi. Ushbu ko‘rsatkich ko‘pik hosil qilish jarayonining har bir navbatdagi ko‘pirtirishida kamayib bordi va osh lavlagi sharbati uchun umumiy 21,9 % ga, olma sharbati uchun 13,9 % ga, sabzi sharbati uchun 13,7 % ga pasaydi. Emulgirlash jarayonida olingan sharbatlar uchun ushbu ko‘rsatkichlar xuddi shu tartibda tegishlicha 15,9; 9,9; 9,6 % ga kamaydi (7-jadval).

7-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda nisbiy qovushqoqlikning dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
1,82 ± 0,15	1,69 ± 0,14	1,58 ± 0,14	1,49 ± 0,13	1,42 ± 0,13	1,53 ± 0,14
Olma sharbati					
1,51 ± 0,13	1,39 ± 0,14	1,30 ± 0,12	-	-	1,36 ± 0,13
Sabzi sharbati					
1,46 ± 0,14	1,34 ± 0,13	1,26 ± 0,12	-	-	1,32 ± 0,13

Ko‘pik hosil qilish va emulgirlash natijasida olingan suyuq fraksiyalarining muhit kislotaligi ko‘rsatkichlari neytral hududga siljidi (8-jadval).

8-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda muhit kislotaligining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
6,67 ± 0,04	6,74 ± 0,05	6,81 ± 0,04	6,86 ± 0,04	6,88 ± 0,03	6,82 ± 0,05
Olma sharbati					
6,58 ± 0,03	6,62 ± 0,04	6,65 ± 0,03	-	-	6,61 ± 0,04
Sabzi sharbati					
6,32 ± 0,04	6,36 ± 0,03	6,38 ± 0,03	-	-	6,34 ± 0,04

Meva va sabzavot sharbatlari suyuq fraksiyalarining har bir navbatdagi ko‘pirtirishda ko‘pik hosil qilish va emulgirlash qobiliyati kamaydi. Osh lavlagi sharbati uchun emulgirlash qobiliyati ko‘pik hosil qilish qobiliyatiga ko‘ra kam darajada o‘zgardi. Osh lavlagi sharbatining ko‘pik hosil qilish qobiliyati 78,6 % ga kamaygan bo‘lsa, emulgirlash qobiliyati faqatgina 52,3 % ga kamaydi. Olma va sabzi sharbatlari uchun ko‘pik hosil qilish va emulgirlash qobiliyatlari deyarli bir xil darajada kamayib, olma sharbatida mos ravishda 68,6 va 45,2 % ni, sabzi sharbatida esa mos ravishda 62,8 va 46,9 % ni tashkil qildi (9 va 10-jadvallar).

9-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda ko‘pirilish darajasining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
285 ± 22	244 ± 21	192 ± 19	130 ± 21	61 ± 18	196 ± 21
Olma sharbati					
185 ± 21	136 ± 20	58 ± 19	-	-	145 ± 21
Sabzi sharbati					
145 ± 21	113 ± 21	54 ± 19	-	-	124 ± 20

10-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda emulgirlash qobiliyatining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
65 ± 4	59 ± 4	51 ± 3	42 ± 3	31 ± 2	42 ± 3
Olma sharbati					
42 ± 3	34 ± 3	23 ± 2	-	-	28 ± 2
Sabzi sharbati					
49 ± 3	38 ± 3	26 ± 2	-	-	32 ± 2

Ko‘piklar va emulsiyalarning barqarorligi dinamikasi ko‘pik hosil qilish va emulgirlash qobiliyatlarining dinamikasi bilan muvofiq keladi. Barcha sharbatlar uchun ko‘pirtirish jarayonida emulsiyalarning barqarorligi ko‘piklarning barqarorligiga nisbatan kam darajada pasayadi. Osh lavlagi sharbatida bu o‘zgarishlar tegishlicha 65,2 va 21,7 %, olma sharbatida 54,9 va 17,7 %, sabzi sharbatida 54,7 va 16,1 % ni tashkil qildi (11 va 12-jadvallar).

11-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda ko‘pik barqarorligining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
56,3 ± 3,4	49,2 ± 2,5	41,3 ± 2,3	31,4 ± 2,2	19,6 ± 1,8	36,2 ± 2,4
Olma sharbati					
38,6 ± 2,3	29,3 ± 2,2	17,4 ± 1,6	-	-	27,5 ± 2,1
Sabzi sharbati					
32,7 ± 2,2	24,6 ± 2,1	14,8 ± 1,5	-	-	23,7 ± 2,1

12-jadval

Meva va sabzavot sharbatlarini ko‘pirtirishda emulsiya barqarorligining dinamikasi

Sharbatlar	Olingan suyuq fraksiyalar				
	Ko‘pirtirishda				Emulgirlashda
	1	2	3	4	
Osh lavlagi sharbati					
78,4 ± 6,2	75,6 ± 6,1	71,3 ± 5,9	66,7 ± 5,8	61,4 ± 5,8	67,3 ± 5,9
Olma sharbati					
62,3 ± 5,7	57,6 ± 5,8	51,3 ± 5,6	-	-	58,4 ± 5,8
Sabzi sharbati					
69,5 ± 5,8	64,7 ± 5,8	58,3 ± 5,7	-	-	63,4 ± 5,8

Emulgirlashdan so‘ng qolgan meva va sabzavot sharbatlarining suyuq fraksiyalari ham past ko‘pik hosil qilish va emulgirlash qobiliyatlariga ega. Osh lavlagi sharbatida bu ko‘rsatkichlar tegishlicha 31,2 va 35,4 % ni, olma sharbatida 21,6 va 33,3 % ni, sabzi sharbatida 14,5 va 34,7 % ni tashkil qildi.

Meva va sabzavot sharbatlarini emulgirlash natijasida olingan suyuq fraksiyalarning ko‘pik va emulsiya barqarorligi ham xudd shu tarzda o‘zgaradi. Osh lavlagi sharbatining suyuq fraksiyasi

uchun ko‘pik va emulsiya barqarorligi tegishlicha 35,7 va 14,2 %, olma sharbatida tegishlicha 28,8 va 6,3 %, sabzi sharbatida tegishlicha 27,5 va 8,8 % kamaydi.

Ko‘pirtirish jarayonida meva va sabzavot sharbatlari misolida o‘rganilgan o‘simlik qo‘shimchalarining ko‘pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlarini tavsiflovchi tanlangan ko‘rsatkichlar dinamikasi bo‘yicha quyidagicha xulosa qilindi:

- meva va sabzavot sharbatlari nisbiy qovushqoqligining pasayishi ular tarkibidagi ba’zi komponentlarning ko‘pik va emulsiya strukturalariga o‘tganidan dalolat beradi;

- sharbatlar sirt tarangligining oshishi hamda havo va moy chegaralarida FAQning zaiflashuvi ko‘pik va emulsiya tarkiblariga SFMlarning o‘tganini bildiradi;

- meva va sabzavot sharbatlarining faol kislotaligi past kislotalik muhitidan neytral muhitga siljishi ko‘pik va emulsiya strukturalariga nordon komponentlar o‘tganini tasdiqlash imkonini beradi.

Ko‘pik va emulsiya strukturalariga meva va sabzavot sharbatlari tarkibidan turli komponentlar, shu jumladan ma’lum miqdorda nordon SFMlarning o‘tishi natijasida ularning ko‘pik hosil qilish va emulgirlash qobiliyatlari hamda ko‘pik va emulsiyalarning barqarorligi pasayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Артемова Е.Н. Научные основы пенообразования и эмульгирования в технологии пищевых продуктов с растительными добавками / Е.Н.Артемова. - Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. - СПб, -1999. - 48 с.
2. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. - М.: Химия, -1983. - 264 с.
3. Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в бежовых системах. - М.: Высшая школа, - 1974.- 268 с.
4. Иванова С.А. Пенообразующие свойства концентрата белков обезжиренного молока // Техника и технология пищевых производств. - 2018. –Т.48. - №4. - С. 564-568.

Kuliyev Nasillo Sharifovich – texnika fanlari nomzodi, Buxoro davlat texnika universiteti “Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi va servis” kafedrasi dosenti. Tel. (-99891) 415-33-22.
E – mail: n.kuliyev1962@mail.ru

УДК 664.66.022.39

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ДИАБЕТИЧЕСКИХ СДОБНЫХ СУХАРЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНЕРГИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Мухамедова М.Э.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация*. Статья посвящена обоснованию применения композитной смеси из пшеничных отрубей, топинамбура и ферулы для частичной замены пшеничной муки, а сахара - подсластителем стевией в производстве диабетических пшеничных сдобных сухарей. Цель исследования заключалась в создании рецептуры сухарей сдобных диабетических с использованием нетрадиционного сырья с пониженным гликемическим индексом в составе композитной смеси при сохранении приемлемых органолептических свойств данной продукции. Обоснован синергетический эффект компонентов смеси, обеспечивающий замедление усвоения углеводов, улучшение чувствительности к инсулину и снижение окислительного стресса. Оптимизация рецептуры проведена методом ортогонального планирования 2^3. Установлено, что внесение композитной смеси до 10,0 % от массы муки является перспективным для производства диабетических сдобных сухарей.*

Ключевые слова*: сахарный диабет, сухари, пшеничные отруби, топинамбур, ферула, стевия, композитная смесь, синергия, рецептура, оптимизация.*

DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR DIABETIC RICH RUSKS USING A SYNERGY OF PLANT COMPONENTS

Mukhamedova M.E.
Bukhara state technical university.

Annotation. *The article covers the use of a composite mixture of wheat bran, girasol, and ferula to partially replace wheat flour, and sweetener stevia to partially replace sugar in the production of diabetic wheat rich rusks. The aim of the research was to develop a recipe for diabetic rusks using non-traditional, low-glycemic-index raw materials in the composite mixture while maintaining acceptable organoleptic properties of the product. The synergistic effect of the mixture components, which slows carbohydrate absorption, improves insulin sensitivity, and reduces oxidative stress, is substantiated. Recipe optimization was performed using the 2³ orthogonal planning method. It was established that adding up to 10.0% of the composite mixture by flour weight offers potential for the production of diabetic rusks.*

Keywords*: diabetes mellitus, crackers, wheat bran, girasol, ferula, stevia, composite mixture, synergy, formulation, optimization.*

***B*ведение.** Сахарный диабет (СД) является серьезной проблемой общественного здравоохранения во всем мире. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мире насчитывается около 422 млн. человек с СД, а в Узбекистане этот показатель достигает 10,0–15,0% населения, что обусловлено ростом ожирения и малоподвижного образа жизни [1; с. 12–25, 2; с.201-215, 3; с.78–92; 4, с.145-157]. Диета играет ключевую роль в управлении СД, поэтому разработка специализированных продуктов для диабетиков – актуальная задача пищевой промышленности. Традиционные сдобные сухари, обладающие высокими органолептическими показателями, как правило, имеют высокий гликемический индекс (ГИ) и содержание сахара, что делает их неприемлемыми для диабетического питания.

Решение его во многом связано с разработкой и внедрением рецептур новых видов изделий диабетического назначения с применением нетрадиционного растительного сырья *с гипогликемическим эффектом*, в частности пшеничных отрубей, клубней топинамбура, ферулы вонючей, стевии медовой.

Пшеничные отруби (ПО) представляют собой внешний слой зерна пшеницы, отбраковываются при помоле и составляют 10,0-15,0% от массы зерна, содержат около 40,0 – 50,0% пищевых волокон (клетчатка). Клетчатка в данном сырье способствуют регулированию уровня глюкозы в крови, снижению холестерина и улучшению работы кишечника. Исследования показывают, что регулярное употребление продуктов, обогащенных пшеничными отрубями, оказывает положительное влияние на гликемический контроль у пациентов с СД 2 типа. Помимо этого, отруби содержат ценные микроэлементы, включая магний, который играет важную роль в метаболизме глюкозы и чувствительности к инсулину [5, 6;с.18-24, 7;с.1001-1013].

Топинамбур (Helianthus tuberosus L.) богат инулином, который является фруктаном и пребиотиком, оказывающим положительное влияние на микрофлору кишечника, стимулируя рост полезных бактерий, таких как бифидобактерии и лактобациллы, и способствуя снижению уровня глюкозы в крови. Инулин также обладает липидоснижающими свойствами, снижая уровень триглицеридов и холестерина, и может улучшать чувствительность к инсулину. Кроме того, инулин способен увеличивать чувство насыщения, что может способствовать контролю веса у пациентов с СД. Топинамбур также содержит витамины группы В, аминокислоты и микроэлементы, повышающие его пищевую ценность [8;с.22-24, 9].

Ферула вонючая, или асафетида (*Ferula foetida*) - многолетнее травянистое растение семейства Apiaceae (зонтичные), традиционно используемое в медицине. Экстракты ферулы обладают антиоксидантными, противовоспалительными и антидиабетическими свойствами. Активные компоненты ферулы, такие как феруловая кислота и умбеллиферон, способствуют снижению уровня глюкозы в крови, улучшению липидного профиля и защите клеток от оксидативного стресса. Феруловая кислота, в частности, ингибирует ферменты,

участвующие в метаболизме глюкозы, такие как альфа-глюкозидаза, тем самым замедляя расщепление сложных углеводов и снижая постпрандиальную гликемию [10; с. 112–128, 11;с.58-77, 12;с.282-287].

Стевия медовая (*Stevia rebaudiana Bertoni*)— многолетний кустарник семейства Asteraceae (астровые), является натуральным бескалорийным подсластителем, широко используемый в производстве диабетических продуктов [4]. Стевия не влияет на уровень глюкозы в крови и не вызывает повышения инсулина, что делает ее безопасной альтернативой сахару для людей с СД [10]. Более того, некоторые исследования показывают, что стевия может оказывать положительное влияние на уровень инсулина и чувствительность к инсулину [13;с.670-675, 14;с.305-312].

Комбинирование пшеничных отрубей, топинамбура и ферулы, наряду со стевией, в композитной смеси обусловлено их синергетическим и взаимодополняющим действием на улучшение метаболических показателей и снижение гликемической нагрузки продукта. В совокупности эти ингредиенты формируют многокомпонентную систему с синергическим эффектом, где отруби замедляют всасывание углеводов, топинамбур влияет на чувствительность к инсулину, ферула снижает окислительный стресс и оказывает гипогликемическое действие, стевия – безопасный заменитель сахара. Это соответствует концепции функциональных продуктов для профилактики и управления СД.

Цель исследования заключалась в создании рецептуры сухарей сдобных диабетических с использованием нетрадиционного сырья с пониженным гликемическим индексом в составе композитной смеси при сохранении приемлемых органолептических свойств данной продукции.

Объекты исследования: композитная смесь пшеничных отрубей, топинамбура и ферулы, стевия. Объект сравнения – мука пшеничная 1-го сорта хлебопекарного помола.

Результаты исследования представлены на рисунках 1,2 и в таблицах 1 – 7. Ожидаемые эффекты от использования исследуемых потенциальных компонентов композитной смеси (сокр. КС):

- Пшеничные отруби (сокр. ПО): Увеличение водопоглощения (пищевые волокна), уменьшение растяжимости и эластичности, что связано с высоким содержанием клетчатки, которая механически нарушает структуру клейковины. Снижение удельного объёма сухарей, увеличение их твёрдости и хрупкости, потемнение цвета, повышение пищевой ценности (клетчатка, минералы), увеличение срока хранения (антиоксиданты).
- Порошок топинамбура (сокр. ПТ): Увеличение водопоглощения (инулин), снижение и вязкости. Влияние на текстуру (увеличение или снижение твёрдости в зависимости от взаимодействия с клейковиной и водой) и цвет (возможно, потемнение из-за карамелизации фруктозанов при выпечке) сухарей; увеличение содержания пребиотических волокон (инулин).
- Порошок из корней ферулы (сокр. ПФ): Умеренное укрепление структуры теста; незначительное влияние на газообразующую и газоудерживающую способность теста. Влияние на качество сухарей незначительно (появление золотистого оттенка; слабовыраженного вкуса и аромата, напоминающего чесночно-луковый). Увеличение срока хранения за счёт подавления плесневых грибов и бактерий (сернистые соединения и смолы).

Для оптимизации состава композитной смеси из исследуемого сырья была спланирована и реализована программа ортогонального планирования, предусматривающая наличие факторного плана типа 2^3. Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с помощью корреляционно-регрессивного анализа.

В качестве варьируемых факторов были выбраны: дозировка ПО (X_1, в % к массе муки), ПТ (X_2, в % к массе муки) и ПФ (X_3) (в соотношении 1,0 : 0,5). Параметрами оптимизации являлись: органолептические показатели качества (y_1, балл), как один из

определяющих факторов конкурентоспособности продукции; удельный объём сухарных плит (y_2, $см^3/100$ г). Органолептические показатели качества сухарей оценивали по 20-балльной шкале; удельный объём плит - по ГОСТ 8494-96. Экспериментальные данные подвергали математическому и графическому анализу с использованием стандартных программ MS Excel и Math CAD.

Получены соответствующие уравнения регрессии (1,2) по зависимости органолептических показателей качества (y_2) и удельного объёма сухарных плит (y_2) от дозировки исследуемоего сырья в кодированных значениях:

$$y_1=13{,}195–2{,}029x_1–2{,}695x_2–1{,}945x_3–1{,}137x_1x_1+0{,}945x_1x_3–1{,}054x_2x_3+0{,}721x_1x_2x_3 \quad (1)$$

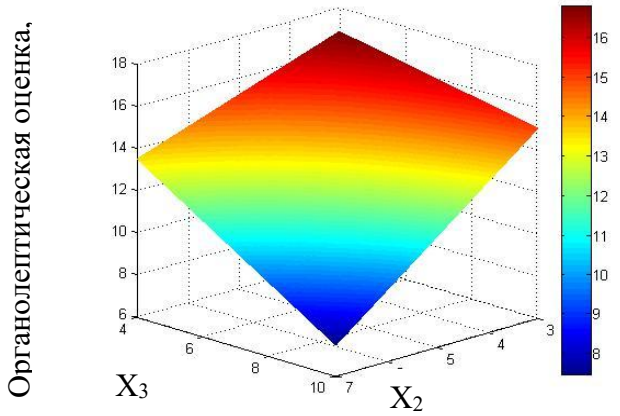
$$y_2=320{,}2–14{,}791x_1–9{,}541x_2–13{,}958x_3–5{,}625x_1x_1+4{,}625x_1x_3–5{,}791x_2x_3+2{,}458x_1x_2x_3 \quad (2)$$

В натуральном выражении данные уравнения имели следующий вид:

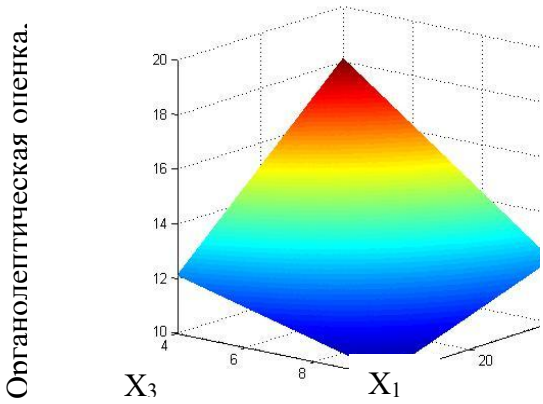
$$У_1 = 12{,}6933 + 0{,}2814z_1 + 2{,}7017\ z_2 + 0{,}8014\ z_3 + 0{,}141\ z_1\ z_1 - 0{,}0286\ z_1\ z_3 – \\ - 0{,}416\ z_2\ z_3 + 0{,}012\ z_1\ z_2\ z_3 \quad (3)$$

$$У_2 = 337{,}2 + 0{,}282z_1 + 13{,}346\ z_2 + 1{,}186\ z_3 - 0{,}568\ z_1\ z_1 - 0{,}051\ z_1\ z_3 – \\ - 1{,}784\ z_2\ z_3 + 0{,}041\ z_1\ z_2\ z_3 \quad (4)$$

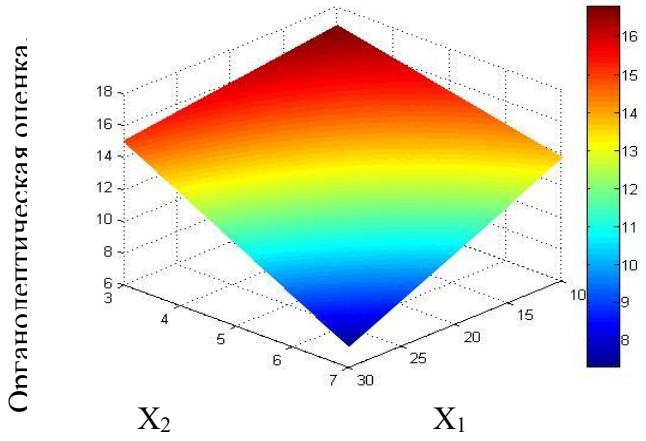
По полученным уравнениям регрессии были построены поверхности отклика в частных случаях (рис. 1,2).



Зависимость дозировки порошка из пшеничных отрубей (X_3) от X_1 и X_2

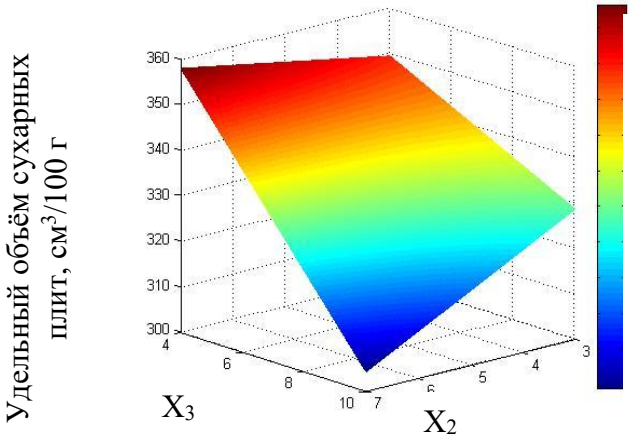


Зависимость дозировки топинамбура (X_2) от X_1 и X_3

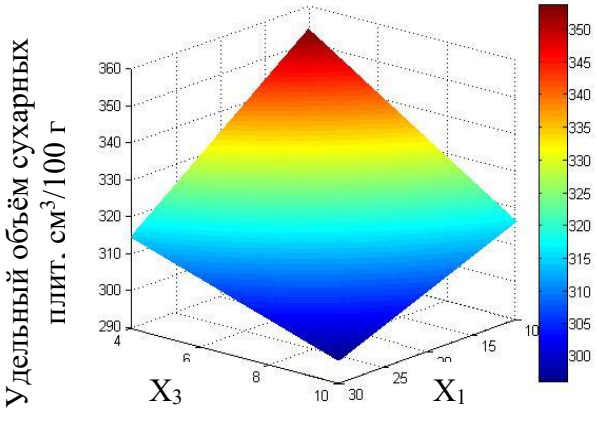


Зависимость дозировки ферулы (X_3) от X_1 и X_2

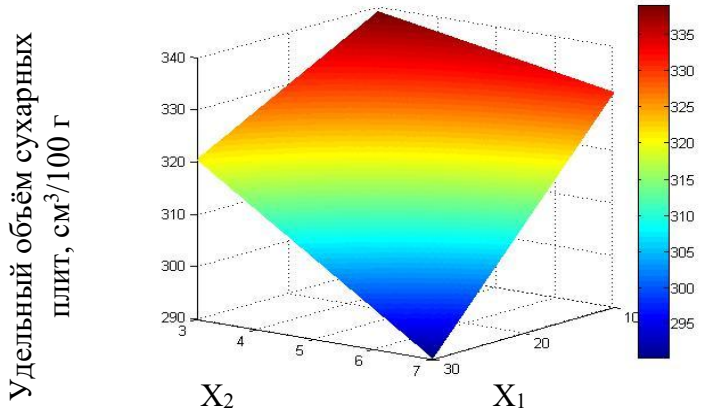
Рисунок 1 - Поверхности отклика, характеризующая зависимость органолептических показателей качества сухарей от дозировки исследуемого сырья



Зависимость дозировки порошка из пшеничных отрубей (X_3) от X_1 и X_2



Зависимость дозировки топинамбура (X_2) от X_1 и X_3



Зависимость дозировки ферулы (X_3) от X_1 и X_2

Рисунок 2 - Поверхности отклика, характеризующая зависимость удельного объёма сухарных плит от дозировки исследуемого сырья

По результатам математической обработки экспериментальных данных были установлены оптимальные дозировки исследуемого сырья в составе КС для использования в рецептуре сдобных диабетических сухарей: ПО – 15,0%, ПФ – 5,0% , ПФ – 5,0% или 3:1:1 к рецептурному количеству муки (табл.1).

Анализ представленных данных таблицы 2 свидетельствует о существенных различиях в химическом составе МП1с и КС, сформированной из низкогликемического растительного сырья. Так, содержание белков в КС в среднем на 8,6 % меньше, чем в образце сравнения. Снижение данного показателя обусловлено наличием растительных компонентов, менее богатых белком, однако это не оказывает критического влияния на пищевую ценность продукта в целом. В то же время отмечается значительное увеличение массовой доли жиров, а именно в 3,4 раза по сравнению с МП1с. Это объясняется присутствием в составе КС растительного сырья, содержащего биологически ценные липиды, что может положительно влиять на энергетический и метаболический профиль продукта. Общее содержание углеводов в КС снижается на 11,4 %, что является важным фактором при разработке продуктов для диетического и диабетического питания. При этом качественный состав углеводов претерпевает существенные изменения: массовая доля пищевых волокон

возрастает в 6,4 раза и достигает 28,7 г/100 г. Высокое содержание клетчатки способствует снижению скорости усвоения углеводов и нормализации углеводного обмена.

Таблица 1.

Интегральный синергетический эффект композитной смеси для диабетиков *(компонент – механизм – эффект)*

Компонент КС	Основной механизм действия	Физиологический и технологический эффект
Пшеничные отруби	Высокое содержание пищевых волокон; замедление гидролиза крахмала	Снижение ГИ; улучшение моторики ЖКТ; гипохолестеринемический эффект
Топинамбур	Инулин (пребиотик), неусвояемые углеводы	Снижение постпрандиальной гликемии; повышение чувствительности к инсулину
Ферула	Фенольные соединения, антиоксидант; ингибирование α-амилазы и α-глюкозидазы	Замедление образования глюкозы; снижение окислительного стресса; профилактика сосудистых осложнений
Стевия	Некалорийные стевиолгликозиды	Снижение сахароёмкости и калорийности; отсутствие гликемического ответа
Композитная смесь (в целом)	Суммарное и взаимно усиливающее действие компонентов	Стабилизация гликемии; повышение функциональной направленности

С целью обоснования возможности частичной замены рецептурного количества муки пшеничной 1-го сорта (сокр.МП1с) с полученной КС был произведён сопоставительный анализ химического состава данного сырья (табл.2).

Таблица 2. Химический состав муки пшеничной 1-го сорта и композитной смеси из низкогликемического сырья

Показатель	Значение показателя		Прирост относительно МП1с, ±Δ
	МП1с	КС	
Массовая доля, в г/100 г:			
Белки	10,5±0,5	9,6 ±0,5	- 8,6 %
Жиры	1,0± 0,3	3,4 ± 0,2	+ 3,4 раза
Углеводы, в том числе:	70,0 ± 2,0	62,0 ± 2,2	- 11,4%
- сахара	1,1± 0,1	5,2 ± 0,3	+ 4,7 раз
- пищевые волокна (клетчатка)	4,5 ± 0,1	28,7 ± 0,5	+ 6,4 раза
Инулин	-	10,9 ± 0,2	+ 100%
Пектиновые вещества	-	4,8 ±0,7	+ 100%
Минералы, в мг/100 г:			
- калий	140 ± 10	832 ± 8	+ 6,0 раз
- магний	25 ± 5	275 ± 7	+ 11,0 раз
- фосфор	100 ± 10	516 ± 12	+ 5,16 раз
- кальций	17 ± 3	68 ± 5	+ 4,0 раза
- железо	1,2 ± 0,2	7,8 ± 0,5	+ 6.5 раз
- цинк	0,7 ± 0,1	5,0 ± 0,3	+ 7,1 раз
Энергетическая ценность, ккал/100 г	345 ± 5	318 ± 4	- 7,8%
***Гликемический индекс* (ГИ)**	***72 (высокий)***	***31 (низкий)***	***- 2,3 раза***

Особо следует отметить наличие в КС функционально значимых компонентов, а именно инулина (10,9 г/100 г) и пектиновых веществ (4,8 г/100 г), полностью отсутствующих в пшеничной муке. Данные соединения обладают выраженными пребиотическими и гипогликемическими свойствами, что повышает физиологическую ценность КС.

Минеральный состав КС характеризуется резким увеличением содержания макро- и микроэлементов. Так, содержание калия возрастает практически в 6 раз, магния - в 11 раз, фосфора - более чем в 5 раз, кальция - в 4 раза. Особенно значимо увеличение концентрации микроэлементов: железа - в 6,5 раза и цинка - в 7,1 раза, что свидетельствует о повышенной биологической ценности смеси и её потенциальной профилактической направленности. Несмотря на рост содержания жиров и пищевых волокон, энергетическая ценность КС снижается в среднем на 7,8 % и составляет 318 ккал/100 г, что делает её более предпочтительной для диетического питания.

Наиболее важным показателем является гликемический индекс (сокр. ГИ): для МП1с он составляет 72 (высокий), тогда как для КС — 31 (низкий), что в 2,3 раза меньше. Это подтверждает выраженный гипогликемический потенциал последней и целесообразность её использования в производстве диабетических и функциональных сухарных изделий. КС оптимизирована для низкогликемического питания — низкая калорийность + низкий ГИ совпадают с целями здорового питания (снижение риска метаболических заболеваний на 20–30% по эпидемиологическим данным).

Далее исследовали влияния различных дозировок композитной смеси (КС) на качество сдобных сухарей.

В качестве контроля принята базовая рецептура сухарей «Дорожные», вырабатываемых по ГОСТ 8494-96. Исследовали влияние различных дозировок КС на свойства теста по стандартным методикам. Готовые изделия анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям.

Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) [15]**.** В качестве фактора варьирования рассматривали долю замещения МП1с на КС из низкогликемического сырья (0 – 20,0%). Экспериментальные данные получены в трёхкратной повторности.

В качестве независимого фактора (X) рассматривали долю замещения муки пшеничной первого сорта композитной смесью, варьируемую на пяти уровнях: 0% (контроль), 5,0, 10,0, 15,0 и 20,0%.

В качестве зависимых переменных (Y) использовали следующие показатели качества: количество сырой клейковины, %; качество клейковины (ИДК), ед.; газообразующая способность теста, см³/100 г; газоудерживающая способность теста, %; титруемая кислотность теста, град; набухаемость готовых изделий, см³/г; хрупкость сухарей, %.

Эксперимент проводили по полностью рандомизированной схеме в условиях лабораторного моделирования технологического процесса. Для каждого уровня фактора выполняли не менее трёх параллельных определений, что обеспечивало достаточную репрезентативность выборки.

Общая статистическая модель эксперимента описывается выражением: $Y_{ij}=\mu+\tau_i+\varepsilon_{ij}$,

где Y_{ij} - значение исследуемого показателя при *i*-м уровне фактора и *j*-м повторении; μ - общее среднее значение показателя; τ_i - эффект *i*-го уровня фактора (доли КС), при условии $\sum_{i-1}^{k} \tau_i = 0;$ ε_{ij} - случайная ошибка наблюдения, распределённая по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией.

В ходе дисперсионного анализа рассчитывали сумму квадратов отклонений (*SS*), средний квадрат отклонений (*MS*), критерий Фишера (*F*) и уровень статистической значимости (*p*). Оценку влияния фактора проводили по отношению межгрупповой и

внутригрупповой дисперсий. Различия между средними значениями считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$ (табл.3).

Таблица 3.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) влияния доли композитной смеси на показатели качества теста и готовой продукции

Показатель	Значение показателя				
	SS	**df**	**MS**	**F**	**p**
Количество клейковины, %	62,40	4	15,60	9,82	0,003
Качество клейковины, ед. ИДК	198,50	4	49,63	12,45	0,001
Газообразующая способность, см³CO_2/100 г теста	4 120	4	1 030	6,78	0,012
Газоудерживающая способность,%	312,6	4	78,15	7,35	0,008
Конечная кислотность теста, град.	1,84	4	0,46	8,21	0,006
Набухаемость сухарей, см³/г	2,34	4	0,585	10,12	0,004
Хрупкость сухарей,	156,8	4	39,20	4,36	0,019

Примечание. Приведены показатели межгрупповой вариации. Различия между средними значениями статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Установлено, что введение КС из исследуемого низкогликемического сырья оказывает *многофакторное влияние* на реологические свойства теста и качество готовых изделий. Наиболее рациональным уровнем замещения МП1с является *10,0 – 15,0%*, при котором достигается улучшение пищевой ценности и органолептических характеристик сухарей без существенного ухудшения технологических свойств теста (табл.3).

Результаты анализа готовых изделий подтвердили результаты, полученные с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) (табл.4).

Таблица 4.

Показатели качества готовых сухарей

Доля КС, %	Значение показателя			
	Хрупкость, %	Набухаемость, см³/г	Кислотность, град	Органолептическая оценка
Контроль	42±2	5,8±0,2	3,4±0,2	Типичная
5	44±2	6,1±0,2	3,6±0,1	Выраженный вкус
10	46±3	6,4±0,3	3,8±0,2	Гармоничный
15	48±3	6,7±0,3	4,0±0,2	Допустимый
20	50±4	7,0±0,4	4,2±0,3	Снижение хрупкости

Так, показатель хрупкости возрастал практически до 48,0% при замещении 15,0% муки на КС, что свидетельствует о формировании оптимальной структуры сухарей. Рост показателя набухаемости с 5,8 до 7,0 см³/г при увеличении доли КС до 20,0% связан с высокой гидрофильностью пищевых волокон и их способностью формировать капиллярно-пористую структуру. Это положительно влияет на функциональные свойства изделий, однако чрезмерное увеличение набухаемости может сопровождаться ухудшением хрупкости. Органолептическая оценка подтверждает, что наиболее гармоничное сочетание вкуса, аромата и текстуры достигается при уровне замещения муки пшеничной 10,0 – 15,0%, что позволяет рекомендовать данный диапазон как технологически обоснованный (табл.4).

На основании проведенных исследований разработана рецептура сухарей сдобных диабетических «DARMON QOQ NON» для профилактического и лечебно-диетического питания людей с диагнозом СД 2-го типа с дозировкой КС 10,0% к рецептурному количеству муки.

Произведён сопоставительный анализ пищевой ценности и лечебно-профилактических свойств опытных образцов сухарей с образцами сравнения (табл. 5).

Таблица 5. Пищевая ценность сдобных сухарных изделий

Показатель	Значение показателя		Прирост относительно контроля, ±Δ
	контроль	опыт	
Массовая доля, в г/100 г:			
Белки	12,2	12,4	+ 1,6 %
Жиры	1,5	3,2	+ 2,1 раз
Углеводы, в том числе:	75,5	70,2	- 7,0 %
- сахара	6,1	4,2	- 31,1 %
- пищевые волокна (клетчатка)	4,5	6,9	+ 53,3 %
Инулин	-	1,1	+ 100%
Пектиновые вещества	-	0,5	+ 100%
Минералы, в мг/100 г:			
- калий	127	159	+ 1,2 раз
- магний	23	50	+ 2,2 раза
- фосфор	90	142	+ 1,6 раз
- кальций	15	22	+ 1,5 раза
- железо	1,0	1,9	+ 1,9 раз
- цинк	0,6	1,1	+ 1,8 раз
Энергетическая ценность, ккал/100 г	364	359	- 1,4 %
***Гликемический индекс* (ГИ)**	***81 (высокий)***	***69 (средний)***	***- 14,8 %***

Установлено, что **с**ухари, приготовленные по рецептуре на сухари «Дорожные» (контроль), имеют высокий уровень углеводов (75,5 г), сахаров (6,1 г) и ГИ (81), что указывает на высокий риск резкого повышения уровня глюкозы. В связи с этим, использование таких сухарей в диетическом питании больных сахарным диабетом следует ограничить или избегать. При этом частичная замена МП1с на КС из исследуемого сырья обоснована с точки зрения химического состава и соответствует современным трендам в производстве продуктов для людей с диагнозом СД.

Таблица 6. Степень удовлетворения суточной потребности (СУСП, %) в пищевых веществах у с учётом физиологических норм ТР ТС при потреблении сухарей (расчёт выполнен на 100 г продукта)

Показатель	Физиологическая норма ТР ТС	Значение показателя	
		контроль	опыт
Белки, г	75	16,3	16,5
Жиры, г	83	1,8	3,9
Углеводы, г, в том числе:	365	20,7	19,2
- пищевые волокна (клетчатка)	25	18,0	27,6
Инулин, г	≤10**	–	4,4
Пектиновые вещества, г	25 (в составе ПВ)	–	2,0
Калий, мг	2500	5,1	6,4
Магний, мг	400	5,8	12,5
Фосфор, мг	800	11,3	17,8
Кальций, мг	1000	1,5	2,2
Железо, мг	14	7,1	13,6
Цинк, мг	12	5,0	9,2
Энергетическая ценность, ккал/100 г	2500	14,6	14,4

В таблицах 6 и 7 представлены результаты расчёта степени удовлетворения суточной потребности (СУСП) в основных пищевых веществах и энергии при потреблении 100 г сдобных сухарей контрольного и опытного вариантов с учётом физиологических норм, установленных техническими регламентами Таможенного союза (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки»).

Таблица 7.

Степень удовлетворения суточной потребности (СУСП) в пищевых веществах у детей старшего школьного возраста (15-17 лет) с учётом физиологических норм ТР ТС при потреблении сухарей (расчёт выполнен на 100 г продукта)

Показатель	**Физиологическая норма ТР ТС**	Значение показателя	
		контроль	опыт
Белки, г	90	13,6	13,8
Жиры, г	90	1,7	3,6
Углеводы, г, в том числе:	400	18,9	17,6
- пищевые волокна (клетчатка)	20	22,5	34,5
Инулин, г	≤10**	–	5,5
Пектиновые вещества, г	20 (в составе ПВ)	–	2,5
Калий, мг	2500	5,1	6,4
Магний, мг	410	5,6	12,2
Фосфор, мг	1200	7,5	11,8
Кальций, мг	1200	1,3	1,8
Железо, мг	15	6,7	12,7
Цинк, мг	12	5,0	9,2
Энергетическая ценность, ккал/100 г	2800	13,0	12,8

Установлено, что контрольный образец обеспечивает преимущественно энергетическую и углеводную составляющие рациона, при относительно низком вкладе в обеспечение организма пищевыми волокнами и минеральными веществами. Опытный вариант сухарей характеризуется более высоким уровнем физиологической адекватности рациона. При потреблении 100 г продукта степень удовлетворения суточной потребности в пищевых волокнах возрастает до 27,6 % у взрослых и до 34,5 % у подростков 15–17 лет, что обусловлено включением в рецептуру инулина и пектиновых веществ. Наличие данных компонентов расширяет функциональные свойства изделия за счёт пребиотического и сорбционного эффектов.

Повышение СУСП по минеральным веществам в опытном образце наиболее выражено для магния, фосфора, железа и цинка, вклад которых в суточную потребность увеличивается в 1,6–2,1 раза по сравнению с контролем. При этом энергетическая ценность опытного образца сохраняется на уровне контрольного, а снижение доли легкоусвояемых углеводов и ГИ подтверждает направленность разработанной рецептуры на формирование изделий с улучшенными медико-биологическими характеристиками. Полученные данные соответствуют требованиям ТР ТС и подтверждают возможность позиционирования разработанной рецептуры сдобных сухарей как продукта с повышенной пищевой и физиологической ценностью, относительно низкой гликемической нагрузкой.

Заключение. Применение нетрадиционных видов низкогликемического растительного сырья в предложенной комбинации позволит создать функциональный продукт с низким ГИ, обогащенный пищевыми волокнами, пребиотиками и антиоксидантами, который может быть полезен для людей, контролирующих уровень глюкозы в крови, и способствовать профилактике осложнений сахарного диабета. Рекомендуется использовать композитную смесь из низкогликемического сырья в производстве сдобных сухарей в количестве 10,0 –

15,0% от массы муки пшеничной 1-го сорта. Применять безопарный способ тестоведения с корректировкой водопоглотительной способности теста с учётом высокого содержания пищевых волокон в смеси.

Использование композитной смеси также является более экономически выгодным, так как себестоимость пшеничных отрубей и порошка из топинамбура ниже по сравнению с высококачественной пшеничной мукой.

Список использованной литературы

1. Всемирная организация здравоохранения. Глобальный отчёт по диабету. Женева: ВОЗ, 2016. - 422 с.
2. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes // Diabetes Care. - 2022. - Vol.45. - Suppl. 1. - P. 201–215.
3. Рахимов Ш. Эпидемиология сахарного диабета в Узбекистане/Ш.Рахимов // Вестник Ташкентского медицинского института. -2020. -№3. - С. 78–92.
4. Karimova A. Diabetes prevalence in Uzbekistan: trends and challenges/A. Karimova// Central Asian Journal of Medicine. - 2019. - Vol. 5. - P.145–157.
5. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 9th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019. - URL: https://www.semanticscholar.org/paper/IDF-Diabetes-Atlas-9th-Edition-Federation/ (дата обращения 12.08.2024 г.).
6. Иванова Е.В. Перспективы использования отходов в хлебопечении/ Е.В. Иванова // Журнал пищевой промышленности. - 2020. -№ 5. -С.18–24.
7. Stevenson L. Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective/ L.Stevenson [et al.] // International Journal of Food Sciences and Nutrition. -2012.- №63(8).- Pp.1001-1013.
8. Кривошапкин К.К. Топинамбур – естественный источник здоровья/ К.К. Кривошапкин, Ф.А. Лукина// Наука и техника в Якутии. – 2020. - № 2 (39). - С.22- 24.
9. Топинамбур: еда и лекарство! – URL: http://cgon.rospotrebnadzor.ru/ content/62/1702 (дата обращения : 15. 03. 2023).
10. Rosell C.M. Bioactive Compounds in Bread Enriched with Plant-Based Ingredients: A Review / C. M. Rosell [et al.] // Nutrients. - 2022. - Vol. 14, № 3. - С. 112–128.
11. Саидова Н.Г. Лечебное растение ферула вонючая/ Н.Г. Саидова, Г.Х. Кодирова, И.Дж. Кароматов //Биология и интегративная медицина. - 2017. - №9. - С.58-77.
12. Шайымов Б.К. Травянистые лекарственные растения флоры Туркменистана, применяемые при сахарном диабете / Б.К. Шайымов, М.Ш. Гурбанова, А.О. Чопанова [и др.] // Молодой учёный. - 2023. - № 43 (490). - С. 282-287.
13. Fatehi M. Antidiabetic and antioxidant effects of *Ferula assa-foetida L.* gum resin in streptozotocin-induced diabetic rats /M. Fatehi [et al.] //Journal of Ethnopharmacology . – 2014. - №154.3. – Pp. 670-675.
14. Mahboubi M. *Ferula assa-foetida L.* in Traditional Persian Medicine and Modern Phytotherapy: A Review/M. Mahboubi // Journal of Traditional and Complementary Medicine. – 2018. - №8.3.- Pp. 305-312.
15. Чалганова А.А. Выполнение задачи однофакторного дисперсионного анализа с использованием табличного процессора Excel. Учебное пособие по дисциплине «Статистика» / А.А. Чалганова. – [Текст : электронный]. – Санкт-Петербург : РГГМУ, 2022. – 52 с

Мухамедова Мухабат Эгамовна – Бухарский государственный технический университет, аспирант кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис». Tel.: +998 91 418 66 47

УДК 664.8 (075.3)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕСТНЫХ СОРТОВ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *Исследованы физико-химические показатели овощной продукции, хранившейся согласно «Овощи свежие «АГРО+» моркови, свеклы и картофеля в течение 210 суток и соответствующие показатели овощей, хранившихся без тароупаковочных материалов. По результатам исследований физико-химических показателей качества моркови, свеклы и картофеля, длительно хранившихся в мешках из упаковочных материалов «АГРО текстиль», отмечена достоверно более высокая сохраняемость их пищевой ценности.*

Ключевые слова: *плодоовощная продукция, морковь, свекла, картофель, хранение, показатели качества*

A STUDY OF QUALITY INDICATORS OF LOCAL LONG-STORAGE VEGETABLE VARIETIES

Khuzhakulov U.K., Majidova N.K., Majidov K.Kh.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The physicochemical parameters of carrots, beets, and potatoes stored according to the "AGRO+ Fresh Vegetables" standard for 210 days, as well as the corresponding parameters of vegetables stored without packaging materials, were studied. The results of the study of the physicochemical quality parameters of carrots, beets, and potatoes stored for long periods in bags made of AGRO Textile packaging materials showed significantly higher retention of their nutritional value.*

Keywords: *fruit and vegetable products, carrots, beets, potatoes, storage, quality parameters.*

***В*ведение -** важной задачей сельскохозяйственных производителей в растениеводческой отрасли является обеспечение показателей качества и безопасности продукции. Следует учитывать, что сезонность производства и необходимость регулярного потребления свежих овощей требуют инфраструктуры для их длительного хранения, что позволит обеспечить население свежими овощами [1, 2].

Необходимость снижения товарных потерь свежих овощей, сохранения их питательной и биологической ценности в межсезонный период обуславливает актуальность исследований, связанных с разработкой новых способов хранения, в том числе, с применением дополнительных инновационных упаковочных материалов, обеспечивающих высокое качество сельскохозяйственной продукции в длительный межсезонный период [3].

Цель работы – направлена на исследование показателей качества местных сортов овощной продукции длительного хранения.

Объекты исследования – плодоовощная продукция, морковь, свекла, картофель, хранение, технологические режимы, качественные показатели

Методы исследования - для анализа и оценки технологий хранения использован современные методы физико-химической анализе [4,5].

Методологической основой проведенных теоретических и экспериментальных исследований являлись как классические, так и новые научные представления, используемые в товароведении.

Результаты и их обсуждения. В результате апробации технологии длительного хранения сельскохозяйственной продукции с применением новых упаковочных материалов на производственном предприятии была получена овощная продукция - морковь, свекла, картофель.

Оценку качества и безопасности полученной овощной продукции длительного хранения проводили путем исследования показателей качества на соответствие требованиям: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»; Овощи свежие «АГРО+»; ГОСТ 32284-2013 «Морковь столовая свежая, реализуемая в торговой розничной сети. Технические условия»; ГОСТ 32285-2013 «Свекла столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия»; ГОСТ 7176-2017 Картофель продовольственный. Технические условия. Комплекс показателей качества включал органолептическую оценку продукции, исследование физико-химических показателей и показателей безопасности.

Были исследованы физико-химические показатели овощной продукции, хранившейся

согласно «Овощи свежие «АГРО+» моркови, свеклы и картофеля в течение 210 суток и соответствующие показатели овощей, хранившихся без тароупаковочных материалов. Снижение показателей (потери) овощей представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1.

Снижение (потери) физико-химических показателей корнеплодов моркови (Овощи свежие «АГРО+»), хранившихся 210 суток, показателей моркови, хранившейся без тароупаковочных материалов

Наименование показателя	Требования СТО	Показатели моркови, хранившейся согласно ТИ	Показатели моркови, хранившейся без тароупаковочных материалов (навалом)
Общие потери массы, %	не более 7,0	6,0	18,0
Вода, %	не более 6,0	5,0	9,3
Углеводы, %			
Сахара, %	не более 16,0	15,0	66,0
в т.ч. редуцирующие	не более 4,5	4,0	50,0
Пектиновые вещества, %	не более 11,5	12,0	30,0
Вит. С, мг/ 100 г	не более 46,0	38,0	63,0
Орг. кислоты, %	не более 22,0	20,0	53,0
ß-каротин, мг/ 100 г	не более 12,5	11,0	45,0

Таблица 2.

Снижение (потери) уровня физико-химических показателей корнеплодов свеклы (СТО Овощи свежие «АГРО+»), хранившихся 210 суток, показателей свеклы, хранившейся без тароупаковочных материалов

Наименование показателя	Требования СТО	Показатели свеклы, хранившейся согласно ТИ к СТО	Показатели свеклы, хранившейся без тароупаковочных материалов (навалом)
Общие потери массы, %	не более 6,0	6,0	13,0
Вода, %	не более 5,0	4,5	6,3
Углеводы, %			
Сахара, %	не более 30,5	27,4	41
в т.ч. редуцирующие	не более 25,0	25	38
ß-каротин	не нормируется	-	-
Пектиновые вещества, %	не более 50,0	35,0	63
Вит. С, мг/ 100 г	не более 52,0	50,0	65,0
Орг. кислоты, %	не более 28,5	23,5	30,9

Таблица 3.

Снижение (потери) уровня физико-химических показателей корнеплодов картофеля (СТО Овощи свежие «АГРО+»), хранившихся 210 суток, показателей картофеля, хранившейся без тароупаковочных материалов

Наименование показателя	Требования СТО	Показатели картофеля, хранившегося согласно ТИ	Показатели картофеля, хранившегося без тароупаковочных материалов (навалом)
Общие потери массы, %	не более 6,0	5,0	11,0
Вода, %	не более 6,3	6,0	9,4
Углеводы, %			
Сахара, в т.ч. редуцирующие	без изменений	1,0	увеличение на 60,0
Крахмал, %	не более 13,0	10,0	7,4
Пектиновые вещества, %	не более 37,5	37,5	47
Вит. С, мг/ 100 г	не более 18,5	18,5	43
Орг. кислоты, %	не более 62,5	60	70

При исследовании физико-химических показателей корнеплодов моркови, хранившейся с применением упаковочных материалов «АГРО текстиль» 210 суток согласно разработанной технологической инструкции (ТИ), было показано их соответствие требованиям СТО. Снижение показателей было установлено в пределах нормы. Морковь, хранившаяся без упаковочных материалов (навалом), отмечалась значительно более высокими потерями пищевой и биологической ценности (в сравнении с упакованной продукцией): потеря массы корнеплодов была в три раза выше, сахаров - более чем в четыре раза; пектиновых веществ - в два. Кратно снизились показатели витамина С, органических кислот и ß-каротина.

Физико-химические показатели свеклы, хранившейся в мешках из материалов «АГРО текстиль» (согласно технологической инструкции ТИ) соответствовали требованиям СТО. Снижение показателей было в пределах установленных норм.

Физико-химические характеристики корнеплодов свеклы, хранившейся без упаковочных материалов (навалом), были существенно ниже. В сравнении с упакованной продукцией установлены: потеря массы корнеплодов - в два раза, сахаров - в полтора, пектиновых веществ - в 1,8 раз, витамина С и органических кислот - в 1,3.

При анализе физико-химических показателей картофеля продовольственного, хранившегося 210 суток согласно ТИ к СТО (в мешках из упаковочных материалов «АГРО текстиль») отмечено снижение показателей качества, но их снижение не превышало требуемых значений (СТО Овощи свежие «АГРО+»).

Показатели картофеля, хранившегося без упаковочных материалов (навалом) в сравнении с упакованным, характеризовались более существенной потерей массы клубнеплодов (двукратно), потерей воды (в полтора раза), потерей витамина С (в два раза).

Итак, по результатам исследований физико-химических показателей качества моркови, свеклы и картофеля, длительно хранившихся в мешках из упаковочных материалов «АГРО текстиль», отмечена достоверно более высокая сохраняемость их пищевой ценности.

В процессе исследования овощной продукции после 210 суток ее хранения особое внимание было уделено изучению органолептических характеристик, поскольку овощная продукция, поставляемая для потребления в свежем виде, в том числе предприятиям розничной торговой сети и общественного питания, должна иметь удовлетворительные органолептические показатели. Органолептические показатели овощной продукции - моркови, свеклы и картофеля, хранившихся согласно требованиям ТИ к СТО «Овощи свежие «АГРО+» в течение 210 суток в сравнении с показателями соответствующих овощей, хранившихся без тароупаковочных материалов представлены в таблицах 4-6.

Таблица 4

Органолептические показатели корнеплодов моркови (СТО), хранившихся 210 суток, в сравнении с показателями моркови, хранившейся без тароупаковочных материалов; требования ГОСТ 172285 и СТО

Наименование показателя	Характеристика показателя			
	Требования ГОСТ 1722-85	Требования СТО	Показатели моркови, хранившейся согласно ТИ к СТО	Показатели моркови, хранившейся без тароупаковочных материалов (навалом)
Внешний вид	корнеплоды свежие, целые, здоровые, чистые, не увядшие, не треснувшие, не одревеснувшие, без признаков прорастании, без повреждений, без излишней внешней влажности, типичной для ботанического сорта формы и окраски, без повреждения лечиков головки	плоды без следов увядания или с незначительными следами увядания и признаками прорастания. Плоды целые не поврежденные; чистые, свежие, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без излишней внешней влажности, не позеленевшие, без коричневых пятен, вызванных воздействием тепла	корнеплоды без следов увядания или с незначит. следами увядания и признаками прорастания. Плоды целые не поврежденные; чистые, свежие, покрытые кожурой, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без излишней внешней влажности, не озеленевшие, без коричневых пятен, вызванных воздействием тепла	корнеплоды, характеризовались темно-оранжевым, неоднородным, не характерным для данного хозяйственно ботанического сорта цветом, со слабо выраженными следами увядания и признаками прорастания
Консистенция		мякоть сочная твердая, хрустя-щая, в зависимости от особенностей ботанического сорта	мякоть слабо сочная, твердая, хрустящая	мякоть сухая
Вкус	Запах и вкус свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха и/или привкуса	вкус приятный, сладкий, свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего привку-са; или умеренно сладкий, свойственно данному ботаническому сорту, без постороннего привкуса	вкус приятный, свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего привкуса	вкус - пресный, с нехарактерным привкусом
Запах		запах свежий, сладковатый, приятный, без постороннего запаха, свойственный данному ботаническому сорту	свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха	запах с незначительным проявлением постороннего запаха
Цвет (окрас)	-	ярко-оранжевый, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта или оранжевый, однородный	оранжевый, одно-родный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта	характеризовались темно-оранжевым, неоднородным, не характерным

Таблица 5

Органолептические показатели корнеплодов свеклы (СТО), хранившихся 210 суток, в сравнении с показателями свеклы, хранившейся без тароупаковочных материалов; требования ГОСТ 32285-2013 и СТО

3	Характеристика показателя			
	Требования ГОСТ 32285-2013	Требования СТО	Показатели свеклы, хранившейся согласно ТИ к СТО	Показатели свеклы, хранившейся без тароупаковочных материалов (навалом)
Внешний вид	Корнеплоды свежие, целые, здоровые, чистые, не увядшие, не треснувшие, не одревесневшие, без признаков прорастании, без повреждений, без излишней внешней влажности, типичной для ботанического сорта формы и окраски, без повреждения плечиков головки корнеплодов	Корнеплоды свежие, целые, здоровые, чистые, не увядшие, не треснувшие, без признаков прорастания, без повреждений сельскохозяйственными вредителями, без излишней внешней влажности, типичной для ботанического сорта формы и окраски. Запах и вкус – свойственный данному ботаническому сорту. Мякоть сочная, тёмно-красная разных оттенков в зависимости от особенностей ботанического сорта	Корнеплоды без следов увядания или с не значит. следами увядания и признаками прорастания. Плоды целые не поврежденные; чистые, свежие, покрытые кожурой, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без излишней внешней влажности	Корнеплоды, характеризовались слабо выраженными следами увядания и признаками прорастания,
Консистенция		мякоть сочная или слабо сочная, твердая, хрустящая, в зависимости от особенностей ботанического сорта	мякоть слабо сочная, твердая, хрустящая	мякоть сухая
Вкус	свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха и вкуса	вкус приятный, свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего привкуса	вкус приятный, свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего привкуса	вкус - пресный, с нехарактерным привкусом,с незначительным проявлением постороннего запаха привкусом

Запах		запах свежий, сладковатый, приятный, без постороннего запаха, свойственный данному ботаническому сорту	свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха	с незначительным проявлением постороннего запаха
Цвет (окрас)	мякоть сочная, темно-красная, в зависимости от хозяйственно ботанического сорта	тёмно-красный, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта	тёмно-красный, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта	корнеплоды, характеризовались темно-красным, неоднородным, не характерным для данного хозяйственно ботанического сорта цветом внутренней поверхности (срез)

Таблица 6

Органолептические показатели картофеля продовольственного (СТО), хранившегося 210 суток в сравнении с показателями картофеля, хранившегося без тароупаковочных материалов; требования ГОСТ 7176-2017 и СТО

Наименование показателя	Характеристика показателя			
	Требования ГОСТ 7176-2017	Требования СТО	Показатели картофеля, хранившегося согласно ТИ к СТО	Показатели картофеля, хранившегося без тароупаковочных материалов (навалом)
Внешний вид	клубни целые, чистые, свежие, здоровые, покрытые кожурой, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без повреждений сельхоз. Вредителями, без излишней внешней влажности, не позеленевшие, без коричневых пятен, вызванных воздействием тепла	клубни без следов увядания или с незначительным и следами увядания и признаками прорастания. Клубни целые не поврежденные; чистые, свежие, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без излишней внешней влажности, не позеленевшие, без коричневых пятен, вызванных воздействием тепла	клубни без следов увядания или с незначительным и следами увядания и признаками прорастания. Клубни целые не поврежденные; чистые, свежие, покрытые кожурой, типичной для ботанического сорта формы и окраски, не проросшие, не увядшие, без излишней внешней влажности, не позеленевшие, без коричневых пятен, вызванных воздействием тепла	клубни характеризовались неприемлемыми органолептическим и свойствами. Клубнеплоды выглядели как несвежие, были частично повреждены, увядшие, с выраженными признаки прорастания, с потемневшим цветом

Консистенция		мякоть сочная или слабо сочная, твердая, хрустящая, в зависимости от особенностей ботанического сорта	мякоть слабо сочная, твердая, хрустящая	мякоть была сухая, темно-желтого цвета
Вкус	свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего запаха и/или привкуса	вкус приятный, сладкий, свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего привкуса	вкус приятный, свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего привкуса	вкус - пресный, с нехарактерным привкусом, с незначительным проявлением постороннего привкусом
Запах		запах свежий, приятный, без постороннего запаха свойственный данному ботаническому сорту	свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха	с незначительным проявлением постороннего запаха
Цвет (окрас)	типичная для ботанического сорта окраска	желтый, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта	желтый, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта. На срезе однородный светло–желтый или желтый, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта. На срезе однородный, желтый, однородный, характерный для данного хозяйственно ботанического сорта	клубни характеризовались неприемлемым цветом

Таким образом по результатам исследований физико-химических показателей качества моркови, свеклы и картофеля, длительно хранившихся в мешках из упаковочных материалов «АГРО текстиль», отмечена достоверно более высокая сохраняемость их пищевой ценности

Использованная литература

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / Под ред. Г. И. Баздырева. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 725 с.
2. Борисов, В.А. Технология хранения и реализации сортов и гибридов корнеплодных культур / В.А. Борисов, А.В. Романова, Е.В. Янченко, С.А. Масловский и др. // М.: 2010. 60 с.

3. Александрова, Л. В. Обзор: биодеградируемые упаковочные пленочные материалы / Л. В. Александрова, М. В. Успенская, А. Л. Ишевский // Вестник Воронежского государствен-ного университета инженерных технологий. - 2023. - Т. 85, № 2(96). - С. 216-225.
4. Гужвин, В.Д. Физиология и биохимия растений: учебное пособие / сост.: С.А. Гужвин, В.Д. Кумачева, Р.А. Каменев. - Персиановский: Донской ГАУ. - 2019. - 172 с.
5. Хужакулов У. К., Султанова Ш.А., Сафаров Ж.Э. Результаты моделирования сушки клубней якона. Развитие науки и технологий. Бухара, 2021. №4. -С.190-199.

УДК 637.523:663.031.1

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО МЯСНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО БИФШТЕКСА

[1]Файзиев А.А., [1]Ахмедов В.Н., [2]Кедельбаев Б.Ш.

[1]Бухарский государственный технический университет,

[2]Южно Казахстанский государственный университет имени Сатбаева.

Аннотация. *С целью рационального использования мясного сырья в процесса тендеризации мясо говядины, как тазобедренная часть туши боковые и наружные куски мясо с использованием ферментных препаратов Фмикробного происхождения, как протосубтилин Г10х, а также контрольные образцы мясо использованные 2% поваренной соли (NaCI). Разработано технология приготовления ферментированных мясных натуральных полуфабрикатов, как бифштекс, лангет и антрекот. Изучено действия фермента на мясо, проведено физико – химические анализы, гистологические, микробиологические, перевариваемость мясо и органолептические оценка качества объекта.*

Ключевые слова. *Ферментный препарат протосубтилин Г10х, тазобедренная часть мясо боковые – наружные куски, натуральные мясные полуфабрикаты, химические, гистолитические срезы, органолептические оценка качества, белковая часть, натуральные мясные полуфабрикаты.*

TECHNOLOGY FOR THE PREPARATION OF NATURAL SEMI-FINISHED MEAT PRODUCT FERMENTED BEEF STEAK

[1]Fayziev A.A., [1]Akhmedov V.N., [2]Kedelbaev B.Sh.

[1]Bukhara State Technical University,

[2]South Kazakhstan State University named after Satbayev.

Abstract. *To ensure rational use of meat raw materials in the tenderization process, beef, such as the pelvic part of the carcass, side and outer pieces of meat, were treated with enzyme preparations of microbial origin, such as Protosubtilin G10x, as well as control samples of meat, 2% table salt (NaCl). A technology for producing fermented natural meat semi-finished products, such as beefsteak, languette, and entrecote, was developed. The enzyme's effects on meat were studied, and physical and chemical analyses, as well as histological and microbiological analyses, meat digestibility, and organoleptic quality assessments were conducted.*

Key words. *Enzyme preparation protosubtilin G10x, hip side meat - external pieces, natural meat semi-finished products, chemical, histolytic sections, organoleptic quality assessment, protein part, natural meat semi-finished products.*

Введение. Опыт практического применении ферментов, свидельствует, что в мясной промышленности весьма эффективно использование ферментов для размягчения жесткого мяса, улучшения переваримости мясных изделий, выработки различных белковых обогатителей, осветления крови [1,2].

Ферменты – это белковые вещества, отличающей особенностью которых являются наличие активного центра (или активной группы) отличающего за каталитические свойства, присущие ферменты. Все ферменты можно разделить на однокомпонентные, состоящий только на белковой части и двухкомпонентные, в состав которых входит белковая часть – ферон и небелковая – агон. Агон также называют протеолитической группой [3].

Ферментные препараты позволяют значительно ускорять технологические процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать ее качество, экономить сырье и улучшать его возможности в получении пищи, обеспечивать природоохранные мероприятия и биологическую безопасность производств [4].

Обработка мяса протеолитическими ферментами позволит использовать части туши, полноценные по составу, но имеющие от природы повышенную жесткость: мясо задних конечностей, лопатки, грудинки. Обработка мяса ферментным препаратом коллагеназа приводит к значительным деструктивным изменениям, обеспечивающим эффективное размягчающее воздействие, и согласуется с полученными оценками структурно - механических и функционально-технологических свойств [5].

Основная часть. В комплексном изучения процесса тендеризации говяжьего мяса с использованием протеолитических ферментных препаратов (ФП) микробного производства и в разработки технологии мясных полуфабрикатов бифштекса.

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

-обосновать выбор ферментного препарата и определить его основные характеристики;

- разработать ферментированная технологии натуральных мясных полуфабрикатов из тазобедренная часть туши боковые и наружные куски мяса;

-разработать способ и режимы ферментирование говяжьего мяса

-научно - обосновать рецептуру мясных полуфабрикатов из ферментированного говяжьего мяса;

-исследовать действие ФП на комплекс показателей качества мяса и готовых мясных изделий;

-определить физико-химические характеристики мяса и разработать способ приготовления мясных полуфабрикатов бифштекса:

-определить технико-экономические показатели разработанный технологии.

Установлено тендеризирующее влияние протеолитического ферментного препарата микробного производства протосубтилина Г 10х на говяжье мясо [6].

Объектом исследования являлось протеолитический ферментный препарат микробного происхождения протосубтилин Г10х пищевой показаны на рис 1. Разделка туш говядины показаны на рис 2, жилованная говяжье мясо показаны на рис 3.).



Рис 1. Ферментный препарат протосубтилин Г10х

Научно обоснованы и разработаны технологическая схемы производства мясных полуфабрикатов говядины из боковые – наружные куски ферментированного сырья, что позволяет улучшить качества-расширить ассортимент и увеличить объем выпуска мясных полуфабрикатов. Определены нормативные выхода, режимы тепловой обработки и сроки хранения ферментированных изделий.

Результаты работы внедрены на производства. Выработанные мясные натуральные полуфабрикаты получили высокую оценку дегустационных комиссий. На производству по выпуску мясных натуральных мясных полуфабрикатов бифштекса ферментированную дал большой экономический эффект.

В организации эксперимента, объекты и методы исследований представлена схема эксперимента, дана краткая характеристика объектов исследований, обоснован выбор изученных показателей и параметров, изложены методы их определения.

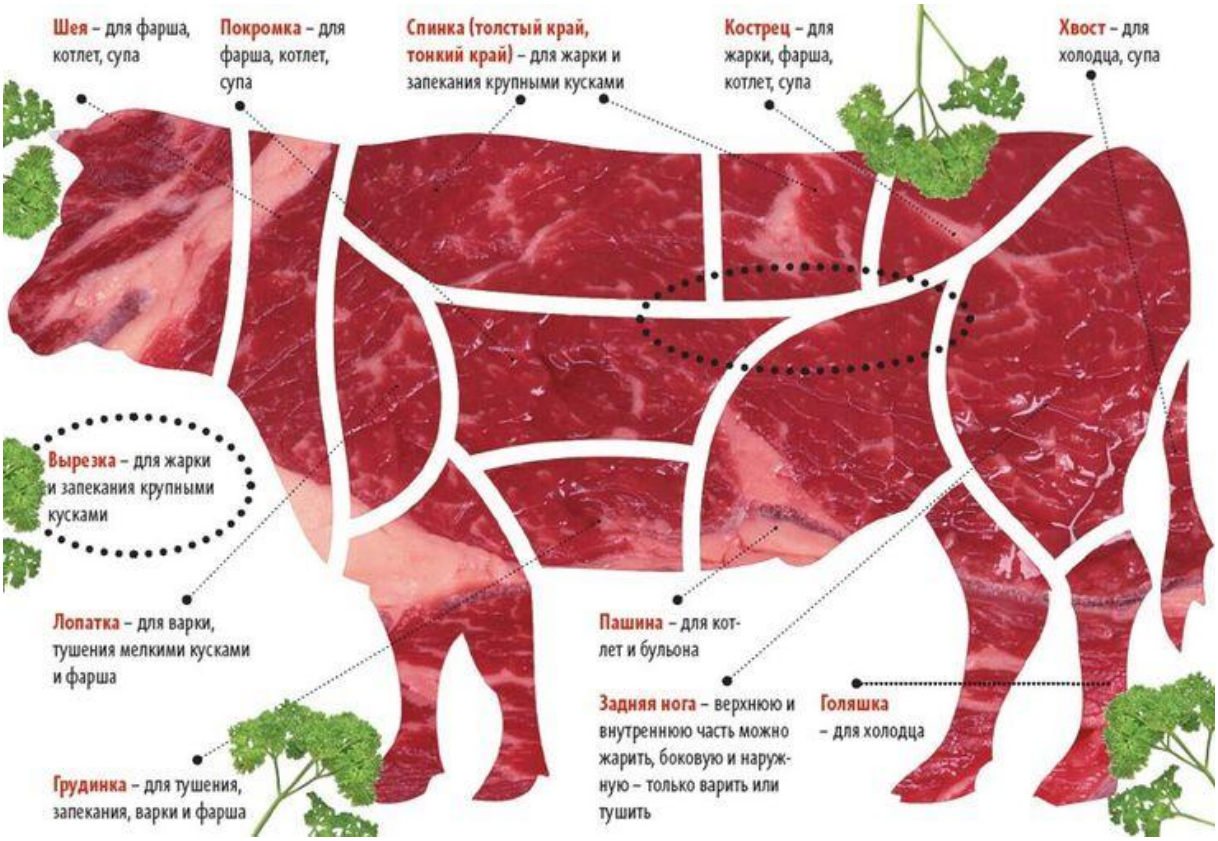
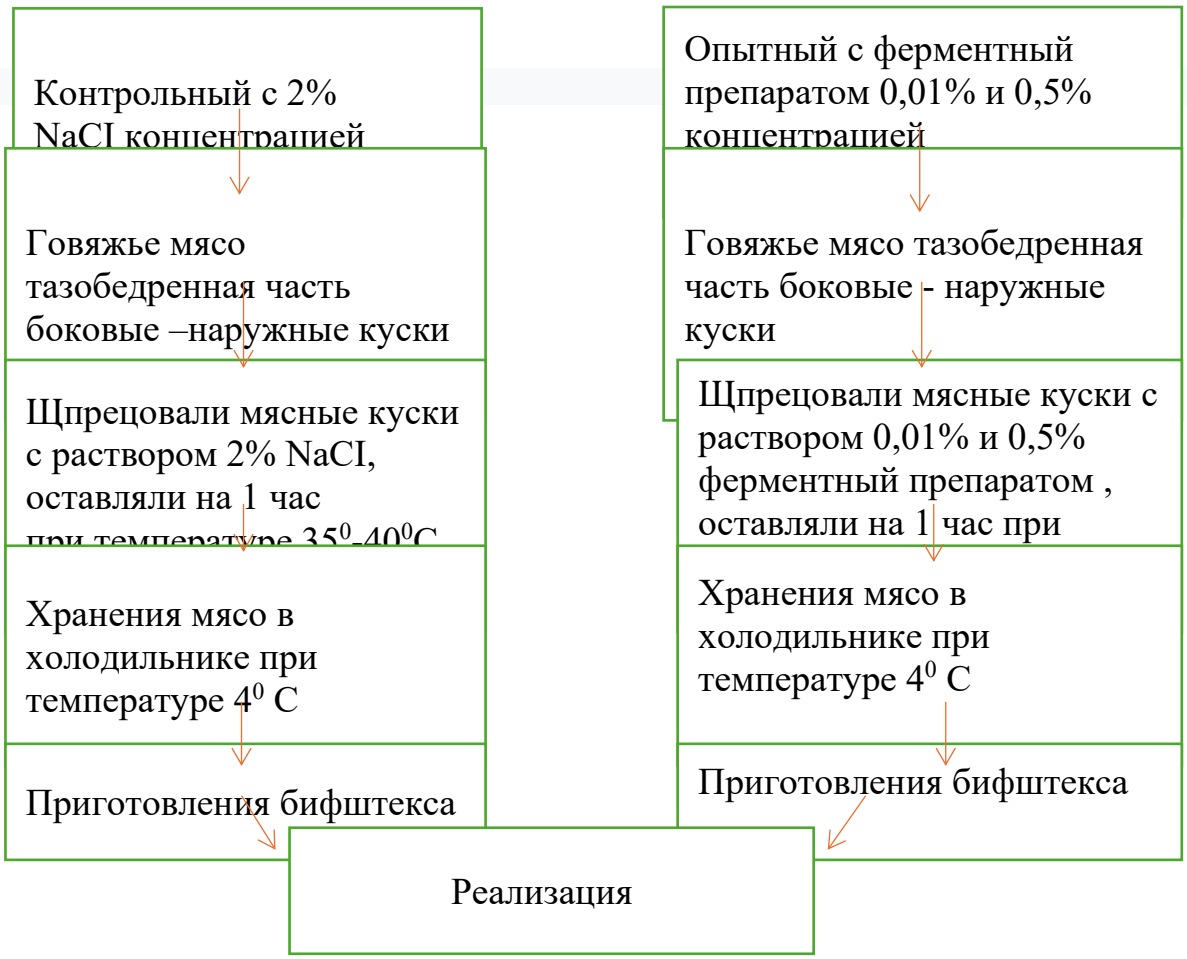


Рис 2. Разделка туш говядины.



Рис 3. Жилованная часть туши говяжье мясо.

Жилованная говяжье мясо наружные боковые части которые не используется для приготовления натуральных мясных полуфабрикатов (бифштекс).



Протеолитический ферментный препарат микробного происхождения протосубтилин Г10х желто-серого цвета, протеолитический активность фермента 70 ед/г. Готовили 0,01% концентрации протосубтилин Г10х, содержащего 2 % поваренной соли, затем с этим ферментным раствором методом щпрецованием вводили на мясо говяжье боковые-наружные куски в 5% к массе мясо. Мясные куски выдержали на 1 час, при температуре 40^0 С, произвели ферментация мясо. После ферментации мясо хранили в холодильнике при температуре 4^0 С на одной сутки. Контрольные образцы мясо тоже хранили в холодильники при температуре 4^0 С. Из ферментированныз и контрольных мясо приготовили натуральный мясной бифщтекс который представлено на рис 4.



Рис 4. Натуральный мясной полуфабрикат бифштекс

По данной технологии наружные и боковые куски для выработки не используется для приготовления мясных натуральных полуфабрикатов бифштекса. Эти участки говядины – наиболее жесткие и имеют сравнительно большую массу (от 3 до 5 кг). В опытах использовали мясо (продолжительность охлаждения до 2 суток).

Отобранное мясо нарезали на куски для жарения массой от 80 до 125 г, которые щпрецовали ферментным раствором 0,01% - ной концентрации для первой серии опытов, 0,5% - ной концентрации для второй опыта. Количество добавляемого ферментного

раствора 5% к массе куска мяса. Контрольные образцы щпрецовали 2% NaCI раствором (поваренной соли) в таком же количестве [7].

При температуре 38^0 – 40^0 С ферментированные и контрольные образцы мяса были выдержки в течение 1 час, а затем в холодильнике при температуре плюс 2 – 4^0 С, в течению 1, 2 суток. Через каждые суток из холодильника брали соответствующие образцы (ферментированные и контрольные), готовили порционные полуфабрикат – бифштексы (в соответствии о принятой технологической конструкцией) и жарили на растительной масли при температуре 155 – 180^0 С (количество масла 5 – 10% от массы полуфабрикатов).

Для готовых продуктов определяли выход и делали органолептическую оценку представлено в таблице 1**.**

Таблица 1

Выход натурального полуфабриката бифштекса после тепловой обработки

Полуфабрикат	Контрольный, 2% NaCI, выход	Опытный, 0,01% концентрации фермента, выход	Опытный, 0,5% концентрации фермента, выход
Бифштекс	63,1	68,9	70,6

Установлено, что во второй сутки хранения при 0,01% - ной концентрации фермента выход бифштексов составил соответственно, 68,9., а при 0,5% -ной концентрации фермента соответственно :70,6: Для сравнения выход натуральных полуфабрикатов бифштекса из вырезки не менее 63% т.е.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что увеличение концентрации с 0,01% до 0,5% не оказывает влияния на повышении выходов готовых продуктов, в то же время увеличение продолжительности выдержки позволяет значительно повысить этот показатель. При 0,5% концентрации фермента мясо изменяет свою структуры, мясо становится как, разрыхленным.

Органолептическая оценка качества ферментированных натуральных мясных полуфабрикатов бифштекса было выше, чем контрольных образцов. Органолептическая оценка образцов проводили по пяти баллной шкале, которые изложено в таблице 2.

Таблица 2

Органолептическая оценка натуральных мясных полуфабрикатов бифштекса

Наименование образцов	Цвет	Внеш-ный вид	Вкус, аромат	Консис-тенция	Сочность	Общая оценка
Контрольные Бифштекс	3,1	3,1	3,5	3,6	3,6	3,4
Опытные с конц. 0,1% фермента						
Бифштекс	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	4,9
Опытные с конц. 0.5% фермента						
Бифштекс	4,8	4,8	4,2	4,3	4.3	4,4

Органолептическая оценка качества жареных натуральных полуфабрикатов бифштекса, изготовленных из тазобедренной части наружные и боковые куски говядины после обработки мяса ферментным препаратом протосубтилин Г10х , показала, что вкус и сочность продуктов улучшается, мясо становится нежным, мягчем и легко разжевивается.

Результаты гистологические исследования показала, что после после ферментации мышечной ткани мясо наблюдается более глубокие декструктивные изменения, характеризуюшиеся наличием большого количества микротрещен и поперечно – шелевидных нарушений мышечных волокон. Мышечные волокно набухшие, встречается фрагментированные мышечные волокна и образование в этих участках мелкозернистой белковой массы, заключенной в большинстве случаев под сарколеммой. Это представляет созранения миофибрилярной субстанции в структуре мышечных волокон.

Изменения микроструктуры мышечной ткани после ферментации свидетельствует о том, что ферментный препарат протосубтилинГ10х способствует ускорения процесса созревания мясо и улучшения его технологических свойств [8].

Литература

1. Кретович В.Л., “Введение в энзимологию “ А.Н. России институт биохимии им.Баха, издательство “ Наука “, Москва 1987 год.
2. А.С. 906485 “ Способ получения вещества для ускорения созревание мясопродуктов. (Стекольников А.И., Севастьянов Б.А., Шилов Г.Г., Белоусов А.А., Мамонов Н.Д.) опубл. Москва 1982 г. №7.
3. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. “Общая технология микробиологических производств“. Легкая и пищевая промышленность, Москва 1982 год.
4. htths; // www. lifebioligy. ru/
5. Антипова, Л.В. “Влияние ферментативной обработки на гистоструктуру и свойства конины”, журнал Мясная индустрия. №1 (12), Москва 2005 Год.
6. Файзиев А.А. “Разработка технологии вареных колбас из верблюжьего мяса с применением протеолитических ферментных препаратов” Автореферат. Москва 1992 год.
7. Файзиев А.А. “Применение протеолитических ферментных препаратов для выработки мясных натуральных полуфабрикатов ”, Монография Курск 2025 год.
7. Файзиев А.А. “Применение протеолитических ферментных препаратов для выработки мясных натуральных полуфабрикатов ”, Монография Курск 2025 год.
8. Файзиев А.А., Зиедов Ю.М. “Влияние фермента микробиального происхождения на изменения микроструктуры мяса говядины “IV – республиканская научно – теоритическая конференция молодых ученых и специалистов микробиологов, биология, культивирования и биотехнология микроорганизмов “ Ташкент 1989 год.

TOLA SIFATINI YAXSHILASH VA TOZALASH MAQSADIDA JINLASH MASHINASINI ISHCHI QISMLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Ramazonov S S., Ismoyilov F.B.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada paxtani dastlabki ishlov berish korxonalaridagi UXK agregatning tozalash samaradorligi va kamchiligi yoritilgan. Natijada paxta xomashyosi tarkibida qoladigan begona aralashmalar miqdori tahlil qilingan bo‘lib, iflos aralashma me’yordagi 0,7-1,2 % o‘rniga 1,8-2,2 % ni tashkil etgan. Bu o‘z navbatida ishlab chiqarilayotgan tola sifatining pasayishiga sabab bo‘lib aralashmalarning massaviy ulushi o‘rtacha 3,44 % ni tashkil etishi tahlillar asosida aniqlangan. Jinlash jarayonida tolani samarali tozalash maqsadida arrali silindr yuqori qismiga 3 ta trapetsiya shaklli kolosniklar loyihalangan. Ushbu kolosnik konstruksiyasi va tuzilishi maqolada keng yoritilgan.*

Kalit so‘zlar: *arrali jin, arrali silindr, ajratuvchi kolosnik, xomashyo valigi, zichlik, paxta, tola, tozalash samaradorlik, ifloslik, sifat.*

IMPROVEMENT OF THE WORKING PARTS OF THE GINNING MACHINE TO ENHANCE FIBER QUALITY AND CLEANING

Ramazonov S.S., Ismoyilov F.B.
Bukhara state technical university.

Abstract. *The article highlights the cleaning efficiency and shortcomings of the UXK unit used in primary cotton processing enterprises. As a result, the amount of foreign impurities remaining in the cotton raw material was analyzed, revealing a level of 1.8–2.2%, which exceeds the standard norm of 0.7–1.2%. This, in turn, causes a decline in the quality of the produced fiber, with analyses indicating that the average mass fraction of impurities reaches 3.44%.To enhance the effective cleaning of fiber during the ginning process, three trapezoidal grid bars (colosniks) were designed for the upper part of the saw cylinder. The design and structure of these grid bars are extensively discussed in the article.*

Keywords: *saw gin, saw cylinder, separating column, raw material, density, cotton, fiber, cleaning efficiency, dirt, quality.*

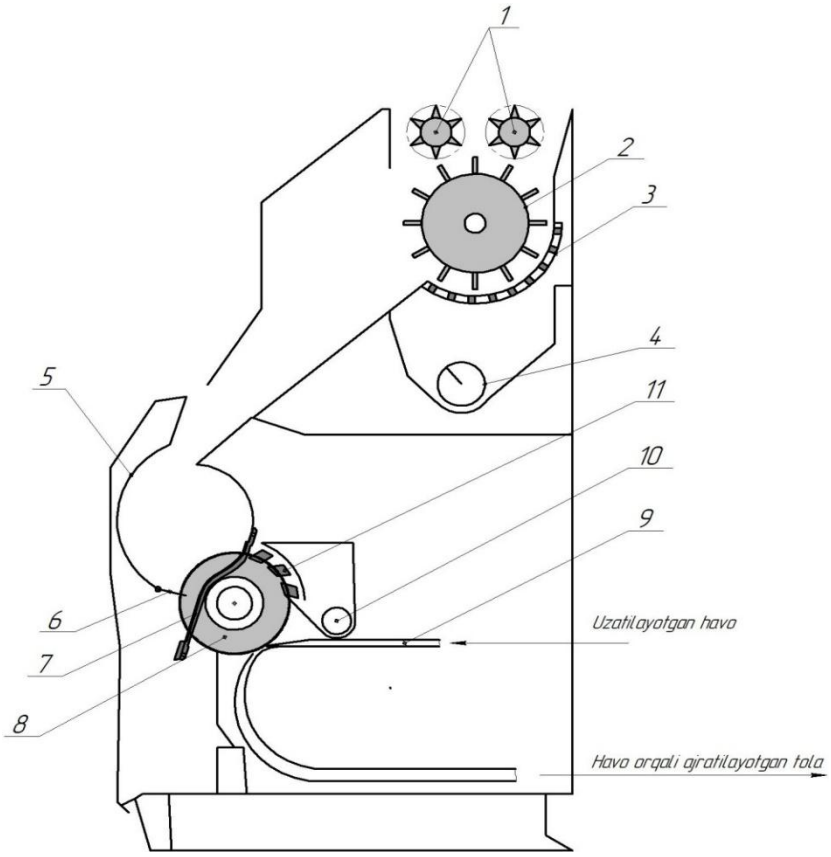
Paxta tozalash korxonalarida paxta tolasining sifati asosan uning pishib etilganlik darajasi, shtapel uzunligi, toladagi nuqsonlar va iflos aralashmalar massaviy ulushining miqdori bilan belgilanadi. Tolaning sifati daladan terilgan paxtani namlik va iflosligi, paxtani tayyorlash va saqlashda hamda paxtaga dastlabki ishlov berishda texnologik reglament asosida bo‘lishligi bilan uzviy bog‘liqdir. Paxta xomashyosidan sifatli tola olish uchun paxtani mayda va yirik iflosliklardan samarali tozalash kerak bo‘ladi. Paxtani mayda va yirik iflosliklardan samarali tozalash uchun UXK agregatidan foydalaniladi. Lekin qiyin tozalanuvchan seleksion navli paxtalarni etishtirilishi va paxtani mashina yordamida terib olish hajmining oshishi paxta tarkibida ifloslik darajasini oshishiga olib kelmoqda.

Tozalash texnologiyasidagi paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalash UXK agregati iflosliklarni meyorda ajrata olmaydi. Texnologik tizim bo‘yicha UXK agregatidan keyin paxta tola ajratish mashinasiga uzatiladi. Bunda paxtadan tolani sifatli ajratish muhim ahamiyatga ega. Tolani sifatli ajratish uchun paxtani jinlashdan oldin arrali jin ta’minlagich-tozalagichida paxta mayda iflosliklardan tozalanadi. Aslida ushbu ta’minlagichning vazifasi tola ajratishga uzatilayotgan paxtani titib zichligini kamaytirish hisoblanadi. Natijada jinga berilayotgan yuqori va past navli paxtaning ifloslik darajasi yuqori hamda zichligi yuqori bo‘lib ifloslik 0,7-1,2 % o‘rniga 1,8-2,2 % ni tashkil etmoqda [1].

Tola ajratishga uzatilgan paxtaning ifloslik darajasini oshishi toladagi nuqsonlar va iflos aralashmalar massaviy ulushini yuqori bo‘lishiga sabab bo‘lib, ajratilayotgan tola sifatining pasayishiga olib kelmoqda. Paxtani dastlabki ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasida paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalovchi UXK agregatining tozalash samaradorligi o‘rtacha 80-90 % gacha bo‘lishligi qayd etilgan. Lekin agregat konstruksiyasining kamchiligidan yuqori va past navli paxtalarni tozalashda haqiqiy tozalash samaradorligi o‘rtacha 70- 80 % ni tashkil etib, paxtani bir necha bosqichda va samarali tozalashning imkoniyati yo‘q.

Tozalash samaradorligini oshirish uchun UXK agregatiga qo‘shimcha tozalash uskunalarini o‘rnatish texnologik tizimning energiya sarfini oshishiga olib kelmoqda. Bundan tashqari tozalash

jarayonida aylanuvchan ishchi qismlarning ko‘payishi paxtani bir-necha aylanuvchi ishchi qismlar bilan o‘zaro ta’sirida paxtadagi tolaning o‘zaro ilashishini keskin oshiradi va bunday paxtani arrali jinlash jarayonida toladagi nuqsonlar va kalta tolani meyoridan oshishiga sabab bo‘lib, tola sifatiga salbiy ta’sir etadi. Odatda tola tarkibidagi ulyuk, chigit qobig‘li tola, chigallashgan tola paxtani jinlash jarayonida yuzaga kelib, ular asosan tolaning ustki qatlamida bo‘ladi. Shu sababli jinning o‘zida tolani ushbu iflos aralashmalardan tozalash tola tozalagichda tolani tozalash jarayoniga qaraganda oson kechadi. Shuning uchun paxtani UXK agregatida tozalab, tolani jinni o‘zida samarali tozalashga yo‘naltirish, tolaning tabiiy xususiyatiga ijobiy ta’sir etib, uning sifatini yaxshilaydi. Bularni e’tiborga olgan holda tolani arrali jinning o‘zida boshlang‘ich tozalab olish uchun 80 yillarning o‘rtalarida 8DP- 90 rusumli jin ishchi kamerasining konstruksiyasiga o‘zgartirish kiritilib, kamera orqa qismiga 3 dona qo‘zgalmas kolosniklarni panjaraga o‘rnatiladi va sanoatga joriy etilishi maqsadga muvofiq. Ajratuvchi kolosniklar trapetsiya ko‘rinishida bo‘lib, kolosnik konstruksiyasi trapetsiya shaklga ega bo‘lib kolosniklar arralar orasiga 10-15 mm kirib turadi 1- rasm [2].



1-rasm. Takomillashtirilgan 8DP- 90 rusumli arrali jin ko‘ndalang kesimining sxemasi.

1-ta’minlovchi valiklar, 2-qoziqli baraban, 3-to‘rli yuza, 4- chiqindini chiqarish shnegi, 5- ishchi kamera, 6- chigit tarog‘i, 7- kolosnik, 8- arrali silindr, 9- uzatilayotgan havo, 10-ulyuk va begona aralashma shnegi, 11- ifloslikni ajratuvchi kolosnikli panjara.

Ajratuvchi kolosnik qalinligi mavjud kolosnik qalinligi bilan bir xil bo‘lib arra bilan oraliq masofasi 1-2 mm ni, tashkil etadi. 5DP-130 rusumli jinga o‘rnatilgan kolosniklar tola tarkibidan iflosliklarni ajratib, tolani tozalaydi. Lekin mavjud kolosniklar jin yondoriga alohida mahkamlangan bo‘lib mashinani titrashi bois kolosniklarning bo‘shab ketishi yuzaga kelgan. Kolosniklarning bo‘shab ketishi arrali silindr radiusiga nisbatan og‘ish burchagining va kolosniklar oraliq masofasining talab etilgan kattalikda doimiy ravishda bo‘lmasdan, o‘zgarishiga olib kelgan. Oqibatida tola tarkibidan ulyuk va boshqa iflosliklarning ajralishi kamaygan, kolosniklarning tozalash samaradorligi keskin pasayib, yuqori va past navli paxtani jinlashdan ishlab chiqarilgan tolani jinni o‘zida tozalanishida jinning tozalash samaradorligi o‘rtacha 15-20 % dan oshmagan.

Bunda chiqindining toladorligi yuqori bo‘lib, tozalanayotgan tola navlari bo‘yicha chiqindi massasiga nisbatan o‘rtacha 25-35 % ni tashkil etgan. Shunday bo‘lsada tola sifatiga ijobiy ta’sir etayotganligi uchun 5DP-130 va DPZ-180 rusumli arrali jinlarda 2 donadan iborat bo‘lgan trapetsiya ko‘rinishidagi kolosniklar ishlatiladi.

Tolani tozalash jarayoni asosan toladan turli iflosliklarni va keraksiz kalta tolalarni ajratib olishni o‘z ichiga oladi. Bu jarayon tolaning sifatini oshirishga, uning sifatiga salbiy ta’sir qiluvchi omillarni bartaraf etishga va eng yuqori sifatdagi tolani olishga yordam beradi. Tozalash jarayonida arrali jinlarning yordamida tolaning toza va sifatli holga kelishi ta’minlanadi.

Mazkur ajratuvchi kolosnik bilan tola tozalash jarayonini samarali amalga oshirish uchun mo‘ljallangan ilg‘or usuldir. Ushbu usul tola sifatini yaxshilashda va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega [3, 4]. 5DP-130 texnologiyasi mayda iflosliklarni ajratishda yanada samarali ishlaydi, bu esa tolani yuqori sifatli va toza holatga keltirish imkonini beradi. Ushbu kolosnik bilan jihozlangan tolani tozalash mashinasi yuqori samaradorlikka ega bo‘lib. U toladan turli iflosliklarini va kalta tolalarni samarali ajratib olishga yordam beradi. Bu jarayon tola sifatini yaxshilashga va ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirishga imkon beradi.

Respublikamizda qiyin tozalanuvchan S-6524, An-Bayavut-2, Porloq-1, Namangan-77, Sulton, Ravnaq, Yuksalish va boshqa seleksion navli paxtalar etishtirilmoqda. Yetishtirilayotgan qiyin tozalanuvchan seleksion navli paxtalarning hajmi umumiy etishtirilayotgan paxta xomashyosini o‘rtacha 75 % ni tashkil etadi. Qiyin tozalanuvchan seleksion navli paxta xomashyosida mayda iflosliklarni paxta tolasiga yopishqoqlik darajasi yuqori bo‘lib, bugungi kundagi texnologiyada paxta va tola tarkibidan bunday iflosliklarni kerakli miqdorda ajratish imkoniyati etarli darajada emas.

Bundan tashqari qo‘l mehnatini engillashtirish, qo‘shimcha xarajatlarni kamaytirish maqsadida yildan-yilga paxtani mashina yordamida terib olish hajmi kengaytirilmoqda. Paxta tozalash korxonalarida qabul qilinayotgan paxtaning sifati bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot ishlari, mashina yordamida terilgan paxtaning ifloslik darajasi qo‘l bilan terilgan paxtaning ifloslik darajasidan yuqori bo‘lib, Respublika bo‘yicha o‘rtacha 10- 15 % ni tashkil etishi o‘rganilgan. Qo‘l bilan terilgan qiyin tozalanuvchan yuqori va past navli paxtalarni va mashina yordamida terilgan paxtalarni jinlashda va jinni o‘zida tolani tozalashda jin ish unumdorligini oshirish, ishlab chiqarilgan tola sifatini yaxshilash uchun 2016 yilda “Paxtasanoat ilmiy markazi” AJ olimlari tomonidan 90 arrali 8DP-90 rusumli jin ishlab chiqariladi [5, 6] (1- rasm).

Tavsiya etilayotgan takomillashtirilgan 8DP- 90 rusumli arrali jin quyidagicha ishlaydi; tozalash jarayonidan uzatilayotgan paxta xomashyosi SX separatori orqali jinlash mashinasi yuqorisida o‘rnatilgan nov yordamida jinlash mashinasining taminlash valiklari 1 ga uzatiladi. Ta’minlash valiklari xomashyoni bir maromda va qalinlikda qoziqli baraban 2 ga uzatadi. Xomashyoni qoziqli baraban qoziqlari orqali to‘rli yuza 3 ning ustidan sudrab o‘tishi natijasida xomashyoni qisman tozalab titib ishchi kamera 5 ga yo‘naltiradi. To‘rli sirtning ustidan o‘tayotgan xomashyo tarkibidagi ajralgan begona aralashmalar to‘rli sirt teshigidan pastga tushib chiqindini chiqarish shnegi 4 orqali mashinadan chiqarilib yuboriladi.

Ishchi kameraga uzatilgan xomashyoni zichligi bir muncha kamaygan bo‘lib bunda arrali silindr 8 ning ta’siri orqali paxta xomashyosi ishchi kamera sirti bo‘ylab aylana boshlaydi. Ishchi kameradan arra silindri paxta tolasini ilib olib kolosnik 7 orasidan o‘tadi. Kolosnik orasidan arra tishi orqali o‘tayotgan tola tarkibida iflos aralashmalar mavjud bo‘lib ularni ajratib tashlash muhim hisoblanadi. Shu bois arra tishlari ildirib olgan tolani tozalash maqsadida iflosliklni ajratuvchi kolosnikli panjara 11 loyihalangan. Ushbu kolosnikni mavjud kolosnikdan farqi shundaki unga qo‘shimcha tarzda o‘rnatilgan trapetsiyasimon qo‘zg‘almas kolosniklar arraning ikki yon tomonidan 10-15 mm atrofida kirib turadi. Shunda arra tishlarida ilib olingan tolaning kolosnikdagi ta'siri yuqori bo‘lib iflos aralashmalar ajraladi. Bunda uchta kolosnik bilan xomashyoni ta’siri o‘zgarib boradi. Ya’ni tolani kolosnikka ta'siri kolosnik burchagini o‘zgarishiga bog’liq bo‘ladi. Bunda trapetsiya ko‘rinishidagi ajratuvchi kolosniklar arrali silindriga nisbatan turli burchakda

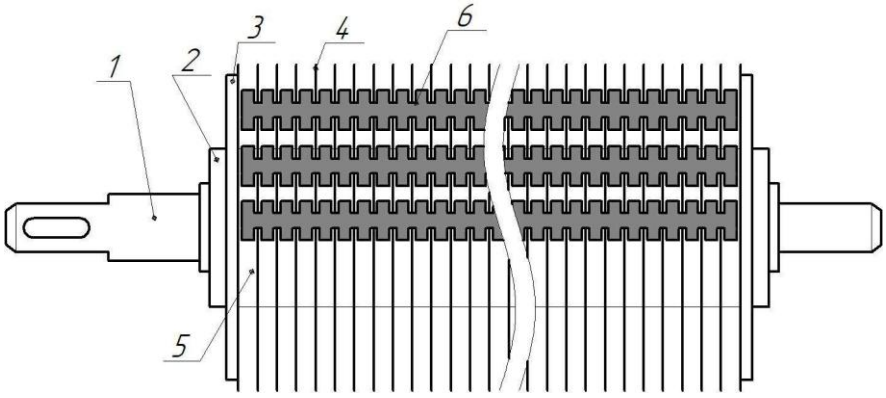
joylashgan. Bunda birinchi kolosnik 57 gradius, ikkinchi kolosnik 81 gradius, uchinchisi esa 105 gradiusni tashkil etadi.

Kolosnik 11 lar ta'sirida ajratilgan iflos aralashmalar ulyuk va begona aralashmani chiqarish shnegi 10 yordamida mashinadan chiqib ketadi.

Arra silindridan tolani ajratish maqsadida havo oqimi yordamida ajratilib so‘ngra ajratilgan tola aralash havo oqimi so‘rib olinadi. So‘rib olingan havo tarkibidagi tolani KV kondensor yordamida ajratilib press mashinasiga uzatiladi.

Ishchi kamerada tolasi ajratilgan chigitlarni chigit tarog‘i 6 orqali sozlash mumkin bo‘lib bunda chigit tarkibidagi qoldiq tukdorlik nazorat qilib boriladi.

Mazkur taklif etilayotgan mashinada o‘rnatilgan ifloslikni ajratuvchi kolosnikli panjara hamda mashina silindri 2- rasmda keltirilgan.



2- rasm. Takomillashtirilgan 8DP- 90 rusumli jinning arrali silindri. *1- val, 2-gayka, 3-shayba, 4- arrali silindr, 5- qistirma, 6- trapetsya shaklli qo‘zg‘almas kolosniklar.*

Jin sinovdan muvoffaqiyatli o‘tkazilib, ishlab chiqarishga keng joriy etiladi. 8DP-90 rusumli jinni ishlab chiqarishga joriy etilishi mavjud 130 arrali jinga qaraganda navlar bo‘yicha ish unumdorlikni bir arraga o‘rtacha 20-25 % ga oshirishga erishish mumkin. Jinni o‘zida tolani tozalash uchun jin ishchi kamerasi orqa qismiga 3 dona kolosniklardan iborat bo‘lgan kolosnikli panjara ahamiyati yuqori [7].

Bunda kolosniklar oraliq masofasi 60 mm ni, arrali silindr radiusiga nisbatan og‘ish burchagida joylashgan bo‘lib, arra silindrini 63 gradusini egallaydi. 90 arrali jinda paxtani jinlashdan ishlab chiqarilgan tola jindagi 3 dona kolosniklardan iborat bo‘lgan kolosnikli panjarada tozalanganda toladagi nuqsonlar va iflos aralashmalarning massaviy ulushi o‘rtacha 3,44 % ni tashkil etib, tola sifati mavjud konstruksiyali 2 dona induvidual kolosnikli jindan ishlab chiqarilgan tola sifatiga qaraganda sezilarli yaxshilanishiga erishish mumkin. Bunda jinning tola bo‘yicha tozalash samaradorligi o‘rtacha 25,4 % ga teng bo‘lib, mavjud konstruksiyali jinning tozalash samaradorligiga qaraganda o‘rtacha 8,0 % ga yuqori bo‘lgan. 8DP- 90 rusumli arrali jindagi tozalash mashinasini samaradorligini o‘rganish maqsadida ishlab chiqarishda tajriba tadqiqot ishlari olib borish maqsadga muvofiq [8]. Tajribalar paxta tozalash korxonasida qo‘l bilan terilgan qiyin tozalanuvchan S-6524 seleksiyali I va III navli 2-3 sinflardagi paxtalarda o‘tkazish mumkin. Tadqiqot ishlari davrida paxtani jinlashdan ishlab chiqarilgan va jinda tozalanmagan hamda tozalangan tolaning sifati jinning orqa tomoniga tolani tozalash uchun o‘rnatilgan 3 dona kolosniklardan iborat bo‘lgan kolosnikli panjarani echish, o‘rnatish hamda trapetsiya burchagini arra o‘qiga nisbatan o‘zgartirilgan holda tajribalar asosida aniqlash mumkin.

Dastlabki namligi 9,5 %, iflosligi 6,1 %, jin tarnovidagi namligi 9,2 %, iflosligi 1,8 % bo‘lgan S-6524 seleksiyali I nav 2- sinfli paxtani jinlashdan ishlab chiqarilgan tozalanmagan toladagi nuqsonlar va iflos aralashmalarning massaviy ulushi o‘rtacha 2,61 % ga teng bo‘ladi. Ushbu tola jindagi kolosnikli panjarada tozalangandan so‘ng toladagi nuqsonlar va iflos aralashmalarning massaviy ulushi o‘rtacha 2,06 % ni tashkil etishi, jinning o‘zida tola sifati 0,51 % ga yaxshilanishi kutiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. R.Sh. Sulaymonov, M.X. Axmedov, M.M. Ochilov. Arrali jinda tolani tozalash jarayonini modellashtirish. Respublika ilmiy-amaliy onlayn tezislar to‘plami II – sho‘ba. Paxta sanoati, mexanika, to‘qimachilik xomashyolarini qayta ishlashning dolzarb muammolari va ularning innovatsion echimlari. Toshkent. TTYeSI. 2020. - 123- 126 b.
2. Sulaymonov R.Sh., Karimov U.K., Marufxanov B.X., Umarxodjayev D.X. Повышения эффективности очистки волокна трудноочищаемых селекций//Проблемы механики. Toshkent, 2017.-№1.-C.-80-82.
3. O‘zDst 592-2016. Paxtaning iflosligini aniqlash usuli. Toshkent 2008, 12 б.
4. Shukhratov, Sh., Milašius, R., Gafurov, J., Mardonov, B., Gafurov, K., Repon, R. Md. Investigation of Open End Yarn Tension Using an Elastic Yarn-Guide. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2021; 29, 4(148): 43-47. DOI: 10.5604/01.3001.0014.8230.
5. Shukhratov, Sh., Milašius, R., Gafurov, K., Maksudov, R., Gafurov, J., Tojimirzaev, S. Improvement in the Design and Methods of Calculation of Parameters of Vibration Multifaceted Gridirons of Natural Fibre Cleaners. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2021; 29, 5(149): 29-33. DOI: 10.5604/01.3001.0014.9292.
6. Mishfa, K.F., Alim, M.A., Repon, M.R., Shukhratov, Sh. et al. Preparation and characterization of snake plant fiber reinforced composite: A sustainable utilization of biowaste. SPE Polym. 2023; 1-10. DOI: 10.1002/pls2.10108.
7. Shukhratov, S.; Akhmedov, J. The Choice of Raw Materials for the Production of Bicomponent Yarn. PTLICISIWS-2, 4–5 May 2023, Namangan, Uzbekistan. IOP Conference Proceedings, Volume 3045, Issue 1, March 11, 2024.
8. Yakubov, I.; Shukhratov, S.; Murodov, R. Creation of a Mobile Device for the Transportation of Cotton and Analysis of its Mobile Transmissions. PTLICISIWS-2, 4–5 May 2023, Namangan, Uzbekistan. IOP Conference Proceedings, Volume 3045, Issue 1, March 11, 2024

Ramazonov Sobirjon Said o‘g‘li – Buxoro davlat texnika universiteti Texnologik mashina va jihozlar kafedrasi magstranti. Tel.:+99894-549-34-84. Email: ramazonov01@gmail.com

Ismoyilov Furqat Barotovich – Buxoro davlat texnika universiteti Texnologik mashina va jihozlar kafedrasi dotsenti PhD. Tel.:+99893-687-66-85. Email: ismoyilovfurqat@mail.ru

MILLIYLIK VA ZAMONAVIYLIK UYG‘UNLIGI: O‘ZBEK LIBOS DIZAYNIDA YANGI YO‘NALISHLAR

Muxitdinova M.A., Bebutova N.N.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada o‘zbek libos dizaynida milliylik va zamonaviylikning o‘zaro uyg‘unlashuvi, dizayn sohasida shakllanayotgan yangi yo‘nalishlar, an’anaviy naqsh va gazlamalarning zamonaviy modadagi talqinlari va o‘zbek dizaynerlarining xalqaro moda maydonlarida milliy elementlarni zamonaviy uslub bilan uyg‘unlashtirish borasidagi tajribalari tahlil etilgan.*

Kalit so‘zlar: *libos dizayni, milliylik, zamonaviylik, atlas, adras, moda, innovatsiya, dizayner, milliy qadriyat.*

HARMONY OF NATIONALITY AND MODERNITY: NEW TRENDS IN UZBEK FASHION DESIGN

Mukhitdinova M.A., Bebutova N.N.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The article analyzes the combination of nationalism and modernity in Uzbek fashion design, new trends emerging in the field of design, interpretations of traditional patterns and fabrics in contemporary fashion, as well as the experience of Uzbek designers in combining national elements with contemporary style in the international fashion arenas.*

Keywords: *clothing design, national identity, modernity, atlas, adras, fashion, innovation, designer, national value.*

***K*irish.** Bugungi globallashuv jarayonida milliy qadriyatlarni saqlab qolish va ularni zamonaviy talablarga moslashtirish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, o‘zbek libos dizayni sohasida milliylik va zamonaviylikning uyg‘un holda namoyon bo‘lishi xalqimizning madaniy merosini yangi bosqichda rivojlantirish imkonini bermoqda. Toshkent shahri hokimi Shavkat Umurzoqov «Toshkent shahrida milliylikni keng targ‘ib qilishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi qarorni imzoladi.

Milliy liboslar nafaqat o‘tgan asrlar tarixini eslatadi, balki bugungi kunda ham o‘zining betakror go‘zalligi, ma’naviy mazmuni va estetik qiymati bilan ajralib turadi. Shu nuqtai nazardan, milliy libos dizaynida zamonaviy elementlarni uyg‘unlashtirish – bu nafaqat modaning yangi yo‘nalishi, balki madaniy o‘zlikni saqlab qolishning muhim omilidir.

O‘zbek liboslarining tarixiy shakllanishi. O‘zbek liboslarining shakllanish tarixi xalqimizning turmush tarzi, iqlimi, diniy e’tiqodi va ijtimoiy hayoti bilan chambarchas bog‘liq. Har bir hududning o‘ziga xos libos uslubi mavjud bo‘lib, ular bezaklari, ranglari, gazlama turlari va tikilish texnikalari bilan farq qiladi. Masalan, Buxoro, Xiva, Samarqand, Farg‘ona kabi hududlarda ipak, adras, shoyi, beqasam kabi gazlamalardan keng foydalanilgan. Ularning naqshlarida xalqning dunyoqarashi, tabiatga munosabati va estetik didi aks etgan. Ayniqsa, atlas va adras matolari o‘zbek liboslarining eng muhim ramziga aylangan.

Milliylik – bu xalqning o‘ziga xosligini ifodalovchi asosiy mezonlardan biridir. Libos dizaynida milliylikni aks ettirish deganda, milliy gazlamalardan foydalanish, an’anaviy naqshlar, rang uyg‘unligi va chok uslublariga e’tibor berish tushuniladi. Bugungi kunda o‘zbek dizaynerlari tomonidan yaratilayotgan kolleksiyalarda qadimiy naqshlar, atlas va adras matolari, milliy chok uslublari zamonaviy fason va detal bilan uyg‘unlashtirilmoqda. Bu esa o‘zbek modasining xalqaro miqyosda tanilishiga xizmat qilmoqda.

Milliy va zamonaviy uslublarning uyg‘unlashuvida innovatsiyalar ta’siri. Zamonaviy moda texnologiyalari, yangi gazlama turlari, lazerli kesish, 3D modellashtirish va kompyuter dizayni kabi innovatsiyalar o‘zbek dizaynerlariga yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Zamonaviylik – bu qulaylik, funksionallik va estetikaning bir butunligidir. Shu bois, o‘zbek liboslarida milliy elementlar saqlangan holda ularning zamonaviy talqini – kundalik hayot uchun mos, yengil va ergonomik shakllarda ifodalanmoqda.





Bugungi o‘zbek modasida milliylik va zamonaviylikni uyg‘unlashtirish orqali yangi yo‘nalishlar shakllanmoqda. Masalan, atlasdan tikilgan zamonaviy fasonli ko‘ylaklar, adrasdan tayyorlangan kundalik kiyimlar yoki milliy naqshlar bilan bezatilgan paltolar – bu yangi moda tendensiyalaridir. Yosh dizaynerlar milliy naqsh va ranglardan ilhomlanib, minimalizm, oversize yoki street-style uslublarida milliy elementlarni kiritib, yangi dizayn yo‘nalishlarini yaratmoqda. Bu

esa yosh avlod orasida milliy liboslarga bo‘lgan qiziqishni kuchaytirmoqda. XXI asr – bu zamonaviylik, tezkorlik va globallashuv asridir. Axborot oqimlari, moda sanoati, texnologiyalar tez sur’atda rivojlanayotgan bir paytda milliy qadriyatlarni saqlab qolish har bir xalq uchun muhim masalaga aylanmoqda. Shu jumladan, o‘zbek xalqi uchun ham milliy liboslar – bu faqat kiyim emas, balki madaniyat, tarix va ma’naviyat timsolidir. O‘zbek xalqining libos madaniyati ming yillik tarixga ega bo‘lib, u avloddan-avlodga o‘tib, xalqning estetik qarashlari, dunyoqarashi va turmush tarzini ifoda etgan. Har bir davrda liboslar o‘zgarib borgan, lekin ularning tub mohiyatida milliylik saqlanib qolgan.

Bugungi kunda dizaynerlar milliy liboslarni qayta talqin qilish, ularni zamonaviy moda bilan uyg‘unlashtirish orqali yangi kolleksiyalar yaratishmoqda. Bu jarayon ikki asosiy maqsadga xizmat qiladi:

Milliy qadriyatlarni asrab-avaylash va ularni yosh avlodga yetkazish. O‘zbekiston modasini xalqaro miqyosda targ‘ib etish va global tendensiyalarga moslashtirish. Zamonaviy moda dunyosida milliy unsurlarni qayta jonlantirish, o‘zlikni yo‘qotmagan holda yangicha dizayn yechimlari topish – bu ijodiy jarayonning eng muhim yo‘nalishlaridan biridir. Ayniqsa, o‘zbek modasida atlas, adras, beqasam, shoyi kabi milliy matolarni zamonaviy fasonlar bilan uyg‘unlashtirish natijasida yangi shakl va uslublar paydo bo‘lmoqda.

Libos dizayni nafaqat tashqi ko‘rinish, balki insonning ruhiy holatini, estetik didini ifoda etuvchi san’atdir. Shu sababli, milliylikni saqlagan holda zamonaviy modani yaratish – bu dizaynerning mahorati, ilmiy tahlil va ijodiy tafakkurining mahsulidir. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan ilgari surilayotgan “Yangi O‘zbekiston – yangi hayot” konsepsiyasi ham milliy o‘zlikni zamonaviy yondashuv bilan uyg‘unlashtirish g‘oyasini ilgari suradi. Dizayn sohasidagi talabalar va yosh mutaxassislar uchun bu g‘oya ilhom manbaiga aylanib, ularni milliy modaning rivojiga hissa qo‘shishga undaydi.

Demak, milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi – bu nafaqat modadagi yangi yo‘nalish, balki madaniyatimizni asrash va rivojlantirishning muhim vositasidir. Ushbu maqolada o‘zbek liboslarining tarixiy ildizlari, milliylikning dizayndagi o‘rni, zamonaviy modadagi yangiliklar va istiqbollar keng yoritiladi.

Shu bois, Buxoro davlat texnika universitetida ham har juma kunlari talabalar milliy kiyimlarda kelishadi. Bundan maqsad yoshlar orasida milliy liboslarni targ‘ib qilish va millliyligimizni tiklashdan iborat.



Qadimgi davrlarda o‘zbek liboslarining tarixiy shakllanishi. O‘zbek liboslarining shakllanish tarixi ming yilliklar davomida xalqimizning turmush tarzi, iqlimi, diniy e’tiqodi va

ijtimoiy hayoti bilan chambarchas bog‘liq holda rivojlanib kelgan. Har bir davr, har bir mintaqa o‘ziga xos libos uslubiga ega bo‘lgan. O‘zbekiston hududida yashagan qadimiy xalqlar – so‘g‘dlar, xorazmiylar, baxtiylar, turklar – o‘z kiyim-kechaklari orqali nafaqat iqlim sharoitiga, balki o‘z davrining madaniy darajasiga ham guvohlik bergan.

Arxeologik topilmalar, tarixiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, qadimgi Baqtriya va So‘g‘diyona davrida liboslar asosan tabiiy matolardan – jun, paxta, ipak va charm mahsulotlardan tayyorlangan. Ayniqsa, ayollar liboslari bezakli, erkaklar liboslari esa ko‘proq amaliy, harakat uchun qulay bo‘lgan. O‘sha davrlarda rang tanlash va naqsh ishlashda tabiatdan ilhom olish odat bo‘lgan. Masalan, quyosh, oy, yulduz, suv, daraxt shakllari naqshlarda keng ishlatilgan. Shu sababli liboslar nafaqat kiyim, balki insonning dunyoqarashini ifoda etuvchi badiiy vosita sifatida qadrlangan.

O‘rta asrlarda, xususan, Amir Temur davrida liboslar jamiyatdagi ijtimoiy tabaqani bildiruvchi vosita sifatida ham muhim rol o‘ynagan. Saroy kiyimlari juda hashamatli, qimmatbaho matolardan tikilgan bo‘lib, ularning bezaklarida oltin va kumush iplar ishlatilgan. Ayollar atlas va shoyi matolardan tayyorlangan keng etakli ko‘ylaklar, ustidan esa yengil ro‘mollar yoki sharflar taqib yurishgan.

Temuriylar davrida Buxoro, Samarqand va Hirot kabi shaharlarda ipak to‘qimachilik rivoj topgan. Bu esa libos dizaynida rang-baranglik, bezakli naqshlar, zarbop matolar paydo bo‘lishiga sabab bo‘lgan. O‘sha davr liboslari bugungi o‘zbek libos dizayni uchun ham ilhom manbai bo‘lib xizmat qilmoqda.

XIX asrda Buxoro, Xiva va Qo‘qon xonliklari davrida har bir hududning libos madaniyatida farqlar mavjud bo‘lgan. Masalan, Xivada ipak matolarga geometrik naqshlar tushirish keng tarqalgan bo‘lsa, Farg‘onada atlas va adras matolari o‘zining nozik rang uyg‘unligi bilan mashhur bo‘lgan.

Erkaklar do‘ppi, chopon va belbog‘ kiygan bo‘lsa, ayollar atlas ko‘ylak, kamzul va ro‘mol bilan o‘z libosini to‘ldirgan. Shu davrda liboslar iqlimga mos, amaliy jihatdan qulay va shu bilan birga bezak jihatdan chiroyli bo‘lgan.

O‘zbekiston mustaqillikka erishgach, milliy libos madaniyatiga bo‘lgan e’tibor yanada ortdi. Qadimiy atlas, adras, beqasam, zardo‘zi kabi gazlamalar qayta tiklandi, milliy dizayn uslublari zamonaviy modaga singdirila boshlandi.

Har yili o‘tkazilayotgan “O‘zbekistonda Milliy liboslar festivali”, “Tashkent Fashion Week” kabi tadbirlar milliy modaning xalqaro miqyosda targ‘ib qilinishiga xizmat qilmoqda. Bu esa o‘zbek dizaynerlariga o‘z ijodlarini namoyish etish, tajriba almashish va yangi yo‘nalishlar yaratish imkonini bermoqda.

Milliylikning libos dizaynidagi o‘rni va mohiyati. *Milliylik* – bu xalqning o‘ziga xos madaniyati, urf-odatlari, qadriyatlari va estetik didini ifodalovchi eng muhim belgilardan biridir. O‘zbek xalqining milliy libos madaniyati esa ana shu milliylikning eng yorqin ko‘rinishidir. Liboslar nafaqat insonni tashqi muhitdan himoya qiluvchi kiyim sifatida, balki xalqning tarixiy xotirasi, turmush tarzi va san’atini ifodalovchi madaniy belgidir. Milliylik – xalqning asrlar davomida shakllangan urf-odatlari, diniy e’tiqodi, an’analari, me’morchiligi, xalq og‘zaki ijodi va libos madaniyatida o‘z aksini topadi. Libos orqali insonning kelib chiqishi, ijtimoiy mavqei, yosh davri, hatto oilaviy ahvoli haqida ham ma’lumot olish mumkin. Masalan, o‘zbek ayollarining atlas yoki adras ko‘ylaklari, erkaklarning do‘ppilari, belbog‘lari va choponlari xalqimizning estetik qarashlari va milliy didini yaqqol ko‘rsatib beradi. Har bir naqsh, har bir rang ramziy ma’noga ega. Qizil rang – hayot va quvonch, yashil – tabiat va poklik, ko‘k esa – osmon va erkinlikni bildiradi.

O‘zbekiston mustaqillikka erishgach, milliylikni saqlash va uni yoshlar orasida keng targ‘ib etish davlat siyosatining muhim yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Shuning uchun bugungi kunda libos dizayni nafaqat estetik, balki ma’naviy ahamiyatga ham ega. Liboslar orqali qadimiy qadriyatlarni saqlab qolish, ularni zamon ruhiga mos shaklda talqin etish dizaynerlarning asosiy vazifasiga aylandi. Shu bois, hozirgi dizaynerlar eski naqshlarni, an’anaviy shakllarni qayta

o‘rganib, ularni zamonaviy liboslarga uyg‘unlashtirishmoqda. Masalan, atlas, adras, zardo‘zi, beqasam kabi milliy gazlamalar asosida yaratilgan liboslar nafaqat ichki bozorda, balki xalqaro podiumlarda ham e’tirof etilmoqda. Ularning har biri o‘zbek milliyligining badiiy ifodasi sifatida qadrlanadi.

Har qanday dizaynda, xususan libos dizaynida ruhiy uyg‘unlik, milliy g‘oya va estetik go‘zallik muhim rol o‘ynaydi. Milliylik bu ruhni beradi. Chunki milliy ruh bo‘lmagan dizayn o‘zligini yo‘qotadi. Shu sababli, o‘zbek dizaynerlari libos yaratishda doimo xalq ijodidan, milliy naqshlardan, tarixiy gazlamalardan ilhom olishadi. Masalan, Buxoro zardo‘zlik san’ati, Farg‘ona atlaslari yoki Marg‘ilon adraslari – bular o‘zbek modasining ildizidir. Bugungi dizaynerlar ana shu boy madaniy merosni qayta talqin qilib, uni zamonaviy shaklda ifoda etish orqali o‘z milliy o‘zligini dunyoga tanitmoqda.

Xulosa. O‘zbekiston bugungi kunda o‘z milliy qadriyatlarini saqlagan holda zamonaviy rivojlanish yo‘lidan bormoqda. Bu jarayon libos dizaynida ham o‘z aksini topmoqda. Milliy kiyimlarimiz o‘zining nafisligi, tabiiy matolari va o‘zbek xalqiga xos bezaklari bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, zamonaviy uslublar, yangi texnologiyalar va dizayn g‘oyalari bilan boyitilib, yangi avlod kiyimlariga aylangan.

Prezident tashabbuslari va davlat dasturlari orqali milliy liboslarimizni tiklash, yosh dizaynerlarni qo‘llab-quvvatlash, milliy moda brendlarini yaratish yo‘lida muhim ishlar amalga oshirilmoqda. Bu esa nafaqat xalqimizning milliy o‘zligini saqlab qolishga, balki uni dunyo miqyosida targ‘ib etishga xizmat qilmoqda.

Shunday qilib, libos dizaynida milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi – o‘zbek madaniyati, go‘zallik tuyg‘usi va ijodkorlik salohiyatining yorqin ifodasidir.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Internet manbalari:www.modatex.uz, www.uzbekfashionweek.com.
2. Karimova, N. “O‘zbek milliy liboslarida an’anaviylik va zamonaviylik uyg‘unligi.” – O‘zbekiston san’ati jurnali, 2023, №2, 45–52-betlar.
3. Hunarmandchilikni yanada rivojlantirish va hunarmandlarni har tomonlama qo‘llab-quvvatlash chora-tadbirlari to‘g‘risida. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti farmoni, 17.11.2017-y., PF-5242-son.
4. Aholini hunarmandchilikka jalb qilish va hunarmandchilik faoliyatini rivojlantirish uchun qulay shart-sharoitlar yaratish to‘g‘risida. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti farmoni, 12.06.2023-y., PF-91-son.
5. Rasulova, D. “O‘zbek modasida milliy qadriyatlarning o‘rni.” – Moda va Dizayn, Toshkent, 2022, 2-bet.
6. To‘laganova, M. Milliy libos san’ati va zamonaviy dizayn yo‘nalishlari. – Toshkent: San’at nashriyoti, 2021, 3-bet.
7. Saidova, G. Milliy liboslarda estetik did va rang uyg‘unligi. – Badiiy ta’lim, 2023, №4, 4-bet.
8. Qodirova, S. Dizayn asoslari va xalq amaliy san’ati elementlari. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2020, 4-5 betlar.
9. Rahimova Z. O‘zbek ayollar libosidagi badiiy obrazlar. – San’at va Madaniyat, 2023, 5-6 bet.
10. Ismoilova, N. “Zamonaviy dizaynda ekologik yondashuv.” – Yosh dizaynerlar ilmiy to‘plami, 2023, 3-bet.

Muxitdinova Madinabonu A’zam qizi - Buxoro davlat texnika universiteti Dizayn libos va gazlamalar yo‘nalishi talabasi, Tel:+998944241125 (c), E-mail: madina1125a@gmail.com

Bebutova Nargiza Narzullayevna- PhD, Buxoro davlat texnika universiteti “Yengil sanoat muhandisligi va dizayn” kafedrasi dotsenti, Tel:+998997020660

YOSHI KATTA AYOLLAR FE'L-ATVORI BELGILARI BO'YICHA ISTE'MOLCHILARNING TIPOLOGIK XUSUSIYATLARINI ANIQLASH

Nematova L.X., Qodirova D.X.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada yoshi katta odamlar tomonidan ijtimoiy xulq-atvor amaliyotini tanlash va amalga oshirish jamiyatda sodir bo'layotgan jarayonlar va hodisalarga, ijtimoiy institutlar va tashkilotlarning faoliyatiga, shaxsning hayotini tartibga soladigan ijtimoiy muhit bilan o'zaro ta'siri xususiyatlariga, shaxsning qadriyat yo'nalishlariga, jamiyatda qabul qilingan an'analar, me'yor va qoidalar, insonning induvidual xususiyatlari va boshqalarga bog'liqlik tahlili.*

Kalit so'zlar*: induvidual, yoshi kattalar, tana holati, tipologiya, model.*

DETERMINING THE TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CONSUMERS BASED ON BEHAVIORAL TRAITS OF ELDERLY WOMEN

Nematova L.Kh., Qodirova D.Kh.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article analyzes how the choice and implementation of social behavior by elderly induviduals depend on processes and phenomena occurring in society, the activities of social institutions and organizations, the nature of interaction between the induvidual and the social environment that regulates their life, the person's value orientations, established traditions, norms and rules in society, as well as induvidual characteristics and other influencing factors.*

Keywords: *induviduality, elderly people, body posture, typology, model.*

Iste'molchi ehtiyojlarini maksimal qondirish maqsadida sanoat korxonalarining strategik qarori bo'lib savdo bozorini narx segmentlariga ajratish hisoblanadi. Bunda maqsadlilik tamoyili iste'molchilar bozorining maqsadli marketingi va tipologizayasi (segmentasiyasi) dan foydalanish orqali ta'minlanadi. Tipologizasiya ostida aholining iste'mol fe'l-atvorining belgilari (KSA), antropomorfologik va psixofiziologik xususiyatlar umumiyligi bilan ajralib turadigan bir jinsli guruhlarini ajratib ko'rsatish tushuniladi [1-3].

Iste'molchi fe'l-atvori – bu o'zini marketing bilimlarining mustaqil tarmog'i deb harakat qilayotgan nisbatan yangi tarmog'i, turli (odatda maqsadli) iste'molchilar guruhlari fe'l-atvorining o'ziga xos xususiyatlarini, marketing tadqiqotlarining birinchi navbatda, ularning sotib olish qarorlari bilan bog'liqligini tavsiflovchi asosiy yo'nalishi bo'lib hisoblanadi [4].

Fe'l-atvor konstruktiv amaliyotlarini amalga oshirish yoshi katta odam bir-birini to'ldiruvchi ikkita maqsadga intilishini ko'rsatadi. Birinchisi – ijtimoiy muhitga ta'sir qilish, unga hukmronlik qilish, bu ijodiy faollikda va ijtimoiy o'zaro ta'sirning yangi shakllarini izlashda (chegaralarini kengaytirishda), shu jumladan, kelajakda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan salbiy o'zgarishlarni tushunishni hisobga olgan holda, namoyon bo'ladi. Ikkinchisi – ijtimoiy faollikni saqlab qolish, odatiy qiyofani, turmush tarzini o'zgartirmaslik. Masalan, nafaqaxo'rlarning ijtimoiy faolligi chegaralari odamlar hayotini tartibga soluvchi qadriyatlar, an'analar, me'yorlar va xulq-atvor qoidalari tizimi bo'lgan ijtimoiy muhit bilan belgilanadi.

Yoshi katta odamlar tomonidan ijtimoiy xulq-atvor amaliyotini tanlash va amalga oshirish jamiyatda sodir bo'layotgan jarayonlar va hodisalarga, ijtimoiy institutlar va tashkilotlarning faoliyatiga, shaxsning hayotini tartibga soladigan ijtimoiy muhit bilan o'zaro ta'siri xususiyatlariga, shaxsning qadriyat yo'nalishlariga, jamiyatda qabul qilingan an'analar, me'yor va qoidalar, insonning induvidual xususiyatlari va boshqalarga bog'liq bo'ladi. Yoshi katta odamlarning ijtimoiy fe'l-atvorining amaliyotlarini tanlash va amalga oshirishga ayniqsa ta'limning mavjudligi (eng muhim omil), oilaviy daromad, bandlik va ijtimoiy himoya olish imkoniyati, jamiyatning ijtimoiy muammolarni hal qilishdagi ishtiroki kabi ijtimoiy-madaniy omillar [5] ayniqsa ta'sir ko'rsatib, bu esa o'z navbatida, ushbu yosh odamlarning ijtimoiy kapitalini shakllantirish uchun zarur bo'lgan ijtimoiy resurslarni belgilaydi.

Shunday qilib, yoshi katta odamlarning ijtimoiy faolligi chegaralari odamlar hayotini tartibga soluvchi qadriyatlar, an'analar, me'yorlar va fe'l-atvori qoidalari tizimi bo'lgan ijtimoiy muhit bilan belgilanadi.

Yoshi katta odamlar orasida iste’mol fe’l-atvorining har xil turlarining tarqalishi darajasini aniqlash uchun ayollarning mualliflik empirik marketing tadqiqotlari natijalarini (N=350) ko‘p qirrali tahlili bajarildi. Ushbu qismda iste’molchilarning fe’l-atvori belgilarining uch o‘lchovli birikmasi natijalari taqdim etilgan. Yoshi katta ayollarning iste'mol fe’l-atvori belgilari (KSA) birikmasining daromad darajasi va ularning bandligi bo‘yicha ikki o‘lchovli taqsimlanishi tahlili shuni ko‘rsatdiki, respondentlarning 65% to‘liq kunlik ishlaydilar yoki ularning aksariyati to‘liq ishlashda davom etmoqda (respondentlarning 41%), qolganlarning bandligi vaqtinchalik, tasodifiy, norasmiy xarakterga ega (1-jadval).

Shuni ta’kidlash kerakki, ishlashni istagan yoshi katta odamlarning hammasi ham bunday imkoniyatga ega emas. 55-65 yoshdagi ishlamaydigan nafaqaxo‘rlar orasida har uchtadan bir kishi ishlash istagini bildirgan. Ular uchun tadbirkor, uyda bola parvarishi, repetitorlik, ta’mirlash va tikuvchilik xizmatlarini ko‘rsatish sKSAtida erkin grafik bilan bog‘liq ish eng ma’quldir.

Yoshi katta odamlarni nafaqa yoshidan keyin mehnat faoliyatini davom ettirishga, qo‘shimcha ish qidirishga va hok. undaydigan asosiy sabablar – moddiy sabablardir. Ushbu tamoyilga ko‘ra, respondentlarning daromad darajasi bo‘yicha taqsimlanishini ko‘rib chiqamiz. Respondentlarning aksariyati daromadning eng past darajasiga (20-60 u.e.) ega – 53%, keyingi daromad darajasi 61-150 u.e.–22%, eng yuqori daromad (501 u.e. va undan yuqori) esa ularning 5% ni tashkil qiladi. Bu odatda yuqori maoshli ishlarga ega bo‘lgan kichik oiladir.

1-jadval. Tanlanmadagi yoshi katta ayollarning daromad darajasi va ijtimoiy holati bo‘yicha taqsimlanishi, (N=350)

Ijtimoiy ahvoli	Daromad darajasi: har bir oila a’zosiga, (so‘m)					
	20-60 u.e	61-150 u.e	151-300 u.e	301-500 u.e	501 va undan yuqori u.e	Jami
Ishlaydigan (maishiy xizmat)	40	20	6	4	3	73
Uy bekasi	31	10	8	3	2	54
O‘qituvchi	35	17	10	12	5	79
Nafaqaga chiqan	43	12	7	3	3	68
Tadbirkor	38	17	9	6	5	76
Jami:	187	76	40	28	19	350
%	53	22	12	8	5	100

Odatda ishlab chiqaruvchilar iste’molchining ma’lum bir portretiga yo‘nalish olib, bu boshqa narsalar qatorida uslub turini ham o‘z ichiga oladi. Zamonaviy kiyim ishlab chiqaruvchilarning reklama materiallari tahlili shuni ko‘rsatdiki, ularning hech biri yoshi katta iste’molchilarni katta miqyosda maqsadli guruh sKSAtida tanlamagan. Sanoat assortimentini yoshi katta iste’molchi ayollar talablariga moslashtirish vazKSAsi ularning uslubiy afzalliklarini aniqlash orqali hal qilinishi mumkin.

Kolleksiya uslubini tanlash dizaynda eng muhim omilidir [6-8]. “Kiyimda qanday kiyinish uslubini afzal ko‘rasiz?” degan savolga ayollarning 45% klassik uslubni, 25% hijob uslubini, 14% milliy an’analarga mos uslubni tanlagan (2-jadval). Respondentlarning atigi 10% “Kejual” uslubni aytishgan. Ko‘pchilik tekis bo‘yalgan emas, balki printli matolarni afzal ko‘radi. Printli (yorqin emas) mato qomat kamchiliklarini yashirishga, ko‘zni kiyimdagi nuqsonlardan olib qochishga imkon beradi.

Aniqlandiki, printli mahsulotlarning eng ko‘p miqdorini kundalik kiyim tashkil qilib, bu jami printli mahsulotlarning 38% ni tashkil qiladi. Sport kiyimlari va uy kiyimlari mos ravishda 28% va 23% ni tashkil qiladi. Tantanali marosimlar uchun kiyimlarda print eng kam qo‘llaniladi – jami mahsulotlarning 11%. Yoshi katta iste’molchilarning turlanishiga ta’sir ko‘rsatuvchi keyingi omil – kiyimdagi innovatsiyalarga bo‘lgan munosabatdir.

2-jadval. Tanlanmadagi yoshi katta ayollarning kiyinish uslubi va yoshi bo‘yicha taqsimlanishi

Yosh guruhi	Kiyimda qanday kiyinish uslubini afzal ko‘rasiz?											
	Klassik uslubidagi	%	Sport va kejual uslubida	%	Musulmoncha uslubidagi kiyimlar (Xijob)	%	Milliy uslubidagi kiyimlar	%	Menga baribir	%	Jami	%
50-55 yosh	64	19	14	4	30	9	11	3	9	3	133	38
56-60 yosh	61	17	15	4	29	8	25	7	8	2	133	38
61-70 yosh	30	9	8	2	28	8	13	4	5	1	84	24
Jami:	155	45	37	10	87	25	49	14	22	6	350	100

“Modaga munosabatingiz qanday va unga kiyim tanlashda rioya qilasizmi?” degan savolga jami 5% mehnat faoliyatidagi respondentlar ijobiy javob berishdi, qolganlar yangi tendensiyalarga yoki befarq (17%), yoki kiyim tanlashda faqat o‘z tamoyillariga amal qilishadi (8%). Moda innovatsiyalariga daromadining o‘rtacha darajasi 100 dan 300 gacha u.e. bo‘lgan o‘qituvchilar va tadbirkorlar amal qilishga harakat qilishadi (10%).

3-jadval. Tanlanmadagi yoshi katta ayollarning ijtimoiy holati va modaga munosabati bo‘yicha taqsimlanishi

Nomlanishi	Ijtimoiy holati											
	Ishlaydigan	%	Uy bekasi	%	O‘qituvchi	%	Nafaqaga chiqqan (pensiyada)	%	Tadbirkor	%	Jami:	%
Butkul amal qilaman	16	5	27	8	31	9	25	7	5	1	104	30
O‘z fikrimga amal qilaman	29	8	28	8	43	12	71	20	16	5	187	53
Befarqman	9	3	13	4	7	2	29	8	1	0,3	59	17
Jami:	54	16	68	20	81	23	125	35	22	6	350	100

4- jadval. Tanlanmadagi yoshi katta ayollarning daromad darajasi va modaga munosabati bo‘yicha taqsimlanishi.

Javob variantlari	Daromad darajasi: har bir oila a'zosiga. (so‘m)											
	20-60 u.e	%	61-150 u.e	%	151-300 u.e	%	301-500 u.e	%	501 va undan yuqori u.e	%	Jami:	%
Butkul amal qilaman	42	12	23	7	10	3	4	1	5	1	84	24
O‘z fikrimga amal qilaman	77	22	36	10	21	6	14	4	9	3	157	45
Befarqman	68	19	20	6	9	3	10	3	5	1	112	32
Jami:	187	53	76	22	40	12	28	8	19	5	350	100

Ma’lum bo‘ldiki, 61% respondentlar kiyimlarni muntazam ravishda emas, balki eskirish va yeyilishi tufayli almashtiradi, ya’ni vaqt o‘tishi bilan kiyim antropometrik xususiyatlar (34%) yoki eskirishi (27%) sababli mos kelmaydi, bu esa garderobni yangilash sababining daromad darajasiga kuchli bog‘liqligini ko‘rsatadi. Yoshi katta odamlar odatda qarishidan oldin olingan eski kiyimlarini kiyishga harakat qilishadi, shuning uchun ular to‘g‘ri yoki yarim yopishgan siluetdagi ko‘p funksiyali kiyimlarni sotib olishadi (4 va 5-jadvallar).

5-jadval. Tanlanmadagi yoshi katta ayollarning garderobini yangilashga munosabati

Nomlanishi	Garderobingizni yangilashingizning asosiy sababi?											
	Moda o‘zgarishi	%	Ma'lum bir vaqtga kelib qomatga mos kelmasligi	%	Sovg‘a	%	Eskirishi	%	Boshqa variant	%	Jami:	Jami: %
Butkul amal kilish	18	5	32	9	16	5	31	9	8	2	105	30
Qiziqaman, lekin kiyinishda o‘z fikrimga amal kilaman	30	9	70	20	30	9	40	11	6	2	176	50
Befarqman	10	3	19	5	7	2	25	7	8	2	69	20
Jami:	58	17	121	34	53	16	96	27	22	6	350	100

Yoshi katta ayollarning iste’mol fe’l-atvori tahlili shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy sharoitlarda ularning mehnat faoliyati imkoniyati, ijtimoiy faollikka intilishi yoshi katta odamning moddiy farovonligi (daromadlari) darajasi, shuningdek, ma’lum submadaniyatga mansubligi bilan belgilanadi. Aynan submadaniyat va milliy an’analarga sodiqlik nafaqaxo‘rlar tomonidan kiyim tanlashda yoshi katta ayollarning iste'mol fe’l-atvorini tanlash va amalga oshirishga bevosita ta'sir qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Nematova L.X. Applicftion jf information technologies at the scientific world and intellectual level of students. Novateur publications a Multisciplinary Peer Reviewed journal Volume 6, Issue 5, May-2020. R.41-44.
2. Nematova L.X,Sadullayeva D.A. Introduction of electronic textbooks in the process of teaching students. Novateur publications international journal of innovations in engineering research and technology journal. Volume 7, Issue 5, May-2020. R.270-272.
3. Xujaeva, M. B. (2023). KIYIMLARNI TIKISHDA INSON TANASI O‘LCHAMLARINI OLISH USULLARI. Scientific progress, 4(3), 49-57.
4. Ayollar kiyimlarini loyihalashda iste`molchilarning kastomizasiyasi tamoyillari. “Tafakkur manzili” Respublika ilmiy-uslubiy jurnali. Volume 1. 2022-oktabr/noyabr. 58-62 b. Qodirova D.X., Qodirova S.X.
5. Кадырова Д.Х, НигматоваФ.У, Абдукаримова И. « Особенности дизайн проектирования одежды для пожилых» «Polish siense journal» иссусе 1(34), жануарий 2021, 173стр.

TIKUV MASHINASINING TAXLAMA QURILMADAGI TAXLAM HOSIL QILISHDA TAKOMILLASHGAN TAXLAM BERISHDAGI TISHLARINI TURLI KO‘RINISHDA CHOKLARGA TA’SIRI

Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Taxlam hosil qilishda choklarga ta’sir qiluvchi paramertlarning ratsional qiymatlari natijasida mustahkamligini oshirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Chok berishda taxlam hosil qilish mexanizmini ishlash jarayoni keltirilgan Skladka qurilmasidagi taxlam hosil qiluvchi mexanizmining turli xil burchakdagi tishlarda taxlamlar turli xil bo‘ladi. Matolarda taxlamlar ko‘rinishini yaxshilash, matolarda tikilgan taxlamlar baxyaqator mustahkamligini oshirishga qaratilgan.*

Kalit so‘zlar*: taxlam, baxyaqator mustahkamligi, tishli birikma, yo‘naltiruvchi radius, mokki mustahkamligi, qamrash burchaklari, ratsional qiymat, tezlik va tezlanish.*

THE EFFECT OF THE IMPROVED FEED DOG TEETH ON STITCH FORMATION IN VARIOUS TYPES OF SEAMS IN THE SEWING MACHINE'S FEED MECHANISM

Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B.
Bukhara state technical university.

Annotation*. The problem of increasing the strength of the parameters affecting the seams in the formation of the seam as a result of the rational values was considered. The working process of the mechanism for forming a seam during welding is presented. It is aimed at improving the appearance of fabrics, and increasing the durability of fabrics.*

Key words*: thrust, guide strength, gearing, guide radius, mokki strength, coverage angles, rational value, speed and acceleration.*

Taxlam hosil qilishda choklarga ta’sir qiluvchi paramertlarning ratsional qiymatlari natijasida mustahkamligini oshirish ko‘rib chiqamiz.

Taxlam hosil qilishda tezlikni quyidagicha aniqlaymiz:

$$\frac{\vartheta^2}{2} - gz = h \tag{1}$$

taxlam hosil qilishda OZ o‘qiga nisbatan harakat momentini ifodalaymiz:

$$mom_z(\vartheta) = L^2 \frac{d\theta}{dt} = C \tag{2}$$

Bu yerda L – OZ o‘qidan taxlam hosil qilingangacha bo‘lgan masofa

$$cos\varphi_n = \frac{\mu}{L} \qquad \mu = Lcos\varphi_n \tag{3}$$

Skladka qurilmasidagi taxlam hosil qiluvchi mexanizmining turli xil burchakdagi tishlarda taxlamlar turli xil bo‘ladi. Matolarda taxlamlar ko‘rinishini yaxshilash, matolarda tikilgan taxlamlar baxyaqator mustahkamligini oshirish.

Burma hosil qilishdagi mexanizm tishlaridagi harakatini A(x,y,z) nuqta deb tanlab olib, aylanma harakatdagi ko‘rinishini quyidagicha ifodalaymiz. Bunda (3) ifodani (2) tenglikka qo‘yib:

$$L^2 sin^2\varphi \frac{d\theta}{dt} = C \qquad \text{yoki} \qquad sin^2\varphi \frac{d\theta}{dt} = \frac{C}{L^2} = C_1 \tag{4}$$

Ko‘rinishida ifodalaymiz (4) ifoda taxlam hosil qilishdagi OZ o‘q bo‘yicha harakatini ifodalaydi. Taxlam berishda moki mustahkamligini oshirishda qadamlarni $t_1 > t_2 > \dots t_n$ shartdan foydalanib, ya’ni har bir qadam orasidagi burchaklarni $\varphi_1 > \varphi_2 > \cdots \varphi_n$ shartlarda A nuqtasini ko‘rinishini harakat tenglamasini aniqlaymiz.

A nuqtani har bir qadam bo‘yicha aylanma harakatdagi ko‘rinishini $Ld\varphi_n$ va θ_z o‘qi bo‘yicha ko‘rinishi esa $Lsin\varphi_n d\theta$ aniqlab chok hosil qilishdagi harakat tenglamasini aniqlaymiz:

$$ds^2 = L^2 d\varphi_n^2 + L^2 sin^2\varphi_n d\theta^2 \tag{5}$$

Bundan taxlam hosil qilishdagi tezligini aniqlaymiz:

$$\vartheta^2 = \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = L^2 \left(\frac{d\varphi_n}{dt}\right)^2 + L^2 sin^2\varphi_n \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 \tag{6}$$

(6) tenglikni (1) ifodaga qo‘yib taxlam hosil qilishdagi qadamlariga bog‘liqlik ifodasini aniqlaymiz.

$Z=Lcos\gamma$ $\left(\frac{du_n}{dt}\right)^2 + sin^2\varphi_n\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 - \frac{2g}{L}cos\gamma = \frac{2h}{L}$ (7)

(7) differensial tenglamani macc hosil qilishda tebranma harakatini ifodalaydi. (7) differensial tenglamasi sin2φ_n ga ko‘paytirib quyidagi tenglamani olamiz:

$$sin^2\varphi_n\left(\frac{d\varphi_n}{dt}\right)^2 + \frac{sin^2\varphi_n\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 sin^2\varphi_n}{C^1} - \frac{2g}{L}cos\gamma\ sin^2\varphi_n = \frac{2L}{\frac{L}{h}}sin^2\varphi_n$$

$$sin^2\varphi_n\left(\frac{d\varphi_n}{dt}\right)^2 = \left(h_1 + \frac{2g}{L}cos\gamma\right)sin^2\varphi_n - C_1^2 \quad (8)$$

Turli qadamlarda moki to‘qishda qo‘shishni quyidagicha ifodalaymiz:

$$u = \frac{Z}{L} = cos\varphi_n \quad \text{bundan} \quad \frac{du}{dt} = -sin\varphi_n\frac{du}{dt}$$

u holda (8) ifodani quyidagicha ko‘rinishida aniqlaymiz:

$$\left(\frac{du}{dt}\right)^2 = Fu \quad (9)$$

bu yerda $Fu = \left(h_1 + \frac{2g}{L}\cos\gamma\right)sin^2\varphi_n - C_1^2$ ga teng.

(9) differensial tenglamani integrallaymiz:

$$\frac{du}{dt} = \pm\sqrt{F(u)} \quad (10)$$

(10) ifodadan chok to‘qishda har bir qadam bo‘yicha integrallaymiz.

$$t = \pm\int_{u_n}^{u}\frac{du}{\sqrt{Fu}} \quad (11)$$

Bu yerda u_n choklar hosil qilishdagi qadamlarning boshlang‘ich qiymati.

(11) tenglamadan chok hosil qilishdagi ko‘rinishlar, ya’ni:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{C_1}{sin^2\varphi_n} = \frac{C_1}{1-cos^2\varphi_n} \quad (12)$$

$\frac{d\theta}{dt} = \frac{C_1}{1-u^2}$ (12) ga teng, bu ifodani vaqt bo‘yicha integrallaymiz:

$$\theta(t) = \theta_n + C_1\int_a^t\frac{dt}{1-u^2} \quad (13)$$

Chok to‘qimadagi qadamlar ketma-ketligini qadam orasidagi o‘zgarish burchagiga nisbatan harakatini vaqt bo‘yicha integrallaymiz

ya’ni : $\varphi_n = \varphi_n(t)$, $\theta = \theta\ (t)$

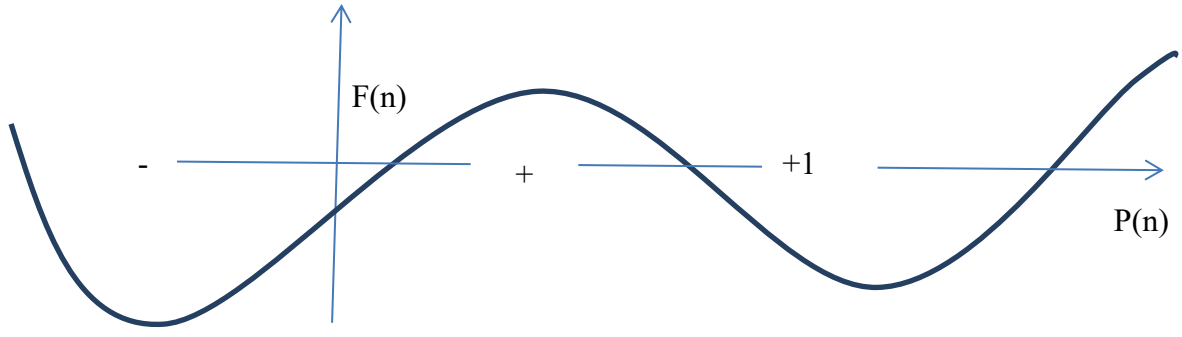
$$\theta = \theta_0 + C_1\int_{u_0}^{u}\frac{d_u}{(1-u^2)F(u)} \quad (14)$$

taxlam hosil qilish mexanizmini turli xil burchak tishlarida chok tikishdagi qo‘shimcha qadamlardagi burchak o‘zgarishi bo‘yicha harakatini ifodalaymiz ya’ni

$$F(u) - \frac{2f}{4}u^3 + \frac{2g}{4}u + h_1 - h_1u^2 - C^2$$

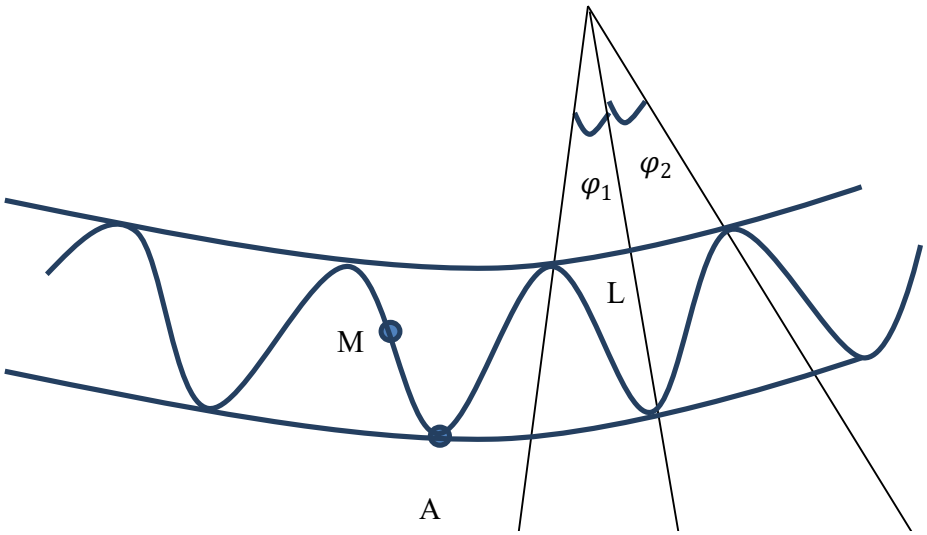
u holda $F(\infty) = -\infty$ va $F(-\infty) = +\infty$ bunda $F(+1) = -c_1^2 > F(-1) - c_1^2$ intiladi

Turli xil qadamlarda choklarni har xil bo‘lgandagi mustahkamligini qo‘llash jarayonida keltirilgan (2-rasm)



1-rasm. Chok qadamlarini ko‘chish sxemasi

Rasmda ko‘rishimiz mumkinki turli xil qadamlarda cho hosil qilishdagi (-∞;+∞) oraliqda mustahkamlikka erishishni ya’ni (-) tomonga kichik miqdorda intilganini ko‘rishimiz mumkin.
Ip hosil qilishdagi turli xil qadamlardan ya’ni $U_1 > U_2 > \cdots U_n$ da tishlar orasidagi turli xil burchaklarda $\varphi_1 > \varphi_2 > \cdots \varphi_n$ dagi holatlarda, bunda $z = Lcos\varphi_n$ ko‘rinishdan



2-rasm. Tishlar qadamlar bilan hosil qilish sxemasi.

Chok hosil qilishda tishlar orasidan quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$U_1U_3 + U_2U_3 + U_1U_3 = -1$$

Bundan:

$$U_1 + U_2 = -\frac{1+U_1U_2}{U_3} > 0 \qquad (15)$$

(15) ifodadan har bir qadam oralig‘ida $(U_1\,U_2/L)\;U_3 < 0$ bundan $U_1 > |U_2|$ kelib chiqadi.

(10) ifodaga asosan quyidagi harakatni quyidagicha ifodalaymiz:

$$T_{12} = \int_{U_2}^{U_3} \frac{du}{\sqrt{F(u)}} \qquad (16)$$

Agar $\varphi = \varphi_1$ dan $\varphi = \varphi_2$ qo‘shganda

$$T_{12} = -\int_{U_1}^{U_2} \frac{du}{\sqrt{F(u)}} = \int_{U_2}^{U_3} \frac{du}{\sqrt{F(u)}} = T_{21}$$

Ya’ni qo‘shishda $T = 2T_{12}$ qadamlar orasidagi masofa o‘zgarishini aniqlash mumkin. Chok hosil qilishdagi qarashlardan

$$\begin{cases} \theta_A - \theta_L = Ç\int_{U_L}^{U_A} \frac{du}{(1-U^2F(u)} \\ \theta_M - \theta_A = -Ç\int_{U_A}^{U_M} \frac{du}{(1-U^2F(u)} = Ç\int_{U_L}^{U_A} \frac{du}{(1-U^2F(u)} \end{cases} \qquad (17)$$

OZ o‘qi bo‘yicha qurish shartidan $\theta_A - \theta_L = \theta_M - \theta_A$ kelib chiqadi.
OZ o‘qiga nisbatan taxlam berish mexanizmini chok hosil qilishdagi harakat tebranish tenglamalarini hosil qilamiz.

$m\ddot{x} = -N\frac{x}{L}$ $\quad$ $m\ddot{y} = -N\frac{n}{L}$ $\quad$ $m\ddot{z} = mg - N\frac{z}{L}$

Bundan: $$z = \sqrt{L^2 - (x^2 + y^2)} = L\left(1 - \frac{x^2+y^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

U holda $x < L$ va $y < L$ shartdan $z \approx L$ ishlatilganda $\ddot{z} \approx x$ ga teng bo‘ladi. Chok hosil qilishdagi bosim kuchi $N = mp$ ga teng bo‘ladi.

Bundan: $\ddot{x} + k^2x = 0$ $\quad$ $\ddot{y} + k^2y = 0$ $\quad$ $k^2 = \frac{y}{L}$ ga teng.

Bu bir jinsli ifodalarni integrallab chok hosil qilishdagi harakat tenglamalarini aniqlaymiz:

$$\begin{cases} x = \text{a sin } (kt + \alpha) \\ y = b \text{ sin } (kt + \beta) \end{cases} \quad (18)$$

(18) ifodadagi a, b, L, p – doimiy qiymatlar. (18) ifodani trayektoriyalarini Maple dasturidan foydalanib grafiklarda tahlillari keltirilgan bunda chok qadamlariga orasidagi burchaklarni turli xil qiymatlarida mustahkamlikka tekshirilgan.

Chok hosil qilishda mustahkamligini ta’minlash jarayonida turli xil qadamlar va tishlar orasidagi burchaklarning o‘zgarishi hisobiga mustahkamligini tekshirishda yuqoridagi grafikarda ko‘rishimiz mumkin, bunda chok qadamlarini o‘zgarishi hamda taxlam hosil qilish mexanizmining burchak teziklarining turli xil qiymatlarida tahlillari keltirilgan.

Chok mustahkamligini tish qadamiga va qamrash burchaklaridagi nazariy tahlili. Turli xil tish qadamlaridagi burchaklaridagi taxlam berishdagi tezliklarini aylanma harakatdagi har bir zonasining oxirgi qismida koordinata boshini o‘rnatamiz va bu qismdan OX o‘qni oqimning teskari tomoniga yo‘naltiramiz. Taxlam berish mexanizmining yo‘naltirilgan oqimning harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi. Asosiy tenglamalarni tozalash zonasiga yo‘naltirgich ta’sirida chok to‘qish harakatini tezliklari bo‘yicha quyidagicha ifodalaymiz.

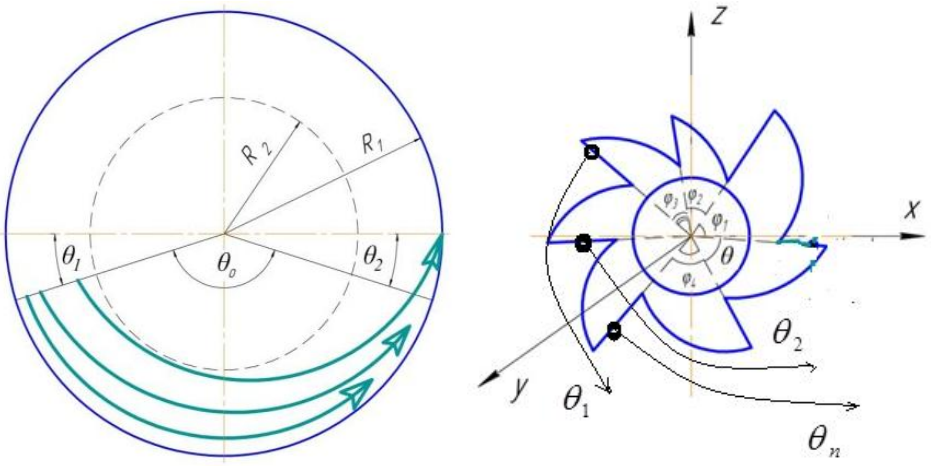
$$\left(\vartheta_r \frac{\partial \vartheta_r}{\partial r} + \frac{\vartheta_\theta}{r} \left(\frac{\partial \vartheta_r}{\partial \theta} - \vartheta_\theta \right) \right) = -\frac{\partial p}{\rho \cdot \partial r} \quad (19)$$

$$\left(\vartheta_r \frac{\partial \vartheta_r}{\partial r} + \frac{\vartheta_\theta}{r} \frac{\partial \vartheta_r}{\partial \theta} + \frac{\vartheta_r \vartheta_\theta}{r} \right) = -\frac{\partial p}{\rho \cdot \partial r} \quad (20)$$

Bu yerda: ϑ_r , ϑ_θ - chok to‘qishdagi radial va ko‘ndalang tezliklari;

r, θ –yo‘naltiruvchi radius va burchak;

$p = p(r, \theta)$ – yo‘naltirgich ta’sirida chok oqimining beriladigan bosim $\mathrm{R} < \mathrm{r} < \mathrm{R} + \mathrm{r}$ va $\theta < \varphi < \theta + \theta_1$ θ_1-tish yo‘naltirgichning chok oqimining uzatishdagi burchagi



3-rasm. Taxlam berishdagi tishlarining tezliklarining harakat sxemasi

Taxlam berish tishlarini yaxshi ilashuvchanligini teng ravishda taqsimlash maqsadida yo‘naltiruvchi moslama ta’siridagi (1) va (2) tengliklardan quyidagi shartlarni qabul qilamiz.

1. Chok hosil qilishdagi tishlarning tezligini burchak tezligi bilan bog‘iqlik ifodasi $\vartheta_\theta = \mathrm{r} \cdot \omega_0$
2. Radial tezlik quyidagicha aniqlanadi $\vartheta_\mathrm{r} = r \cdot \omega(\theta)$
3. Tishlarning yo‘naltirgichi chok oqimiga bosimi quyidagicha aniqlanadi $\mathrm{P} = \mathrm{R} \cdot P_0(\theta)$

Yuqoridagi shartlardan foydalanib (1) va (2) tenglamalarni quyidagicha ifodalaymiz

$$(\omega + \omega_0) \cdot \frac{d\omega}{d\theta} - \omega_0^2 = -\frac{P(\theta)}{\rho \cdot r} \quad (21)$$

$$\omega_0 \cdot \frac{d\omega}{d\theta} + 2 \cdot \omega \cdot \omega_0 = -\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial P}{\rho \cdot \partial \theta} \tag{22}$$

(22) tenglamadan $\frac{\partial P}{\partial \theta}$,ga nisbatan hosilasini hisobga olmagan holda *ω(θ)*ga nisbatan ikkinchi tartibli tenglamani olamiz

$$\frac{d}{d\theta}\left[\left(\omega + \omega_0\right) \cdot \frac{d\omega}{d\theta}\right] - \omega_0 \cdot \frac{d\omega}{d\theta} - 2 \cdot \omega \cdot \omega_0 = 0 \tag{23}$$

$\phi = \omega + \omega_0$ belgilash kiritish orqali va $y = \frac{\phi}{\omega_0}$,funksiya orqali (23) ifodadan differensial tenglamani hosil qilamiz

$$y\frac{d^2y}{d\theta^2} + \left(\frac{dy}{d\theta}\right)^2 - \frac{dy}{d\theta} - 2(y-1) = 0 \tag{24}$$

(24) tenglamani integrallab $y = 1 + \omega_{00} / \omega_0$, $\frac{dy}{d\theta} = 0$ agar burchak tezligi $\theta = 0$ $\omega_{00} = \omega(0)$ bo‘lsa yo‘naltirgich ta’siridagi ifodasini aniqlaymiz

(24) tenglamadan $\frac{dy}{d\theta} = \mathrm{K}$ belgilash orqali sodda ko‘rinishga keltiramiz

$$\frac{d\mathrm{K}}{dy} + \frac{K-1}{y} - \frac{2 \cdot (y-1)}{y \cdot K} = 0 \tag{25}$$

(25) tenglikni quyidagi shartlar asosida $\mathrm{K} = 0$ agar $y = 1 + \omega(0)/\omega_0$ integrallaymiz.

Yo‘naltirgich ta’siridagi bo‘shliqdagi chok oqim tezligining $\vartheta = \sqrt{\phi(\theta)^2 + 1}$ qutb burchagiga bog‘liqligini turli xil qiymatlaridagi o‘zgarish grafiklari keltirilgan. Keltirilgan grafiklarda asosan yo‘naltirgich ta’sirida chok hosil qilishdagi oqimini tishlarining qadamlari orasiga to‘g‘ri yo‘naltirish va ilashuvchanligini oshirishga qaratilgan.

Bundan tashqari yo‘naltirgichning taxlam hosil qilish mexanizmining tish qadamlarini to‘g‘ri tanlash orqali chok mustahkamligini oshirish ta’sirini quyidagi harakati natijasida amalga oshiriladi.

Chok hosil qilishdagi oqimini turli xil qadamdagi tishlarning ta’sirida harakatini aniqlaymiz.

$$\mathrm{J}_z = m \cdot (L \cdot \sin\alpha)^2 \tag{26}$$

(26) tenglik tolalarni *OZ* o‘qqa nisbatan yo‘naltirishdagi harakatini ifodalaydi

$$\mathrm{J}_{yz} = m \cdot (L \cdot \sin\alpha) \cdot (\mathrm{h} + \mathrm{L} \cdot \cos\alpha - l) \tag{27}$$

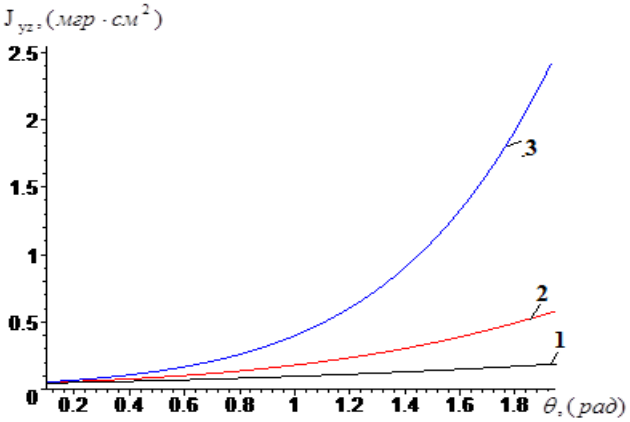
(27) tenglik *OUZ* tekislikdagi chok harakatini ifodalaydi shu sohada chok hosil qilishdagi ilashuvchanligini oshirishga qaratilgan. VS yo‘naltirgich yuzasidagi chok hosil qilishdagi oqimini integrallash orqali aniqlaymiz.

$$\mathrm{J}_{\mathrm{BC}}^{(yz)} = \int_0^L \rho \cdot (h + S \cdot \cos\alpha) \cdot S \cdot \sin\alpha \cdot dS = \int_0^L \rho \cdot h \cdot S \cdot \sin\alpha \cdot dS + \int_0^L \rho \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \cdot S^2 \cdot dS = \tag{28}$$

$$= \rho \cdot h \cdot \sin\alpha \cdot \frac{S^2}{2} + \rho \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \cdot \frac{S^3}{3}$$

$$\mathrm{J}_{\mathrm{BC}}^{(yz)} = \mathrm{m} \cdot (\rho \cdot h \cdot \sin\alpha \cdot \frac{S^2}{2} + \rho \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \cdot \frac{S^3}{3}) \tag{29}$$

(29) ifodadan foydalanib o‘rnatilgan yo‘naltirgichning turli xil qadamdagi tishlarning orasidagi masofasiga bog‘liqligidan Maple dasturidan foydalanib grafiklarda tahlili keltirilgan.



6-rasm. Chok hosil qilishda aylanma harakat burchak tezliklarini turli xil $\omega_1 = 20\,c^{-1}$ $\omega_2 = 20{,}8\,c^{-1}$ $\omega_3 = 21{,}7\,c^{-1}$ ***qiymatlarida qamrash burchagiga bog‘liqlik grafigi***

Xulosa. Yuqoridagi 3,5 va 6-grafiklardan taxlam hosil qilish mexanizmida choklarni mustahkamligini oshirishda tish qadamlarining $h_2 = 12\,мм$ qiymatida va aylanma harakat burchak tezliklarini $\omega_3 = 21{,}7\,c^{-1}$ qiymatlarida uzluksiz ta’minlanishini ko‘rishimiz mumkin. Bu esa o‘z navbatida chok mustahkamligini oshirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. -М.: Паука, 1975. -640 с.
2. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин [Текст]/Н.И.Левитский.-М.:Наука, 1990.
3. Диментберг Ф.М. Теория пространственных шарнирных механизмов -М.:Наука, 982. -336 с.
4. Добровольский В.В. Структура и классификация механизмов-АПСССР, 1939.
5. Saidova G.Sh. E3S Web of Conferences 390, 04016 “Improving the design of sewing machine elements for the environmentally sustainable development of the light industry” (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339004016 AGRITECH-VIII 2023
6. Saidova G.Sh. E3S Web of Conferences 508, 08020 “Optimization of the parameters on the combined cotton cleaning machine and analysis ofcleaning efficiency” (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808020 Green Energy, 2023.

ИССИҚЛИК САҚЛАШ ХУСУСИЯТИ ЮҚОРИ БЎЛГАН ТРИКОТАЖ ТЎҚИМАЛАРИНИНГ ФИЗИК-МЕХАНИК КЎРСАТКИЧЛАРИ ТАДҚИҚИ

Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Холиқов К.М., Мукимов М.М.
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти.

Аннотация. *Жаҳонда трикотаж маҳсулотларини ишлаб чиқаришда хом ашёлардан оқилона фойдаланиш чегарасини кенгайтириш, трикотаж тўқималарининг янги ассортиментларини ишлаб чиқишда янги техника ва технологияларни такомиллаштириш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Мақолада иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг физик-механик хоссалари тақдидқ этилган. Трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш, улар орасидан рационал вариантларни танлаш имконини беради.*

Калит сўзлар: *трикотаж, хом ашё, маҳсулот, иссиқлик сақлаш, технология, сифат, физик, механик, хосса.*

STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF KNITTED FABRICS WITH HIGH THERMAL PROTECTION CHARACTERISTICS

Sovutov M.E., Musaev N.M., Kholikov K.M., Mukimov M.M.
Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract. *Research is being conducted globally to expand the scope of rational use of raw materials in the production of knitwear, and to improve new equipment and technologies in the development of new ranges of knitted fabrics. This article presents the physical and mechanical properties of knitted fabrics with high thermal insulation properties. Assessing the quality of knitted fabrics allows for the selection of appropriate options.*

Key words: *knitting, raw materials, product, heat retention, technology, quality, physical, mechanical properties.*

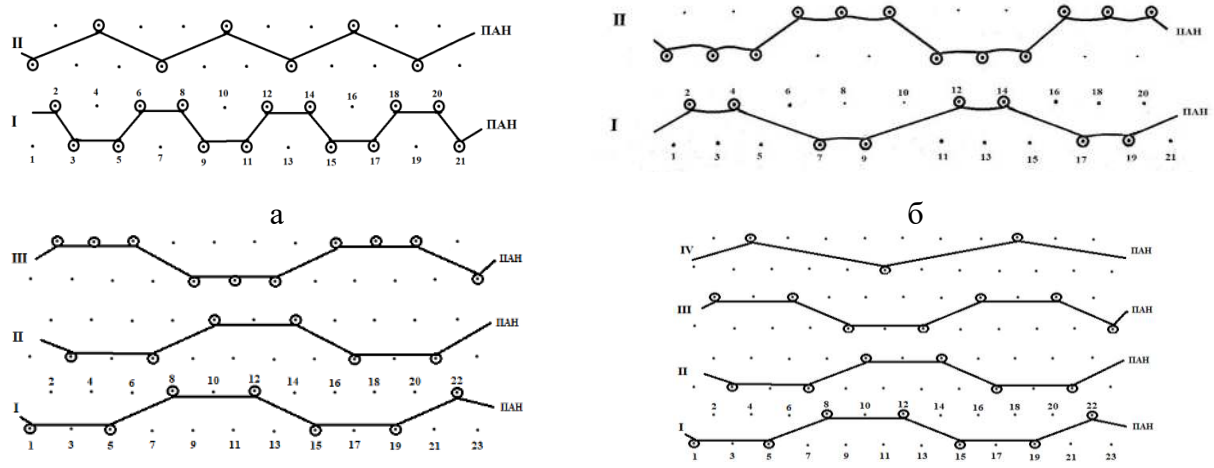
Республика тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатининг инвестицион жозибадорлигини ва рақобатбардошлигини янада ошириш, соҳанинг экспорт салоҳиятини янада кенгайтириш, маҳаллий тўқимачилик маҳсулотларининг хорижий бозорларга кенгроқ кириб бориши учун шароитлар яратиб борилмоқда [1].

Трикотаж ишлаб чиқариш корхоналарида маҳсулот бирлигига нисбатан тўқимачилик иплари сарфини камайтириш бўйича кўплаб илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Хом ашё сарфи камайтирилган трикотаж тўқималарини ишлаб чиқариш бўйича ресурстежамкор технологиялардан фойдаланишда амалий кўникмалар ўрганилган. Бироқ, трикотаж технологияси назариясида амалий тажриба ва илмий асослар етарли даражада эмас. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарини олиш усуллари етарлича ўрганиб чиқилмаган. Ҳозирги кунда иссиқлик сақлаш хусусияти тўқималар таркибига тузилиши бўйича асос ва тукли тўқима элементларини қўллаб ишлаб чиқарилмоқда. Бу эса, ўз навбатида нафақат трикотаж машиналарида, балки кейинги жараёнларда ҳам ортиқча технологик жараённи бажарилишига ва иш унумдорлигини камайишига таъсир этишига олиб келмоқда. Ваҳоланки, бугунги кунда иссиқлик ва шакл сақлаш хусусиятлари юқори бўлган трикотаж тўқималарига қизиқиш катта.

Бугунги кунда истеъмолчилар томонидан тўқимачилик маҳсулотларига юқори талаблар қўйилмоқда. Бу эса, ўз навбатида ишлаб чиқарувчилар олдига ушбу талабларни бажаришдек, муҳим вазифаларни юклайди [2-5].

Трикотажнинг функционал хусусиятларини такомиллаштириш, хусусан, иссиқлик сақлаш хусусиятини 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.

Юқоридаги омилларни амалга ошириш мақсадида иссиқлик сақлаш хусусияти 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 [6-8].



1-расм. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг графикли ёзуви

Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг асосий физик-механик хусусиятлари улардан фойдаланиш чегарасини белгиловчи тавсифлар ҳисобланади.

Физик-механик хусусиятларни тавсифловчи кўрсаткичлар қаторига мустаҳкамлик, узилиш кучидан кам бўлган кучланиш берилганда чўзилувчанлик, бир мартали ва такрорий деформацияга чидамлилик, ҳаво ўтказувчанлик ва ишқаланишга чидамлилик, намлаб-иссиқлатиб ишлов берилгандан сўнг киришиш кабилар қабул қилинган. Шунингдек, юза ёки узунлик бирлигига нисбатан нуқсонлар миқдори ва рўйхати трикотаж матоларининг ташқи кўринишини тавсифловчи кўрсаткичлар ҳисобланади.

Олимлар томонидан ўрганилган [9,10] ишда трикотаж тўқимасининг сифат кўрсаткичларини таҳлил қилиш натижасида тўқима тузилиши ва олиш усулини ўзгариши ҳисобига 10-12%гача хом ашё сарфини тежашга эришилган.

Маълумотлар таҳлили асосида игналари ластик тартибида жойлашган трикотаж машиналарида иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарини олиниш усули ва тўқима тузилиши ўзгаришини трикотажнинг физик-механик хусусиятларига таъсир этишини ўрганиш мақсадида илмий тадқиқот ишлари бажарилди.

Игналари ластик тартибида жойлашган трикотаж машиналарида ишлаб чиқарилган иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг хом ашё таркиби 56x3tex полиакрилонитрил ипидан ташкил топган 4 та варианти ишлаб чиқарилди ва трикотаж тўқималарининг физик-механик кўрсаткичлари “KOR-UZ” технопарки қошидаги синов лабораториясида мавжуд синов асбоблари ёрдамида стандартда келтирилган услублар бўйича тажрибадан ўтказилди, олинган натижалар таҳлил қилинди.

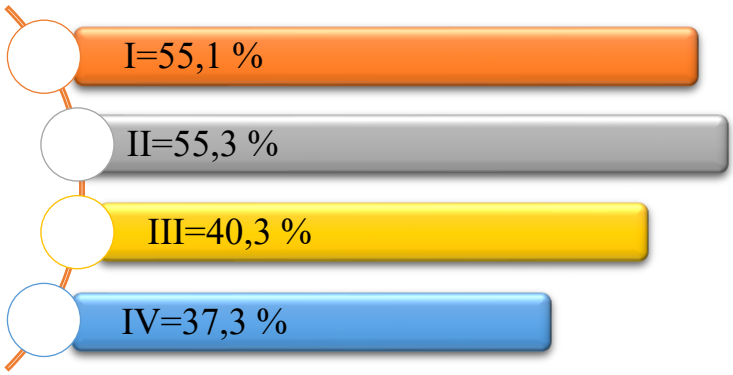
Тўқимачилик матоларининг физик хусусиятларига гигроскопиклик, ҳаво ва буғ ўтказувчанлик, чанг ютувчанлик, электрланувчанлик, оптик ва иссиқни сақлаш хусусиятлари киради.

Иссиқлик сақлаш ҳусуситяи юқори бўлган трикотаж маҳсулотларини ишлаб чиқаришда трикотаж тўқималарининг ҳаво ўтказувчанлик коэффициенти тўқима тури, қалинлиги ва зичлигига боғлиқ бўлган ҳолда қуйида келтирилган чегараларда ўзгариши мумкин, $cm^3/cm^2 \cdot sek$ [11-13].

Тадқиқотлар давомида трикотаж тўқималарининг асосий сифат кўрсаткичлари синов асбобларида аниқланиб, таҳлил қилинди.

Трикотаж тўқималарини сифат кўрсаткичларини белгилшда ҳаво ўтказувчанлик хусусиятини аниқлаш керак бўлади.

Иссиқлик сақлаш хусуситяи юқори бўлган трикотаж тўқималарининг ҳаво ўтказувчанлик кўрсаткичлари тўқималарни олиш усули ва тузилиши ҳисобига 37,3 дан то 55,3 $cm^3/cm^2 \cdot sek$гача ораликда ўзгарди (2-расм).



2-расм. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг хаво ўтказувчанлик кўрсаткичлари

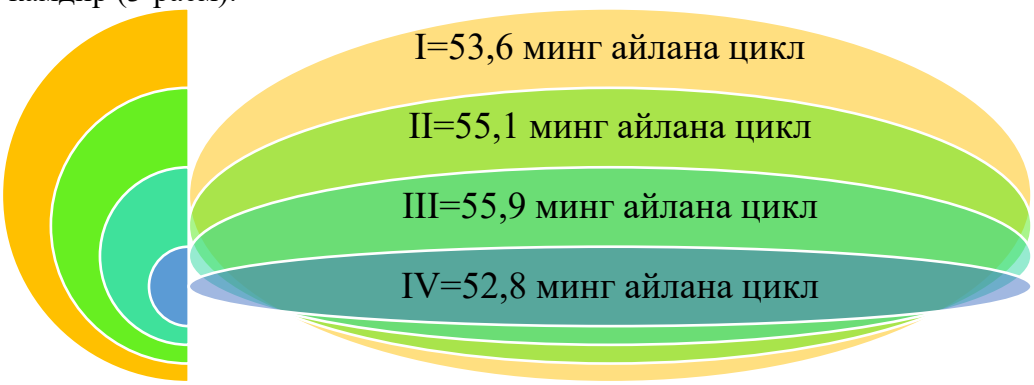
II-вариант трикотаж тўқимаси энг юқори ҳаво ўткзувчанлик кўрсаткичига эга бўлиб, 55,3 $cm^3/cm^2 \cdot sek$ни ташкил этди ва энг кам ҳаво ўткзувчанлик кўрсаткичи 37,3 $cm^3/cm^2 \cdot sek$ни ташкил этган IV вариантга нисбатан 32,5%га юқоридир. Шунингдек, иккинчи вариант тўқимасига нисбатан қолган вариантларнинг ҳаво ўтказувчанлик кўрсаткичлари кам

қийматларда номоён бўлди ва мос равишда I вариантда 55,1 cm^3/cm^2·sekни ташкил этиб, иккинчи вариант тўқимасидан 0,3%га, III вариантда 40,3 cm^3/cm^2·sekни ташкил этиб, иккинчи вариант тўқимасидан 27,1% га камлиги аниқланди. Бу эса трикотаж тўқималари тузилиши ва раппортида қаторлар сонинини ортиши билан асосланади. Юқорида олинган намуналарнинг ушбу қийматлари стандарт талабларига мувофиқлиги маълум бўлди.

Тўқимачилик матоларининг ташқи кучларга қаршилик кўрсатиш қобилияти ишқаланишга чидамлилик дейилади. Ҳом ашё таркиби ва тузилишини ўзгаришида, бўяшда, айниқса буюмлардан фойдаланиш вақтида матоларнинг тузилиши ўзгариб, вақт ўтиши билан салбий ҳолатга келиб қолиш ҳолатлари кузатилади. Трикотаж матосида хам айни шундай жараёнлар кузатилади. Матодан фойдаланиш вақтида ён атрофдаги жисмлар билан контактда бўлиши ҳисобига ишқаланишга дуч келади ва махсулотнинг айрим қисмлари яроқсиз ҳолатга келиб қолади.

Тадқиқотлар давомида намуналарининг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлари ўрганилди. Тўқима тузилиши ва раппортдаги қаторлар сони кўплиги, шунингдек, кимёвий ПАН хом ашёсидан фойдаланилгани ва тўқиманинг қалинлиги ҳисобига барча вариантларида ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлар жуда юқори қийматларни ташкил этди.

Трикотаж матоларининг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлари 52,8 минг айлана циклдан 55,9 минг айлана циклгача оралиқда ўзгарди. Ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичи бўйича энг катта қиймат III вариант трикотаж тўқимасида кузатилиб, 55,9 минг айлана циклни ташкил қилди. Бу эса, I вариантнинг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичи 53,6 минг айлана циклдан 4,1%га кўпдир. Шунинигдек, энг кичик ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичи IV вариантда кузатилиб, 52,8 минг айлана циклни ташкил этган бўлса, бу қиймат мос равишда қолган II ва III вариантларга нисбатан 4,2% ва 5,5%га камдир (3-расм).



3-расм. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлари

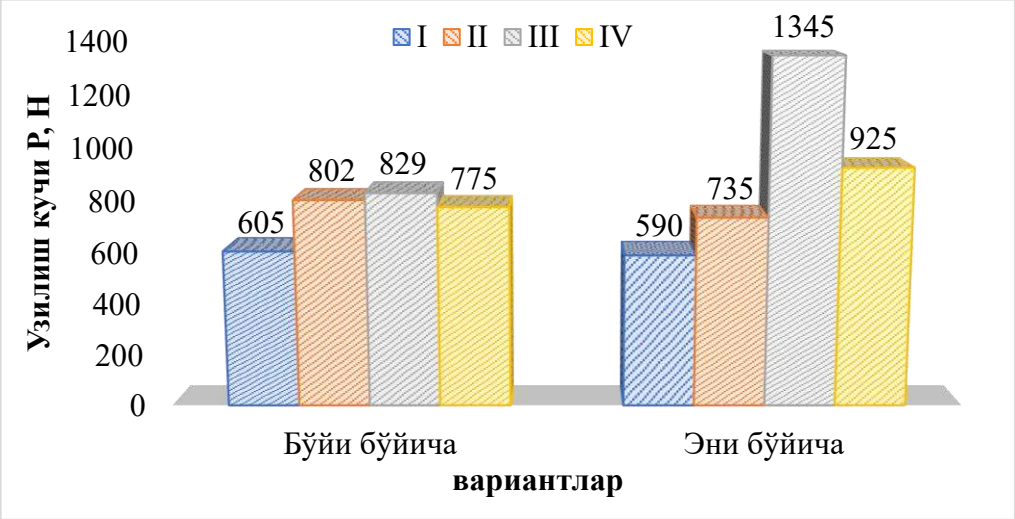
Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлари таҳлилидан маълум бўлдики, бунда тўқима таркибида кимёвий хом ашёлардан фойдаланиш, тўқима раппортида қаторлар сонининг ортиши ҳисобига тўқималарнинг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлари ҳам мос равишда 1,4%дан-5,5%гача ортиб бориши аниқланди. Барча вариантларнинг ишқаланишга чидамлилик кўрсаткичлари оддий ва мустаҳкам гуруҳларга тўғри келиши маълум бўлди.

Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималари учун узилиш кучи ва узилишгача бўлган чўзилиш кўрсаткичлари ҳам муҳим талаб ҳисобланади. Агарда мато мустаҳкам бўлмаса унда чўзилувчанлик кўпайиши ва натижада иссиқликни ўзида сақлаш хусусияти камайиши мумкин.

Тадқиқотлар давомида иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарини олиш усули ва тузилиши ўзгаришини намуналарнинг узилиш кучи ва

узилишгача бўлган чўзилиш кўрсаткичларига таъсири стандарт усул бўйича “WDW-5E”-русумли динамометр асбобида аниқланди.

Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқима намуналарининг бўйи бўйича узилиш кучи кўрсаткичлари 605N дан 829N гача, эни бўйича узилиш кучи кўрсаткичлари эса 590N дан 1345N гача оралиқда ўзгарди.



4-расм. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг узилиш кучи гистограммаси

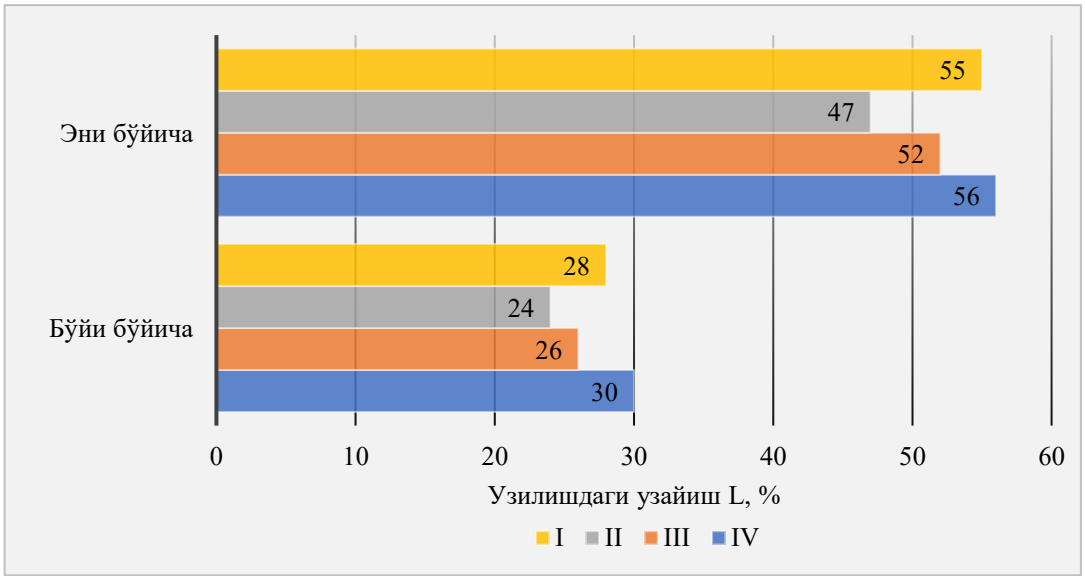
Намуналар ичида бўйи бўйича энг катта узилиш кучи кўрсаткичи III вариантда кузатилиб, 829N ни ташкил этди. Бу кўрсаткич биринчи вариант энг кам узилиш кучи 605N қийматига эга бўлган тўқимага нисбатан 27% га кўпдир.

Ўз навбатида II ва IV вариант намуналарининг узилиш кучи қиймати 802N ва 775N лар ҳам биринчи вариант тўқимасига нисбатан мос равишда 24,5% ва 21,9% га юқорилиги кузатилди. Трикотаж тўқималарининг эни бўйича узилиш кучи кўрсаткичлари ичида ҳам энг катта қиймат III вариантда кузатилиб, 1345N ни ташкил этди. Бу кўрсаткич биринчи вариант тўқимасига нисбатан 43,8% га кўпдир. Шунингдек, эни бўйича энг кичик узилиш кучи қиймати I вариантга тегишли бўлиб 590N ни ташкил этди ва бу ўз навбатида II ва IV вариант намуналарининг узилиш кучи қиймати 735N ва 925N лардан кичик бўлиб, мос равишда 19,7% ва 36,2% га камлиги кузатилди (4-расм).Трикотаж тўқималарининг узилиш кучи кўрсаткичлари таҳлилидан шундай хулосага келиш мумкинки, игналарни ластик тартибида жойлаштириш орқали ҳар бир қатордаги бўш игналарни ҳалқа билан тўлдирилиши намуналарининг эни бўйича узилиш кучи кўрсаткичларини 43,8%га, тўқима раппортида қаторлар сонини кўпайтириш ҳисобига бўйи бўйича 27% га ортишига эришилди.

Трикотаж тўқималирининг узилиш кучи билан бир вақтда узилишгача бўлган узайиши, яъни чўзилиш кўрсаткичлари ҳам аниқланди. Узилишдаги узайиш абсолют ва нисбий бирликларда ифодаланади.

Трикотаж тўқималарининг физик-механик хусусиятлари бўйича ўтказилган таҳлил натижаларидан кўриниб турганидек, ишлаб чиқарилган вариант намуналарининг бўйи бўйича узилишдаги узайиш кўрсаткичлари 24% дан 30% гача, эни бўйича узилишдаги узайиш кўрсаткичлари 47% дан 56% гача оралиқларда ўзгарди (5-расм).

Тадқиқотлар давомида бўйи бўйича энг катта узилишдаги узайиш кўрсаткичи I вариант тўқимасида кузатилиб, 30% ни ташкил қилди ва бу энг кичкина узилишдаги узайиш III вариант (24%) узилишдаги узайиш кўрсаткичига нисбатан 20%га кўпдир. Шунингдек, II вариант (26%) кўрсаткичидан 13%га, IV вариант (28%) кўрсаткичидан 6,6%га юқори қийматга эгалиги аниқланди.



5-расм. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг узилишдаги узайиш гистограммаси

Эни бўйича III вариант трикотаж тўқимасининг узилишдаги узайиш кўрсаткичи энг кам қийматга эга бўлиб (47%) ва у биринчи вариант тўқимасига нисбатан 16% га кам. I вариант трикотаж тўқимасининг эни бўйича узилишдаги узайиши кўрсаткичи энг катта 56% га эга бўлиб, у II вариант (52%) ва IV вариант (55%) трикотаж тўқимасининг узилишдаги узайиш кўрсаткичидан мос равишда 7,1% ва 1,8% га кўпдир.

Натижада бўйи бўйича узилишдаги узайиш 6,6%дан-20%гача, эни бўйича эса, 1,8%дан-16%гача ўзгаргани кузатилди.

Барча трикотаж матоларида эни бўйича 6N да чўзилиши уч гуруҳга бўлиб ўрганилади, яъни биринчи гуруҳ 40% дан ошмаган, иккинчи гуруҳ 40% дан то 100% гача ва учинчи гуруҳ-100% дан ортиқ бўлган тўқималар киради [14-17].

Трикотаж тўқималарининг эни бўйича 6N да чўзилиш кўрсаткичлари тадқиқ этилганда 10-17% гача ўзгариши кузатилди. Энг кичик кўрсаткич III вариантда кузатилиб, 10% ни ташкил этди ва бу энг катта қийматга эга бўлган I вариант тўқимасининг 17% кўрсаткичига нисбатан 41,7%га кам.

Шунингдек, қолган вариантларнинг 6N да II-12% ва IV-15% чўзилиш кўрсаткичлари мос равишда энг катта қийматга нисбатан 29,4% ва 11,7%ларни ташкил этиб камайганлиги маълум бўлди.

Трикотаж тўқималарининг узилишдаги узайиш ва 6H куч таъсирида чўзилиш кўрсаткичлари таҳлилидан маълум бўлдики, тўқималарни олишда игналарни ластик тартибида жойлаштирилиши, тўқима раппортида қатор сонини ортиб бориши, ҳамда бўш игналарни ҳалқа билан тўлдирилиши ҳисобига бўйи ва эни бўйича чўзилувчанлик 1,8% дан 20%гача ўзгариши, эни бўйича 6H да чўзилиши эса, 11,7%дан-41,7%гача ўзгариб бориши аниқланди. Бу кўрсаткичлар ўз навбатида стандарт талабларида келтирилган I гуруҳга мувофиқ келгани маълум бўлди.

Иссиқлик сақлаш хусусияти 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 яхшиланган, хаво ўтказувчанлигини 32,5% га, узилишдаги узайиш ва киришувчанлик хусусиятларини 1,8%дан 20%гача, пиллингланиши 33%га камайтиришга эришилди. Бунинг натижасида янги тузилишли игналари ластик тартибида жойлаштириб олинган иссиқлик

сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифат кўрсаткичларини яхшилашга эришилди.

Адабиётлар рўйхати:

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. https://lex.uz/uz/docs/6908347
2. 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.
3. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. М. Легпромбытиздат, 1991г. –с. 480.
4. 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.
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. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. (Исходные текстильные материалы) М.: Легпромбытиздат. 1985. -С. 132-147.
12. Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению. 2-е изд. М.: Легпромбытиздат. 1986. -С. 232-245.
13. 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.
14. Zhang Y., Wang L. Smart Textiles for Thermal Regulation. – Cham: Springer, 2021. – 224 c.
15. Candan C., Önal L. Dimensional, Pilling And Abrasion Properties of Weft Knits Made From Open-End and Ring Spun Yarns. // Textile Res. J. -2002. -№72 (2). - pp. 164-169.
16. Kavuturan Y. The Effects of Some Knit Structures on the Fabric Properties in Acrylic Weft Knitted Outerwear Fabrics. // Tekstil Maraton. -2002. -pp. 40-46.
17. Fabric technical datasheets — yirik mato ishlab chiqaruvchilar (masalan, Toray, Klopman, Carrington) tomonidan e'lon qilinadigan texnik pasport.

ELASTIKLIGI YUQORI BO‘LGAN POLIMER KOMPOZITSIYA OLISH USULINI ISHLAB CHIQISH

Shodmonova M.S.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada tikuvchilik ishlab chiqarishida, xususan, tabiiy mo‘yna chiqindilaridan samarali foydalanishga qaratilgan resurstejamkor texnologiya tadqiq etilgan. Mo‘yna qiyqimlari asosida trikotaj mato va polimer kompozitsiyadan iborat ko‘p qatlamli mo‘ynali paketni shakllantirishning yangi usuli taklif etilgan. Tadqiqotda KMS, GIPAN asosidagi polimer kompozitsiyaning kimyoviy tarkibi, uning tayyorlanish texnologiyasi hamda komponentlarning elim xossalariga ta’siri ilmiy asoslangan. Ishlab chiqilgan polimer kompozitsiya mo‘ynali paketning shaklbarqarorligini oshirishi, nam ishlov berishga chidamliligi va yuqori adgezion xususiyatlarga ega ekanligi yoritib berilgan.*

Kalit so‘zlar: *tabiiy mo‘yna chiqindilari, mo‘yna qiyqimlari, polimer kompozitsiya, karboksimetilsellyuloza (KMS), GIPAN, lateks, PVA, mo‘ynali paket, trikotaj asos, adgeziya, shaklbarqarorlik, resurstejamkor texnologiya, tikuvchilik ishlab chiqarishi.*

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PRODUCING A POLYMER COMPOSITION WITH HIGH ELASTICITY.

Shodmonova M.S.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article investigates a resource-saving technology aimed at the efficient utilization of natural fur waste in garment manufacturing. A new method for forming a multilayer fur package based on fur fragments, knitted fabric, and a polymer composition is proposed. The chemical composition of the polymer formulation based on carboxymethyl cellulose (CMC) and GIPAN, its preparation technology, and the influence of components on adhesive properties are scientifically substantiated. The developed polymer composition enhances the shape stability of the fur package, provides resistance to wet processing, and exhibits high adhesive properties.*

Keywords: *natural fur waste, fur fragments, polymer composition, carboxymethyl cellulose (CMC), GIPAN, latex, PVA, fur package, knitted base, adhesion, shape stability, resource-saving technology, garment manufacturing.*

Hozirgi kunda jahon miqyosida tikuvchilik ishlab chiqarishida kimyoviy preparatlardan foydalanish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan biri bo‘lib qolmoqda. Mo‘yna qiyqimlaridan tayyorlanadigan mahsulotlarga ishlov berishda qo‘llaniladigan polimerning kimyoviy tarkibiga qo‘yiladigan talablari mavjud.

Mo‘yna chiqindilaridan turli xususiyatlarga ega resurstejamkorlik asosida tayyorlangan mo‘ynali paketlar olish texnologiyalari mavjud bo‘lib, bunday paketlardan turli kuz qish mavsumi uchun mo‘ljallangan keng assortimentdagi kiyimlarni tayyorlash mumkin. Tabiiy mo‘ynali paketlarni tayyorlashda turli xildagi to‘qimachilik matolari asos sifatida tanlab olinadi. Masalan, yozgi kiyimlar uchun to‘qimachilik asos (trikotaj); qishgi kiyimlar uchun paltolik mato; mavsumbop kiyimlar uchun gabardin ishlatilishi mumkin [1].

Tabiiy mo‘yna mahsulotidan tayyorlangan namunalarning tuzilishini shaklbarqarorlikni ta’minlagan holda yuqori gigiyenik xossalarga ega kiyim-kechaklarni tayyorlashga juda qulay bo‘lib, yordamchi detallardan foydalanmasdan kam operatsiyali texnologik jarayonlarga ega mahsulot ishlab chiqarishga hamda mehnat sarfini kamayishi natijasida samarali mo‘yna paketli buyumlar olishga keng imkon yaratadi.

Tadqiqot qilinayotgan polimer kompozitsiya tarkibli shakllantiruvchi materialni yaratishning yangi usulida mehnat va material sarfini pasaytirishni, shaklbarqarorligini mustahkamlashni va ishlov berish ta’siriga chidamli bo‘lishni ko‘zda tutadi. Shakllantiruvchi materialni tayyorlash usulida taklif qilingan polimer kompozitsiyadan foydalanish quyidagi afzalliklarga ega;

- shaklbarqarorligi yuqori;
- polimer bilan tolalarni biriktirgani uchun shakllanishning nam ishlov berishda yuqori bardoshliligi;
- kompozitsiya tarkibini o‘zgartirib va komponentlarni yotqizish ketma-ketligiga qarab, materialning qayishqoq-mustahkamlik xossalarini o‘zgartirish imkonini yaratilganligi;
- yana bir afzalligi kompozitsiyani har xil shaklda tayyorlashni osonligi [2].

Tabiiy mo‘yna mahsulotidan tayyorlangan namunalarning tuzilishini barqarorlashtirish va suyuq fazali polimer tarkibini kiyimlarning birlashtiruvchi choklariga qo‘llash uchun ishlab chiqilgan polimer kompozitsiya tarkibi tanlangan [3]. Polimer tarkibi charm sanoatining chiqindilarida qo‘llash uchun optimallashtirilgan. Tadqiqot qilinadigan usul quyidagicha ko‘rinishda amalga oshiriladi. Polimer kompozitsiyaning tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

KMS + Lateks/PVA/GIPAN asosidagi elim tarkibi (hajmiy % asosida)

	Komponent	Miqdori (%)	Funksiyasi	Komponentning kimyoviy formulasi
1.	Karboksimetil-sellyuloza (KMS)	3.0 – 5.0	Asosiy yopishqoqlik hosil qiluvchi	$[C_6H_7O_2(OH)_3{}_r(OCH_2COONa)_s]_n$
2.	Lateks (butadienkauchuk yoki polietilen emulsiyasi) / PVA / GIPAN polimer	5.0 – 10.0	Suvga chidamlilik va yopishish kuchini oshiradi	$[CH_2CH(CN)CH_2 CH(CONH_2]_n$
3.	Suv (distillangan)	80.0– 90.0	Erituvchi (muhit)	H_2O
4.	Gliserin yoki etilenglikol	2.0 – 4.0	Plastifikator, plyonkaning elastikligi uchun	$C_3H_8O_3$
5.	Natriy benzoat	0.1 – 0.3	Konservant	$C_7H_5NaO_2$
6.	pH moslashtiruvchi (NaOH yoki limon kislotasi)	pH ni 6.5–7.5 gacha nazorat qilish	Ishqor	NaOH

Laboratoriya sharoitida polimer kompozitsiyasini tayyorlash jarayoni qat’iy ketma-ketlikda hamda doimiy nazorat ostida amalga oshirildi. Avvalo, distillangan suv KSL-1178-1 modelidagi laboratoriya elektr isitgichida 75 ± 2 °C haroratgacha isitildi. Suv belgilangan haroratga etgach, eritmaga 10 mg miqdordagi karboksimetilsellyuloza (KMS) juda mayin oqimda asta-sekin kiritildi. KMSning bo‘laklanib qolmasligini ta’minlash maqsadida butun jarayon davomida uzluksiz aralashtirish olib borildi. Modda to‘liq gidratatsiyalangach, eritmaning bir xilligini ta’minlanishi uchun qo‘shimcha 10 daqiqa davomida aralashtirish davom ettirildi.

Keyingi bosqichda GIPAN polimerining 10 % li emulsiyasi tayyorlandi. Ushbu emulsiyaning zarur bo‘lgan qismi isitib turilgan KMS eritmasiga sekinlik bilan qo‘shildi. Komponentlarning bir tekisda tarqalishi va polimer-kompleks hosil bo‘lish jarayonlarining to‘liq amalga oshishi uchun aralashtirish 10–15 daqiqa davom ettirildi.

Kompozitsiyaning mikrobiologik barqarorligini ta’minlash maqsadida tarkibga 0,3 % miqdordagi natriy benzoat ehtiyotkorlik bilan kiritildi. Moddaning eritma bo‘ylab bir maromda taqsimlanishi uchun aralashtirish jarayoni uzluksiz davom ettirildi. So‘nggi bosqichda kompozitsiyaning elastiklik va plastik xususiyatlarini yaxshilash uchun 4,0 % miqdordagi glitserin qo‘shildi.

Tayyorlangan polimer tarkibi 8–12 soat davomida xona haroratida tabiiy sovishga qoldirildi. Sovish jarayoni natijasida kompozitsiyaning reologik ko‘rsatkichlarida o‘zgarish kuzatilib, massa bosqichma-bosqich quyuqlashgan barqaror polimer tuzilmasiga aylandi.

Har bir komponentning o‘ziga xos xususiyatlari mavjud va ularning kimyoviy xossalariga ko‘ra polimer kompozitsiya uchun tanlangan. Quyidagi 2-jadvalda polimer kompozitsiyada komponentlarining kimyoviy strukrurasi hamda ularning yelimdagi roli keltirilgan.

2-jadval.

KMS + Lateks / PVA / GIPAN asosidagi yelim tarkibi komponentlarining ilmiy xarakteristikasi.

№	Komponent	Kimyoviy tuzilishi	Asosiy funksiyasi	Yelim xossalariga ta’siri	Texnologik ahamiyati
1	Karbok-simetilsell-yuloza (KMS)	Anionli, suvda eruvchan sellyuloza efiri; –CH_2–COONa funksional guruhlari mavjud	Asosiy qovushqoqlik beruvchi va struktura hosil qiluvchi	Qovushqoqlikni oshiradi, elim qatlamining bir xilligini ta’minlaydi	Yelimning surtish va taqsimlanish jarayonini barqarorlash-tiradi
2	GIPAN	Gidrofil polimer, ko‘p funksional guruhlarga ega	Namlikni ushlab turuvchi va struktura stabilizatori	Mo‘rtlikni kamaytiradi, elastiklikni oshiradi	Biomateriallar bilan adgeziya xususiyatini yaxshilaydi
3	Suv (distillan-gan)	Polyar dispers muhit	Komponentlarni bir jinsli taqsimlash	Oqimlilik va qovushqoqlikni boshqaradi	Texnologik jarayonni nazorat qilish imkonini beradi
4	Glitserin yoki etilengli kol	Past molekulyar massali ko‘p atomli spirtlar	Plastifikator	Cho‘ziluvchanlik va yumshoqlikni oshiradi	Qatlamning yorilishining oldini oladi
5	Natriy benzoat	Aromatik kislota tuzi	Konservant	Mikroorganizm-larga qarshi barqarorlikni oshiradi	Suvli elimlarning saqlash muddatini uzaytiradi
6	pH moslov chi	Ishqoriy yoki kislotali regulyator	pH darajasini optimal oraliqda saqlash	Polimer barqarorligini ta’minlaydi	Qovushqoqlik va saqlash barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi

Bunda polimer kompozitsiya hajmli dekorativ elementni joylashuviga mos holatdagi mo‘yna detal maydoniga yotqiziladi. Polimer kompozitsiya tarkibli materialni tayyorlashning ma’lum usuli. Bu massa eritma bilan 1-5 soatgacha 45 ^{0}C dan yuqori bo‘lmagan haroratda bir xil massaga kelgunga qadar aralashtiriladi. Bu massa pH=2,6–5 gacha neytrallanadi va olingan bu massa 0,2-0,6 mmga bo‘lguncha filtrlanadi va bu filtrlangan massa 0-5 ^{0}C gacha sovutilib, 0,15-7,0 massa miqdoriga biriktiruvchi reagent qo‘shiladi va gomogen aralashma olgunga qadar 35^{0}C dan yuqori bo‘lmagan haroratda aralashma tayyorlanadi keyin muzlatiladi, harorat 14-20^{0}C gacha sovutiladi, sovutilish 0,1-2 soat davom etadi va shu muzlatilgan holatda 2 - 20^{0}C sovuqlikda 20-24 soat saqlanadi. Undan keyin olingan polimer xona haroratida 6-12 soat 35-40% namlikni saqlagan holatda muzlatilishdan ochiladi va eritiladi, eritilgandan so‘ng yana xona haroratida 10-20 minut sovitiladi hamda 30-40 % namlik qolguncha siqiladi. Keyinchalik bu materialga isitib presslash amalga oshiriladi va kelgusida ochiq havoda 12-24 soat saqlanadi. Tayyorlangan tabiiy mo‘ynadan kiyim detallari mahsulotini shakllantirish mexanizmiga muvofiq uning asosini tashkil etuvchi komponentlar ishlab chiqilgan, u qattiq zanjirli polimerlarga tegishli va havo o‘tkazuvchan, yuqori mustahkamlik hamda adgezion xususiyatlarga ega bo‘lib, teriga o‘xshash xossalarni namoyon qiladi. Unga asoslangan materiallar yaxshi shakllangan bo‘lib, yuqori g‘ovakli substratlarga juda kam singadi [4-5]. Bu usullarning kamchiligi shundan iboratki, uni amalga oshirishda juda ko‘p

mehnat va material sarf bo‘lib, hosil qilinadigan shakllar barqarorligi past bo‘ladi hamda olingan material nam holatda ishlatishda barqaror bo‘lmaydi ya’ni chidamli emas.

Xulosa. KMS asosidagi yelim polimer kompozitsiyasida lateks, PVA yoki GIPAN komponentlaridan foydalanish orqali materialning adgeziya, elastiklik va reologik(shakl o‘zgarishi, oquvchanlik) xususiyatlarini maqsadli boshqarish mumkin. KMS struktura hosil qiluvchi asosiy komponent bo‘lib xizmat qilsa, elastomer va gidrofil polimer qo‘shimchalari yelim qatlamining ekspluatatsion barqarorligini sezilarli darajada oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. 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).
2. 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).
3. Сабирова З.А., Рафиков А.С., Черунова И.В., Темирова Г.И. и др. Способ получения коллагенсодержащего формованного материала // Заявка в Агентство интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на выдачу патента №IAP 2018 0094 от 05.03.2018 г
4. Исмаилова С.И. Разработка технологии изготовления формоустойчивых деталей одежды с использованием полимерных композиционных материалов. Автореферат дисс. канд. техн.наук. ТИТЛП. Ташкент. 2011. 25 с.
5. Метелева, О.В. Технология изготовления швейных изделий из натурального меха: / учеб. пособие. – Иваново: ИВГПУ, 2015. – 160 с. № 687 (07).

УДК 675.92.035

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ХАН-АТЛАС — ТРАДИЦИЯ И ИННОВАЦИЯ

Садуллаева Д.А.

Бухарский государственный технический университет. Узбекистан

Аннотация. *Хан-атлас — это высококачественная узбекская шелковая ткань, изготовляемая по методу абра-икат (ikat), с уникальной техникой окрашивания нитей перед ткачеством, что позволяет создать характерные размытые узоры (абр — «облако»). Ткань отличается высоким художественным и культурным значением, а её возрождение стало ключевым примером успешной синергии традиционного ремесла и современных художественно-технологических подходов*

Ключевые слова: *хан-атлас, икат, шелк, ткань, нить, техника, узор, ремесло, культура, традиция, производство, технология.*

MODERN INNOVATIVE MATERIALS: DEVELOPMENT DIRECTIONS AND APPLICATION PROSPECTS

Sadullaeva D.A.

Bukhara state technical university. Uzbekistan

Abstract. *Khan-atlas is a high-quality Uzbek silk fabric made using the abr-ikat method, a unique technique of dyeing the threads before weaving, creating characteristic blurred patterns (abr means "cloud"). The fabric is distinguished by its high artistic and cultural significance, and its revival has become a key example of the successful synergy between traditional craftsmanship and modern artistic and technological approaches.*

Keywords: *khan-atlas, ikat, silk, fabric, thread, technique, pattern, craft, culture, tradition, production, technology.*

Хан-атлас с древнейших времён ассоциировался с царской роскошью и принадлежностью к высшим слоям общества. Он часто использовался как подарок, реликвия или средство оплаты. Ткань хан-атлас имеет глубокие корни в культуре Центральной Азии, особенно Узбекистана. Она служила не только предметом одежды, но и культурным маркером, символом достатка, красоты и региональной идентичности.

Хан-атлас представляет собой традиционную узбекскую ткань, отличающуюся плотной и роскошной шелковой фактурой, а также уникальным переплетением и неповторимыми узорами. Свое название ткань получила благодаря тому, что в древности из неё изготавливались одеяния для ханов и их приближенных. Несмотря на высокую плотность, хан-атлас обладает отличной терморегуляцией и свойством охлаждать в жаркую погоду, что делает его идеальным материалом для изготовления национальной одежды в условиях жаркого климата.

Хан-атлас — это традиционная узбекская шелковая ткань, отличающаяся яркими цветами, сложными узорами и роскошной гладкой фактурой, известная как “королевский атлас” или “ханский шелк”. Свое название она получила благодаря тому, что одежду из нее носили ханы и представители знати, а узоры отражают природу и символизируют гармонию мира. Технология изготовления включает ручное окрашивание нитей перед ткачеством (икат), что придает ткани неповторимый, слегка размытый вид.

Классическая традиционная узбекская ткань хан-атлас производится из коконов узбекского тутового шелкопряда. Хан-атлас бывает нескольких видов шелк 100%, шелк с хлопком 50%х50% и с добавлением золотого или серебрянного люрикса. Яркая, пестрая, с незабываемым и неповторимым угловым орнаментом, расцветку часто называют икат, узбекская ткань хан-атлас часто привлекает внимание всемирно известных модельеров и дизайнеров модной одежды. Атлас в переводе с арабского означает «гладкий».

Национальные традиции узбекского народа, культура национального костюма, а также ткани типа адрас и атлас имеют глубокие исторические корни и приобрели статус национального достояния. Эти ткани и изделия из них гармонично вписываются в современные модные тенденции, продолжая активно использоваться как в Узбекистане, так и в международной индустрии моды, где хан-атлас и подобные ткани находят всё большую популярность среди дизайнеров по всему миру.

По своей природе атлас это - плотная шелковая ткань с особым видом переплетения (лишь на верхней основе располагается более ценное волокно), с блестящей и гладкой поверхностью. Хан атлас изготавливают в Узбекистане, самое большое производство находится в городе Маргилан.

Традиционный икат – сложнейшая и ручная техника ткачества: нити связываются в пучки и постепенно окрашиваются в определённые цвета. Икат характерен не только для Узбекистана, однако именно узбекский набойка отличается тем, что узор наносится только на нити основы, а уток – поперечные нити ткани – остаётся плоским. Благодаря этому ткань приобретает красивый и сложный цветовой оттенок. Среди мастеров Узбекистана эта техника называется абрбанд, что означает «связанное облако», но и у нас заядлые модельеры называют набойку икатом.

Технология производства. Производство хан-атласа — это сложный, многоэтапный и во многом ручной процесс**,** в котором сочетаются традиционные узбекские ремесленные технологии, природные материалы и художественное чутьё мастеров. Он основан на древней технике иката — окрашивания нитей до ткачества, создающей характерные размытые узоры. Сырьё и переплетение: ткань создаётся из натурального шелка (возможно с добавлением хлопка или люрикса — металлической нити) с использованием особого атласного переплетения, придающего блестящую гладкую поверхность.

Шёлк получают из коконов шелкопряда. Коконы разматывают, получая тончайшие нити. Затем нити прядут в более прочную основу (обычно для основы) и более лёгкий уток (для рисунка).

1. Икат-техника: сложный метод включает перевязку нитей перед окрашиванием, что создаёт эффект характерных «абровых» (облачных) размытых узоров. Перед началом работы создаётся эскиз орнамента — часто это традиционные узбекские мотивы (растительные,

геометрические, абстрактные). Мастер-орнаменталист определяет, какие участки нити будут окрашены в какой цвет.

2. Сушка и подготовка нитей: После окрашивания нити сушат на солнце, аккуратно расправляя.Затем они подготавливаются к ткачеству: расправляются, выравниваются, натягиваются на ткацкий станок.
3. Ткачество: На ручном ткацком станке ткут ткань, используя окрашенные нити. Именно в процессе ткачества проявляется орнамент, заложенный в окраске нитей. Узоры получаются размытыми и живыми — это и есть особенность икат-техники.
4. Производственный процесс: изготовление одного метра хан-атласа занимает до 2,5 месяцев и включает около 22 технологических операций, 70 % из которых выполняются вручную. Используются исключительно натуральные красители — гранатовые корки, марена, шелуха лука, растительные экстракты и пр.
5. Отделка ткани: Готовую ткань отглаживают, иногда подвергают дополнительной обработке — полировке, смягчению. Ткань может пройти натуральную шёлковую пропитку, чтобы сохранить блеск и структуру.

Традиционные мастерские в Ферганской долине, особенно в городе Маргилан, до сих пор используют природные материалы и ручной труд. Это делает хан-атлас экологически чистым и устойчивым ремесленным продуктом.



1-рисунок. Образцы Хан-атласа

Художественные особенности и дизайнерское наследие.

- Узоры и орнаменты: отличительной чертой являются разноцветные полосы без чётких границ — достигается эффект причудливых «абровых» мотивов, которым придают

форму растительные или геометрические мотивы, включая «кучкор шохи» (рога барана).

- Абра-бекасам: современный гибрид абровых тканей — комбинация хан-атласа и бекасама (ткань с шерстью), защищённая патентом Узбекистана. Это пример инновации, сохраняющей традиционные техники .

Возрождение традиции в XXI веке. В 1990-х годах в рамках международных грантов (в том числе от Британского совета) был создан центр Ёдгорлик, способствовавший становлению промышленного производства, сохраняющего традиционные элементы ручной работы.

Сейчас хан-атлас приобретает мировое признание: он используется в коллекциях автельеров Gucci, Oscar de la Renta, John Galliano, а также брендами Mango, Zara, Dolce & Gabbana и др..

В конце XX века кутюрье с мировыми именами уделяли большое внимание икату. И первым среди тех, кто вывел икат на подиум, был основатель модного дома Оскар де ла Рента, ныне покойный. Благодаря его коллекции весна-лето 2005 года этот орнамент вошел в элиту и стал модным трендом в одежде и интерьере. Из 59 луков, представленных на подиуме, 6 включали одежду и аксессуары, демонстрирующие икат во всей его яркости, живости и этническом колорите.



2-рисунок. Образцы из коллекции ателье Oscar de la Renta

Параллельно с ростом международного интереса к узбекским тканям развивается и фестиваль «Хан-атлас» — масштабное культурное событие, посвящённое традициям ткачества. В его программе — выставки, мастер-классы от ремесленников, показы национальной одежды и творческие встречи, проходящие на различных площадках, включая Национальную библиотеку имени Алишера Навои.

Таблица 1. Проблемы и перспективы.

Проблемы	Перспективы
Снижение интереса к национальной одежде	Популяризация через современную моду и культурные мероприятия
Автоматизация в ущерб ручной технике	Гибридные подходы: ручное мастерство + фабричное производство
Утрата редких узоров и традиций	Патенты (абра-бекасам), образовательные программы, наследственность

Проблемы и вызовы.

1. **Угроза утраты традиционного ремесла**
   - Массовое производство вытесняет ручное ткачество, которое требует времени, навыков и глубокого знания традиций.
   - Молодёжь всё реже перенимает ремесло из-за низкой экономической привлекательности и технологического отставания.
   - Постепенно исчезают уникальные технологии окрашивания, такие как абрбанд (ручное завязывание нитей перед окраской), из-за сложности и дороговизны.
2. **Коммерциализация и обесценивание символики**
   - При массовом производстве теряется символическое значение узоров хан-атласа: многие современные изделия используют «упрощённые» орнаменты без смысла.
   - Часто используется лишь визуальный стиль (яркость, контраст), но не глубинное содержание, связанное с историей, регионами, ритуалами.
   - Это ведёт к культурной профанации и потере аутентичности.
3. **Несоответствие традиционного материала современным требованиям**
   - Натуральный хан-атлас из шёлка не всегда отвечает современным требованиям по:
   - прочности,
   - устойчивости к стирке и свету,
   - легкости в обработке.
   - Это затрудняет использование в промышленных масштабах и в сфере массовой моды, мебели, дизайна.
4. **Экономические барьеры**
   - Ручное производство значительно дороже, чем машинное.
   - Мастерам сложно конкурировать с фабричными тканями по цене.
   - Отсутствие государственной поддержки и устойчивых каналов сбыта ограничивает развитие.
5. **Проблемы экологии и устойчивости**
   - Производство натурального шёлка и красителей требует ресурсов и может быть неэкологичным при отсутствии контроля.
   - При переходе на синтетические материалы встаёт вопрос: сохраняется ли идентичность хан-атласа, если он выполнен из полиэстера?
6. **Дизайнерские и технологические ограничения**
   - Традиционные узоры сложно адаптировать под цифровое производство, особенно с сохранением аутентичности.
   - Технологии, подходящие для современной моды (например, 3D-печать, лазерная резка), не всегда сочетаются с эстетикой или структурой хан-атласа.
7. **Культурный плагиат и защита интеллектуальной собственности**
   - В условиях глобализации узоры хан-атласа могут использоваться за пределами Узбекистана без указания источника или авторства.
   - Отсутствует механизм защиты авторских прав ремесленников или региональных мастерских.

Возможности и перспективы:

- Разработка гибридных производств: ручное + машинное, натуральные + инновационные красители.
- Привлечение дизайнеров и брендов для переосмысления хан-атласа в глобальном модном контексте.
- Научные исследования: анализ структуры ткани, узора, химии красителей; разработка материалов с аналогичным символическим значением, но современными техническими характеристиками.

- Применение ткани или её визуального языка в новых областях: интерьер, архитектура, арт-объекты.

Таким образом, хан-атлас — это не только уникальный текстильный материал, но и носитель культурного наследия Узбекистана, символ национальной эстетики. Его возрождение и интеграция в современное искусство и моду демонстрируют мощный потенциал взаимодействия традиций и инновационного подхода. Поддержка ремесленников, защита интеллектуальной собственности и развитие международных коллабораций помогут хан-атласу сохранить своё значение и вдохновлять новые поколения.

Хан-атлас сегодня — это не только традиционная ткань, но и важный культурный символ, занявший своё место как в современной моде, так и в международных арт-инициативах. Хан-атлас продолжает завоёвывать мировую арену, вдохновляя дизайнеров, исследователей и ценителей культурного наследия. Хан-атлас олицетворяет уникальное переплетение исторических традиций и современных модных тенденций, доказывая свою актуальность как в Узбекистане, так и за его пределами. Хан-атлас превратился в символ живого наследия, востребованный как в культуре, так и в моде.

Для успешного будущего хан-атласа важно не просто переделывать материал технологически, но сохранять его символическую и культурную сущность. Научный подход к этому процессу может включать технологические исследования, материалыедение, культурологию и дизайн.

Литература

1. Б.А.Бузов, Н.Д.Алыменкова. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): Учебник для студентов высш. учеб. заведений/Под ред. . Б.А.Бузова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
2. Н.Н.Цветкова. Текстильное материаловедение. Учебное пособие – СПб.:Издательство «СПбКО», 2010. – 72 с.
3. Садуллаева Д.А., Хамраев С.Х. Свойства материалов, учитывающиеся при проектировании одежды //Молодой ученый. – 2017. – №. 14. – С. 123-125.
4. ABDULAKHADOVNA S. D., HIKMATOVNA N. L. Introduction of Electronic Textbooks in the Process of Teaching Students //International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology. – 2020. – Т. 7. – №. 05. – С. 270-272.
5. Sadullaeva D. A. Jewelry art of Bukhara //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 5. – С. 161-165.
6. Абдулахадовна С.Д., Бактияровна Г.Д. Схемы градации лекал и разработка типовых конструкций основных деталей одежды //Вопросы науки и образования. – 2017. – №. 2 (3). – С. 47-48.
7. Садуллаева Д.А., Гулямова Д.Б. Инновационная одежда в проектировании школьной формы //Учёный XXI века. – Т. 19.
8. Садуллаева Д.А. Ювелирное искусство Бухары //Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы. – 2022. – С. 25.
9. Садуллаева Д.А. Изучение особенности лоскутной техники «курокдузи» //Universum: технические науки. – 2022. – №. 5-6 (98). – С. 30-32.
10. Sadullayeva D., Akhmadov G. Development of "Smart" textiles //Eurasian journal of science and technology. – 2019. – Т. 1. – №. 1.
11. Садуллаева Д. А. Исследование несминаемости при оценке качества полотен. – 2015.
12. Садуллаева Д. А. Восстановление исторических традиций бухарской ювелирной школы //Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы. – 2023. – С. 111-115.

13. Абдулахадовна С. Д., Бактияровна Г. Д. Автоматизированное проектирование основ и типовых базовых конструкций одежды //Вопросы науки и образования. – 2017. – №. 1 (2). – С. 53-55.
14. Садуллаева, Д.А., and С.И. Асадова. "Ювелирное искусство узбекистана Jewelery of Uzbekistan. "Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)», посвященная Фёдору Максимовичу Пармону: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции.– М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. АН Косыгина», 2022.–557 с.. 2022.
15. Sadullayeva, Dilfuza, and Zarina Gaybullaeva. "Properties of "Smart" textile." Eurasian journal of science and technology 1.1 (2019).
16. SADULLAEVA D. A. Modern Technologies of Making School Clothes //JournalNX. – Т. 6. – №. 05. – С. 212-215.

ПАХТАНИ МАЙДА ИФЛОСЛИКЛАРДАН ТОЗАЛАГИЧНИНГ САМАРАЛИ КОНСТРУКЦИЯСИ

Джураев А., Росулов Р.Х., Пардаев П.Ч., Имомназаров М.С.
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти.

Аннотация. *Мақолада пахтани майда ифлосликларнинг тозалагичнинг конструкцияси корпусга горизонтал равишда ўрнатилган тўртта бир хил қозиқли-планкали барабанлардан иборат бўлиб, уларнинг тўрсимон юзаси тешиклари бурчак остида жойлашиши таҳлил қилинган. Тешиклар қаторларининг қиялик бурчаги қарама-қарши йўналишларда танланади. Биринчи қозиқли-планкали барабан остидаги тўрсимон юзаси тешикларининг қиялик бурчаги $\alpha_1 = 10^0$, иккинчи барабан остида $\alpha_2 = 20^0$, учинчи барабан остида $\alpha_3 = 30_0$ ва тўртинчи барабан остида $\alpha_4 = 40^0$ га тенг.*

Калит сўзлар: *тозалагич, ифлослик, корпус, қозиқли-планкали барабан, тўрли юза, қиялик бурчаги, тозалаш самарадорлиги.*

EFFECTIVE DESIGN OF A COTTON CLEANER FOR REMOVING SMALL DEBRIS

Djurayev A., Rosulov R.X., Pardayev P.Ch., Imomnazarov M.S.
Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract. *This article analyzes a cotton cleaner for fine debris. It contains four identical peg-and-slat drums mounted horizontally in a housing, with the mesh surface openings angled. The angle of inclination of adjacent rows of openings is chosen in opposite directions. The angle of inclination of the mesh surface openings under the first peg-and-slat drum is $\alpha_1=10^0$, under the second drum $\alpha_2=20^0$, under the third drum $\alpha_3 = 30^0$, and under the fourth drum $\alpha_4 = 40^0$.*

Keywords*: cleaner, debris, body, peg-and-bar drum, mesh surface, angle of inclination, cleaning effect.*

Пахта тозалаш корхоналарида пахтани майда ва йирик ифлосликлардан тозалаш машиналари бирлаштирилган. Чўткали барабанлар остига иккита аррачали барабан ўрнатилган ва уларнинг остидаги колосникли панжаралар пахтани йирик чиқиндилардан тозалаш зоналарини ҳосил қилади. Пахтани майда ифлосликлардан тозалаш машинаси эса қозиқли барабанлар ва уларнинг остидаги тўрсимон юзалар кетма-кет ўрнатилади [1].

Таклиф этилаётган конструкциянинг асосий камчилиги пахтани чиқиндилардан тозалашнинг паст самарадорлигидир. Ажратилган ифлосликлар умумий ифлосликларни йиғиш қисмларига, яъни пахтани майда ифлосликлардан тозалаш бўлимида ажратилган майда ифлосликларни йирик ифлосликлар билан тушган йирик ифлосликлар аралашишга олиб келади. Бу пахтани қайта регенерациялаш ва қайта тозалаш пайтида қўшимча қийинчиликларга олиб келади.

Пахтани майда ифлосликлардан тозалаш учун пахта тозалагичнинг 1ХК русумидан фойдаланиб, горизонтал текисликда бир хил қозиқли-планкали барабанлар қатори (кетма-кет тўрттаси) ўрнатилган.

Қозиқли барабан қозиқларининг тўрли юзаси бўйлаб ташишида пахта монотон ўзаро таъсири туфайли пахта тозалаш самарадорлигининг камайишига олиб келади. Бундан ташқари, қозиқли - планкали барабанларининг бир хил геометрик ва кинематик

параметрлари туфайли ҳар бир тозалаш зонасининг (қозиқли-планкали барабани - тўр) паст самарадорлиги туфайли пахтадан майда ифлолсликлардан тозалаш эффекти паст. Бундан ташқари, ушбу тўрли юза конструкцияси пахтанинг титкиланганлигини ҳисобга олган ҳолда ҳар бир тозалаш зонасига йўналтирилган чиқиндилар миқдорини ҳисобга олмайди.

Узлуксиз пахта тозалаш линиясида тозалаш самарадорлиги қозиқли-планкали барабанларини катталаштириш орқали эришилади, бу эса чигитлар ва пахта толаларига кўпроқ зарар етказилишига олиб келади.

Пахта хомашёсига қозиқларнинг доимий катталик ва куч йўналиши билан таъсири ва қозиқли-планкали барабанларни тозалаш зонасида пахтанинг тўрли юзасига бир хил таъсири майда ифлосликларни тозалаш самарадорлигининг ошишига тўсқинлик қилади.

Пахта тозалаш машинасининг тозалаш қисми қозиқлар, планкалар ва ташқи цилиндрлар орасига ўрнатилган, барабан валига қаттиқ ўрнатилган резина ҳалқали втулкаларга эга кетма-кет ўрнатилган тўртта композит барабандан иборат. Ҳар бир кейинги қозиқлар ва планкали барабаннинг резина ҳалқали втулкаларининг қалинлиги олдинги барабанга қараганда (пахта оқими йўли бўйлаб) 10-15% юпқароқ. Тўрли юзалар қозиқли-планкали барабанларнинг остига ўрнатилади ва ажратилган майда ифлосликдиларни тозалаш учун пастда пневматик ифлослик йиғувчи ўрнатилади. Ҳар бир кейинги барабан қозиқлар ва планкалар билан юқори частота ва паст амплитуда билан қўшимча буриш тебранишларини амалга оширади, бу эса ифлосликларни самарали равишда йўқ қилишга олиб келади [2].

Пахта тозалагичларнинг майда ифлосликлардан тозалагичнинг асосий ишчи элементи қозиқли-планкали барабанлардир [3].

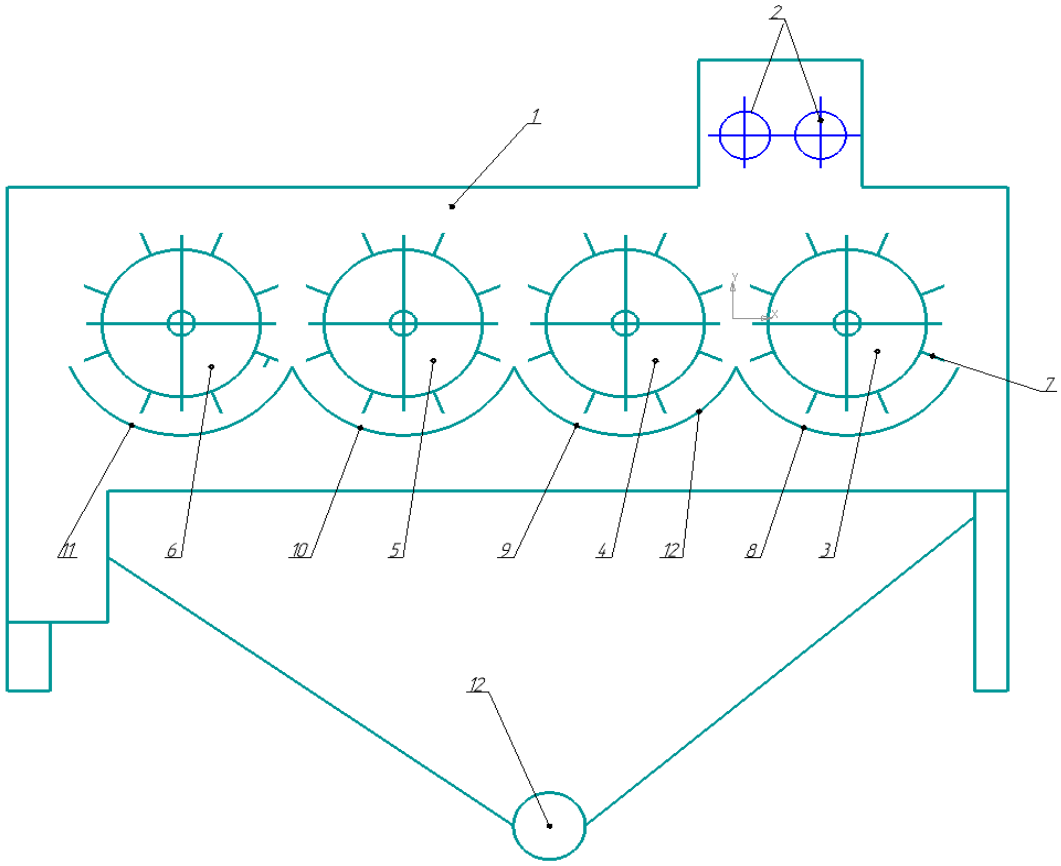
Пахтани майда ифлосликлардан тозалагичнинг тозалаш самарадорлигини ошириш учун барабанларнинг планкалари кўп қиррали қилиб ясалган [4].

Пахтани ифлосликлардан тозалашда УХК агрегатидан фойдаланилиб, майда ифлосликлар учун тозалаш зонаси учун қозиқли-планкали барабанлар остида тўрли юза, аррачали барабанлар остида колосокникли панжаралари бўлган билан йирик ифлосликлардан тозалаш зонаси, пахтани ажратиш учун чўткали барабанлар, чиқиндиларни олиб ташлаш учун шнек мавжуд бўлиб, бунда қозиқлар барабан юзасига спираль чизиқ бўйлаб ўрнатилади, бунда биринчи тозалаш зонасининг винтининг кўтариш бурчаги $\beta_1 = 30^0$, иккинчи зона $\beta_2 = 22.5^0$ ва учинчи зонада $\beta_2 = 15^0$ танланади ва панжаралар ўқига нисбатан айлантирилган қовурғалар билан кўп қиррали қилиб ясалади, бунда биринчи йирик ифлосликлардан тозалаш зонасида колосникли панжара айланиш бурчаги $\alpha_1 = 12^0$, иккинчи зона $\alpha_2 = 9^0$, учинчи зона $\alpha_3 = 6^0$ танланади, бунда қўшни қозиқ барабанларининг қозиқларини ўрнатишнинг спираль чизиғи ва қўшни барабанлар остига ўрнатилган панжараларнинг қовурғалари бурчаги тескари йўналишда амалга оширилади [5].

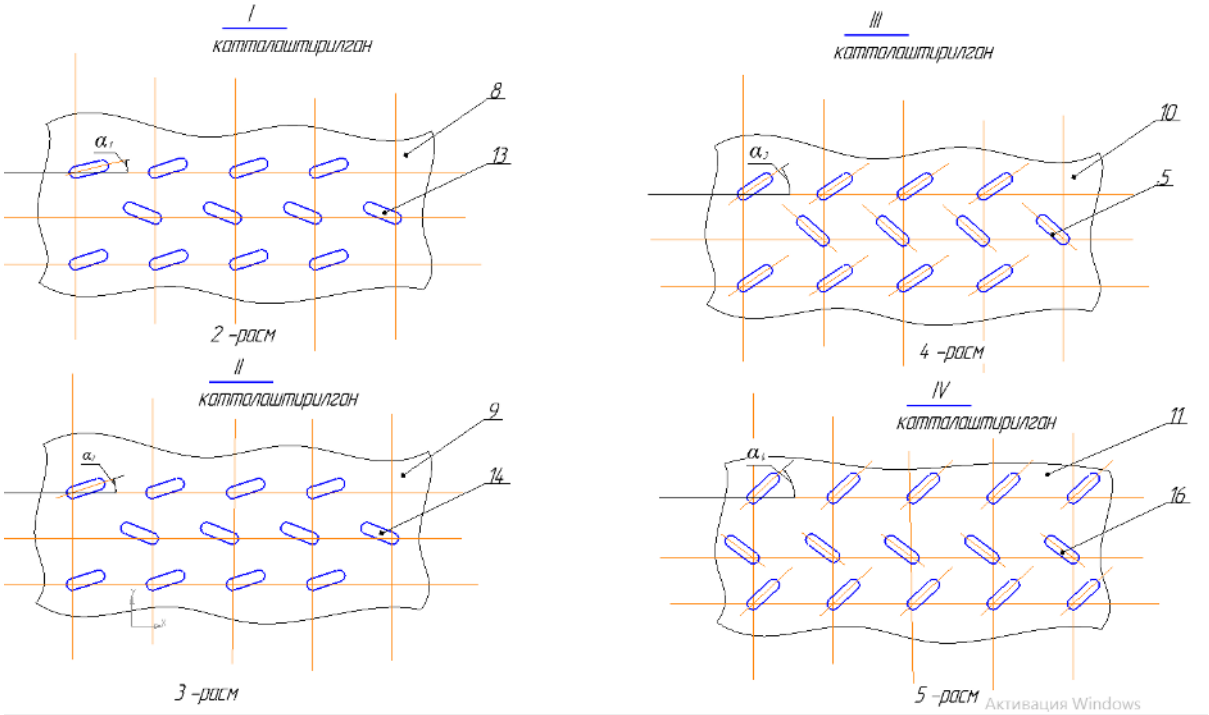
Пахта тозалаш зоналарида тўрли юза конструкциясини такомиллаштириш орқали пахтанинг титкиланганлиги ва ажратилган майда ифлосликлар ҳажми ҳисобга амалга оширилади. Тўрли юза тешикларини α_1, α_2, α_3 ва α_4 қиялик бурчаклари билан таъминлаш пахтанинг тешикларнинг чеккалари билан ўзаро таъсирини камайтиради, уларга етказилган зарарни камайтиради ва тозалаш зоналарида ажратилган ифлосликлар ҳажмини ҳисобга олган ҳолда майда ифлосликларни самарали тозалашни таъминлайди.

Дизайн чизма билан кўрсатилган, бу ерда 1-расм кичик чиқиндилар учун пахта тозалагичнинг умумий схемаси ҳисобланади. 2-расм 1-расмнинг I кўриниши; 3-расм 1-расмнинг II кўриниши; 4-расм 1-расмнинг III кўриниши; 5 – 1-расмдаги IV кўриниши.

Майда чиқиндиларни олиб ташлаш учун пахта тозалагич корпус 1, озиқлантирувчи роликлар 2, қозиқлари 7 бўлган тўртта бир хил қозиқ ва рельсли барабанлар 3, 4, 5, 6 ва уларнинг остида горизонтал ўққа $\alpha_1 = 100$, $\alpha_2 = 200$, $\alpha_3 = 300$ ва $\alpha_4 = 400$ бурчак остида мойил бўлган 13, 14, 15 ва 16 тешиклари бўлган 8, 9, 10 ва 11 тўрли юзалардан иборат. Қўшни қаторлардаги 13, 14, 15 ва 16 тешикларининг қиялик бурчаклари қарама-қарши бўлиши учун танланган.



1-расм. Кичик чиқиндилар учун пахта тозалагичнинг умумий схемаси



Дастлабки тозалаш зонасида хом пахта камроқ бўшашади ва ажратилган майда чиқиндилар энг катта бўлади, чиқиш тозалаш зонасида, яъни қозиқ барабани остида ажратилган майда чиқиндилар энг кам бўлади. Барча зоналарда 8, 9, 10, 11 тўрларининг 13, 14, 15, 16 тешикларининг шакли ва сони бир хил. 8, 9, 10 ва 11 тўр сиртлари 13, 14, 15 ва 16 чиқиндиларни олиб ташлаш тешикларининг бурчаги бўйича фарқ қилади. Дастлабки зонада ифлосланган пахта камроқ бўшашади ва α_1=100 бурчак остида қилинган тешик юзаларининг

катта қисми билан ўзаро таъсир қилади; катта ҳажмдаги майда чиқиндилар ажратилади, улар 13 тешиклари орқали тушади. Қўшни қаторлардаги 13 тешикларининг қиялик бурчакларининг қарама-қарши йўналишлари пахтанинг маълум даражада бўшашиши ва силкитишига, майда чиқиндиларни самарали ажратишга имкон беради. Иккинчи тозалаш зонасида пахтанинг бўшашиши маълум даражада ошади; ажратилган чиқиндилар миқдори биринчи зонага қараганда камроқ бўлади. Шунинг учун, сирпаниш, тормозланиш ва пахта толалари ва уруғларининг шикастланишини камайтириш учун тўрнинг 14 тешикларининг қиялик бурчаги α_2=200 га тенглаштирилади. Бу ҳолда, пахтанинг ўзаро таъсири 14 тешиклар четларининг горизонтал чизиғи проекцияларида камайтирилган қисм билан содир бўлади. Бундан ташқари, охирги тозалаш зоналарида пахта кўпроқ бўшашади, ажратилган майда чиқиндилар ҳажми камаяди ва шунинг учун толалар ва пахта уруғларининг ўзаро таъсирини ва уларнинг тез ташилишини камайтириш учун 15, 16 тешиклар α_3=300 ва α_4=400 бурчак остида ясалади.

Адабиётлар рўйхати

1. Пахтани дастлабки қайта ишлаш. Ўқув қўлланмаси. Э.З. Зикриёев таҳрири остида, Т. Меҳнат, 1999. 84-86-бетлар.
2. Джураев, А. Н. ва бошқалар, Пахта тозалаш машинасининг тозалаш қисми. Патент FAP № 00948, Бюллетень № 9, 2014.
3. Пахтани бирламчи қайта ишлаш бўйича қўлланма, "Ўзпахтасаноат" АЖ, Тошкент, 2019, 141-150-бетлар.
4. А. Джураев ва Толали материал тозалагичнинг титкиловчи барабани, патент рақами IAP 03023, Бюлл. №2, 2006.
5. IAP 07077.

УДК 62-21474

TIKUV MASHINASINING TISHLI REYKASINI LAZER NURI YORDAMIDA TERMIK ISHLOV BERISHNING MATEMATIK MODELI

Aliyev Sh.B.

Biznes va fan universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada sanoatda juda keng qo‘llanilishiga ega bo‘lgan kam uglerodli po‘latni lazer nuri yordamida termik ishlov berish texnologiyasining nazariy asoslari, texnologik jarayonlar va lazerli kesish uskunalari haqida ma’lumot berilgan. Kesish bo‘shlig‘idagi fizik hodisalar, jarayonning asosiy texnologik parametrlarini hisoblash modellari ko‘rib chiqiladi. Sanoat lazerlarining uzluksiz va impulsli davriy nurlanishidan foydalangan holda po‘lat materiallarga termik ishlov berish rejimlarini tanlash bo‘yicha tavsiyalar berilgan.*

Kalit so‘zlar: *lazerl nuri, po‘lat, texnologiya, uzluksiz, sanoatda qo‘llanilishi, plazma, elektron nurli nurlanish, nur, yorug‘lik oqimi, materialni toblash, samaradorlik.*

MATHEMATICAL MODEL OF LASER HEAT TREATMENT OF THE TOOTHED RACK OF A SEWING MACHINE

Aliev Sh.B.

University of Business and Science.

Abstract. *The article presents the theoretical foundations of laser heat treatment technology for low-carbon steel, which is widely used in industry, as well as information on technological processes and laser cutting equipment. The physical phenomena occurring in the cutting gap and models for calculating the main technological parameters of the process are considered. Recommendations are given for selecting heat treatment modes for steel materials using continuous and pulsed periodic radiation of industrial lasers.*

Keywords: *laser beam, steel, technology, continuous mode, industrial application, plasma, electron beam radiation, beam, luminous flux, material hardening, efficiency.*

***K*irish**. Kesimning old yuzasida fizik hodisalarning xususiyati yorug‘lik oqimining quvvat zichligi bilan belgilanadi. Quvvat zichligi oshishi bilan kesmaning old yuzasi harorati va uning harakatining o‘rtacha tezligi oshadi. Kislorod, plazma va elektron nurlari bilan ishlov berish

jarayonlarida qo‘llaniladigan an’anaviy issiqlik manbalari bilan taqqoslaganda, fokusga to‘plangan lazer nurlari anomal kichik ta’sir maydoniga uzatiladigan bir yarim baravar yuqori energiya zichligini ta’minlaydi.

Bir soniya ichida bunday yorug‘lik oqimi qiyin eriydigan materialni faqat eritibgina qolmasdan, balki ularning sirtini ham qisman bug‘lantiradi. Kesish jarayonida materialga tushadigan yorug‘lik oqimi qisman materialning yuzasi, eritilgan plyonka va kesmaning yon sirtlari tomonidan so‘riladi va qisman qaytariladi. Yuqori energiya zichligida nurlanishning bir qismi materialning emirilishi natijasida hosil bo‘lgan mahsulotlar tomonidan yutiladi, buning natijasida kesish samaradorligi pasayadi.

Lazer texnologiyalarining asosiy fizik jarayonlari bo‘lib quyidagilar hisoblanadi [1].

Bug‘lanish (va eritilgan fazada ablyatsiya) – mikroelektronika, mikromexanika va mikrooptikadagi har qanday materiallarning ko‘pgina sanoat texnologiyalari asosidagi eng ommabop jarayondir. Hozirgi vaqtda aniqlik va sifat muammolari dolzarbligicha qolmoqda. Yumshatuvchi (yoki erish) haroratgacha qizdirish va qovushqoq-oquvchan fazada (mexanik ta’sirlar – cho‘zish, aylantirish va hokazolar bilan to‘ldirilgan) deformatsiyalash, yaqinpolli optik zondlar, tibbiy optik asboblarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi va h.k.

Boshqariladigan kuchlanish maydonining paydo bo‘lishini keltirib chiqaradigan yo‘naltirilgan mahalliy qizdirish, nafaqat shakl hosil maqsadida, balki mikromexanik komponentlarni aniq yig‘ish va to‘g‘rilash uchun ham listli materiallarining boshqariladigan deformatsiyasiga olib keladi (laser forming). Yo‘naltirilgan mikrodeformatsiyalar va siljishlarni yaratish maqsadida ikkita muhit bo‘limi (masalan, plyonka-taglik) isirtida ortiqcha gaz (bug‘) bosimining paydo bo‘lishiga olib keladigan mahalliy isitish;

Qatlamli oshirish usulida uch o‘lchamli obyektlarni qatlamlab sintezlash, shu jumladan stereolitografiya, selektiv lazerli qizdirish va listli materiallardan qatlamlab yig‘ish (laminated object manufacturing);

Absorbsiyani qo‘zg‘atish uchun boshqa nurlanish yoki plazma bilan birlashtirilgan lazer jarayonlari;

Mikrozarrachalarni manipulyatsiya qilish (molekulyar yig‘ilish), yorug‘lik bosimi bilan lazer nurlanishining markazida zarrachalarni ushlab olish va keyinchalik mikro tuzilmalarni qurishga asoslangan.

Asosiy qism. Lazer texnologiyalari nafaqat yuqori quvvat zichligiga, balki nochiziqli jarayonlar (zaif yutuvchi muhitda nochiziqli yutilish), selektiv texnologiyalarda (kimyoviy, biotibbiy texnologiyalar) uchun muhim bo‘lgan yuqori foton zichligiga ham asoslanishi mumkin. Nurning fokus sohasida kuchli va o‘ta kuchli elektromagnit maydonlardan foydalanish mumkin. So‘nggi paytlarda yorug‘lik bosimidan foydalanadigan (mikrozarrachalar bilan manipulyatsiya, atom-molekulyar yig‘ilish – lazer trapping) texnologiyalar paydo bo‘ldi (sirtga parallel nurning normal tushishi bilan yorug‘lik bosimi $P_{ñă} = \varepsilon(1 + R)$ ifoda bilan aniqlanadi, bu yerda ε – nurlanish energiyasining hajmli zichligi, $R -$ sirtni qaytarish koeffitsiyenti) [2].

Shu bilan birga, aksariyat lazer texnologiyalari radiatsiyaning issiqlik ta’siriga asoslangan. Buni batafsil ko‘rib chiqamiz.

Lazerli nurlanish nuri tarami material yuzasiga tushganda, nurlanishning bir qismi undan qaytariladi va bir qismi materialga chuqur kirib, unga yutiladi.

Moddada nurlanishning tarqalishi odatda Buger qonuni bilan tavsiflanadi [3]:

$$q(x) = q_0(1 - R)\exp(-\alpha x),$$

bu yerda: $q(x) -$ moddaning sirtidan x masofada joylashgan nurlanish kuchining zichligi; $q_0 -$ tushuvchi nurlanish quvvati zichligi; $R -$ sirtni qaytarish koeffitsiyenti; $\alpha -$ moddadagi yorug‘likning susayishi ko‘rsatkichi. Nurlanishni yutilishida modda qiziydi. Nurlanishning kuchli (sirtqi) va zaif (hajmli) yutilishiga mos keladigan materialning qizish rejimlari mavjud.

Ko‘pgina texnologik jarayonlar uchun moddaning kuchli yutilishining spektral sohasida joylashgan to‘lqin uzunliklarining lazer nurlanishi qo‘llaniladi, chunki bu mahalliy ta’sirni va

energiyadan foydalanishning yuqori samaradorligini ta'minlaydi. Yorug'likning kuchli yutilishi ular yetarlicha kuchli nurlanish bilan "metallashtirilganda" yarim o'tkazgichlarda, metallarda, shuningdek, nurlanishning to'lqin uzunligi ularning asosiy yutilish sohasida joylashgan bo'lsa yarimo'tkazgichlar va dielektriklarda sodir bo'ladi. Bunda nurlanishning singish chuqurligi odatda issiqlik o'tkazuvchanligining xarakterli kattaligidan ancha past bo'ladi ($1/\alpha \ll \sqrt{a\tau}$, bu yerda τ – nurlanishning ta'sir qilish vaqti, α – materialning issiqlik o'tkazuvchanligi). Bunday sharoitlarda materialdagi issiqlik manbai amalda sirtqi bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini matematik jihatdan (2) yechishda bu sirtdagi chegara shartida (3) hisobga olinadi. Materialdagi qizdirilgan qatlamning qalinligi issiqlik o'tkazuvchanligining xarakterli kattaligi $\sqrt{a\tau}$ bilan belgilanadi. Nurlanishning hajmli yutilishini ta'minlovchi nurlanish rejimlari $1/\alpha > \sqrt{a\tau}$ ishlov berilayotgan materialda hajmli issiqlik manbasini yaratish zarur bo'lganda yoki hajm ichida nurlanishni to'g'rilashda (va mahalliy ishlov berishda) ishlatiladi [4].

Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamalarini yechish uchun turli xil matematik usullar mavjud, ular orasida eng ko'p ishlatiladigani integral o'zgartirishlar usullari (jumladan, Laplas o'zgartirishi), Fure usuli (o'zgaruvchilarni ajratish) va manbalar usulidir. Shuni ta'kidlash lozimki, material qizdirilganda uning optik va termofizik xususiyatlari, ayniqsa, qaytarish koeffitsiyenti R o'zgaradi. Bundan tashqari, qizish jarayoniga nurlanishning vaqtinchalik va fazoviy tuzilishi katta ta'sir ko'rsatadi. Bu faktorlar ba'zan nurlanish bilan qizdiriladigan jism haroratining vaqtini va haroratning fazoviy taqsimlanishini aniq belgilash uchun hisobga olinishi kerak.

Jismni lazer nurlanishi bilan qizdirganda, unda turli jarayonlar faollashadi. Bular qatoriga emissiya jarayonlari (elektronlar, ionlar, neytral molekulalar emissiyasi), sirt va hajmiy kimyoviy reaksiyalar, strukturaviy o'zgarishlar, issiqlikdan kengayish va termomexanik jarayonlar, erish, bug'lanish va boshqalar kiradi. Bu o'zgarishlar ma'lum bir texnologik jarayonning asosida qo'yilgan bo'lishi mumkin – masalan, teshiklarni kesish va parmalash paytida bug'lanish va erish, payvandlash paytida erish, materiallarning termik puxtalashda strukturaviy o'zgarishlar.

Amaliyotda jarayonning asosiy parametrlarini aniqlashda ko'p hollarda issiqlik muammosini aniq hal qilish talab qilinmaydi, aksincha, nurlanish quvvatining chegaraviy zichligini (q_n) (yoki chegara quvvatini (P_n), chegara energiyasini (W_n)) taxmin qilish kifoya. Nurlanish quvvatining chegaraviy zichligi – bu nurlangan materialda belgilangan o'zgarishlar sodir bo'ladigan qiymatdir. Nazariy jihatdan, q_n kattaligi ishlov beriladigan materialning maksimal harorati ushbu jarayonning boshlanishiga to'g'ri keladigan T_* qiymatga yetadigan tushuvchi nurlanishning (q_0) quvvat zichligi qiymati sifatida aniqlanadi (masalan, materialning bug'lanishi uchun bu uning qaynash nuqtasi). Ta'sir etishning oxirida radiusi r_0 bo'lgan doira shaklida nurlangan maydonning markazida jismning sirtidagi haroratni aniqlaydigan ifodadan dastlabki xarakteristikalarini aniqlanishi mumkin. Kuchli yutilish rejimida nurlanish uchun bu ifodalar:

$$T = \frac{2q_0(1-R)\sqrt{a\tau}}{k}\left(\frac{1}{\sqrt{\pi}} - ierfc\frac{r_0}{2^2\sqrt{a\tau}}\right) + T_N, \quad (1)$$

$$T = \frac{2q_0(1-R)r_0}{k} + T_N, \quad (2)$$

Hajmiy yutilish rejimida nurlanish uchun

$$T = \frac{2q_0(1-R)\tau}{\rho c\delta}\left\{1 - exp\left(-\frac{r_0^2}{4a\tau}\right) - \frac{r_0^2}{4a\tau}Ei\left(-\frac{r_0^2}{4a\tau}\right)\right\} + T_N, \quad (3)$$

bu yerda: $\delta -$ yorug'likning moddaga singish chuqurligi (Buger bo'yicha yutilishida $\delta = 1/\alpha -$ integral ko'rsatish funksiyasi; $T_N -$ boshlang'ich harorat.

(2.3) ifoda ikkita maxsus holatga ega [5]:

a) $r_0 \gg \sqrt{a\tau}$ da

$$T = \frac{2q_0(1-R)\tau}{\rho c\delta} + T_N$$

b) $r_0 \ll \sqrt{a\tau}$ da

$$T = \frac{2q_0(1-R)r_0^2}{4k\delta} ln\left(19{,}4\frac{a\tau}{r_0^2}\right) + T_N \quad (4)$$

bu yerda: $k -$ materialning issiqlik o‘tkazuvchanligi.

Lazer bilan ishlov berishning bir qator texnologik jarayonlarida ishlov beriladigan sirtni lazer nurlari bilan skanerlash qo‘llaniladi. Bunda issiqlik bilan ishlov berish natijalari skanerlash tezligiga (V_{sk}). bog‘liq.

Tez harakatlanuvchi manbada $\left(\frac{V_{sk}r_0}{a} \gg 1\right)$ materialni kuchli yutuvchi ishlov beriladigan sirtdagi maksimal harorat:

$$T \approx \frac{2}{\sqrt{\pi}}\frac{q_0(1-R)}{k}\sqrt{\frac{2ar_0}{V_{sk}}} + T_N \quad (5)$$

Sekin harakatlanuvchi manbada:

$$\left(\frac{V_{sk}r_0}{a} \ll 1\right)$$

$$T \approx \frac{q_0(1-R)r_0}{k}\left(1 - \frac{V_{sk}r_0}{4a}\right) + T_N \quad (6)$$

Lazer bilan ishlov berishning yana bir muhim parametri bo‘lib, nurlangan materialda faollashtirilgan jarayonning tezligi hisoblanadi. Ko‘pgina termik faollashtirilgan jarayonlar uchun bug‘lanish, turli termokimyoviy reaksiyalar, jarayonning tezligi V eksponensial ravishda harorat T ga bog‘liq bo‘lib, u eng umumiy shaklda Frenkel tenglamasi bilan tavsiflanadi [6]:

$$V(T) = c_0 exp\left(-\frac{L^m\mu}{R_G T}\right) \quad (7)$$

bu yerda: $L^m -$ massa birligiga to‘g‘ri keladigan jarayonning faollashuv energiyasi (bug‘lanish issiqligi va boshqalar); $c_0 -$ qattiq jismdagi tovush tezligi; $R_G -$ universal gaz doimiysi; $\mu -$ ishlov berilayotgan materialning molyar (atom) massasi.

Xususan, bug‘lanish fronti – bug‘simon va kondensatsiyalangan (erigan) muhit o‘rtasidagi chegara – sirt harorati T ning funksiyasi hisoblangan ma’lum bir tezlik $V(T)$ da materialga chuqurroq kirib boradi.

Modda bug‘langanda, uchib ketadigan bug‘larning reaktiv ta’siri bilan bog‘liq bo‘lgan orqaga qaytishning mexanik impulsi paydo bo‘ladi. Orqaga qaytish bosimini to‘yingan bug‘ bosimi P_T kattaligining yarmi sifatida baholanishi mumkin, qaytish bosimi R_{qay} va material yuzasi ustidagi bug‘ bosimi R_{bomb} bombardirovkasining teng qiymatlaridan iborat:

$$P_T = R_{qay} + R_{bomb}, \quad (8)$$

Lazerli bug‘lanishda $R_{bomb} = 0$ deb faraz qilamiz va $P = 0{,}5 \cdot R_{qay}$ tenglikni olamiz.

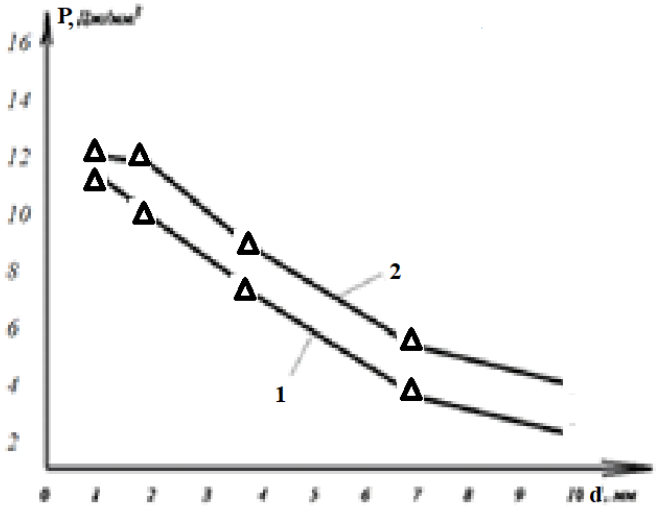
Bug‘lanish sirtining haroratiga teng bo‘lgan T haroratdagi to‘yingan bug‘ bosimi Klauzius-Klapeyron tenglamasidan aniqlanadi:

$$P_T = P_0\frac{T}{T_0} exp\left[\left[\frac{L_b^m\mu}{R_G T_0}\left(1 - \frac{T_0}{T}\right)\right]\right] \quad (9)$$

bu yerda: $L_b^m -$ materialning birlik massasi bug‘lanishining yashirin issiqligi; $P_0 - T_0$ haroratdagi to‘yingan bug‘ bosimi (masalan, normal bosimdagi $T = T_Q$ qaynash haroratida $P_0 = 10^5$ Pa [7].

Lazer nurlanishi bilan nurlangan materialning haroratini aniqlash va uning asosida bug‘lanish tezligini hisoblash ishlov berish jarayonining integral xususiyatlarini olish va ishlov berish rejimining zarur parametrlarini aniqlash imkonini beradi.

Ba’zi hollarda nurlanish ta’sirining issiqlik modeli lazer texnologiyalari jarayonlarini to‘g‘ri ko‘rib chiqish uchun yetarli bo‘lmaydi. Masalan, chuqur teshiklarni parmalashda, kanalda hosil bo‘lgan bug‘lardagi nurlanishning yutilishini e’tiborsiz qoldirib bo‘lmaydi va h.k. [8, 9].



1-rasm. Turli nurlanish quvvatlarida kerakli energiya sarfining metallning qalinligiga bog‘liqligi: 1 – W=2 kVt; 2 – W=3,5kVt

Xulosa. Lazer nurlanishi bilan qizdirilganda moddaning tez issiqlikdan kengayishiga asoslangan lazer texnologiyalari mavjud. Qattiq jismning sirtini ifloslantiruvchi zarrachalardan quruq lazer bilan tozalash texnologiyasi nurlanishni yutuvchi zarrachalarni va/yoki asosiy materialning sirt qatlamini lazer zarbasi bilan tez qizdirish va issiqlikdan kengayishiga asoslangan. Impuls tugagandan so‘ng, inertsiya kuchlari ta’sirida zarralar sirtdan uzilishi va chiqarib yuborilishi sodir bo‘ladi.

Adabiyotlar

1. Анисимов С.И., Имас Я.А., Романов Г.С., Ходыко Ю.В. Действие излучения большой мощности на металлы. - М.: Наука, 1970.
2. Рэди Дж.Ф. Действие лазерного излучения. - М.: Мир, 1974.
3. Вейко В.П., Либенсон М.Н. Лазерная обработка. - Л.: Лениздат, 1973.
4. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. Лазерная техника и технология. Лазерная сварка металлов, т. 5. - М.: Высшая школа, 1988.
5. Григорьянц А.Г., Сафонов А.Н. Лазерная техника и технология. Основы лазерного термоупрочнения сплавов, т. 6. - М.: Высшая школа, 1988.
6. *Аборкин А.В., Бабин Д.М., Бокарев Д.В., Елкин А.И.* Влияние отжига на структуру и свойства алюмоматричных композитов, упрочненных WC1- x/УНТ структурами//Сборник трудов V Международной научно-технической конференции «Живучесть и конструкционное материаловедение (ЖивКоМ – 2020)». Москва, 27–29 октября 2020 г. С. 3–6.
7. *Aborkin A., Khorkov K., Prusov E., Ob’edkov A., Kremlev K., Perezhogin I., Alymov M.* Effect of Increasing the Strength of Aluminum Matrix Nanocomposites Reinforced with Microadditions of Multiwalled Carbon Nanotubes Coated with TiC Nanoparticle // Nanomaterials. 2019. Vol.9. Is.11. Article 1596. https://doi.org/ 10.3390/nano9111596.
8. *Animesh B., Eisen W.B.* Hot Consolidation of Powders & Particulates. Metal Powder Industries Federation, Princeton, USA, 2003. 254 p.
9. *German R.M.* (Ed.) Powder Metallurgy Science, 2nd ed.; Metal Powder Industries Federation: Princeton, NJ, USA, 1994. 472 p.

Aliyev Shavkatjon Baxtiyor o‘g‘li – Biznes va fan universiteti o‘qituvchisi Tel: (+998) 911917775 E-mail:aliyev.shavkat7775@gmail.com

UO‘K [675.928:678.5.073/074]:685.34.073

RETSEPTURA KO‘RSATKICHLARINING POLIOLEFIN VA ETILENPROPILEN KAUCHUGI ASOSIDAGI POYABZAL KOMPOZITSIYALARINING ISTE’MOL VA TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARIGA TA’SIRI

[1]Musayev S.S., [2]Qodirov T.J.

[1]Buxoro davlat texnika universiteti, [2]Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti.

Annotatsiya. *Maqolada poyabzal sanoatining muhim muammolaridan biri bo‘lgan mahalliy xomashyolar asosida poyabzal polimer tagliklarini olish imkoniyatlari tadqiq qilingan. Shu maqsadda mahalliy sanoatda keng ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan poliolefinlar sinfiga mansub bo‘lgan polipropilen, past va yuqori bosimli polietilen va etilenpropilen kauchuklaridan foydalanib poyabzal tagligi sifatida qo‘llash maqsadida olingan poliolefinli termoplastik elastomerlarning fizik-mexanik va reologik xossalari tadqiq qilingan.*

Kalit so‘zlar: *polyolefin, termoplastik elastomerlar, yuqori bosimli polietilen, past bosimli polietilen, polipropilen, uzilishdagi mustahkamlik, nisbiy uzayish, qoldiq uzayish, qovushqoqlik, bosim ostida quyish.*

INFLUENCE OF FORMULATION PARAMETERS ON CONSUMER AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FOOTWEAR COMPOSITIONS BASED ON POLYOLEFIN AND ETHYLENEPROPYLENE RUBBER

[1]Musayev S.S., [2]Kadirov T.J.

[1]Bukhara state technical university, [2]Tashkent institute of textile and light industry.

Abstract. *This article investigates the possibilities of producing polymer soles for footwear using local raw materials, which is one of the significant challenges in the shoe industry. To this end, the study examined the physical-mechanical and rheological properties of polyolefin thermoplastic elastomers. These elastomers were obtained using polypropylene, low- and high-density polyethylene, and ethylene-propylene rubbers, all belonging to the class of polyolefins widely manufactured in the local industry, for their application as shoe soles.*

Keywords: *polyolefin, thermoplastic elastomers, high-density polyethylene, low-density polyethylene, polypropylene, tensile strength, elongation at break, permanent set, viscosity, injection molding.*

Kirish. Poyabzal sanoatini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri polimer taglik materiallarining xomashyo bazasini kengaytirish hisoblanadi. Bu jihatdan poliolefinli termoplastik elastomerlar (POTE) katta qiziqish uyg‘otadi.

Poliolefinli termoplastik elastomerlar tarkibi bo‘yicha etilen va propilenning yuqori molekulyar sopolimerlari aralashmasidan yoki etilen propilen dien kauchuklari bilan poliolefinlarning aralashmalaridan iborat. Kompozitsiyalardagi kauchuk va termoplast nisbatlarini 30:70 dan 95:5 gacha keng oraliqda o‘zgartirish mumkin, bunda polimer aralashmalar iste’mol va texnologik xususiyatlarning keng ko‘lamini namoyon etadi.

Fizik-mexanik xossalarining ko‘rsatkichlari bo‘yicha termoplastik elastomerlar (POTE) oddiy rezinalarga yaqin turadi va, bir tomondan, polixloropren, butadiyenstirol kabi sintetik kauchuklar bilan, ikkinchi tomondan esa, termoplastlar, masalan, polietilen, polipropilen, polivinilxlorid bilan, ayniqsa, elastik xossalarining yuqori qiymatlari talab qilinadigan sohalarda raqobatlasha oladi. Poliolefinli termoplastik elastomerlar kauchuklar va plastmassalardan zichlikning past qiymati ($0,87\text{-}0,90\times10^3$ kg/m^3) va qattiqlik qiymatlarining keng diapazoni (Shor A shkalasi bo‘yicha 40 shartli birlikdan, Shor D shkalasi bo‘yicha 50 shartli birlikgacha) bilan farq qiladi.

Polimer kompozitsiyalarning tarkibi (kauchuk va termoplastning turi va miqdori) hamda texnologik parametrlarga ko‘ra, uzilishga chidamlilik ko‘rsatkichlari 3-24 MPa ni, nisbiy uzilish cho‘zilishi 200-1100% ni tashkil etadi, shishalanish harorati 50 °C ga etadi, mo‘rtlik harorati esa -70 °C ga tushadi. POTE 150 °C haroratda darz ketguncha 200-300 soat davomida chidamli bo‘ladi. Shunday qilib, yuqori darajadagi deformatsion-mustahkamlik xususiyatlari, keng ish harorati oralig‘i (-50 °C dan +150 °C gacha) poliolefinli termoplastik elastomerlarning keng qo‘llanilish sohasini ta’minlaydi [1].

Poliolefinli termoplastik elastomerlar egilishga va yeyilishga yaxshi qarshilik ko‘rsatishi, cho‘zilish va siqilishda qoldiq deformatsiyaning past qiymatlari bilan tavsiflanadi. Kislorod, ozon,

ultrabinafsha nurlanish, suv, suv bug‘lari va kimyoviy reaktivlarga chidamliligi yuqori bo‘lgani sababli, ularning xalq xo‘jaligida qo‘llanilish sohasi sezilarli darajada kengayadi.

Poliolefinli termoplastik elastomerlar yuqori texnologik xususiyatlarga ega. Past qovushqoqlik qiymatlariga ega bo‘lgani uchun, ular osonlik bilan qayta ishlanadi. Qayta ishlashning eng maqbul usuli bosim ostida quyishdir. Bunda bosim ostida quyish uchun kauchuk aralashmalarini quyishga nisbatan uch baravar kam vaqt sarflanadi va mahsulotlar past kirishish ko‘rsatkichlariga ega bo‘ladi [2].

Ko‘p marta qayta ishlash imkoniyati chiqindisiz texnologiyani tashkil etishga yo‘l ochadi, bu esa tayyor mahsulot tannarxini sezilarli darajada pasaytiradi va rezinalarga nisbatan asosiy ustunlik hisoblanadi. Bundan tashqari, poliolefinli termoplastik elastomerlar yaxshi bo‘yalish xususiyatiga ega.

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Ko‘rsatilgan afzalliklar poyabzal taglik materiallarini ishlab chiqarishda poliolefinli termoplastik elastomerlarni qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganish bo‘yicha tadqiqot olib borish uchun asos bo‘ldi.

Tadqiqot obyektlari sifatida quyidagilar tanlandi:

SKEPT (TEPK-40) markali uch komponentli etilenpropilen kauchuk;

Poliolefinlar - yuqori bosimli polietilen (PEVD-20960), past bosimli polietilen (PEND-15803) va polipropilen (PP-21060) kabi moddalardan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida tanlangan materiallarning texnik tavsifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

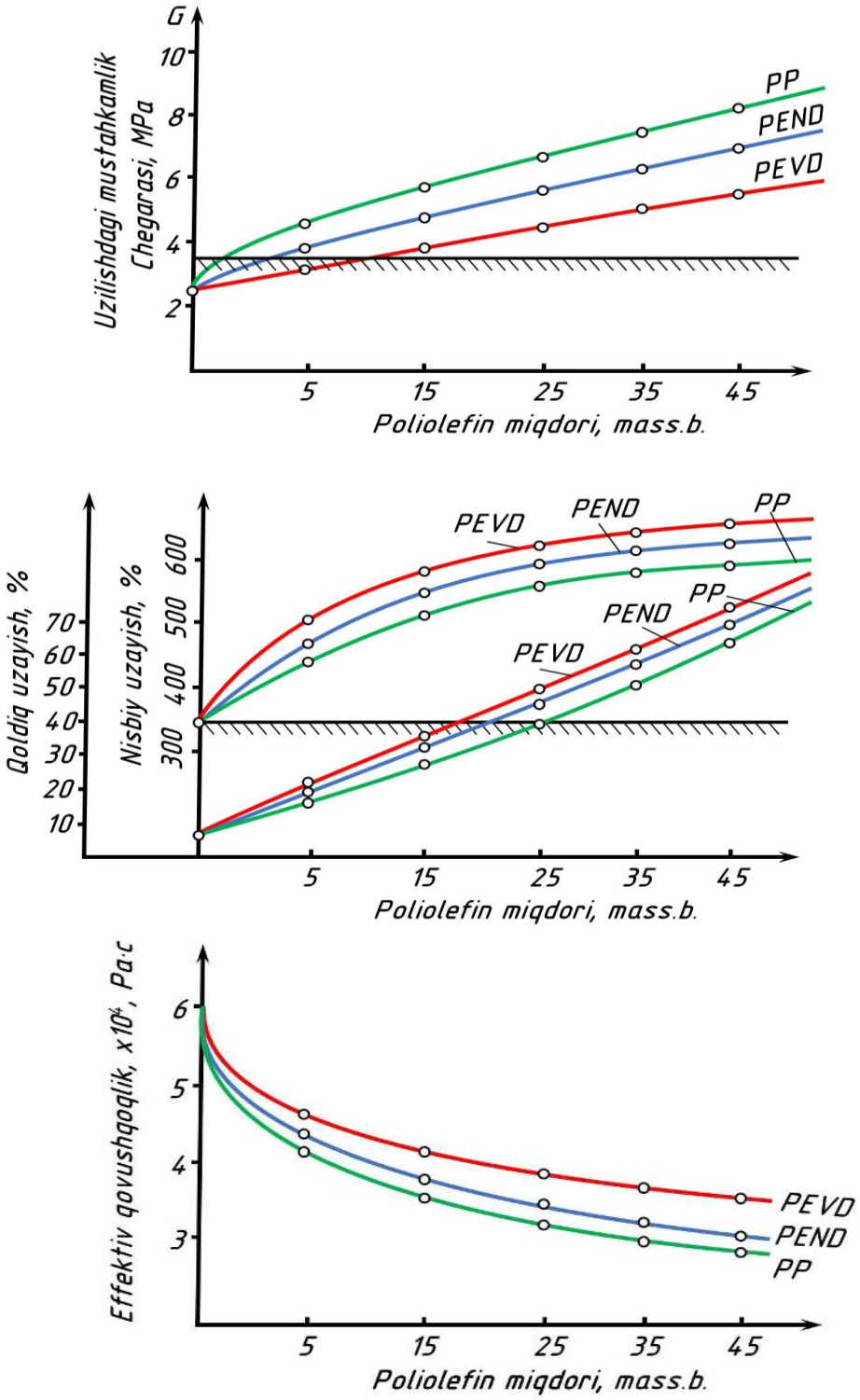
Tadqiqot obyekti sifatida tanlangan materiallarning texnik tavsifi

№	Ko‘rsatkichlar nomi	Polimer turi			
		SKEP	PENP	PEVP	PP
1	Molekulyar massasi, ming.	80-200	30-500	50-3500	80-200
2	Eruvchanlik parametrlari, $(kal/sm^3)^{1/2}$	8,0	8,0	8,2	8,1
3	Erish indeksi (PTR), g/10 daqiqa	-	2,20	3,40	12,6
4	Qovushqoqlik, Pa·s	$1{,}76x10^4$	$8{,}8x10^3$	$9{,}7x10^3$	$9{,}0x10^3$
5	Zichlik, kg/m^3	877	919	960	910
6	Cho‘zilishdagi mustahkamlik, MPa	2,45	10,7	17,8	30,2
7	Uzilishdagi nisbiy uzayish, %	350	600	450	100
8	Uzilishdagi qoldiq uzayish, %	6,0	более 100		60
9	Vika bo‘yicha issiqqa chidamlilik, °C	150	+60	+80	135
10	Issiqlik o‘tkazuvchanlik,Vt/mK.	0,19	0,36	0,44	0,08
11	Shor bo‘yicha qattiqlik, shartli birlik	48 A	40 Д	60 Д	88 Д
12	Erish harorati, °C	-	117	132	170
13	Shishalanish harorati, °C	-62	-70	-60	-15
14	Kristallanish darajasi, %	-	53	77	60

Aralashmalar “Brabender” (Germaniya) firmasining laboratoriya aralashtirgichida aralashtirish kamerasining harorati 140-240 °C bo‘lganda tayyorlandi. Olingan massa 150-250 °C haroratda va 15 MPa bosim ostida to‘g‘ridan to‘g‘ri quyish usuli bilan 3 daqiqa davomida presslandi. Natijada olingan namunalar tekis, silliq, qo‘l tekkizilganda quruq seziluvchi yaxlit plastinalardan iborat bo‘ldi. Kompozitsiyalarning fizik-mexanik xossalarini o‘rganish standart usullar yordamida amalga oshirildi.

Eksperiment va olingan natijalarning tahlili. Olingan polimer aralashmalarni poyabzal taglik materiallari sifatida qo‘llash mumkinligini aniqlash uchun nazorat kompozitsiyasi sifatida poyabzal taglik qismlarini tayyorlashda ishlatiladigan standart tarkibli butadiyen-stirol termoelastoplast tanlandi [3].

Ishda elastomer-termoplastning 95:5 dan 55:45 gacha bo‘lgan konsentratsiya sohasi o‘rganildi. Poliolefinli termoplastik elastomerlarning fizik-mexanik va reologik tadqiqotlari natijalari 1-rasmda keltirilgan.

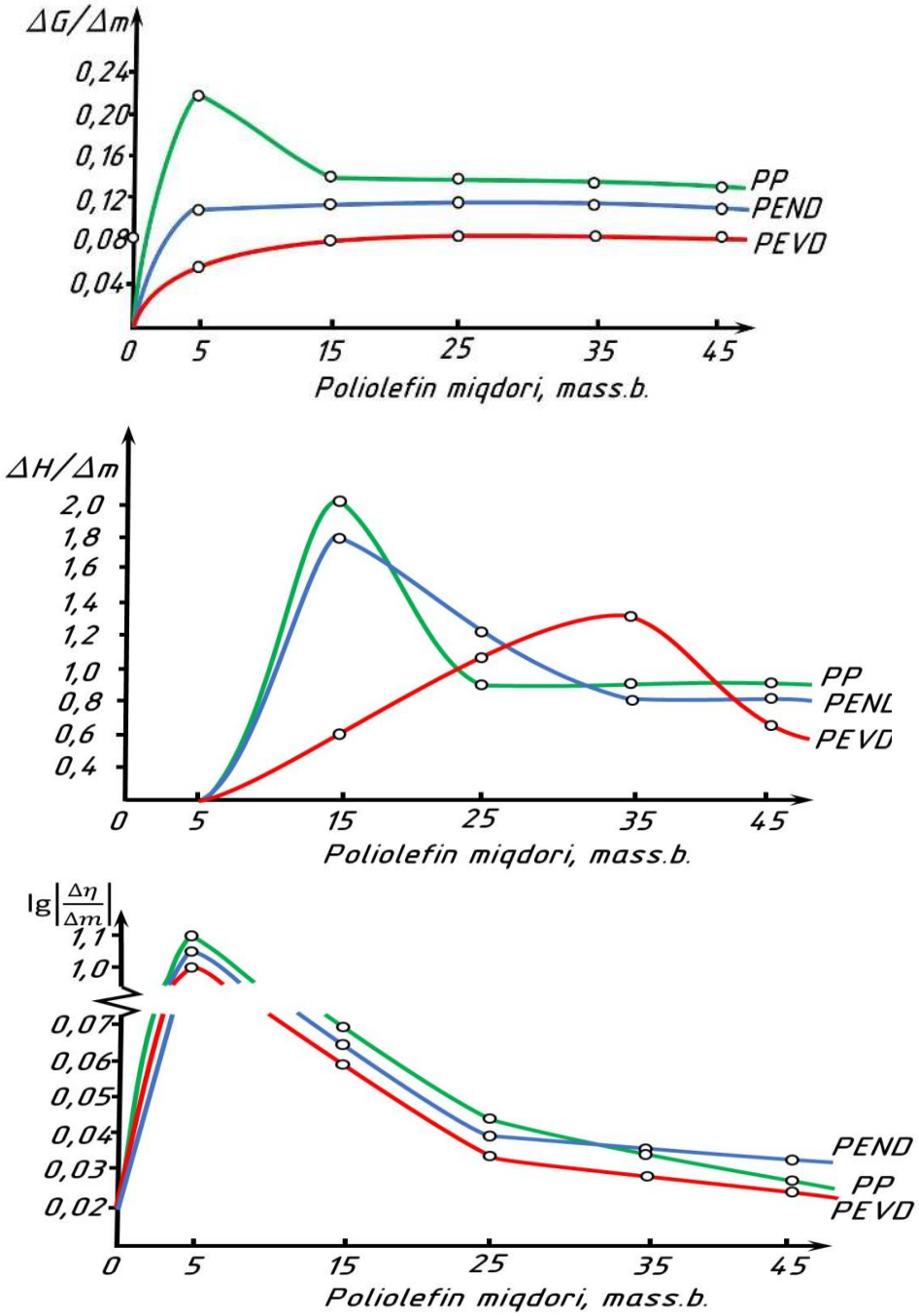


1-rasm. Poliolefin miqdoriga bog‘liq holda kompozitsiyaning uzilishga mustahkamlik ko‘rsatkichlari (a), deformatsion (b) va reologik (v) xususiyatlarining o‘zgarishi

Dastlabki tadqiqotlar davomida polimer aralashmasidagi poliolefinlarning ruxsat etilgan miqdori aniqlandi. Ekspert so‘rovi [4] natijasida olingan poyabzal tagligi materiallarining yagona sifat ko‘rsatkichlari qiymatlaridan foydalanib va ularni poliolefinli termoplastik elastomerlar

iste'mol xususiyatlari ko'rsatkichlari bilan taqqoslab, kompozitsiyadagi poliolefinlarning ruhsat etilgan miqdori 45 mas. qismdan oshmasligi kerakligi aniqlandi. Aralashmadagi poliolefinlarning miqdori bu qiymatdan yuqori bo'lganda, polimer material elastik xususiyatlarning past qiymatlariga va yuqori qattiqlik ko'rsatkichlariga ega bo'ladi, bu esa bunday polimer materiallardan belgilangan maqsadda foydalanish imkonini bermaydi.

Termoplastlar konsentratsiyasi sohasida (5-45 mas.q.) poliolefinli termoplastik elastomerlarning deformatsion-mustahkamlik va reologik xossalari o'zgarishining chiziqli xarakteri kuzatiladi, Bu esa o'z navbatida komponentlar nisbatining o'rganilayotgan diapazonida polimer matritsasida strukturaviy o'zgarishlar yo'qligini taxmin qilish imkonini beradi. Biroq, ushbu xossalar uchun integral egri chiziqlar (2-rasm) poliolefinlarning ma'lum konsentratsiyalarida ekstremumlar mavjudligini ko'rsatadi.



2-rasm. Kompozitsiya tarkibidagi poliolefin miqdoriga bog'liq holda uning mustahkamligi (a), qattiqligi (b) va qovushqoqligi (v) o'zgarishining integral egri chiziqlari

Tajriba natijalarining tahlili polimer aralashmalarining fizik-mexanik va reologik xususiyatlarining o‘zgarish xususiyatini hamda termoplastning turi va miqdoriga bog‘liqligini aniqladi. Polipropilenning deformatsion-mustahkamlik xususiyatlari va qovushqoqlik ko‘rsatkichlari qiymatlarining o‘zgarishiga ta’siri, elastomer-termoplastning barcha o‘rganilgan nisbatlarida, turli markadagi polietilenga nisbatan ancha sezilarli ekan. Bu holat polipropilenning xususiyat ko‘rsatkichlarining boshlang‘ich qiymatlari yuqoriroq bo‘lganligi bilan izohlanadi.

Past bosimli polietilen (PEND) xususiyat ko‘rsatkichlarining mutlaq qiymatlari bo‘yicha yuqori bosimli polietilen (PEVD) ga nisbatan yuqoriroq ko‘rsatkichlarga ega bo‘lganligi sababli, poliolefinli termoplastik elastomerlarning iste’mol xususiyatlarini yaxshiroq namoyon etadi.

Shunday qilib, fizik-mexanik va reologik xususiyatlar ko‘rsatkichlarining o‘zgarishiga polimer aralashmasining asosiy tuzilmasini shakllantiruvchi termoplast hal qiluvchi ta’sir ko‘rsatadi. Termoplastlar miqdori 0,05 va 0,30 bo‘lganda egri chiziqda (2-rasm) xossa ko‘rsatkichlari qiymatlarining ekstremumlari mavjudligi polimer matritsada sodir bo‘layotgan strukturaviy o‘zgarishlarni ko‘rsatadi.

Kompozitsiyalarning morfologik tuzilishini aniqlash va poliolefinli termoplastik elastomerlarning iste’mol hamda texnologik xususiyatlari qiymatlarini boshqarish algoritmini topish, belgilangan xossa ko‘rsatkichlariga ega kompozitsion polimer materiallarni olishning hali echimini topmagan masalalari hisoblanadi.

Poyabzal taglik materiallarini olish uchun ishlatiladigan polimer kompozitsiyalarga keng ko‘lamli talablar qo‘yiladi [4-10]. 2-jadvalda kompozitsiyalar tarkibiga qarab poliolefinli termoplastik elastomerlarning iste’molchi va texnologik xususiyatlarining o‘zgarishi ko‘rsatilgan.

2-jadval

Poliolefinli termoplastik elastomer kompozitsiyalari tarkibiga ko‘ra iste’mol va texnologik xususiyatlarining o‘zgarishi

Sifat ko‘rsatkichi	Poliolefin turi	Polimer kompozitsiyasidagi elastomer va poliolefin nisbati, mass. qismi				
		95:5	85:15	75:25	65:35	55:45
Shor A bo‘yicha qattiqlik, shartli birlik	PP	48	66	78	88	98
	PEND	48	66	78	86	96
	PEVD	48	54	65	78	84
Yeyilishga qarshilik, DJ/mm³	PP	5,5	9,3	14,2	17,6	21,8
	PEND	5,2	7,8	11,5	14,4	17,2
	PEVD	5,0	7,1	10,8	13,3	15,0
Issiqlik o‘tkazuvchanlik, Vt/(m·K)	PP	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
	PEND	0,21	0,24	0,27	0,29	0,31
	PEVD	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31
Issiqqa chidamlilik, °C	PP	145	143	140	138	135
	PEND	140	134	128	123	120
	PEVD	139	128	112	106	100
Qovushqoqlik $x10^4$, Pa·s	PP	4,5	3,8	3,4	3,0	2,8
	PEND	4,7	4,0	3,6	3,3	3,0
	PEVD	4,9	4,3	4,0	3,7	3,5

Olingan natijalarning qo‘llanilish sohalari. Vazifaning qo‘yilishini inobatga olgan holda, poliolefinli termoplastik elastomerlar o‘z vazifasi bo‘yicha divinilstirol termoelastoplastga muqobil taglik materiali ekanligini e’tiborga olib, poyabzal taglik qismlarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan divinilstirol termoelastoplastlar asosidagi kompozitsiyaning deformatsion-mustahkamlik xususiyatlari qiymatlarini (quyida ko‘rsatilgan) yaroqlilik mezonlari sifatida qabul qilamiz. Poliolefinli termoplastik elastomerlarga qo‘yiladigan talablarni inobatga olgan holda,

aralashma tarkibiy qismlarining maqbul nisbatlari sohasi tanlandi. Bu maqsadda chizmalarda (1-rasmga qarang) xususiyatlarning ruxsat etilgan qiymatlar chegaralari ko‘rsatib o‘tilgan.

Aralashma tarkiblarining ruxsat etilgan o‘zgarish sohasi, massa qismlari:

TEPK: PP=70:30 – 95:5; TEPK: PEVD=75:25 – 85:15; TEPK: PEND=75:25 – 90:10.

Uzilishdagi mustahkamlik, MPa	3,5 dan kam emas
Uzilishdagi nisbiy uzayish, %	250 dan kam emas
Qoldiq uzayish, %	40 dan ko‘p emas
Shor A bo‘yicha qattiqlik, shartli birlik	95 dan ko‘p emas
Yeyilishga qarshiligi, DJ/mm^3	5 dan kam emas

Xulosa. Poliolefinli termoplastik elastomerlarning iste’mol va reologik xususiyatlari ko‘rsatkichlari qiymatlarini divinilstirol termoelastoplastlarning tegishli ko‘rsatkichlari bilan taqqoslaganda, ularning bir-biriga yaqin qiymatlarga ega ekanligini ko‘rish mumkin. Bunda, ishlab chiqaruvchilar tarkib va texnologik parametrlarni o‘zgartirish nuqtai nazaridan deyarli cheksiz imkoniyatlarga ega bo‘lganligi sababli, har bir aniq holatda zarur iste’mol va texnologik xususiyatlarga ega materiallarni olish imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Poliolefinli termoplastik elastomer (POTE) larning tannarxi divinilstirolli termoelastoplastlar (TEP) tannarxidan 2 barobar past ekanligini inobatga olib, poliolefinli termoplastik elastomerlarni poyabzal tag qismini tayyorlash uchun istiqbolli material deb hisoblash lozim. Biroq, hozirgi kunga qadar poliolefin tarkibli materiallarni poyabzal ustki qismi materiallariga biriktirish masalasi hal etilmagan. Ushbu muammoning echimi keyingi xabarlarda batafsil yoritiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Musayev S.S. The study of thermodynamic compatibility of polymers // EPRA International Journal of Research and Development (IJRD). Volume: 5. Issue: 5. May 2020. P. 411-420.
2. Coran A.Y., Patel R. Kautschuk. Gummi. Kunststoffe. 1982. V. 35. P. 194-196.
3. Musayev S.S. Optimization of values of technological parameters for obtaining thermoplastic polymer composition for bottom shoes /Leather and Footwear Journal. Revista de pielarie incaltaminte. Bucharest: 2021. Volume 21. No. 4. R. 247-256
4. Musaev S.S., Karpuxin A.A., Andrianova G.P. Ранжирование показателей качества материалов для низа обуви для региона с сухим жарким климатом. // Изв. ВУЗов. 1991. № 3. С. 31-34.
5. 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.
6. Мусаев С.С. Термические исследования свойств обуви подошвенных композиций. Известия высших учебных заведений «Технология текстильной промышленности» рецензируемый научно-технический журнал. №4 (406) 2023. ул.236-243.
7. Musaev S.S., Samieva G. O., Majidov Z.Z. Investigation of the Possibility of using Suspended Polyvinyl Chloride and Ethylene–vinyl Acetate Copolymer to Produce a Thermoplastic Polymer Composition //International jurnal of emerging trends in engineering research. – 2020. – Т. 8. – №. 10.
8. 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.
9. 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.
10. Musaev S., Samieva G. Study of the Resistance of Shoe Sole Compositions to various Aggressive Environments //International Journal. – 2023. – Т. 11. – №. 4.

TIKUV MASHINASI QAVARIQ REZINALI VTULKALI QAYISHQOQ TAYANCH-LARGA O‘RNATILGAN BOSH VALI TEBRANISH AMPLITUDASI TAHLILI

Amonov A.R., Muxammedjanov M.M.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada tikuv mashinasi asosiy ishchi organlari harakatni bosh valdan olishi, bosh valga vertikal yo‘nalishda inertsiya kuchlari ta’sir qilishi hamda mexanizmlar bir qator ishchi organlari inersiya momentlarining o‘zgaruvchan qiymatlari keltirilgan. Tikuv mashinasida qavariq rezinali vtulkali qayishqoq tayanchlarga o‘rnatilgan bosh valining tebranish amplitudasi tahlillari keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *vtulka, amartizator, rezina, podshipnik, tayanch, bikrlik, elastik.*

SEWING MACHINE VIBRATION AMPLITUDE ANALYSIS OF THE MAIN SHAFT MOUNTED ON CONVEX RUBBER BUSHING BELT SUPPORTS

Amonov A.R., Mukhammedjanov M.M.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article presents the main working elements of a sewing machine that receive motion from the main shaft, the effect of inertia forces on the main shaft in the vertical direction, and the variable values of the moments of inertia of a number of working elements of the mechanisms. An analysis of the vibration amplitude of the main shaft mounted on rubber bushings with convex rubber bushings in a sewing machine is presented.*

Key words: *bushing, shock absorber, rubber, bearing, support, unit, elastic.*

Tikuv mashinasida asosiy ishchi organlar harakatni bosh valdan oladi, bosh valga vertikal yo‘nalishda inersiya kuchlari ta’sir qiladi, mexanizmlari bir qator ishchi organlari inersiya momentlarining o‘zgaruvchan qiymatlarga ega. Agar tikuv mashinasi mexnizmlarining muvozanatlashmagan massalarining keltirilgan kuchi ma’lum bo‘lsa, markazdan qochma kuch quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi [1].

$$P_m = m_{kel}\omega_2^2 \frac{D_v}{2} \qquad (1)$$

bu yerda, m_{kel} – muvozanatlashmagan massalarning keltirilgan massasi; ω_2, D_v – tikuv mashinasi bosh valining burchak tezligi va diametri.

Bosh valning og‘irligi tufayli qavariq rezinali tayanchlar deformatsiyalanadi va ularning qiymatlari quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$X_{st} = \frac{G_{2v}}{C_{kel}} \qquad (2)$$

bu yerda, G – bosh valning og‘irligi; C_{kel} – tikuv mashinasining bosh validagi rezinali podshipnik tayanchlarining keltirilgan bikrlik koeffitsiyentlari:

$$C_{kel} = C_1 + C_2 + C_3 \qquad (3)$$

Har bir rezina tayanch (qavariq rezina vtulkalar) bikrlikni nochiziqli tashkil etuvchisini hisobga olib, ularning bikrlik koeffitsiyentlari quyidagi ifodalar bo‘yicha aniqlanadi [2,3].

$$C_1 = C_1^1 + C_{1N}^3; \quad C_2 = C_2^1 + C_{2N}^3; \quad C_3 = C_3^1 + C_{3N}^3 \qquad (4)$$

bu yerda, C_1^1, C_2^1, C_3^1 – tikuv mashinasining bosh validagi elastik tayanchlar mustahkamlik koeffitsiyentlarining chiziqli tashkil etuvchilari; $C_{1N}^3, C_{2N}^3, C_{3N}^3$ – elastik tayanchlar mustahkamlik koeffitsiyentlarining chiziqsiz tashkil etuvchilari.

Bunda keltirilgan bikrlik koeffitsiyent C_{kel} (3) tenglamani hisobga olgan holda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi

$$C_{kel} = (C_1^1 + C_{1N}^3) + (C_2^1 + C_{2N}^3) + (C_3^1 + C_{3N}^3) \qquad (5)$$

Inersiya kuchlarini hisobga olgan holda vertikal yo‘qolishda bosh valning tebranishlari amplitudasini aniqlaymiz:

$$A = \frac{0{,}5gp_0^2\left(3m_n + m_v + m_{p1} + m_{p2} + m_{p3}\right)}{[p_0^2 - \omega_{2v}^1] \cdot [(C_1^1 + C_{1N}^3) + (C_2^1 + C_{2N}^3) + (C_3^1 + C_{3N}^3)]} \qquad (6)$$

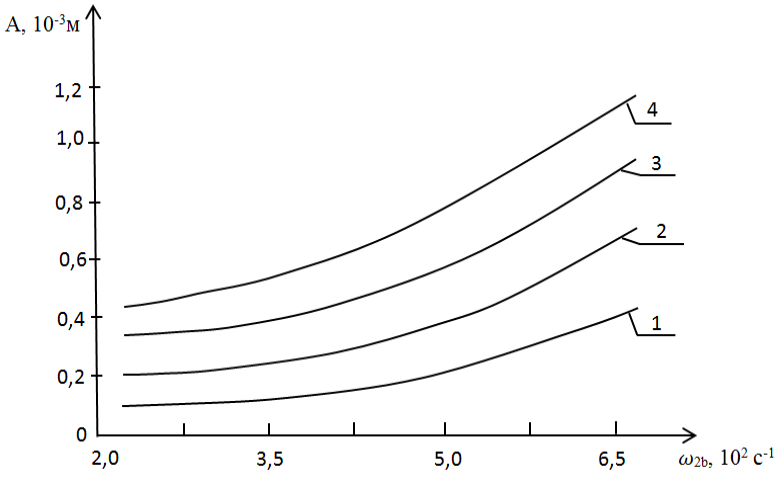
bu yerda, $p_0 -$ bosh valning xususiy tebranishlari chastotasi; $m_n -$ podshipniklar massasi; $m_v -$bosh val massasi; $m_{p1}, m_{p2}, m_{p3} -$ podshipnklarning mos ravishdagi rezina vtulkalarini massasi; $g -$ erkin tushish tezlanishi.

Parametrlarning tikuv mashinasi bosh valining tebranishlari amplitudasiga ta'sirini aniqlash uchun sonli echimni prametrlarning quyidagi qiymatlarida amalga oshirdik:

$$n = (3000 \div 6000)\ ayl/min$$

$C_1^1 = (0{,}5 \div 0{,}7) \cdot 10^4\ N/m$; $C_3^1 = (0{,}4 \div 0{,}5) \cdot 10^4\ N/m$;
$C_2^1 = (0{,}3 \div 0{,}45) \cdot 10^4\ N/m$; $C_{1N} = (0{,}1 \div 0{,}15) C_1^1$;
$C_{2N} = (0{,}1 \div 0{,}15) C_2^1$; $C_{3N} = (0{,}1 \div 0{,}15) C_3^1$;
$m_p = (0{,}06 \div 0{,}1)\ kg$; $m_v = (0{,}8 \div 1{,}25)\ kg$;
$m_{p1} = (0{,}02 \div 0{,}025)\ kg$; $m_{p2} = (0{,}035 \div 0{,}04)\ kg$;
$m_{p3} = (0{,}027 \div 0{,}32)\ kg$; $D_{2v} = (0{,}02 \div 0{,}025) \cdot 10^{-3}\ m$;

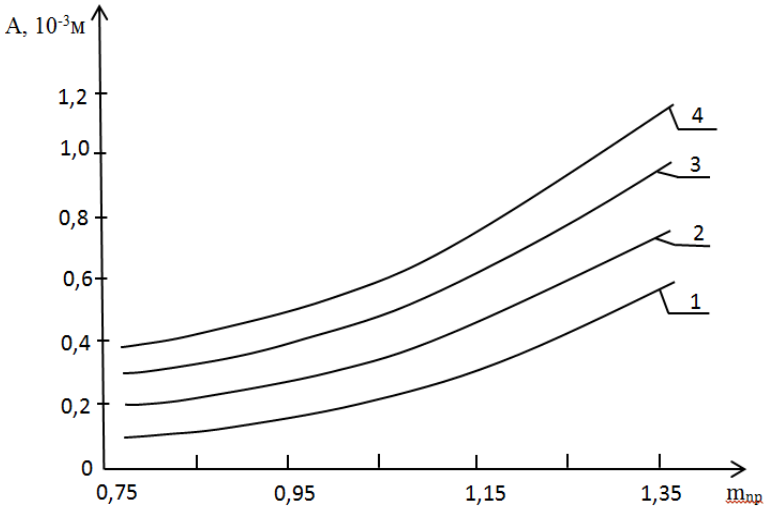
Tikuv mashinasida gazlamalarni tikish jarayonida bosh valning tebranishlari amplitudasi va chastotasi asosan massaga, amortizatorlarning parametrlariga va xususan bosh valning aylanish chastotasiga bog'liq bo'ladi. Bosh valning vertikal tebranishlari qamrovining uning burchak tezligiga bog'liqlik grafiklari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Bosh valning vertikal tebranishlari amplitudasini uning burchak tezligiga bog'liqlik grafiklari
1 – $m_v = 0{,}8\ kg$;
2 – $m_v = 0{,}9\ kg$;
3 – $m_v = 1{,}0\ kg$;
4 – $m_v = 1{,}15\ kg$.

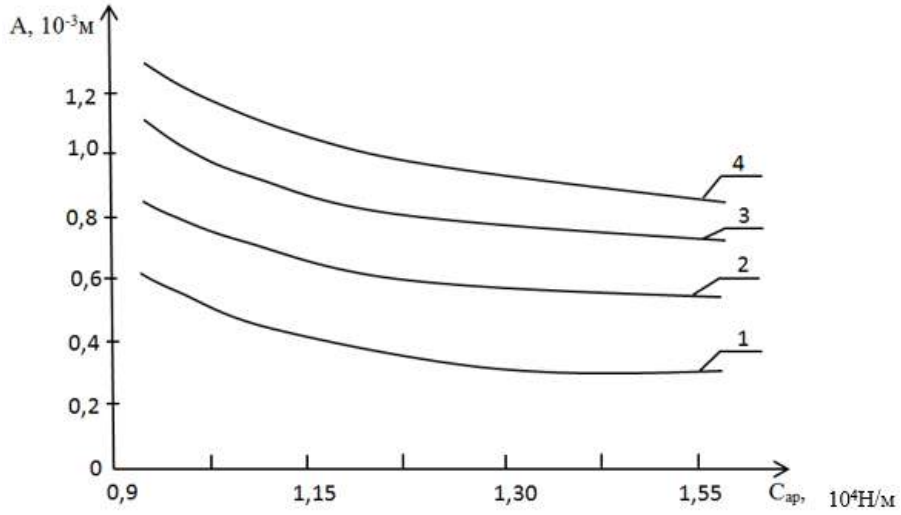
Olingan bog'liqliklarning tahlili shuni ko'rsatadiki, $m = 0{,}8\ kg$ da bosh val burchak tezligining $3{,}0 \cdot 10^2\ s^{-1}$ dan $6{,}0 \cdot 10^2\ s^{-1}$ gacha oshishi bilan bosh valning vertikal bo'yicha tebranishlar amplitudasi chiziqsiz qonuniyat bo'yicha $0{,}11 \cdot 10^{-3}$ m dan $0{,}24 \cdot 10^{-3}$ m gacha o'sadi, bosh valning massasi 1,15kg bo'lganda esa tebranishlar amplitudasi $0{,}425 \cdot 10^{-3}$m dan $1{,}1 \cdot 10^{-3}$ m gacha kattalashadi. Tebranishlar amplitudasi $(0{,}3 \div 0{,}4) \cdot 10^{-3}$ m ga teng bo'lishini ta'minlash uchun gazlamalarni $\omega_{2v} = (5{,}0 \div 5{,}5) \cdot 10^2\ s^{-1}$ burchak tezligida tikish tavsiya etiladi. Ma'lumki, tebranuvchi tizimlarda massaning ahamiyati juda yuqori. Ammo, bizning holatda muvozanatlashmagan massadan, asosan bosh val aylanish o'qining siljishidan tasir kuchi ko'rib chiqildi [4]. Shuning uchun, bunda massa qancha katta bo'lsa, tebranishlar amplitudasi shuncha katta bo'ladi. Rezinali tayanchlardagi bosh valning tebranishlar amplitudasi o'zgarishining tizimning keltirilgan massasi o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari 2-rasmda keltirilgan.

Grafiklar tahlili shuni ko'rsatadiki, $\omega = 3{,}0 \cdot 10^2\ s^{-1}$ qiymatida $m_{kel} = 0{,}8\ kg$ dan 1,3 kg gacha oshganda tebranishlar amplitudasi $0{,}12 \cdot 10^{-3}$ m dan $0{,}38 \cdot 10^{-3}$ m gacha kattalashadi, bosh valning $4{,}5 \cdot 10^2\ s^{-1}$ aylanish chastotasida esa tebranishlar amplitudasi chiziqsiz qonuniyati bo'yicha $0{,}41 \cdot 10^{-3}$ m dan $0{,}82 \cdot 10^{-3}$ m gacha o'sadi. Bunda bosh valning vertikal tebranishlari amplitudasini $(0{,}3 \div 0{,}4) \cdot 10^{-3}$ m gacha kamaytirish uchun keltirilgan massaning tavsiya etilgan qiymati $m_{kel} = (0{,}9 \div 1{,}4) kg$ ga teng bo'lishi kerak.



2-rasm. Elastik tayanchlardagi bosh valning tebranishlar amplitudasi o‘zgarishining tizimning keltirilgan massasi o‘zgarishiga bog‘liqlik grafiklari
1 – $\omega_{2v} = 3{,}0 \cdot 10^2\ s^{-1}$;
2 – $\omega_{2v} = 3{,}5 \cdot 10^2\ s^{-1}$;
3 – $\omega_{2v} = 4{,}0 \cdot 10^2\ s^{-1}$;
4 – $\omega_{2v} = 4{,}5 \cdot 10^2\ s^{-1}$.

Olingan bog‘liqliklar tahlili shuni ko‘rsatadiki, m=0,8 kg da bosh valning podshipniklari tayanchlaridagi rezina amortizatorlarning keltirilgan bikrlik koeffitsiyenti $0{,}11 \cdot 10^4\ N/m$ dan $1{,}52 \cdot 10^4\ N/m$ gacha oshirilishi bilan tebranishlar amplitudasi chiziqsiz qonuniyatlar bo‘yicha kamaysa, bosh valning massasi 1,15 kg gacha oshirilganda $1{,}19 \cdot 10^{-3}$m dan $0{,}57 \cdot 10^{-3}$ m gacha A qiymatlari o‘zgaradi.



3-rasm. Tikuv mashinasida qavariq sirtli rezinali vtulkalari bo‘lgan podshipnikli tayanchlari bo‘lgan bosh valni vertikal tebranishlari amplitudasi vtulkalarning keltirilgan bikrlik koeffitsiyentlariga bog‘liqlik grafiklari
1 – $m_v = 0{,}8\ kg$;
2 – $m_v = 0{,}9\ kg$;
3 – $m_v = 1{,}0\ kg$;
4 – $m_v = 1{,}15\ kg$.

Shuning uchun bosh val tebranishlarining samarali amortizatsiyasi, ya’ni tebranishlar qamrovini $A = (0{,}3 \div 0{,}4) \cdot 10^{-3}$ m gacha kamaytirish uchun bosh valning podshipniklari tayanchlaridagi qavariq sirtli rezinalar keltirilgan bikrligi qiymatlarini $C \geq (1{,}35 \div 1{,}5) \cdot 10^4$ N/m chegaralarda tanlash maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Тимошенко С.П. Янг Д.Х., Унвер У., Колебания в инженерном деле. Машиностроение, М., 1976, 320 с.
2. Djuraev A., Yunusov S. Mashina va mexanizmlar dinamikasi (O‘quv qo‘llanma) -T. “Fan va texnologiya” 2019 y. 80 bet.
3. Баубеков С.Д. Джураев А. Динамика машин и механизм // Учебник, изд. “Эверо”, Тараз, Казакстан, 2014. 200 с.
4. Свелицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний. Учебное пособие для вузов. М., “Высш. школа” 1973 г. 456 с.

ARRALI JINLAR KONSTRUKSIYASI, ASOSIY ISHCHI ORGANLARI, ISHLASH JARAYONI

Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch.
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar.

Annotatsiya. *Maqolada paxtani iflosliklardan tozalashda arrachali baraban atrofidagi Arrali jinlar konstruksiyasi, asosiy ishchi organlari, ishlash jarayoni nazariy o‘rganilgan. Paxta tarkibidan ajralgan iflosliklarning ko‘p qirrali og‘ma tomoni sirtiga urilishdan keyingi tezliklarini urilish burchagiga, ko‘p qirrali og‘ma tomoni sirtiga urilishidan keyingi tezliklarini ishqalanish koeffitsientining o‘zgarishiga bog‘liqlik grafiklari olingan.*

Kalit so‘zlar*: arrali jin, cho‘tka, ishchi kamera, fartuk, chigit tarog‘i, peshtoq brus, qobirg‘ali panjara, arrali silindr, qoziqchali baraban, kolosnik, oltiqirra, ishqalanish koefitsiyenti, ifloslik, zarba kuchi*

DESIGN OF SAW GINS, MAIN WORKING UNITS, AND OPERATING PROCESS.

Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch.
Termez state university of engineering and agrotechnologies.

Abstract. *In the article, the movement of the six-sided columns located around the saw drum on the surface of the ogma curve during the cleaning of cotton from impurities is theoretically studied. Graphs of the dependence of the speed of the impurities separated from the cotton material on the surface of the multi-faceted auger side on the impact angle, the speed after impact on the surface of the multi-faceted auger side on the change of the friction coefficient were obtained.*

Keywords*: sawdust brush working chamber apron, grain comb, roof beam, ribbed grate, saw cylinder with pin drum, grate, hexagon, friction coefficient, dirt, impact force.*

***K*irish**. O‘zbekistonda sifatli paxta tolasini ishlab chiqarish va uni qayta ishlash jarayonida turli assortimentdagi sifatli va past tannarxga ega bo‘lgan to‘qimachilik va engil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hamda raqobatbardoshligini oshirish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda.

Arrali jinlar arrali diskadagi arralar soniga qarab 86; 130 arrali, arra tishlaridan tolalarini ajratib olish konstruksiyasi bo‘yicha cho‘tkali va havo oqimi bilan ishlaydigan, havo soplosining o‘rnatilish joyiga qarab, yuqoridan yoki pastdan tola ajratadigan jinlarga bo‘linadi. Lekin hamma arrali jinlarda tola ajratish texnologik jarayonini amalga oshirishda asosiy ishchi organi bo‘lib ishchi kamerasida o‘rnatilgan arrali silindr va qobirg‘ali panjara hisoblanadi.

Arrali jinlarning konstruksiyasi quyidagi ishchi organlardan iborat:

- ishchi kamerasi (fartuk, chigit tarog‘i, peshtoq brus);
- qobirg‘ali panjara;
- arrali silindr;
- tolaning arra tishlaridan ajratish moslamasi (havo kamerasi);
- o‘luk ajratuvchi kozerog;
- ifloslik konveyeri;
- cho‘yan devorlardan iborat stanina.

Arrali jin ishchi kamerasining texnologik jarayon sxemasi 1- rasmda berilgan. Ishchi kameraning shakli jinning ishlashi uchun katta ahamiyatga ega bo‘lib, uning ayniqsa ish unumdorligiga, talab qiladigan quvvatiga va tolaning sifatiga ta’sir qiladi.

Ishchi kamerasi: peshtoq brus (1) qobirg‘alar (2); pastki qobirg‘a brusi (3); chigit tarog‘i (4); pastki fartuk (5) va oldingi fartuklar (6), arrali silindr (7), yuqorigi brus (8) dan iborat. Arrali diskalari qobirg‘alarning tirqishlaridan 47-52 mm ishchi kameraga kirib, arraning kirish yoyi AEB yoyini tashkil qiladi.

Ishchi kamerasiga quyidagi texnologik talablar qo‘yiladi:

- ishchi kamera qismlari chigitli paxtada ortiqcha nuqsonlar paydo qilmasligi;
- chigitlarni shikastlantirmasligi;
- kamera profili chigitli paxtaning aylanishiga mumkin qadar to‘sqinlik qilmasligi;
- chigitli paxtaning ishchi kameraga kelishida, tola va chigitlarning chiqishida to‘siqlarning mumkin qadar kam bo‘lishi;

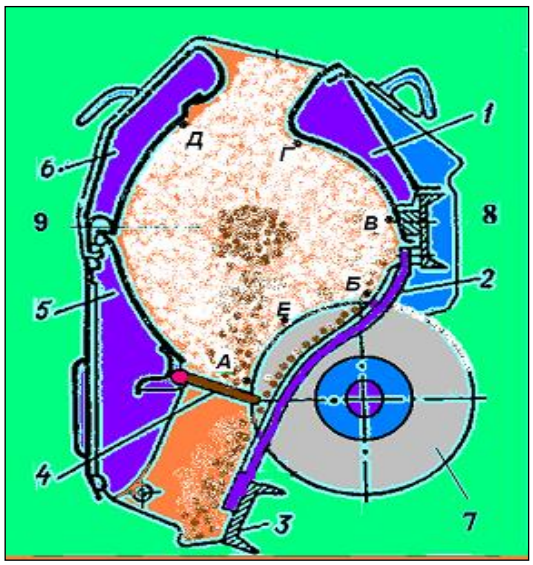
Barqaror jinlashnish jarayoni uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$n = \frac{QA}{t_{o'r}}, \qquad \text{kg/soat}$$

Bunda: n-ishchi kameraning tola bo‘yicha ish unumdorligi; *Q*-kameradagi chigitli paxta massasi; A – jinlash jarayonining o‘zgarmas xarakteristikasi; $t_{o'r}$ – ishchi kamerada tola va chigitning o‘rtacha turish vaqti.

Ishchi kameradagi texnologik jarayon quyidagicha bajariladi: Arra diskasining diametri 320 mm va aylanish tezligi 730 ayl/min bo‘lganda, chiziqli tezligi 12 m/sek ga teng bo‘ladi. Chigitli paxta valigining aylanish tezligi 100÷130 ayl/min gacha boradi, ya’ni 2 m/s chiziqli tezlikda harakatlanadi. Demak, arra tishining chigitli paxta massasiga kesib kirish nisbiy tezligi 10 m/sek.

Chigitli paxta valigining o‘lchamlari va shakli to‘g‘risidagi bu farazlarimizni qabul qilsak, jinning ishchi kamerasida sodir bo‘ladigan hodisalarning kinematikasi to‘g‘risida o‘ylash mumkin.



1-rasm. Jinning ishchi kamerasi sxemasi

1. Peshtoq brus. 2. Qobirg’a.

3. Pastki brus. 4. Chigit tarog’i.

5. Pastki fartuk. 6. Oldingi fartuk.

7.Arrali silindr. 8.Yuqori brus.

9. Xom-ashyo valigi.

Haqiqatda esa chigitli paxta valigining qirqimi ish kamerasining shakliga mos va murakkab bo‘ladi. AEB yoyi ustida tishlar ilib olgan chigitli paxta bo‘lakchasining tezligi arra tishining chiziqli tezligiga (12 m/s) yaqin keladi. Bu zonada paxta bo‘lakchalari qo‘zg‘almas qobirg‘alarga duch kelgani uchun tezliklarini 1,1÷1,5 m/s gacha kamaytiradi. BB yoyi qismida ularning tezligi 2,0÷2,2 m/s gacha ortadi. GDA yoyi qismida chigitli paxtalar tezligi yana oshib 2,5÷2,8 m/c gacha etadi va shu tezlik chigit tarog‘i zonasida yana qo‘shiladi.

Chigitli paxta bo‘lakchalarining chiziqli tezligi chigitli paxta valigining sirtida bu tartibda o‘zgarib turishi chigitli paxta valigini tashkil qiluvchi paxta bo‘lakchalarining ichki siljishi bo‘lganini va ishchi kamerasidagi paxta bo‘lakchalari dinamikasining ancha murakkab ekanligini ko‘rsatadi. Qobirg‘ali panjara arrali jin ishchi kamerasining muhim qismlaridan biridir. U arra diskalarini qobirg‘alar orasidan ishchi kameraga erkin o‘tkazib, arra tishlariga ilingan tolalarni chigitidan ajralgandan keyin erkin olib chiqib ketishi uchun xizmat qiladi. Qobirg‘ali panjara ayrim qobirg‘a (2) lardan *(46-rasm)* tuzilgan bo‘lib, ular peshtoq brus (1) bilan birga ishchi kameraning profilini tashkil qiladi. Qobirg‘alar yuqori brus (3) va pastki brus (4) ga maxsus vintlar bilan biriktiriladi. Qobirg‘a SCH-15-32 rusumli cho‘yandan qo‘shib yasaladi.

Xulosa. Tolali chigitning ko‘p qirrali buralgan kolosnik og‘ma sirti bilan zarbadagi ta’sirini nazariy tadqiqotlari asosida zarbadan so‘ng tolali chigit va undan ajralgan chiqindi tezligi va ularning og‘ish burchaklarini aniqlash formulalari tavsiya etildi. Parametrlarning maqbul qiymatlari aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Бердимуродов У.Т, Джураев А, Росулов Р.Х, Холмирзаев Ж.З., Хурсандова Ф. Разработка эффективной конструксии хлопкоочистителного агрегата, и методика расчета общей зоны мелкой очистки. FerPI, Ilmiy – texnik jurnali, Tom 5, №6, 2021, 245-249 s.
2. Мирошниченко Г.И. Основы проектирование машин первичной обработки хлопка. М., Машиностроение, 1972, 486 с.
3. Джураев А., Росулов Р.Х., Бердимуродов У.Т., Холмирзаев Ж.З. Очиститель волокнистого материала. Заявка на полезную модель №20210179. от 08.04.2021 г.
4. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. М. Машиностроение, 1976, 320 с.
5. Тимошенко. С.П., Янг Д.Х., Унвер У. Колебания в инженерном деле. М. Машиностроение, 1976, 320 с.
6. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. 12-изд. «Высшая школа», М., 2005, с. 439.
7. Холмирзаев Ж.З. Динамика машинных агрегатов и рабочего органа очистителя ЧХ-5. Авт. дисс… к.т.н., Ташкент, 1999, 18 стр.
8. A.Djuraev, S.Sayitkulov, O.Rajabov, B.Bozorov, N.Komilov. Research on improving the working bodies of the machine for clearing cotton from waste. EPRA International Journal of Research and Development (IJRD). Volume: 6. Issue 3/March 2021.
9. Yunusov S.Z., Khaidarov A. and Bobomurodov T. G. 2013. Machine unit with the mechanism of a composite cylinder of technological machines. Theory of machines and working processes. MNPK 2013 pp 26-7.
10. Mansurova M.A., Madrakhimov Sh. and Umarova Z.M. Analysis of the influence of the lengths of the coupler and rocker arm links on the

O‘SMIRLAR UCHUN SODDALASHTIRILGAN ORTOPEDIK POYABZAL ELEMENTLARINING KONSTRUKTIV YECHIMLARINI ISHLAB CHIQISH

Muxammedova M.O., Axmedov J.J.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada o‘smirlar uchun mo‘ljallangan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv echimlari ilmiy jihatdan asoslangan holda ishlab chiqilgan. Tadqiqot jarayonida poyabzalning asosiy funksional elementlari - taglik, ustki qism, ichki qolip va yuk ko‘taruvchi konstruktiv detallar tahlil qilinib, ularning biomexanik yuklanishlar ostidagi ishlash xususiyatlari o‘rganildi. Taklif etilgan soddalashtirilgan konstruksiya texnologik jihatdan qulay, iqtisodiy samarador hamda ommaviy ishlab chiqarish sharoitlariga mos ekanligi bilan ajralib turadi. Olingan natijalar o‘smirlar uchun ortopedik poyabzal konstruksiyasini takomillashtirishda va amaliy ishlab chiqarishda qo‘llash uchun tavsiya etiladi.*

Kalit so‘zlar: *o‘smirlar ortopedik poyabzali, soddalashtirilgan konstruksiya, poyabzal elementlari, konstruktiv echim, biomexanik yuklanish, boldir–tovon bo‘g‘imi, ichki qolip, taglik, ergonomika, tayanch-barqarorlik.*

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS FOR ELEMENTS OF SIMPLIFIED ORTHOPEDIC FOOTWEAR FOR ADOLESCENTS

Mukhammedova M.O., Akhmedov J.J.

Bukhara state technical university.

Abstract. *This article presents constructive solutions for the elements of simplified orthopedic footwear for adolescents, developed with consideration of anatomical and physiological characteristics of the foot and biomechanical loading conditions during the growth period. The main functional components of the footwear-namely the outsole, upper, and internal insole-were analyzed in terms of their role in load distribution and stabilization of the ankle–hindfoot joint. The simplified footwear construction ensures technological feasibility, economic efficiency, and suitability for mass production. The obtained results can be used in the design and further improvement of orthopedic footwear for adolescents.*

Keywords: *orthopedic footwear for adolescents, simplified construction, footwear elements, constructive solution, biomechanical loading, ankle–hindfoot joint, internal insole, outsole, ergonomics, support–stability function.*

Hozirgi kunda o‘smirlar orasida tayanch-harakat apparati bilan bog‘liq funksional buzilishlar sonining ortib borishi ortopedik poyabzal konstruksiyasini takomillashtirish masalasini dolzarb qilib qo‘ymoqda. O‘smirlik davrida oyoq panjasi suyak-bo‘g‘im tizimining faol rivojlanishi, bog‘lam apparatining nisbatan beqarorligi maxsus konstruktiv yechimlarga ega poyabzallardan foydalanishni taqozo etadi. Bunday poyabzal oyoq panjasini qo‘llab-quvvatlash, barqarorlashtirish hamda biomexanik yuklanishlarni kamaytirishni ta’minlashi lozim [1,2].

Ortopedik poyabzalni loyihalashda asosiy e’tibor taglik, ichki qolip va ustki qism kabi funksional elementlarning konstruktiv tuzilishiga qaratiladi. Ushbu elementlarning o‘zaro uyg‘unligi boldir–tovon bo‘g‘imiga tushadigan yuklanishlarning to‘g‘ri taqsimlanishiga, tayanch-barqarorlikning oshishiga va yurish jarayonida qulaylikning ta’minlanishiga xizmat qiladi [3].

Amaldagi ortopedik poyabzal konstruksiyalarining tahlili ko‘rsatishicha, ularning aksariyati murakkab texnologik yechimlarga ega bo‘lib, bu ommaviy ishlab chiqarishda qo‘llash imkoniyatlarini cheklaydi hamda mahsulot tannarxining oshishiga olib keladi [4, 5]. Shu sababli zarur funksional xususiyatlarni saqlagan holda konstruktiv jihatdan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi [6].

Mazkur ishning maqsadi o‘smirlar uchun mo‘ljallangan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish va ularni biomexanik yuklanishlar nuqtayi nazaridan asoslashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari. Mazkur tadqiqotda o‘smirlar uchun mo‘ljallangan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish va ularni biomexanik yuklanishlar nuqtayi nazaridan asoslash maqsad qilib olindi. Tadqiqot obyekti sifatida o‘smirlar oyoq panjasining tayanch-harakat jarayonida ishtirok etuvchi asosiy anatomik segmentlari hamda ortopedik poyabzalning funksional elementlari tanlandi.

Tadqiqot jarayonida poyabzal konstruksiyasining asosiy elementlari - taglik, ichki patak, ustki qism va ularning o‘zaro bog‘liqligi o‘rganildi. Konstruktiv tahlil jarayonida ushbu elementlarning geometrik shakli, qalinligi, joylashuvi hamda ularning tayanch yuzasi bilan o‘zaro ta’siri hisobga olindi. O‘smirlar oyoq panjasining anatomik va fiziologik xususiyatlari mavjud ilmiy adabiyotlar va me’yoriy hujjatlar asosida tahlil qilindi.

Biomexanik yuklanishlarni baholashda yurish jarayonida oyoq panjasiga tushuvchi statik va dinamik yuklar hisobga olindi. Boldir–tovon bo‘g‘imi sohasida hosil bo‘ladigan yuklanishlarning taqsimlanishi soddalashtirilgan biomexanik model asosida tahlil qilindi. Ushbu modelda tayanch fazasi davomida hosil bo‘ladigan bosim kuchlari va ularning poyabzal elementlariga ta’siri o‘rganildi.

Tadqiqotda konstruktiv echimlarni soddalashtirish usuli qo‘llanilib, funksional xususiyatlarni saqlagan holda ayrim elementlarning konstruktiv murakkabligi kamaytirildi. Taklif etilgan yechimlar ergonomik talablar, tayanch-barqarorlik va amortizatsiya ko‘rsatkichlari asosida baholandi. Olingan natijalar mavjud ortopedik poyabzal konstruksiyalari bilan taqqoslab tahlil qilindi.

1-jadval.

Tadqiqotda o‘rganilgan ortopedik poyabzal elementlari va ularning funksional vazifalari

Poyabzal elementi	Asosiy vazifasi	Baholash mezoni
Taglik	Yukni taqsimlash	Amortizatsiya
Ichki qolip	Tayanchni barqarorlashtirish	Ergonomika
Ustki qism	Oyoqni fiksatsiya qilish	Barqarorlik

Natijalar va muhokama. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida o‘smirlar uchun mo‘ljallangan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv echimlari ishlab chiqildi va ularning biomexanik samaradorligi baholandi. Tadqiqot jarayonida poyabzalning asosiy funksional

elementlari - taglik, ichki qolip va ustki qism - boldir–tovon bo‘g‘imiga tushuvchi yuklanishlarni kamaytirish nuqtayi nazaridan tahlil qilindi.

Natijalarga ko‘ra, taglik konstruksiyasida qalinlik va elastiklikning ratsional tanlanishi tayanch fazasida hosil bo‘ladigan zarba yuklanishlarini yumshatishga xizmat qiladi. Taglikning soddalashtirilgan konstruksiyasi yukni oyoq panjasi bo‘ylab nisbatan bir tekis taqsimlash imkonini berib, boldir–tovon bo‘g‘imi sohasida ortiqcha kuchlanishlarning kamayishiga olib keladi. Bu holat yurish jarayonida barqarorlikning oshishi bilan izohlanadi.

Ich patak konstruksiyasida oyoq panjasining anatomik shakliga moslashtirilgan tayanch zonalarining mavjudligi tayanch-barqarorlik funksiyasini kuchaytirishi aniqlandi. Stelyaning soddalashtirilgan, biroq funksional jihatdan asoslangan shakli oyoq panjasining fiziologik holatini saqlashga yordam berib, uzoq muddatli foydalanishda qulaylikni ta’minlaydi. Natijada, ergonomik ko‘rsatkichlar yaxshilanib, yurish paytida oyoqning charchash darajasi kamayadi.

Ustki qism konstruksiyasida fiksatsiya elementlarining ratsional joylashtirilishi oyoq panjasining poyabzal ichida siljishini cheklab, umumiy barqarorlikni oshiradi. Bu esa, ayniqsa, o‘smirlar uchun xos bo‘lgan faol harakatlar jarayonida jarohatlanish xavfini kamaytirishga xizmat qiladi. Soddalashtirilgan ustki konstruksiya texnologik jihatdan qulay bo‘lib, ishlab chiqarish jarayonini engillashtiradi [6,7].

Olingan natijalar mavjud an’anaviy ortopedik poyabzal konstruksiyalari bilan taqqoslanganda, taklif etilgan soddalashtirilgan yechimlar funksional xususiyatlarni saqlagan holda konstruktiv murakkablikni kamaytirishini ko‘rsatdi. Bu holat mahsulot tannarxini pasaytirish, ommaviy ishlab chiqarish imkoniyatlarini kengaytirish va ortopedik poyabzalni kengroq iste’molchilar qatlamiga etkazish imkonini beradi.

Shu bilan birga, biomexanik yuklanishlarni hisobga olgan holda ishlab chiqilgan konstruktiv yechimlar boldir–tovon bo‘g‘imi sohasida tayanch-barqarorlik va amortizatsiya ko‘rsatkichlarini yaxshilashga xizmat qilishi ilmiy jihatdan asoslandi.

2-jadval.

Ortopedik poyabzal konstruksiyalarining taqqoslama natijalari

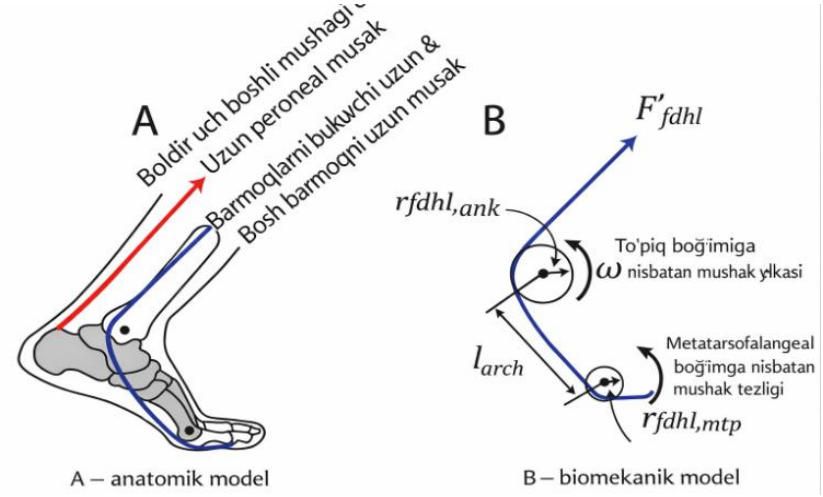
Ko‘rsatkich	An’anaviy konstruksiya	Soddalashtirilgan konstruksiya
Yuklanish darajasi, %	100	82
Barqarorlik	O‘rtacha	Yuqori
Ergonomika	O‘rtacha	Yuqori

2-jadvalda an’anaviy va soddalashtirilgan ortopedik poyabzal konstruksiyalarining asosiy funksional ko‘rsatkichlari taqqoslab tahlil qilindi. Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, soddalashtirilgan konstruksiya qo‘llanilganda boldir–tovon bo‘g‘imiga tushuvchi umumiy yuklanish darajasi an’anaviy konstruksiyaga nisbatan 18 % ga kamaygan. Bu holat yuklanishlarning oyoq panjasi bo‘ylab yanada ratsional taqsimlanishi bilan izohlanadi.

Barqarorlik ko‘rsatkichi bo‘yicha soddalashtirilgan konstruksiya yuqori natija ko‘rsatib, yurish jarayonida oyoq panjasining poyabzal ichida barqaror fiksatsiyalanishini ta’minlashi aniqlandi. Ergonomik jihatdan ham soddalashtirilgan konstruksiya afzalliklarga ega bo‘lib, oyoq panjasining anatomik shakliga moslashuvi va qulaylik darajasi oshganligi kuzatildi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, konstruktiv jihatdan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal funksional xususiyatlarni saqlagan holda biomexanik samaradorlikni oshiradi va o‘smirlar uchun kundalik foydalanishga mos yechim hisoblanadi.

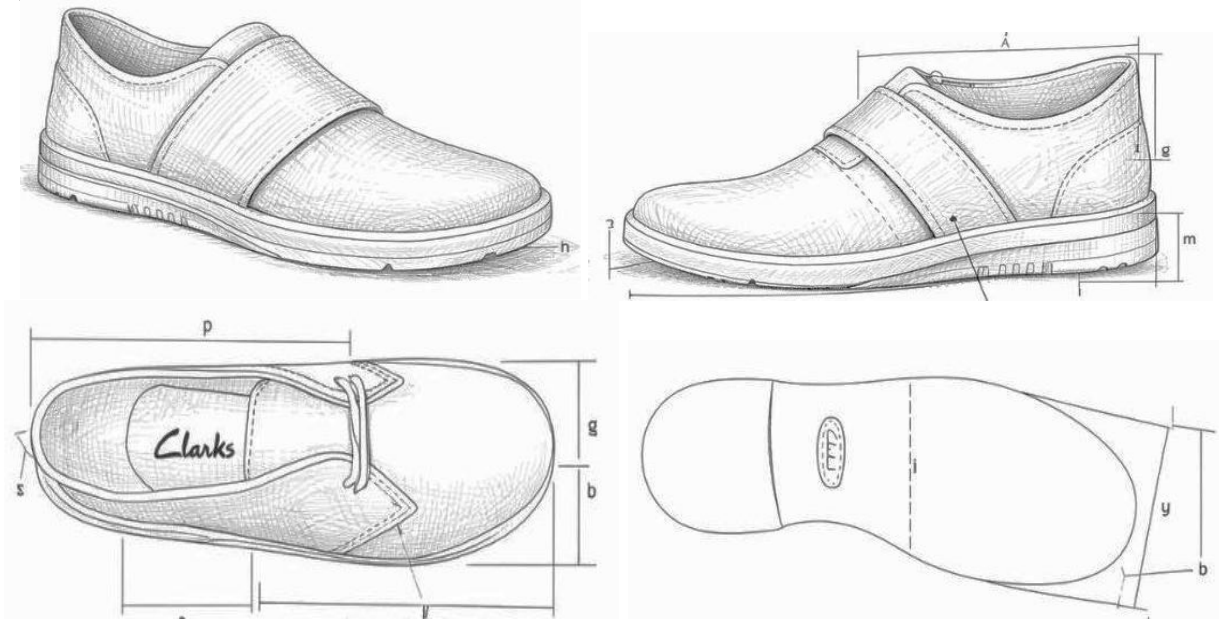
1-rasmda o‘smir oyoq panjasining mushaklar tizimi va ularning biomexanik ishlash mexanizmi tasvirlangan. A qismida oyoq panjasining asosiy mushaklari - boldir uch boshli mushak, uzun peroneal mushak, barmoqlarni bukuvchi uzun mushak hamda bosh barmoqni bukuvchi uzun mushaklarning anatomik joylashuvi va yo‘nalishi ko‘rsatilgan. Ushbu mushaklar yurish jarayonida oyoq panjasining tayanch va harakat fazalarida faol ishtirok etib, boldir–tovon hamda metatarsofalangeal bo‘g‘imlarning barqaror ishlashini ta’minlaydi.



1-rasm. Oyoq panjasi mushaklarining anatomik joylashuvi (A) va boldir–tovon hamda metatarsofalangeal bo‘g‘imlarda mushak kuchlarining biomexanik modeli (B)

B qismida esa mushak kuchlarining biomexanik modeli keltirilgan bo‘lib, bunda bosh barmoqni bukuvchi uzun mushak kuchi, uning to‘piq va metatarsofalangeal bo‘g‘imlarga nisbatan kuch yelkalari hamda bo‘g‘imlarning burchak tezliklari tasvirlangan. Ushbu model mushak kuchlarining oyoq panjasi yoyini shakllantirish va saqlashdagi ahamiyatini, shuningdek yuklanishlarning bo‘g‘imlar bo‘yicha taqsimlanish xususiyatlarini ilmiy asoslash imkonini beradi.

Rasmda keltirilgan biomexanik bog‘lanishlar soddalashtirilgan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqishda mushak faoliyatini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Xususan, poyabzal tagligi va ichki qolip konstruksiyasi oyoq panjasi yoyining tabiiy biomexanikasini qo‘llab-quvvatlashi va boldir–tovon bo‘g‘imiga tushuvchi ortiqcha yuklanishlarni kamaytirishi lozimligi aniqlanadi.



2-rasm. O‘smirlar uchun mo‘ljallangan soddalashtirilgan ortopedik poyabzalning konstruktiv chizmasi (yon, yuqori va taglik ko‘rinishlari)

2-rasmda o‘smirlar uchun ishlab chiqilgan soddalashtirilgan ortopedik poyabzalning konstruktiv chizmasi keltirilgan bo‘lib, unda poyabzalning yon ko‘rinishi, yuqoridan ko‘rinishi hamda taglik shakli tasvirlangan. Chizmada poyabzal ustki qismining monoblok shaklda bajarilishi, minimal chok va detallar asosida konstruksiyalanganligi yaqqol ko‘rinadi. Bu yechim oyoq panjasiga tushuvchi mahalliy bosimlarni kamaytirish va ergonomik qulaylikni oshirishga xizmat qiladi.

Ustki qismning old zonasi kengaytirilgan burun shakliga ega bo‘lib, barmoqlar uchun yetarli hajmni ta’minlaydi va metatarsofalangeal bo‘g‘imlar sohasida erkin harakatlanish imkonini beradi. O‘rta va orqa qismlarda poyabzal oyoq panjasini barqaror fiksatsiyalovchi konstruktiv elementlar bilan jihozlangan bo‘lib, bu boldir–tovon bo‘g‘imi barqarorligini oshirishga yordam beradi.

Taglikning shakli oyoq panjasining anatomik xususiyatlariga mos holda bajarilgan bo‘lib, tayanch yuzasi bo‘ylab yuklanishlarning nisbatan bir tekis taqsimlanishini ta’minlaydi. Chizmada keltirilgan o‘lcham va nisbatlar poyabzal konstruksiyasining biomekanik samaradorligini oshirishga hamda o‘smirlar uchun kundalik foydalanishga moslashtirilgan soddalashtirilgan ortopedik echimni asoslashga xizmat qiladi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida o‘smirlar uchun mo‘ljallangan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlari ishlab chiqildi va ularning biomexanik samaradorligi ilmiy jihatdan asoslandi. Tadqiqot davomida poyabzalning asosiy funksional elementlari - taglik, ichki qolip va ustki qism - boldir–tovon bo‘g‘imiga tushuvchi yuklanishlarni kamaytirish nuqtayi nazaridan tahlil qilindi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, konstruktiv jihatdan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal qo‘llanilganda boldir–tovon bo‘g‘imiga tushuvchi yuklanish darajasi an’anaviy konstruksiyaga nisbatan kamayadi hamda yuklanishlarning oyoq panjasi bo‘ylab yanada ratsional taqsimlanishi ta’minlanadi. Bu holat yurish jarayonida tayanch-barqarorlikning oshishi va biomexanik qulaylikning yaxshilanishiga xizmat qiladi.

Ich patakning anatomik jihatdan moslashtirilgan konstruksiyasi oyoq panjasi yoyining fiziologik holatini saqlashga yordam berib, ergonomik ko‘rsatkichlarning oshishiga olib keladi. Ustki qismning ratsional konstruktiv echimi esa oyoq panjasining poyabzal ichida barqaror fiksatsiyalanishini ta’minlaydi va harakat jarayonida noqulayliklarning oldini oladi.

Taklif etilgan soddalashtirilgan ortopedik poyabzal konstruksiyasi texnologik jihatdan qulay, iqtisodiy samarador va ommaviy ishlab chiqarish sharoitlariga mos bo‘lib, uni o‘smirlar uchun kundalik foydalanishda qo‘llash maqsadga muvofiq ekanligi aniqlandi. Olingan ilmiy natijalar ortopedik poyabzal konstruksiyasini takomillashtirishga qaratilgan keyingi tadqiqotlar hamda amaliy ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hollander K., de Villiers J.E., Sehner S., et al. Children’s footwear and its influence on foot development and gait: a systematic review // Journal of Foot and Ankle Research. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – P. 1–12. DOI: 10.1186/s13047-019-0336-z.
2. Davis I.S., Rice H., Wearing S.C. Biomechanical considerations in the design of children’s and adolescents’ footwear // Journal of Biomechanics. – 2021. – Vol. 115. – 110168. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2020.110168.
3. Xu R., Wang X., Liu Y. Influence of orthopedic footwear on plantar pressure distribution in children and adolescents // Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. – 2022. – No. 4. – P. 45–52.
4. Bosch K., Gerss J., Rosenbaum D. Development of healthy gait in children: the role of footwear and biomechanical loading // Gait & Posture. – 2018. – Vol. 62. – P. 197–202. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.03.014. Wegener C., Burns J., Penkala S. Effect of orthopedic footwear on ankle–foot stability and load redistribution in adolescents // Clinical Biomechanics. – 2020. – Vol. 75. – 105003. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2020.105003.
5. Menz H.B., Morris M.E., Lord S.R. Footwear characteristics and foot biomechanics in children and adolescents // Journal of Foot and Ankle Research. – 2016. – Vol. 9. – Article No. 14. DOI: 10.1186/s13047-016-0152-8.
6. M.O.Muhammedova. Oyoqning boldir tovon bo‘g‘imidagi patologik o‘zgarishlarning morfometrik parametrlar tahlili// Фарғона политехника институти илмий–техника журнали. 2024, T.28, №5.
7. M.O.Muhammedova. Anthropometric studies of the structure of the foot// Scientific and Technical Journal of NamIET ISSN 2181-8622. Volume 9.Issue 3-2024

POLIMER KOMPOZITSIYA ASOSIDA KO‘P QATLAMLI MO‘YNALI PAKETLAR TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI

Temirova G.I., Shodmonova M.S.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada mo‘ynado‘zlik sanoatida tabiiy mo‘yna chiqindilaridan samarali foydalanishga qaratilgan polimer kompozitsiyalar asosidagi resurstejamkor texnologiya tadqiq etilgan. Tadqiqot jarayonida mo‘yna qiyqimlarini trikotaj asosga yelimlash orqali ko‘p qatlamli mo‘ynali paketlar hosil qilish mexanizmlari o‘rganildi. Yopishqoq birikmaning mustahkamligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar — polimer kompozitsiya qatlamining qalinligi, ajratish tezligi, harorat, plastifikator miqdori hamda substrat sirtining topografik xususiyatlari ilmiy asosda tahlil qilindi.*

Kalit so‘zlar: *polimer kompozitsiya, mo‘yna qiyqimlari, yopishqoqlik mustahkamligi, trikotaj asos, yelimlash texnologiyasi, resurstejamkor texnologiya.*

PRODUCTION TECHNOLOGY OF MULTI-LAYER FUR PACKAGES BASED ON POLYMER COMPOSITION

Temirova G.I., Shodmonova M.S.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article investigates a resource-saving technology for the efficient utilization of natural fur waste in the fur industry based on polymer compositions. The study examines the mechanisms of forming multilayer fur packages by bonding fur fragments to a knitted base. The main factors influencing the strength of the adhesive bond—such as the thickness of the polymer composition layer, peeling rate, temperature, plasticizer content, and the topographical characteristics of the substrate surface—are scientifically analyzed.*

Keywords: *polymer composition, fur fragments, adhesive bond strength, knitted base, bonding technology, resource-saving technology.*

Mo‘ynado‘zlik sanoati ishlab chiqarishning yetakchi tarmog‘i hisoblanib, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va mahsulot sifatini yaxshilashda korxonaning natijalari hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Polimer kompozitsiya bu o‘zaro bog‘langan turli yuzalar orasidagi yopishqoqlik. Kiyim tayyorlash texnologiyasida — polimer yordamida o‘zaro ta’sirlashuv orqali kiyim qismlarining uzviy bog‘liqligini amalga oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bajaradigan vazifasiga qarab, yopishqoq birikmaning tarkibiy qismlari quyidagicha nomlanadi: yopishtiriladigan tarkibiy qismlarni o‘z ichiga oluvchi substratlar (mo‘yna yarim tayyor mahsulot) va yopishtiruvchi moddalar (polimer kompozitsiya) [1].

Bunda, substrat oquvchi polimer bilan namlanadi, bu bog‘lanish yuzalar o‘rtasida molekulyar aloqa vujudga kelishi natijasida, fazalararo o‘zaro ta’sirga egalik xarakteriga qarab, u yoki bu mustahkamlikka ega bo‘lgan birikma hosil bo‘lishiga olib keladi.

Hozirgi vaqtda polimer namoyon bo‘lishining o‘ziga xos xususiyatlarini o‘rganish va tushuntirishda ularni qo‘llash sohasiga ko‘proq bog‘liq bo‘lgan turli xil nazariyalar qo‘llaniladi. Qattiq jismlar uchun deyarli barcha asosiy nazariyalar ishlab chiqilgan [2].

Polimer tabiati haqidagi genezis tasavvurlari to‘g‘risida qaraydigan bo‘lsak, shuni aytish mumkinki, mexanik nuqtai nazarida substrat yuzasiga mikrorelyef ta’sirini yuqori qo‘yishi ko‘rinadi, kimyoviyda — fazalararo bog‘lanish valentligining hosil bo‘lishi bilan izohlanadi.

Ko‘pgina tadqiqotchilar, yopishqoq birikma hosil bo‘lishining ko‘p holatlarida, yuqorida ko‘rsatilgan nazariyalarning namoyon bo‘lishining umumiy samarasini, ulardan birining ustuvor namoyon bo‘lishi bilan kuzatilishini ta’kidlaydilar.

Shu sababli, ushbu nazariyalarni mo‘ynali buyum mahsulotlarining yopishqoq xususiyatlari nuqtai nazaridan polimer kompozitsiyaga nisbatan qo‘llanganda, yopishqoq o‘zaro ta’sirning barcha tarkibiy qismlari (mo‘yna yarim tayyor mahsulot) yuqori molekulyar birikmali materiallar ekanligini ko‘rsatishini yodda tutish kerak.

Yelimlanish turli omillar bilan aniqlanadi:

- yopishqoq birikma hosil qilish uchun shart-sharoitlar (yopishtiruvchi va substrat orasidagi bog‘liqlik davomiyligi, bosim, yopishqoq qatlam qalinligi, substratning sirt topografiyasi);
- uni aniqlash uchun shartlar (ajratish tezligi, harorat, yopishtirish maydoni);

- yopishtiruvchi va substratning tabiati (molekulyar og‘irlik, molekula shakli, molekulaning qutbliligi); ba’zi texnologik omillar bilan belgilanadi.

Yopishtiruvchi va substrat orasidagi aloqa davomiyligining yopishtiruvchi bo‘g‘imning mustahkamligiga ta’siri — bu bog‘liqlikni katta zanjirli yopishqoq molekulalarning yoki substratning bo‘laklarining sekin tarqalishi bilan izohlash, yopishtirishning diffuziya nazariyasining to‘g‘riligidan dalolat beradi.

Adsorbtsion nazariya ham, elektr nazariyasi ham vaqt o‘tishi bilan adgeziya mustahkamligining bunday xarakterli o‘sishini qoniqarli izohlay olmaydi [3].

Polimer kompozitsiya qatlamning qalinligi pasayishi bilan yopishqoqlik mustahkamligi bog‘liq ravishda oshib boradi. Bog‘lanish natijalariga substratning sirt topografiyasi, uning notekis (g‘adir-budir) kesilgan yuzasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Agar substrat silliq sirtga ega bo‘lsa va yopishqoqlikning substratga yopishishi nisbatan kichik bo‘lsa, yopishtiruvchi va substrat orasidagi chegara bo‘ylab yopishqoq birikmaning buzilishi sodir bo‘ladi.

Substratning sirt g‘adir-budirligining ortishi bilan substratning nominal yuzasiga to‘g‘ri keladigan bog‘lanish yuzasi oshadi. Yelimlarning qatlamlarga ajralishi xarakterining o‘zgarishi muayyan miqdorda yelimlanish mustahkamligini oshirishga olib kelishi mumkin — hattoki adgezion uzilish kogezionga (plyonkaning yopishqoqligiga qarshilik) almashadi [4].

Yelimlanish miqdori qavatlanish tezligiga ta’sir qilishi mumkin. Yopishtiruvchi substratdan tozalanish tezligining oshishi bilan yopishish ishi kuchayadi va yopishish yetishmovchiligi tabiatining ko‘pincha o‘zgarishi kuzatiladi.

Ma’lumki, adsorbtsiya nuqtai nazaridan yopishish ishlarining ko‘payishini tushuntirish umuman mumkin emas. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, past darajadagi qavatlanish tezligida bo‘shliq yuqori tezlikda yopishqoq holatga o‘tib, tabiatda bir xil ekanligi ko‘rsatilgan. Qavatlanish tezligining oshishi bilan ajralish tabiatining o‘zgarishi, sekin qavatlanish jarayonida molekulyar zanjirlarning relaksatsiya jarayonlari sodir bo‘lishi va polimerlar suyuqlik kabi harakat qilishlari bilan birlashadi, bu esa qatlamlarning bog‘lanishiga olib keladi. Yuqori kuchlanish tezligida esa relaksatsiya jarayonlari sodir bo‘lmaydi va polimer yuqori modulli qattiq jism kabi harakat qiladi hamda bu dastlabki kontakt joyida bog‘lanishning buzilishiga olib keladi [5].

Polimer kompozitsiyaning mexanik xususiyatlari harorat ta’siriga bog‘liq bo‘ladi. Haroratning bir oz ko‘tarilishi bilan kollagen asta-sekin yuqori elastik holatga o‘tadi, buning natijasida uning preparatlari deyarli material bo‘lishga yaroqli bo‘lmay qoladi. Kollagenni 50–100 °C haroratda qizdirishda uning mustahkamligi asta-sekin pasayadi va bunda mexanik xossalari qayta tiklanmaydi [6]. Shu sababli tajriba davomida haroratning yopishqoqlik-mustahkamligiga ta’sirini aniqlashda o‘zgaruvchanlik darajasi 20 dan 40 °C gacha bo‘lgan oraliqlarda aniqlanadi.

Yelimlash jarayonida turli xil texnologik omillar ta’sir etadi. Plastifikatorning yuqori polimerning yopishishiga ta’siri haqida fikr yuritishda, diffuziya nazariyasining umumiy tushunchalariga asoslanish taqozo etiladi. Shunda yuqori yopishqoqlikka ega polimer kompozitsiya ichiga glitserin kiritilganda, molekulyar zanjirlarning issiqlikda diffuziyaning rivojlanishiga olib keladi va natijada yopishishi yumshoqligi hamda elimlash mustahkamligi oshadi. Nisbatan past yopishqoqlikka ega bo‘lgan polimer ichiga plastifikatorni kiritish esa yopishtiruvchi molekulalarni substratdan “chiqarib olish”ni osonlashtiradi va shu bilan yopishishni yomonlashtiradi. Bunga qo‘shimcha ravishda, bunday yopishtiruvchi ichiga plastifikatorni kiritish uning mexanik xossalarini sezilarli darajada pasaytiradi, bu esa yelimlash qobiliyatining yomonlashishiga ham olib kelishi mumkin.

Shunga o‘xshash xulosalar yopishtiruvchi tarkibidagi plastifikator miqdorining yopishtirishga qanday ta’sir ko‘rsatishini belgilab beradi. Kichik miqdordagi plastifikator etarlicha yuqori yopishqoqlikka ega bo‘lgan yopishtiruvchi vositaga kiritilganda, yopishqoqlik oshadi, ko‘p miqdordagi plastifikator esa elimlash mustahkamligini, uning mexanik xossalarining yomonlashishi bilan yopishqoqligini pasaytiradi.

Mexanik ishlov berishdan tashqari, polimerlarga kimyoviy ishlov ham beriladi. Kimyoviy moddalar yuqori polimerlarga ta’sir ettirishda, yopishish yaxshilanilishi kuzatiladi. Polimerning oshishi har doim gidrofilikning oshishi bilan bog‘liq ekanligi to‘g‘risidagi tasdiqlovchi dalil sifatida qabul qilinadi [7].

Shunday qilib, to‘liq faktorial eksperiment o‘tkazish uchun yopishqoqlikni aniqlaydigan omillar tanlanadi, ular o‘zgarishi kerak, xususan: yopishqoqlikning qalinligi (polimer kompozitsiya), ajratish tezligi, yopishqoqlik, plastifikator va namlik ajratish harorati.

Polimer aralashmasida glitserin plastifikator sifatida ishlatiladi, to‘liq faktorial eksperiment davomida uning miqdoriy ko‘rsatkichlari 1 baravardan 6 baravargacha o‘zgarib turadi.

Polimer kompozitsiyaning yopishqoqlik mustahkamligiga ta’siri bir maydon birligiga to‘g‘ri keladigan polimer miqdoriga qarab belgilanadi.

Ustki kiyim ko‘p qatlamli buyum bo‘lib, uning har bir qatlami muayyan funksiyalarni bajaradi. Shuning uchun kiyimlar to‘plamini tashkil etuvchi barcha materiallarni quyidagi guruhlarga bo‘lish mumkin:

- paltolar, yarim paltolar, kostyumlar, sport kiyimlar va boshqa mahsulotlar uchun asosiy materiallar. Ushbu materiallarga matolar, trikotaj va noto‘qima matolar, tabiiy va sun’iy mo‘ynalar, tabiiy va sun’iy terilar, kompleks materiallar kiradi.
- kiyim qismlarini va alohida detallarini shaklbarqarorligini oshirish hamda mustahkamligining yo‘qotilishini kamaytirish uchun elimlik materiallardan foydalanish. Bularga to‘qima va noto‘qima matolar, yelimli, yelimsiz to‘qima, noto‘qima matolar kiradi;
- kiyimni ichki qirqimlarini yomon ko‘rinishidan asrash uchun astar materiallari va ulardan foydalanish qulayligi;
- bezak materiallari (choklar, tasma, lentlar, krujeva va boshqalar);
- kiyimlarni bezash uchun kiyim aksessuarlari (tugmalar, klipsi va boshqalar);
- kiyim detallarini biriktirish uchun materiallar (tikuv iplari, yelim) kiradi.

Kiyim ishlab chiqaradigan korxonalarning samaradorligini oshirish, sifatni yaxshilash va material sarfini kamaytirish uchun buyum ishlab chiqarishda materiallarning xususiyatlarini to‘liq hisobga olish talab etiladi. Kiyim ishlab chiqarishning texnologik jarayoni, shuningdek ish sharoitlari materiallarning xususiyatlarini o‘zgartirishga olib keladi, bu esa kiyim uchun material tanlashda e’tiborni talab qiladi. Bularning barchasi asosiy materiallarni ilmiy asoslangan holda tanlash va kiyim-kechak konfiguratsiyasini talab qiladi.

Mo‘ynali mahsulotlarga ishlov berish jarayonida qo‘llanilgan yelimli kompozitsiya uning mustahkamligini oshirib ekspluatatsion xossalarini yaxshilaydi, natijada mahsulotning chidamliligi oshadi. Bundan tashqari mo‘ynali mahsulot hosil qilish jarayonida chiqindilarning chetki qirqimlarini asos (trikotaj)ga biriktirish uchun mashinada ipli zanjirsimon(raspashivalka) chok qo‘llaniladi. Hosil qilingan chokning xususiyatlari qiyqimni asos (trikotaj)ga biriktirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki ishlov berishda hosil bo‘lgan chokning kengligi 2–3 mm dan oshmasligi kerak. Kiyim detallarini biriktirishda chok haqqi qancha katta bo‘lsa mato sarfi ko‘payib boradi. Bu esa texnologik jihatdan to‘g‘ri emas. Qalin matoli detallarga ishlov berishda chok haqqi miqdori 0,5–0,7 sm bo‘ladi. Chok haqqining katta miqdori olinganda uning tashqi ko‘rinishi buziladi va qirqimlarning chekkalaridagi matoning qalinligi oshib, sifati pasayadi. Chiqindilarni asos (trikotaj)ga biriktirishda asosan tutashtirma hamda qo‘yma choklardan foydalaniladi.

Tabiiy mo‘ynadan tayyorlangan kiyimlar estetik ko‘rinishi bilan tikuvchilik buyumlari orasida o‘z o‘rniga ega. Silueti, bichimi, mavsumi, yosh va jinsi, shuningdek ishlatilgan materiallarning xilma-xilligi bilan kiyimlarning assortimentlari bir-biridan ajralib turadi.

Agar, mo‘ynali qiyqimlar bir-biriga tutashgan holda joylashtirilsa, issiq saqlovchi xususiyatiga ega mo‘ynali paket hosil bo‘ladi. Mo‘ynali qiyqimlar orasida bo‘shliqlar hosil qilgan holda joylashtirilsa havo o‘tkazuvchan xususiyatga ega mo‘ynali paket bo‘lib qoladi. Shu tarzda mo‘yna qiyqimlari asos (trikotaj) detallariga yelimlanadi. Tabiiy mo‘ynali kiyimlarni ishlab chiqarish va uning iste’mol xususiyatlarini tiklash uchun turli xil to‘qimachilik materiallari:

gazlamalar, trikotaj va notoʻqima gazlamalar; kompleks materiallar: sun’iy charm va moʻyna, zamsh (baxmalsimon charm), shuningdek turli teri toʻqimalariga ega boʻlgan tabiiy moʻyna va charm ishlatiladi. Bundan tashqari turli teri toʻqimali moʻynalar ishlab chiqarish sifatini yaxshilashga va ishlatish vaqtida e’tiborga olinishi kerak boʻlgan mexanik, fizik va boshqa xususiyatlarga ega materiallarni olishga imkon beradi [8]



a) б)

1-rasm. Naqsh (logotip)

Tayyorlash sifatida har qanday moʻyna mahsulotidan turli xil kiyim yoki bezatuvchi elementlar olish mumkin. Masalan: logotip (1-rasm, a), belbogʻ, qopqoq, manjet, yoqa, choʻntak, sumka, shapka, sharf, palto, yarim palto, kostyum va boshqalar. Tayyorlanadigan buyumlar matoning asosi va moʻyna turiga bogʻliq. Kiyim detallari (old boʻlak, orqa boʻlak, eng v.h.)da qorakoʻl moʻyna qiyqimlaridan tayyorlangan shakllarni qirralari (yon qirqim, old boʻlak markaziy qirqimi, eng oʻmiz qirqimi, yoqa oʻmiz qirqimi v.h.) boʻylab mavjud katta va kichik boʻshliqlarga qoʻyish mumkin. Bunday moʻyna qiyqimlarining joylashishi past issiqlik saqlovchi xususiyatlarga ega, ammo havo oʻtkazuvchanligi yuqori boʻlgan estetik didni qondiradigan namunalar olish imkonini yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati.

1. Горелова А.Е. Новый способ учета формовочных свойств материалов при определении параметров вытачек на выпуклость груди и лопаток Швейная промышленность. — 2008.- С.57-58.
2. Арбузова А.А. Повышение формоустойчивости полочки мужского пиджака с применением композиционных материалов. Автореферат канд. диссертации. 2010 г.
3. Artikbayeva N.M. Kiyim detallari shaklbarqarorligini oshirish texnologiyasini takomillashtirish: т.ф.ф.д. PhD: -TTYSI.Toshkent, 2024.-187 b.
4. Temirova G.I., Tursunova Z.N., Temirov Oʻ.Sh. Moʻyna xomashyosi va ulardan tayyorlanadigan mahsulotlarga boʻlgan talabni oʻrganish. Бухоро, 2012, 100-101 b.
5. Temirova M.I ―Tarmoq kimyosi va texnologiyasi», T.:DIZAYN-PRESS, 2013.-328 b.
6. Балтыжакова О.А. Разработка способа проектирования технологического процесса изготовления формованных деталей головных уборов из коллаген содержащего сырья: Дис ... канд. техн. наук: 05.19.04/МГУДТ.- М.:2003. – 147 с.
7. Гончарова М.С. Разработка метода проектирования многозональных коллагенсодержащих формованных деталей головных уборов: Дис ... канд. техн. наук: 05.19.04/МГУДТ.- М.:2006. – 182
8. Temirova G.I. Moʻyna yarim tayyor mahsulotlari va resurstejamkor obyektlarning xususiyatlari. // Namangan muhandislik texnologiya instituti Ilmiy texnika jurnali. 2019№4.23-32 b.

3D VA KO‘P O‘LCHOVLI GEOMETRIK YONDASHUVLAR ASOSIDA BOLALAR KIYIMINI KONSTRUKTIV LOYIHALASH

Saidova X.X., Murodova Z., Ulugova N.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalashning zamonaviy metodlari va amaliy tajribalari yoritiladi. Tadqiqotda kiyim konstruksiyasida uch o‘lchovli modellashtirish va turli geometriya elementlarini qo‘llash orqali bolalar kiyimining ergonomikligi, qulayligi va estetik ko‘rinishi oshiriladi. Maqolada shuningdek, loyihalash jarayonida innovatsion dasturiy ta’minot va 3D-skanning qo‘llanilishi, turli yoshdagi bolalarning o‘lchamlari va tana proporsiyalariga mos dizayn elementlarini yaratish usullari tahlil qilinadi.*

Kalit so‘zlar: *bolalar kiyimi, 3D modellashtirish, konstruktiv dizayn, geometrik yondashuv, ergonomika.*

CONSTRUCTIVE DESIGN OF CHILDREN’S CLOTHING BASED ON 3D AND MULTIDIMENSIONAL GEOMETRIC APPROACHES

Saidova Kh.Kh., Murodova Z., Ulugova N.
Bukhara state technical university.

Annotation. *This article explores modern methods of constructive design for children’s clothing based on 3D and multidimensional geometric approaches. The study demonstrates how the use of three-dimensional modeling and various geometric elements enhances the ergonomics, comfort, and aesthetic appeal of children’s garments. The article also analyzes the application of innovative software and 3D scanning technologies, as well as techniques for creating design elements adapted to the sizes and body proportions of children of different ages.*

Key words: *children’s clothing, 3D modeling, constructive design, geometric approach, ergonomics.*

***K*irish.** Bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash sohasida zamonaviy texnologiyalarni joriy etish dizayn jarayonini yanada samarali, tezkor va sifatli qilishga imkon beradi. Hozirgi davrda bolalar kiyimi nafaqat qulaylik va ergonomik talablarni qondirishi, balki estetik ko‘rinishi va bolaning harakat erkinligini ta’minlashi bilan ham ajralib turadi. Shu nuqtai nazardan, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida konstruktiv loyihalash usullari dizayn jarayonida yangi imkoniyatlar yaratadi, masalan, kiyimning aniq o‘lchamlarda ishlab chiqilishi, turli tana proporsiyalariga moslashishi va materiallardan samarali foydalanish.

3D modellashtirish yordamida loyihalash jarayoni nafaqat vizual tarzda tasvirlash, balki kiyimning harakatdagi qulayligini, ergonomikasini va estetik sifatini oldindan baholash imkonini beradi. Shu bilan birga, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar turli yoshdagi bolalar uchun kiyimning proporsional va ergonomik dizaynini ishlab chiqishga xizmat qiladi, bu esa konstruktiv yechimlarni yanada aniq va ilmiy asoslangan qiladi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, innovatsion dasturiy ta’minot va 3D-skanning qo‘llanilishi bolalar kiyimini loyihalash jarayonini soddalashtirish, xatoliklarni kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli, maqolada 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalashning nazariy asoslari, amaliy metodlari va innovatsion imkoniyatlari keng yoritiladi, bu esa sohada yangi dizayn va ishlab chiqarish texnologiyalarini ishlab chiqishga zamin yaratadi.

So‘nggi yillarda bolalar kiyimi dizayni sohasida texnologik yangiliklar va innovatsion yondashuvlarning joriy etilishi dizayn va ishlab chiqarish jarayonlarini tubdan o‘zgartirmoqda. An’anaviy konstruktiv chizmalar va standart o‘lchovlarga asoslangan yondashuvlar bilan solishtirganda, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar nafaqat kiyimning ergonomik va estetik sifatini oshirish, balki induvidual tana proporsiyalarini hisobga olish, materiallardan samarali foydalanish va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, bolalar kiyimi loyihasida harakat erkinligi, qulaylik, vizual jozibadorlik va xavfsizlik tamoyillarini hisobga olgan holda konstruktiv echimlar yaratish zaruriyati mavjud.

3D modellashtirish, CAD tizimlari va 3D-skanner texnologiyalari orqali kiyimning virtual modeli yaratiladi, bu esa dizayn jarayonini tezlashtiradi va xatoliklarni kamaytiradi, shuningdek, loyihalangan kiyimning harakatdagi qulayligini va estetik ko‘rinishini oldindan baholash imkonini beradi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar bolalar kiyimining

induvidual xususiyatlariga mos keladigan konstruktiv chizmalarni yaratishda muhim rol o‘ynaydi va dizayn jarayonida samarali integratsiyalashgan yechimlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi. Shu sababli maqolada 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalashning nazariy asoslari, amaliy metodlari va innovatsion imkoniyatlari keng yoritilib, sohada yangi dizayn va ishlab chiqarish texnologiyalarini rivojlantirishga zamin yaratishga qaratilgan.

Adabiyotlar tahlili. Bolalar kiyimini konstruktiv loyihalashda 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlarning qo‘llanilishi haqida turli manbalar batafsil yoritilgan [1]. Choi va hamkasblari (2019) 3D modellashtirish texnologiyalarini kiyim dizaynida qo‘llash tajribalarini tahlil qilib, ergonomik qulaylik va harakat erkinligini oshirish usullarini ko‘rsatgan [2]. Park (2020) ko‘p o‘lchovli geometriya va virtual simulyatsiya yordamida bolalar kiyimining proporsiyalarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy yondashuvlarni sharhlab, yosh guruhlari bo‘yicha standartlar va parametrlarni taqdim etgan [3]. Kim va Lee (2021) 3D-skanning va CAD dasturlari yordamida bolalar kiyimining induvidual tana o‘lchamlari asosida konstruktiv modellashtirish jarayonini tajriba orqali namoyish qilgan [4].

Zhang (2018) ergonomika va qulaylikni oshirishda 3D geometrik yondashuvlarning ahamiyatini ta’kidlab, turli materiallar bilan tajribalarni o‘tkazgan. [5] Smith va hamkasblari (2020) zamonaviy dasturiy ta’minotlar va interaktiv dizayn vositalari yordamida bolalar kiyimini tezkor loyihalash metodlarini tahlil qilgan [6].

Li va hamkasblari (2019) ko‘p o‘lchovli modellashtirish va CAD tizimlari yordamida kiyim konstruksiyasidagi xatoliklarni kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy yondashuvlarni taqdim etgan [7].

Nguyen (2021) 3D va geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimi dizaynining amaliy tajribalarini solishtiruvchi tahlil qilib, innovatsion texnologiyalarni qo‘llashning samaradorligini ko‘rsatgan. Ushbu manbalar birgalikda bolalar kiyimini konstruktiv loyihalashda 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlarning nazariy asoslari va amaliy imkoniyatlarini tushunishga xizmat qiladi.

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqotda bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash jarayonida 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlarning qo‘llanilishi asosiy o‘rinni egallaydi; tadqiqot materiali sifatida turli yoshdagi bolalar uchun tayyorlangan kiyim turlarining konstruktiv chizmalar, o‘lchovlar va proporsional xususiyatlari tanlandi. Tadqiqot jarayonida 3D modellashtirish dasturlari, CAD (Computer-Aided Design) tizimlari, shuningdek, 3D-skannerlar va virtual simulyatsiya vositalari asosiy ishlov berish usullari sifatida qo‘llanildi. Metodologik jihatdan tadqiqotda dizaynning har bir bosqichi – chizmalar tayyorlash, geometrik shakllarni moslashtirish, tana proporsiyalarini hisobga olish va tayyor modelni vizualizatsiya qilish – uzluksiz integratsiyalashgan tarzda amalga oshirildi. Shuningdek, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar yordamida bolalar tana xususiyatlari va yosh guruhlariga mos parametrlar aniqlanib, kiyimning ergonomikligi va qulayligi oldindan baholandi.

Tadqiqot usullarida eksperimental va solishtirma tahlil metodlari ham qo‘llanilib, turli geometrik shakllar va materiallar bilan ishlashda kiyim konstruksiyasidagi xatoliklar va moslashuvchanlik aniqlangan. Bundan tashqari, amaliy jihatdan 3D modellashtirish va virtual simulyatsiya yordamida har bir dizayn elementining joylashuvi, tikuv chiziqlari, o‘lchamlar va material xususiyatlari tekshirilib, konstruktiv echimlarning to‘g‘ri va samarali ekanligi tasdiqlangan. Shu tarzda, tadqiqot materiali va usullari kompleks va integratsiyalashgan yondashuv asosida bolalar kiyimini loyihalash jarayonining ilmiy va amaliy asoslarini shakllantirdi, bu esa ishlab chiqarish jarayonida xatoliklarni kamaytirish va tayyor mahsulotning ergonomik va estetik sifatini oshirish imkonini berdi.

Ushbu tadqiqot doirasida tuzilgan birinchi jadval 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar yordamida bolalar kiyimini loyihalashning asosiy jihatlarini tizimli ravishda yoritadi; jadval orqali uch o‘lchovli modellashtirish, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuv, ergonomika va

qulaylik, shuningdek estetik tamoyillar birgalikda ko‘rib chiqiladi va ularning amaliy qo‘llanilishi hamda foydali jihatlari aniq ko‘rsatiladi.

1-jadval.

3D va ko‘p o‘lchovli yondashuvlar yordamida bolalar kiyimini loyihalashning asosiy jihatlari

Jihat	Ta’rif	Amaliy qo‘llanilishi	Foydasi
3D modellashtirish	Kiyimning uch o‘lchovli virtual modeli yaratish	CAD dasturlari, 3D-skannerlar yordamida loyihalash	Kiyim ergonomikligi, qulayligi va estetik ko‘rinishini oldindan baholash
Ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuv	Turli tana proporsiyalari va o‘lchamlarni hisobga olgan geometrik parametrlarni qo‘llash	Loyihalashda tana proporsiyalariga mos konstruktiv chizmalar yaratish	Kiyimning induvidual moslashuvi, xatoliklarni kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish
Ergonomika va qulaylik	Kiyimning harakatdagi qulayligini ta’minlash	Modellashtirish va virtual simulyatsiya orqali baholash	Bolaning harakat erkinligi va qulayligi, sifatli va amaliy mahsulot yaratish
Estetika	Dizayn elementlari va rang kombinatsiyalarini baholash	3D vizualizatsiya	Kiyimning tashqi ko‘rinishi va jozibadorligini oshirish

Shu tarzda, birinchi jadval loyihalash jarayonida har bir komponentning konstruktiv va dizayn talablari bilan integratsiyalashganligini, kiyim ergonomikligi va estetik ko‘rinishini oldindan baholash imkonini beradi, shuningdek, ishlab chiqarish jarayonida xatoliklarni kamaytirishga xizmat qiladi.

2-jadval.

Klassik va zamonaviy metodlar taqqoslanishi

Metod guruhi	Tavsif	Afzalliklari	Cheklovlari
Klassik konstruktiv yondashuv	An’anaviy chizmalar va o‘lcham standartlariga asoslangan	Oddiy va tez bajariladigan, asosiy konstruktiv tamoyillarni o‘rganish	Induvidual tana xususiyatlariga moslashuvchan emas, xatoliklar yuqori bo‘lishi mumkin
3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuv	CAD va 3D modellashtirish, geometrik parametrlar bilan integratsiyalashgan	Ergonomik qulaylik, induvidual moslashuv, ishlab chiqarish samaradorligi va vizual baholash	Dasturiy ta’minot va texnologik vositalarga bog‘liq, boshlang‘ich xarajatlar yuqori

Ikkinchi jadval esa klassik va zamonaviy metodlarni solishtiruvchi tahlilni taqdim etadi; u orqali an’anaviy konstruktiv yondashuvlar bilan 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik metodlarning afzalliklari va cheklovlari bir tizim doirasida ko‘rsatilib, zamonaviy texnologiyalarni qo‘llashning samaradorligi va induvidual moslashuvchanlikdagi ustunliklari ilmiy asosda tasdiqlanadi. Shu bilan, jadvallar umumiy holda bolalar kiyimini konstruktiv loyihalashda 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlarning nazariy va amaliy jihatlarini tizimli tarzda yoritishga xizmat qiladi va tadqiqotning konseptual yaxlitligini mustahkamlaydi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash jarayonida samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi; 3D modellashtirish yordamida kiyimning harakatdagi ergonomik qulayligi, tana proporsiyalariga mosligi va estetik ko‘rinishi oldindan baholanishi, shuningdek, turli yoshdagi

bolalarning induvidual o‘lchamlariga mos dizayn yechimlarini yaratish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Tadqiqot davomida olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, CAD dasturlari va 3D-skannerlar yordamida tayyorlangan modellar konstruktiv chizmalar va amaliy loyihalarni aniq va tezkor tarzda yaratishga imkon beradi, bu esa ishlab chiqarish jarayonida xatoliklarni kamaytiradi va tayyor kiyim sifatini oshiradi.

Solishtirma tahlillar shuni ko‘rsatdiki, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar yordamida dizayn elementlarini joylashtirish, tikuv va kesish chiziqlarini optimallashtirish, shuningdek, materiallardan samarali foydalanish mumkin. Shu bilan birga, tadqiqot jarayonida bolalar kiyimining qulayligi, harakat erkinligi va estetik ko‘rinishi bilan bog‘liq bir qator parametrlar aniqlanib, ularning dizayn jarayonida integratsiyalashgan tarzda qo‘llanilishi muhimligi ta’kidlandi. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, 3D modellashtirish va virtual simulyatsiya yordamida ishlab chiqilgan konstruktiv yechimlar nafaqat ergonomik, balki ishlab chiqarish uchun ham qulay bo‘lib, dizayn jarayonining tezligi va sifatini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot shuni ham ko‘rsatdiki, klassik konstruktiv yondashuvlar bilan solishtirganda, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik metodlar dizayn jarayonida xatoliklarni kamaytirish, materiallarni tejash va bolalar kiyimining induvidual xususiyatlariga moslashuvchan yechimlar yaratish imkoniyatini beradi.

Shu tarzda, tadqiqot muhokamasi shuni isbotlaydiki, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar bolalar kiyimini loyihalash jarayonini ilmiy asoslangan, samarali va innovatsion tarzda amalga oshirishga xizmat qiladi va zamonaviy dizayn hamda ishlab chiqarish texnologiyalari uchun muhim metodologik baza yaratadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash jarayonida dizayn sifatini sezilarli darajada oshiradi.

Eksperimental ishlar davomida aniqlanishicha, 3D modellashtirish va CAD tizimlaridan foydalangan holda tayyorlangan kiyim loyihalari an’anaviy chizmalar asosida yaratilgan modellar bilan solishtirganda ergonomik qulaylik, harakat erkinligi va vizual estetik jihatdan ancha ustun bo‘ladi. Shu bilan birga, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar yordamida turli yoshdagi bolalarning tana proporsiyalariga mos konstruktiv echimlar ishlab chiqish mumkin bo‘lib, bu induvidual moslashuvchanlik va kiyimning amaliy qulayligini ta’minlaydi. Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatdiki, 3D-skanning qo‘llanilishi dizaynerga bolalar tana xususiyatlarini aniq o‘lchash va loyihaga integratsiyalash imkonini beradi, bu esa ishlab chiqarish jarayonida xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi. Solishtirma tahlillar shuni ko‘rsatdiki, CAD va 3D modellashtirish yordamida yaratilingan konstruktiv chizmalar ishlab chiqarish tezligini oshiradi, materiallardan samarali foydalanishni ta’minlaydi va tayyor mahsulot sifatini yaxshilaydi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash jarayonida samaradorlikni oshirish, ergonomik qulaylikni ta’minlash va estetik sifatni yaxshilash imkonini beradi. 3D modellashtirish va virtual simulyatsiya yordamida kiyimning tana proporsiyalariga mosligi, harakatdagi qulayligi va dizayn elementlarining joylashuvi oldindan baholanadi, bu esa ishlab chiqarish jarayonida xatoliklarni kamaytiradi va tayyor mahsulot sifatini oshiradi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar yordamida turli yoshdagi bolalar uchun induvidual o‘lchamlar va proporsiyalarni hisobga olgan holda konstruktiv yechimlar yaratish mumkin bo‘ladi. Shuningdek, CAD dasturlari va 3D-skannerlardan foydalanish loyihalash jarayonini tezlashtiradi, dizayn va ishlab chiqarish jarayonini samarali qiladi, materiallardan optimal foydalanish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Choi, J., Kim, H., & Lee, S. (2019). Application of 3D Modeling in Children's Clothing Design. Journal of Fashion Technology, 12(3), 45-58.
2. Park, Y. (2020). Multidimensional Geometric Approaches for Optimizing Children’s Clothing Proportions. International Journal of Clothing Science, 8(2), 112-127.
3. Kim, D., & Lee, J. (2021). 3D Scanning and CAD-Based Constructive Design for Children’s Apparel. Textile Research Journal, 91(5), 578-593.

4. Zhang, L. (2018). Ergonomics and Comfort in 3D Geometric Clothing Design. Fashion and Design Studies, 7(1), 33-49.
5. Smith, A., Brown, K., & Johnson, P. (2020). Innovative Software Tools for Rapid Children’s Clothing Design. Journal of Apparel Technology, 15(4), 210-225.
6. Li, H., Wang, Y., & Chen, M. (2019). Reducing Errors in Children’s Clothing Construction Using 3D Multidimensional Modeling. International Journal of Fashion Design, 11(3), 67-82.
7. Nguyen, T. (2021). Comparative Analysis of 3D and Geometric Approaches in Children’s Garment Design. Advances in Textile Engineering, 9(2), 90-105.

УДК 788

BAZALT MATO QO‘LLANILGAN MAXSUS KIYIM TURINI TANLASH VA KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Kuliyeva D.R.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Bazalt matosidan maxsus kiyim konstruksiyasi ishlab chiqildi.*

Tayanch so‘zlar: *bazalt mato, gazlamaning buzilishi, materialning zichligi, mexanik xususiyatlari, tabiiy bazalt tarkibi, kombinezonlar, bazalt mato.*

SELECTION OF SPECIAL CLOTHING USING BASALT FABRIC AND DESIGN DEVELOPMENT

Kulieva D.R.
Bukhara state technical university.

Abstract. *The design of special clothing made of basalt fabric has been developed.*

Keywords: *basalt fabric, fabric collapse, material density, components of natural basalt, overalls, basalt fabric.*

Asosiy maqsadga to‘liq mos kelishini ta’minlash uchun yangi maxsus kiyim (kurtka va shim)ning badiiy - konstruktiv va texnologik echimi soddalik, funksionallik, ishlashda ishonchlilik hamda qulaylik talablariga bo‘ysunishi va estetika nuqtai nazaridan zamonaviy bo‘lishi, korxona korporativ imidjini aks ettirishi kerak. Mahsulotning konstruktiv tuzilishi va ishlab chiqarish uchun qo‘llanadigan xomashyo materiallari arzon va iqtisodiyot talablariga javob berishi kerak, ya’ni ularni ishlab chiqarishda resurslarni tejash texnologiyasi prinsiplaridan foydalanish imkoniyatini ta’minlashi kerak. Maxsus kiyimlar tez-tez kir bo‘lishi va yuvilishi sababli, uning hajmiy shakli faqat konstruktiv elementlar bilan hosil qilinishi va tikuv choklari bilan mustahkamlanishi kerak. Payvandchi maxsus kiyim detallarining yuzasi olovbardosh bo‘lishi kerak, chunki bu olov uchqunlarining kiyim yuzasini kuydirmasdan to‘siqsiz oqib tushishini ta’minlaydi. Ishlab chiqilayotgan maxsus kiyimning barcha elementlarining konstruktiv va texnologik echimi uchun yuqorida keltirilgan talablar bajarilishi kerak.

Yuqorida aytib o‘tilgandek, “Buxoro Sarkor qurilish plyus” MCHJ ishchilari foydalanib kelayotgan kombinezon himoya funksiyalari jihatidan ham, badiiy va konstruktiv echim jihatidan ham, soha ishchilari maxsus kiyimiga qo‘yiladigan talablarga to‘liq javob bera olmadi. Loyiha vaziyatini obyektiv yo‘naltirilgan tahlili va uning asosida ishlab chiqilgan maxsus kiyim loyihasini takomillashtirish yo‘nalishlari ishlab chiqilgan maxsus kiyimning badiiy-konstruktiv va texnologik yechimi uchun quyidagi talablarni shakllantirishga imkon beradi.

Maxsus kiyimlarining yaroqlilik topografiyasini tahlil qilish materiallarni to‘g‘ri tanlashga imkon beradi. Tadqiqotlarimizning navbatdagi bosqichi maxsus kiyimi bo‘laklarining eskirish (yaroqlilik) topografiyasini aniqlashdan iborat bo‘ldi.

Olov uchqunlaridan kuyish va kirlanish natijasida kiyim matolari zararlanadi va o‘z qayishqoqligini yo‘qatadi, buning natijasida tez shikastlanadi. Shuning uchun, ish paytida olov uchqunlaridan kuyish va kirlanish natijasida eng ko‘p zararlangan maxsus kiyimning hududlari aniqlandi.

Shlak va olov uchqunlari ta’siri natijasida payvandchilarning mavjud ish kiyimlarida ularning ta’sirini o‘rganish maqsadida kiyim sirti 1-rasmda ko‘rsatilganidek topografik zonalarga, ya’ni kirlangan hudud, zararlangan hudud va toza hududlarga ajratildi.



1-rasm. Payvandchi maxsus kiyimining shlak va uchqunlardan zararlanish topografiyasi

Maxsus kiyimining zararlanish topografiyasini tahlil qilinganda, kurtka old qism ko‘krak qafasi, yeng tirsak sohasi, shim old qism va tizza sohalari shlak va olov uchqunlari ta’siriga ko‘p uchraydi. Payvandchilar maxsus kiyimining zararlangan joylarini aniqlash bo‘yicha so‘rovnoma o‘tkazilganda, 1-jadvalda ko‘rsatilgan natijalar olindi (3 komplekt mavjud kiyim namunasi misolida).

1-jadval

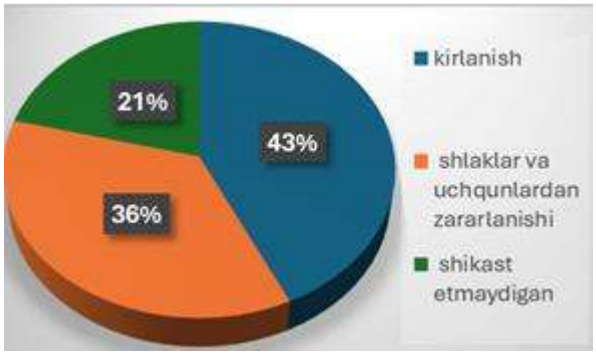
Payvandchilar maxsus kiyimining shikastlangan joylari o‘lchovlari natijalari

№	Kirlanish, sm^2 / Olov uchqunlaridan kuyish, sm^2	1-komplekt	2-komplekt	3-komplekt	O‘rtacha qiymat
1	Old bo‘lak	1452 / 870	1471 / 850	1378 / 810	1433 / 843
2	Yeng	680 / 490	660 / 365	545 / 415	628 / 423
3	Shimning old qismi	1252 / 451	1271 / 471	1178 / 478	1233 / 466
4	Shimning tizza sohasi	552 / 451	560 / 471	548 / 478	553 / 466

Payvandchilarning maxsus kiyimiga shlak va uchqunlar ta’sir doirasini aniqlash natijalari shuni ko‘rsatdiki, kurtkaning old qismi va shimning old bo‘lagiga omillar eng ko‘p ta’sir qiladi. Old bo‘lakda kirlanish va ishqalanish, kuyish joylarining o‘rtacha maydoni mos ravishda 843 sm^2 va 1433 sm^2 (uning maydonining 70% va 65%), yeng bo‘ylab 423 sm^2 va 628 sm^2 (maydonining 35% va 55% dan ortig‘i), shimning old bo‘ylab kuyish va kirlanish joylarining o‘rtacha maydoni 466 sm^2 va 1233 sm^2 (maydonining 30% va 45%) tashkil etadi, shimning yon qismlari bo‘ylab o‘rtacha maydoni 553 sm^2 va 466 sm^2 (maydonining 30-35%) tashkil etadi. Ish jarayonida payvandchilarning maxsus kiyimiga ishlab chiqarish omillarning ta’siri maydoni o‘rtacha kirlanishi - 43% dan ortiq, shlaklar va uchqunlardan zararlanishi - 36%, shikast etmaydigan -21% ni tashkil etadi. Payvandchi maxsus kiyimining zararlangan sohalarini o‘rganish topografiyasi natijalari 2-

rasmda diagramma shaklida keltirilgan.

Shunday qilib, payvandchilar uchun mavjud maxsus kiyimini topografik zonalar bo‘yicha tadqiq qilinishida aniqlandiki, kiyimdagi ko‘pchilik shikastlanishlar uning gazlamasi va konstruksiyasining kamchiliklariga borib taqaladi. Izlanishlar shuni ko‘rsatdiki, shlak va uchqunlar ta’siri ko‘proq maxsus kiyimning old bo‘lagi va old shimida, tizza va tirsak qismlariga ko‘proq to‘g‘ri keladi.



2-rasm. Maxsus kiyim zararlanish sohalarining foizli taqsimoti diagrammasi

To‘qimachilik matolarning ishqalanishidan shikastlanishi ko‘pincha maxsus kiyimning bukilish joylarida vujudga keladi. Kurtkada ishqalanishidan shikastlanish old bo‘lak markazida, yon choklarda, yenglarning tirsak va pastki qismlarida kuzatildi. Shimda esa old bo‘lakning yuqori va tizza qismlarida ko‘proq kiyim eskirishi kuzatildi.

Payvandchilar uchun ГОСТ 12.4.100-80 [33, 3-22 b] talablari bo‘yicha asosida kurtka va shimdan iborat maxsus kiyim komplekti berilib, uning asosiy kamchiligi yonmaydigan xususiyatga ega bo‘lmagan matodan ishlab chiqarilganligi. Maxsus kiyimlarning ekspluatatsiyalash davri 12 oyni tashkil etadi, ammo, ularning haqiqiy xizmat muddati normativ muddatlardan ancha past. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kurtka 9-10 oy ichida yaroqsiz holatga keladi, shimning qo‘llash muddati esa 5-6 oyni tashkil etadi. Payvandchilarning maxsus kiyimi bir necha marta yuvilganda gazlamaga berilgan yonmaydigan xususiyat pasayadi, ba’zi hollarda yuqoladi, buning natijasida maxsus kiyimning yonmaydigan xususiyati o‘z xossasini yoqotadi**.**

Ushbu ta’sirlarni kamaytirish uchun maxsus kiyimda bazalt tolali gazlamalarni qo‘llash va konstruksiyada himoyalovchi elementlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ldi. Bundan tashqari, yangi maxsus kiyimni loyihalashda shlak va olov uchqunlari, ish joyidagi havoning changligi oshishi, yuqori havo harorati, asbob-uskuna sirtlarini, smena davomida bajariladigan mehnat harakatlarini inobatga olish lozim.

Tadqiqotlarimizning keyingi bosqichi – bazaviy o‘lcham va bo‘y uchun bazali asos konstruksiyasi (BK) ni hisoblab qurishdan iborat bo‘ldi. Ushbu maqsadda payvandchilarining mehnat jarayonida eng ko‘p bajaradigan ergonomik harakatlari va ushbu harakatlarni bajarishdagi gavda o‘lchamlarining dinamik samaradorligi aniqlandi.

“Inson mehnat faoliyatining fiziologik tomonining eng muhim ko‘rinishi - harakatdir. Korxonalarda ishlab chiqarishni tashkil qilishda - ish joyi muhim uchastkalardan biri hisoblanadi. Payvandchilarning asosiy ergonomik harakatlarini o‘rganish borasida olib borilgan tadqiqotlar hafta davomida asosiy ish holatini qayd etish bilan “bir ish kunini suratga olish” usuli orqali amalga oshirildi.

Payvandchilarning 6 ta eng xarakterli holati va harakatlarini uchta katta guruhga bo‘lish mumkin: “turish”, “o‘tirish” va “yarim o‘tirish”.

Ishchilarni gavda o‘lchamlarining dinamik samaradorligini aniqlash maqsadida payvandchilarining mehnat jarayonida eng ko‘p bajariladigan ishchi harakatlar aniqlandi va ularni bajarish vaqtida statikada va dinamikada ishchilar gavdasini o‘lchamlari olindi. O‘lchovlar ГОСТ ИСО 7250-2007 ga asoslanib olib borildi. Statika va dinamikada payvandchi maxsus kiyimning antropometrik muvofiqlik ko‘rsatkichlari taqqoslandi.

Statik muvofiqlik quyidagi o‘lchov birliklar bo‘yicha baholandi:

- orqa bo‘lak o‘rta choki o‘lchov birligi;
- orqa bo‘lak yeng o‘miz yoki yon chokida egiluvchan erkin burmalar yo‘qligi;
- yeng o‘lchov birligi;
- yon choklarning o‘lchov birliklari;
- kiyimning ko‘krak, bel, son, tizza va pastki chiziqlarning gorizontal holati

Dinamik muvofiqlikni baholash payvandchining “turish”, “o‘tirish” va “yarim o‘tirish” harakatlarni bajarayotganda, uning subyektiv his-tuyg‘ulariga mos ravishda amalga oshirildi. Baholash ГОСТ 12.4.061–88 Mehnat xavfsizligi standartlariga muvofiq besh balli shkala bo‘yicha amalga oshirildi.

1. Harakatchanlik cheklanmagan
2. Bir oz kamroq kuch bilan to‘liq harakat
3. O‘rtacha kuch bilan to‘liq harakat
4. Belgilangan kuch bilan cheklangan harakatlar
5. Belgilangan hajmdagi keraksiz harakatlar

ГОСТ 17521-72 Dinamik samaradorlik hisoblash standartiga mos ravishda dinamikada o‘lchov belgilarining qiymatlari o‘lchandi (2-jadval).

2-jadval.

Dinamik o‘lchov belgilarning xarakteristikasi

O‘lchov belgilarning nomlanishi	Shartli belgisi	O‘lchov texnikasi
Orqa kenglik dinamikasi	Sh_{ort} (d)	Qo‘llar oldinga cho‘zilgan, kaftlar bir-biri bilan chambarchas bog‘lahgan holatda ikkinchi ko‘krak aylanasi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘ltiqosti nuqtalari kuraklar bo‘ylab orqa kenglik o‘lchanadi
Ko‘krak kengligi dinamikasi	Sh_{old} (d)	Qo‘llar maksimal orqa holatda old kenglik old qo‘ltiqosti nuqtalari bo‘ylab o‘lchanadi
Belgacha orqa bo‘lak uzunligi dinamikasi	$D_{ort.bel}$ (d)	Gavda 90^0 da egilgan holatda bo‘yinning ettinchi nuqtasidan bel chizig‘iga o‘lchanadi
Yelka aylanasidan bilak chizig‘igacha bo‘lgan eng uzunligi	D_{yeng} (d)	Qo‘l gorizontal bukilgan holatda sm. lentani orqa qoltiqosti nuqtalaridan tirsakkacha va bilak nuqtasigacha davom ettirib o‘lchanadi
Yelka qiyaligi balandligining dinamikasi	$V_{yel.qiya}$ (d)	Gavda 90^0 da egilgan holatda orqa bo‘lak orta chizig‘ining bel chizig‘i bilan kesishgan nuqtasidan elka nuqtasigacha o‘lchanadi
Bel chiziqdan dumg‘aza burmasigacha bo‘lgan masofa	$D_{bel.dumg‘}$	Gavda 90^0 da egilgan holatda bel chizig‘idan dumg‘azagacha bo‘lgan masofa o‘lchanadi
Yon bel chiziq uzunligi	$D_{bel.yon}$	Bel chizig‘idan qo‘ltiqosti burchagigacha o‘lchanadi (stulda o‘tirgan holatda, qo‘llar yuqoriga ko‘tarilgan va kaftlar orqa tomonlari tegilgan)
Dumg‘aza nuqtasidan tizza chizig‘igacha bo‘lgan masofa	$D_{dumg‘.tiz.}$	Stulda o‘tirgan holatda dumg‘aza nuqtasidan tizza nuqtasigacha bo‘lgan masofa o‘lchanadi
Tizza aylanasi dinamikasi	$O_{tiz.}$(d)	Bo‘ksa va tizza bo‘g‘imlariga to‘g‘ri burchak ostida bukilgan oyoq tizza qopqog‘i darajasida aylantirib o‘lchanadi
Tizza balandligi	$V_{tiz.}$	Tizza nuqtasidan polgacha bo‘lgan masofa o‘lchanadi (stulda o‘tirgan holatda)

Konstruksiyani optimallashtirishtirishda payvandchi tomonidan belgilangan harakatlar majmuasini bajarishda kiyimning gavdaga o‘rnashishi va gazlamaning cho‘zilish miqdori kabi mezonlar tanlab olindi.

Payvandchi harakatlarni bajarayotganda o‘rganilayotgan uchastkalarda kiyimdagi harakat miqdori o‘lchandi. Tadqiqotlar natijasida aniqlangan dinamik samaradorlik miqdorlari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadvalda keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, ishchilar tomonidan ma’lum harakatlarni bajarilishi ba’zi gavda o‘lchamlarining sezilarli o‘zgarishiga olib keladi. Bir qator o‘lchov belgilarining kattalashishi maxsus kiyim to‘kisligi uchun ratsional qo‘shimcha haqlar tanlashga ta’sir ko‘rsatadi.

Bazalt mato qo‘llanilgan payvandchilar uchun maxsus kiyimning konstrutsiyasini qurishda qo‘shimcha haqlar qiymati muhim ahamiyatga ega, bunda quyidagi omillar hisobga olinishi kerak: material xususiyatlari, statikada va dinamikada o‘lchov xususiyatlarining o‘zgarishi.

3-jadval

Payvandchilarining mehnat jarayonida gavda o‘lchamlarining dinamik samaradorligi

№	Statik o‘lchov belgisi, ($O‘B^s$)	Statik o‘lchov kattaliklar, sm	Dinamik o‘lchov belgisi, ($O‘B^d$)	Dinamik o‘lchov kattaliklar, sm	Dinamik samaradorlikning absalyut qiymati, $Def^a=O‘B^d - O‘B^s$, sm	Dinamik samaradorlikning nisbiy qiymati, $Def^o=(O‘B^d - O‘B^s)/ OB^s *100\%$
1	Sh_{ort}	20,04	Sh_{ort} (d)	22	1,6	7,9
2	Sh_{old}	18,3	Sh_{old} (d)	20	1,7	9,2
3	$D_{ort.bel}$	47,7	$D_{ort.bel}$ (d)	57	9,6	20,1
4	D_{yeng}	64	D_{yeng} (d)	65	1,0	1,5
5	$V_{yel.qiya}$	51,2	$V_{yel.qiya}$ (d)	58,4	7,2	14
6	$D_{bel.dumg‘}$	37,2	$D_{bel.dumg‘}$	43,2	6	12,5
7	$D_{bel.yon}$	28	$D_{bel.yon}$	28	0	0
8	$D_{dumg‘.tiz.}$	38	$D_{dumg‘.tiz.}$	38	0	0
9	$O_{tiz.}$	44	$O_{tiz.}$(d)	44,5	0,5	1,1
10	$V_{tiz.}$	52	$V_{tiz.}$	52	0	0

Payvandchilarining mehnat harakatlari xronometraji shuni ko‘rsatdiki, ularning ish faoliyati jarayonida faqat ushbu soha ishchilari uchun xarakterli bo‘lgan ishchi holatlardan biri - payvandlash jarayonida gavdaning egilishi hamda tizza sohasida oyoqning bukilishi (qo‘llar osilgan holatda tananing 90^0 ga oldinga egilishi), bu holat esa “og‘ qirqimi” konstruktiv tugunining zo‘riqishiga olib keladi.

Mazkur maqola maxsus kiyimning dinamik xossalariga ta’sir etuvchi quyidagi omillarni o‘rganishga yo‘naltiriltirildi: ishchi harakatlarini bajarishda og‘ qirqimi hududida vujudga keladigan maksimal zo‘riqishlar xarakterini o‘rganish, orqa bo‘lak o‘rta choki chizig‘i bo‘yicha beriladigan to‘kislik haqqining maxsus kiyimning old va orqa bo‘laklar og‘ qirqimi hududi bo‘yicha taqsimlanishi, og‘ qirqimi parametri va shaklining ratsional ko‘rsatkichlarini aniqlashdan iborat bo‘ldi.

Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim modeli funksional yaqinligi prinsipi va asosiy konstruktiv parametrlari (bir xil siluet, razmer-bo‘y va to‘lalik) bo‘yicha tanlandi. Tanlangan maxsus kiyim modelining “og‘ qirqimi” konstruktiv tugunining chiziqli o‘lchamlari ularning andazalarining taalluqli hududlarini bevosita o‘lchash yo‘li bilan aniqlandi. Orqa bo‘lak o‘rta chizig‘ining bel chizig‘igacha berilgan o‘zgarishlar ($D_{ort.bel}$) miqdori hisoblash yo‘li bilan aniqlandi. Hisoblash yo‘li bilan aniqlangan qo‘shimcha haq miqdorlari 4 - jadvalga keltirilgan. Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyimda tananing 90^0 ga oldinga egilish harakatlarga erkinlik ta’minlash nuqtai nazardan, belgacha orqa bo‘lak uzunligi uchun qo‘shimcha haq $QD_{ort.bel}$ va qadam kengligi Sh_q juda muhim hisoblanadi.

4-jadval.

Konstruktiv o‘zgarishlar qiymatlarini aniqlash

Ergonomik holatning nomlanishi	Dinamik samaradorlikning absalyut qiymati, $Def^{a}=O‘B^{d}-O‘B^{s}$, sm	Harakatda kiyimning o‘lchamining ozgarish miqdori, sm	Konstruktiv qo‘shimchlar miqdori, sm
Qo‘llar osilgan holatda tananing 90^0 ga oldinga egilishi	$D_{ort.bel}(d)-D_{ort.bel}=57,0-47,7=9,3$ $V_{yel.qiya}(d)-V_{yel.qiya}=58,4-51,2=7,2$ $D_{bel.dumg‘}-V_{o‘t}=37,9-29,4=8,5$	Bel chizig‘i ↑ 3,0 sm. ga	$QD_{ort.bel}=9,3-3,0=6,3$ $QV_{yel.q.}=7,2-3,0=4,2$ $QV_{o‘t}=8,5-3,0=5,5$

Payvandchilar uchun bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyimning ratsional konstruksiyasini ishlab chiqish uchun yuqorida aytib o‘tilgan konstruktiv parametrlarni tahlili alohida ahamiyat kasb etadi. Bugungi kunda maxsus kiyim konstruksiyasiga qo‘yiladigan ergonomik, texnologik va estetik talablar yuqori darajaga etdi. Ergonomik talablar ishchilarga ish vaqtida yetarlicha erkinlik va qulaylik yaratishdan iborat, texnologik talablar kiyim detallarining biriktiriladigan choklarining o‘zaro muvofiqligiga bog‘liq, estetik talablar esa buyumni kiyimning odam figurasida yaxshi turishi, detallarda turli zo‘riqishlar va burmalar hosil bo‘lmasligini o‘z ichiga oladi.

Biz tanlagan EMKO CƏB ГОСТ 17521-72 usulida hisoblash formulalar mavjud. Barcha konstruktiv qismlarning qiymatlari beriladi va bu qiymatlarda chok haqi uchun qo‘shimchlar mavjud.

Bugungi kunda EMKO CƏB metodikasi bo‘yicha quruvchi, payvandchi va shunga mos ishchilarga berilayotgan maxsus kiyim shimining ort bo‘lak og‘ qirqimi o‘lchami 10,4 sm.ni, old bo‘lak og‘ qirqimi o‘lchami 4,9 sm.ni tashkil etadi. Kurtkaning ort bo‘lak belgacha bo‘lgan masofa 45,5 sm.ni tashkil etadi. Olib borilgan izlanishlarga ko‘ra, mavjud maxsus kiyimini topografik zonalar bo‘yicha tadqiq qilinish jarayonida aniqlandiki, kiyimdagi ko‘pchilik shikastlanishlar uning konstruktiv yechimining kamchiliklariga borib taqaladi, jumladan, belgacha orqa bo‘lak uzunligi uchun qo‘shimcha haqning miqdori kichik bo‘lgani hamda bazalt tolali matoning elastikligi talab darajasida bo‘lmaganligi sabab, og‘ qirqimning zo‘riqishi, harakatlanish jarayonida og‘ qirqimda kerakli erkinlik darajasini ta’minlamasligi natijasida og‘ qirqimining so‘kilib ketishi va hokazo.

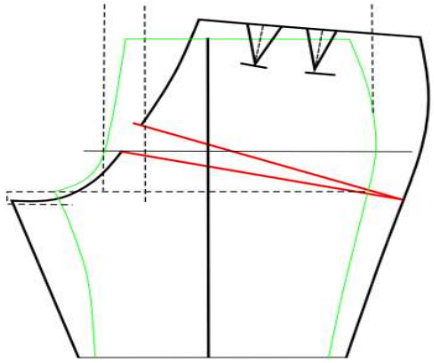
Izlanishlar N.A. Saxarova tomonidan tavsiya etilgan kiyimning ergonomik konstruksiyasida konstruktiv qo‘shimchalarni hisoblash va asoslash metodikasi asosida “gavdaning 90^0 egilishida shim og‘ qirqimining siljish darajasi” ko‘rsatkichi bo‘yicha amalga oshirildi. Ishchi harakatlar sifatida payvandchilarning ish jarayonida eng ko‘p bajaradigan va ularni bajarish natijasida inson tana o‘lchamlarining eng katta miqdorda o‘zgarishiga olib keladigan - “gavdaning 90^0 egilishi” ishchi harakati tanlab olindi. Statikada olingan konstruktiv o‘lchov qiymatlari dinamikada olingan o‘lchov qiymatlari bilan taqqoslanganda shimning qadam kengligi uzunlik o‘lchov birligi (4-jadval 3-O‘B) qiymatida sezilarli o‘garishni ko‘rish mumkin. Shuni inobatga olgan holda EMKO CƏB metodikasi bo‘yicha qurilgan bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim konstruksiyasida gazlama xususiyatini hamda shimning qadam kengligigacha bo‘lgan uzunlik o‘lchov birligi qiymatida sezilarli o‘garishini hisobga olgan holda og‘ qirqimi parametri 6 sm.ga uzaytirildi (*3 - rasm)*.

Ishchilarning tipik gavda o‘lchov belgilari, ergonomik izlanishlar asosida quyidagi o‘zgartirishlar kiritildi:

- Shim old bo‘lak og‘ qirqimi 7,9 sm qabul qilindi;
- Shim ort bo‘lak og‘ qirqimi 13,4 sm qabul qilindi.

Maxsus kiyimni ekspluatatsiyalashda yanada qulayroq bo‘lishi uchun, mavjud ish kiyimidan farqlanadigan bir qator o‘zgarishlar kiritilgan bo‘lib, ular quyidagilardan iborat:

- zamonaviy, ish jarayonida harakatlar erkinligini va yuqori dinamik ko‘rsatkichlarni (ishlash qulayligini) ta’minlovchi maxsus kiyim – kurtka va shim konstruksiyasining qo‘llanganligi;
- maxsus kiyimda kurtkaning old bo‘lagida, ikki chokli yengning ustki bo‘lagida, shimning old bo‘lagida olovbardosh bazalt matoning qo‘llanilganligi, buning natijasida ishchining tanasi shlak va olov uchqunlari ta’siridan himoyalanadi va ishchilar xavfsizligini ta’minlaydi;
- detallarning tizza va tirsak sohasida ishqalanib, yeyilishdan himoya qiluvchi qo‘shimcha mustahkamlovchi qoplamalarning mavjudligi.



3 - rasm. “Og‘ qirqimi” konstruktiv tugunini uzaytirish

Shunday qilib, EMKO CЭВ konstruksiyalash usulidan foydalangan holda ishchilarning tipik gavda o‘lchov belgilari, ergonomik izlanishlar asosida aniqlangan og‘ qirqimi uzaytirilgan maxsus kiyim konstruksiyasi **“COMPAS”** dasturi asosida amalga oshirildi.

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 государ. технический университет.
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.

Kuliyeva Dilafruz Radjabovna - Buxoro davlat texnika universineti, “Yengil sanoat muhandisligi va dizayn” kafedrasi assistenti. Tel.: 907440309. E-mail: dilafruz.kuliyeva@mail.ru

Maqola “Yengil sanoat muhandisligi va dizayn” kafedrasi dotsenti Avezov Mavlonjon Fazliyevich rahbarligida tayyorlandi.

DETALLARNI YEYILISHI VA KORROZIYALANISHIGA ASOSIY SABABLAR HAMDA ULARDAN HIMOYALANISH

Sharipov J.O, Sayitqulov S.O., Begmurodov A.F.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada detallarining eyilish va korroziyalanish jarayonlari, ularning asosiy sababchi omillari, yuzaga kelish mexanizmlari hamda samarali himoya usullari ilmiy asosda yoritilgan. Detallarning mexanik, kimyoviy, fizik va ekspluatatsion xususiyatlari bilan bog‘liq muammolar tahlil qilinadi hamda amaliy qo‘llaniladigan himoya texnologiyalari haqida batafsil ma’lumot beriladi.*

Kalit so‘zlar: *detal, konstruktiv, eyilish, korroziya, mexanik, kimyoviy, fizik, avtomatlashtirilgan, material po‘lat, nanokompozitsiya, xromlash, issiqlik, azotlash termik ishlov berish.*

MAIN CAUSES OF WEAR AND CORROSION OF PARTS AND METHODS OF THEIR PROTECTION

Sharipov J.O., Sayitkulov S.O., Begmurodov A.F.
Bukhara state technical university.

Abstract. *This article provides a scientifically grounded explanation of the processes of wear and corrosion of parts, the main factors causing their occurrence, the mechanisms of their formation, as well as effective protection methods. It analyzes issues related to the mechanical, chemical, physical, and operational properties of parts and presents a detailed overview of practically applied protection technologies.*

Keywords: *part, construction, wear, corrosion, mechanical, chemical, physical, automated, steel material, nanocomposite, chromium plating, heat treatment, nitriding.*

Mashina va mexanizm detallarining ishonchliligi va uzoq muddat xizmat qilishi sanoatning barcha sohalari uchun muhim omildir. Har qanday detal ekspluatatsiya jarayonida tabiiy sharoitlar, mexanik yuklanishlar, kimyoviy muhitlar, ishqalanish va harorat ta’sirida asta-sekin eyila boradi. Yeyilish (ishqalanish natijasidagi materialning yo‘qolishi) va korroziya (kimyoviy emirilish) detallarni ishdan chiqaruvchi eng asosiy omillardandir. Global statistik ma’lumotlarga ko‘ra, korroziya natijasidagi iqtisodiy yo‘qotishlar ko‘plab davlatlarning yalpi ichki mahsulotining 3–4% ini tashkil etadi. Shuning uchun yeyilish va korroziyaga qarshi kurashish texnik xizmat ko‘rsatish va konstruktiv loyihalashning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mashinasozlik, energetika, transport, qishloq xo‘jaligi va boshqa texnik sohalarda ishlatiladigan mexanizmlar uzoq muddat ishonchli ishlashi uchun detallar o‘zaro ta’sirda bo‘ladigan yuzalarining mustahkamligi juda muhimdir. Biroq real sharoitlarda detallar ish jarayonida turli kuchlar, harorat o‘zgarishlari, muhit ta’siri va mexanik bosimlar ostida bo‘ladi. Natijada ularning ishchi yuzalari asta-sekin buziladi, o‘lchamlari kamayadi va funksional qobiliyati pasayadi. Bu jarayon yeyilish deb yuritiladi. Yeyilish - bu mexanik juftlikda o‘zaro ishqalanayotgan yoki dinamik yuklamalar ta’sirida bo‘lgan qismlar materialining asta-sekinlik bilan buzilishi, qatlamining ajralishi yoki deformatsiyalanishidir. Yeyilish texnik qurilmalar samaradorligini pasaytiradi, energiya sarfini oshiradi, avariyaviy holatlarga sabab bo‘lishi mumkin. Shuning uchun yeyilishning mohiyatini, uning turlarini va yuz berish mexanizmlarini chuqur o‘rganish detallarni ishonchli loyihalash va ularning xizmat muddatini uzaytirishga imkon beradi [1].

Yeyilishning mohiyati shuki, yeyilish – bu materialning ishqalanish, kimyoviy ta’sir, yuklama yoki atrof-muhit omillari natijasida yuzadan ajralib chiqishi yoki deformatsiyalanishi bilan bog‘liq murakkab fizik-mexanik jarayon. U quyidagi omillar ta’sirida rivojlanadi: Mexanik ta’sir-bosim ya’ni zarba, siljish, ishqalanish kuchi, Fizik omillar – harorat o‘zgarishi, issiqlik tarqalishi, Kimyoviy omillar- oksidlanish va korroziya jarayonlari, Tribologik omillar-moylash darajasi, ishqalanish juftligi materiali va datchik tuzilishi.

Yeyilishning jadalligi quyidagi ko‘rsatkichlar bilan baholanadi: Massaviy yeyilish (g/s yoki mg/soat), Chiziqli yeyilish (mm), Hajmiy yeyilish (mm^3), Nisbiy yeyilish tezligi.

Korroziya - metall va qotishmalarning atrof-muhit ta’siri ostida kimyoviy yoki elektroximik ravishda yemirilish jarayonidir. Bu jarayon detallar mustahkamligini kamaytiradi, mexanizmlarning ishlash muddatini qisqartiradi, avariyaviy holatlarning yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin. Korroziyalanishning asosiy sabablari quyidagi omillar bilan bog‘liq:

1.Namlik va atmosfera ta’siri Metallar havodagi namlik, kislorod va karbonat angidrid bilan ta’sirlashganda oksidlanish jarayoni tezlashadi. Ayniqsa: yuqori namlik (80–100%), yomg‘ir, qor, tumanga boy atmosfera; dengiz iqlimi (tuzli bug‘lar) korroziyani keskin kuchaytiradi. Natija: metall yuzasida zang, oksid qatlami, nuqtasimon korroziya hosil bo‘ladi.
2. Kimyoviy agressiv muhitlar Quyidagi moddalarda detalning korroziyaga uchrashi juda tez kechadi: kislotalar (HCl, H_2SO_4), ishqorlar (NaOH) tuzlar, neft mahsulotlari va reaktiv moddalar, Bunday muhitlar metallar bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri kimyoviy reaksiyaga kirishadi va ularning tuzilishini buzadi.
3. Mexanik kuchlanishlar va deformatsiyalar Materialning ichki kuchlanishi (stress), charchoq yoki deformatsiya yoriqlar hosil bo‘lishiga, himoya qoplamaning buzilishiga, sirtning zaiflashishiga olib keladi va korroziya jarayonini tezlashtiradi. Stress-korroziya yorilishi - mexanik zo‘riqish va kimyoviy muhit ta’sirida eng xavfli korroziya turi
4. Qoplamaning shikastlanishi yoki sifatsiz bo‘lishi Metall himoya qoplamalari (bo‘yoq, galvanik qatlamlar, oksid qoplama): qirilsa, tirnalsa, notekis tushsa, zanglash jarayoni aynan shu nuqtadan boshlanadi.
5. Metall tarkibidagi nuqsonlar Quyidagi metallurgik nuqsonlar korroziyaga moyillikni oshiradi: inkluziyalar (keraksiz qo‘shilmalar) g‘ovaklik donalararo bo‘linishning yomonligi, past sifatli qotishma. Yuzaning bir xilligi buzilganda mikro galvanik juftliklar paydo bo‘lib, korroziya tez rivojlanadi. Detallarning korroziyalanish sabablari ko‘p omillarga bog‘liq bo‘lib, ular odatda birgalikda ta’sir qiladi [2].

Metall buyumlarning korroziyadan shikastlanishi natijasida katta yo‘qotishlar bo‘layotganligi, iqtisodiy jihatdan samarador bo‘lgan korroziyaga qarshi himoya usullarini ishlab chiqishni taqozo etadi. Metall konstruktsiyalarning tabiiy sharoitlarda atrof muhit ta’sirida ishlash davri juda qisqa bo‘lganligi tufayli amaliyotda ularning ishlash muddatini asosan quyidagi usullarda himoyalash keng qo‘llaniladi [3]:

1) qurilma sirtini tashqi tajavvuzkor muhit tutashuvidan qoplamalar yordamida himoya qilish;
2) korroziyaga bardoshli materiallardan foydalanish;
3) muhitga uning tajavvuzkorligini kamaytirish maqsadida ta’sir qilish.
4) yer osti metall qurilmalarini elektrokimyoviy usullarda himoyalash usullarini qo‘llash;

Koroziyadan himoya qilishning eng ko‘p tarqalgan usullari buyumlar sirtida korrozion chidamli sirt qatlamlari olishga qaratilgan. Metall sirtiga shu metalga va atrof muhitga nisbatan kimyoviy jihatdan inert va yuqori dielektrik xossalarga ega bo‘lgan moddalarni qoplash passiv usullarga kirib, bu usullarga turli xildagi mastikalarning qo‘llanilishi, gruntovka, futerovka, plastmassalar, kompozitsion polimer materiallar, lak buyoqli qoplamalar, emalli qoplamalar kiradi. Bu materiallar sirtga suyuq holatda surtiladi, qurigandan so‘ng qattiq metall sirtida yetarli darajada mustahkamlikka va yaxshi adgezion (ilashuvchan) himoya qoplamasi (plyonka) hosil qiladi. Shuningdek, bu usullarga yupqa ilashuvchan izolyatsion qoplamalar bilan metall sirtini o‘rab qoplash va maxsus yer osti qurilmalarini yotqizish usullari, masalan, quvurlarni maxsus kanallar (kollektorlar)ga yotqizish ham kiradi. Buyumlarni maxsus eritmalar bilan ishlov berib ularning sirtida kam eriydigan metall tuzlarini olish, masalan, po‘lat buyumlar sirtida erimaydigan fosfatlar hosil qilish yoki alyuminiy buyumlar sirtida alyuminiy oksidini hosil qilish usullari mavjud. Bunda metall buyumlar sirtini passivlantiruvchi eritmalar bilan qoplash sirtning faol holatidan passiv holatga o‘tishiga asoslangan. Metall buyumlar sirtini boshqa metallar bilan qoplash usullari amaliyotda keng qo‘llaniladi. Po‘lat va qotishmalardan tayyorlangan detallarning sirti rux, qo‘rg‘oshin, mis, xrom kabi metallar bilan qoplanadi. Bu qoplamalar ishlatilish jarayoniga ko‘ra anodli va katodli turlarga bo‘linadi [4].

Detallarni yeyilish va korroziyaga bardoshliligini oshirishning samara beradigan eng qulay usullaridan biri qoplama qoplash jarayoni deb aytish mumkin bunda qoplamaning xususiyati va qanday qoplama ekanligi ham muhim ahamiyatga egadir. Bu jarayonda biz detallarni yeyilish va karroziyaga bardoshliligini oshirish uchun xrom metal bilan qoplama qoplash jarayonini ko‘rib

chiqamiz. Xrom metall bilan qoplama qoplash texnologiyasi - bu detallar yuzasiga elektrolit vannasi orqali xrom qatlamini cho‘ktirish jarayoni deyish mumkin. Xrom metal qoplama yuqori qattiqlik, silliqlik, korroziyaga bardoshlilik va yeyilishga chidamli qatlam hosil qiladi. Mashinasozlik, aviatsiya, gidravlika, avtomobilsozlik, energetika va asbobsozlikda keng qo‘llaniladi. Xrom metal bilan qoplama qoplashning maqsadi yeyilishni kamaytirish, korroziyaga bardoshlilikni oshirish, sirtning dekorativ ko‘rinishini yaxshilash, qattiqlikni oshirish,ishqalanish koeffitsiyentini kamaytirish termik turg‘unlikni oshirish uchun xizmat qiladi [5].

Xrom metal bilan qoplama qoplashning afzalliklari juda yuqori qattiqlik 1000 HV gacha yeyilishga chidamlilik podshipnik, piston halqasi, valda qo‘llaniladi.

Korroziyaga bardoshlilik ko‘p kimyoviy muhitda yuqori dekorativlik silliq, yaltiroq sirt harorat barqarorligi 500 °C gacha.

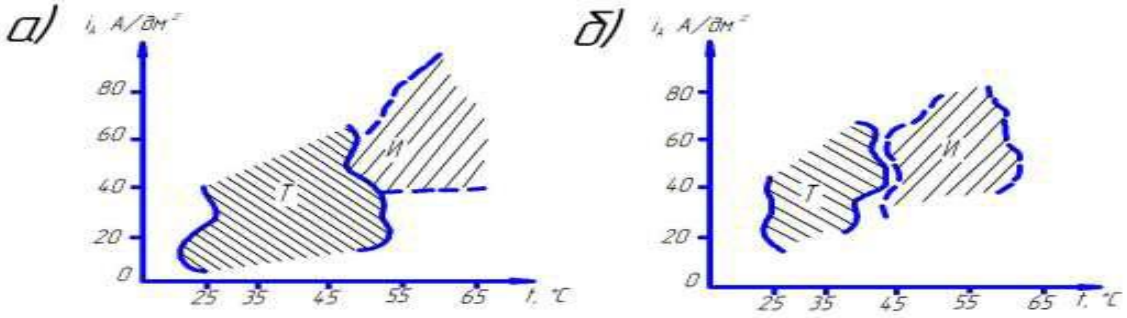
Ishqalanishni kamaytiradi, oqim samaradorligini oshiradi va xrom bilan qoplama qoplash detalning xizmat muddatini uzaytiradi.

Xrom qoplamasining fizik-mexanik xususiyatlari xrom qoplamaning holatiga va qoplamaning qalinligiga bog‘liq. An’anaviy ravishda xrom qoplamalar uch turga bo‘linadi: yaltiroq, silliq, yaltiramaydigan. Yaltiroq qoplamalar yuqori qattiqlik, yetarlicha yuqori yeyilishga chidamli va mo‘rtligi bilan ajralib turadi, uning yuzasida yoriqlar mavjud. Silliq xrom cho‘kindilari eng yumshoq va yopishqoq bo‘lib, yoriqlarsiz, yaltiroq qoplama bilan solishtirganda, yeyilishga ko‘proq qarshilik ko‘rsatadi. Yaltiramaydigan cho‘kindi qatlamlari qattiqlik va mo‘rtlikni oshiradi, yeyilishga qarshiligi past, u yuzada yoriqlar tarmog‘ining mavjudligi bilan ajralib turadi [6].

Xrom metal qoplamaning elektrolitik cho‘kma turi va xususiyatlariga ta’siri. Quyidagi jadvalda xrom qoplamasining cho‘kma turiga ta’siri to‘g‘risidagi ma’lumotlar keltirilgan. Detallarning ish sharoitlariga qarab, kerakli xususiyatlarga ega cho‘kindi tanlanadi; masalan, past namlikda (0,5 MPa gacha) ishlaydigan buyumlar uchun yaltiroq, yuqori bosimli va o‘zgaruvchan yuklar uchun silliq qoplama tavsiya etiladi.

Elektrolitlar harorati, °C	Oqim zichligi, A/dm^2		To‘planish kuchi, MPa		Metallni kesish joyiga yopishtirish, MPa
65	25	Laktik	0,1	505	300
55	35	Yorqin	0,3	276	-
45	40	Mat	0,5	163	-
			0,1	625-yil	300
			0,3	398	-
			0,5	308	-
			0,1	600	300
			0,3	366	-
			0,5	257	

Xromni yeyilgan sirtlarga qoplash ya’ni xrom qoplama qoplash jarayoni ko‘pincha 0,25 - 0,3 mm yeyilgan detallarni tiklashda, shuningdek ularni zanglashdan saqlashda qo‘llaniladi. Xromli qoplamalar ko‘kimtir oq rangda bo‘ladi.



1-rasm. Qattiq yuzali (T) va yeyilishga chidamli (I) xrom qoplamasi. a) CrO3 – 150 g/l konsentratsiyasi b) CrO3 – 250 g/l konsentratsiyasi.

Detalga yotqizilgan xrom qattiqligi *NV 800 - 1000,* yeyilish va zanglashga qarshiligi katta bo‘ladi. Xrom bilan tiklangan detallarning xizmat muddati ish sharoitlariga qarab 4 - 10 marta oshadi. Xromli qoplamalarni xom va toblangan po‘latlarga yotqizish mumkin [7].

Xulosa. Detallarni xrom bilan qoplash texnologiyasi mashinasozlik, aviatsiya, avtomobilsozlik, kimyo va energetika sanoatida eng samarali sirtni mustahkamlash usullaridan biri hisoblanadi. Xromlash orqali detallar yuzasida yuqori qattiqlikka ega, silliq, korroziyaga bardoshli va yeyilishga chidamli qatlam hosil qilinadi. Ushbu qatlam mexanik yuklamalar, yuqori harorat va agressiv muhitlarda ham o‘z xossalarini saqlaydi. Xrom qoplama natijasida detallar xizmat muddati bir necha baravar uzayadi, texnik ishonchlilik ortadi, ta’mirlash oralig‘i uzayadi hamda energiya sarfi kamayadi. Qoplama qalinligini aniq nazorat qilish, dekorativ va funksional xromlash imkoniyatlarining mavjudligi texnologiyaning universalligini ta’minlaydi. Umuman olganda, xrom bilan qoplash texnologiyasi zamonaviy ishlab chiqarishda yuqori sifat talablarini qondiruvchi, iqtisodiy jihatdan samarali va uzoq muddatli ekspluatatsiya imkonini beruvchi muhim texnologik jarayon hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sh.M. Mirziyoyev, Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. – Toshkent, “O‘zbekiston”-2017 yil
2. T.U. Holiqberdiyev, Mashinasolik texnologiyasi asoslari. – Toshkent-2011-yil.
3. Маслов А.Р., Фёдоров С.В., Высокоэффективные технологии и оборудование современного машиностроительного производства. – Москва-2015 г.
4. А.С.Верещака, Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 2001 г.
5. S.N. Grigoriev, T.V. Tarasova, Possibilities of the technology of additive production for making complex-shape parts and depositing functional coatings from metallic Powders, Metal Sci Heat Treatment 57 (2016) 579-584. «Resource and energy-saving innovative technologies in the field of foundry».
6. A Djuraev, S Sayitkulov, J Kholmirzaev, B Haydarov, N Mustafaev. Substantiated parameters of multifaceted grates in the coarse cleaning zones of a cotton gin. AIP Conference Proceedings 2969 (1), 050027.
7. A Djuraev, S Sayitkulov, K Rakhimov, N Turaeva, M Hamroeva The results of research on the improvement of the working bodies of the cotton raw cleaning machine. AIP Conference Proceedings 2969 (1), 050024.

TURLI O‘RILISHLI IKKI QATLAMLI KO‘YLAKBOP MATOLARNING MEXANIK VA DEFORMATSION XUSUSIYATLARINING O‘ZGARISHI

[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.*

CHANGE IN MECHANICAL AND DEFORMATION PROPERTIES OF TWO-LAYER SHIRT FABRICS WITH DIFFERENT WEAVES

[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.*

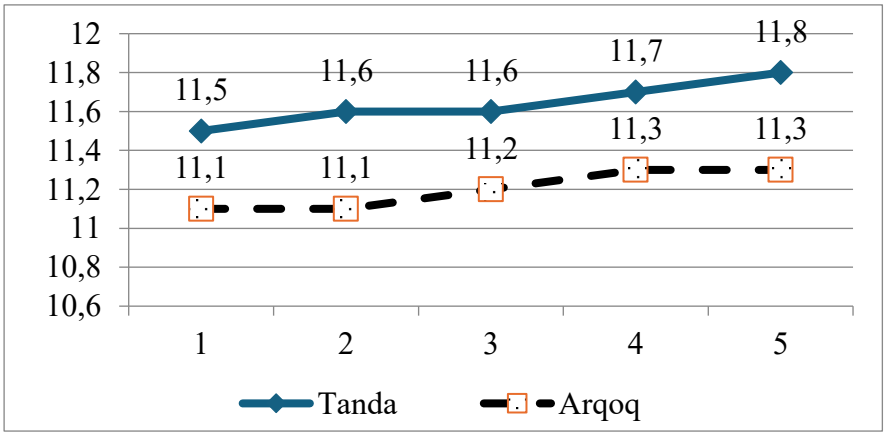
Keywords: *double-layered fabric, weave, dress fabrics, air permeability, hygroscopicity, cotton..*

Tadqiqot ishlari olib borish obyekti sifatida chiziqli zichligi Tt=Ta=18,5 teksli paxta tolali tanda va arqoq iplari, Kogon tumanidagi “Omad Kumushkent” MCHJ va Buxoro shahridagi “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 yengil sanoat institutidagi “CentexUz” laboratoriyasidagi asbob-uskunalari tanlandi.

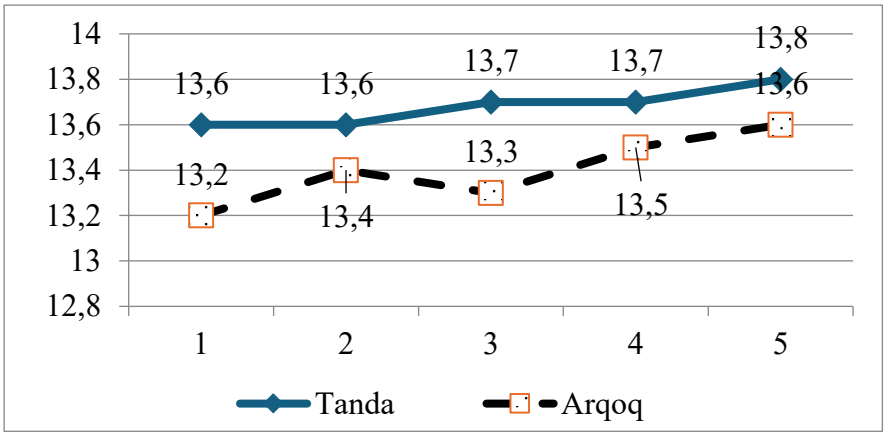
Turli o‘rilish asosidagi Ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarni ishlab chiqarishda chiziqli zichligi 18,5 teksli paxta ipidan foydalanildi. Iplarning tolali tarkibi, tolaning sifat ko‘rsatkichlari, ipning chiziqli zichligi va tanda iplarining mustahkamligini oshirishda qo‘llaniladigan ohor takibiga e’tibor 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

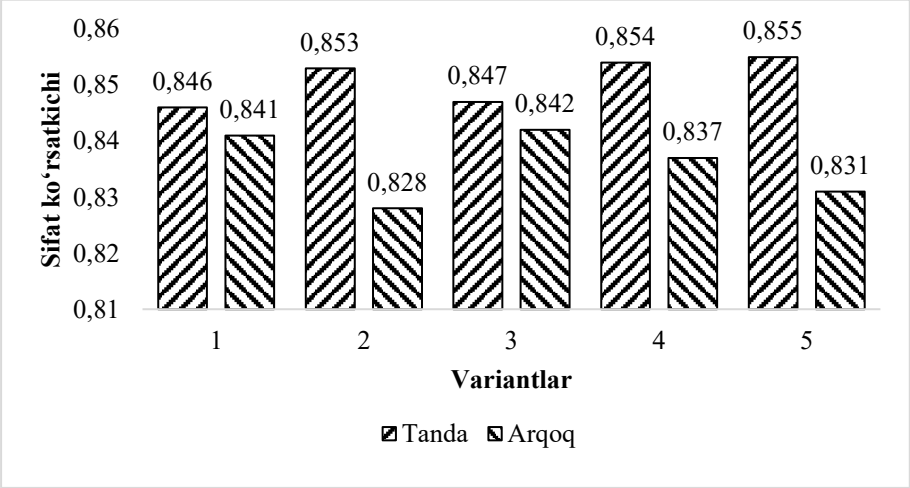
№	Ko‘rsatkichlar nomi	Tajriba		O‘zDsT 2321-2012 Standart bo‘yicha		Farqi (+.-)	
		Tanda	Arqoq	Tanda	Arqoq	Tanda	Arqoq
1	Solishtirma uzish kuchi, sN/teks	11,8	11,3	11,6	11,2	+0,2	+0,1
2	Uzish kuchi, sN	218,3	155,94				
3	Uzish kuchi bo‘yicha variatsiya koeffitsiyenti, %	13,8	13,6	13,8	13,8	-	+0,2
4	Sifat 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 koeffitsiyenti.



3-rasm. Tajriba natijasi bo‘yicha iplarning sifat ko‘rsatkichi grafigi.

Tanlab olingan iplarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlarini aniqlash natijalariga binoan Tt=Ta=18,5 teksli iplardan foydalanildi va ikki qatlamli ko‘ylakbop matolar varianti ishlab chiqildi. Bu mato variantlari ko‘ylakka va ayollar ro‘moliga mo‘ljallanganligi sababli uning gigienik 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. 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: $\mu \approx 1.81 \cdot 10^{-5}$ Pa·s

Harorat bo‘yicha μ ni aniqlashda agar harorat o‘zgarsa, μ ni quyidagi formula 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), μo=1.716×10−5Pa/c dot’s-273 K (0 °C) da, T- harorat (Kelvin), To=273 KT. C=111 KC - Sazerlend doimiysi (fizikadan).

Ishimizda agar harorat 25 °C (ya’ni T=298T=298T=298K) bo‘lsa, μ quyidagicha hisoblanadi:

$$\mu(298) = 1{,}716 \times 10^{-5} \cdot \left(\frac{298}{273}\right)^{3/2} \cdot \frac{273+111}{298+111}$$

$\mu(298) = 1{,}85 \cdot 10^{-5}$ Pa/s; K – empirik koeffitsiyent bo‘lib, u matoning to‘qish strukturasiga (o‘rilishiga), jumladan:

- iplarning turi va tarkibiga,
- to‘qish turiga (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 koeffitsiyent K: K ≈ (0.0005–0.002) m^3/Pa·s

Agar, T=295.15K ; $\mu_o = 1.716 \cdot 10^{-5}$ Pa/s; To=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:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{295.15}{273} \approx 1.0813$$

$$\left(\frac{T}{T_0}\right)^{3/2} \approx (1.0813)^{1.5} \approx 1.126$$

$$\frac{T_0 + C}{T + C} = \frac{273 + 111}{295{,}15 + 111} = \frac{384}{406{,}15} \approx 0{,}945$$

$$\mu(295{,}15) = 1{,}716 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}126 \cdot 0.945 \approx 1{,}826 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Ikki qatlamli mato uchun havo o‘tkazuvchanlik umumiy har bir qatlamning havo o‘tkazuvchanligi yig‘indisi sifatida qarash mumkin

$$\frac{1}{Q_{\text{общ}}} = \frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2}$$

yoki,

$$Q_u m = (K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m)$$

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:

$Q_u m = (K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m) = (0{,}002 \cdot 0{,}2301)/(1{,}826 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}24) = 105$ dm^3 /sm^2 ·s

Ustki va ostki qatlamlari polotno o‘rilish asosida ishlab chiqarilgan ikki qatlamli matoning havo o‘tkazuvchanligi:

$Q_u m = (K_u m \cdot \varepsilon_u m^n)/(\mu \cdot h_u m) = (0{,}002 \cdot 0{,}457)/(1{,}826 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}24) = 208{,}6$ dm^3/sm^2 ·s

bu yerda: 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

$$\varepsilon=1\text{-}G/(\rho\cdot h)=1\text{-}0{,}198/(1{,}52\cdot 0{,}24)=0{,}457$$

Tajriba bo‘yicha havo o‘tkazuvchanlik 211,9 dm3 /sm2 ·s ga, nazariy qiymat 208,56 dm3 /sm2 ·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 Wum - ikki qatlamli matoning umumiy gigroskopikligi (%), φi- i-qatlamning namni so‘rish qobiliyati (g/g) (2.3-jadval), Gi-i-qatlamdagi tola materialining zichligi (g/sm^3), εi -i-qatlamning g‘ovakligi (havo hajmi ulushi, 0 < ε < 1), hi - i-qatlamning qalinligi (sm), Si - i-qatlamning yuza maydoni (sm^2), 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.

PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASH MASHINASINING YANGI KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Sayitqulov S.O., Razzoqov R.R.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada paxtani mayda ifloslikdardan samarali tozalashga mo‘ljallangan takomillashtirilgan tozalash mashinasini takomillashtirish va uning ishlash prinsiplari yoritilgan. Pnevmotransport, ta’minlash valiklari, sakkizta qoziqchali barabandan iborat ketma-ket tozalash tizimi va aerodinamik tizim orqali paxta oqimi me’yorlanishi va ifloslikdar ajratilishi tahlil qilingan*

Kalit so‘zlari: *baraban, qoziqcha, paxta,tozalash samaradorlik, to‘rli sirt, ta’minlagich,havo, mayda ifloslik,valik, shahta, quvur.*

DEVELOPMENT OF A NEW DESIGN FOR A COTTON CLEANING MACHINE TO REMOVE FINE IMPURITIES

Sayitqulov S.O., Razzokov R.R.
Bukhara state technical university.

Annotation. *The article focuses on the improvement of a cotton cleaning machine for effective removal of fine impurities and its working principles. Pneumatic transport, feed rollers, a sequential system of eight-barrel drums, and an aerodynamic system regulating cotton flow and impurity separation are analyzed.*

Keywords*: drum, peg, cotton, cleaning efficiency, mesh surface, feeder, air, fine impurities, roller, shaft, chamber, tube.*

***K*irish.** Paxta xomashyosini dastlabki qayta ishlash jarayonida ifloslikdarni samarali ajratish texnologik jarayonning sifat ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Paxta tolasi sifatining yuqoriligi nafaqat tayyor mahsulotning fizik-mexanik xossalari va chidamliligiga, balki uning bozor qiymati, iste’molchi talablariga javob berish darajasi va xalqaro standartlarga mos kelishiga ham

bog‘liqdir. Shuning uchun paxta xomashyosini tozalash jarayoni texnologik jarayonning eng muhim bosqichlaridan biri sifatida qaraladi.

So‘nggi yillarda jahon bozorida paxtaning tabiiy fizik-mexanik xossalarini maksimal darajada saqlash, tarkibidagi yirik va mayda iflosliklarni minimal darajaga kamaytirish bo‘yicha talablar sezilarli darajada ortib bormoqda. Bu esa texnologik jarayonlarda ishlatiladigan uskunalarning samaradorligi va ularning konstruktiv parametrlarini takomillashtirish zaruratini yanada dolzarb qiladi. Shu sababli paxta tozalash jarayonida qo‘llaniladigan mashina va mexanizmlarning ish rejimlarini optimallashtirish, konstruktiv elementlarini takomillashtirish va ularning harakat jarayonlarini ilmiy asoslash ayni paytda dolzarb masalalardan biri sifatida e’tirof etiladi [1].

Hozirgi kunda mavjud barabanli quritish va tozalash uskunalarida bir qator texnologik kamchiliklar mavjud. Jumladan, energiya sarfining yuqoriligi, paxtaning yetarlicha titilmasligi, namlikning bir tekisda ajralmasligi kabi muammolar kuzatiladi. Bular esa tozalash jarayonining samaradorligini pasaytiradi va tolalarning sifatiga salbiy ta’sir qiladi. Shu nuqtai nazardan, paxtani quritish va tozalash jarayonlarini bir texnologik oqimda uyg‘unlashtirish, qoziqchali barabanlarning konstruktiv parametrlari, havo oqimining tezligi va yo‘nalishini chuqur o‘rganish zarurati yuzaga keladi. Bu tadqiqotlar paxta tozalash texnologiyalarini modernizatsiya qilish, energiya samaradorligini oshirish va tolalarning sifatini maksimal darajada saqlashga xizmat qiladi [2].

Paxta xomashyosini tozalash jarayonini chuqur o‘rganish bo‘yicha ko‘plab olimlar bir qator eksperimental tadqiqotlar olib borganlar. Ular paxta tarkibidan ajralib chiqadigan mayda va yirik iflosliklar miqdoriga ta’sir etuvchi omillarni aniqlashga alohida e’tibor qaratganlar. Jumladan, aylanish chastotasi, qoziqli baraban o‘lchamlari, kolosnikli panjaraning parametrlari, arrali baraban va boshqa texnologik elementlarning samaradorlikka ta’siri batafsil tahlil qilingan. Shu tadqiqotlar natijasida paxta tolalarining fizik-mexanik xossalarini maksimal darajada saqlash va tarkibidagi iflosliklarni minimal darajaga tushirish bo‘yicha samarali ishchi parametrlar aniqlangan.

Bugungi kunda jahon bozorida tolalarning tabiiy fizik-mexanik xossalarini maksimal darajada saqlash bo‘yicha talablar ortib bormoqda. Jahon standartlarida paxta tolalarining uzunligi, mustahkamligi, elastikligi, rangi va tarkibidagi iflosliklar miqdoriga alohida e’tibor qaratilgan. Shu bois, paxta xomashyosini tozalash samaradorligini oshirish, tolalarning tabiiy xossalarini saqlash va sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash dolzarb ilmiy va amaliy masalalardan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda [3].

Ushbu tadqiqot doirasida paxtani mayda iflosliklardan samarali tozalash maqsadida yangi konstruktsiyaga ega, takomillashtirilgan ishchi organlar bilan jihozlangan tozalash mashinasi ishlab chiqildi. Mazkur mashina paxtaning iflosliklardan tozalanish sifatini oshirish bilan birga, tolalarning tabiiy fizik-mexanik xossalarini maksimal darajada saqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, energiya sarfini kamaytirish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish va mashina resursini uzaytirish kabi texnik va iqtisodiy jihatlar ham hisobga olingan.

Bundan tashqari, paxta tozalash jarayonini optimallashtirish jarayonida mashinaning ishlash prinsiplarini, ishchi organlarning shakli va o‘lchamlari, havo oqimi tezligi va yo‘nalishi kabi parametrlar o‘rganildi. Ularning har biri tolalarning sifatiga, iflosliklarning ajralish samaradorligiga va umumiy texnologik jarayonning optimal ishlashiga bevosita ta’sir qiladi. Shu sababli, tadqiqot natijalari paxta tozalash texnologiyalarini modernizatsiya qilish, yangi texnologik echimlarni ishlab chiqish va ishlab chiqarishda amaliy qo‘llash imkoniyatini beradi.

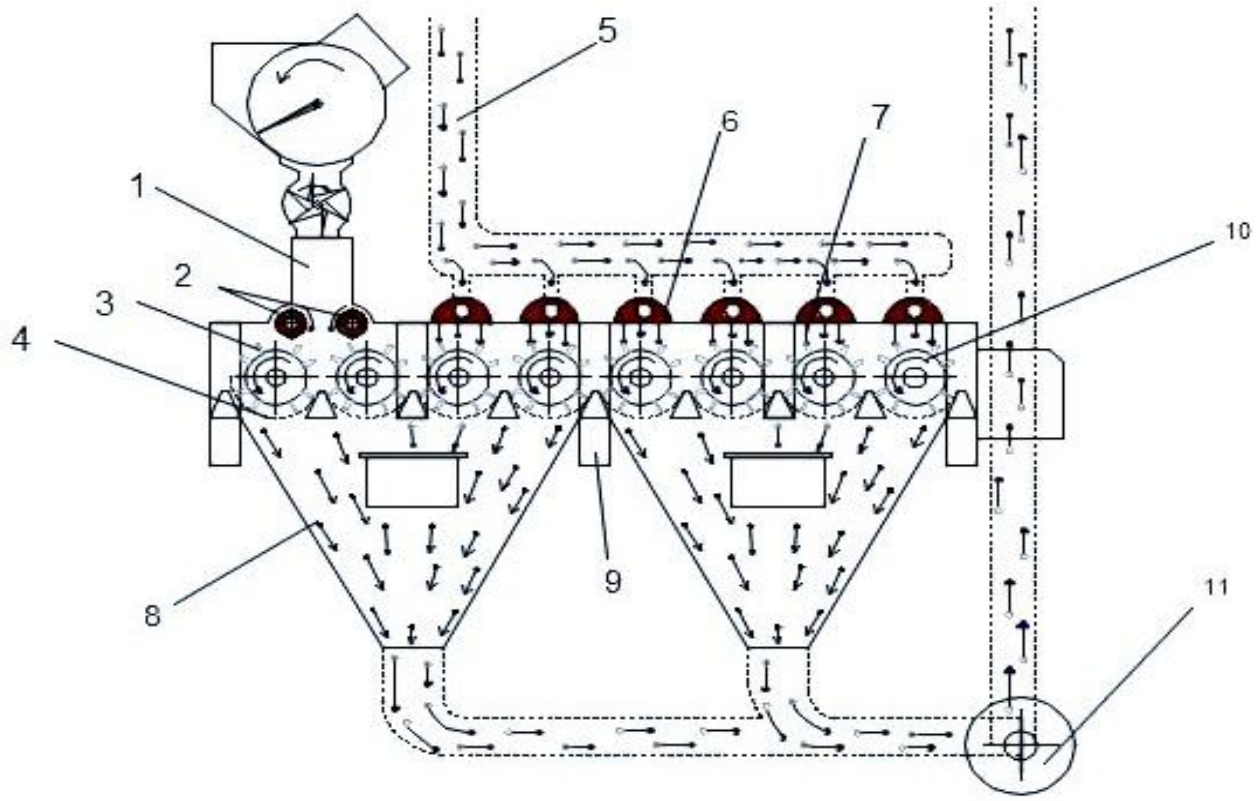
Ilmiy ishning tahlili. Ma’lumki, paxtaning namligi maxsus quritish barabanlarida (СБО, 2СБ-10 tipidagi quritgichlar) kamaytirilib, uning namlik darajasi 7–8 % gacha tushiriladi. Biroq bunday barabanli quritish usuli katta energiya sarfini talab qiladi. Shuningdek, baraban ichida harakatlanayotgan paxta bo‘laklari yaxshi titilmaydi, natijada namlikning bir tekisda ajralishi hamda quritish jarayonining to‘liq amalga oshishi qiyinlashadi [4].

Ushbu kamchiliklarni hisobga olgan holda, paxtani quritish va tozalash jarayonlarini bir vaqtning o‘zida 1XK mashinasida bajarish imkoniyati ko‘rib chiqildi. Bu yondashuv paxtani

yaxshiroq titish, namlikni samaraliroq chiqarish va tozalash samaradorligi oshishiga yordam beradi. Tadqiqotlar natijasida tozalash mashinasining yangi, takomillashtirilgan konstruksiyasi ishlab chiqildi.

Takomillashtirilgan tozalash mashinasining ishlash jarayoni quyidagicha batafsil izohlanadi: Paxta xomashyosi pnevmotransport tizimi orqali uzluksiz ravishda shaxta **1** ga yuboriladi. Shaxtaga kelib tushgan xomashyo ikki tomonlama, bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalishda aylanadigan ta’minlash valiklari **2** yordamida tekislanadi va barqaror oqim holiga keltiriladi. Ushbu valiklar paxtani teng taqsimlab, uni belgilangan me’yor asosida qoziqchali baraban **3** ga yetkazib beradi [5].

Qoziqchali baraban o‘zining konstruktiv xususiyatlari tufayli paxtani ilib olib, uni soat strelkasi yo‘nalishiga qarama-qarshi tarzda harakatlantiradi. Bu jarayonda paxta tolasi titilib, to‘rli sirt **4** bo‘ylab suriladi. Baraban paxtani keyingi qoziqchali barabanga uzatadi va shu tartibda xomashyo ketma-ket o‘rnatilgan sakkizta qoziqchali barabandan bosqichma-bosqich o‘tadi. Har bir baraban paxtadagi mayda va yirik iflosliklarni ajratishda o‘ziga xos rol o‘ynaydi hamda tozalash jarayonining umumiy samaradorligini oshiradi [6].



1-rasm. 1XK paxta tozalash mashinasi. *1-shaxta, 2-ta’minlash valiklari, 3-qoziqcha, 4-to‘rli sirt, 5- issiq havo quvuri, 6- hava yo‘naltirgich, 7-ish kamerasi, 8-ifloslik bunkeri, 9- tayanch, 10-qoziqchali baraban, 11- ventilator*

Issiq havo quvuri **5** orqali kelayotgan havo oqimi esa qoziqchali barabanlar ustida joylashtirilgan maxsus havo yo‘naltirgich 6 lar yordamida ish kamerasi **7** ga yo‘naltiriladi. Issiq havo paxtaga bir tekis ta’sir ko‘rsatib, uning namligini kamaytiradi, shu bilan birga engil va mayda iflosliklarning ajralishini sezilarli ravishda kuchaytiradi. Ajralgan iflosliklar to‘rli sirt **4** dan o‘tib, tortish kuchi ta’sirida bunker **8** ga tushadi. Ushbu jarayon davomida ishlatilgan issiq havo va mayda chang zarralari sklon tizimiga yo‘naltiriladi.

Natijada mashina paxtani yuqori darajada tozalabgina qolmay, tolalarning tabiiy fizik-mexanik xossalarini saqlagan holda, tozalash jarayonining uzluksiz, samarali va energiya tejamkor ishlashini ta’minlaydi.

Takomillashtirilgan 1XK markali tozalash mashinasini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish natijasida paxtani dastlabki ishlov berish sifatida sezilarli yaxshilanishlar kuzatilishi kutilmoqda. Eng avvalo, paxta xomashyosi yangi mashinada tozalash jarayonining takroriy emas, balki bir marta uzluksiz bajarilishi muhim ustunlik hisoblanadi. Amaldagi tozalash liniyalarida paxta bir necha marta qo‘shimcha barabanlar, saralash va qayta titish bosqichlaridan o‘tishi zarur bo‘lib, bu jarayonlar ko‘p hollarda tolalarning mexanik shikastlanishiga olib keladi. Taklif etilayotgan konstruktsiyada esa: Jarayonning bir marotaba bajarilishi tola sifatini saqlaydi.

Takroriy mexanik ta’sirlar bartaraf etilgani bois:

- tolaning uzunligi saqlanib qoladi;
- uzilish kuchi va elastiklik kabi fizik-mexanik xususiyatlar pasaymaydi;
- mikroyirik zarrachalar bilan ishqalanish kamayadi.

Natijada tola tabiiy ko‘rinishini yo‘qotmaydi, uning butunligi va yaroqlilik darajasi ancha yuqori bo‘ladi. Bu esa keyingi texnologik bosqichlarda — ayniqsa, yigirish, kalava olish va to‘qimachilik jarayonlarida mahsulot sifatini oshiradi.

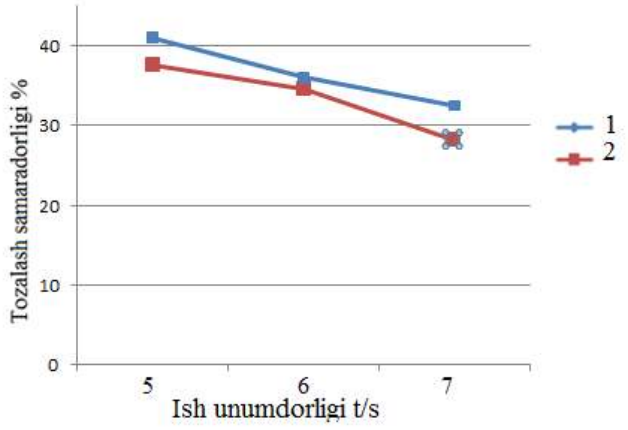
Tozalash samaradorligi oshadi. Yangi mashina bir martalik uzluksiz tozalash jarayonida:

- paxta oqimining barqarorlashuvi;
- qoziqchali barabanlar ketma-ketligi orqali bosqichma-bosqich optimal titish;
- issiq havo bilan bir vaqtda quritish va engil iflosliklarni ajratish;
- to‘rli sirtlarda iflosliklarni aniq saralab olib tashlash natijasida iflosliklarning katta qismi bir marotaba o‘tishda ajralib ketadi.

Bu yondashuv ortiqcha texnologik bosqichlarni kamaytiradi hamda umumiy energiya sarfini sezilarli kamaytiradi. Tadqiqotlar davomida olib borilgan texnologik tajribalar natijalari 2-rasmda grafika shaklida taqdim etilgan. Ushbu grafiklar yordamida paxta tozalash mashinalarining samaradorligi va ish unumdorligi o‘rtasidagi bog‘liqliklar batafsil tahlil qilindi.

Mavjud konstruksiyadagi paxta tozalash mashinasidan foydalanilganda II navli (2-sinf) paxtaning tozalash samaradorligi ish unumdorligi 5 t/soat bo‘lganda 37,5 % ni tashkil qiladi. Ish unumdorligi 6 t/soatga oshirilganda, samaradorlik 34,5 % ga, 7 t/soatga yetganda esa 28,1 % gacha pasayadi. Ushbu natijalar mashinaning yuqori ish unumdorligida tozalash jarayonining samaradorligi pasayishini, ya’ni tolalarga ta’sir qiluvchi mexanik va aerodinamik omillarning o‘sishini ko‘rsatadi.

Shu bilan birga, takomillashtirilgan 1XK paxta tozalash mashinasida II navli paxta tozalash samaradorligi sezilarli oshadi. Tadqiqotlar natijasiga ko‘ra, ish unumdorligi 5 t/soat bo‘lganda tozalash samaradorligi 41,0 % ni tashkil qiladi va ish unumdorligi 7 t/soatga yetganda samaradorlik 32,5 % gacha pasayadi. Bu ko‘rsatkichlar mavjud konstruksiyadagi mashina bilan taqqoslaganda samaradorlikni II navli paxta uchun 3,5–4,0 % ga oshirganligini ko‘rsatadi.



2-rasm. II navli (2-sinf) paxtani mayda iflosliklardan tozalashda takomillashtirilgan 1XK paxta tozalash mashinasining samaradorligiga ta’sirini ko‘rsatadigan grafiklar.
1-takomillashtirilgan paxta tozalash mashinasi; 2-mavjud konstruk-siyadagi paxta tozalash mashinasi;

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, takomillashtirilgan 1XK paxta tozalash mashinasi mavjud texnologiyalarga nisbatan yanada energiya tejamkor, samarali va tolalarning tabiiy xossalarini saqlash imkonini beruvchi texnologik yechim sifatida o‘zini namoyon qiladi. Shu bilan birga, yangi

konstruktsiya paxta tozalash jarayonini tezlashtiradi, ishlov berish unumdorligini oshiradi va keyingi texnologik bosqichlarda — yigirish, kalava olish va to‘qimachilik jarayonlarida mahsulot sifatini yaxshilaydi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar paxtani quritish va tozalash jarayonlarini birlashtirish tozalash samaradorligini sezilarli oshirishini ko‘rsatdi. Takomillashtirilgan qoziqchali barabanlar tizimi va issiq havo bilan ishlov berish paxtaning yaxshi titilishini, namlikning bir tekis chiqarilishini hamda mayda iflosliklarning samarali ajralishini ta’minladi. Natijada mashina energiya tejamkor, barqaror ishlovchi va paxta tolalarining tabiiy xossalarini saqlab qoluvchi texnologik yechim sifatida o‘zini namoyon qildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Substantiated parameters of multifaceted grates in the coarse cleaning zones of a cotton gin A Djuraev, S Sayitkulov, J Kholmirzaev, B Haydarov, N Mustafaev AIP Conference Proceedings 2969 (1), 050027.
2. Kombinatsiyalashgan paxta tozalagich SSH Djurayev Anvar Djurayevich, Sayitkulov Sardor Oltiboyevich, Rajabov Ozod ... US Patent IAP 07,078.
3. Substantiation of the drum splitting radius in the areas of fine cotton cleaning of the cleaning unit A Djuraev, S Sayitkulov, J Kholmirzaev, N Mustafayev, K Rakhimov. Problems in the textile and light industry in the context of integration of …
4. Development of a Nev Design for Drying Cotton Seeds with Purpose of efficient Use of Heat SO Sayitkulov International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and …
5. Fayziyev, S. H., Ibodullayev, O. O., Rasulov, E. N., & Muxidinova, S. N. Technology of energy-efficient cleaning of cotton raw material using a vibrating set surface.
6. Kh, F. S., Fatullaeva, S. I., & Kh, T. O. (2022). Theoretical and experimental study of the influence of temperature, humidity and density on the drying process of raw cotton. Eurasian journal of medical and natural sciences, Innovative Academy Research Support Center, 2 (01), 66-71.

AYOLLAR USTKI LIBOSLARI BO‘YICHA ISTIQBOLLI MODA YO‘NALISHLARINI TAHLIL QILISH

Qodirova S.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada ayollar ust liboslari bo‘yicha istiqbolli moda yo‘nalishlarini tahlil qilish, dizaynerlar tomonidan yaratilgan to‘plamlarning modaga mosligi, shu bilan birga oddiyligi, bichimlarning aniqligi va liboslarning juda nozikligi haqida ma’lumotlar keltirilgan.*

Kalit so‘zlar*: moda, libos, to‘plam, andaza, marketing, aplekatsiya, mato, yoqa, ip, andaza.*

ANALYSIS OF PROMISING FASHION TRENDS IN WOMEN'S OUTERWEAR

Kadirova S.Kh.

Bukhara state technical university.

Annotation. *This article presents an analysis of promising fashion trends in women's outerwear, providing information on the fashion-forwardness of collections created by designers, wxile also highlighting their simplicity, precision of cuts, and the exceptional elegance of the garments.*

Keywords: *fashion, dress, collection, style, marketing, applique, fabric, collar, thread, style.*

To‘plamlarni yaratishda mahalliy va xorijiy etakchi dizaynerlarning 2025-2026-yillar uchun yaratilgan liboslar assortimenti o‘rganildi. Dizaynerlarning ishlarini kuzatganimizda ular o‘z liboslar to‘plamlarida trapetsiya, qumsoat, tog‘ri to‘rtburchak va dumaloq shakllardan keng va samarali foydalanganlar. Dunyoga mashhur modalar uyi bo‘lgan Shanelning ishlarini kuzatganimizda u to‘g‘ri to‘rtburchak, trapetsiya siluetlaridan mohirona foydalangan. Bu siluetni Anya Hindmarch ishlarida ham kuzatishimiz mumkun. U ham o‘z liboslar to‘plamida to‘g‘ri to‘rtburchak siluetidan keng foydalangan. 2025-2026-yil liboslarda dizaynerlar axromatik ranglar bilan bir qatorda xromatik ranglardan ham keng foydalanganlar. Ular liboslar to‘plamlarining

konsepsiyasi, ijodiy manbadan kelib chiqqan holda to‘plamlarining ranglar palitrasini, siluet qatorlarni tuzib chiqdilar. Dekorativ bezaklarga to‘xtaladigan bo‘lsak, bu yillarda dizaynerlar munchoq, tosh, piston, kashta, har xil pechatlardan keng va o‘ziga xos usulda foytalanganlar. Har bir dizayner o‘zining ishlash usuli va yo‘nalishidan kelib chiqib bezaklardan foydalangan. Qish mavsumini tahlil qilganimizda, bu yillarda dizaynerlar mavsumga mos matolardan keng foydalanganlar bular: drap, har xil jun tolali matolar, paltobop matolar, charmlar va boshqalar. 2025-2026-yilda dizaynerlarni ishi oldingidan juda o‘zgacha bo‘lib, unda ayollarni jozibadorliligini, mag‘rurliligi, oddiyliligini juda go‘zal tasvirlashgan. Bu go‘zallikni mashhur dizaynerlar ishlarida ko‘rishimiz mumkin. Masalan: bular Kristian Dior, Chanel, Miu Miu, Dolche&Gabbana, Guchchi, Prada,Valentino va boshqalar. Bu dizaynerlar ishlarida kashtaning ko‘plab turlaridan, naqshlardan, kashta turlaridan, aplekatsiyalardan, pechatlardan, bostirma choklardan foydalangan holda bezaklarni qo‘llaganlar.

Kristian Dior 2025-yil qishki mavsumdagi kolleksiyasida ayollar ustki kiyimlari o‘zining matosi, ranglari, silueti, obrazlarini juda chiroyli ko‘rinishda namoyish qildi. Kristian Dior o‘z kolleksiyasida asosan to‘q ranglardan qora, to‘q qizil, yashil ranglardan juda o‘rinli qo‘llanilgan. Chanelning 2025-yil kuz qish mavsumiga mo‘ljallangan kolleksiyasi ham juda chiroyli yaratilgan. Chanel o‘z kolleksiyasida asosan kostyumbop va qish mavsumiga mo‘ljallangan matodan foydalangan. Chanelning ushbu kolleksiyasida och pushti, qaymoqrang, qora, kulrang, ko‘k ranglardan va to‘g‘ri to‘rtburchakli siluetlardan foydalanganini ko‘rishimiz mumkin (1-rasm). Miu Miuning kolleksiyasi ham butunlay yangicha va o‘ziga xos uslubda yaratilgan. Miu Miuning kolleksiyasida asosan villur, barxat va tukli matolardan, mo‘ynalardan foydalanilganini ko‘rishimiz mumkin. Ranglar esa qora, yashil, qizil, ko‘k, sariq, olovrang kabi ranglardan o‘rinli foydalangani uchun ham kolleksiyasi juda chiroyli va yangicha ko‘rinish kasb etgan.



1-rasm. Chanel modalar uyi liboslar to‘plami

Dolche Gabbananing ham kolleksiyalari o‘ziga xosligi bilan butkul ajralib turadi. Dolche Gabbana o‘z kolleksiyalarida ko‘plab bezaklar, naqshlardan, kashta turlaridan, aplika-tsiyalardan juda o‘rinli foydalangan. Uning kolleksiyalaridagi ranglar gammasi bezaklar bilan uyg‘unlashib ketgan. U ko‘proq tillarangdagi, kumush rangdagi bezaklardan foydalanganligini ko‘rishimiz mumkin. U liboslarida asosan to‘g‘ri to‘rtburchak siluetidan keng foydalangan. Dolche Gabbananing kolleksiyasida asosiy urg‘uni atirgulga bergan, bezaklar esa unga yanada bashanglik berib turibdi.

Versache ning ham kolleksiyalari o‘zining bashangdorli-ligi, bichimlarining o‘ziga xosligi bilan ajralib turadi. Versache ning 2025-yildagi qish mavsumiga mo‘ljallangan kolleksiyasidagi liboslari romantika uslubida yaratilgan bo‘lib, trapetsiya, tog‘ri to‘rtburchak va qumsoat siluetlardan foydalangan. Versache liboslarida to‘q ranglardan: qora, to‘q qizil, to‘q yashil, sariq ranglardan foydalangan. Hamda tilla rangdagi vishevkalar bilan bezak bergan va mo‘ynadan ham foydalanganligi kolleksiyasiga yana ham bashanglik baxsh etib turibdi. Versachening kolleksiyasidagi matolar, ranglar, bezaklar juda chiroyli uyg‘unlashtirilgan.

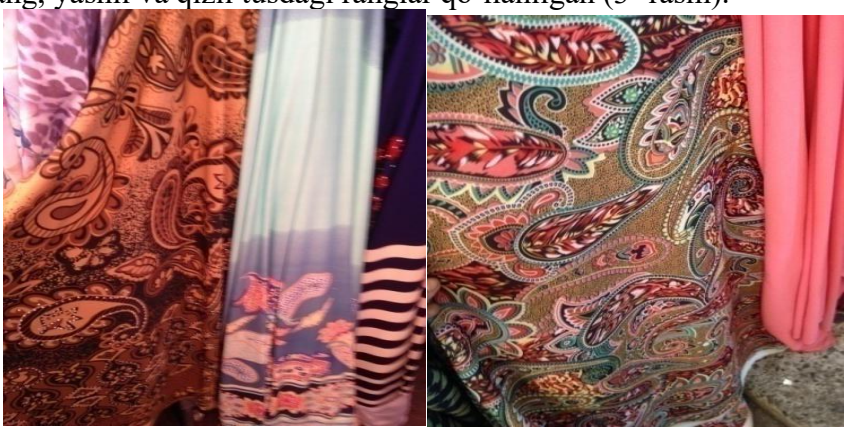
Alberta Ferrettining ishlarini kuzatganimizda, to‘plamda yaratilgan liboslar yuksak darajada ishlanganligini, to‘plamlarida har xil geometrik figuralar, naqshlar va hayvonlarning printlaridan keng foydalangan. Liboslarda foydalanilgan ranglar gammasi: malla, qaymoq rang, ko‘k, seriy, qora ranglardan mohirona foydalangan. Anya Hindmarch 2025-2026 liboslar to‘plamini o‘rganib chiqqanimizda liboslar sodda, siluet to‘g‘ri to‘rtburchak. U o‘z liboslarida axromatik ranglardan foydalangan. Bezak sifatida gullardan foydalangan (2-rasm).



2-rasm. Anya Hindmarch liboslar to‘plami

Marketing tadqiqotlari deganda marketing faoliyatining turli jihatlari bo‘yicha ma’lumotlarni sistemali yig‘ish, tartibga solish va tahlil qilish tushuniladi. Marketing tadqiqotlari marketologlarni axborotlar orqali bozor, iste’molchilar, raqobatchilar va marketing tashqi muhitning boshqa elementlari bilan bog‘lovchi funksiya hisoblanadi. Ayniqsa, bozor munosabatlari tobora chuqurlashib borayotgan bugungi kunda har bir korxona uchun marketing tadqiqotlari o‘kazishning ahamiyati beqiyosdir, chunki marketing tadqiqotlariga asoslanib, korxonalar mahsulotlariga bo‘lgan talabni va bu mahsulotlarning raqobatdoshligini qanday ekanligi haqida ma’lumotlar oladilar. Marketing tadqiqotlari korxona faoliyati haqidagi noaniqliklarni kamaytirishga yordam berib, korxonaning samarali faoliyati haqidagi noaniqliklarni kamaytirishga yordam berib, korxonaning samarali faoliyatini ta’minlaydi.

2025-yil yildagi bozorni tahlil qilganda bu yil oddiylik, har xil milliy naqshlarga talab ortdi. Kundalik kiyimdan tortib bashang liboslarda ham bu usullarni ko‘rishimiz mumkum. Ustki kiyimlarda oddiy, sodda va qomatga yopishmagan siluetdagi liboslar urfda. Bozorni tahlil qilganda ustki kiyimlarda har xil milliy va zamonaviy naqshlardan keng foydanalganligini ham kuzatishimiz mumkun. Matolarda milliy elementlardan bodom, anor, o‘simliklar qo’llanilgan. Matolar rangi turlicha bo‘lib jigarrang, yashil va qizil tusdagi ranglar qo‘llanilgan (3- rasm).



3-rasm. Mahalliy savdo markazlaridagi mato namunalari

2025-yilda pret-a-porte yo‘nalishida ishlovchi dizaynerlarni kuzatganimizda shuni ko‘rishimiz mumkunki ayollar tashqi ko‘rinishi ya’ni obrazini toq ranglarda, odamni jalb qilingan bo‘yoqlardan foydalanilgan. Kostyum ko‘rinishiga keladigan bo‘lsak bu yilda soddalik bilan birga hashamatlilik ham urf bo‘ldi. Ayollar o‘z jozibasini ko‘rkam liboslarda namoyon etishmoqda. Bu go‘zalliklarni mashhur dizaynerlarni ishlarida ko‘rishimiz mumkun. Masalan: Chanel, Max Mara, Valentino, Anya Hindmarch, Dior, D&G,Alberta Ferretti, YSL va boshqalar.

Alberta Ferrettining ishlarini kuzatganimizda, to‘planda yaratilgan liboslar yuksak darajada ishlanganligini, to‘plamlarida har xil geometrik figuralar, naqshlar va hayvonlarning printlaridan keng foydalangan. Liboslarda foydalanilgan ranglar gammasi: malla, qaymoq rang, kok, seriy, qora ranglardan mohirona foydalangan. Kiyimlar bichimlari sodda va to‘g‘ri siluet bichimida. Yoqalar esa tik, qaytarma, shaloviy va kostyumbop.



4-rasm. Alberta Ferrettining liboslar to‘plami

Valentinoning 2025-2026 yilgi qishki to‘plamlarini tahlil qilganimizda shuni ko‘rishimiz mumkunki, kuchli ayollarni obrazini yaratgan. Shu bilan birga oddiyligi, bichimlarning aniqligi va liboslarning juda nozikligi bilan boshqa dizaynerlarning ishlaridan ajralib turadi. Valentino bu yilgi qishki urg‘uni milliykikka qaratib liboslarda milliy naqshlarni print qilib tushirgan.

Kristian Dior 2025-yil qishki mavsumdagi kolleksiyasida ayollar ustki kiyimlari o‘zining matosi, ranglari, silueti, obrazlarini juda chiroyli ko‘rinishda namoyish qildi. Kristian Dior o‘z kolleksiyasida asosan to‘q ranglardan qora, to‘q qizil, yashil ranglardan juda o‘rinli qo‘llanilgan.



5-rasm- Valentino liboslar to‘plami.

Adabiyotlar

1. Пармон Ф.М. Композиция костюма. Легпромбытиздат, 2002
2. Komilova X.X., XamraevaN.K. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash. Toshkent. 2011
3. Костюм народов Средней Азии (историко – этнографический очерк под. ред Сухаревой О. А) М. “Наука”, 1979

ОЦЕНКА СВОЙСТВ ДВУХСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ТКАНЕЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНОГО И МЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОТИВОСТОЙЧИВОСТИ К ТРЕНИЮ И РАЗРЫВНОГО УДЛИНЕНИЯ.

Каримова Н.Х.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В данной научной статье на основе углубленного экспериментального анализа изучен показатель удлинения при разрыве пяти видов двухслойного трикотажа на основе смесовых нитей. В рамках исследования характеристики растяжения оценивались в широтном и продольном направлениях, а результаты интерпретировались в зависимости от структурных параметров, геометрии петли и состава нити. Полученные значения подвергнуты среднестатистической обработке и определены факторы, влияющие на степень вариации, деформационную устойчивость и формирование механизмов упругости.*

Ключевые слова: *трикотажное полотно, смешанные нити, удлинение при разрыве, эластичность, деформационная стойкость, структурные параметры*

ASSESSMENT OF THE FRACTURE RESISTANCE AND TEAR ELONGATION PROPERTIES OF TWO-LAYER KNITTED WORKS BASED ON STRUCTURAL AND MECHANICAL ANALYSIS.

Karimova N.H.

Bukhara state technical university.

Annotation. *In this scientific article, based on an in-depth experimental analysis, the indicator of elongation at break of five types of two-layer knitted fabrics based on blended yarns was studied. Within the framework of the study, the properties of elongation were assessed in the direction of width and length, and the results were interpreted in relation to the structural parameters, the geometry of the loop, and the composition of the yarn. The obtained values were subjected to average statistical processing, and the degree of variation, factors influencing the formation of deformation stability and elasticity mechanisms were determined.*

Keys words: *knitwear, blended yarns, tensile strength, elasticity, deformation resistance, structural parameters*

***В*ведение.** В целях доведения формоустойчивых свойств трикотажных изделий до требуемого уровня на совместных предприятиях, ориентированных на производство трикотажных изделий в нашей стране, при их производстве также используются синтетические нити. Из вышеизложенного известно, что разработка методов получения новых структур двухслойного трикотажа с эффективным использованием местного сырья, производство из них импортозамещающих, конкурентоспособных, качественных трикотажных изделий, отвечающих требованиям внутреннего и внешнего рынка, является одной из актуальных проблем современности.

Показатели износостойкости трикотажных полотен колеблются в очень широком диапазоне - от 20 до 500 тыс. оборотов инструмента. Наблюдения показывают, что для разных изделий из одного и того же вида тканей соотношение между экспериментальной одеждой и показаниями прибора будет различным в зависимости от их назначения. Показатели износостойкости во всех вариантах двухслойного трикотажа близки друг к другу.

Все варианты устойчивы к трению и занимают более 40 тысяч циклов. В данном трикотаже производная гладь выполняется без вертикального перемещения петель.

Прочность и удлинение трикотажа в основном определяются структурой ткани, то есть типом переплетения, плотностью переплетения, способом отделки и режимами. На механические свойства тканей большое влияние оказывают структура и свойства формирующих их волокон и нитей.

Прочность трикотажа зависит от количества нитей, сопротивляющихся растягивающим усилиям в каждом ряду или стойке петли, прочности нити и плотности полотна. Прочность трикотажа по направлению петельных рядов определяется величиной сопротивления растягивающим силам нитей, соединяющих петлевые столбики. Отсюда следует, что прочность по горизонтали зависит от количества рядов петли на единицу длины, т.е. плотности по вертикали и количества нитей в каждом ряду.

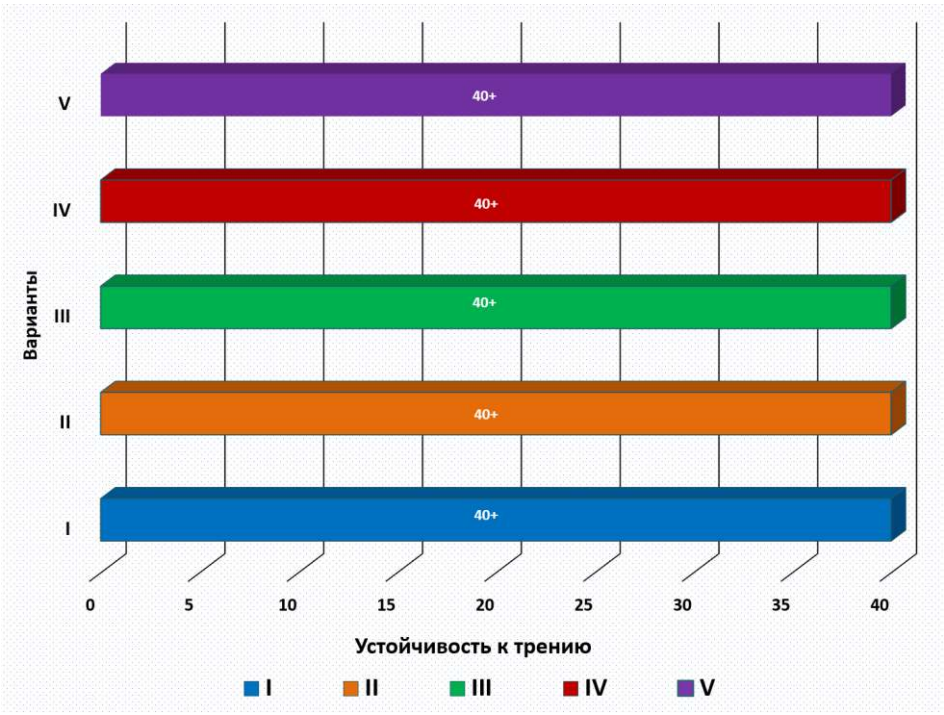


Рис. 1. Стабильность трикотажа к истиранию

Прочность трикотажа по направлению петлевых стоек определяется сопротивлением нитей стойки, так как в одиночном поперечном переплетении на каждой петлевой стойке имеется две ветви (две петлевые палочки).

Механическое поведение трикотажных материалов, в частности показатель удлинения при разрыве, является важным параметром, определяющим их эксплуатационную устойчивость, формоустойчивость и удобство носки. В трикотажных структурах с использованием смесовой пряжи этот показатель приобретает более сложный характер и формируется в функциональной зависимости от таких факторов, как состав пряжи, структура петли, плотность и толщина. Синтетические компоненты повышают эластичность и прочность материала, а целлюлозные волокна улучшают деформационную гибкость и комфортные показатели. Поэтому анализ показателя удлинения при разрыве не только как механического результата, но и как структурно-функционального свойства является актуальной научной задачей.

Целью исследования является экспериментальное определение показателя удлинения при разрыве в поперечном и продольном направлениях двухслойного трикотажа, состоящего из смешанных волокон, статистическая оценка результатов и их глубокая научная интерпретация в связи со структурой и геометрическими показателями.

Поскольку процесс растяжения сопровождается внутренним перемещением нити, раскрытием и перестройкой кольцевой системы, результаты интерпретировались не только как числовые показатели, но и как структурно-механический процесс. Объектом эксперимента был образец трикотажа 5 видов, изготовленный на основе смесовых нитей. Испытания проводились в продольном и поперечном направлениях. Показатель растяжения при разрыве оценивался как процент относительного удлинения при разрыве под действием нагрузки растяжения, приложенной к образцу.

Разрывная нагрузка по длине образцов изменяется в пределах 499,155-1114 Н (55%), так как в них имеются протяжные кольца. Высокие показатели разрывной нагрузки по длине выявлены в I, II вариантах, которые следует рекомендовать как переплетения с высокими показателями прочности.

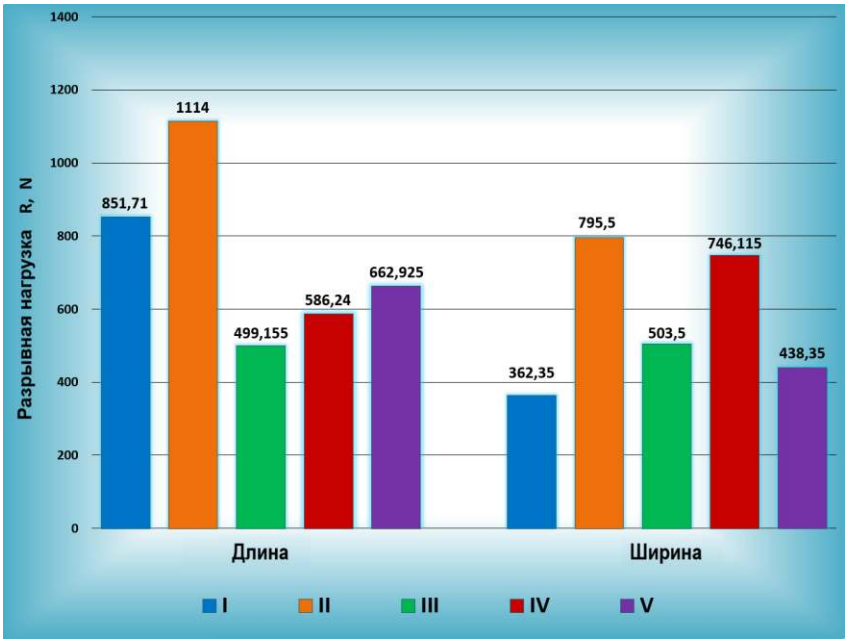


Рис. 2. Гистограмма изменения разрывной нагрузки трикотажа

Разрывная нагрузка образцов по ширине колеблется и составляет 362,35-795,5 Н (54%), так как в местах перехода нити из одной игольницы в другую имеются дополнительные удлиненные протяжки. Следует отметить, что во II варианте показатель прочности на разрыв по ширине был очень высоким и составил 795,5 Н (Рис. 2).

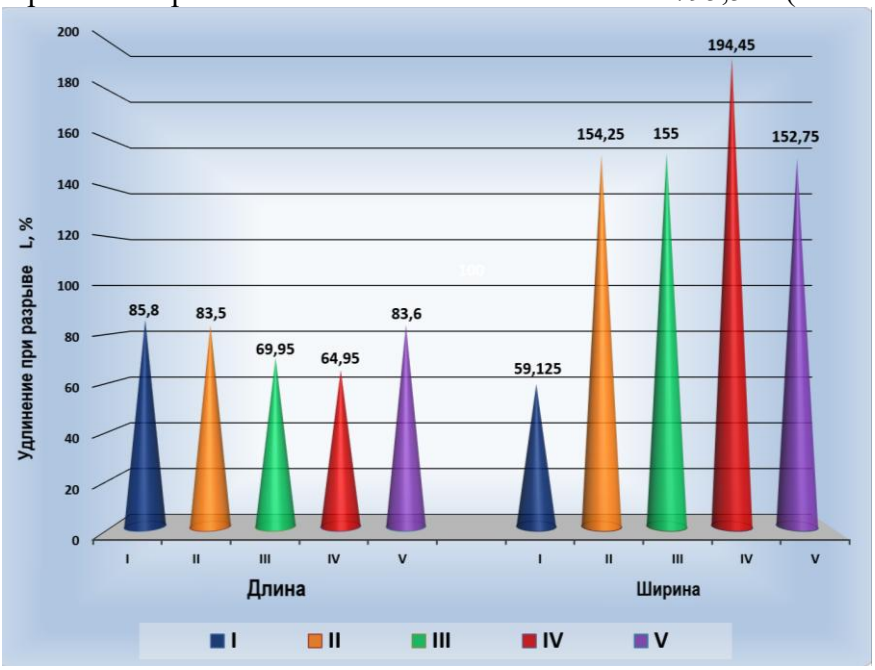


Рис.3. Гистограмма изменения удлинения трикотажа

Во II, III вариантах выявлены высокие показатели разрывной нагрузки по ширине, которые следует рекомендовать в качестве переплетений с повышенными показателями прочности, а значит, с улучшенными формоустойчивыми свойствами по ширине. Удлинение образцов при разрыве по длине изменяется в пределах 70-78%. Уменьшение показателей разрывного удлинения по длине наблюдается во II, III, IV вариантах, которые следует рекомендовать как переплетения с уменьшенным разрывным удлинением, следовательно, формоустойчивость малорастяжимого трикотажа по длине улучшилась.

Уменьшение показателей разрывного удлинения по ширине образцов наблюдалось в I, II, V вариантах, которые следует рекомендовать как переплетения с уменьшенным разрывным удлинением, а значит, как малорастяжимый трикотаж с улучшенными формоустойчивыми свойствами по ширине.

Заключение. В результате проведенных исследований научно обосновано, что показатели разрывного удлинения и разрывной нагрузки двухслойных трикотажных полотен, изготовленных на основе смесовых нитей, имеют прямую и сложную функциональную зависимость от их структурно-геометрических параметров, конфигурации кольцевой системы и состава нити. В ходе исследования был проведен сравнительный экспериментальный анализ механического поведения пяти различных образцов двухслойного трикотажа в поперечном и продольном направлениях, оценены их деформационная устойчивость и упругий ответ. Результаты исследования показали необходимость оценки показателя удлинения при разрыве не только как механического параметра, но и как важного критерия, определяющего структурно-функциональные свойства двухслойного трикотажа. На основе полученных научных выводов можно разработать практические рекомендации по проектированию рациональных структур двухслойного трикотажа, оптимизации расхода сырья, созданию верхних трикотажных изделий с улучшенной эксплуатационной устойчивостью и формоустойчивостью. Данная научная статья служит для управления механическими свойствами трикотажных материалов, прогнозирования их деформационного поведения и научного обоснования процессов производства конкурентоспособных трикотажных изделий, отвечающих требованиям в промышленных условиях. Результаты проведенных исследований показывают, что качество трикотажных полотен для верхней одежды определяется совокупностью множества взаимосвязанных факторов. Структурно-параметрические свойства, физико-механические показатели и эксплуатационные свойства трикотажа проявляются не по отдельности, а как единая система. Поэтому использование комплексного подхода при оценке качества трикотажных изделий является научно и практически обоснованным.

Список литературы

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг қарори ПҚ–4453. Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида. - Тошкент, 2019.
2. Усмонқулов Ш.К., Муқимов М.М. Технология выработки двухслойного трикотажа уточного переплетения. // Проблемы текстиля. – Ташкент. 2014, №3. –с. 44-50.
3. Шалов И.И., Давидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. М., Легкая и пиўевая промышленност, 1984, с.89.
4. Кадирова М.Ш. Трикотаж тўқималарининг эластиклик ва шакл сақлаш хусусиятларини тадқиқ этиш // Енгил саноат технологиялари. - 2022. - №3. - Б. 44-49.
5. Мирзаев А.А. Аралаш толали ипларнинг физик-механик хоссаларини баҳолаш // Илм-фан ва инновациялар. - 2021. - №1. - Б. 61-66.
6. Исмаилов И.И. Устки трикотаж маҳсулотлари учун ратсионал тўқима тузилишларини ишлаб чиқиш. - Техн. фан. номзоди. дисс. - Тошкент, 2019. - 145 б.
7. Холматов С.А., Юлдашев Ж.Р. Икки қатламли трикотаж тўқималарининг деформатсион хусусиятлари // Ўзбекистон муҳандислик журнали. - 2020. - №2. - Б. 52-58.
8. Корабаев Б.К., Рахимов А.А. Аралаш толали трикотаж тўқималарининг механик хоссаларини тадқиқ этиш // Тўқимачилик саноати муаммолари. - 2018. - №4. - Б. 35-40.

UDC: 677.017.26:620.91:681.5

PAXTA QURITISHNING AHAMIYATLILIGI VA UNDAGI TEXNIK MUAMMOLAR

Maxmudova X.M.
University of Business and Science.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada paxta xomashyosini quritish texnologiyasining ahamiyati, mavjud texnik muammolar va ularni hal qilish yo‘llari nazariy tahlil qilindi. Paxtani sifatli quritish mahsulotning yakuniy holatini belgilovchi asosiy bosqichlardan biridir. An’anaviy quritish usullarida yuqori energiya sarfi, haroratning beqarorligi va inson aralashuvining yuqoriligi muammo sifatida ko‘rsatilgan. Tadqiqotda quyosh konsentratoridan issiqlik manbai sifatida foydalanish orqali gaz yoki suyuq yoqilg‘i sarfini kamaytirish imkoniyati o‘rganilgan. Shuningdek, quritish jarayoniga mexatronik tizimlarni integratsiyalash orqali issiqlik oqimini real vaqtda boshqarish, energiya isrofini minimallashtirish hamda xavfsizlikni oshirish mumkinligi asoslab berilgan. Ushbu yondashuvlar paxta quritish tizimlarining iqtisodiy, ekologik va texnologik samaradorligini oshirishda katta imkoniyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *paxta quritish, barabanli quritgich, minorali quritgich, pnevmatik quritgich, quyosh energiyasi, mexatronik boshqaruv, avtomatlashtirilgan quritgich, energiya samaradorligi.*

THE IMPORTANCE OF COTTON DRYING AND TECHNICAL PROBLEMS IN THE PROCESS

Makhmudova H.M.
University of Business and Science.

Abstract. *This article provides a theoretical analysis of the importance of cotton drying technology, the existing technical challenges, and possible solutions. High-quality drying of raw cotton is one of the key stages that determines the final condition of the product. In conventional drying methods, high energy consumption, unstable temperature control, and extensive human involvement are identified as major problems. The study explores the possibility of reducing gas or liquid fuel consumption by using a solar concentrator as a heat source. In addition, it is justified that integrating mechatronic systems into the drying process enables real-time control of heat flow, minimizes energy losses, and improves safety. These approaches offer significant potential for increasing the economic, environmental, and technological efficiency of cotton drying systems.*

Keywords: *cotton drying, drum dryer, tower dryer, pneumatic dryer, solar energy, mechatronic control, automated dryer, energy efficiency.*

***K*irish.** Paxta xomashyosi (chigitli paxta)ni quritish – paxta tozalash va qayta ishlash texnologik zanjirining muhim jarayonlaridan biri hisoblanadi. Hosil yig‘ib olinganidan so‘ng chigitli paxtadagi ortiqcha namlikni me’yoriy holatga keltirish lozim. Bu sifatli tolani ajratib olish, urug‘larning saqlanishi va butun jarayonning izchilligi uchun xizmat qiladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tolani optimal namlik oralig‘ida, taxminan 6–8% saqlash paxtani tozalash jarayonida eng yaxshi natija beradi. Agar namlik 6% dan pastga tushib ketsa, tolalar mo‘rtlashib sinuvchan bo‘lib qoladi va natijada kalta tolalar ulushi oshadi va ip sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Namlik belgilangan qiymatdan yuqori bo‘lganda esa tolalar yopishqoq bo‘lib, chigitni ajratish qiyinlashadi hamda chiqindi miqdori ortadi [8]. Shuning uchun ko‘pgina paxta zavodlarida chigitli paxtaning namligi 8–9% atrofida bo‘lishiga erishish maqsad qilingan bo‘lib, bu ko‘rsatkichdan oshmasligi nazorat qilinadi [9].

Paxtani quritish masalasi ayniqsa mashinada terim joriy etilishi va hosilni tez yig‘ish talablari ortib borishi sharoitida dolzarbdir. Mashinada terilgan paxta ko‘p hollarda yuqori namlikka ega bo‘lib, uni zavodga etkazish va saqlash jarayonidayoq sifati yomonlashishi mumkin. Paxtani o‘z vaqtida sifatli quritib olish esa paxta tolasi xususiyatlarini saqlash va samarali tozalash uchun zarurdir [9]. Chigitli paxta ikki usulda quritiladi: tabiiy (oftobda dala sharoitida yoyib quritish) va sun’iy (maxsus quritish uskunalarida issiq havo yordamida) usullar mavjud. Tabiiy oftobda quritish yuqori sifatli, qo‘lda terilgan paxta namligini 2–3% ga tushirish talab etilganda va urug‘li chigit olish maqsadida qo‘llanadi [9]. Ammo sanoat miqyosida va mashina terimidan keyingi nam paxtani tez va bir me’yorda quritish uchun maxsus quritish agregatlaridan foydalanish zarur bo‘ladi. Paxtani sun’iy issiqlik yordamida quritishning ilmiy-amaliy muammolari shundan iboratki, quritish jarayonida paxta tarkibidagi tolalar va chigitlar namligi bir xil foizlarda kamaymasligi mumkin – masalan, o‘rtacha namligi 10% bo‘lgan chigitli paxtada tolaning namligi ~7% bo‘lsa, chigitning namligi ~18% bo‘ladi, ya’ni texnik quritish vaqtida tolalar chigitga qaraganda tezroq quriydi [9].

Demak, tola namligini talab etiladigan me’yordan oshirib yubormasdan, chigitdagi namlikni ham etarlicha olish muammosi mavjud [7]. Shu bilan birga, quritish jarayonida haroratni noto‘g‘ri tanlash yoki nazorat qila olmaslik tolani shikastlanishiga, sifatning pasayishiga yoki keyingi bosqichlarda texnologik qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin. Ayni paytda paxta quritish uskunalarida energiya sarfi bo‘yicha ham muhim masala turadi – quritish sexlarida yoqilg‘i sarfi paxta tozalash tannarxining sezilarli qismini tashkil etadi. Xususan, ba’zi ma’lumotlarga ko‘ra, paxtani qayta ishlash zavodlarida umumiy energiya sarfining deyarli 40% ga yaqini quritish uchun yoqilg‘i energiyasiga to‘g‘ri keladi [10]. Shu sababli, paxta quritish jarayonini ilmiy asosda chuqur o‘rganish, energiya sarfini kamaytirish uchun quyosh konsentratorlari kabi muqobil energiya manbalaridan foydalanishni hamda jarayon samaradorligini oshirishda mexatronik tizimlar va intellektual nazorat-boshqaruv vositalarini joriy etishni takomillashtirish bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy muammo sanaladi [6].

Uslub. Hozirgi kunda paxtani qayta ishlash korxonalarida chigitli paxtani quritish uchun bir necha turdagi uskunalardan foydalaniladi. Quritish issiqlik manbaiga ko‘ra quritgichlar aerofontanli (minorali), kamerali-shnekli va barabanli turlarga ajratiladi [9]. Amaliyotda esa asosan barabanli quritgichlar, minorali quritgichlar va pnevmatik quritish tizimlari keng tarqalgan.

1. Barabanli quritgichlar: Bu turdagi quritgich ichida aylanuvchi yirik silindr bo‘lib, unga bir uchidan issiq havo uzatiladi va nam paxta doimiy ravishda barabanga yuboriladi. Baraban aylanayotganda paxta massasi ichkarida balandlikdan ko‘tarilib tushish harakatini bajaradi va issiq havo bilan kontaktga kirishadi [9]. Natijada namlik tez bug‘lanadi va paxta quriydi. Barabanli quritgichlarda boshqa turlarga nisbatan quritish agentining haroratini yuqoriroq darajaga yetkazish mumkin va uskunadan to‘g’ri va unumli foydalanish nisbatan oson kechadi. Paxta tozalash sanoatida yuqori unumdorlikka erishish maqsadida turli tuzilishdagi barabanli quritgichlar eng ko‘p qo‘llanadi [9]. Masalan, O‘zbekistondagi zamonaviy korxonalarda o‘rnatilgan 2SB-10 rusumli baraban quritgichlari bir martada ko‘p miqdordagi paxtaning namligini me’yor darajasigacha tushira oladi va ish unumdorligi jihatidan anchayin samarali hisoblanadi [11]. Baraban ichida maxsus kurakchalar o‘rnatilgan bo‘lib, ular aylanish davomida paxta xomashyosini doimiy aralashtirib, uni baraban devoriga va issiq havo oqimiga urib turadi – bu esa namlikning bug‘lanishini ta’minlaydi. Baraban quritgichlarining afzalliklaridan biri – issiq havo va paxta zarralari qarama-qarshi yoki bir yo‘nalishda harakatlanishi (qarshi oqimli yoki to‘g‘ri oqimli baraban) orqali quritish rejimini moslashtirish imkoniyati; kamchiligi esa – konstruksiya jihatdan katta hajmli bo‘lib, energiya sarfi yuqori va quritish jarayonida paxtaning faqat ustki namligini bug’lantiradi, issiq havo bir tekis tarqalmaydi, vaqt nazorati yo‘q va chang, changal kabi chiqindilar hosil bo‘ladi [9].
2. Minorali (rafli) quritgichlar: Minorali quritgichlar vertikal o‘zakka ega bo‘lib, ichida ko‘p qavatli raf-shelf tuzilma mavjud. Bu tur “aerofontanli” quritgich deb ham yuritiladi, chunki issiq havo oqimi paxta zarralarini go‘yoki favvoradek yuqoriga ko‘tarib, serpantin yo‘llar (raftlar) orasidan o‘tkazadi [12]. Nam paxta minora tepasidan beriladi va issiq havo yordamida quritgich minorasi ichida yuqoriga va pastga yo‘nalgan aylanma harakatda bo‘ladi, yo‘nalishini o‘zgartirishi natijasida devorlarga uriladi – bu esa paxtani biroz “yopishqoq” holatdan bo‘shatib, namlik chiqishini yaxshilayd. Minorali quritgichlarda quritish jarayoni parallel oqim prinsipida kechadi, ya’ni issiq havo nafaqat quritish agenti, balki paxtani tashish vazifasini ham bajaradi [12]. Bunday tizimning afzalligi – tuzilma jihatidan harakatlanuvchi mexanik qism deyarli yo‘qligi sabab mexanik shikastlanish kam, baraban yo‘qligi uchun tolaga yumshoq ta’sir, bir maromda past haroratliroq quritish imkoniyati (bu keskin qizib ketishdan saqlaydi) va ayrim hollarda quritish bilan birga dastlabki tozalash effektini berishi. Ammo minorali quritgichlarda paxta zarralari tiqilib qolmasligi uchun havo oqimining tezligi va harorati juda aniq sozlanishi lozim. Pastki qatlamlarda paxtaning zichlanib qolishi havo o‘tishini cheklaydi. Hozirgi amaliyotda ko‘plab mamlakatlarda an’anaviy minorali quritgichlar hali ham keng qo‘llanib, ularda odatda har bir funt paxta xomashyosi uchun ~20 kub fut issiq havo sarflanadi. Namlikning notekisligini

bartaraf etish va energiya samadorligini oshirish maqsadida qurutish jarayonini innivatsion mexatronik va robototexnika yondashuvlari asosida modernizatsiya qilish taklif etiladi.

3. Pnevmatik quritish tizimlari: Bu usulda chigitli paxtani oddiy pnevmatik quvurlar orqali yuqori tezlikda belgilangan haroratdagi havo ko‘tarib, quvur bo‘ylab harakatlantiradi, bu vaqtda tola namligi ham kamayadi. Paxta tayyorlov punktlarida yoki daladan zavodga joylash jarayonida issiq havo puflab paxtani quritish amaliyoti qo‘llanilishi mumkin. Pnevmatik quritish odatda barabanli yoki minorali quritgichlardan mustaqil holda ko‘rilmaydi – aksincha, yuqoridagi quritgichlarning tarkibiy qismi sifatida ishlaydi, ya’ni barabanli quritgichga paxta pnevmatik uzatgich orqali berilishi yoki minorali tizimning o‘zi pnevmatik prinsipda ekanligini tushunish mumkin. Shunday bo‘lsa-da, ayrim hollarda mustaqil pnevmoquritish quvurlari qo‘llanishi mumkin: masalan, dastlabki quritish bosqichida uzun quvur ichida paxtani issiq havo tezda quritib, keyin asosiy quritish jarayoniga uzatiladi. Pnevmatik quritish tizimlarining ijobiy tomoni – qurutish va tashish birgalikda, qurilma esa ixcham ya’ni qo‘shimcha mexanik tizim talab etilmaydi. Salbiy tomoni esa – paxta zarralari qisqa vaqtda quvurdan o‘tishda quritilishi sababli, bunda faqat yuzaki namlik olinib, chigitning ichki namligi to‘la bug‘lanmasligi mumkin va yuqori havo tezligi uchun energiya ko‘p talab qiladi. Shuning uchun pnevmatik quritish odatda yakka qo‘llanmay, balki ikki bosqichli tizim tarkibida ishlatiladi.

Nazariy tahlil tomondan qaraganda, paxtani quritish jarayoni fizik jihatdan issiqlik va massa almashinuvi jarayonidir. Samarali quritish agenti sifatida odatda issiq havo xizmat qiladi – u paxtaga issiqlikni uzatib, tolalar va chigitdagi namlikni bug‘lantiradi. Nazariy tahlilda quritish jarayonining tavsiflash uchun namlikning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi, havo parametrlari (harorat, nisbiy namlik, oqim tezligi) va paxta zarralarining texnik xususiyatlari, sifat ko‘rsatkichlari e’tiborga olinadi. Quritish jarayonida namlik va haroratni boshqarish tartibi deganda, quritish agenti harorati va vaqt davomiyligining paxta namligini kamaytirishdagi o‘zaro bog‘liqligi tushuniladi. Juda yuqori haroratda qisqa vaqt davomida tolani quritish namlikni tez olishi mumkin, biroq tolalarni haddan ortiq qizitib yuborib sifatini buzadi; aksincha, past haroratda uzoq quritish esa tolaga zarar etkazmaydi, lekin energiya sarfi ko‘payadi va ko‘q vaqt ketadi. Shuning bois qaysi rejim optimal ekanligini aniqlash – nazariy va amaliy tadqiqotlar mavzusidir. Quritish jarayonini matematik modellashtirish uchun ko‘pincha tajribaviy differensial tenglamalardan foydalaniladi [3]. Ba’zi tadqiqotchilar paxta tolasi va chigitidagi namlikning bir biriga aralashish qonuniyatlarini o‘rganib, quritish tezligi va sharoitlari orasidagi munosabatlarni aniqlashgan [1]. Masalan, xom paxtaning ichki namligi diffuziya yo‘li bilan yuzaga chiqib bug‘lanishi, havo tezligi va harorati oshganda esa namlikning ajralish tezligi ortishi laboratoriya sharoitida isbotlangan [11]. Quritish modellari odatda ikki bosqichli xarakterga ega: erkin namlik tez bug‘lanadi va yoki tolalar ichidagi namlik sekinroq chiqadi. Nazariy tahlil natijalariga ko‘ra, quritgichlarning tuzilishi takomillashtiriladi va rejimlarni boshqarish algoritmlari yaratiladi.

Zamonaviy quritish tizimlarida turli harorat va namlikni o‘lchovchi sensorlar yordamida jarayon parametrlarini doimiy nazorat qilish imkoniyati mavjud. Bunda quritish barabani ichiga joylashtirilgan harorat va namlik datchiklari paxta massasining holatini kuzatib boradi. Olingan ma’lumotlar displeylar yoki kompyuter tizimlariga uzatilib, operator yoki avtomatik boshqaruv kontrolleri tomonidan tahlil qilinadi [9]. Bunday avtomatlashtirilgan tizimlar quritish rejimini o‘zgaruvchan kirish parametrlariga mos ravishda tezkor sozlash imkonini beradi [3]. Misol uchun, paxta qabul qilinganda nam paxta va quruqroq paxta aralash bo‘lsa, datchiklar tezkor ravishda namlik oshganini qayd etadi va issiqlik generatori quvvatini oshirish orqali ko‘proq namlikni bug‘lantirishga harakat qiladi, yoki aksincha, paxta quruq bo‘lsa, haroratni pasaytirib, ortiqcha quritib yuborishni oldini oladi. Shunday qilib, sensorlar va avtomatik boshqaruv tizimlari yordamida quritish jarayonini moslashuvchan tarzda nazorat qilish imkoniyati paydo bo‘ladi. Bu yondashuv ilmiy tadqiqotlarda “aqlli quritgichlar” konsepsiyasi sifatida qaralib, kelajakda paxta quritish sexlarida joriy etilishi kutilmoqda.

Natijalar. Paxta quritish jarayonida uchraydigan texnik muammolarni bir nechta asosiy guruhlarga ajratish mumkin. Ularga namlikning notekis bug‘lanishi muammosi, quritish rejimining paxta sifatiga ta’siri, energetik samaradorlik hamda xavfsizlik bilan bog‘liq bo‘lgan muammolar kiradi. Ushbu muammolar tahlili va ularni bartaraf etish yo‘llari birgalikda ko‘rib chiqildi va tahlil qilindi.

1. Notekis quritilish: Quritilgan paxta namligining bir xil bo‘lishi ko‘p jihatdan qabul paytidagi paxta namligining bir xil taqsimlanganiga bog‘liq. Amaliy tajriba shuni ko‘rsatadiki, agar zavodga kelgan chigitli paxta qatlamlar orasida namlik farqlanishi 3–4% dan oshib ketsa, yakuniy quritilgan maxsulotda ham namlik bir tekis bo‘lmaydi [9]. Natijada, quritish qurilmasidan chiqqan paxtaning bir qismi normadan ortiq qurib ketgan bo‘ladi, boshqa qismida esa hanuz namligi yuqori bo‘lib qoladi. Namlikning notekis olinishi sifatsiz mahsulot olinishi va keyingi presslash, saqlash va qayta ishlash kabi jarayonlarda muammolar keltirib chiqaradi. Muammo sabablari qatorida paxta massasining quritgich ichida notekis harakatlanishi, havo oqimining ayrim joylarga yetarli ta’sir qilmasligi, yoki kirish namligining bir xil emasligini ko‘rish mumkin. Yechim sifatida bir qator usullar qo‘llanishi mimkin. Ya’ni birinchi navbatda, paxtani quritishdan oldin namlik bo‘yicha saralash yoki yuqori namlikli va past namlikli paxtalarni aralashtirib, o‘rtacha qiymatga keltirish tavsiya etiladi. Ikkinchi o‘rinda, ikki bosqichli quritishni tatbiq etishni masalasini ko‘rish mumkin, ya’ni namligi juda yuqori 20–25% atrofida bo‘lgan paxta dastlab birinchi quritgichda bir oz quritilib, so‘ng ikkinchi quritgichda belgilangan me’yorga yetkaziladi [13]. Paxta tozalash korxonalarida namlikka qarab paxtani bir marta yoki ikki marta quritish amaliyoti joriy qilingan bo‘lib, bu usul paxataning notekis qurishini kamaytiradi. Shuningdek, barabanli quritgichlarda paxtaning baraban ichida qolish vaqtini boshqarish orqali ham jarayonni boshqarishga erishiladi [5].
2. Quritish rejimining sifat va xavfsizlikka ta’siri: Quritish harorati va paxtaning nam holda qolish vaqti tolalarning fizik va kimyoviy sifatlariga bevosita ta’sir qiladi. Yuqorida ta’kidlanganidek, tolalarning haddan tashqari qurib ketishi ularni mo‘rt va sinuvchan holga keltiradi. Ilmiy manbalarda keltirilishicha, paxta tolasining namligini 5% dan 4% gacha tushirish har bir foiz uchun kalta tolalar ulushini yana 1% ga oshiradi, ipning mustahkamligini esa yaqin 2.6% ga kamaytiradi [8]. Demak, tolani ortiqcha quritish mahsulot sifatini sezilarli darajada yomonlashtiradi. Boshqa tomondan, namlikni me’yordan ortishi ham muammolarga ega bo‘ladi. Bunda tola elastik va mustahkam bo‘lsa-da, nam paxta keyingi tozalash mashinalarida tiqilib qolishi va to‘la tozalanmasdan o‘tib ketishi mumkin [12]. Ya’ni, nam paxta tolasi chigitdan sifatli ajratilmagani uchun unda chiqindi va iflosliklar ajralmay qoladi va tozalash sifati pasayadi. Quritish rejimini tanlashdagi muhum jihat bu tola sifatini saqlagan holda maksimal iflosliknі ajratib olish va chigitni quritishdir. Ko‘p yillik tajriba shuni ko‘rsatadiki, g‘arb amaliyotida tozalash stanogi oldidan tolali paxta namligini 6.5–7% atrofida ushlash optimal natija beradi [8]. Shuning uchun quritgichlardan paxta chiqishda taxminan shu namlik oralig‘ida bo‘lishi lozim. Albatta, bu qiymatga tashqi omillar, havoning nisbiy namligi, paxtaning boshlang‘ich navlari ham ta’sir qiladi. Quritish rejimining noto‘g‘ri belgilanishi yong‘in xavfsizligi ko‘rsatgichlarining keskin oshishiga olib keladi. Bunda yuqori harorat ta’sirida o‘ta quruq paxta tolasi va chang zarralarining o‘z-o‘zidan alangalanishiga moyilligi ta’sir qiladi. Quritish barabanlari va kanallarida paxta changining to‘planib qolishi va qizib ketishi ogohlantirish va nazoratni talab qiladigan xavfli jihatdir. Bunday salbiy holatlarning echimlari sifatida bir necha choralarni ko‘rish mumkin. Quritish havosining haroratini qat’iy chegarada ushlash, odatda 100–120°C dan yuqori bo‘lmasligi tavsiya etiladi, shu bilan birga yakuniy tolani 6–8% namlikda qoldirishga harakat qilish. Keyingi o‘rinda, quritishdan so‘ng namlikni tiklash texnologiyasini qo‘llash lozim. Xususan, namlantirilgan havo yoki mayda suv purkagichlar yordamida quruq tolaga oz miqdorda namlik qaytariladi, bu uning mustahkamligini tiklashga yordam beradi [8]. Quritish tizimlarida yong‘in xavfsizligi uchun tutun va haddan tashqari issiqlikni sezuvchi datchiklar o‘rnatish esa, yong‘in paydo bo‘lishi mumkin bo‘lgan o‘t

uchqunlarini darhol aniqlaydi va ogohlantirish tizimini ishga tushiradi. Shuningdek, quritgichlardan chiqayotgan chang va havoni tozalash ham xavfsizlik va sanitariya nuqtai nazaridan muhim hisoblanadi, bu maqsadda changni yig‘ib oluvchi moslamalardan foydalaniladi.

3. Energetik samaradorlik muammosi: Quritish jarayoni yuqori issiqlik energiyasi sarfini talab qilishi bilan ham qiyinchilik tug‘diradi. Quritgichlarda yoqilg‘i yoqish (gaz yoki mazut pechlari) orqali issiq havo uzatiladi. Energiya sarfi katta bo‘lgani sababli, quritish sexlarida yoqilg‘i tejamkorligi dolzarb masala sifatida qabul qilinadi. Ushbu xarajatlarni kamaytirish uchun quyosh energiyasidan foydalanish texnologiyasi ham taklif etilmoqda [5]. Bunda maxsus qurilmalar, masalan, parabolik shakldagi quyosh konsentratorlari nurni fokusga jamlash orqali issiqlik agentini (havoni) qizdiradi [2]. Bu usul an’anaviy yoqilg‘i o‘rnini qisman yoki to‘liq bosib, energetik mustaqillikni ta’minlaydi. Yana tajribalar shuni ko‘rsatadiki, ba’zi ko‘p bosqichli quritish tizimlarida berilgan issiqlik energiyasining atigi 20–30% i samarali namlik bug‘latishga sarflanib, qolgan qismi esa samarasiz yo‘qotiladi [14], [12]. Buning sabablaridan biri – quritish uskunalarining yomon izolyatsiyasi va issiqlikning qurilma devorlari orqali chiqib ketishidir. Shuningdek, juda nam paxtani quritishda issiqlikning bir qismi paxtani qizdirishga sarflanadi xolos, namlik bug‘latish kutilgan natijani bermaydi. Energiya samaradorligini oshirish uchun quritgichlarning issiqlik izolyatsiyasini yaxshilash, masalan, minorali quritish tizimlarini tashqi tomondan izolatsiya qilish orqali issiqlik yo‘qotishlarni 25–30% gacha kamaytirish mumkin [12]. Issiqlikni qayta tiklash texnologiyasini joriy etish orqali, quritgichdan chiqayotgan issiq nam havoni bevosita tashlab yubormasdan, undagi issiqlikni maxsus issiqlik almashtirgichlar orqali yangi kirayotgan havoni isitishga yo‘naltirish [3]. Bu usul yoqilg‘i sarfini sezilarli kamaytiradi. Quritish rejimini avtomatik boshqarish, ya’ni yuqorida aytib o‘tilgan sensor va nazorat tizimi orqali havo harorati va sarfini real vaqtda optimallashtirish hisobiga ortiqcha yoqilg‘i isrof bo‘lishining oldi olinadi [7]. Shuningdek an’anaviy energiya tejamkorligiga erishish nafaqat iqtisodiy foyda, balki ekologik jihatdan ham ahamiyatlidir. Yonilg‘i sarfining kamaytirilishi atmosferaga chiqayotgan zararli gazlarning qisqarishini ta’minlab, atrof muhitga bo‘lgan salbiy ta’sirini kamaytiradi.

Keltirilganlardan ko‘rish mumkinki, paxta quritish rejimini to‘g‘ri tanlash va nazorat qilish mahsulot sifati, texnologik xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlik uchun hal qiluvchi ahamiyatga egadir.

Muhokamalar. Tahlillardan kelib chiqqan holda, mavjud echimlarning samaradorligi va ularni amaliyotga tatbiq etish imkoniyatlarini muhokama qilinmoqda. Avvalo, paxta quritish sohasida joriy qilingan texnologik yechimlar barabanli va minorali quritgichlarning zamonaviy turlari o‘z samaradorligini ko‘rsatmoqda. Bu shuni anglatadiki, mavjud quritish uskunalarini takomillashtirish orqali ham sezilarli yutuqlarga erishish mumkin. Xususan, yangi konstruksiyalarda issiq havo oqimini yaxshiroq taqsimlash, baraban ichida paxtani “bo‘shatib” quritish, shuningdek, quritish va dastlabki tozalashni birlashtirish g‘oyalari qo‘llanilmoqda [11]. Bunday integratsiyalashgan yondashuv paxta quritish va tozalash sexlarining unumdorligini oshiradi, energiya tejamkorligini ta’minlaydi hamda yakuniy tola sifatini yaxshilaydi.

Paxta quritish jarayonida energiyani tejamli va sifatli boshqarish uchun avtomatlashtirilgan nazorat tizimlaridan foydalanish samarali yo‘nalishlardandir. Bunday tizimlar tarkibiga sensorlar, markaziy boshqaruv bloki hamda ijro mexanizmlari kiradi. Ular birgalikda ishlab, quritish jarayonini real vaqt rejimida kuzatish va kerakli o‘zgarishlarni avtomatik amalga oshirish imkonini beradi. Ilmiy yangilik va tadqiqotlar nuqtai nazaridan, so‘nggi yillarda quritish jarayonining nazariy modeli va uning optimallashtirish yo‘llari bo‘yicha izlanishlar kengaymoqda. Masalan, havoning nisbiy tezligi va haroratining namlikni bug‘latish tezligiga ta’siri bo‘yicha laboratoriyalarda o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida xom paxtadan namlik ajralishi va ichki diffuziya jarayonini tavsiflovchi bog‘lanishlar olinmoqda (researchgate.net). Olib borilgan tadqiqotlar natijasida olingan modellar, birinchidan, yangi avlod quritish uskunalarini loyihalash imkonini beradi. Ikkinchidan,

ushbu modellar asosida jarayonni to‘liq avtomatlashtirishga mo‘ljallangan boshqaruv algoritmlari ishlab chiqiladi. Kelajakdagi tadqiqotlar asosan paxtani quritishda tejamkor va xavfsiz usullarni topishga qaratiladi. Bunda quyosh nuri kabi tekin energiya manbalaridan foydalanish, mikroto‘lqinli pechga o‘xshash yangi texnologiyalarni oddiy issiq havo bilan birga qo‘llash masalalari o‘rganiladi. Shuningdek, paxta tolasiga zarar yetkazmaslik uchun uning tarkibiy o‘zgarishlarini kuzatish va chigit ichidagi namlikni yaxshi olish uchun “quritish va namlash” bosqichlarini navbat bilan qo‘llash kabi yangi usullarni joriy etish rejalashtirilgan.

Amaliyotga tatbiq qilish jihatidan qaraganda, eng yaqin istiqbolda mavjud quritgichlarni modernizatsiya qilish eng samarali yo‘l bo‘lib turibdi. Masalan, oddiy minorali quritgichlarga qo‘shimcha havo qayta isitish bloklarini o‘rnatish, barabanli quritgichlarning ichki yuzalarini issiqlikni qaytaruvchi qoplamalar bilan qoplash, chiqindi havodan issiqlik issiqlik qaytaradigan qurilmalar o‘rnatish – bular hozirdanoq iqtisodiy samaradorligini isbotlagan yechimlardandir. Shuningdek, quritish jarayonini raqamli simulyatsiya qilish va monitoring qilish tizimini ishlab chiqish lozim. Korxona miqyosida olingan real ma’lumotlar asosida sun’iy intellekt yordamida quritish rejimini oldindan bashorat qilish va moslashuvchanlikni sozlash imkoniyati mavjud. Bu kelgusida “aqlli paxta zavodi” konsepsiyasining bir qismi sifatida qaralmoqda.

Xulosa qilib aytganda, paxta quritishning samarali texnologik echimlari majmuaviy yondashuvni talab qiladi: quritish uskunalarining takomillashtirilgan konstruksiyasi, jarayonni avtomatik nazorat qilish, energiya tejamkor rejimlar va sifatni saqlashga qaratilgan chora-tadbirlar birgalikda qo‘llanilgandagina optimal natija berishi mumkin.

Xulosa. Paxta xomashyosini quritish — mahsulot sifatini, saqlash muddatini va keyingi texnologik bosqichlardagi samaradorlikni belgilovchi muhim texnologik jarayonlardan biridir. Mazkur ilmiy ishda paxta quritish jarayonining energetik va texnologik jihatlari chuqur tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mavjud quritish tizimlarida bir qator texnik muammolar mavjud bo‘lib, ular orasida issiqlik sarfining yuqoriligi, haroratning beqarorligi, ortiqcha yoki yetarli quritilmagan mahsulot holati, hamda inson omiliga yuqori bog‘liqlik asosiy muammolar sifatida ajralib turadi. Quritishning mavjud usullarining har birining o‘z afzallik va kamchiliklari bo‘lib, ularni to‘g‘ri tanlash va birlashtirish muhimdir

Ushbu muammolarga javoban, quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan quyosh konsentratori texnologiyasi va zamonaviy mexatronik boshqaruv tizimlarini qo‘llash orqali samarali texnologik echimlar taklif qilindi. Quyosh konsentratori yordamida paxta quritish uchun zarur bo‘lgan haroratni barqaror ushlab turish, yoqilg‘i sarfini kamaytirish va atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar hajmini sezilarli darajada qisqartirish mumkinligi ilmiy ma’lumotlar bilan asoslandi. Ayniqsa, quyosh nurlanishi yuqori bo‘lgan O‘zbekiston sharoitida bunday tizimlarning amaliy joriy etilishi iqtisodiy va ekologik foyda keltiradi.

Bundan tashqari, mexatronik tizimlar asosida avtomatlashtirilgan boshqaruv elementlarini quritish tizimlariga integratsiyalash orqali jarayonni real vaqtda nazorat qilish, quritish haroratini, havo oqimini va namlik darajasini avtomatik boshqarish imkoniyati yaratiladi. Bu esa energiya tejamkorligini oshirish, quritish vaqtini optimallashtirish va mahsulot sifatini barqaror saqlashga xizmat qiladi. Shuningdek, bunday tizimlar tashqi muhit sharoitlariga tez moslasha olishi, xavfsizlik darajasini oshirishi va inson aralashuvini kamaytirishi bilan ajralib turadi.

Yakuniy xulosa sifatida aytish mumkinki, paxta quritish texnologiyasida quyosh energiyasiga asoslangan quritish usullari va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlari integratsiyasi nafaqat texnik va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki ekologik barqarorlikka ham xizmat qiladi. Kelgusida ushbu texnologiyalarni paxta sanoatida keng joriy etish orqali resurslarni tejash, mahsulot sifatini oshirish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga erishish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Zhang Q. Cotton Ginning and Processing: A Comprehensive Review. // Transactions of the ASABE. – 2023. – Vol. 66, No. 5. – P. 1309–1321.

2. Ahmed M., Saleh M. A review on solar dryers: design, performance and applications. // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Vol. 370. – Article ID: 133489.
3. Tursunov O., Abduvaliyev A. Development of an intelligent control system for the drying process of cotton raw materials. // Journal of Mechatronics and Automation. – 2021. – Vol. 3, No. 1. – P. 23–29.
4. Iskandarov A. Improving Energy Efficiency of Cotton Processing Equipment Using Solar Energy in Uzbekistan. // Renewable Energy and Engineering Review. – 2022. – Vol. 8, No. 2. – P. 45–53.
5. Bahromov S., Nazarov M. Modeling and simulation of cotton drying in rotary drum dryers using mechatronic systems. // Uzbek Journal of Applied Mechanics and Engineering. – 2023. – Vol. 5, No. 3. – P. 89–97.
6. International Energy Agency (IEA). Solar Energy for Industrial Process Heat. – [Online]. – 2020. – Available at: https://www.iea.org/reports/solar-energy
7. Mamatov U., Qodirov B. Simulation of drying process using PID controllers in cotton processing. // Proceedings of the International Conference on Energy Systems.–2021.– P. 55–60.
8. cottongins.org
9. oriens.uz
10. insidecotton.com
11. researchgate.net
12. cotton.org
13. newjournal.org
14. elibrary.asabe.org

IP VA MATOGA TA'SIR ETUVCHI TASHQI KUCHLAR ASOSIDA TIKUV MASHINASI BO'G'INLARINING HARAKAT TENGLAMALARINI TAHLIL QILISH

Behbudov Sh.H., Samadova M.O.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada ip va matoning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladigan tashqi kuchlar asosida tikuv mashinasining asosiy bo'g'inlari uchun harakat tenglamalari keltirib chiqarilgan. Ip, igna va matoga ta'sir etuvchi bosim kuchlari, kley yopishqoqligi hamda ignaning tebranish chastotasiga bog'liq holda matematik modellashtirilgan. Grafik tahlillar natijasida kley yopishqoqlik koeffitsiyenti va igna tezligi chok mustahkamligini oshirishda muhim omil ekanligi aniqlangan. Tadqiqot natijalari tikuv jarayonini optimallashtirish va materiallarning mexanik xususiyatlarini yaxshilash imkonini beradi.*

Kalit so'zlar: *tashqi kuchlar, tikuv mashinasi bo'g'inlari, ip va mato, kley yopishqoqligi, igna tezligi, tebranish chastotasi, bosim kuchi.*

ANALYSIS OF THE EQUATIONS OF MOTION OF SEWING MACHINE MECHANISMS BASED ON EXTERNAL FORCES AFFECTING YARN AND FABRIC

Behbudov Sh.H., Samadova M.O.
Bukhara state technical university.

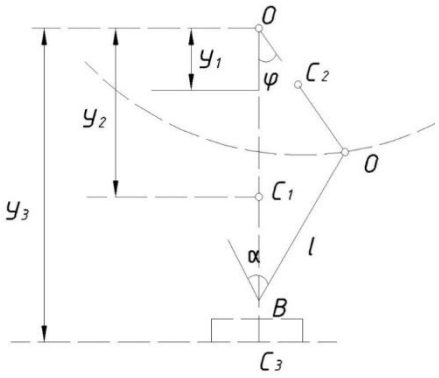
Abstract. *This paper derives the motion equations of sewing machine components under external forces generated by the interaction between yarn and fabric. Mathematical modeling of pressure forces, adhesive viscosity, and needle velocity considering vibration frequency is performed. Graphical analysis demonstrates that adhesive viscosity and needle speed significantly affect seam strength. The results contribute to optimizing the sewing process and improving the mechanical properties of textile materials.*

Keywords: *external forces, sewing machine mechanisms, yarn and fabric, adhesive viscosity, needle speed, vibration frequency, pressure force.*

Tikuv mashinasida ip va matoning o'zaro ta'siri jarayonida hosil bo'ladigan tashqi kuchlar chok sifati va material mustahkamligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, matoga yopishqoq kley qo'llanilganda ipning uzatilishi, ignaning tezligi va tebranish chastotasining o'zgarishi mexanik jarayonlarning murakkablashuviga olib keladi. Tikuv mashinasining bo'g'inlarida yuzaga keladigan

harakatlarni matematik jihatdan ifodalash va ularning kuchlar bilan bog‘liqligini aniqlash dolzarb masalalardan hisoblanadi. Ushbu maqolada ip va matoga ta’sir etuvchi kuchlar asosida tikuv mashinasi bo‘g‘inlarining harakat tenglamalari aniqlanib, kley yopishqoqligi va igna tebranish chastotasining ta’siri tahlil qilinadi. Ipning matoga ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan tashqi kuchlar ta’sirida tikuv mashinasi bo‘g‘inlaridagi harakat tenglamalarini aniqlaymiz.

Dastavval C_1, C_2 va C_3 nuqtalardagi tikuv mashinasining harakat tenglamalarini ifodalaymiz, bunda matoning chok sirtiga beriladigan kleyning ta’siridagi ip va matolarning mustahkamligini ta’minlashdir. Bu erda $\varphi = \omega\tau$ ga teng.



$$y_1 = OC_1;\ y_2 = \frac{OA}{2}cos\omega\tau = \frac{\alpha}{2}cos\omega\tau; \qquad (1)$$

$$y_3 = OAcos\omega\tau + ABcos\alpha + BC_3 = rcos\omega\tau + lcos\alpha + BC_3$$

α burchakni $\omega\tau$ bilan bog‘liqlik ifodasini aniqlaymiz.

$$\frac{r}{sin\alpha} = \frac{l}{sin\omega\tau};\qquad sin\alpha = \frac{r}{l}sin\omega\tau$$

α burchak ip bilan matolarni ta’sirida hosil bo‘ladigan burchak $\frac{r}{l} = \lambda$ deb belgilab

$$sin\alpha = \lambda sin\omega\tau \quad (2)$$

$$cos\alpha = \sqrt{1 - sin^2\alpha} = \sqrt{1 - \lambda^2 sin^2\alpha}$$

Bunda ip bilan mato orasidagi ta’sirlashish jarayonidagi harakat tenglamasini hosil qilamiz.

$$y_3 = rcos\omega\tau + lcos\alpha + BC_3 = rcos\omega\tau + l\sqrt{1 - \lambda^2 sin^2\omega\tau} + BC_3 \quad (3)$$

bu ifodadan,

$$\sqrt{1 - \lambda^2 sin^2\omega\tau} = (1 - \lambda^2 sin^2\omega\tau)^2 = 1 - \frac{1}{2}X^2 sin^2\omega\tau$$

U holda (3) ifoda quyidagicha ko‘rinishda ifodalanadi.

$$y_3 = rcos\omega\tau + l(1 - \lambda^2 sin^2\omega\tau) + BC_3$$

1-rasm. Igna va matoning o‘zaro ta’sir sxemasi

$sin^2\omega\tau = \frac{1}{2}(1 - cos\omega\tau)$ ekanligidan

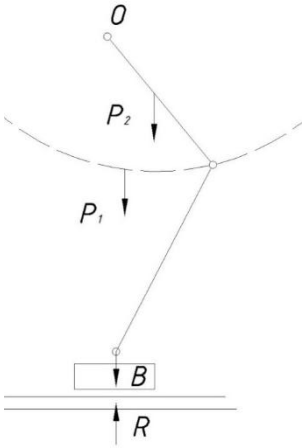
$$y_3 = rcos\omega\tau + l(1 - \frac{1}{2}\lambda^2 sin^2\omega\tau) + BC_3$$

$$y_3 = l - \frac{r^2}{4l} + r(cos\omega\tau + \frac{1}{4}\lambda cos2\omega\tau) + BC_3 \qquad (4)$$

Tikuv mashinasining har bir bo‘g‘inlardagi harakat tenglamalaridan vaqt bo‘yicha ikkinchi tartibli hosilalar olamiz.

$$\begin{cases} \ddot{y}_1 = 0 \\ \ddot{y}_2 = -\frac{r\omega^2}{2}cos\omega\tau \\ \ddot{y}_3 = -r\omega^2(cos\omega\tau + \lambda cos2\omega\tau) \end{cases} \qquad (5)$$

Tikuv mashinasida ipni uzatishdan aylanma harakatidan ignani ip bilan matoga ta’sir qiluvchi tashqi kuchlar ta’siridagi differensial tenglamasini aniqlaymiz (2-rasm).



2- rasm. Ip va matoga ta’sir qiluvchi kuchlar sxemasi

$$M\ddot{y} = \sum_{k=1}^{n} F_{kuch} \qquad (6)$$

Bu erda tashqi kuchlar yig‘indisidan iborat

$$\sum_{k=1}^{n} F_{kuch} = P_1 + P_2 + P_3 - R \qquad (7)$$

Bu erda P_1 –aylanma harakat qiluvchi valning og‘irlik kuchi, P_2 – uzatmaning og‘irlik kuchi, P_3 – igna ta’sirining og‘irlik kuchi. R – matoning qarshilik kuchi.

$$M\ddot{y} = m_1\ddot{y}_1 + m_2\ddot{y}_2 + m_3\ddot{y}_3 \qquad (8)$$

$$M\ddot{y} = P_1 + P_2 + P_3 - R \qquad (9)$$

$P_1 = m\ddot{y}_1;\quad P_2 = m\ddot{y}_2;\quad P_3 = m\ddot{y}_3;$ ekanligidan (8) tenglikka asosan quyidagi tenglikni ifodalaymiz

$$M\ddot{y} = -\frac{P_2}{2g}r\omega^2\cos\omega\tau - \frac{P_3}{g}r\omega^2(cos\omega\tau + \lambda cos2\omega\tau) \qquad (10)$$

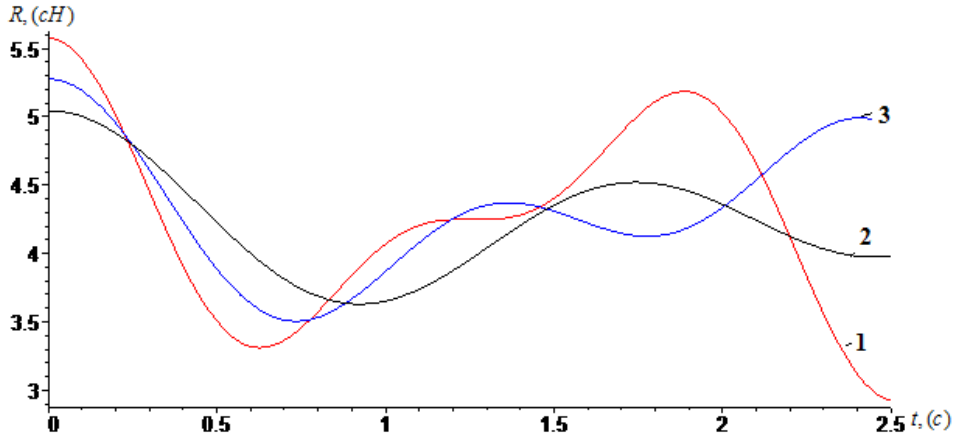
$m_2 = \frac{P_2}{g}$; $m_3 = \frac{P_3}{g}$ ga teng

(10) tenglamaga (8) tenglamani qo‘yib R- bosim kuchini aniqlaymiz

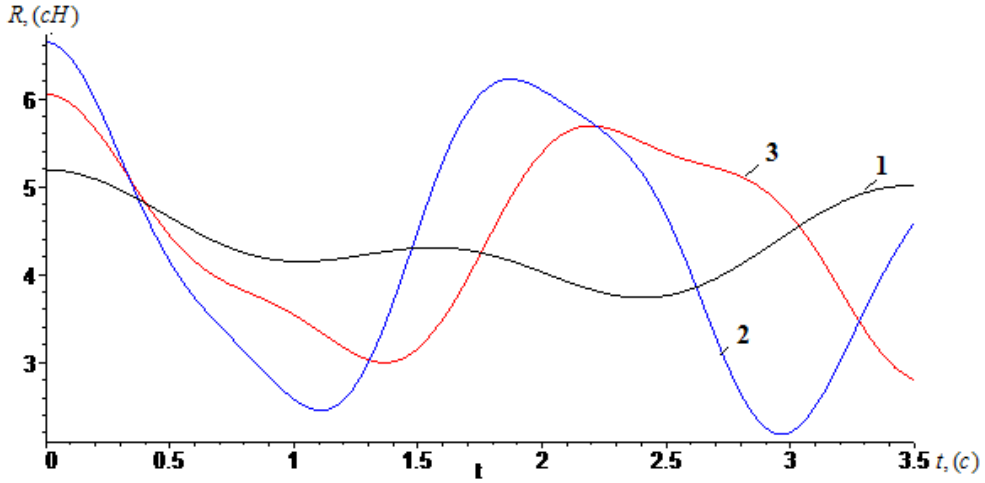
$$R = P_1 + P_2 + P_3 + \frac{r\omega^2}{2g}[(P_2 + 2\mu P_3)cos\omega\tau + 2\lambda cos2\omega\tau] \qquad (11)$$

(11) tenglamadan ip va matoning mustahkamligi bosim kuchi ta’sirida ifodasi Maple dasturi orqali grafiklarda tahlillari keltirilgan.

Bunda kleyning matolardagi qovushqoqligi koeffitsiyentlari turli xildagi kleylardan foydalanilgan holda bosim kuchi tahlillari keltirilgan.



3-rasm Ip va matoga bosim kuchini kleyni yopishqoqlik koeffitsiyentini turli xil $\mu_1 = 0.02$ $\mu_2 = 0.04$ $\mu_3 = 0.06$ ***qiymatlarida vaqtga bog‘liq grafigi***



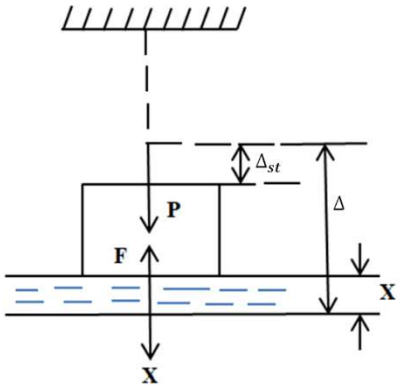
4-rasm Ip va matoga bosim kuchini burchak tezligini turli xil $\omega_1 = 15c^{-1}$ $\omega_2 = 25c^{-1}$ $\omega_3 = 35c^{-1}$ ***qiymatlarida vaqtga bog‘liq grafigi***

Xulosa. Yuqoridagi 3-4 grafiklar tahlilidan ip va matoga ta’sir qiluvchi bosim kuchini bir tekisda ta’sir qilishi hamda g‘ovagiga kleyning bir me’yorda uzatishda kleyni yopishqoqlik koeffitsiyentini $\mu_2 = 0.04$ hamda burchak tezligini $\omega_1 = 15c^{-1}$ qiymatlatida bosim kuchini bir xilda bo‘lishi ip va matolarning mustahkamligini oshirishga ta’sirini ifodalaydi ya’ni ipning matoga chok to‘qishda bir xil ta’sirini belgilaydi.

Tikuv mashinasining matoga ta’sirini to‘g‘ri baxolashda ip bilan birgalikda ta’sir qilayotgan kleyning yopishqoqlik xususiyati muhim ahamiyat kasb etishini nazariy tahlillar orqali keltirib o‘tamiz. Kleyning matoga ta’siri natijasida sxemasi keltirilgan (5-rasm).

P – matoga beriladigan og‘irlik kuchi; F – matoning deformatsiya kuchi

$$\begin{cases} \Delta = \Delta_{st} + z \\ F = C|\Delta| \\ F_x = -C(\Delta_{st} + z) \end{cases} \quad (1)$$



5-rasm. Matoga ta’sir qiluvchi kuchlar ta’siridagi sxemasi.

Ip va matoning igna ta’siridagi qo‘shishdagi bajargan ishi

$$A(P) = P \cdot X \quad (2)$$

Matoga beriladigan yopishqoq kley ta’siridagi kuchlar natijasida bajargan ishlar ta’siridagi deformatsiyasini yopishqoqligi bunda ip va matolarning mustahkamligini ifodalovchi tenglamasini keltirilgan

$$A(F) = -\frac{C}{2}(\Delta^2 - \Delta_{st}^2) = -\frac{C}{2}((\Delta_{st} + x)^2 - \Delta_{st}^2)$$

$$= -\frac{C}{2}(2\Delta_{st}x + x^2)$$

$$A(F) = -\frac{C}{2}(2\Delta_{st}x + z^2) \quad (3)$$

$$\sum A(F_k) = A(P) + A(F); \qquad \sum A(F_k) = Px - \frac{C}{2}(2\Delta_{st}x + z^2)$$

$$\Delta_{st} = \frac{P}{C} \rightarrow = C \cdot \Delta_{st}\ ; \qquad \sum A(F_k) = -\frac{Cx^2}{2} \quad (4)$$

Igna bilan ipning matoga kley ta’siridagi boshlang‘ich tezlikdagi kinetik energiyasini quyidagicha aniqlaymiz.

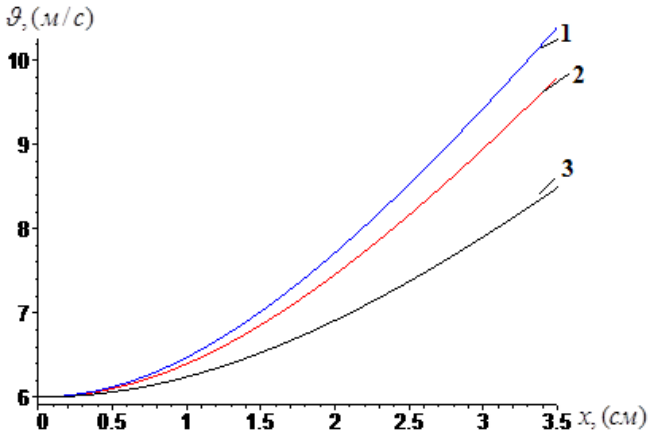
$$T_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} v_0^2 \quad (5)$$

Oxirgi tezligi ta’siridagi kinetik energiyasini quyidagicha aniqlaymiz

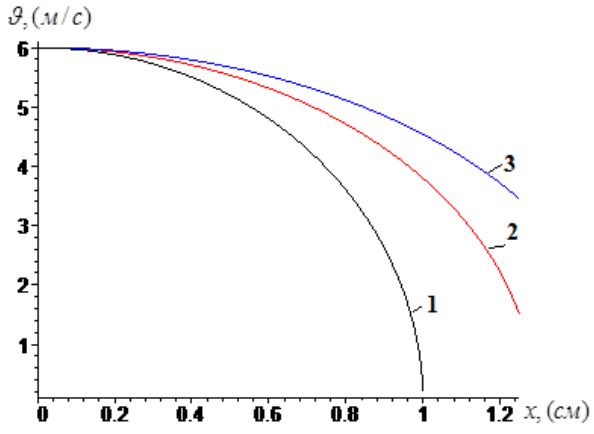
$$T_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} v^2 \quad (6)$$

(5) va (6) tengliklardan energiyaning o‘zgarish qonunidan

$$T_2 - T_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g}(v^2 - v_0^2) \quad (7)$$



6-rasm. Ip va matoga ignaning tezligini kleyni yopishqoqlik koeffitsiyentini turli xil μ_1*=0,02;* μ_2*=0,04;* μ_3*=0,06* ***qiymatlarida masofaga bog‘liqlik grafigi***



7-rasm. Ip va matoga ignaning tezligini tebranish chastotasining turli xil $k_1=20c^{-1}$*;* $k_2=30c^{-1}$*;* $k_3=40c^{-1}$ ***qiymatlarida masofaga bog‘liqlik grafigi***

$$-\frac{Cx^2}{2}=\frac{1}{2}\cdot\frac{P}{g}(v^2-v_0^2);\qquad -\frac{Cgx^2}{P}=v^2-v_0^2$$

Yuqoridagi tenglikdan ip bilan matoga ta'siri natijasida boshlang'ich va oxirgi tezliklarini ignaning tebranish chastotasiga bog'liqlik ifodasini aniqlaymiz

$$v^2=v_0^2-\frac{Cgx^2}{P};\qquad v=\sqrt{v_0^2-\frac{Cgx^2}{P}}\qquad (8)$$

(8) tenglamada $\frac{Cg}{P}=k^2$ deb belgilsh kiritamiz bu erda ignani tebranish chastotasi

$$v=\sqrt{\vartheta_0^2-k^2x^2}\qquad (9)$$

(9) tenglamadan ignaning tezligini chastotasi ta'sirida ip va matoning mustahkamligiga bog'liqlik tenglamasidan grafiklarda tahlillari aniqlangan.

Xulosa. Yuqoridagi 6-7 grafiklardan ignaning tezligini tebranish chastotasini va ignaning tezligini matoga ta'sirini kleyning yopishqoqlik koeffitsiyentiga bog'liqligini grafiklarda keltirilgan. Agar kleyning yopishqoqlik koeffitsiyenti yuqori bo'lsa ignaning tezligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatishini ko'rishimiz mumkin. Matoning mustahkamligini oshirishda ip bilan kleyni ignaning tezligi oshishi mato g'ovaklariga kleylarni to'la singishiga olib keladi va natijada matoning mustahkamligi oshadi. Kleyni yopishqoqlik koeffitsiyentini $\mu_2=0.04$ qiymatida hamda ignaning tezligini tebranish chastotasining $k_3=40c^{-1}$ qiymatlarida ignaning tezligining o'zgarmas ta'sirini grafiklarda ko'rishimiz mumkin bu esa ipning matoga bir tekisda uzatib berish holatini ifodalaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Фомин Ю.Г. «Разработка Фомин Ю.Г. «Разработка теоретических основ и средств повышения эффективности обработки тканей валковыми моделями отделочных машин» Дис. … докт. технических наук. Иваново: 2001. – 406 с.
2. Пейсахович А.А. «Исследование и разработка процесса парофазного крашения швейных ниток» Дис. … канд. технических наук. Дмитровград: 2012. – 112 с.
3. Белова И.Ю. «Совершенствование технологического прогресса ниточного соединения деталей швейных изделий» Дис. … канд. технических наук. – Иванова: 1998. – 160 с.
4. Новоселов А.Ю. «Разработка оборудования для повышения эффективности процесса локалъной герметизации ниточных строчек» Дис. … канд. технических наук. – Иванова: 2009. – 153 с.
5. Мезенцева А.В. «Профилирование поверхностей нитепроводящих устройств швейных машин промышленного назначения» Дис. … канд. технических наук. – Иванова: 2005. – 163 с.

ПАХТАНИ МАЙДА ИФЛОСЛИКЛАРДАН ТОЗАЛАШДА ҚОЗИҚЧАЛИ-ПЛАНКАЛИ БАРАБАН ПЛАНКАЛАРИНИНГ ТАЪСИРИ

[1]Шопулатов А.А., [2]Райимкулов Ж.К., [1]Бердимуратов У.Т., [3]Росулов Р.Х.

[1]Термиз давлат муҳандислик ва агротехнологиялар университети, [2]Толали экинлар илмий тадқиқот институти, [3]Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти.

Аннотация. *Пахтани майда ифлосликлаклардан тозалашда турли узунликдаги резинали планкалардан ўтувчи пахта оқимидан тозалаш самарадорлиги таҳлилида асосий сабаб такомиллашган турли узунликдаги резинани пахта бўлакчаси таъсирида кейинги барабанга узатишдаги резинанинг бикрлик коэффициентига ва резинали планканинг узунлигига боғлиқлиги аниқланди.*

Калит сўзлар: *пахта, майда ифлослик, резина, планка, оқим, самарадорлик, планка, бикрлик.*

INFLUENCE OF SLATS OF A PEG-SLATED DRUM IN CLEANING COTTON FROM SMALL IMPURITIES

[1]Shopulatov A.A., [2]Rayimkulov J.K., [1]Berdimuratov U.T., [3]Rosulov R.H.

[1]Termez state university of engineering and agricultural technology, [2]Research institute of fiber crops, [3]Tashkent institute of textile and light industry.

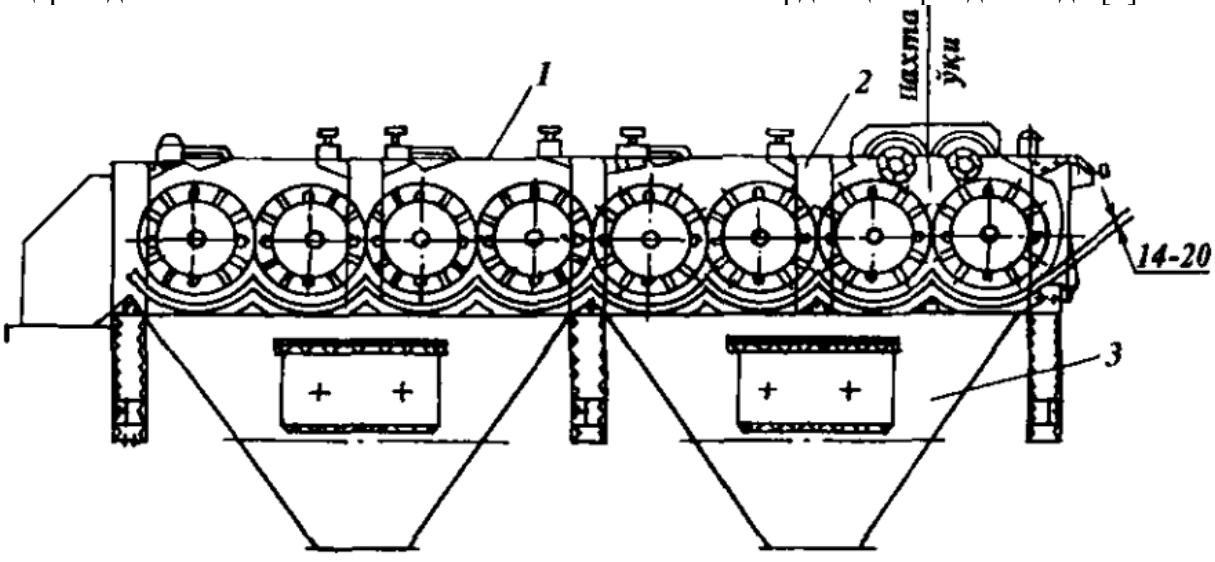
Abstract. *When analyzing the efficiency of cleaning the cotton flow passing through rubber plates of different lengths, the main reason for cleaning cotton from small impurities was determined - the dependence of the uniformity coefficient of rubber and the length of the rubber plate when transferring rubber of different lengths to the next drum under the influence of a piece of cotton.*

Keywords*: cotton, small foreign impurities, rubber, bar, flow, efficiency, bar, rigidity.*

Кириш. Жинларнинг оптимал тартибда нормал ишлашини таъминлаш ҳамда толада талаб қилинадиган микдорда нуқсон ва ифлос аралашмалар бўлишига эришиш мақсадида, пахта тошлардан, металл буюмлардан, органик аралашмалардан, шунингдек, ўликдан тозаланади. Пахта мақбул намликкача қуритилгандан кейин тозаланади.

Оғир аралашмалар — тошлар, металл буюмлар, очилмаган ва ярим очилган пахта кўсакларини тутиб қолиш учун ҳовли ва цехлараро пневмотранспорт тизимининг сепараторлари олдида ўрнатиладиган чизиқли тош туггичлар қўлланилади.

Пахтани майда ифлос аралашмалардан тозалаш учун кўпинча 1ХК, (1-расм) ва УХК туридаги пахта тозалаш агрегатлари ёки қозикли барабанлари сони кўпайтирилган ёки камайтирилган тўрт каррали 1ХК туридаги тозалагичларни йиғишда фойдаланиладиган ЕН-178 қозиқли блоклар ишлатилади. Бу тозалагичлар, секциялар ёки блокларда конструктив жиҳатдан бир хил бўлган барабанлар горизонтал текисликда кетма-кет қатор қилиб ўрнатилади. Қозиқли барабанлар остига ғалвирсимон тўр ўрнатилган бўлиб, пахтани тозалаш вақтида, улар орқали майда чиқиндилар ажралиб чиқади. Қозиқли барабанларнингбиринчи жуфти тепасига (пахтанинг ҳаракат йуналиши бўйича) таъминлаш валиги бўлган шахта ўрнатилган. Таъминлаш валикларининг айланиш тезлиги ИВА вариатори орқали созланади ва унинг ёрдамида иш унумдорлиги белгиланади. Бир қатор пахта заводлари ишлаб чиқаришдан олиб ташланган 6А-12М шнекли тозалагичлардан ҳам фойдаланади [1].

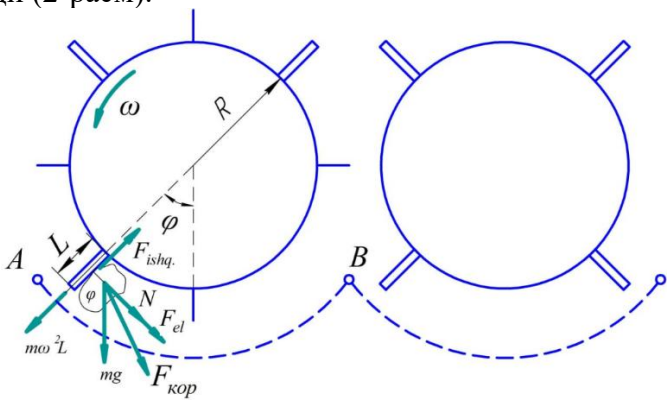


1-расм. 1ХК русумли пахта тозалагичи
1-ЕН-178- қозиқли блоклар; 2-устунлар; 3-бункерлар.

1ХК русумли пахтани майда ифлосликлардан тозалаш тизими қозиқчали-планкали барабани ва тўрли юзаси пахтани майда ифлосликлардан тозалашга хизмат қилади, шунингдек, пахта тозалаш корхоналарининг асосий технологик жараёнларнинг бири ҳисобланади [2].

Машинанинг тозалаш самарадорлигини оширишда қозиқчали-планкали барабаннинг планкалари ва тўрли юзаси жуда муҳим аҳамият касб этади. Бунда ҳар бир қозиқчали – планкали барабанлардан ўтувчи пахта оқимини майда ифлосликлардан тозалашда, асосан, ифлослик даражасига эга. Бунда пахта хом ашёси тозалагични бошланишдаги қозиқчали-планкали барабанларга тушганида тозалаш самарадорлиги юқори бўлади. Ҳар бир кейинги қозиқчали-планкали барабанга ўтганида пахта таркибидан ифлос аралашмаларнинг миқдори камайиши кузатилади. Тозалагичда 8 та қозиқчали-планкали барабанлар мавжуд бўлиб, қозиқчаларнинг тўрли юза билан орасидаги тирқиш 15-18 мм бўлганда пахта миқдорини ошишига, толаларни шикастланмаслигига, шунингдек, пахта оқимини тиқилмаслигига йўл қўймаслик керак. Қозиқчалар қадами 50 ммни ташкил этиб, улар қоплама юзасида шахмат тартибида ўрнатилади, қозиқчалар диаметри 12 мм ни, баландлиги 50 мм ни, планкалар баландлиги 30 мм ни ташкил этганда, тўрли юза бўйлаб сидириш орқали тозаланишини ҳисобга олинса, пахтанинг тўрли юзасида сидиришни яхшилайди ва тозалаш самарадорлигини ортишига олиб келади [3].

Шунинг учун, амалда ишлаб чиқарилган 1ХК пахтани майда ифлосликлардан тозалаш тизимида ишлатиладиган қозиқчали-планкали барабанларнинг планкаларидаги ўрнатилган резина ўлчамининг ўзгариши пахта хом ашёсининг таркибидаги ифлослик миқдорининг ўзгаришига олиб келади (2-расм).



2-расм. Турли узунликда резинали планкали барабаннинг пахта бўлакчасига таъсир схемаси

Тозалаш тизимидаги пахта хом ашёсининг бошидан охиригача тозалаш самарадорлигини камайтирмасдан ишлатиш мумкин. Бу эса пахтадан майда ифлосликлардан тозалаш самарадорлигини юқори миқдорларига эришиш имкониятини беради.

Пахта оқимига қозиқчалар таъсирида $AB = \breve{S}$ ёй бўйлаб таъсир қилувчи ташқи кучлар натижасидаги ҳаракатини аниқлашда С.М.Тарг тенгламасидан фойдаланамиз. Ҳар бир қозиқчали-планкали барабандан пахта оқимидан майда ифлосликларни ажратишда турли узунликдаги ўрнатилган резинали планкалар L узунлигигача ўзгартириб тозалаш самарадорлигига таъсирини таҳлил қиламиз.

$$m \cdot \ddot{s} + 2 \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{s} = m \cdot \omega^2 \cdot L + m \cdot g \cdot \sin\varphi + f \cdot m \cdot g \cdot \cos\varphi + k \cdot \vartheta \cdot t$$

$$\ddot{s} + 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} - \frac{k}{m} \cdot s = \omega^2 \cdot L + g \cdot \sin\varphi + f \cdot g \cdot \cos\varphi \qquad (1)$$

бу ерда f–ишқаланиш коэффициенти; ϑ–қозиқчанинг тезлиги; $S = \vartheta \cdot t$ -турли узунликда резинали планка таъсирида босиб ўтадиган масофа; k–эластиклик коэффициенти; $F_{кор} = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{s}$ - Кариолис кучи; $F_{м.к} = m \cdot \omega^2 \cdot L$ - марказдан қочма кучи; $F = m \cdot g$ – оғирлик кучи қилади. $\frac{k}{m} = Z^2$ -белгилаш киритамиз.

(1) тенгламанинг чап қисми бир жинсли тенгламани қуйидаги кўринишда ифодлаймиз.

$$\lambda^2 + 2\omega\lambda - z^2 = 0 \tag{2}$$

умумий ечими қуйидагича бўлади

$$y_1 = c_1 e^{\lambda_1 t} + c_2 e^{\lambda_2 t} \tag{3}$$

бу ерда $\lambda_{1_{12}} = -\omega \pm \sqrt{z^2 + \omega^2}$ у ҳолда (3) тенгламани кўриниши қуйидагича бўлади

$$y_1 = c_1 e^{(-\omega + \sqrt{z^2+\omega^2})t} + c_2 e^{(-\omega - \sqrt{z^2+\omega^2})t} \tag{4}$$

(1) тенгламани ўнг томонини хусусий ечимини

$$y_2 = A\cos\omega t + B\sin\omega t \tag{5}$$

кўринишида ифодалаймиз бу ерда $\varphi = \omega \cdot t$ га тенг бўлади.

$$\begin{cases} \dot{y}_2 = -A\omega\sin\omega t + B\omega\cos\omega t \\ \ddot{y}_2 = -A\omega^2\cos\omega t - B\omega^2\sin\omega t \end{cases} \tag{6}$$

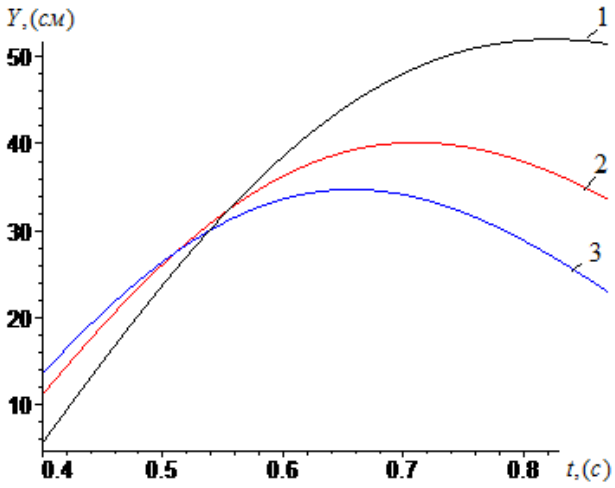
(6) тенгликларни (1) тенгликка қўйиб, ўзгармас коэффициентларни аниқлаймиз.

$$\begin{gathered} -A\omega^2\cos\omega t - B\omega^2\sin\omega t + 2\omega(-A\omega\sin\omega t - B\omega\cos\omega t) - \\ -(A\cos\omega t + B\sin\omega t) - \frac{k}{m}(A\cos\omega t + B\sin\omega t) = g\sin\omega t + fg\cos\omega t \end{gathered} \tag{7}$$

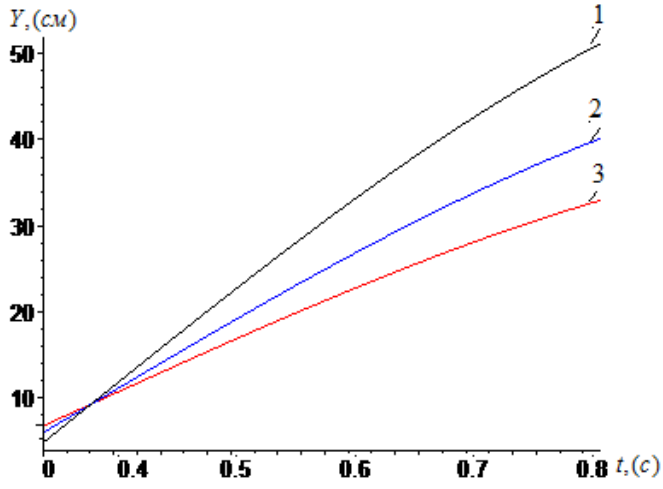
Юқоридаги тенгламаларни бир неча ўзгартиришлардан сўнг пахтани майда ифлосликлардан тозалашда турли узунликдаги резинали планкадаги пахта оқимидан бир ҳил тозалаш самарадорлигига эришишда планкаларнинг узунлиги ва бурчак тезликлари хар бир планкалар ва пахта массасига боғлиқли тенгламаси келтириб чиқарилди:

$$y = M \cdot e^{\left(-\omega+\sqrt{z^2+\omega^2}\right)t} + N \cdot e^{\left(-\omega-\sqrt{z^2+\omega^2}\right)t} + \frac{2\cdot\omega^2\cdot g - \left(\omega^2 + \frac{k}{m}\right)fg}{\left(\omega^2 + \frac{k}{m}\right)^2 - 4\omega^4}\cdot\cos\omega t + \frac{\left(\omega^2 + \frac{k}{m}\right)\cdot g - 2\cdot f\cdot g\cdot\omega^2}{4\omega^4 - (\omega^2 + \frac{k}{m})^2}\cdot\sin\omega t \tag{8}$$

Ҳар бир қозиқчали-планкали барабандаги пахта оқимидан бир хил тозалаш самарадорлигига эришишдаги турли узунликдаги резинали планканинг бикрлигига боғлиқлигини Maple дастуридан фойдаланиб, профилларда таҳлил қиламиз (3-расм).



3-расм. Пахтанинг тозалаш самарадорлигини оширишда турли узунликдаги резинали планкаларнинг бикрлигини турли хил *k_1=1,0Н/мм; k_2=1,2Н/мм; k_3=1,4Н/мм* ***қийматларида вақтга боғлиқлик графиклари***



4-расм. Пахтанинг майда ифлосликдан тозалашда турли узунликдаги резинали планкаларини турли хил *h_1=35мм; h_2=40мм; h_3=45мм* ***қийматларида вақтга боғлиқлик графиги***

Ҳар бир қозиқчали барабандаги пахта оқимидан бир хил тозалаш самарадорлигига эришишдаги қозиқчалардан ўтадиган пахта массасига боғлиқлигини Maple дастуридан фойдаланиб, профилларда таҳлил қиламиз (4-расм).

Юқоридаги графиклар таҳлилидан турли узунликдаги резинали планкалардан ўтувчи пахта оқимидан майда ифлосликлардан тозалаш самарадорлиги таҳлилида асосий сабаб такомиллашган турли узунликдаги резинани пахта бўлакчаси таъсирида кейинги барабанга узатишдаги резинанинг бикрлик коэффициентига ва резинали планканинг узунлигига боғлиқлик графиклари келтирилган, резинали планканинг бикрлигини $k_2=1,2Н/мм$ қийматида ҳамда резинали планка узунлигининг $h_2=35мм$ қийматларида $AB=S=40$ *см* масофага узатилиши пахта бўлакчасининг механик шикастланишини камайтиради.

Адабиётлар рўйхати

1. Пахтани дастлабки ишлашни мувофиқлаштирилган технологияси (ПДИ 30-2017). Ўзпахтасаноат. Тошкент 2017.
2. Пахта толаси. Техникавий шартлар. Ўзбекистон давлат стандарти O‘z Dst 604-2001. Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш Ўзбекистон давлат маркази, Тошкент 2001.
3. Пахтани дастлабки қайта ишлаш (ўқув қўлланма) Э. Зикирёевнинг умумий тахрири остида. Тошкент, Мехнат 20024.

TAKOMILLASHTIRILGAN TOZALASH QURILMASINING TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI TADQIQ QILISH

Sultonov M.M., Aloxodjayev A.M., Mirzaaxmedova D.Yu.
Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Maqolada paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasining qoziqli barabaniga ta’sir qiluvchi asosiy omillar tadqiq qilingan. Tadqiqot natijasida qurilma ishlashiga ta’sir qiluvchi asosiy omillarning optimal qiymatlari aniqlangan.*

O‘tkazilgan tajriba va regressiya tahlillari natijasida paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayonida umumiy tozalash samaradorligi hamda chigit shikastlanish (%) ulushi qurilmaning asosiy konstruktiv va texnologik parametrlariga bevosita bog‘liqligi aniqlandi. Takomillashtirilgan tozalash qurilmasida qoziqlar diametri, qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofa va qoziqli baraban aylanish tezligining optimal kombinatsiyasi mavjud bo‘lib, aynan shu ish rejimida tozalash samaradorligi maksimal qiymatlarga erishadi va chigit shikastlanishi minimal darajada saqlanishi ma’lum bo‘ldi.

Kalit so‘zlar: *paxta, mayda iflosliklar, qoziqli baraban, qoziqlar, aylanish chastotasi, qiyalik burchagi, tozalash zonasi, takomillashtirish, tozalash qurilmasi regressiya tenglamasi*

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF AN IMPROVED CLEANING DEVICE

Sultonov M.M., Alokhodjaev A.M., Mirzaakxmedova D.Yu.
Namangan state technical university.

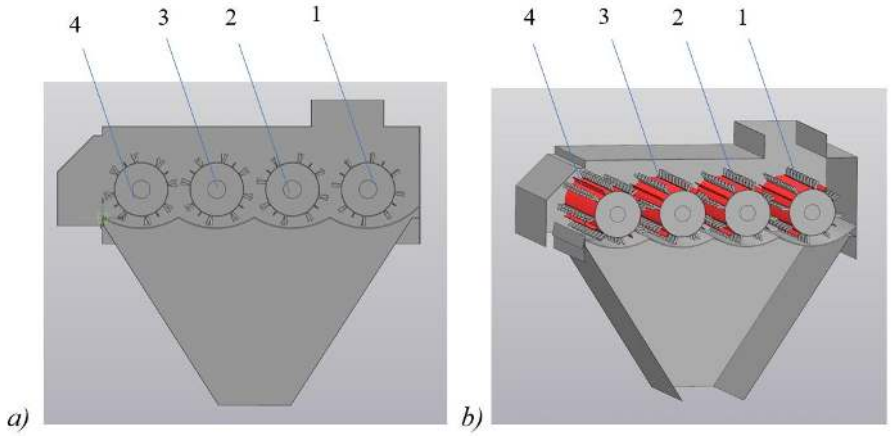
Annotation. *The article studies the main factors affecting the pile drum of the cotton cleaning device from small impurities. As a result of the study, the optimal values of the main factors affecting the operation of the device were determined.*

As a result of the conducted experiments and regression analyses, it was found that the overall cleaning efficiency and the percentage of grain damage (%) in the process of cleaning cotton from small impurities are directly dependent on the main design and technological parameters of the device. The improved cleaning device has an optimal combination of pile diameter, distance between piles and mesh, and pile drum rotation speed, and it was found that in this operating mode, the cleaning efficiency reaches maximum values and grain damage is kept to a minimum.

Keywords: *cotton, small impurities, pile drum, piles, rotation frequency, slope angle, cleaning zone, improvement, cleaning device, regression equation*

***K*irish.** Paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasini takomillashtirishdan maqsad paxta titish darajasida ketma-ket oshirish orqali tozalashning maksimal darajasiga erishishdan iborat. Buning uchun kostruksiya to‘rtta tituvchi qoziqli barabanlari qoziqlari baraban yuzasi

bo‘ylab bo‘ylama yo‘nalishda burchak ostida, har ikki tomonga o‘zgarib turadigan qatorlarga o‘rnatilgan hamda qo‘shni qoziqlarning burchagi qarama-qarshi yo‘nalishda tanlangan. Ketma-ket barabanlarda qoziq qiyalik burchaklarining ortib borishi paxtaning har bir tozalash zonasida titilishiga qarab silkinishini va sudrab olib yurilishini ta’minlaydi, natijada aralashmalar samarali tarzda chiqariladi [1-3].



1-rasm. Tozalash qurilmasining texnologik sxemasi (a) va modeli (b) *1-qoziqlar qiyaligi 6^0 ga teng baraban, 2,3,4-mos ravishda qoziqlari qiyalik burchagi $10,14,18^0$ li barabanlar*

Qurilmada paxta xom ashyosining tozalashga kirish zonasida titilish darajasi eng past, chunki birinchi barabanning qoziq burchagi eng kichik, 6 gradusda o‘rnatilgan. Keyingi barabanning qoziq burchagi esa 4 gradusdan yuqori bo‘ladi, natijada chiqish qismidagi barabanning bo‘ylama yo‘nalishi bo‘yicha 18 graduslik qoziq burchagi hosil bo‘lgan hamda yuqori titilish darajasiga ega bo‘ladi (1-rasm).

Kirish qismidagi barabanlarning qoziqlari minimal burchak ostida o‘rnatiladi, chunki kirish zonasidagi paxta kamroq titiladi, shuning uchun kattaroq paxta bo‘laklari osongina ushlanadi va qoziqlar tomonidan 6 graduslik burchak ostida tortiladi. Chiqish qismidagi tozalash zonasi yakka paxta letuchkalaridan iborat bo‘lib qoladi. Shuning uchun, to‘liq tutib olish va sudrashni ta’minlash uchun qoziqlar 18 graduslik burchak ostida o‘rnatiladi. Bu qoziqlarga barcha paxta bo‘laklarini ushlash va tortib yuza ustidan olib yurish imkonini beradi, bu paxta xom ashyosini mayda qoldiqlardan tozalash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

1-rasmdagi kabi tozalash qurilmasi 4 ta ketma-ket joylashgan qoziqli barabandan iborat:

1-jadval

Barbandagi qoziqlarning qiyalik holatlari

Baraban №	Qarama-qarshi qiyalikdagi qoziqlar soni (o‘ng+chap)	Qiyalik burchagi (α)
1	150+150 (2 ta qatorda 75 dona qoziq)	$\alpha_1 = 6°$
2		$\alpha_2 = 10°$
3		$\alpha_3 = 14°$
4		$\alpha_4 = 18°$

Har bir keyingi barabanning qoziqlari oldingisiga nisbatan 4° ga katta qiyalikda o‘rnatilgan. Qo‘shni qoziqlarning qiyalik burchaklari qarama-qarshi yo‘nalishda joylashtirilgan (ya’ni sinusoidal tartibda). 4 ta barabanning qoziq qiyalik burchagi $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 = 6°, 10°, 14°, 18°$ bo‘lishi mumkin shakllari tahlil qilindi.

$$\alpha_i \in \{6°, 10°, 14°, 18°\} (i=1\ldots4)$$

Bu toplamni matritsasini olib tahlil qilish matritsasi tuzib olimiz.

2-jadval

Tozalash qurilmasini takomillashtirish qoziqlaring birchak o‘zgarish matritsa

Variant	α_1	α_2	α_3	α_4
1	6°	6°	6°	6°
2	10°	10°	10°	10°
3	14°	14°	14°	14°
4	18°	18°	18°	18°
5	6°	10°	14°	18°
6	6°	14°	10°	18°
7	10°	6°	14°	18°
8	10°	14°	6°	18°
9	14°	6°	10°	18°
10	14°	10°	6°	18°
11	6°	10°	18°	14°
12	6°	18°	10°	14°
13	10°	6°	18°	14°
14	10°	18°	6°	14°
15	14°	6°	18°	10°
16	18°	6°	14°	10°

- 1–4 – barabanlarda bir xil burchak
- 5–16 – barabanlarda ketma-ket oshuvchi yoki aralash burchaklar

Fizik mazmunga mos 2 ta funksional model qabul qilamiz:

Jadval natijalarga ko‘ra uning amailiy tozalash samaradorligi va shikastlanish natijalari bilan mos bo‘lib quyidagi 3-jadvalda berilgan:

3-jadval

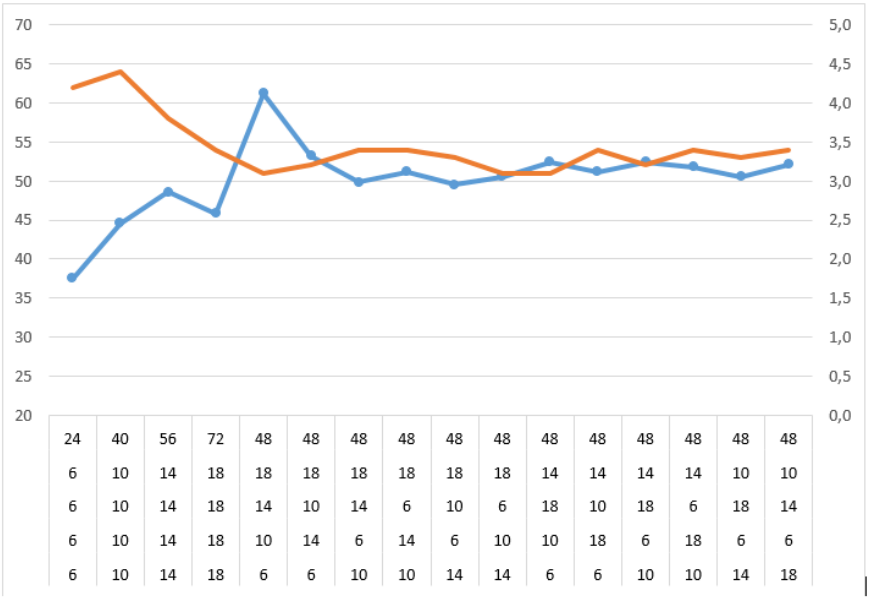
Amaliy tozalash samaradorligi va shikastlanish natijalari

№	Σα (daraja)	σ (%)	Rct
1	24	37,5	4,2
2	40	44,6	4,4
3	56	48,6	3,8
4	72	45,8	3,4
5	48	61,2	3,1
6	48	53,2	3,2
7	48	49,8	3,4
8	48	51,2	3,4
9	48	49,5	3,3
10	48	50,5	3,1
11	48	52,4	3,1
12	48	51,2	3,4
13	48	52,4	3,2
14	48	51,8	3,4
15	48	50,5	3,3
16	48	52,1	3,4

Paxta xom ashyosini tozalash samaradorligi paxta tozalash jarayonining muhim texnologik ko‘rsatkichlaridan biri hisoblanib, u xom ashyo tarkibidagi begona aralashmalar, mineral va organik hamda mayda zarrachalarning ajratib olinishi darajasini tavsiflaydi. Tozalash jarayonining yuqori samaradorligi paxta tolasi va chigitning fizik-mexanik xossalarini saqlab qolish, ularning

shikastlanish darajasini minimallashtirish hamda mahsulot sifat ko‘rsatkichlarini barqaror ta’minlash imkonini beradi.

Shu bilan birga, tozalash samaradorligi tozalash mashinalarining konstruktiv tuzilishi, ishchi organlarning harakat rejimi, texnologik parametrlarning optimal tanlanishi va xom ashyoning boshlang‘ich holatiga bevosita bog‘liqdir. Shu bilan birga qurilma ishlaganda maxsulot shikastlanish holatlarini ham o‘rganish lozim bo‘ladi.



2-rasm. Amailiy tozalash samaradorligi va shikastlanish natijalarining grafik tasviri

Tahhlilardan shuni ko‘rish mumkinki takomillashtirilgan tozalash qurilmasida 4 ta ketma-ket qoziqli baraban mavjud va qoziqlar qiyalik burchagi kirishdan chiqishga qarab 4° ga ortib borishi eng maqbul variant hisoblanadi**:**

$$\alpha_1=6°,\ \alpha_2=10°,\ \alpha_3=14°,\ \alpha_4=18°$$

shuningdek, qo‘shni qator qoziqlar yo‘nalishi qarama-qarshi tanlandi.

Qoziqlar burchagining ketma-ket o‘zgarishi uchun matematik ifoda uchun baraban raqamini i=1, 2, 3, 4 deb olsak, burchaklar ketma-ketligi arifmetik progressiya:

$$\alpha_i = \alpha_1 + (i-1)\Delta\alpha$$

bu erda: $\alpha_1 = 6°,\ \Delta\alpha = 4°$**;**

Demak: $\alpha_i = 6 + (i-1)4$

Natijalar: $\alpha_1=6°,\ \alpha_2=10°,\ \alpha_3=14°,\ \alpha_4=18°$

Qo‘shni qoziqlarning “qarama-qarshi yo‘nalish” sharti (belgi bilan ifodalash) uchun baraban yuzasida qoziqlar qatorlar bo‘yicha navbatma-navbat qarama-qarshi yo‘nalishda o‘rnatilsa, yo‘nalishni belgi orqali ifodalash qulay. Qator (yoki “qo‘shni qoziq guruhi”) indeksini $k = 1, 2, 3, \ldots$ deb olsak:

$$\alpha_{i,k} = s_k\alpha_i, \qquad s_k = (-1)^{k-1}$$

Bu erda: k=1 uchun $s_1 = +1 \gg \alpha_{i,1} = +\alpha_i$

k=2 uchun $s_1 = -1 \gg \alpha_{i,1} = -\alpha_i$

Keltirilgan konstruktiv echimda qoziqlar qiyalik burchagini kirishdan chiqishga qarab bosqichma-bosqich oshirish $\alpha_i = 6 + (i-1)4$ paxtaning titilish darajasi ortib borishini ta’minlaydi: kirishda paxta “yirik bo‘lak” holatida bo‘lgani uchun kichik burchak uni ushlab sudrashni yengillashtiradi, chiqishda esa yakka bo‘laklar (letuchkalar) ko‘paygani sababli katta burchak to‘liq ilib olish va sudrashni kuchaytiradi.

Paxtani mayda iflosliklardan tozalash uchun takomillashtirilgan qurilmasining regressiya tenglamasini qurish. Paxtani dastlabki va chuqur tozalash jarayonlarida mayda

iflosliklarni samarali ajratib olish texnologik jarayonning eng muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Chunki aynan shu bosqichda paxta xom ashyosining keyingi qayta ishlash sifati, tolalarning mexanik shikastlanish darajasi hamda chigitning saqlanish holati bevosita shakllanadi. Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, mavjud tozalash qurilmalarida konstruktiv va texnologik parametrlarning optimal tanlanmaganligi tozalash samaradorligining pasayishiga, chigitning ortiqcha shikastlanishiga va foydali tolalarning yo‘qolishiga olib keladi. Shu sababli takomillashtirilgan qurilma uchun texnologik jarayonni chuqur tahlil qilish va matematik modellashtirish asosida optimal ish rejimlarini aniqlash dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi [4-6].

Regressiya tenglamasini qurishdan maqsad – tozalash jarayoniga ta’sir etuvchi asosiy kiruvchi omillar bilan chiqish ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi miqdoriy bog‘lanishni aniqlash, ularning o‘zaro ta’sirini baholash hamda jarayonni optimallashtirish imkonini beruvchi matematik model yaratishdir. Ushbu tadqiqotda kiruvchi omillar sifatida qurilmaning konstruktiv va texnologik jihatdan eng muhim parametrlari tanlandi [7-8].

4-jadval.

Tadqiq etilayotgan omillar o‘zgarish sathlari va oraliqlarini tanlash

Omillar nomi va belgilanishi	O‘zgartirish sathlari			O‘zgartirish oralig‘i
	-1	0	+1	
X_1 - Qoziqlar diametri, mm	10	12	14	0.1
X_2 - Qoziqlar va to‘r panjaragacha bo‘lgan masofa, mm	45	50	55	5
X_3 - Qoziqli baraban(lar) aylanish chastotasi, ayl/min	400	425	450	25

Xususan, X_1 – qoziqlar diametri (mm) bo‘lib, u ishchi zona bilan paxta massasining o‘zaro ta’sir intensivligini belgilaydi; X_2 – qoziqlar va to‘r panjara orasidagi masofa (mm) bo‘lib, iflosliklarning ajralish sharoitini belgilaydi; X_3 – qoziqli baraban(lar)ning aylanish chastotasi (ayl/min) esa tozalash jarayonining dinamikasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiq etilayotgan omillar o‘zgarish sathlari va oraliqlarini tanlash 4-jadvalda keltirilgan. Ushbu omillar ma’lum diapazonlarda o‘zgartirilib, ularning darajalari markaziy nokompozitsion tajriba asosida kodlangan holda o‘lchandi.

5-jadval. Markaziy nokompozitsion tajriba matritsasi

№	Omillar			x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	Y_1	Y_2	$S_u^2(Y_1)$	$S_u^2(Y_2)$
	x_1	x_2	x_3										
1	+	+	0	+	0	0	+	+	0	37,0	5,20	0,860	0,151
2	+	-	0	-	0	0	+	+	0	40,0	6,20	0,780	0,248
3	-	+	0	-	0	0	+	+	0	41,0	4,10	0,800	0,231
4	-	-	0	+	0	0	+	+	0	46,0	6,70	0,720	0,328
5	+	0	+	0	+	0	+	0	+	42,0	8,20	0,760	0,274
6	+	0	-	0	-	0	+	0	+	50,0	4,80	0,680	0,385
7	-	0	+	0	-	0	+	0	+	48,0	4,50	0,700	0,356
8	-	0	-	0	+	0	+	0	+	56,0	5,10	0,620	0,478
9	0	+	+	0	0	+	0	+	+	35,9	3,69	0,812	0,007
10	0	+	-	0	0	-	0	+	+	52,7	8,90	0,644	0,004
11	0	-	+	0	0	-	0	+	+	40,7	5,53	0,778	0,018
12	0	-	-	0	0	+	0	+	+	50,8	7,90	0,677	0,011
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,0	3,80	0,023	0,173
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,0	3,40	0,289	0,250
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,0	4,10	1,700	0,049
Matritsada (+), (-) va 0 qiymatlar ishlatish lozim													

Kirish omillarining aniq va ishonchli o‘lchanishi uchun laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlariga mos o‘lchash vositalaridan foydalanildi, natijada olingan eksperimental ma’lumotlar asosida Y – chigitning shikastlanish darajasi (%) kabi chiqish parametrlarini tavsiflovchi omillar tanlandi.

Tajriba natijalaridan kelib chiqib, ikkinchi darajali regression ko‘p omilli matematik modelni qidiramiz [8-9]. Ushbu tajriba natijasida quyidagi umumiy ko‘rinishdagi regression modelni olish mumkin:

$$Y_R = b_0 + \sum_{i=1}^{M} b_i x_i + \sum_{\substack{i=j=1 \\ j\neq 1}}^{n} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{M} b_{ii} x_i^2$$

Yoki tajribamizda uchta omil qatnashayotgani uchun yuqoridagi ifoda quyidagi ko‘rinish oladi:

$$Y_R = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2$$

Tenglamada: $b_0 \dots b_1 \dots$ – regressiya koeffitsientlari, x_1, x_2, x_3 – omillarning kodlangan qiymati.

$$g_1 = 0{,}2;\ g_2 = 0{,}17;\ g_5 = 0{,}13;\ g_3 = 0{,}13;\ g_6 = 0{,}06\ ;\ g_4 = 0;\ g_7 = 0{,}31$$

Y_1- tozalash samaradorligini optimallashtirish bo‘yicha modellarni hisoblash va regressiya koeffitsientlari aniqlanadi:

$$b_0 = \frac{1}{N_s}\sum_{u=1}^{N_s} \overline{Y}_{\overline{u}} = \frac{1}{3}(42 + 43 + 41) = 42$$

Qurilmada chigit shikastlanishiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillarni aniqlash.

Y- Chigit shikastlanish (%) ulushi optimallashtirish bo‘yicha modellarni hisoblash va regressiya koeffitsientlarini aniqlanadi:

$$b_0 = \frac{1}{N_s}\sum_{u=1}^{N_s} \overline{Y}_{\overline{u}} = \frac{1}{3}(3{,}8 + 3{,}4 + 4{,}1) = 3{,}77$$

Aniqlangan regressiya koeffitsientlarini hisobga olgan holda tenglama yoziladi:

$$Y_R = 3{,}77 + 0{,}5 * X_1 - 0{,}56 * X_2 - 0{,}6 * X_3 + 0{,}4 * X_1 * X_2 + 1 * X_1 * X_3 - 0{,}71 * X_2 * X_3 + 0{,}82 * {X_1}^2 + 1{,}25 * {X_2}^2 + 1{,}3 * {X_3}^2$$

Y - Chigit shikastlanish (%) ulushi optimallashtirish regressiya koeffitsientlarining ahamiyatliligini aniqlash, buning uchun chiquvchi parametr dispersiyasini aniqlanadi va shu asosda regressiya koeffitsientlarini aniqlashdagi dispersiyani hisoblanadi:

$$S^2\{\overline{Y}\} = \frac{1}{3-1} \cdot 0{,}472 = 0{,}2359$$

Regressiya koeffitsientlarini aniqlashdagi o‘rtacha kvadratik chetlashishni topiladi:

$$S\{b_0\} = 0{,}22; \quad S\{b_i\} = 0{,}172; \quad S\{b_{ij}\} = 0{,}243; \quad S\{b_{ii}\} = 0{,}27$$

Shundan so‘ng quyidagi tenglama yordamida Styudent mezonining hisobiy qiymatini aniqlanadi:

$$t_R\{b_0\} = \frac{|3{,}77|}{0{,}217} = 17{,}37 \qquad t_R\{b_{12}\} = \frac{0{,}4}{0{,}243} = 1{,}65$$

$$t_R\{b_1\} = \frac{|0{,}5|}{0{,}172} = 2{,}91 \qquad t_R\{b_{13}\} = \frac{|1|}{0{,}243} = 4{,}12$$

$$t_R\{b_2\} = \frac{|0{,}56|}{0{,}172} = 3{,}26 \qquad t_R\{b_{23}\} = \frac{|0{,}71|}{0{,}243} = 2{,}92$$

$$t_R\{b_3\} = \frac{|0{,}6|}{0{,}172} = 3{,}49 \qquad t_R\{b_{11}\} = \frac{|0{,}82|}{0{,}272} = 3{,}01$$

$$t_R\{b_{22}\} = \frac{|1{,}25|}{0{,}272} = 4{,}6 \qquad t_R\{b_{33}\} = \frac{|1{,}3|}{0{,}272} = 4{,}78$$

Styudent mezonining jadval qiymatini 3-ilovadan olinadi:

$$t_j[P_D = 0{,}95; f\{S_s^2\} = 3 - 1 = 2] = 2{,}77$$

Ma’lumki, agar mezonning hisobiy qiymati jadval qiymatidan kichik bo‘lsa, o‘sha koeffitsient ahamiyatli emas va uni tenglamadan chiqariladi. Tadqiqotlarda, b_{12} koeffitsienti tadqiq etilayotgan parametrlar uchun ahamiyatsiz ekanligi ma’lum bo‘ldi, hamda ahamiyatli koeffitsientlar bilan tenglamani qayta yoziladi:

$$Y_R = 3{,}77 + 0{,}5 * X_1 - 0{,}56 * X_2 - 0{,}6 * X_3 + 1 * X_1 * X_3 - 0{,}71 * X_2 * X_3 + 0{,}82 * {X_1}^2 + 1{,}25 * {X_2}^2 + 1{,}3 * {X_3}^2$$

Olingan Olingan Y - chigit shikastlanish (%) ulushi bo‘yicha tenglamalarni adekvatlikka tekshirish. Tekshirish Fisher mezoni yordamida bo‘yicha tenglamalarni adekvatlikka tekshirish. Tekshirish Fisher mezoni yordamida amalga oshiriladi. Fisher mezonining hisobiy qiymati aniqlanadi. Optimallanayotgan omilning hisobiy qiymati Y tenglama 6 – jadvalning matritsadagi (–1, 0 va +1) barcha ustunlarining kodlashtirilgan qiymatlarini qo‘yib hisoblanadi. Qiymatlar ustun bo‘yicha emas, qator bo‘yicha olinadi. Y formula uchun hisoblash ishlari quyidagicha bo‘ladi va hisobiy natijalar jadvalga kiritilgan:

Yuqorida keltirib olingan regresion matematik modelning adekvatli yoki adekvat emasligini tekshirish maqsadida Fisher mezonining hisobiy qiymatidan foydalanib aniqlaymiz.

$$F_R = \frac{S_{nad}^2\{Y\}}{S^2\{\overline{Y}\}}$$

Olingan Y_2- chigit shikastlanish (%) ulushi miqdorini bo‘yicha tenglamaga kodlashtirilgan qiymatlarini qo‘yib hisoblash:

$$S^2\{\overline{Y_1}\} = \frac{\sum_{u=1}^{N} S^2\{Y\}}{N_s - 1} = \frac{0{,}472}{3-1} = 0{,}2359$$

$$Y_R = 3{,}77 + 0{,}5 * X_1 - 0{,}56 * X_2 - 0{,}6 * X_3 + 1 * X_1 * X_3 - 0{,}71 * X_2 * X_3 + 0{,}82 * {X_1}^2 + 1{,}25 * {X_2}^2 + 1{,}3 * {X_3}^2$$

6-jadval

Adekvativ dispersiya uchun tenglamaga kodlashtirilgan qiymatlarining hisobiy natijalar

№	Y– chigit shikastlanish (%) ulushi adekvatnligi			
	Y_{1i}	Y_{1i}	$(Y_{1i}-Y_{R1i})$	$(Y_{1i}-Y_{R1i})^2$
1	5,2	5,78	0,58	0,34
2	6,2	6,9	0,70	0,49
3	4,1	4,78	0,68	0,46
4	6,7	5,9	-0,80	0,64
5	8,2	6,79	-1,41	1,99
6	4,8	5,99	1,19	1,42
7	4,5	3,79	-0,71	0,50
8	5,1	6,99	1,89	3,57
9	3,690652181	4,45	0,76	0,58
10	8,895134257	7,07	-1,83	3,33
11	5,531548596	6,99	1,46	2,13
12	7,9	6,77	-1,13	1,28

$$\sum_{u=1}^{N-N_s+1}(Y_{R1.u} - \overline{Y}_{1u})^2 = 16{,}721\,; \qquad S_{nad}^2\{Y_1\} = \frac{16{,}721}{4} = 4{,}18$$

Ma’lumki agar mezonning hisobiy qiymati jadval qiymatidan kichik bo‘lsa, o‘sha koeffitsent adekvat bo‘lib hisoblashlar to‘g‘ri olib borilganligini isbotlaydi

$$F_{R1} = \frac{S_{nad}^2\{Y\}}{S^2\{\overline{Y}\}} = \frac{4{,}18}{0{,}2359} = 17{,}72$$

$$F_j\left[P_D = 0{,}95;\ f\left\{S_{nad}^2\{Y\}\right\} = 15 - 6 - (3-1) = 5; f\{S_u^2\} = 3 - 1 = 2\right] = 19{,}35$$

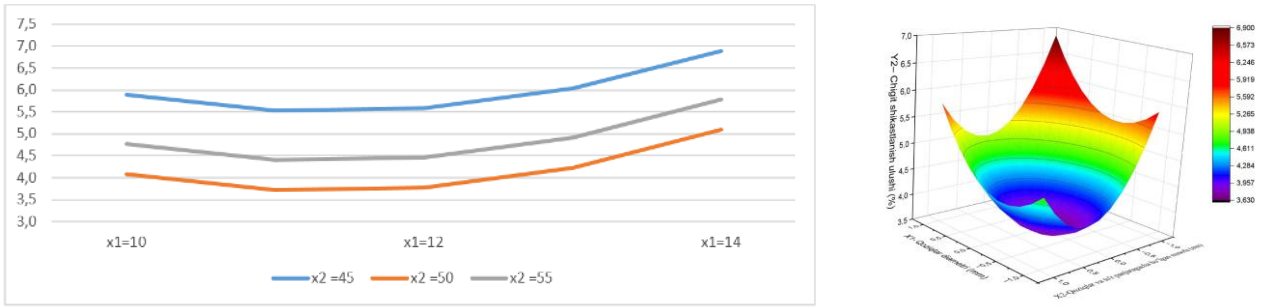
$$F_{R1} = 17{,}72 < 19.35 = F_j$$

Demak olingan regresion matematik modelar tadqiq etilgan jarayonni yetarli aniqlikda ifodalaydi.

Chigit shikastlanish (%) ulushi miqdorini pragnozlash bo‘yicha regressiya tenglamasining grafik ko‘rinishi va tahlili.

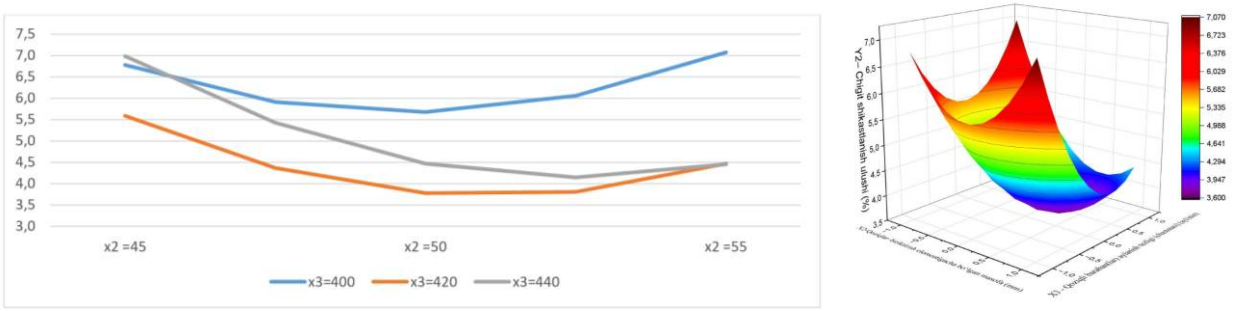
Natija. Tadqiqot uchun chiqish parametrining xususiyatlarini aniqlash uchun tuzilgan tenglama uch o‘lchovli bo‘lgani uchun, tahlildagi kirish omillaridan biri $X_i = 0$ (markaziy holat) deb qabul qilinadi va biz ikki o‘lchovli grafikni modellarni 3 ta tenglamaga o‘zgartirish yo‘li bilan tuzamiz.

$$Y_R = 3{,}77 + 0{,}5 * X_1 - 0{,}56 * X_2 - 0{,}6 * X_3 + 1 * X_1 * X_3 - 0{,}71 * X_2 * X_3 + 0{,}82 * {X_1}^2 + 1{,}25 * {X_2}^2 + 1{,}3 * {X_3}^2$$



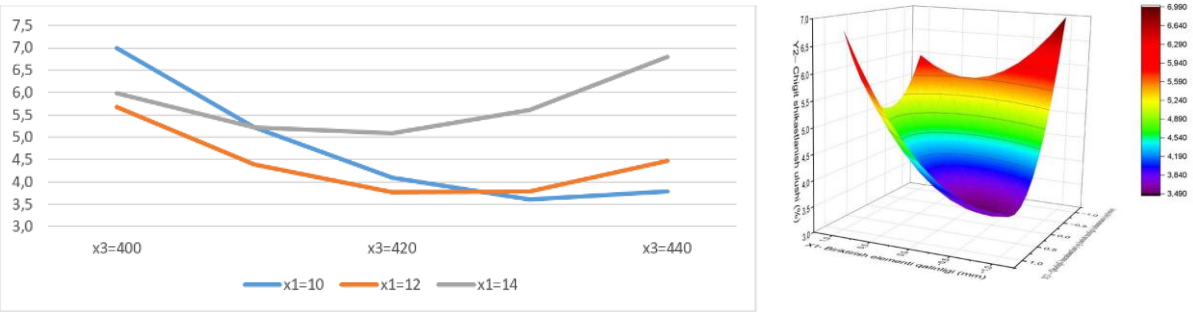
3-rasm. Qoziqlar diametri va qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofani chigit shikastlanish (%) ulushiga ta’siri

3-rasmdagi grafik tahlili qoziqlar diametri va qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofaning chigit shikastlanish darajasiga birgalikdagi ta’sirini yaqqol namoyon etadi. Grafikdan ko‘rinishicha, qoziqlar diametri kichik qiymatlardan o‘rta qiymatlarga oshishi bilan chigit shikastlanish darajasi avval kamayadi, so‘ngra barqarorlashadi. Bu holat paxta massasining ishchi zonada silliqroq harakatlanishi va chigitga beriladigan zarba intensivligining kamayishi bilan izohlanadi. Masofa parametri juda kichik bo‘lganda paxta zichlanib, chigitning mexanik ta’sir ostida qolishi kuchayadi va shikastlanish ortadi. Masofa ortib borganda esa chigitning ishchi elementlar bilan to‘qnashuvi yumshab, shikastlanish darajasi pasayadi. Grafikda minimal shikastlanish qiymatlari o‘rta diapazonlarda shakllanib, konstruktiv va texnologik parametrlarning muvozanatli tanlanishi chigitning (saqlanish) shikastlanmaslik darajasini ta’minlashda muhim ekanligini ko‘rsatadi.



4-rasm. Qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofani va baraban aylanish tezligini chigit shikastlanish (%) ulushiga ta’siri

4-rasmdagi grafikda masofa va baraban aylanish tezligining chigit shikastlanish darajasiga ta’siri o‘rganilgan. Grafik tahlili shuni ko‘rsatadiki, aylanish chastotasining past qiymatlarida chigitga ta’sir nisbatan sust bo‘lib, shikastlanish darajasi past saqlanadi. Aylanish chastotasi oshgani sari paxta massasining harakat tezligi ortadi va chigitning ishchi elementlar bilan to‘qnashuvi kuchayadi, natijada shikastlanish foizi oshadi.



5-rasm. Qoziqlar diametri va baraban aylanish tezligini chigit shikastlanish (%) ulushiga ta'siri

Biroq masofa optimal diapazonda bo‘lganda aylanish chastotasining salbiy ta'siri sezilarli darajada kamayadi. Grafikda minimal shikastlanish hududi aniq ajralib turib, aynan shu zona texnologik jihatdan eng maqbul ish rejimini ifodalaydi. Bu esa aylanish chastotasini masofa parametri bilan muvofiqlashtirish chigit shikastlanishini cheklashda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

5-rasmdagi grafik qoziqlar diametri va baraban aylanish tezligining chigit shikastlanish darajasiga birgalikdagi ta'sirini ifodalaydi. Grafikdan ma'lum bo‘lishicha, qoziqlar diametri kichik bo‘lganda aylanish chastotasining oshishi chigitga beriladigan zarba intensivligini kuchaytirib, shikastlanish foizini oshiradi. Diametr o‘rta qiymatlarga etganda esa ishchi elementlarning paxta massasiga ta'siri nisbatan yumshoq bo‘lib, shikastlanish darajasi minimal qiymatlarga yaqinlashadi. Juda katta diametrlarda esa chigitning ishchi zona bilan uzoqroq aloqada bo‘lishi sababli shikastlanish yana ortishi mumkin. Grafik optimal diametr–tezlik kombinatsiyasi mavjudligini ko‘rsatib, chigitni saqlash nuqtai nazaridan aylanish chastotasi va qoziqlar diametrini birgalikda tanlash zarurligini isbotlaydi.

Xulosa. Chigit shikastlanish (%) ulushini prognozlash bo‘yicha tuzilgan regressiya tenglamasi va uning asosida qurilgan grafik tahlillar natijalari shuni ko‘rsatdiki, chigitning mexanik shikastlanish darajasi qurilmaning asosiy konstruktiv va texnologik omillariga sezilarli darajada bog‘liqdir. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, qoziqlar diametri X_1=11–13 mm diapazonda tanlanganda chigit shikastlanish darajasi minimal qiymatlarga yaqinlashib, o‘rtacha 3,7–4,2 % oralig‘ida shakllanadi. Diametrning 10 mm dan kichik bo‘lishi shikastlanishni 5,5–6,0 % gacha oshirsa, 14 mm dan katta qiymatlarda esa chigitning ishchi zona bilan uzoqroq kontaktda bo‘lishi sababli shikastlanish 4,8–5,2 % gacha ortishi kuzatildi.

Qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofa X_2=48–52 mm diapazonda bo‘lganda chigitning mexanik zarbalarga uchrashi kamayib, shikastlanish darajasi o‘rtacha 3,6–4,0 % ni tashkil etdi. Masofaning 45 mm dan kichik qiymatlarida paxtaning zichlanishi kuchayib, shikastlanish 6–7 % gacha oshgan bo‘lsa, 55 mm dan katta masofalarda ishchi ta'sirning notekisligi sababli shikastlanish yana 4,5–5,0 % darajasiga ko‘tarildi.

Qoziqli baraban aylanish tezligi X_3=420–435 ayl/min oralig‘ida bo‘lganda chigit shikastlanish darajasi eng past qiymatlarga ega bo‘lib, 3,5–3,9 % ni tashkil etdi. Aylanish chastotasining 400 ayl/min dan past bo‘lishi chigitni to‘liq olib yurmaslikka olib kelib, shikastlanishning notekisligiga sabab bo‘lsa, 450 ayl/min dan yuqori qiymatlarda zarba intensivligi ortib, shikastlanish 6–8 % gacha etishi aniqlandi.

Uch omilning optimal kombinatsiyasida regressiya modeli bo‘yicha prognoz qilingan chigit shikastlanish darajasi 3,6–3,9 % chegarasida shakllanib, eksperimental natijalar bilan solishtirilganda farq ±0,4–0,6 % dan oshmadi. Bu holat ishlab chiqilgan regressiya modelining adekvatligini va uning chigit shikastlanishini prognozlashda ishonchli ekanligini tasdiqlaydi. Natijada takomillashtirilgan tozalash qurilmasi uchun aniqlangan raqamli parametrlar paxta xom ashyosini tozalash jarayonida chigitni saqlash darajasini oshirish hamda ishlab chiqarish yo‘qotishlarini kamaytirish uchun amaliy jihatdan muhim hisoblanadi.

O‘tkazilgan tajriba va regressiya tahlillari natijasida paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayonida umumiy tozalash samaradorligi hamda chigit shikastlanish (%) ulushi qurilmaning asosiy konstruktiv va texnologik parametrlariga bevosita bog‘liqligi aniqlandi. Takomillashtirilgan tozalash qurilmasida qoziqlar diametri, qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofa va qoziqli baraban aylanish tezligining optimal kombinatsiyasi mavjud bo‘lib, aynan shu ish rejimida tozalash samaradorligi maksimal qiymatlarga erishadi va chigit shikastlanishi minimal darajada saqlanadi. Regressiya modeli asosida prognoz qilingan natijalarga ko‘ra, optimal sharoitda umumiy tozalash samaradorligi 55–56 % atrofida shakllanib, chigit shikastlanish darajasi 3,6–4,0 % chegarasida bo‘ladi. Eksperimental va hisobiy natijalar o‘rtasidagi farqning kichik bo‘lishi ishlab chiqilgan matematik modelning adekvatligi va ishonchliligini tasdiqlaydi. Natijada takomillashtirilgan qurilma paxta xom ashyosini samarali tozalash bilan birga chigitning saqlanish darajasini oshirish, ishlab chiqarish yo‘qotishlarini kamaytirish va texnologik jarayonni optimallashtirish uchun amaliy jihatdan muhim ilmiy-texnik echim ekanligi asoslandi.

Takomillashtirilgan tozalash qurilmasi uchun tuzilgan regressiya modellariga asoslangan prognoz natijalariga ko‘ra, optimal texnologik rejimda umumiy tozalash samaradorligi 55–56 %**,** chigit shikastlanish darajasi esa 3,6–4,0 % ni tashkil etadi. Optimal sharoitlar qoziqlar diametri ≈12 mm**,** qoziqlar bilan to‘r panjara orasidagi masofa 48–52 mm va qoziqli baraban aylanish chastotasi 420–440 ayl/min oralig‘ida aniqlangan. Hisobiy va eksperimental natijalar o‘rtasidagi og‘ish mos ravishda ±2–3 % (tozalash samaradorligi bo‘yicha) va ±0,5 % (chigit shikastlanishi bo‘yicha) dan oshmaydi. Bu holat ishlab chiqilgan regressiya modellari adekvat va ishonchli ekanligini hamda ularni ishlab chiqarish sharoitida qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Первичная переработка хлопка-сырца. Учебное пособие. Под ред. Э.З.Зикриёева, Т., Мехнат, 1999, С.84-86.
2. Якубов Б.Н. Совершенствование процесса очистки хлопка-сырца от сорных примесей в пильчатых очистителях с целью уменьшения потери волокнистой массы хлопка: Дисс... канд. тех. наук. -Ташкент: ТИТЛП, 1995. - 156 с.
3. Расулов Р.Х. Обоснование параметров пильчато – колосниковой системы очистителя хлопка – сырце от крупного сора. Канд. дисс., Ташкент, 2008г, 130 с.
4. Obidov A.A., Akxmadaliyeva D. Development of an experimental construction of a device for cleaning from small piece of contaminants. Scientific and technical journal of NamIET, №2, 2024
5. Obidov Avazbek, Xudayberdiyeva Dilnoza, Xudayberdiyev Nurillo «Paxtani mayda iflosliklardan tozalashda to‘rli yuza deformatsiyasini o‘rganish». Xalqaro standartlar asosida maxsulot sifatini ta’minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo‘llashning innovatsion usullari mavzusidagi respublika ilmiy amaliy anjuman. NamMTI 2024. 428-432 b.
6. Камалов Н.З., Махматкулов Ч.М., Методы оптимизации разделительных процессов. // Т.: 1991. – 28 с. – Деп. в УзНИИНТИ №1442-Уз.
7. Бўриев Р.А., Жуманиязов К.Ж., Салимов А.М. Пахтанинг сифатини аниқлаш. «Ўзпахтасаноатэкспорт» холдинг компанияси «Пахтасаноат Илмий маркази» акциядорлик жамияти. Тошкент-2016, 144 б.
8. Севастьянов А.Г., Севастьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. // М.: Легпромбытиздат, 1991. - 255 с.
9. Норбоева Д.В., Росулов Р.Х. Пахтани ифлосликладан тозалаш муаммоларини тадқиқ қилиш// ФарПИ Илмий-техника журнали, №2, Том 23, 2019. 162-165-бетлар.

MAHALLIY XOMASHYOLARGA ASOSLANGAN YARIM JUN TO‘QIMALAR ISHLAB CHIQISHNING DOLZARB MASALALARI.

Azimova G.A., Shokirov L.B.
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. *Jun tolasi — tabiiy kelib chiqishga ega bo‘lgan, keratin oqsilidan tashkil topgan spiral tuzilishli modda bo‘lib, uning noyob fizik, mexanik va gigiyenik xususiyatlari uni kiyimbop to‘qimalar ishlab chiqarishda eng qimmatli xomashyo turlaridan biriga aylantiradi. Jun tolasi kam issiqlik o‘tkazuvchanlik (0.035–0.045 W/m·K) ko‘rsatkichiga ega bo‘lib, bu uning sovuqdan himoya qilish qobiliyatini oshiradi.*

Kalit so‘zla: *raqobatbardosh, kiyim-kechak, import, mahalliy, xomashyo, havo o‘tkazuvchanlik, gigiyenik, estetik, tabiiy, jun, paxta, zig‘ir,component, aralash , kastyum, pardozlash.*

URGENT ISSUES IN THE PRODUCTION OF SEMI-WOOLEN FABRICS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS

Azimova G.A., Shokirov L.B.
Bukhara state technical university.

Abstract. *Wool fiber is a spiral-shaped substance of natural origin, consisting of keratin protein, whose unique physical, mechanical and hygienic properties make it one of the most valuable raw materials in the production of clothing fabrics. Wool fiber has a low thermal conductivity (0.035–0.045 W/m·K), which increases its ability to protect against cold.*

Keywords*: competitive, clothing, import, local, raw materials, breathability, hygienic, aesthetic, natural, wool, cotton, linen, component, blend, costume, finishing.*

Respublikada bugungi kunda O‘zbekiston yengil sanoati barqaror rivojlanish bosqichida bo‘lib, ichki bozorni sifatli, ekologik toza va raqobatbardosh kiyim-kechak mahsulotlari bilan ta’minlash masalasi eng muhim strategik yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Aholining kiyim-kechak mahsulotlariga bo‘lgan talabi ortib borayotgan bir sharoitda, import o‘rnini bosuvchi, yuqori sifatli mahalliy xomashyo asosidagi to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etmoqda.

Jun tolasi o‘zining tabiiy issiqlik saqlash, havoni o‘tkazish, gigiyenik va estetik xususiyatlari bilan ajralib turadi. Biroq sof jun to‘qimalarning yuqori tannarxi, qayta ishlashdagi texnologik murakkablik va issiqlik ishlov jarayonlarining resurs talabchanligi ularni keng miqyosda ishlab chiqarish imkoniyatlarini cheklaydi. Shu sababli jun, paxta va sintetik tolalarni ma’lum nisbatlarda aralashtirib, yarim jun tarkibli kiyimbop to‘qimalar ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biridir.

O‘zbekiston tabiiy xom ashyo – paxta, jun va ipak ishlab chiqarishda etakchi davlatlardan biri hisoblanadi. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar asosida viskoza va polyester kabi sintetik tolalar ham ishlab chiqarilmoqda. Ushbu imkoniyatlardan foydalangan holda, aralash tolali kostyum matolarini ishlab chiqarish texnologiyalarini tadqiq qilish va optimallashtirish, import hajmini kamaytirish hamda eksport salohiyatini oshirishga xizmat qiladi.

Jun tolasi — tabiiy kelib chiqishga ega bo‘lgan, keratin oqsilidan tashkil topgan spiral tuzilishli modda bo‘lib, uning noyob fizik, mexanik va gigiyenik xususiyatlari uni kiyimbop to‘qimalar ishlab chiqarishda eng qimmatli xomashyo turlaridan biriga aylantiradi.

1. Issiqlik saqlash va gigiyenik xususiyatlar: Jun tolasi kam issiqlik o‘tkazuvchanlik (0.035–0.045 W/m·K) ko‘rsatkichiga ega bo‘lib, bu uning sovuqdan himoya qilish qobiliyatini oshiradi. Gigroskopikligi 14–18%ni tashkil qiladi va namni oson singdiradi, biroq sirtini quruq saqlaydi. Bu xususiyatlar tufayli jun kiyimlar inson tanasi uchun optimal mikroiqlim yaratadi.

2. Mexanik va elastik xususiyatlari: Jun tolasi cho‘zilganda 25–35% gacha uzayadi va deformatsiyadan so‘ng o‘z shaklini tiklay oladi. Bu elastiklik kiyim shaklini saqlash, burishmaslik va qulay harakatlanish imkonini beradi. Uzilishdagi mustahkamligi 120–160 MPa atrofida bo‘lib, bu uni o‘rtacha bardoshli, lekin yumshoq va buramdorligini ta’minlaydi.

3. Namlikni boshqarish va mikroiqlim xususiyatlari: Jun tolasi 14–18% gacha namni singdira oladi, ammo ho‘l sezilmaydi. Bu xususiyat inson tanasidan chiqadigan bug‘ va ter

namligini yutib, tashqi namlikdan himoya qiladi. Sirtida tabiiy lanolin yog‘i mavjud bo‘lib, u suvni oson singdirmaydi va tolaga gidrofoblik xususiyatini beradi.

4. Estetik va gigiyenik ko‘rsatkichlar: Jun tolasi o‘ziga xos yumshoqlik, tabiiy mat sirt va chiroyli draplanish qobiliyatiga ega. Tuklanishga qarshiligi 4–5 ball atrofida, elektrostatik zaryadlanish darajasi juda past, rang saqlovchanligi esa yuqori 4–5 ball. Shu sababli jun matolar uzoq muddat davomida o‘z estetik ko‘rinishini saqlaydi.

5. Ekologik va funksional afzalliklari: Jun tolasi 100% biologik parchalanadi va ekologik toza material hisoblanadi. U yong‘inga chidamli, yonmaydi, faqat kuyyadi va o‘z-o‘zidan so‘nadi. Shuningdek, tabiiy lanolin tufayli antibakterial xususiyatga ega va quyosh nurlarini 95–98% gacha to‘sadi.

Iplarning texnik ko‘rsatkichlari buramlar soni, chiziqli zichligi, yigirish tizimi to‘qimaning asosiy iste’mol xususiyati silliqligi, mustaxkamligi, havo o‘tkazuvchanligiga va gigienik xususiyatlariga ta’sir etadi.

Xomashyo tolaviy tarkibi eng muhim faktor. Jun aralash to‘qimalarda tabiiy va sintetik komponentlar nisbati matoning asosiy iste’mol xususiyatlarini belgilaydi 1-jadval.

1-jadval

Xomashyo tolaviy tarkibini to‘qimaning asosiy iste’mol xususiyatiga ta’siri omillari

№	Tolaviy tarkibi	To‘qima xususiyatlari
1	Jun % ko‘p (≥60%)	Yaxshi issiqlik saqlanuvchanlik, yumshoqlik, lekin qisqarish ehtimoli yuqori
2	Jun–Paxta (50:50)	Gigiyenik va gigroskopikligi yaxshi, issiqliksaqlanuvchanligi past
3	Jun–PES (50:50)	Elastik deformatsiyaga chidamli, parvarishi oson, issiqliksaqlanuvchanligi past
4	Jun–Viskoz (70:30)	Yumshoqlik va mustahkamligi yahshi, gigiyenik xususiyati past

Mahsulotning xususiyatini, sifat darajasini belgilovchi omillarni, sifatini to‘g‘ri va obyektiv baholashni, ekspluatatsiya jarayonida va turli ta’sirlarga bardoshlilik darajasini bilmay turib uning sifatini yaxshilash mumkin emas. Jun tolasi kiyimbop to‘qimalar ishlab chiqarishda o‘zining issiqlik saqlovchi, gigiyenik, elastik va ekologik xususiyatlari bilan ajralib turadi. U inson tanasiga qulay mikroiqlim yaratadi, uzoq muddatli xizmat ko‘rsatadi va estetik jihatdan yuqori baholanadi. Shu boisdan, yarim junli aralashmalar asosidagi kiyimbop to‘qimalar sanoatda yuqori talabga ega bo‘lib, energiya va resurs tejamkor texnologiyalar orqali ularni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy yo‘nalish hisoblanadi.

Yarim jun tolali to‘qimalarning umumiy tavsifi: Yarim jun tolali to‘qimalar — bu tarkibida ma’lum miqdorda jun tolalari odatda 30–70% bo‘lgan, qolgan qismini paxta, viskoza, poliester, akril kabi boshqa tolalar tashkil etadigan to‘qimalardir. Ular tabiiy jun to‘qimalarga nisbatan arzonroq, ammo o‘xshash issiqlik izolyatsiyasi va gigienik xususiyatlarga ega. 50% jun + 50% poliester – issiqlik saqlash va burishmaslik xususiyatlari muvozanatda bo‘ladi. 60% jun + 40% viskoza – nafas oluvchi, yumshoqligi yuqori. 70% jun + 30% paxta – tabiiy va gigienik tarkibli, qattiqroq tuzilishga ega. Bu aralashmalar to‘qima narxini kamaytiradi, pardozlash va ishlov berishni texnologiyasini yengillashtiradi.

Yarim jun tolali kiyimbop to‘qimalarni quyidagi belgilar bo‘yicha tasniflash maqsadga muvofiq: a) *Tolalar tarkibiga ko‘ra:*

- Tabiiy aralashmali: jun + paxta, jun + ipak.
- Sun’iy aralashmali: jun + viskoza, jun + asetat.
- Sintetik aralashmali: jun + lavsan (poliester), jun + nitron (akril).
- Ko‘p komponentli: jun + viskoza + poliester.

b) *O‘rilish turiga ko‘ra:*

- Polotno o‘rilishli: – eng mustahkam va silliq;
- Sarja o‘rilishli (kapronli, diagonal) – shaklni yaxshi saqlaydi, elastik mato;

- Satin yoki atlas o‘rilishli – silliq, yaltiroq, tantanali kiyimlar uchun.

c) *Belgilanishiga ko‘ra:* Erkaklar kiyimbop to‘qimalari: kostyumlik, palto uchun; Ayollar kiyimbop to‘qimalari: kostyum, yubka, paltolik; Bolalar uchun: gigienik, yumshoq va allergiyasiz turlar;

d) *Yuzaning tuzilishiga ko‘ra:* Silliq yuzali (kam tukli, tekis) – kostyumlik matolari; Tukli (villi) yuzali — palto, kurtka uchun; Relyefli yoki naqshli – dizaynerlik kiyimlar uchun.

Yarim jun to‘qimalarning asosiy fizik-mexanik va gigienik xususiyatlari

a) *Fizik-mexanik xususiyatlari:* Mustahkamlik: aralash tolalar tufayli yuqori darajada asosan 450–550 N oralig‘ida.

- Cho‘ziluvchanlik: jun tolasi tufayli elastik, tikuv vaqtida shaklni saqlaydi.
- Burishmaslik: sintetik tolalar mavjudligi tufayli yuqori.
- Egiluvchanlik: tabiiy jun tufayli yaxshi, kiyim qulay o‘tiradi.

b) Gigienik xususiyatlari:

- ✓ Issiqlik saqlash qobiliyati: 0,030–0,045 Vt/m·K, bu paxtalik matolardan 30–40% yuqori.
- ✓ Gigroskopiklik: 12–16% (toza jun 17–18%, sintetik esa 3–5%).
- ✓ Havo o‘tkazuvchanlik: 90–130 $dm^3/m^2 \cdot s$ atrofida.
- ✓ Teri bilan aloqa qulayligi: aralash tarkibdagi viskoza yoki paxta tufayli yumshoqlik ta’minlanadi.

Ishlov berish va parvarish qilish xususiyatlari: Yarim jun matolar toza jun to‘qimalarga nisbatan:

- ➢ Kam cho‘ziladi va qisqaradi**,** chunki sintetik komponent shaklni ushlab turadi;
- ➢ Yuvish va dazmollash osonroq, suv harorati 30–40°C dan oshmasligi kerak;
- ➢ Statik elektrlanish ehtimoli bor, shuning uchun antistatik ishlov tavsiya etiladi;
- ➢ Bo‘yoqni yaxshi ushlab turadi, ayniqsa disperse va reaktiv bo‘yoqlar bilan.

Yarim jun tolali kiyimbop to‘qimalar: Kostyumlar**,** palto**,** pidjak**,** shim**,** yubka**,** forma va xizmat kiyimlari uchun keng ishlatiladi**.** Harbiy va maxsus kiyimlarda – mexanik mustahkamlik va issiqlik saqlanuvchanlik xususiyati uchun qo‘llaniladi.

Yarim jun tolali kiyimbop to‘qimalar hozirgi vaqtda to‘qimachilik sanoatida eng samarali materiallardan biridir. Ular tabiiy junning issiqlik va gigienik afzalliklarini saqlagan holda, sintetik tolalarning chidamliligi, burishmasligi va arzonligini birlashtiradi. Shu sababli ular moda sanoatida**,** maishiy kiyim ishlab chiqarishda hamda maxsus ish kiyimlari tayyorlashda keng qo‘llaniladi.

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**.**

Jun hayvonlarning terisida joylashgan tuklari deb ataluvchi va qayta ishlab ipga aylantiriluvchi toladir (2-5 jadval). Hayvonlardan olinadigan jun hayvon turiga qarab nomlanadi. Masalan: echki juni, tuya juni va boshqalar. Jun tolalari ifloslikni 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, shu bilan birga quruq qoladi. 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.

Jun hayvonlarning terisida joylashgan tuklari deb ataluvchi va qayta ishlab ipga aylantiriluvchi toladir (2-5 jadval). Hayvonlardan olinadigan jun hayvon turiga qarab nomlanadi. Masalan: echki juni, tuya juni va boshqalar. Jun tolalari iflosliknі 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, shu bilan birga quruq qoladi. 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.

Yangi to‘qima assortimentini yaratishda, xom-ashyoning tolaviy tarkibi, tolalarning xossalari, ularning o‘zaro birikuvi alohida e’tiborga olinadi. Kiymbop gazlamalarning me’yoriy ko‘rsatkichlarini qisqacha ko‘rib chiqish ularning yig‘indisiga faqat aralash gazlamalarda erishish mumkin degan xulosaga kelish imkonini beradi.

Shuni tan olish kerakki, faqatgina tabiiy tolalardan – zig‘ir, paxta, jun tolalaridan tikilgan kiyimlarga talab ortmoqda. Zig‘ir va paxta gazlamalari, albatta, juda qulay, biroq ular tez kirishadi va oson g‘ijimlanadi. Garchi bugungi kunda “yengil g‘ijimlar” tendensiyasi moddada bo‘lsa-da, bu ishbilarmonlar uchun mo‘ljallangan kiyimlar uchun maqbul emas, chunki bu muvaffaqiyatli inson qiyofasiga putur etkazadi.

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.

Xulosa qilib shuni aytish joizki, aynan kiyimga mo‘ljallangan turli tarkibli to‘qimalarni loyihalash jarayonlarini takomillashtirish masalalari bo‘yicha tadqiqotlar, xususan, muayyan xususiyatli kiyim-kechak uchun aralash jun gazlamalarni loyihalash, ularni tuzilish ko‘rsatkichlaridan foydalanib yarim jun mato to‘qimalarni ishlab chiqish dolzarb masalaaridan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2023). To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirish, eksport salohiyatini kengaytirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida [PF–2-son Farmon, 10 yanvar 2023 yil]. https://lex.uz
2. Khurram Shehzad Akhtar, Ali Afzal, Kashif Iqbal, Zahid Sarwar, Sheraz Ahmad. Investigation of Manufacturing and Processing Techniques on Shade Variation and Performance Characteristics of Woven Fabrics. // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. Volume 13, Issue 3 – 2018. 71-77 p.
3. 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.
4. .Sabit Adanur. Handbook of weaving. crspress. Boca Raton London New York Washington, DC.-2001.-P.-488.
5. Кукин Т.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение, М.: Легпромбытиздат, 1992, с. 272.
6. Склянников В.П. Потребительские свойства текстильных товаров, М, Экономика, 2002, с. 157.
7. Сурнина Н.Ф., Мартынова А.А. Влияние на физико- механические свойства ткани из штапельного волокна строения и технических параметров принятых при ее выработке на ткацком станке.- Н.тр. МГТУ, 2018. сб.20, с.

8. Кирюхин С.М, Додонкин Ю.В. Качество тканей,- М: Легпромбытиздат, 2006, с.161.
9. Дианич М.М. Потребительские свойства тканей и трикотажа из смеси льняных и химических волокон. - М: Легкая и пищевая промышленность, 2003, С.113.
10. Onikov E.A, Sumerina B.V.. The experiment-calculated method used to evaluate bearing surface of fabric //Технология текстильной промышленности № 2 (350) 2014 . -С.59-62
11. X.A. Alimova. Ipak chiqindisiz texnologiyasi. Toshkent. “Fan”.-2004-215.
12. Разработка структурной схемы формирования рационального ассортимента в системе «комплект» из шерстяных и поликомпонентных тканей Арипджанова Д.У, Хабибуллаев Д.А, Туйчиев И.И. Вестник науки и образования научно-методический журнал №13 (49) октябрь 2018. 134 стр.

TURLI XOMASHYOLI IKKI QATLAMLI TRIKOTAJ TO‘QIMALARINING SIFAT KO‘RATKICHLARINI KOMPLEKS BAHOLASH.

Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H.
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti.

Annotatsiya. *Respublika to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatining investitsion jozibadorligini va raqobatbardoshligini yanada oshirish, sohaning eksport salohiyatini kengaytirish, mahalliy to‘qimachilik mahsulotlarining xorijiy bozorlarga kengroq kirib borishi uchun sharoitlar yaratilmoqda. Olib borilgan ilmiy ishda xomashyo turi va to‘qima tuzilishining o‘zgarishi, ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining fizik-mexanik xususiyatlariga ta’siri kompleks diagramma orqali aniqlandi. Yangi tuzilishli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalari LONG XING 252SC rusumli 12 klass yassi ignadonli mashinada, xom - ashyo sifatida old qatlam uchun chiziqiy zichligi 60 teks bo‘lgan PAN ipidan va orqa qatlam uchun 20 teks × 4 chiziqli zichlikka ega bo‘lgan yigirilgan paxta ipidan foydalanilgan. Olingan namunalarning fizik-mexanik xususiyatlari va texnologik ko‘rsatkichlari “KOR-UZ” texnoparki sinov laboratoriyasida standart uslubda aniqlandi va natijalar tahlil qilindi. Trikotaj to‘qimalari bir-biridan to‘qima tuzilishining o‘zgarishi bilan farq qiladi. Taklif etilayotgan ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini bolalar va kattalar ustki kiyimlarini tayyorlashda muvaffaqiyatli foydalanish mumkin.*

Kalit so‘zlar: *trikotaj to‘qima, ikki qatlamli trikotaj, xomashyo, to‘qima tuzilishi, fizik-mexanik xususiyatlar, eksport salohiyati.*

COMPREHENSIVE EVALUATION OF QUALITY INDICATORS OF DOUBLE-LAYER KNITTED FABRICS MADE FROM VARIOUS RAW MATERIALS.

Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H.
Tashkent institute of textile and light industry.

Annotation*. Conditions are being created in the republic to further increase the investment attractiveness and competitiveness of the textile and garment-knitting industry, expand the export potential of the sector, and ensure wider access of domestic textile products to foreign markets. In the conducted scientific research, the influence of changes in raw material type and fabric structure on the physical and mechanical properties of double-layer knitted fabrics was determined using complex diagrams. Double-layer knitted fabrics of a new structure were produced on a LONG XING 252SC flat knitting machine of the 12th gauge. As raw materials, PAN yarn with a linear density of 60 tex was used for the front layer, while twisted cotton yarn with a linear density of 20 tex × 4 was used for the back layer. The physical and mechanical properties of the obtained samples were determined using standard methods in the testing laboratory of the “KOR-UZ” technopark, and the results were analyzed. It was found that the knitted fabrics differ from each other due to changes in the fabric structure. The proposed double-layer knitted fabric can be successfully used in the production of outerwear for children and adults.*

Key words: *knitted fabric, double-layer knitwear, raw materials, fabric structure, physical and mechanical properties, export potential.*

***K*irish.** O‘zbekiston to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoati iqtisodiyotining real sektorida yuqori ulushga ega bo‘lgan va ishlab chiqarish zanjirini to‘liq qamrab olgan yagona sanoat sohasi hisoblanadi. To‘qimachilik sanoati O‘zbekiston sanoatining eng rivojlangan va yuqori rentabelli tarmoqlaridan biridir. Tarmoq korxonalarida yigirilgan ip kalava, xom va tayyor matolar, trikotaj va tikuvchilik korxonalarida - kiyim-kechak va maishiy buyumlar ishlab chiqarishga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Bu esa o‘z navbatida sifat ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan, tashqi va ichki bozor

talablariga mos keladigan, xomashyo sarfi kam, shuningdek mahalliy xomashyolar bilan bir qatorda, sintetik iplardan foydalangan holda aralash tarkibli trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish ehtijoyijini ortishiga olib keladi. Aralash tarkibli iplardan foydalangan holda trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqarish, mahsulotlar assortimentini kengayishiga zamin yaratadi. Trikotaj mato ishlab chiqarish va bo‘yash hajmini oshirish uchun infratuzilmaviy va moliyaviy shart-sharoitlar yaratish orqali ip-kalavani qayta ishlash darajasi 2027 yil yakunigacha bosqichma-bosqich 100 foizga olib chiqish rejalashtirilgan. Respublikani “to‘qimachilik xabi”ga aylantirish va kamida xalqaro darajada tan olingan 10 ta mahalliy brendlarni yaratish ustidagi ishlar manzilli tashkil etiladi [1]. Trikotaj yangi tuzilishdagi assortimentini ishlab chiqishda birinchi navbatda O‘zbekiston iqlim sharoiti va xalq ehtiyojini o‘rganib chiqish talab etiladi. Shu bilan bir qatorda trikotaj matolarining shakl saqlash xususiyatlarini oshirish usullarini takomillashtirish masalasi dolzarb muammolardan biridir.

Nazariy tadqiqotlar. Hozirgi kunda jahonda trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini tuzilishi, deformatsion xususiyatlarini tadqiq qilish bo‘yicha bir qator xorijiy olimlar ilmiy izlanishlar olib borishgan. A.S. Dalidovich, I.I. Shalov, L.A. Kudryavin, V.M. Lazarenko, V.A. Zinoveva, Ye.P. Pospelov, A.N. Kosigin, L.V. Shkunova, N.A. Grechuxina, L.P. Rovinskaya, I.G. Sitovich, V.A. Zavaruev, L.V. Shengeliya, Z.N. Shlyaxova, G.A. Boruxov va boshqalar. Trikotaj to‘qimalari va mahsulotlari assortimentini kengaytirish, naqsh samarasini oshirish hamda ularning texnologik parametrlarini va fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq etish bo‘yicha, O‘zbekistonning taniqli olimlari ilmiy ishlar olib borishmoqda. Jumladan M.M. Muqimov, X.A. Alimova, N.R. Xanxadjayeva, A.Y. Rahimov, B. Mirusmanov, Q.M. Xoliqov, K.Z. Yunusov, X.A.Xazratqulov, M.M. Musayeva, G.X.Gulyayeva, T.K. Allamuratova, N.M. Musayev, E.B. Xolboyev, J.Z. Borotovlar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan [2].

Butun dunyoda - mahsulot ishlab chiqarishda tabiiy xom ashyolar bilan bir qatorda kimyoviy va sintetik iplar aralashmasidan oqilona foydalanib, ulardan foydalanish chegarasini kengaytirish, trikotaj to‘qimalarining yangi assortimentlarini ishlab chiqishda yangi texnika va texnologiyalarni takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda [3]. Trikotaj ishlab chiqarish sanoatida ikki qatlamli trikotaj to‘qimalari ishlab chiqarish tendensiyasi keng qo‘llanilmoqda. Zamonaviy trikotaj to‘quv mashinalarining texnologik imkoniyatlarini tadqiqotlash yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining yangi turlarini yaratish va ularni ishlab chiqarish imkonini beradi. Bu borada bir qator olimlar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan [4-7]

[4] ishda pressli biriktirish usulida qo‘shimcha ip yordamida ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini olish texnologiyasi yaratilgan.

[5] ishda qatlamlari yangi usulda biriktirilgan ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlarini o‘zgarishi tadqiq etilgan.

Ustki trikotaj mahsulotlarining shakl saqlash xususiyatlarini oshirish maqsadida olib borilgan ilmiy tadqiqot [6] ishida hosilali lastik to‘qimasi asosida ustki trikotaj to‘qimasini olish usuli keltirilgan. Olingan to‘qimaning ikkala tomoni uzaytirilgan protyajkali old tomon halqalariga ega bo‘lib, ikkitadan kam bo‘lmagan ip yordamida bog‘langan.

Ustki trikotaj mahsulotlarini xom - ashyo sarfini kamaytirish, trikotaj to‘qimasining issiqlik saqlash xususiyatini va sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash maqsadida tahlil qilinayotgan [7] ishlarda arqoqli trikotaj to‘qimasining tuzilishi va ishlab chiqarish usuli ishlab chiqilgan.

[8] ishda fiziologik va issiqliq komfortini hisobga olgan holda sport mahsulotlari tayyorlash uchun mo‘ljallangan xomashyo sarfi kam bo‘lgan, yangi tuzilishga ega bo‘lgan ustki trikotaj to‘qimasini olish usuli taqdim etilgan. Tadqiqot jarayonida belgilab qo‘yildiki, bunda trikotaj to‘qimasining tolaviy tarkibi, va halqa ipi uzunligi, chiziqli zichligi va uning havo o‘tkazuvchanlik xususiyatiga sezilarli darajada ta’sir etadi. Trikotaj to‘qimalarining suv bug‘i o‘tkazuvchanlik xususiyatiga, xususan, kapillyarlik xususiyatlariga asosan qo‘llanilayotgan xomashyo turi sezilarli darajada ta’sir etadi. Mahsulot birligiga nisbatan xomashyo sarfini kamaytirish va trikotaj

to‘qimasining shakl va issiqlik saqlash xususiyatlarini oshirish maqsadida hosilali lastik to‘qimasi asosida ustki trikotaj to‘qimasi taklif etilgan.

Yuqori o‘rganilgan ilmiy tadqiqot ishlari va izlanishlardan ma’lum bo‘ldiki, bugungi kunda ustki trikotaj to‘qimalarini olish usullari, yangi tuzilishlari va ularni xom - ashyo sarfini kamaytirish bo‘yicha ilmiy ishlar bajarib kelinmoqda.

Tajribaviy izlanishlar. Trikotaj to‘qimalari assortimentini kengaytirish va xomashyo turining o‘zgarishini trikotajning shakl saqlash, mustahkamlik oshishi va boshqa sifat ko‘rsatkichlariga ta’sirini tadqiq etish maqsadida tuzilishi bilan bir-biridan farq qiladigan ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining 6 ta varianti ishlab chiqildi. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimasi namunalari LONG XING 252SC rusumli yassi ignadonli mashinada ishlab chiqarildi. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimasining ikkita mustaqil qatlamini shakllantirish uchun xom - ashyo sifatida old qatlam chiziqiy zichligi 60 teks PAN ipidan va 20 teks x 4 chiziqiy zichlikka ega bo‘lgan yigirilgan paxta ipidan foydalanilgan. Ishlab chiqarilgan ikki qatlamli trikotaj to‘qima namunalarining fizik-mexanik xususiyatlari “KOR-UZ” texnoparki sinov laboratoriyasida standart uslubda sinovdan o‘tkazildi va olingan natijalar jadvalda keltirildi. Trikotaj to‘qimalardan maqsadli foydalanish sharoiti va vazifasiga ko‘ra, trikotaj to‘qimalarining tuzilishi, fizik-mexanik xusuyatlarini tavsiflash orqali amalga oshiriladi 1-jadval.

1-jadval

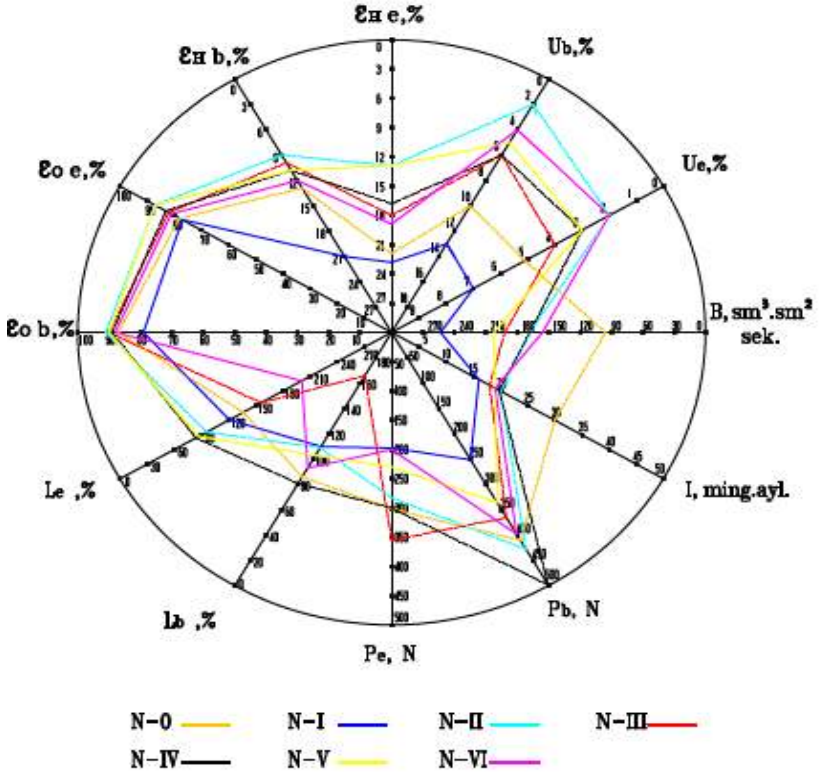
Ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining fizik-mexanik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar		Variantlar						
Iplarning turi, chiziqiy zichligi, teks	Old qatlam PAN 60 teks	0	I	II	III	IV	V	VI
	Orqa qatlam paxta 20 teks x 4							
Havo o‘tkazuvchanlik, V_r $sm^3/sm^2 \cdot s$		96,5	86	72	76	73	78	82
Trikotajning yuza zichligi,Ms,g/m		513	401.5	472.3	492	474.2	428.4	431.4
Trikotajning qalinligi, T mm		1,5	1.5	1.85	1.85	1.8	1.65	1.6
Ishqalanishga chidamlilik, ming. sikl		22000	26000	30500	30000	30500	30000	29000
Uzilish kuchi, Rr, N	Bo‘yi bo‘yicha	409,5	510,4	527,9	525,6	597,3	535,3	518,4
	Eni bo‘yicha	301,5	408,8	482,2	454,7	360,7	430,7	411,8
Uzilishdagi uzayishi, L, %	Bo‘yi bo‘yicha	96,5	92,8	89,0	90,0	81,0	83,0	91,0
	Eni bo‘yicha	136,5	121,0	96,2	106,6	84,0	88,0	102,3
Qaytmas deformatsiya, ε_n,%	Bo‘yi bo‘yicha	13	11	8	10	8	9,5	10
	Eni bo‘yicha	22	18	13	18	15	13	15
Qaytar deformatsi, ε_o, %	Bo‘yi bo‘yicha	87	89	92	90	92	91,5	90
	Eni bo‘yicha	78	82	87	88	85	87	85
Kirishish , U %	Bo‘yi bo‘yicha	10,1	7	2	6	6	5	4
	Eni bo‘yicha	-5,1	4	-2	-4	3	3	2

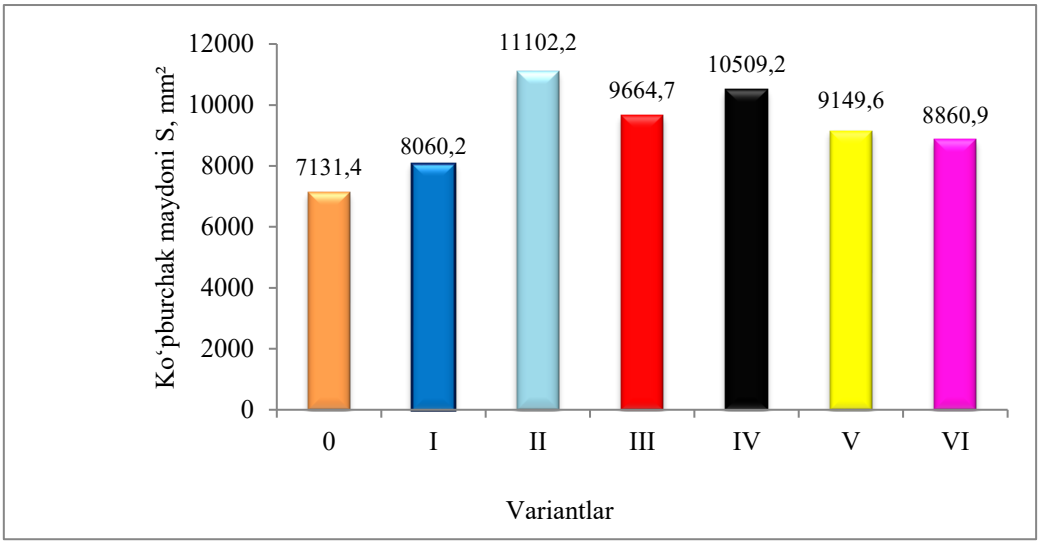
Sifatni belgilovchi xususiyatlar, iste’molchilar talablaridan kelib chiqqan holda, standartlarda belgilangan. Eng sifatli variantlarni aniqlash maqsadida trikotaj matolarini tuzilishi va xususiyatlarini shakllantiruvchi ko‘pgina omillar hisobga olingan. Shuning uchun, statistik ma’lumotlarga ishlov berish uchun, sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholash diagrammasini qurish usuli qo‘llanilgan. Bu usul orqali qurilgan ko‘p burchaklarni umumiy yuzalarini taqqoslash eng sifatli variantni aniqlash imkonini berdi [9-10].

Natijalar tahlili. O‘tkazilgan sinov tajribalaridan shular ma’lum bo‘ldiki, ishlab chiqarilgan namunalarning sifat ko‘rsatkichlari turli variantlarda ustuvorlikka ega bo‘ldi. Natijada namunalar orasidan xomashyo sarfi kam va eng yaxshi sifat ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan optimal variantni

aniqlash zarurati yuzaga keldi. Trikotaj to‘qimalarining eng yaxshi variantlarini aniqlash uchun to‘qimaning tuzilishi va xususiyatini shakllantiruvchi bir qator omillarni hisobga olish hamda baholash usullaridan foydalanish tavsiya etiladi. Shu bois statistik ma’lumotlar hamda olingan tajriba natijalarini o‘zaro taqqoslash maqsadida ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholash usulidan foydalanildi. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimasining ikkita mustaqil qatlamini shakllantirish uchun xom - ashyo sifatida old qatlam chiziqiy zichligi 60 teks PAN ipidan va 20 teks x 4 chiziqiy zichlikka ega bo‘lgan yigirilgan paxta ipidan foydalanib to‘qilgan trikotaj to‘qimalari ichida eng yaxshi variantlarini aniqlash maqsadida trikotaj sifatini kompleks baholash diagrammasi (1-rasm) va gistogrammasi (2-rasm) qurildi.



1-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholash diogrammasi.



2-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholashning qiyosiy gistogrammasi.

Eng sifatli variantlarni aniqlash uchun ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining tuzilishi va xossalarini shakllantiruvchi ko‘pgina omillarni hisobga olish zarur [11-15]. Shu sababli, sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholash diagrammasini qurish usuli qo‘llanilgan. Bu usul eng sifatli variantni aniqlash imkonini beradi. Kompleks diagrammaning har bir o‘qida ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlaridagi natijalarining son ko‘rsatkichlari joylashtirilgan. Diagrammada trikotaj to‘qimalarining sifatini tahlil natijalari grafik ko‘rinishida keltirilgan.

Tadqiqot davomida yengil ustki trikotaj mahsulotlari uchun zarur bo‘lgan eng kerakli xususiyatlar jamlandi. Olingan namunalarning yuza zichliklari, qalinligi, hajm zichligi, havo o‘tkazuvchanligi, uzilish kuchi, uzilishdagi uzayish, qaytar va qaytmas deformatsiya miqdori va kirishuvchanlik kabi ko‘rsatkichlari asos namuna bilan o‘zaro taqqoslandi.

Taqqoslangan ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholash diagrammasi va gistagrammasini tahlili shuni ko‘rsatadiki, eng rasional, o‘zida maqbul sifat ko‘rsatkichlarini jam etgan press va hosilali glad to‘qimasidan ishlab chiqarilgan II, III va IV variantlar eng yaxshi variant ekanligi ma’lum bo‘ldi.

Xulosa. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqarishda trikotaj mashinasining konstruksiyasiga o‘zgartirishlar kiritmasdan faqatgina uning texnologik imkoniyatlaridan keng foydalangan holda, to‘qima tuzilishini o‘zgartirish hisobiga, sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilanishiga erishildi.

Baholash natijalari asosida xom - ashyo sarfi kam va sifat ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan optimal variantlar aniqlandi. Yangi olingan ikki qatlamli trikotaj namunalarining fizik-mexanik xususiyatlarini tahlili va kompleks baholash natijasida II, III va IV variantlarning sifat ko‘rsatkichlari asos variantga nisbatan yuqoriligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. 2025 y 16-yanvar PF-6. To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatida qayta ishlash zanjirini rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida.
2. S. Primov, B. Mirusmanov, R. Qurbonov. Ikki qavatli 2+2 interlokli trikotaj to‘qimalarini olish usuli.. // To‘qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar scientific-technical journal www.ntsi.uz scientific-technical journal 1-tom. № 2. 2023. 39
3. Двухслойное полотно. Патент 6854296. США “МРК7 ”D04 B 11/04. 13.01.2004.
4. Sh.K.Usmonkulov “To‘quv mashinalarida yangi ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini olish hisobiga trikotaj mahsulotlari sifatini yaxshilash va issiqlik saqlash xususiyatini oshirish ”avtoreferat Toshkent 2017.
5. M.M.Musaeva “Trikotaj to‘qimalarining yangi tuzilishlarini olish hisobiga uning sifatini yaxshilash va xomashyo sarfini kamaytirish” avtoreferat. Toshkent TTESI -2020. 10-13 b
6. Заявка № ИАП 20140153, подана 25.04.2014, принята к рассмотрению 27.06.14. Способ вязания двухслойного трикотажа на плоскофанговой машине. Sh.Usmonkulov, M. Mukimov. 1-3 betlar
7. Проказова М. А. Разработка ассортимента трикотажа комбинированных переплетений на базе двухслойного производного ластика. Дис… канд. техн. наук. - Москва.- 2010. -132с.
8. From 8. Candan C., Önal L. Dimensional. Pilling And Abrasion Properties of Weft Knits Made Open-End and Ring Spun -2002. -№72 (2). - pp. 164-169.
9. Musayev N.M., Gulyayeva G.X., Mirusmanov B.F. Yigirilgan paxta va ipak iplaridan olingan naqshli trikotaj to‘qima ko‘rsatkichlarini kompleks baholash. // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. - Farg'ona. Tom-24, №2, 2020. – 30-34 b.
10. Musayev N.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M. Комплексная оценка рисунчатого трикотажного полотна, выработанногоиз хлопчатобумажной и шелковой пряжи / Н. М. Мусаев, Г. Х. Гуляева, М. М. Мукимов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2020. – № 1. – С. 83–87

11. Tashpulatova, S., Mukimov, M., Musayev, N., Gulyaeva, G., & Musayeva, M. (2023, June). Device for testing the strength of fixing the plush thread in the ground stitch. In AIP Conference Proceyedings (Vol. 2789, No. 1). AIP Publishing.
12. Musaev N. et al. Research of pattern cotton-silk knitting fabrics //AIP Conference Proceyedings. – AIP Publishing, 2024. – Т. 3045. – №. 1, 030079.
13. Candan C., Önal L. Dimensional, Pilling And Abrasion Properties of Weft Knits Made From Open-End and Ring Spun Yarns. // Textile Res. J. -2002. -№72 (2). - pp. 164-169.
14. Kavuturan Y. The Effects of Some Knit Structures on the Fabric Properties in Acrylic Weft Knitted Outerwear Fabrics. // Tekstil Maraton. -2002. -pp. 40-46.
15. Karba, M., Gersak, J., Stjepanovic Z. The Influence of Knitting Parameters on Dimensional Changes of Knitted Fabricsin the Process of Relaxation. // Proc. 2nd International Textile Clothing & Design Conference. -2004. -pp. 200-205.

KITOBXONLIK MADANIYATINI OSHIRISHNING AYRIM MASALALARI

Mannonov Y.O.
O‘zbekiston davlat san’at va madaniyat instituti.

Annotatsiya. *Maqolada kitob va kutubxona haqidagi fikrlar, davlatimiz tomonidan kitobxonlikka bo‘lgan e’tibor, amalga oshirilayotgan ishlar, kitobxonlik madaniyatini oshirishning o‘ziga xos xususiyatlar haqida so‘z yuritiladi.*

Kalit so‘zlari: *axborot-kutubxona, kitobxon, kitobxonlik madaniyati.*

SOME ISSUES OF IMPROVING THE READING CULTURE.

Mannonov Y.O.
Uzbekistan state institute of arts and culture.

Abstract. *The article discusses ideas about books and libraries, the attention paid to reading by our state, the work being done, and the specific features of improving reading culture.*

Keywords: *information library, reader, reading culture.*

Yangi O‘zbekiston taraqiyotida yoshlarni ma’naviy ehtiyojlarini qondirish, ularda kitobxonlik madaniyatini yuksaltirish, Vatanga muhabbat, milliy an’analarga hurmat, insonparvarlik, halollik, burch, o‘z huquqlarini himoya qilish, kasbga hurmat kabi fazilatlarini singdirishda kitob va kutubxonalarning roli va ahamiyati benazirdir. Kitob va kutubxona insonni tarbiyalash, uning tafakkurini oshirish, fikrlash tarzini shakllantirish va uning barkamol yetuk shaxs bo‘lib yetishishida muhim rol o‘ynaydi. Kitoblar va kutubxonalar yozuvga asoslangan aloqalarning turli davrlarida barcha sohalarida insonlarga katta imkoniyatlar ochib berdi. Shunga asosan bugungi kunda kitob va kutubxonalarni jamiyatimizda madaniyatining ko‘p sonli vazifalarini hal qilish atrof-muhit hodisalarga nisbatan tahliliy yondashuvlarni o‘zlashtirish, bilimlar ortirish, dunyoqarashni o‘stirish va ayniqsa Davlatimiz siyosatini to‘g‘ri tushunishda yosh avlodga betakror hissasini qo‘shaytganligini baralla aytishimiz mumkin.

Yozuvning paydo bo‘lishi va hujjatli manbalar, qo‘lyozma va keyinchalik bosma kitoblarning ko‘payishi kutubxonalarning yuzaga kelishiga sabab bo‘ldi. Kutubxonalar miloddan avvalgi 2 ming yillikda vujudga kelib, asosan saroylarda, qadimgi Misr va Rim ibodatxonalari qoshida, madrasalarda kutubxonalar bo‘lgan. Qadimgi davrdagi kutubxonalardan eng mashuri Aleksandriya kutubxonasi hisoblangan. G‘arbiy Yevropada ilk o‘rta asrlarda monastir va ibodatxonalar qoshida kutubxonalar tashkil etilgan. O‘zbekiston hududida miloddan avvalgi 1 ming yillikning so‘ngi asrlarida dastlabki kutubxonalar paydo bo‘lgan. Kutubxona so‘zi kutub - arabcha “kitoblar”, xona -forscha “uy” degan ma’noni anglatadi. Kutubxona – bosma va ayrim qo‘lyozma asarlardan ommaviy foydalanishni ta’minlovchi madaniy - ma’rifiy va ilmiy muassasa hisoblanib, unda muntazam ravishda bosma asarlarni to‘plash, saqlash, targ‘ib qilish va kitobxonlarga yetkazish, shuningdek, axborot bibliografik ishlar olib boriladi. Foydalanuvchilarga xizmat ko‘rsatish kutubxonaning asosiy faoliyati bo‘lib, qolgan barcha faoliyatlar (kitob fondini butlash, uni tashkil etish, to‘ldirish va h.k) asosiy faoliyat uchun xizmat qiladi. Foydalanuvchilarga xizmat ko‘rsatishning asosiy maqsadi ularni axborot va adabiyot bilan to‘liq va samarali ta’minlashdan iborat [1].

“Kitob”-“kitobxona”- “kitobxon” umumiy birlashgan tuyg‘ularni aks ettiradi. Ularni bir-biridan ajratib ta’rif berish qiyin. XXI asr axborot asri deb atalayotgan bir davrda yosh avlodning turli axborot xurujlariga berilishi global muammoga aylandi. Natijada zamonaviy axborot makonida yashayotgan yoshlarning kitobxonlik madaniyatidan yiroqlashuviga, ma’naviyatning, intellektual ongning qashshoqlashishiga, milliy-ma’naviy qadriyatlarning pasayishiga olib kelmoqda. Shuning uchun ham Yangi O‘zbekistonda kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ‘ibot qilish Davlatimiz olib boraytgan keng ko‘lamli ishlardan bo‘lib, bu tizimni rivojlantirish uchun bir qator chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, Prezidentimiz Shavkat Mirziyoyevning 2017-yil 12-yanvar kuni “Kitob mahsulotlarini chop etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ‘ibot qilish bo‘yicha komissiya tuzish to‘g‘risida”gi Farmoyishida va shu yili qabul qilingan “Kitob mahsulotlarini nashr

etish va tarqatish tizmini rivojlantirish, kitob mutolasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ‘ib qilish bo‘yicha kompleks chora – tadbirlar dasturi to‘g‘risida”gi 2017 - yil 13 – sentyabrdagi Qarori orqali bir qator vazifalar belgilanib, muvaffaqiyatli amalga oshirildi. Kitob nashr qilish, kitobxonlarga yetkazish, nashrlarni estetik jihatdan talablarga javob berishi, kitobxonlik madaniyatini yuksaltirish kabi masalalar hal etildi. Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “2020 – 2025 – yillarda kitobxonlik madaniyatini rivojlantirish va qo‘llab quvatlash milliy dasturini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Qarorida ham yoshlarni kitobxonlikka jalb qilish, kitobxonlik madaniyatini tarbiyalash, kutubxonalarda foydalanuvchilarga zamonaviy axborot kommunikatsiyalaridan foydalanib axborotga bo‘lgan talablarini to‘liq qondirish, targ‘ibot – tashviqot ishlarini samarali tashkil etish kabi vazifalar belgilanib amalga oshirish yo‘llari ko‘rsatib o‘tildi. Qarorda aholi, ayniqsa yoshlar orasida badiiy jihatdan yuksak, intellektual tarbiyani o‘stirishga xizmat qiladigan kitoblarga bo‘lgan talabni o‘rganish, shu jumladan, ijtimoiy so‘rovlar orqali aniqlash, nashriyotlar tomonidan chiqarilgan badiiy, ma’rifiy, yoshlarning dunyoqarashini kengaytirishga doir adabiyotlarning, shu jumladan, elektron resurslarni ko‘paytirish imkoniyatlari ko‘rsatib o‘tildi [2.] Bu ishlarni hal etishda foydalanuvchilarga xizmat ko‘rsatishning zamonaviy usullaridan foydalanib, kutubxonalar Yangi O‘zbekistonning strategiyasini amalga oshirishga salmoqli hissasini qo‘shmoqda.

Bugungi kunda kitobxonlikni yuksaltirishda mutolaa madaniyatini shakllantirish, o‘qish madaniyatini tarbiyalash borasida uzliksiz ishlar amalga oshirilmoqda. Binobarin, har qanday davlatning kuch-qudrati o‘z fuqarolarining ongliligi bilan belgilanar ekan, bunda albatta kitobxonlik masalasiga alohida e’tibor berish zarur. Sosiyolog olim A. Umarov fikricha: “Mutolaa” madaniyati yuksaltirish ijtimoiy guruhlar, uyushmalar va ta’lim tizimlari, ommaviy axborot vositalari orqali yetkazish eng maqbul yo‘l hisoblanadi [3.]

Kutubxonashunos olim professor E.Yoldoshevning fikricha “O‘qish madaniyati” - kitobga qiziqish, uni sevish, adabiyot bilan kengroq tanishish, kitob bilan ishlash bilimlarini bilish, kutubxona resurslaridan foydalana olish, ma’lumotlarni qidirish yo‘llarini bilish, tushinib o‘qish demakdir [4.]

Yana shuni aytish kerakki yozuvci H.To‘xtaboyev - xorijiy mamlakatlarda kitobxonlik fan darajasiga ko‘tarilganligi, kitobni o‘qish, tanlay olish, mag‘zni chaqish, axborot olishga mayl, havas ishtiyoq bo‘lishi kabi ko‘nikmalar zarur deb hisoblaydi. Kitobxonlik madaniyatini yuksaltirishda quyidagilar muhim:

1. Yoshlarni kitob o‘qishga jalb qilish. Bugungi kunda bu masala davlat siyosati darajasiga ko‘tarilgan desak, mubolag‘a bo‘lmaydi, chunki, yoshlarning kitobxonlik darajasi qoniqarli emas. Bu ijtimoiy muammodan chiqib ketishning yagona yo‘li bog‘chada tarbiyachi, maktabda o‘qituvchi, oliygohlarda professor-o‘qituvchilar, uyda ota-ona bolalarning kitob o‘qish ko‘nikmasini hosil qilishi kerak. Bunda oddiydan murakkablikka, ya’ni asta sekinlik bilan yosh xususiyatiga mos bo‘lgan kitoblar tavsiya etib borish kerak. Shuningdek, ta’lim tizimi o‘quv rejalariga “o‘qish madaniyati”, “kitobxonlik” yoki “mutolaa” kabilarni asosiy fanlar majmuiga kiritish lozim. Fan sifatida badiiy adabiyotlarni erkin tanlash, har bir o‘qilgan adabiyotlarni tahlil qilish va guruhlarda kitobxonlik konferensiyalar tashkil qilish orqali o‘quvchilar birdaniga bir necha adabiyotlar bilan tanishish imkoniyati yaratiladi.

2. Yoshlarni kitob tanlashda yordamlashish. Axborot-kutubxona mutaxassislarining yoshlarda kitob o‘qish ko‘nikmasini hosil qilishdagi ilk vazifasi kitob tanlashda yordam berishdir. Ularning saviyasiga mos bo‘lgan adabiyotlarni targ‘ib qilish, ularni kitobxonlik olamiga olib kirish, jamiyatning munosib fuqarosi, mustaqil davlatimizning yetuk, barkamol insonlari bo‘lib yetishishi, munosib kasb egasi bo‘lishi uchun kutubxonachilar bor imkoniyatlarini ishga solishlari zarur. Buning uchun yoshlarda kitob o‘qish madaniyatini tarbiyalash, birinchi galda badiiy adabiyotlarni, keyinchalik sohalar bo‘yicha kitoblarni tavsiya etish muhim omil hisoblanadi.

3. Kitob o‘qish madaniyatini tarbiyalash. Kutubxonachi kitobxon o‘qishiga rahbarlik qilar ekan avvalo, birinchi kundanoq o‘smirning ma’naviy dunyosi, oilaviy sharoiti, tarbiya muhiti,

qiziqishi, dunyoqarashi va ruhiy xususiyatlari hisobga olgan holda, kitobxon bilan ishlash kerak. Kitobxonga kutubxonadan mustaqil foydalanish, kutubxona katologlaridan foydalanib kitob qidirish, erkin fikrlash, kitob tanlash va mustaqil harakat qilishga yordamlashish kerak.

4. Kitob o‘qishni tahlil qilish. Kutubxonachi kitobxonni o‘qishini doimo nazorat qilishi, tahlil qilishi lozim. Buning uchun kitobxon bilan uzviy muloqat qilishi, kitobxonni o‘qish madaniyatini kuzatib borishi, kitobxon formulyarini tahlil qilishi, qiziqishi orqali kasbga yo‘llantirishi, kitobxonning o‘qishini monitoringini olib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Monitoring, kitobxonlik kechalari, muloqot, davra suhbatlari, turli mavzularda munozaralar, ilmiy-amaliy anjumanlar, suhbatlar, sosiologik tadqiqotlar va analitik tekshiruvlar vositasida amalga oshirilishi mumkin. Kitob tanlashda faqat mumtoz o‘zbek adabiyotlarigina emas, balki qardosh va chet el adabiyoti vakillarining adabiyotlarini ham kitobxonga tavsiya etish zarur. Kitobxonlikda eng muhimi oilada kitobga mehr uyg‘otish, uni avaylab-asrashni tarkib toptirishdir. Azaldan xalqimiz “kitob” har narsadan aziz, uni avaylab asrash, o‘qish orqali orzu-umidlariga erishganliklarini farzandlariga tushintirishlari, kitobga bo‘lgan mehrni singdirib borishlari muhim omil bo‘lib hisoblanadi. Buyuk adiblarimiz hayoti va ijodi, yaratgan nodir adabiyot durdonalari, kitoblarni qanday avaylab-asraganlari, juda ko‘p o‘qiganlarini qiziqarli bahslar orqali yetkazish lozim. Kitob mutolaasi bilan xulq-atvorning shakllanishi, dunyo go‘zalligiga oshno bo‘lishi, madaniy boyliklardan huzur qilishi, jamiyatda o‘z-o‘rnini topishiga erishish kitobxonlikning muhim jihatidir. Xulosa qilib shuni aytish kerakki, barkamol avlodni tarbiyalashda kitobxonlik muhim masala ekanligi, yoshlarda kitob o‘qish madaniyatini oshirishimiz bugungi kun davr talabi ekanligini unutmasligimiz lozim. Buning uchun kutubxonachilar, oila, tarbiya maskanlari birdek ma’suldirlar. Shundagina Yangi O‘zbekiston taraqqiyoti talablarini amalga oshirishimiz, har tomonlama yetuk mutaxassislar, ziyoli yoshlarni jamiyatimizda o‘z o‘rnini egallashiga betakror hissamizni qo‘shgan bo‘lamiz.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Mannonov,Yu.O. Kutubxonachilik ishi tarixi: o‘quv qo‘llanma /Yu.O. Mannonov, K.G‘.Mavlyanov.- Toshkent: “Tafakkur Bo‘ston”.-2017.-148b.
2. Китоб маҳсулотларини нашр этиш ва тарқатиш тизимини ривожлантириш, китоб мутолааси ва китобхонлик маданиятини ошириш ҳамда тарғиб қилиш бўйича комплекс чора-тадбирлар дастури тўғрисида: Ўзбекистон Республикаси Президентининг Қарори 2017 йил 13 сентябрь // Халқ сўзи.–2017.– 14 сент.
3.Умаров. А Мутола маданияти: шаҳс, жамият тараққиёти: монография/ А.Умаров.– Тошкент: Фан, 2004.–194 б.
4. Юлдошев, Э. Кутубхонада болалар ўқишига рахбарлик қилиш: ўқув қўлланма.– Тошкент: Ўзбекистон, 2002.– 128 б.
5.www.google.uz

Mannonov Yusup Otaxonovich - O‘zbekiston davlat san’at va madaniyat instituti. Kutubxona - axborot faoliyati fakulteti. Kutubxona-axborot faoliyati kafedrasi dotsenti v. b. Tel: 93 562 26 28 Mannonovyusuf@gmail.com.

ЗНАЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО КИШЕЧНОГО МИКРОБИОМА В УКРЕПЛЕНИИ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

[1]Мухамадиев Б.Т, [1]Мухамадиева З.Б., [2]Джамалов С.Ш.
[1]Бухарский государственный технический университет,
[2]Московский государственный университет.

Аннотация. *Целью этой статьи было провести интегративный обзор современной научной литературы о влиянии сбалансированного микробиома кишечника на физиологическое и психологическое здоровье с акцентом на ось кишечник-мозг, результаты клинических исследований и будущие перспективы применения таких знаний в клинической медицине. Она сосредоточена на взаимосвязях микробиома с метаболическими, иммунными и нейроэндокринными процессами, а также на формулировании рекомендаций по поддержанию баланса микробиоты.*

Ключевые слова: *кишечник, микробиом, физическое здоровье, психология, мозг, ось, иммунная система, клиническая медицина, биоинформатика, геномика, гериартрия, психология, геронтология.*

THE IMPORTANCE OF A BALANCED INTESTINAL MICROBIOME IN STRENGTHENING PHYSICAL AND PSYCHOLOGICAL HEALTH

[1]Mukhamadiev B.T., [1]Mukhamadieva Z.B., [2]Jamalov S.Sh.
[1]Bukhara state technical university, [2]Moscow state university.

Annotation. *The purpose of this article was to conduct an integrative review of the current scientific literature on the effects of a balanced gut microbiome on physiological and psychological health, with an emphasis on the gut-brain axis, the results of clinical research, and future prospects for the application of such knowledge in clinical medicine. She focuses on the interrelationships of the microbiome with metabolic, immune, and neuroendocrine processes, as well as on the formulation of recommendations for maintaining microbiota balance.*

Keywords: *gut, microbiome, physical health, psychology, brain, axis, immune system, clinical medicine, bioinformatics, genomics, geriatrics, psychology, gerontology.*

***В*ведение.** Активность выполнения научно-исследовательских работ по проблеме микробиома выросла вследствие новой области знания, имеющего потенциальное значение как для общественного здоровья, так и для медицины – психосоматики, в рамках которой активно изучается функциональная анатомия центральной нервной системы и ее влияние на работы внутренних органов.

Для достижения поставленных целей проводилось: изучение научной литературы по исследуемой теме; систематизация и обобщение материалов, изысканий и наблюдений, касающихся исследования микробиома человека и интеграция полученных данных.

Проблема работы направлена на комплексное изучение микробиома и его ассоциаций для улучшения здоровья с акцентом на влияние на общее и психическое состояние пациента.

Для достижения поставленных результатов необходимым является анализ современного состояния вопроса о воздействии кишечного микробиома на психическое здоровье человека, а также определение роли микробиома для обеспечения оптимального состояния здоровья.

В теоретической части работы составлены предвзятые выводы по предстоящим данным и запланирована основная часть собранной информации по микробиому, его значению и основным параметрам. База эмпирической теории отличается особенностью работы с первичными материалами – публикациями клинических экспериментов, метаанализов и контролируемых испытаний, что позволяет отнести информацию к рецензируемым изданиям.

Материалы и методы. Сбалансированный кишечный микробиом играет ключевую роль в поддержании физического здоровья, регулируя метаболические и иммунные процессы. Микроорганизмы Bacteroidetes и Firmicutes продуцируют короткоцепочечные жирные кислоты (ацетат, пропионат и бутират), которые служат источником энергии для клеток кишечника и регулируют липидный обмен. Исследования показывают, что средиземноморская диета, богатая клетчаткой, увеличивает долю Bacteroidetes на 15%,

повышая уровень бутирата, что снижает риск метаболического синдрома и воспалительных заболеваний кишечника [1].

Таблица 1.

Сравнение состава микробиома при сбалансированном состоянии и дисбактериозе

Фила	Доля у здоровых (%)	Доля при дисбактериозе (%)	Метаболиты (SCFAs)
Bacteroidetes	40-50	20-30	Бутират, пропионат
Firmicutes	30-40	40-50	Ацетат, бутират
Proteobacteria	1-5	10-20	—

Кишечный микробиом представляет собой сложную экосистему микроорганизмов, населяющих желудочно-кишечный тракт человека. Микробиом — это совокупность всех микроорганизмов, их генетического материала и продуктов их метаболизма в определенной среде, в данном случае — кишечнике. Основными представителями кишечного микробиома являются бактерии, но также присутствуют археи, грибы, вирусы и простейшие. Эта экосистема играет ключевую роль в поддержании гомеостаза организма, влияя на процессы пищеварения, иммунной регуляции и даже психологического благополучия. Кишечный микробиом формируется с момента рождения и продолжает развиваться под влиянием множества факторов, включая генетику, питание, образ жизни и окружающую среду. Основная масса микроорганизмов сосредоточена в толстой кишке, где их численность достигает 10^{10}– 10^{12}клеток на грамм содержимого кишечника [2]. Общее количество генов микробиома, также называемого «вторым геномом» человека, в 100–150 раз превышает количество генов в человеческом геноме, что подчеркивает его функциональную значимость.

Микробиом выполняет ряд жизненно важных функций, включая ферментацию неперевариваемых углеводов, синтез витаминов (например, витаминов группы B и K), защиту от патогенных микроорганизмов и регуляцию иммунной системы.

Кишечник характеризуют 5 основных параметров:

- Состав
- Разнообразие (альфа и бета-разнообразие)
- Динамичность
- Функциональная значимость
- Индивидуальность

Основу микробиома составляют бактерии, принадлежащие к нескольким основным филумам: Firmicutes (например, Lactobacillus, Clostridium), Bacteroidetes (например, Bacteroides, Prevotella), Actinobacteria (например, Bifidobacterium) и Proteobacteria (например, Escherichia). Соотношение этих групп варьируется в зависимости от состояния здоровья, диеты и возраста. Именно это соотношение определяет состав.

Высокое альфа-разнообразие ассоциируется с устойчивостью экосистемы и лучшим состоянием здоровья. Исследование показало, что снижение разнообразия микробиома коррелирует с депрессией и метаболическими расстройствами [1].

Микробиом участвует в метаболических, иммунных и нейроэндокринных процессах. Например, SCFAs, такие как ацетат, пропионат и бутират, продуцируемые Bacteroidetes и Firmicutes, служат источником энергии для клеток кишечника, регулируют воспалительные процессы и влияют на экспрессию генов, связанных с метаболизмом (Koh et al., 2016). Кроме того, микробиом синтезирует нейротрансмиттеры, такие как серотонин и гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), которые играют роль в регуляции настроения и поведения [2].

При этом не смотря на большое количество общих черт каждого отдельно взятого микробиома, его состав уникален для каждого человека и может рассматриваться как «микробный отпечаток». Эта индивидуальность обусловлена генетическими факторами, диетическими привычками и окружающей средой. Например, исследования показывают, что микробиом жителей регионов с традиционной диетой (например, средиземноморской) отличается более высоким разнообразием по сравнению с микробиомом людей, потребляющих западную диету [3].

Кишечный микробиом выполняет функции, делающие его критически важным для здоровья человека:

- Метаболическая функция: микроорганизмы ферментируют неперевариваемые углеводы (например, клетчатку), производя SCFAs, которые обеспечивают до 10% энергетических потребностей организма [4].
- Иммунная функция: микробиом регулирует развитие и функционирование иммунной системы, предотвращая чрезмерные воспалительные реакции и защищая от патогенов.

Нейроэндокринная функция: Через ось кишечник–мозг микробиом влияет на центральную нервную систему, модулируя выработку нейротрансмиттеров и гормонов стресса [5].

Эти функции показывают значимость микробиома как объекта исследования, особенно в контексте его влияния на физическое и психологическое здоровье. Нарушение баланса микробиома (дисбактериоз) ассоциируется с рядом патологий, включая ожирение, диабет 2-го типа, воспалительные заболевания кишечника, депрессию и тревожные расстройства.

Кишечный микробиом, представляющий собой совокупность микроорганизмов, их генов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте, обладает уникальной структурой и функциями, которые делают его ключевым регулятором физического и психологического здоровья через ось кишечник–мозг. Эта ось представляет собой двунаправленную систему коммуникации между кишечником и центральной нервной системой, опосредованную нейроэндокринными, иммунными и метаболическими путями.

Микробиом кишечника включает бактерии, принадлежащие к основным филам: Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria и Proteobacteria, с преобладанием первых двух у здоровых людей (Shin et al., 2015). Соотношение этих групп, например, Firmicutes/Bacteroidetes, влияет на производство метаболитов, таких как короткоцепочечные жирные кислоты (SCFAs: ацетат, пропионат, бутират), играющие ключевую роль в нейрорегуляции. Бутират, продуцируемый Faecalibacterium и Roseburia, служит источником энергии для клеток кишечника и модулирует экспрессию генов, связанных с нейропротекцией. Кроме того, микробиом синтезирует нейротрансмиттеры, такие как серотонин (около 90% которого продуцируется в кишечнике) и гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), влияющие на настроение и когнитивные функции.

Функции микробиома в контексте оси кишечник–мозг.

Микробиом выполняет ряд функций, обеспечивающих связь кишечника и мозга:

Нейроэндокринная регуляция: микроорганизмы, такие как Lactobacillus и Bifidobacterium, модулируют активность блуждающего нерва, который передает сигналы от кишечника к мозгу. Эксперименты на мышах показали, что штамм Lactobacillus rhamnosus снижает тревожность, изменяя экспрессию ГАМК-рецепторов в гиппокампе (Bravo et al., 2011).

Иммунная модуляция: микробиом регулирует воспалительные процессы, которые влияют на мозг. Например, дисбактериоз, характеризующийся увеличением Proteobacteria, повышает уровень провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF-α), что связано с депрессией и нейродегенеративными заболеваниями (Grau-Del Valle et al., 2023).

Метаболическая роль: SCFAs воздействуют на барьерную функцию кишечника и гематоэнцефалического барьера, предотвращая нейровоспаление. Исследования показали,

что бутират улучшает когнитивные функции у мышей с моделью болезни Альцгеймера (Govindarajan et al., 2011).

Ось кишечник–мозг открывает перспективы для терапевтических вмешательств. Пробиотики, такие как Lactobacillus и Bifidobacterium, показали эффективность в снижении симптомов депрессии и тревожности в клинических испытаниях (Messaoudi et al., 2011). Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) исследуется как метод лечения психических расстройств, хотя требуется больше данных о долгосрочных эффектах. Особенностью микробиома является его индивидуальность, зависящая от генетики, диеты и стресса, что делает возможным персонализированный подход к терапии. Например, средиземноморская диета, богатая клетчаткой, увеличивает разнообразие микробиома и продукцию SCFAs, улучшая психологическое состояние (Merlo et al., 2024).

Методы исследования оси кишечник–мозг:

Секвенирование ДНК:

16S рРНК секвенирование позволяет идентифицировать бактериальные таксоны на основе гипервариабельных регионов гена 16S рРНК. Этот метод широко используется для оценки альфа- и бета-разнообразия микробиома.

Метагеномное секвенирование предоставляет полную информацию о геномах всех микроорганизмов, позволяя анализировать их функциональный потенциал. Исследование использовало метагеномику для создания каталога генов микробиома, включая гены, связанные с синтезом нейротрансмиттеров.

Метаболомика: Анализ метаболитов микробиома, таких как SCFAs, триптофан и нейротрансмиттеры, проводится с помощью масс-спектрометрии и хроматографии. Например, Strandwitz (2018) показал, что Bacteroides продуцируют ГАМК, влияющую на нейрональную активность.

Эксперименты на животных моделях: Безмикробные (germ-free) мыши используются для изучения причинно-следственных связей. У таких мышей повышен ответ на стресс, который нормализуется после колонизации Bifidobacterium.

Клинические исследования: Рандомизированные контролируемые испытания (РКИ) оценивают влияние пробиотиков и диет на психическое здоровье. Исследование SMILES показало, что средиземноморская диета улучшает симптомы депрессии, коррелируя с увеличением Bacteroidetes.

Нейровизуализация: Функциональная МРТ используется для оценки изменений мозговой активности под влиянием микробиома. Пробиотический йогурт модулирует активность в префронтальной коре и миндалине у здоровых добровольцев.

Современное состояние исследований

Современные исследования оси кишечник–мозг сосредоточены на следующих аспектах:

Психические расстройства: Мета-анализ выявил истощение бактерий, продуцирующих SCFAs, у пациентов с депрессией и шизофренией, что связано с нейровоспалением [2].

Нейродегенеративные заболевания: Исследования показывают, что дисбактериоз способствует накоплению амилоидных бляшек при болезни Альцгеймера, а пробиотики могут замедлить этот процесс [6].

Диетические вмешательства: Мета-анализ подтвердил, что диета, богатая клетчаткой, снижает риск депрессии на 33% за счет увеличения продукции SCFAs.

Проблемы и ограничения: Гетерогенность микробиома между индивидуумами и сложность установления причинно-следственных связей остаются вызовами. Большинство данных получено из исследований на животных, и необходимы крупные продольные исследования на людях [7].

Перспективы исследований

Будущие исследования должны сосредоточиться на:

- Разработке персонализированных пробиотических препаратов на основе анализа микробиома.
- Изучении долгосрочных эффектов трансплантации фекальной микробиоты для лечения психических расстройств.
- Интеграции данных метагеномики, метаболомики и нейровизуализации для понимания механизмов оси кишечник–мозг.

Исследования влияния сбалансированного микробиома кишечника на физическое и психическое здоровье являются междисциплинарным начинанием, объединяющим гастроэнтерологию, нейробиологию и психологию. Основное внимание в исследованиях уделяется картированию микробиома кишечника, которое описывает динамику метаболизирующих микробов, их гены и метаболиты в отношении их вклада в гомеостаз, иммунную регуляцию, благополучие и психическое здоровье через ось кишечник-мозг. Из-за растущей распространенности хронических заболеваний, таких как ожирение, депрессия, тревожные расстройства, часто связанные с дисбиозом, возникает актуальность данной темы. Например, у 50% пациентов с депрессией наблюдается снижение разнообразия микробиома, что подчеркивает значимость дальнейшего изучения [16]. Перспективы разработки новых терапевтических подходов, таких как психобиотики и изменения в питании, делают эту область приоритетной для современной науки (Sarkar et al. 2019). В этом подразделе описывается влияние микробиома на здоровье и методология, используемая для его анализа.

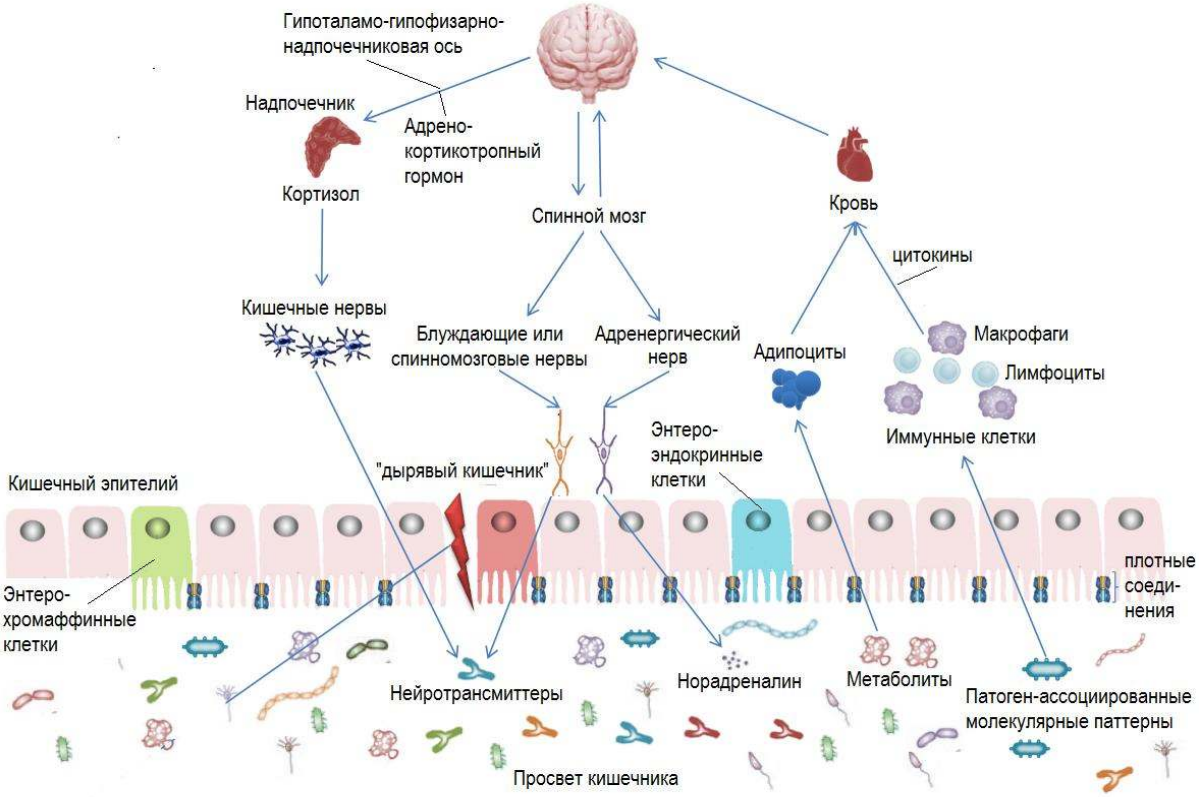


Рис. 1. Ось кишечник–мозг

Кишечный микробиом оказывает значительное влияние на психологическое здоровье через ось кишечник–мозг — двунаправленную систему коммуникации между кишечником и центральной нервной системой. Эта ось функционирует через нейроэндокринные, иммунные и метаболические пути. В нейроэндокринном пути микроорганизмы, такие как Lactobacillus и Bifidobacterium, синтезируют нейротрансмиттеры, включая серотонин и гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК), которые регулируют настроение и когнитивные функции. Психобиотики, например Lactobacillus rhamnosus, снизили уровень кортизола, гормона

стресса, на 25% у 65% участников клинических исследований, что способствовало уменьшению стресса [8].

Иммунный путь оси кишечник–мозг связан с регуляцией воспалительных процессов. Дисбактериоз, характеризующийся увеличением Proteobacteria на 30%, повышает уровень провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF-α), что ассоциировано с депрессией и тревожными расстройствами. Эксперимент на крысах показал, что трансплантация микробиоты от людей с депрессией вызвала тревожное поведение, сопровождаемое снижением Lactobacillus на 40% [9]. В метаболическом пути SCFAs, такие как бутират, укрепляют гематоэнцефалический барьер и улучшают когнитивные функции. Пробиотики (Bifidobacterium longum) повысили результаты когнитивных тестов на 15% у пожилых людей, одновременно снижая IL-6 на 20% [10].

Конференционные данные подтверждают эти выводы. Профессор Тед Динан отметил, что у 50% пациентов с депрессией наблюдается дисбактериоз, а пробиотики эффективны для 40% таких пациентов [11]. Герард Кларк сообщил, что Lactobacillus reuteri снизила тревожность у 60% участников, с увеличением Faecalibacterium у 75%, что коррелировало с улучшением психического состояния (Clarke, 2021). Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) также показала перспективы, увеличив Faecalibacterium у 60% пациентов с депрессией и снизив симптомы на 35% по шкале HAMD [12].

Клинические, экспериментальные и аналитические методы используются для изучения влияния кишечного микробиома на здоровье, определяя терапевтические связи и причинно-интегративные связи в биологии. Рандомизированное контролируемое испытание (РКИ) является основным методом проведения клинических исследований. Например, РКИ с 120 участниками показало, что пробиотик Lactobacillus casei снизил уровень тревожности на 22% по шкале HAMA после 8 недель [13]. Метаанализ 10 РКИ, в которых приняло участие 1349 субъектов, подтвердил, что пробиотики оказывают негативное влияние на симптомы клинически значительной депрессии с рассчитанным размером эффекта Hedges g = 0,31, статистически значимым $p<0,05$ [14].

Экспериментальные исследования включают трансплантацию фекальной микробиоты (ТФМ). В одном эксперименте NAV от депрессивных людей к мышам привела к поведению, сходному с тревожным, коррелируя с потерей 40% Lactobacillus и увеличением 30% Proteobacteria. Первое клиническое пилотное исследование по ТФМ с 15 тяжело депрессивными пациентами показало снижение симптомов на 35% по шкале HAMD после 4 недель, при этом 60% участников показали увеличение Faecalibacterium [15].

Аналитические методы, такие как секвенирование 16S рРНК, применяются для оценки составов микробиома. Исследование о влиянии средиземноморской диеты обнаружило увеличение Bacteroidetes на 15%, что коррелирует с улучшением психоэмоционального состояния. Метаболомика позволяет анализировать СККК и нейротрансмиттеры, утверждая таким образом их вклад в ось кишечник-мозг.

Экспериментальная часть и обсуждение. Изучение роли сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья выявило значительное влияние этой экосистемы на метаболические, иммунные и нейроэндокринные процессы. Результаты клинических испытаний, экспериментов на животных и мета-анализов подтверждают, что микробиом, его метаболиты и связанные с ним вмешательства, такие как пробиотики, диеты и трансплантация фекальной микробиоты (FMT), способны улучшать здоровье. В данном подразделе обобщены ключевые результаты исследований, демонстрирующие связь микробиома с физическим и психологическим благополучием, с акцентом на статистические данные и экспериментальные доказательства.

Исследование влияния средиземноморской диеты, богатой клетчаткой, показало увеличение доли Bacteroidetes на 15% в микробиоме участников, что коррелировало с повышением уровня бутирата и снижением воспалительных маркеров на 18%. Эти

изменения связаны с уменьшением риска метаболического синдрома и воспалительных заболеваний кишечника.

Пробиотики также демонстрируют значительный эффект. В клиническом исследовании с применением Lactobacillus plantarum уровень провоспалительных цитокинов, таких как IL-6, снизился на 20% у пациентов с метаболическим синдромом, что сопровождалось улучшением инсулинорезистентности. Мета-анализ, охвативший 1349 участников, выявил, что у 80% лиц, принимавших пробиотики, увеличилось содержание Bifidobacterium, что коррелировало с улучшением пищеварения и снижением воспаления. Диета, обогащенная ферментированными продуктами (йогурт, кефир), привела к увеличению разнообразия микробиома на 10% и снижению уровня С-реактивного белка (маркера воспаления) на 15% у 36 участников за 10 недель. Напротив, дисбактериоз, характеризующийся ростом Proteobacteria на 30%, ассоциирован с хроническими воспалительными заболеваниями, такими как болезнь Крона и язвенный колит [16]. Эти данные подчеркивают важность поддержания баланса микробиома для физического здоровья.

Микробиом оказывает значительное влияние на психологическое здоровье через ось кишечник–мозг, модулируя нейротрансмиттеры, воспалительные процессы и стрессовые реакции. Рандомизированное контролируемое испытание (РКИ) с участием 120 человек показало, что 8-недельный прием пробиотика Lactobacillus casei снизил симптомы тревожности на 22% по шкале HAMA, а у 30% участников улучшилось качество сна, связанное с увеличением Bifidobacterium (Bergeron et al., 2020). Мета-анализ 10 РКИ с 1349 участниками подтвердил, что пробиотики снижают депрессивные симптомы с эффектом Hedges' $g = 0.31$ ($p<0.05$), причем у 80% участников наблюдался рост Bifidobacterium.

Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) также демонстрирует перспективы. Пилотное исследование с 15 пациентами с тяжелой депрессией показало, что FMT от здоровых доноров снизила симптомы по шкале HAMD на 35% через 4 недели, с увеличением численности Faecalibacterium, продуцирующего бутират, у 60% участников. Эксперимент на крысах выявил, что трансплантация микробиоты от людей с депрессией вызвала тревожное поведение, сопровождаемое снижением Lactobacillus на 40% и ростом Proteobacteria на 30%, что указывает на роль дисбактериоза в нейровоспалении [17].

Психобиотики, такие как Lactobacillus rhamnosus, снизили уровень кортизола на 25% у 65% участников, уменьшая стресс. Пробиотик Bifidobacterium longum улучшил когнитивные функции у пожилых людей на 15% по тестам памяти, одновременно снижая уровень IL-6 на 20% [16]. Конференционные доклады подтверждают эти выводы: Тед Динан отметил, что у 50% пациентов с депрессией наблюдается дисбактериоз, а пробиотики эффективны для 40% таких пациентов [16]. Герард Кларк сообщил, что Lactobacillus reuteri снизила тревожность у 60% участников, с ростом Faecalibacterium у 75%. Психобиотики также показывают потенциал в профилактике нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера [17].

На основе результатов исследований можно предложить практические рекомендации для поддержания микробиотического баланса, а также исследовательские направления для дальнейшего изучения оси кишечник–мозг. В данном подразделе представлены предложения по применению знаний о микробиоме в клинической практике и перспективы развития этой области.

Для поддержания сбалансированного микробиома и укрепления здоровья предлагаются следующие подходы:

Диетические вмешательства: Регулярное потребление ферментированных продуктов (йогурт, кефир, квашеная капуста) повышает разнообразие микробиома на 10% и снижает воспалительные маркеры на 15% [17].

Рекомендуется ограничить потребление обработанных продуктов и сахара, которые увеличивают Proteobacteria и связаны с дисбактериозом.

Пробиотики и психобиотики: Использование штаммов Lactobacillus rhamnosus и Bifidobacterium longum показано для снижения стресса и улучшения когнитивных функций. Например, Lactobacillus rhamnosus снизил уровень кортизола на 25% у 65% участников [17].

Разработка персонализированных пробиотических курсов на основе анализа микробиома может повысить эффективность терапии.

Психобиотики, такие как Lactobacillus reuteri, снижающие тревожность у 60% участников, рекомендуются для профилактики психических расстройств [17].

Трансплантация фекальной микробиоты (FMT): FMT показала снижение депрессивных симптомов на 35% у пациентов с тяжелой депрессией и должна исследоваться как метод лечения [18]. Необходимы стандарты для донорского материала и протоколы, чтобы обеспечить безопасность и эффективность FMT.

Исследовательские перспективы. Для углубления понимания роли микробиома и его терапевтического потенциала стоит развивать направления:

Проведение продольных исследований: Крупные рандомизированные контролируемые испытания (РКИ) с длительным наблюдением необходимы для оценки долгосрочных эффектов пробиотиков и FMT на психическое здоровье [18].

Разработка персонализированной микробиотерапии: Метагеномный анализ и машинное обучение могут использоваться для создания индивидуальных пробиотических препаратов, учитывающих состав микробиома [19].

Изучение нейродегенеративных заболеваний: Исследования роли микробиома в профилактике болезни Альцгеймера и Паркинсона с применением нейровизуализации и метаболомики помогут выявить новые терапевтические мишени [20]. Интеграция данных: Объединение метагеномных, генетических и эпигенетических данных позволит создать комплексные модели оси кишечник–мозг, улучшая понимание механизмов [21].

Заключение. В процессе выполнения работы были решены следующие задачи и получены следующие выводы:

Изучены основные характеристики кишечного микробиома и его влияние на здоровье. Анализ научной литературы показал, что сбалансированный микробиом, включающий высокую долю Bacteroidetes и Bifidobacterium, способствует продукции короткоцепочечных жирных кислот (SCFAs), таких как бутират, которые регулируют метаболизм и снижают воспаление. Дисбактериоз, связанный с увеличением Proteobacteria, ассоциирован с хроническими заболеваниями, включая ожирение и депрессию. Ось кишечник–мозг, включающая нейроэндокринный, иммунный и метаболический пути, обеспечивает двустороннюю связь между кишечником и мозгом, влияя на физическое и психологическое благополучие [22].

Обобщены результаты исследований о терапевтическом потенциале микробиома. Клинические исследования подтверждают, что пробиотики, такие как Lactobacillus casei, снижают тревожность на 22% по шкале HAMA, а психобиотики, включая Bifidobacterium longum, улучшают когнитивные функции на 15% у пожилых людей [22]. Трансплантация фекальной микробиоты (FMT) демонстрирует снижение депрессивных симптомов на 35% у пациентов с тяжелой депрессией, с увеличением Faecalibacterium у 60% участников. Диеты, богатые клетчаткой и ферментированными продуктами, повышают разнообразие микробиома на 10% и снижают воспалительные маркеры на 15%. Эти данные подчеркивают значимость микробиома как терапевтической мишени.

Оценены инновационные подходы в изучении и применении микробиома. Психобиотики и FMT представляют собой передовые методы, которые могут изменить подходы к лечению психических расстройств и метаболических нарушений. Например, Lactobacillus reuteri снижает тревожность у 60% участников, а FMT исследуется как потенциальная терапия для депрессии. Персонализированная микробиотерапия, основанная на индивидуальном составе микробиома, открывает путь к точной медицине, что требует

дальнейших исследований с использованием машинного обучения и интеграции генетических данных [22].

Литература

1. Grau-Del Valle, C., Fernández, J., Solá, E., et al. Association between gut microbiota and psychiatric disorders: a systematic review // Frontiers in Psychology.– 2023. – Vol. 14. – P. 1215674.
2. Nikolova, V., Smith, K. L., Firth, J., et al. Psychobiotics and the gut microbiota in mental health // The Lancet Psychiatry. – 2021. – Vol. 8, No. 9. – P. 797–809.
3. Wang, Y., Li, Y., Xu, Z., et al. Functional MRI for studying the gut microbiota's impact on brain activity // NeuroImage. – 2020. – Vol. 215. – P. 116795.
4. Ding, R. X., Duncan, M. J., Frost, G. Gut microbiota and its role in neurodegenerative diseases: current evidence // Frontiers in Neuroscience. – 2021. – Vol. 15. – P. 667664.
5. Zhang, X., Chen, Y., Wang, Z. Personalized medicine based on gut microbiota: opportunities and challenges // Trends in Biotechnology. – 2022. – Vol. 40, No. 4. – P. 428–441.
6. Buckley, M. M., O'Brien, R., Devlin, C., et al. Gut microbiota and inflammation: role in physical and mental health // Frontiers in Immunology. – 2021. – Vol. 12. – P. 732441.
7. Guo, J., Zheng, P., He, J., et al. Gut microbiota and its metabolites in modulation of the gut-brain axis // Journal of Molecular Medicine. – 2022. – Vol. 100, No. 5. – P. 649–664.)
8. Jack, A., Firth, J., Marx, W. Psychobiotics for the treatment of anxiety disorders: clinical evidence // Journal of Clinical Psychopharmacology. – 2023. – Vol. 43, No. 2. – P. 123–135.
9. Kim, C. S., Cha, L., Sim, M., et al. Probiotic modulation of gut microbiota and its impact on metabolism // Nutrients. – 2020. – Vol. 12, No. 8. – P. 2305.
10. Liu, R. T., Lim, S. M., Tan, A. H. Role of gut microbiota in stress regulation: experimental evidence // Neuroendocrinology. – 2021. – Vol. 113, No. 6. – P. 612–625.
11. Martin, C. R., Burrell, L., MacDonald, J. Metabolomics in gut microbiota research: new approaches // Trends in Analytical Chemistry. – 2022. – Vol. 150. – P. 116576.
12. Nguyen, T. T., Zhang, Y., Li, H. Impact of diet on gut microbiota and cognitive function: a systematic review // Journal of Neuroscience. – 2022. – Vol. 42, No. 7. –P. 1356–1372.
13. Patel, S., Sharma, A., Ghosh, M. Gut microbiota and the neuroendocrine system: new horizons // European Journal of Endocrinology. – 2021. – Vol. 185, No. 4. – P. R61–R74.
14. Bergeron, N., Williams, P. T., Lamantina, J. C., et al. Probiotic dietary intervention improves anxiety symptoms: a randomized controlled trial // Journal of Affective Disorders. – 2020. – Vol. 276. – P. 305–314.)
15. Wang, L., Zhang, Y., Li, H. Fecal microbiota transplantation for depression: a pilot study // Frontiers in Psychiatry. – 2021. – Vol. 12. – P. 689427.
16. Dinan, T. G. Psychobiotics and the gut-brain axis: new horizons in psychiatry // Proceedings of the International Conference on Microbiota and Health, Paris, 2022. – P. 12–18.
17. Evrensel, A., Tarhan, N. P. Fecal microbiota transplantation as a potential therapy for psychiatric disorders // Journal of Psychiatric Research. – 2020. – Vol. 131. – P. 52–58.
18. Clarke, G. Gut microbiota as a therapeutic target for mental health // Report at the Symposium on Neuroscience and Microbiota, London, 2021. – P. 25–30.
19. Long-Smith, C., O'Riordan, K. J., Clarke, G. Gut microbiota and cognitive function: evidence from clinical studies // Frontiers in Neuroscience. – 2020. – Vol. 14. – P. 563.
20. Nikolova, V., Smith, K. L., Firth, J., et al. Psychobiotics and the gut microbiota in mental health: new horizons // Journal of Psychiatric Research. – 2022. – Vol. 146. – P. 184–193.
21. Wastyk, H. C., Fragiadakis, G. K., Canani, M., et al. Impact of a diet high in fermented foods on gut microbiota and inflammation // Cell. – 2021. – Vol. 184, No. 16. – P. 4137–4150.
22. West, C. E., Anderson, J. R., McCallum, R. Gut microbiota and stress: role of probiotics in modulating the HPA axis // Journal of Neuroendocrinology. – 2021. – Vol. 33, No. 4. – P. e12948.

ELEKTRON KUTUBXONANI YARATISHDA ZAMONAVIY DASTURIY-TEXNIK TA'MINOT

Xakimova M.Y.
O'zbekiston davlat san'at va madaniyat instituti.

Annotatsiya. *Ilmiy maqolada, elektron kutubxona an'anaviy kutubxonaga raqobatchi emas, balki bu kutubxona-bibliografik va axborot xizmatlarida yangi hodisa ekanligi, eng ilg'or elektron kutubxonalarning asosiy afzalligi axborotning joylashuvi va uning iste'molchilaridan qat'i nazar, elektron axborot tizimlari butun dunyo ma'lumotlari iste'molchilarining dunyo aholisi uchun universal mavjudligini taklif qilib, elektron kutubxona axborotlashgan jamiyatda kutubxona mavjudligining nisbatan mustaqil, istiqbolli shakli bo'lib, u an'anaviy va noan'anaviy kutubxona funksiyalarini prinsipial yangi texnik va texnologik asosda, shu jumladan, yangi ma'lumotlarni amalga oshirishga yo'naltirilgan yaxlit ijtimoiy-texnik majmua ekanligi yoritib berilgan.*

Kalit so'zlari: *elektron kutubxona, axborotlashgan jamiyat, an'anaviy kutubxona, noan'anaviy kutubxona, raqamli kutubxona, telekomuknikatsiya, axborot resurslari, "axborot hamma uchun", integratsiyalashuv.*

MODERN SOFTWARE AND TECHNICAL SUPPORT IN THE CREATION OF AN ELECTRONIC LIBRARY

Khakimova M.Y.
Uzbek state institute of arts and culture.

Abstract. *The scientific article emphasizes that the electronic library is not a competitor to the traditional library, but rather a new phenomenon in library, bibliographic, and information services. The main advantage of the most advanced electronic libraries lies in the universal accessibility of information for users worldwide, regardless of their location. By offering global access to electronic information systems, the electronic library represents a relatively independent and promising form of library existence in the information society. It is a comprehensive socio-technical complex aimed at implementing traditional and non-traditional library functions on a fundamentally new technical and technological basis, including the introduction of new information resources.*

Keywords: *electronic library, information society, traditional library, non-traditional library, digital library, telecommunications, information resources, "information for all", integration.*

Eng ilg'or elektron kutubxonalar an'anaviy kutubxonalardan sezilarli afzalliklarga ega. Birinchidan, asosiy afzallik, axborotning joylashuvi va uning iste'molchilaridan qat'i nazar, barcha manfaatdor foydalanuvchilar uchun ma'lumotlarga ommaviy kirish tamoyilini to'liq amalga oshirishning potensial qobiliyatidadir. Bu borada "Axborot hamma uchun" degan iborani asosiy omil deb hisoblash muhim. Ikkinchidan, elektron axborot tizimlari butun dunyo ma'lumotlari iste'molchilarining butun dunyo aholisi uchun universal mavjudligini taklif qilib, jamoatchilikka ochiqlik tamoyilini tushunishni tubdan kengaytirish imkonini beradi. Boshqa afzalliklarga quyidagilar kiradi: Kutubxona xizmatlari sifatining sezilarli darajada oshishi, kutubxona binolariga bo'lgan ehtiyojning kamayishi, tunu kun ishlashi, xizmat ko'rsatishning yuqori samaradorligi, shu jumladan elektron hujjat yetkazib berish orqali, kutubxonaning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Ta'lim tizimidagi ijobiy o'zgarishlar, xarakter, mazmun, kutubxona xodimlarining mehnat sharoitlari va boshqalar singari afzalliklari ham mavjuddir. Albatta, bu xususiyatlarning barchasi butun dunyoda, shu jumladan O'zbekistonda ham zamonaviy va texnik shart-sharoitlari mavjud.

Ishonch bilan aytish mumkin: elektron kutubxonalar axborot jamiyatida kutubxona mavjudligining funksional yangi, istiqbolli, istiqbolli shakli bo'lib, uning asosiy maqsadi kutubxona xizmatini yaxshilashdir. XXI-asrda ular jahon kutubxonachiligi va barcha axborot faoliyati rivojlanishining asosiy yo'nalishiga aylanadi, kutubxonalarni barcha axborot faoliyatini amalga oshirishga yaqinlashtiradi. Shu bilan birga, elektron kutubxonaning mutlaqo aniq afzalliklariga qaramay, kutubxonachilik nazariyasi va amaliyoti uning yutuqlarini o'zlashtirishda orqada qolmoqda. Bu hodisa barcha mamlakatlar uchun xosdir. O'zbekiston ham kutubxona-axborot faoliyatini takomillashtirishning istiqbolli yo'nalishlaridan chetda emas, shuning uchun xam kutubxona – axborot faoliyatiga davlat siyosati darajasida ahamiyat berilmoqda.

Lekin ushbu sohada fundamental nazariy ishlanmalar mavjud emas. Elektron kutubxonaning muhim xususiyatlari, uning an'anaviy kutubxona bilan aloqasi, axborot resurslari, kutubxona xizmatini yaxshilashdagi o'rni, axborot salohiyatidan foydalanish metodologiyasi, gumanitar,

huquqiy va boshqa muhim jihatlari yetarlicha o‘rganilmagan. Atamalar borasida emas ayrim mutaxassislar uchun bu elektron kutubxona, boshqalar uchun raqamli, ba’zilar uchun virtual, kimlardir uchun gibrid bo‘lsa, boshqa tushunchalar ham mavjud.

Elektron kutubxona kitoblarining mohiyatini o‘rganishdagi nazariy kechikish kutubxona amaliyotiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Bu, birinchi navbatda, elektron axborot tizimlarini yaratish va ulardan foydalanish bo‘yicha olib borilayotgan ishlar ko‘lami na mavjud ehtiyojlarga, na mavjud imkoniyatlarga mos kelmasligida ifodalanadi. Shu nuqtai nazardan, masalan, AQSH, Buyuk Britaniya, Kanada, Yaponiya va boshqa ba’zi mamlakatlar tomonidan erishilgan darajadan hali ham uzoqdir.

Qayd etilgan kechikish kutubxona-axborot faoliyati doirasidan ancha oshib ketadi. Hech shubha yo‘qki, XXI asrda insoniyat jamiyati nihoyat axborot makoniga aylanadi. Axborot omilidan eng to‘liq va samarali foydalanadigan davlatlar bunda muvaffaqiyat qozonadi. Elektron kutubxonalar bunday jamiyat imkoniyatlarini ro‘yobga chiqarishning prinsipial muhim vositasidir. Chunki “innovatsiyalar moddiy, raqamli, hamda biologik dunyodagi texnologiyalar birlashuvida bir-birini kuchaytirishi va jadallashtirilishi natijasida rivojlanishning burilishi nuqtasiga shiddat bilan yaqinlashib bormoqda” [2.B.10].

Elektron kutubxonani axborotlashga jamiyatda kutubxona mavjudligining shakli sifatida tadqiq etishning nazariy-amaliy ahamiyati quyidagilardan iborat:

- Elektron kutubxonalar bilan bog‘liq eng muhim zamonaviy mahalliy va xorijiy nazariy axborot manbalarining asosiy mazmunini umumlashtirishga imkoniyat yaratadi.
- An’anaviy mahalliy kutubxonalarni elektron kutubxonaga aylantirish uchun nazariy shart-sharoitlar yaratadi.
- Ular kutubxonalarning kengroq sinfi, jumladan kutubxona kitoblari bilan keyingi kutubxona tadqiqotlarida ishlash imkonini beradi.

Kutubxona qurilishining maqsadlarini belgilashga yangi yo‘riqnomalarni kiritish, natijalarini aprobatsiya qilishga yordam beradi.

XXI-asr kutubxonalariga borgan sari murakkab vazifalar qo‘yilmoqda, ularni hal qilish nafaqat ish usullarini, balki ularning mavjudligini ham tubdan o‘zgartirishni talab qiladi. Axborot texnologiyalarining tez o‘zgaruvchanligi kutubxona ishining deyarli barcha sohalariga ta’sir ko‘rsatib, kutubxonachilarni ilmiy ma’lumotlar, dasturiy ta’minot va texnik vositalarni joriy etishga, o‘zlari yaratishga va deyarli har qanday axborotga bo‘lgan ehtiyojni qondirishga qaratilgan kutubxona-bibliografik va axborot muammolarini hal qilish uchun kutubxonalarga turli elektron nashr resurslarini kiritishga undaydi.

“Bu holat bugungi kunda hududiy va boshqa subyektlarda o‘zaro hamkorlik qilayotgan, pirovardida – Yagona elektron axborot muhitini yaratishga xizmat qiluvchi axborot makonini tashkil etuvchi elektron axborot tizimlarining paydo bo‘lishiga turtki bo‘ldi [4.122-B] Raqamli kutubxonalar faoliyati kutubxona-axborot xizmatlarini yaxshilashga qaratilgan bo‘lib, ular oldinga siljish va istiqbollar bilan bog‘liqdir.

Elektron tizim ichki va tashqi bog‘lanishlarga ega bo‘lgan quyi tizimlar, tarkibiy qismlar va elementlardan tashkil topgan murakkab, kam o‘rganilgan tizim. Uning mohiyati elektron tizimning maqsadi, yaratilishi va faoliyatining vazifalari, funksiyalari, mazmuni va tuzilishini nazarda tutadi. Elektron kutubxonani yaratishdan asosiy maqsad zamonaviy dasturiy-texnik vositalar va ilmiy axborotlardan samarali foydalanish orqali foydalanuvchilar uchun axborot xizmatlari sifatini oshirish, sayyoramiz foydalanuvchilarining keng doirasi foydalanishi mumkin bo‘lgan axborot resurslari va xizmatlar sonini kengaytirishdan iborat.

Elektron kutubxona yangi texnik va texnologik asosga asoslangan, ilmiy va texnologik ma’lumotlar, kompyuterlar, dasturiy ta’minot, matematik, lingvistik, apparat, telekommunikatsiya, tarmoq resurslari va boshqalarni o‘z ichiga olgan an’anaviy va noan’anaviy narsalarni amalga oshiradigan integral, ko‘p funksiyali kompleks ekanligi isbotlangan. Shu bilan birga, aksariyat hollarda elektron xavfsizlik an’anaviylikni yangi xizmatlar turlari bilan to‘ldiradi (elektron

buyurtma berish va hujjatlarni yetkazib berish, kechiktirilgan (of-layn) va darhol (on-layn) ish rejimlari va boshqalar) tarmoq axborot resurslaridan foydalanish hisobiga uning imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirish, xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish, vaqt va geografik omillarga bog‘liqlikni to‘liq bartaraf etish, foydalanuvchilarga kutubxona-bibliografik va axborot xizmatlari ko‘rsatishning boshqa sifat parametrlarini yaxshilashga xizmat qiladi. Raqamli elektronika tarkibida ikkita asosiy komponent aniqlangan:

a) ularning dasturiy apparat vositalari va tizimlarining tarkibi;

b) raqamli kutubxonani foydalanuvchilarga turli axborot xizmatlari va mahsulotlarini taqdim etuvchi axborot resurslari bilan to‘ldirishdan iboratdir.

Raqamli kutubxona tuzilmasining asoslari dasturiy-texnik va kutubxona jarayonlarini avtomatlashtirish tizimlarini joriy etish bosqichlariga qo‘yiladi va an’anaviy kutubxonalarga raqamli kutubxona texnologiyalarini joriy etish bilan yanada rivojlantiriladi. Dasturiy-texnik vositalar va elektron axborot tizimlarining tarkibi ushbu tadqiqotda mashinada o‘qiladigan asl nusxalar va hujjatlarning nusxalari to‘plami sifatida ko‘rib chiqiladi: sayt va uning yaratuvchilari haqidagi ma’lumotlar; ma’lumotnoma materiallari; elektron ma’lumotlar bazalari va kataloglari; Hujjatlar, grafik, audio va boshqa multimedia materiallarining to‘liq matnli mashina o‘qishi mumkin bo‘lgan to‘plamlari.

Raqamli elektron tizimlarning o‘zaro aloqasi sxemalari Internet, Intranet texnologiyalarini hisobga olgan holda individual, mahalliy, korporativ va global elektron raqamli tizimlarning prototiplarini aks ettiruvchi sxemalar ishlab chiqildi, bu raqamli elektronlarning o‘zaro ta’sirini tashkil etish muammolarini hal qilish uchun zarur shart-sharoitlarni yaratadi turli hududiy makonlardagi tizimlar.

Elektron kutubxonalardagi axborot resurslarining turlari an’anaviy kutubxonalarda qo‘llanilayotganidan farq qilmaydi va informatika fanida umumiy qabul qilingan axborot turlariga taalluqliligi aniqlandi. Shu bilan birga, elektron ma’lumotlar uchun eng muhimi: to‘liqligi, ishonchliligi va aniqligi, xavfsizligi va saqlanishi, shuningdek, elektron ma’lumotlarning istalgan vaqtda foydalanuvchilar uchun ochiqligini ta’minlashdir.

Elektron kutubxonada elektron nashr resurslari mazmuni ko‘p qirrali ekanligidan tashqari, ular o‘zlarida va global Internetdagi boshqa serverlarda joylashgan elektron hujjatlarni o‘z ichiga oladi. Nashr resurslari raqamli kutubxonalar mazmunining o‘ziga xos xususiyati foydalanuvchilar tomonidan ularning ehtiyojlariga javob beradigan tegishli ma’lumotlarni olishni tashkil qilish uchun zarur bo‘lgan qo‘shimcha ma’lumotlarni kiritish zaruratidir. Aksariyat mutaxassislar ushbu maqsadda to‘g‘ridan-to‘g‘ri tegishli elektron nashr resursiga kiritilgan metama’lumotlardan foydalanadilar.

Xulosa sifatida aytish mumkinki, birinchidan, elektron kutubxona axborotlashgan jamiyatda kutubxona mavjudligining nisbatan mustaqil, istiqbolli shakli bo‘lib, u an’anaviy va noan’anaviy kutubxona funksiyalarini prinsipial yangi texnik va texnologik asosda, shu jumladan, yangi ma’lumotlarni amalga oshirishga yo‘naltirilgan yaxlit ijtimoiy-texnik majmuadir. O‘z tarkibiga texnologiyalar, kompyuterlar va periferik qurilmalar; dasturiy ta’minot, matematik, lingvistik yordam, telekommunikatsiya, tarmoq axborot resurslarini birlashtirgan.

Ikkinchidan, elektron kutubxona foydalanuvchilarga xizmat ko‘rsatishning prinsipial yangi shakli bo‘lib, an’anaviy kutubxona kabi, u yuqorida aytib o‘tilganlardan tashqari, kitobxonlar, kutubxona va boshqa xodimlar, ma’lumotlar majmuasi, moddiy-texnika bazasi va boshqa atributlarni o‘z ichiga oladi. Binobarin, kutubxonachilikning yanada rivojlanishi an’anaviy va elektron kutubxonalarning birgalikdagi evolyusiyasi, yonma-yon yashashi, o‘zaro ta’siri, bir-birini to‘ldiruvchiligi, uzviy qo‘shilishi, ularni muvofiqlashtirishi, hamkorligi, mahalliy, mintaqaviy, milliy va xalqaro miqyosda integratsiyalashuvi, axborot texnologiyalaridan foydalanish yo‘lidan boradi.

Uchinchidan, elektron kutubxonaning ulkan axborot salohiyatidan unumli foydalanish nafaqat texnik va texnologik, balki ijtimoiy, psixologik va pedagogik muammolarni ham hal etishga

bog‘liq. Shu ma’noda tijoratlashtirish, axborotning ommaga ochiqligini ta’minlash, kutubxona xodimlarini yangi texnik sharoitlarda ishlashga tayyorlash, kitobxonlarning axborot madaniyatini oshirish, ularga xizmat ko‘rsatishni tashkil etishning maqbul shakllarini ijtimoiy jihatdan oqilona hal etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi "O‘zbekiston-2030" strategiya to‘g‘risidagi PF-158-son Farmoni.
2. SH.M.Mirziyoyev. Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Uchinchi nashr. Toshkent: “O‘zbekiston” nashriyoti, 2022. -440 b.
3. Shvot Klaus. To‘rtinchi sanoat inqilobi. Toshkent: Nixol, 2022-248 b.
4. Noxrin Yuriy Vladimirovich «Elektronnaya biblioteka kak forma bitovaniya biblioteki v informatsionnom obshestve» - Rossiya, 2022- 200s.
5. Olenev S. M. Informatsionnaya kultura na rubeje tisyacheletiy: preyemstvennost i novatsii. //Informatsionnaya kultura lichnosti: proshloye, nastoyasheye, budusheye. Mejdunarodnaya nauchnaya konferensiY. Krasnodar - Novorossiysk - 11-16 sentabrya, - 2016. - S. 52-53.

Xakimova Muborak Yakubjanovna - O‘zbekiston davlat san’at va madaniyat instituti, “Kutubxona-axborot faoliyati” kafedrasi mudiri. Tel:+998 (97) 7534079. E-mail: xakimova.1979@bk.ru

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ОДНОМЕРНЫХ МИКРОМАГНИТНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ В ФЕРРОМАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛАХ

[1]Шарипов М.З., [1]Назаров Э.С., [1]Зокирова З.М., [1]Иброхимова С.Ш., [2]Муминов Ш.Х.

[1]Бухарский государственный университет, [2]Бухарский инновационный университет.

Аннотация. *В данной работе анализируются простейшие одномерные микромагнитные конфигурации в объемных ферромагнитных кристаллах, пренебрегая поверхностными эффектами на намагничивание. Баланс между обменной и анизотропной энергиями определяет структуру и устойчивость доменных стенок конечной толщины. Полученные результаты дают фундаментальное представление о микромагнитных конфигурациях в массивных ферромагнитных материалах и актуальны для разработки магнитооптических и спинтроновых тонкопленочных приборов.*

Ключевые слова: *кристалл, доменная структура, доменная граница, намагниченность, магнитостатическая энергия, ферромагнетик, магнитное поле.*

STRUCTURE AND PROPERTIES OF ONE-DIMENSIONAL MICROMAGNETIC FORMATIONS IN FERROMAGNETIC CRYSTALS

[1]Sharipov M.Z., [1]Nazarov E.S., [1]Zokirova Z.M., [1]Ibrokhimova S.Sh., [2]Muminov Sh.H.

[1]Bukhara state university, [2]Bukhara innovation university.

Annotation. *This work analyzes the simplest one-dimensional micromagnetic configurations in bulk ferromagnetic crystals, neglecting surface effects on magnetization. The balance between exchange and anisotropy energies determines the structure and stability of domain walls with finite thickness. The results provide fundamental insight into micromagnetic configurations in massive ferromagnetic materials and are relevant for the development of magneto-optical and spintronic thin-film devices.*

Keywords. *micromagnetism; domain wall; magnetic anisotropy; exchange interaction; uniaxial crystal; magneto-optical materials; spintronic applications dynamic micromagnetic phenomena.*

***В*ведение.** Изучение микромагнитных конфигураций в ферромагнитных материалах остаётся актуальным в современной физики конденсированного состояния и материаловедения. Микромагнетизм обеспечивает теоретическую основу для понимания того, как вектор намагниченности изменяется в пространстве под влиянием конкурирующих обменных, анизотропных и магнитостатических взаимодействий. Возникающие в результате этого пространственно неоднородные состояния, в частности, магнитные домены и

доменные стенки, ответственны за широкий спектр макроскопических магнитных и магнитооптических свойств, наблюдаемых в кристаллических твёрдых телах.

Доменная граница (ДГ) представляет собой переходную область, разделяющую два однородно намагниченных домена, ориентированных вдоль разных лёгких осей. Хотя её характерная толщина, обычно в диапазоне от десятков до сотен нанометров, составляет лишь малую долю объёма материала, доменная стенка играет решающую роль в определении магнитных, оптических и транспортных свойств системы. Внутренняя структура границы обусловлена тонким балансом между обменной энергией, способствующей однородному намагничиванию, и энергией магнитной анизотропии, которая выстраивает намагниченность вдоль кристаллографически предпочтительных направлений. Равновесный баланс доменной стенки и её энергия определяются минимизацией полного микромагнитного функционала.

С теоретической точки зрения, одномерные модели изменения намагниченности предлагают наиболее прямой способ понимания формирования доменных стенок в объёмных материалах. В таких моделях поверхностные эффекты не учитываются, и предполагается, что намагниченность изменяется вдоль одной пространственной координаты. Эти простейшие одномерные микромагнитные конфигурации дают аналитическое представление о балансе обменного и анизотропного вкладов и позволяют вывести явные соотношения для ширины и энергии доменной стенки. Классический подход, инициированный Ландау и Лифшицем [1], остаётся неотъемлемой основой современного микромагнитного моделирования, которое распространяется на тонкие плёнки, многослойные системы и наноструктурированные материалы [2-4].

В данной работе мы анализируем фундаментальные одномерные микромагнитные конфигурации в объёмных ферромагнитных кристаллах, уделяя особое внимание условиям формирования и устойчивости доменных стенок с размерами 90^0. Особое внимание уделяется роли симметрии магнитной анизотропии и энергетическому балансу, определяющему конечную толщину стенки. Представленные здесь результаты обеспечивают теоретическую основу, применимую как к объёмным кристаллам, так и к тонкоплёночным магнитооптическим системам, где аналогичные микромагнитные механизмы наблюдаются в наномасштабе.

Полученные результаты и их обсуждение. Равновесное распределение намагниченности в ферромагнитном кристалле определяется минимизацией полной микромагнитной энергии, включающей обменную, анизотропную и магнитостатическую составляющие [2,3]. В одномерном случае, когда намагниченность изменяется только вдоль одной координаты (z), полная энергия на единицу объема может быть выражена как

$$E = A\left(\frac{dm}{dz}\right)^2 + Kf(m) + E_{ms} \qquad (1)$$

где A - константа обменной жесткости, K - константа анизотропии, $f(m)$ описывает угловую зависимость энергии анизотропии, определяемую симметрией кристалла, а E_{ms} - плотность магнитостатической энергии. Вектор m = M/M_s - единичный вектор направления намагниченности.

В объемных ферромагнитных кристаллах, где влиянием внешних поверхностей можно пренебречь, магнитная структура определяется главным образом конкуренцией обменного взаимодействия и магнитной анизотропии. Обменная энергия стремится выстроить соседние спины параллельно друг другу, что приводит к однородной намагниченности, в то время как энергия анизотропии ограничивает направление намагниченности определёнными кристаллографическими осями – так называемыми лёгкими осями. При наличии нескольких эквивалентных лёгких направлений кристалл обладает вырожденными однородно намагниченными состояниями, которые могут

сосуществовать в разных частях кристалла. Области, намагниченные вдоль этих эквивалентных направлений, образуют магнитные домены.

Между соседними доменами намагниченность не может изменяться скачком, поскольку это привело бы к резкому увеличению обменной энергии. Вместо этого вектор намагниченности постепенно поворачивается на конечном расстоянии, образуя доменную стенку - переходный слой, разделяющий домены с различной ориентацией. Конечная толщина стенки, обозначаемая как δ, возникает в результате минимизации функционала полной энергии.

Чтобы найти равновесную конфигурацию вектора намагниченности M(z), минимизируется полная энергия относительно пространственных изменений углов θ(z) и $\phi(z)$, описывающих направление M в системе координат кристалла. Применение вариационного принципа приводит к уравнению Эйлера-Лагранжа:

$$\frac{d}{dz}\left(\frac{\partial E}{\partial(d\theta/dz)}\right)-\frac{dE}{\partial\theta}=0 \tag{2}$$

которое определяет равновесный профиль намагниченности внутри доменной стенки. Конкуренция обменной и анизотропной энергий определяет характерную толщину стенки и закон вращения вектора намагниченности.

В простейшем случае одноосного кристалла, где лёгкая ось расположена вдоль направления z, энергия анизотропии может быть записана как

$$E_{an}=K\sin 2\theta \tag{3}$$

а полный одномерный функционал энергии становится

$$E=A\left(\frac{dz}{d\theta}\right)^2+K\sin^2\theta\,. \tag{4}$$

Минимизация этого функционала даёт хорошо известное решение для блоховской стенки с радиусом 180^0:

$$\theta(z)=z\tan^{-1}\left[\exp\left(\frac{z}{\delta}\right)\right], \tag{5}$$

где толщина стенки определяется выражением

$$\delta=\sqrt{\frac{A}{K}} \tag{6}$$

Этот результат явно демонстрирует, что равновесная толщина стенки определяется отношением обменной жёсткости к силе анизотропии: сильный обмен расширяет стенку, в то время как сильная анизотропия сужает её. Полную энергию стенки на единицу площади можно оценить как

$$\gamma=4\sqrt{AK} \tag{7}$$

что представляет собой минимальную поверхностную энергию доменной стенки блоховского типа в одноосном ферромагнетике.

Схематическая иллюстрация зависимости полной энергии от толщины стенки δ, возникающей в результате взаимодействия обменной и анизотропной энергий, представлена на рисунке 1.

В объёмном ферромагнитном кристалле доменная граница разделяет две однородно намагниченные области (домены) с векторами намагниченности M_1 и M_2, ориентированными вдоль разных направлений лёгкого намагничивания. Плоскость границы можно определить её нормалью n, а поворот вектора намагниченности внутри границы можно охарактеризовать двумя углами: θ - наклоном вектора намагниченности к нормали к границе и φ - азимутальным углом, описывающим его поворот вокруг нормали.

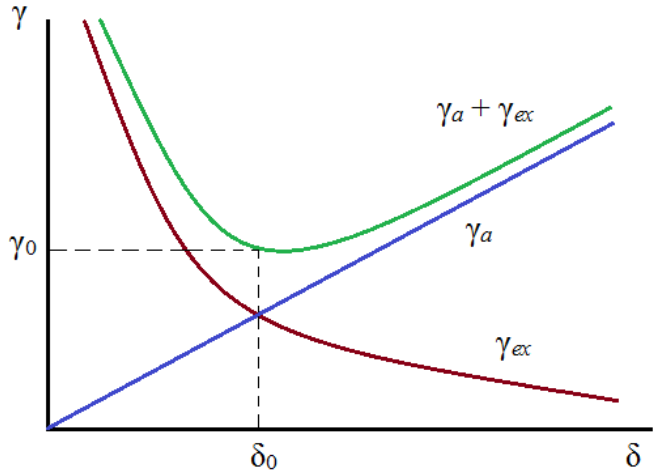


Рис. 1. Схематическая иллюстрация баланса вкладов обменной и анизотропной энергий, определяющего равновесную ширину доменной стенки δ.

На рисунке 2 схематически показано постепенное вращение вектора намагниченности M(z) через доменную границу. Изменение происходит непрерывно, минимизируя обменную энергию, а траектория вектора M описывает поверхность конуса с углом при вершине ψ, ось которого совпадает с направлением лёгкого намагничивания.

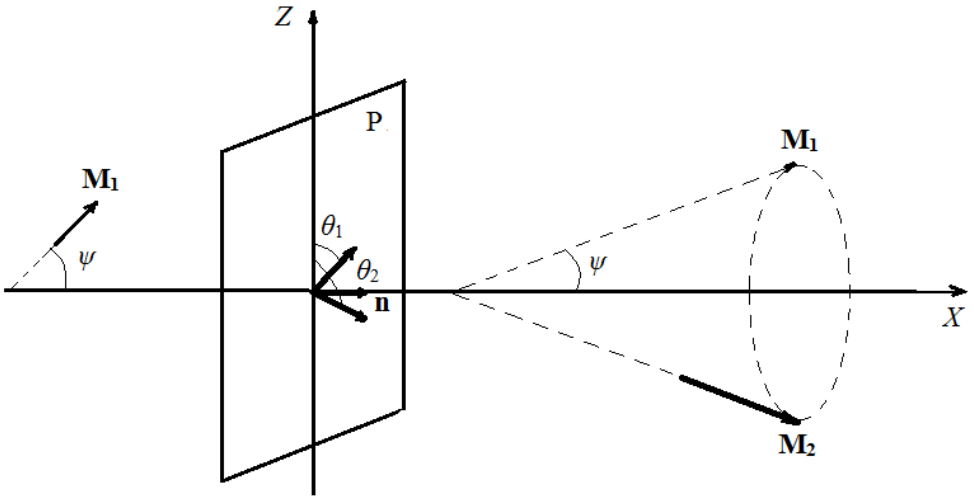


Рис. 2. Вращение вектора намагниченности через доменную границу, разделяющую два домена с намагниченностями M_1 и M_2. Углы θ_1 и θ_2 определяют направления намагниченности в соседних доменах, а ψ - угол поворота конуса.

В кристаллах с одноосной анизотропией лёгкая ось намагничивания обычно совпадает с нормалью к стенке. В этом случае $\theta_1 = \theta_2 = \theta$, и намагниченность изменяется только на азимутальный угол φ. Такая конфигурация соответствует классической блоховской 180^0 -ной стенке, где намагниченность вращается в плоскости стенки, сохраняя постоянную величину во всей переходной области. Направление намагниченности в двух соседних доменах отличается на 180^0, отсюда и название.

Напротив, материалы с планарной (двуосной) анизотропией, такие как некоторые ферриты и тонкие магнитные плёнки, могут поддерживать стенки, где лёгкая ось лежит в плоскости стенки. В этом случае как θ, так и φ изменяются по всей границе, и намагниченность вращается в плоскости, перпендикулярной нормали к стенке. Иногда эти стенки называют стенками типа Нееля, в зависимости от конкретного пути вращения M.

В магнитно-анизотропных кристаллах обычно наблюдаются два основных типа доменных границ - 180^0 и 90^0 - в зависимости от относительной ориентации намагниченности в соседних доменах [2,3]. 90^0 - ные стенки соответствуют поворотам намагниченности на $\pi/2$ между соседними доменами. В зависимости от симметрии кристалла такие стенки могут лежать в плоскостях типа (100), (110) или (111). При определённых условиях, в частности, при наличии дефектов или центров пиннинга, изолированные 90^0 - ные стенки могут оставаться стабильными даже в идеальных кристаллах.

На рисунке 3 схематически показан пример 90^0 -ной стенки, расположенной в плоскости (100) таких как никель-иттриевый железо-гранат (ЖИГ). Рассмотрев структуру 90^0 доменных границ в одноосных и двуосных материалах, полезно рассмотреть ситуацию в кубических (четырехосных в магнитном отношении) кристаллах, где ландшафт энергии анизотропии становится значительно более сложным. В таких системах намагниченность может быть ориентирована вдоль нескольких эквивалентных осей лёгкого намагничивания, обычно вдоль кристаллографических направлений ⟨100⟩ или ⟨111⟩. Сосуществование нескольких направлений лёгкого намагничивания приводит к возможности существования непрерывного набора энергетически эквивалентных ориентаций доменных границ [6,7].

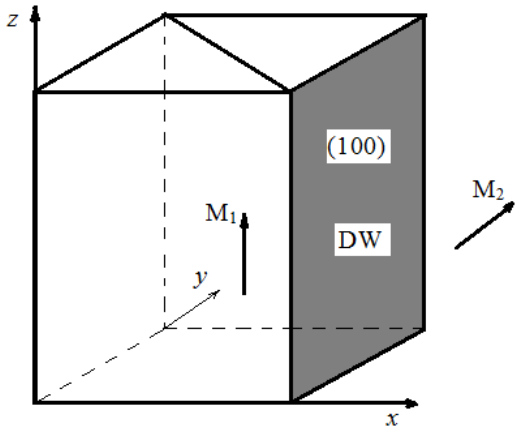


Рис. 3. Схематическое изображение 90° доменной границы, расположенной в кристаллографической плоскости (100).

Заключение. В данной работе мы проанализировали простейшие одномерные микромагнитные конфигурации в объемных ферромагнитных кристаллах, уделив особое внимание фундаментальным механизмам, управляющим формированием, структурой и устойчивостью доменных границ. Разработанная здесь теоретическая модель описывает 90^0 - доменные границы и проясняет влияние кристаллографической анизотропии на их геометрию и энергетику.

Полученные результаты обеспечивают физическую основу для понимания поведения доменных границ не только в массивных кристаллах, но и в тонких пленках и многослойных системах, где поверхностные и размагничивающие эффекты играют существенную роль. Такие знания необходимы для интерпретации магнитооптических явлений, оптимизации материалов для оптических и спинтронных приложений, а также для разработки магнитных и магнитофотонных устройств нового поколения.

Список использованной литературы.

[1] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Electrodynamics of Continuous Media, 2nd ed., Pergamon Press (1984).

[2] A. Hubert and R. Schäfer, Magnetic Domains: The Analysis of Magnetic Microstructures, Springer (1998)

[3] B. N. Filipov, Micromagnetic Structures and Their Nonlinear Properties. Part 1, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg (2019).
[4] J. Stöhr and H.C. Siegmann, Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer (2006). https://doi.org/10.1007/978-3-540-30283-4
[5] H. Ferrari, V. Bekeris, T.H. Johansen "Magneto-optic imaging of domain walls in ferrimagnetic garnet films" Physica B: Condensed Matter, 398(2), 2007, 476-479. https://doi.org/10.1016/j.physb.2007.05.015
[6] B.Y. Sokolov, M.Z. Sharipov, "Low-frequency resonance of domain walls in the iron garnet $Tb_3Fe_5O_{12}$ near the magnetic compensation point," Journal of Experimental and Theoretical Physics, 116(5), 775-779 (2013) http://dx.doi.org/10.1134/S1063776113040109
[7] B.Y.Sokolov, M.Z. Sharipov "Magneto-optical properties of the iron garnet $Tb_3Fe_5O_{12}$ near the magnetic compensation temperature," Physics of the Solid State 56(5), 975-979 (2014). http://dx.doi.org/10.1134/S1063783414050291

ОЦЕНКА НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИРРИГАЦИОННЫХ КАНАЛОВ

Мамедов Р.А., Жамолов Ж.Ж.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В работе проведена оценка низконапорного гидроэнергетического потенциала водозаборных сооружений и оросительных каналов Бухарской области. На основе данных о расходах воды, перепадах уровня и продолжительности водообеспечения выполнены расчёты мощности для 10 объектов. Установлено, что использование водяных колёс нижнего боя при напоре 0,5-2 м и расходах 1-10 м³/с позволяет получать 15-100 кВт без сложных строительных работ. Определены наиболее перспективные точки размещения малых гидроэнергетических установок и предложены рекомендации по их внедрению в ирригационной инфраструктуре региона.*

Ключевые слова: *оценка гидроэнергетического потенциала, водозаборное сооружение, низконапорный водоток, ирригационный канал, расход потока воды, напор воды, водяное колесо.*

ASSESSMENT OF LOW-HEAD HYDROPOWER POTENTIAL OF WATER INTAKE STRUCTURES AND IRRIGATION CANALS

Mamedov R.A., Jamolov J.J.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The study evaluates the low-head hydropower potential of water intake structures and irrigation canals in the Bukhara region. Based on data on water discharge, head differences, and duration of water supply, power calculations were performed for 10 sites. It was found that the use of undershot water wheels at heads of 0,5-2 m and discharges of 1-10 m³/s makes it possible to generate 15-100 kW without complex construction work. The most promising locations for small hydropower installations were identified, and recommendations for their integration into the region's irrigation infrastructure were proposed.*

Keywords: *hydropower potential assessment, water intake structure, low-head flow, irrigation canal, water discharge, hydraulic head, water wheel.*

***В*ведение.** Стремительный рост мирового населения и увеличение спроса на электроэнергию усиливают давление на природные ресурсы и обостряют глобальные экологические проблемы [1-3]. Переход к возобновляемым источникам энергии рассматривается как ключевое направление снижения выбросов парниковых газов и обеспечения энергетической устойчивости, способствующее также созданию новых рабочих мест и развитию локальной инфраструктуры [4-6].

В системе возобновляемой энергетики важное место занимают малые гидроэнергетические установки (МГЭУ), способные эффективно использовать энергетический потенциал низконапорных водотоков - рек, оросительных каналов и технологических сооружений водохозяйственных систем. В дополнение к традиционным видам ВИЭ возрастающий интерес обращён к гидроэнергетике, интегрируемой в существующие водозаборные сооружения и инженерные узлы, где искусственный перепад воды является устойчивым, предсказуемым и круглогодичным ресурсом [7]. К водозаборным сооружениям, представляющим интерес для энергетического использования, относятся входные гидроузлы, водоприёмные камеры, перегородки, регулирующие затворы и распределительные гидротехнические конструкции. Такие узлы формируют стабильные перепады и контролируемый расход, что делает их перспективными точками для размещения малых гидроэнергетических установок без существенного вмешательства в работу ирригационной системы [8, 9].

Вместе с тем дальнейшее строительство крупномасштабных гидроэлектростанций ограничено сокращением доступных площадок и возрастанием экологических требований, что повышает актуальность локальной энергетической генерации на основе малых ГЭС, интегрируемых в существующую гидротехническую инфраструктуру. Особое значение в этом контексте приобретает Аму-Бухарский машинный канал (АБМК), являющийся ответвлением реки Амударья и обеспечивающий водоснабжение Бухарской и частично

Навоийской областей Узбекистана. Канал начинается в районе гидроузла «Двойник» (39.219845, 63.719540) и включает разветвлённую систему магистральных и межхозяйственных каналов, в составе которых функционирует большое количество водозаборных и регулирующих сооружений различного типа.

Для эффективного внедрения малых гидроэнергетических установок в условиях АБМК необходима комплексная оценка гидравлических характеристик водозаборных сооружений - величины перепадов, расхода, скорости течения, профиля водотока, а также анализа режима работы затворов и водоподачи в различные сезоны. Ранее исследователями Бухарского инженерно-технологического института была выполнена первичная оценка гидроэнергетического потенциала магистральных и межхозяйственных каналов региона с использованием схемы линейного расположения каналов, предоставленной управлением АБМК, и спутниковых данных Google Earth Pro. На основе этих данных была построена схема (рис. 1), позволяющая идентифицировать участки каналов с потенциальным энергетическим ресурсом.

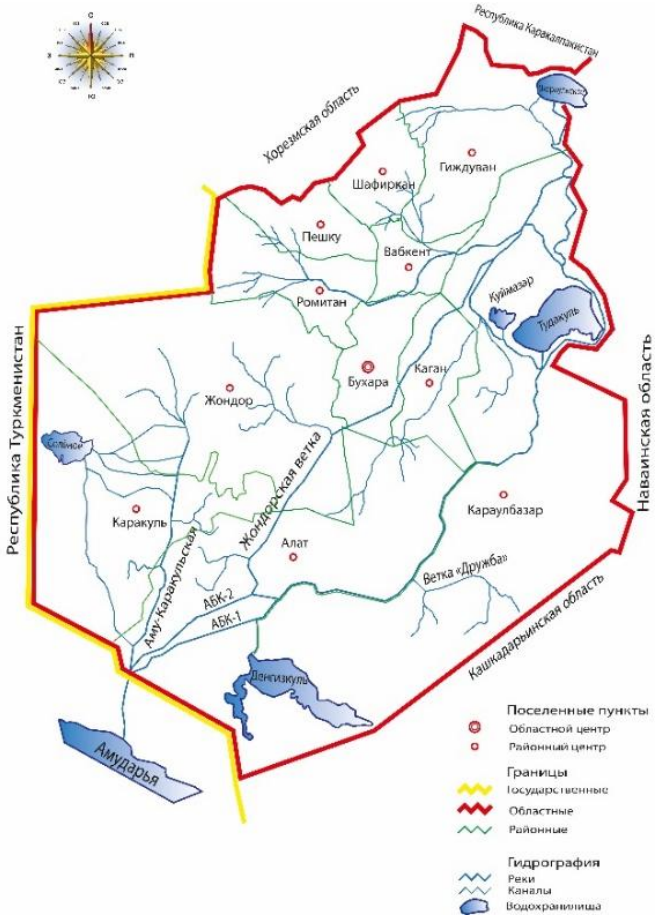


Рис. 1. Схема расположения основных магистральных и межхозяйственных каналов Бухарской области

С учётом того, что водозаборные сооружения и распределительные гидроузлы формируют устойчивые перепады уровня и имеют удобную инженерную инфраструктуру для размещения малых энергетических модулей, их использование представляет значительный интерес для низконапорной гидроэнергетики региона. В данной работе рассматривается возможность применения малых гидроэнергетических установок, в том числе водяных колёс различного конструктивного исполнения, которые являются наиболее эффективными для работы в условиях низких напоров и умеренных расходов, характерных для оросительных каналов и водозаборных узлов Бухарской области.

Цель исследования: комплексно оценить низконапорный гидроэнергетический потенциал водозаборных сооружений и оросительных каналов Бухарской области, определить перспективные точки для размещения малых гидроустановок и разработать конструкцию водяного колеса, адаптированную к выявленным гидравлическим условиям.

Задачи исследования: определить критерии отбора перспективных гидроэнергетических точек с учётом перепада, расхода, доступности и влияния на гидрорежим и экологию. Сформировать базу данных выявленных точек с координатами, параметрами водотока и инфраструктурными условиями. Выполнить расчёт теоретической и технически доступной мощности и оценить суммарный низконапорный потенциал региона. Разработать рекомендации по внедрению малых гидроэнергетических установок на основе водяных колёс и определить направления дальнейших исследований.

Объекты исследования и характеристика гидротехнических сооружений. В рамках настоящего исследования были идентифицированы и обследованы десять точек с действующими гидротехническими сооружениями и участками каналов, обладающих потенциальной возможностью размещения малых гидроэнергетических установок. Отбор объектов осуществлялся с учётом наличия устойчивого водотока, эксплуатационных перепадов уровня, конструктивных особенностей сооружений, а также близости к потребителям электроэнергии. Для каждой точки были определены ключевые параметры: средний расход воды, скорость течения, глубина канала, ширина русла, доступный напор и годовая продолжительность подачи воды. Особое внимание уделялось ирригационным каналам Бухарской области, где круглогодичное водоснабжение обеспечивает благоприятные условия для низконапорной гидроэнергетики.

Представленные ниже краткие описания объектов позволяют комплексно оценить их энергетический потенциал и служат основой для дальнейших расчётов в методологическом разделе. В последующем анализе каждая из двенадцати точек рассматривается с позиции возможности интеграции водяных колёс в существующую инфраструктуру, что позволяет выделить наиболее перспективные сооружения для детального технико-энергетического моделирования.

На рисунке 2 представлена одна из обследованных точек, характеризующая типичный пример гидротехнического сооружения, включённого в анализ.



Рис. 2. Водозаборное сооружение «Абумуслим» (Гиждуванский район)

Данный объект относится к категории мелких водозаборных сооружений с устойчивым сезонным режимом подачи воды, что делает его показательным для оценки потенциала малой гидроэнергетики в ирригационной системе региона. Потенциальная

гидроэнергетическая мощность участка предварительно оценена на уровне порядка 10 кВт, что обусловлено наличием выраженного перепада и стабильного расхода воды. Продолжительность водотока составляет около 300 дней в году, обеспечивая высокий коэффициент доступности и благоприятные условия для круглогодичного энергоснабжения.

Скорость потока достигает примерно 1,5 м/с, что допускает применение низконапорных установок - в частности, водяных колёс или пропеллерных турбин, предназначенных для работы при умеренных скоростях течения. Близость объекта к населенному пункту (около 0,5 км) снижает вероятность увеличения капитальных затрат на подключение и повышает интеграционную привлекательность данного участка.

На рисунке 3 представлено водораспределительное сооружение со стабильным водотоком, позволяющее оценить потенциальную мощность участка примерно в 10 кВт. Продолжительность водоподачи достигает 330 дней в год, что формирует благоприятные условия для установки малых гидроэнергетических систем. Скорость течения порядка 1,2 м/с делает возможным применение низконапорных технологий, включая водяные колёса. Близость населённого пункта (около 0,3 км) дополнительно повышает практическую доступность объекта.



Рис.3. Водораспределительное сооружение «Жилвон» (Гиждуванский район)

На рисунке 4 представлено водозаборное сооружение с чётко выраженным перепадом уровня, обеспечивающим значительный гидроэнергетический потенциал участка – порядка 5 кВт. Продолжительность водотока составляет около 320 дней в году, что делает объект перспективным для стабильной работы малой ГЭС. Скорость течения на уровне 1,5 м/с позволяет применять как низко-, так и средненапорные турбинные решения. Удалённость ближайшего населённого пункта на 2 км требует дополнительного учета инфраструктуры при интеграции вырабатываемой энергии.



Рис 4. Водозаборное сооружение «Хачкаб» (Гиждуванский район)

Представленное на рисунке 5 водораспределительное сооружение характеризуется заметным гидроэнергетическим потенциалом, который оценивается примерно в 90 кВт. Продолжительность водотока в пределах 300 дней обеспечивает устойчивые условия для эксплуатации малой ГЭС, а скорость течения до 5-6 м/с создаёт благоприятные предпосылки для применения низконапорных турбин или водяных колёс повышенной эффективности. Расстояние до ближайшего населённого пункта составляет около 1 км, что делает подключение генерируемой мощности технически доступным и экономически оправданным.



Рис. 5. Водораспределительное сооружение «Коза» (Вабкентский район)

На участке, представленном на рисунке 6, на выходе из напорного трубопровода насосной станции формируется устойчивый падающий поток, создающий благоприятные условия для использования малых гидротурбин. Потенциальная мощность оценивается в диапазоне 20-30 кВт и определяется фактическим расходом воды и величиной перепада. Продолжительность водотока составляет около 300 дней, что обеспечивает высокий коэффициент использования установленной мощности. Скорость потока достигает 3 м/с, позволяя применить низконапорные импульсные турбины. Расстояние до ближайшего населённого пункта (2 км) требует дополнительной оценки инфраструктурных решений при подключении генерируемой энергии.



Рис. 6. Насосная станция «Жаркок» (Караулбазарский район)

На объекте, представленном на рисунке 7, формируется устойчивый падающий поток с высоты около 1,5 м, создаваемый работой насосной станции. Потенциальная мощность участка составляет порядка 30 кВт, при этом водоток наблюдается около 300 дней в году, что обеспечивает надёжность эксплуатации малой гидроэнергетической установки. Скорость истекающей воды достигает 2 м/с, что позволяет эффективно использовать низконапорные

импульсные турбины или вертикальные водяные колёса. Расстояние до ближайшего населённого пункта (2 км) требует предварительной оценки оптимальной схемы подключения генерируемой электроэнергии.



Рис. 7. Насосная станция «Дўстлик» (Караулбазарский район)

На участке канала «Шохруд», представленном на рисунке 8, наблюдается стабильный водоток и ряд малых перепадов, позволяющих разместить пять установок по 5 кВт, каждая с суммарным потенциалом около 25 кВт. Водоподача продолжается примерно 300 дней в году, что обеспечивает высокий коэффициент использования мощности. Скорость течения 1,3 м/с позволяет применять низконапорные турбины или водяные колёса осевого типа. Расстояние до ближайшего населённого пункта составляет 1,5 км, что делает подключение вырабатываемой энергии технически выполнимым.



Рис. 8. Канал «Шохруд» (Каганский район)

На участке канала «Кобдун», представленном на рисунке 9, наблюдается стабильный водоток и достаточная скорость течения, что создаёт условия для размещения малой гидроэнергетической установки. Потенциальная мощность оценивается на уровне около 5 кВт, что обусловлено устойчивым расходом и геометрическими характеристиками канала. Вода подаётся примерно 300 дней в году, обеспечивая продолжительный эксплуатационный период. Скорость потока достигает 1,8 м/с, что позволяет применять низконапорные турбины или водяные колёса, чувствительные к изменениям скорости. Расстояние до ближайшего населённого пункта составляет 1,5 км, что требует анализа оптимальной схемы подключения вырабатываемой энергии.



Рис. 9. Канал «Кобдун» (Бухарский район)



Рис. 10. Водораспределительное сооружение «Бош Шофиркон» (Шафирканский район)

Водораспределительное сооружение «Бош Шофиркон», представленное на рисунке 10, характеризуется стабильным водотоком и выраженным низконапорным потенциалом, оцениваемым примерно в 40 кВт. Скорость движения воды достигает 1,5 м/с, что позволяет эффективно применять низконапорные турбины или водяные колёса. Устойчивый расход обеспечивает возможность круглогодичной эксплуатации малой гидроэнергетической установки. Ближайший населённый пункт находится на расстоянии около 2 км, что требует предварительной оценки технических условий для подключения вырабатываемой электроэнергии.

Водозаборное сооружение, расположенное по координатам 39.865177, 64.522381 и представленное на рисунке 11, обладает высокими гидравлическими параметрами и стабильным круглогодичным водотоком, обеспечивающим водоснабжение города Бухары. Скорость движения воды достигает 4-6 м/с при расходе 1-20 м³/с и напоре 0,5-2 м, что создаёт благоприятные условия для установки энергоэффективной низконапорной турбины. Потенциальная мощность участка оценивается на уровне около 50 кВт, что позволяет обеспечить устойчивую круглогодичную генерацию электроэнергии. Благодаря сочетанию высокой скорости потока и надёжного водообеспечения, данный объект является одним из наиболее перспективных для внедрения малой гидроэнергетики в регионе.

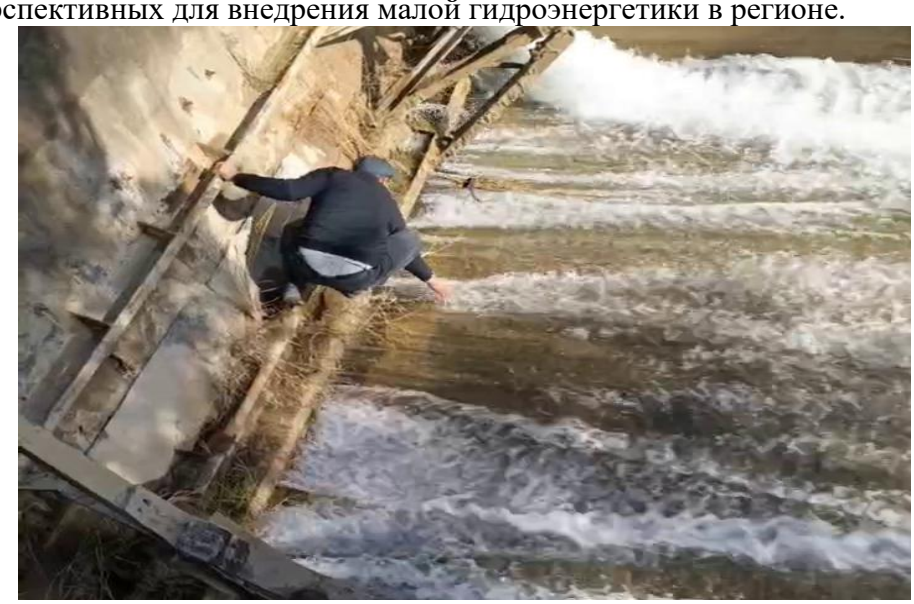


Рис. 11. Водозаборное сооружение на канале «Кобдун» (посёлок Галаосиё)

Методология. При оценке низконапорного энергетического потенциала каналов и водозаборных сооружений используется классическая гидравлическая модель потенциальной мощности потока. Теоретическая мощность определяется через произведение расхода, плотности воды, ускорения свободного падения и доступного напора [11-13]. В инженерной практике данное выражение служит основой для всех последующих оценок и корректируется с учётом гидравлических потерь и коэффициента полезного действия оборудования.

Теоретическая мощность потока выражается формулой:

$$P_{\text{теор}} = \rho g Q H \quad (1)$$

где $P_{\text{теор}}$ - теоретическая мощность, Вт; ρ - плотность воды, (обычно 1000 кг/м^3; g - ускорение свободного падения, (9,81 м/с^2) Q - расход воды, м^3/с; H - доступный напор, м.

Формула (1) широко используется в отечественных и зарубежных исследованиях малой гидроэнергетики, особенно для каналов и оросительных сооружений [11], [14].

Реальный электрический выход учитывает суммарные преобразовательные потери: эффективность гидроагрегата (в нашем случае - нижнебойного водяного колеса $\eta_{\text{т}}$) и эффективность генератора $\eta_{\text{ген}}$. Введём суммарный КПД системы:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{ген}} \quad (2)$$

Для нижнебойного водяного колеса типично $\eta_{\text{т}} \approx 0{,}3$ [12,15], для генератора $\eta_{\text{т}} \approx 0{,}9$ (малые синхронные электрогенераторы), следовательно $\eta_{\text{общ}} \approx 0.27$.

Электрическая мощность определяется как

$$P_{\text{эл}} = \eta_{\text{общ}} \cdot P_{\text{теор}} \quad (3)$$

Здесь $P_{\text{эл}}$ - электрическая мощность на выходе, Вт. Формулы (1)-(3) приняты в отечественной и международной практике оценки малой гидроэнергетики [11-13,15].

Расход Q получают либо прямым измерением поперечного сечения и средней скорости, либо по гидравлическим формулам. При прямом измерении

$$Q = A \cdot \vartheta \quad (4)$$

где A - площадь живого сечения потока, м^2; v - средняя скорость потока, м/с [13].

Геометрический напор $H_{\text{г}}$ отличается от эффективного напора $H_{\text{э}}$ из-за гидравлических потерь; для инженерных расчётов следует учитывать суммарные потери $h_{\text{пот}}$:

$$H_{\text{э}} = H_{\text{г}} - h_{\text{пот}} \quad (5)$$

или в более точной кинетической записи

$$H_{\text{э}} = H_{\text{г}} + \frac{\vartheta_{in}^2 - \vartheta_{out}^2}{2g} - h_{\text{пот}} \quad (6)$$

где v_{in} и v_{out} - средние скорости до и после установки; $h_{\text{пот}}$включает трение, местные вихревые потери и потери на входе/выпуске [13,16].

Годовая энергия рассчитывается через мощность и время работы. В соответствии с принятым допущением для эксплуатационных расчётов принимаем эффективное время работы установки $t = 8000$ ч/год (остаток года резервируется на обслуживание и ремонты). Тогда годовая энергетическая выработка равна:

$$E_{\text{г}} = P_{\text{эл}} \cdot t \quad (7)$$

Результаты исследования. На рисунке 12 приведена линейная зависимость электрической мощности малой гидроустановки от расхода воды при постоянном напоре $H = 1{,}5$м. Характер зависимости строго пропорциональный: увеличение расхода приводит к равномерному росту мощности. На рисунке отмечена расчётная точка водозаборного сооружения Кобдун (Q=5 м^3/с), для которой при суммарном КПД $\eta_{\text{общ}} = 0{,}27$ электрическая мощность составляет $P = 20$ кВт. График демонстрирует высокий потенциал увеличения мощности при росте расхода, что особенно важно для ирригационных каналов с сезонно изменяющимся объёмом подачи воды.

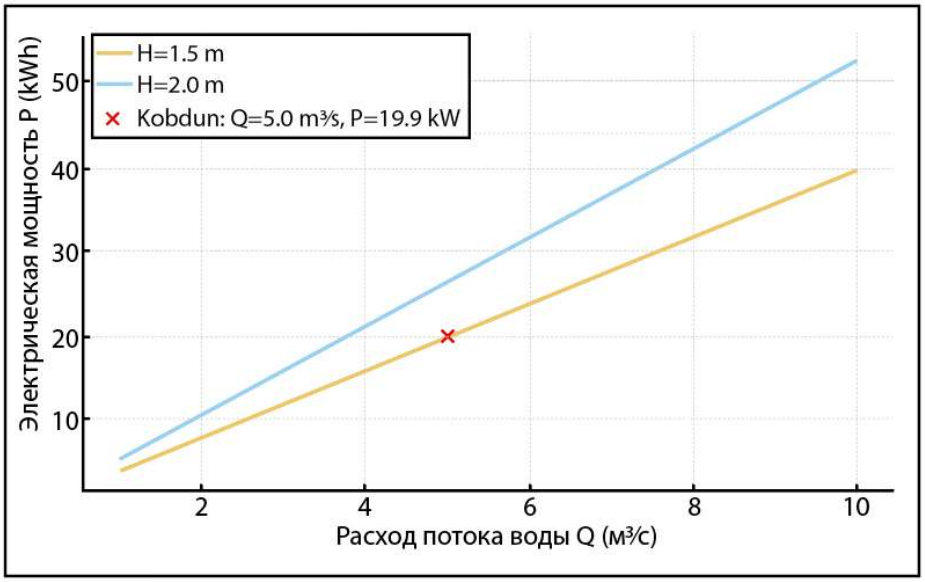


Рис.12. График зависимости электрической мощности от расхода потока воды

График зависимости, представленный на рисунке 13 отражает линейный рост годовой выработки электроэнергии малой ГЭС при увеличении напора. Увеличение напора даже на 0,5-1 м существенно изменяет энергетический потенциал участка. Расчётная точка Кобдун (H=1,5 м) показывает годовую выработку около 159 МВт·ч при расходе 5 м³/с. График подчёркивает важность инженерных решений, позволяющих увеличить эффективный напор даже при малых геометрических перепадах.

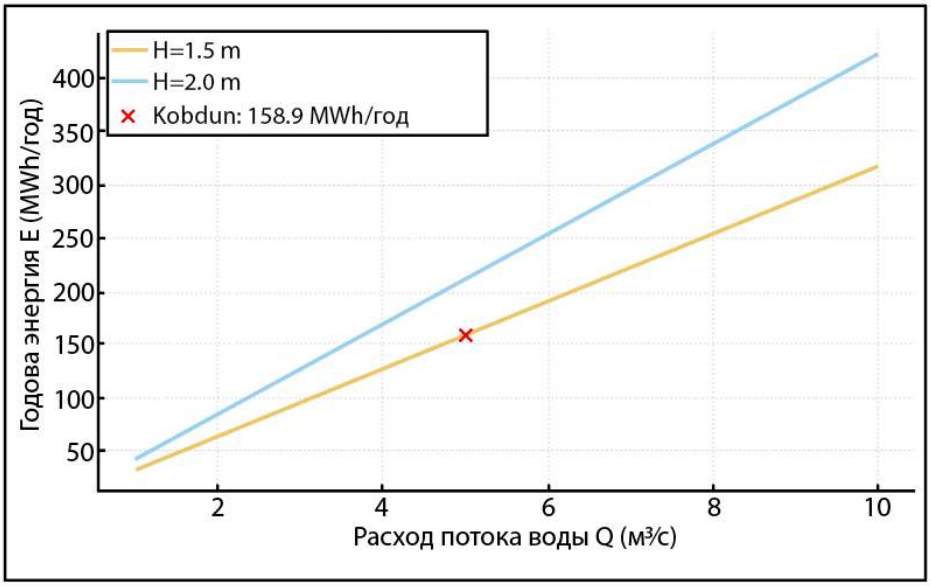


Рис.13. График зависимости готовой теоретической выработки электроэнергии от расхода потока воды

На рисунке 14 представлено влияние напора на электрическую мощность для двух характерных расходов ирригационных каналов. Линейные кривые показывают, что при одинаковом увеличении напора канал с большим расходом (Q=8 м³/с) демонстрирует более высокую мощность на каждом уровне напора H. Разница между линиями визуализирует важную гидроэнергетическую характеристику: масштабирующий эффект расхода. При напоре 1,5 м, например, мощности составляют около 20 кВт (Q=5 м³/с) и около 32 кВт (Q=8 м³/с). Таким образом, график подчёркивает, что энергетическая эффективность участка

определяется одновременно обоими параметрами - и расходом, и напором, а их совместная оптимизация даёт максимальный эффект.

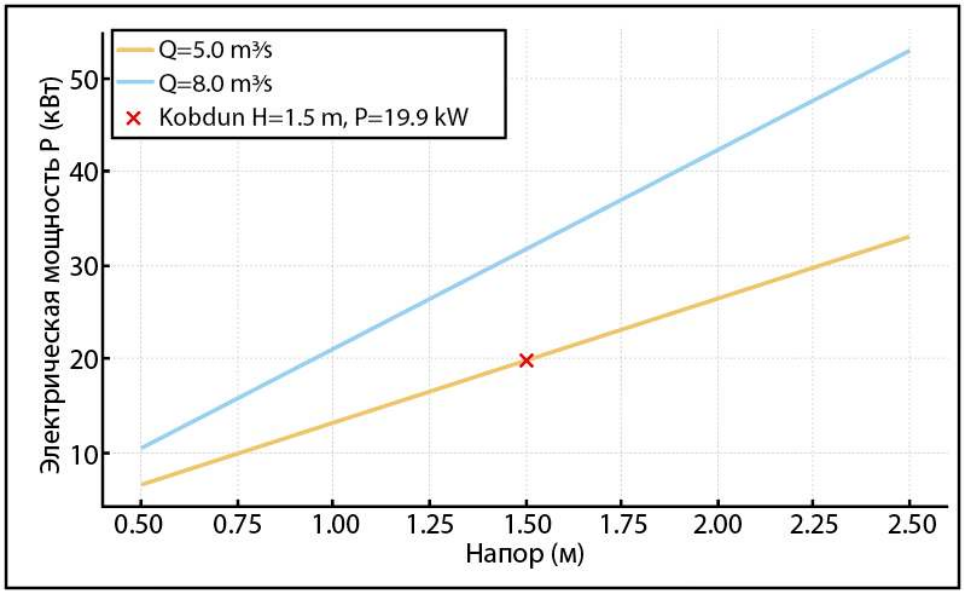


Рис.14. График зависимости электрической мощности от напора для двух расходов потока воды

На основе проведённой оценки низконапорного гидроэнергетического потенциала предлагается внедрение малых гидроэнергетических установок с водяными колёсами нижнего боя, которые наиболее эффективно работают в условиях небольших напоров и стабильных расходов, характерных для оросительных каналов и водозаборных сооружений Бухарской области. Использование таких установок целесообразно в точках с перепадом уровня 0,5-2 м и расходами воды от 1 до 10 м³/с, где расчёты показали технически достижимую мощность 30-100 кВт. Рекомендуется применять модульные конструкции с упрощённым обслуживанием и возможностью быстрой установки без изменения гидротехнической структуры каналов. Для обеспечения устойчивой генерации следует учитывать сезонные колебания расхода воды, интеграцию с локальными нагрузками и требования по экологической безопасности. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию профиля лопастей колеса для повышения КПД, разработку адаптивных систем регулирования при изменяющемся потоке, а также технико-экономическую оценку гибридных систем, сочетающих малую гидроэнергетику с другими возобновляемыми источниками энергии.

Заключение. Исследование показало, что система каналов и водозаборов Бухарской области обладает значительным низконапорным потенциалом для размещения малых ГЭС. Даже при небольших напорах и умеренных расходах возможно получение до 100 кВт на отдельных объектах. Наиболее перспективны сооружения с устойчивым водотоком и напором 0,5-2 м. Применение модульных водяных колёс позволяет обеспечить выработку энергии без серьёзного вмешательства в существующую инфраструктуру. Рекомендуются дальнейшие исследования, направленные на повышение эффективности колёс и адаптацию установок к сезонным изменениям расхода воды.

Список литературы

1. Brown J., Smith A., Lee K. «Global Energy Demand Trends», *Renewable Energy Journal*, 2019, Vol. 12, No. 4, pp. 215-228.
2. Li X., Chen Y. «Environmental Constraints of Fossil Energy», *Energy Policy Review*, 2021, Vol. 15, No. 2, pp. 135-149.
3. International Energy Agency (IEA). *World Energy Outlook*, 2020, IEA Publishing, pp. 1–600.

4. Kumar A., Patel R., Gupta S. «Renewable Energy and Climate Mitigation», *Energy Systems Research*, 2022, Vol. 8, No. 1, pp. 45-61.
5. REN21. *Global Status Report on Renewables*, 2021, REN21 Secretariat, Paris, pp. 1–300.
6. IRENA. *Employment and Economic Impact of Renewables*, 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, pp. 1-120.
7. Paish O. «Small Hydro Power: Technology and Status», *Renewable Energy*, 2018, Vol. 10, No. 3, pp. 345-358.
8. Zhang L. «Environmental Impact of Large Dams», *Hydropower Review*, 2017, Vol. 5, No. 2, pp. 99-112.
9. Vassilios P. «Constraints of Large Hydropower Expansion», *Journal of Water Resources*, 2020, Vol. 14, No. 1, pp. 25-37.
10. Karimov R., Mamatov B. «Assessment of Hydropower Potential in Irrigation Networks», *Central Asian Water Journal*, 2021, Vol. 3, No. 2, pp. 82-94.
11. Нестеров С.А., Малюгин С.М. *Малые гидроэлектростанции: расчёт и проектирование*. М.: Энергоатомиздат, 2018, с. 1-320.
12. Лубенец Б.В. *Гидравлика и энергетика водотоков*. СПб.: Гидрометиздат, 2015, с. 1–280.
13. ГОСТ 8.586.2–2005. *Измерение расхода воды в открытых руслах*. М.: Стандартинформ, 2005, 38 с.
14. Paish O. “Small Hydropower: Technology and Current Status”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2002, Vol. 6, No. 6, pp. 537-556.
15. Williams A. “Low-head Hydropower Technologies”, *International Journal of Hydropower & Dams*, 2014, Vol. 21, No. 4, pp. 72-82.
16. Fraenkel P. *Water Lifting Devices and Low-head Hydropower*. FAO Irrigation and Drainage Paper, UN FAO, 2010, pp. 1-240.

Мамедов Расул Акиф-огли - доцент кафедры «Электрическая и энергетическая инженерия», Бухарского государственного технического университета, Тел: (+99893) 960-93-39, e-mail: rasul_91-92@mail.ru

Жамолов Жабборшох Жахонгир угли - базовый докторант кафедры «Электрическая и энергетическая инженерия», Бухарского государственного технического университета

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДА ВОДОРОДА ОТ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОЛИТА В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Мамедов Р.А.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. *В работе рассмотрено влияние термохимических характеристик электролита - температуры, теплоёмкости, теплопроводности, вязкости и электропроводности - на эффективность электролиза воды и выход водорода. Проведён анализ современных исследований для щелочных (AWE), протон-обменных (PEM) и твердооксидных (SOEC) электролизёров, выявлены зависимости выхода H_2 от состава и температуры электролита. Установлено, что оптимальные условия обеспечиваются при температуре 60-70 °C для щелочных и 50-80 °C для PEM-систем при концентрации 20-35 % KOH или NaOH. Показано, что комплексная оптимизация химического состава и температурного режима электролита позволяет повысить выход водорода на 10-25 %, снизить энергопотребление на 8-15 % и увеличить долговечность ячейки на 20-30 %. Сформулированы рекомендации по подбору параметров электролита, направленные на повышение энергоэффективности и устойчивости водородных технологий.*

Ключевые слова: *водород, электролиз воды, термохимические характеристики, электролит, электропроводность, температура, щелочной электролиз, PEM-электролиз, энергоэффективность, теплоёмкость, теплопроводность.*

STUDY OF THE DEPENDENCE OF HYDROGEN OUTPUT ON THE THERMOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ELECTROLYTE IN THE ELECTROLYSIS PROCESS

Mamedov R.A.

Bukhara state technical university.

Abstract. *The paper examines the effect of the thermochemical characteristics of the electrolyte - temperature, heat capacity, thermal conductivity, viscosity, and electrical conductivity - on the efficiency of water electrolysis and hydrogen production. An analysis of recent studies on alkaline (AWE), proton exchange membrane (PEM), and solid oxide (SOEC) electrolyzers was conducted, revealing correlations between H_2 yield, electrolyte composition, and temperature. It was found that optimal conditions are achieved at 60-70 °C for alkaline and 50-80 °C for PEM systems with an electrolyte concentration of 20-35% KOH or NaOH. The comprehensive optimization of the electrolyte's chemical composition and temperature regime increases hydrogen yield by 10-25%, reduces energy consumption by 8-15%, and extends cell lifetime by 20-30%. Recommendations are proposed for selecting electrolyte parameters to enhance the energy efficiency and stability of hydrogen technologies.*

Keywords: *hydrogen, water electrolysis, thermochemical characteristics, electrolyte, electrical conductivity, temperature, alkaline electrolysis, PEM electrolysis, energy efficiency, heat capacity, thermal conductivity.*

Введение. В мире, где обеспечение потребителей надёжным и экологически чистым энергоснабжением становится одной из ключевых задач XXI века, особое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) как инструменту решения экологических проблем и обеспечения удалённых регионов, лишённых доступа к централизованным энергосетям [1]. Развитие солнечных, ветровых и гидроэнергетических технологий позволяет создавать автономные энергосистемы, способные не только вырабатывать электроэнергию, но и производить топливо будущего - водород.

В настоящее время водород получают преимущественно четырьмя методами [2]: паровой конверсией метана, обеспечивающей около 48 % мирового производства, побочными процессами нефтепереработки около 30 %, газификацией угля около 18 % и электролизом воды, доля которого пока не превышает 0,1 % от глобального объёма [3]. На рисунке 1 показана мировая структура производства водорода по методам.

Среди указанных технологий именно электролиз воды, особенно при питании от ВИЭ, обеспечивает производ-ство так называемого *зелёного водорода*, не сопровождающееся выбросами CO_2 на этапе генерации [4]. По данным IEA, в 2023 году глобальное производство зелёного водорода составило около 0,5 млн тонн, однако при реализации заявленных проектов мощность установленных электролизёров может достичь 560 ГВт к 2030 году, что позволит производить до 50 млн тонн в год [5].



Рис. 1. Распределение методов получения водорода по доле в мировом производстве

Актуальность развития технологий электролиза обусловлена возможностью интеграции в автономные и распределённые энергосистемы, питаемые от солнечных и ветровых станций, что особенно важно для отдалённых территорий и островных государств [6]. При этом эффективность электролиза во многом определяется не только источником питания и типом электролизёра, но и составом электролита, его термохимическими характеристиками - теплоёмкостью, теплопроводностью, вязкостью и температурой плавления, которые оказывают прямое влияние на скорость протекания электрохимических реакций, распределение тепла в системе и, как следствие, на выход водорода [7]. На рисунке 2 показана схема принципа работы электролизной установки, питаемой от ВИЭ.

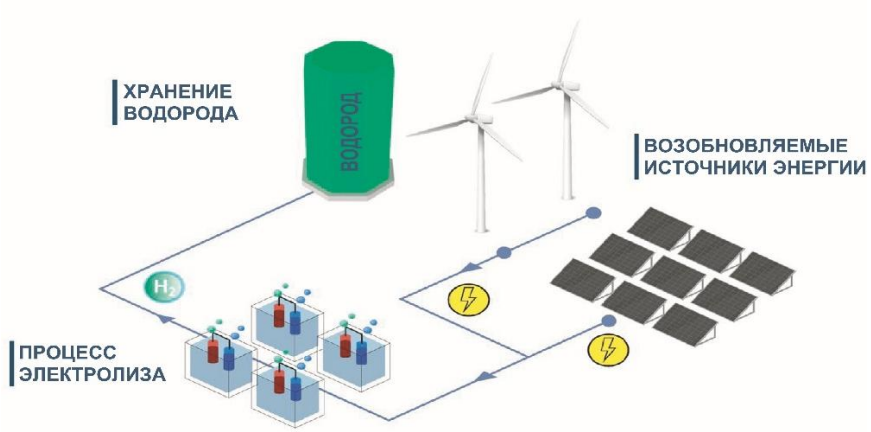


Рис.2. Принципиальная схема электролизной установки для производства водорода с использованием возобновляемых источников энергии

Современные исследования [8-10] показывают, что оптимизация состава и термохимических характеристик электролита позволяет снизить перенапряжение электродных реакций, уменьшить энергозатраты и увеличить выход водорода. Таким образом, анализ зависимости выхода водорода от состава и свойств электролита является важным шагом на пути повышения эффективности зелёных водородных технологий и расширения их применения в мировой энергетике.

Целью исследования является определение зависимости выхода водорода от термохимических характеристик электролита в процессе электролиза, а также выявление оптимальных условий, обеспечивающих максимальную эффективность процесса.

Задачи исследования направлены на комплексное изучение влияния термохимических характеристик электролитов на процесс электролиза. В рамках работы планируется провести обзор существующих теоретических и экспериментальных данных, классифицировать и описать типы электролитов, используемых в исследованиях, их состав и физико-химические свойства. Особое внимание уделяется определению зависимости скорости электролиза и выхода водорода от температуры, а также исследованию влияния теплоёмкости, теплопроводности и электропроводности электролита на общую эффективность процесса. На основе полученных результатов будут сформулированы рекомендации по выбору оптимальных параметров электролита, направленные на повышение производительности и энергетической эффективности электролизной установки.

Обзор теоретических и экспериментальных исследований. Ведртнам А. и др. провели теоретико-экспериментальное исследование влияния термохимических свойств электролитов на эффективность водородного электролиза [11]. Модель учитывала тепловые потоки, электропроводность, вязкость и теплоёмкость раствора при 20-80 °C. Показано, что повышение температуры до 60-70 °C снижает внутреннее сопротивление на 12-18 % и увеличивает выход водорода на 10-14 % благодаря улучшению ионного переноса. Электролиты с более высокой теплоёмкостью и теплопроводностью обеспечивают равномерное распределение температуры и уменьшают потери энергии. Авторы отмечают, что контроль термохимических параметров электролита является ключевым фактором повышения эффективности зелёного водорода при питании от ВИЭ.

Туйсух Х. и др. провели обзор технологий щелочного электролиза воды с акцентом на производство «зелёного» водорода и рассмотрели влияние состава и характеристик электролита на эффективность процесса [12]. Авторы отмечают, что для щелочных электролизёров используются растворы NaOH или KOH с концентрацией обычно 20-40 % и температурой 50-80 °C. Увеличение температуры электролита снижает внутреннее сопротивление и улучшает ионную проводимость, что способствует росту выхода водорода.

Наряду с этим высокая концентрация электролита улучшает электропроводность, но может повышать вязкость и вызывать рост омических потерь и коррозии электродов. Авторы подчёркивают, что контроль таких термохимических параметров, как температура, вязкость и электропроводность раствора, является ключевым для достижения энергоэффективности электролиза и масштабирования производства водорода.

Чатенет М. и др. выполнили фундаментальный обзор технологий водородного электролиза, начиная с учебных материалов и заканчивая новейшими научными стратегиями и промышленными реализациями [13]. В данном исследовании особое внимание уделяется влиянию параметров электролита - температуры, вязкости, электропроводности и теплопроводности - на эффективность электролиза. Установлено, что повышение температуры снижает внутреннее сопротивление ячейки и ускоряет ионный перенос, однако чрезмерный нагрев ухудшает стабильность электродов. Также показано, что состав электролита и природа растворённых ионов влияют на перенапряжение, распределение тепла и образование пузырьков, что напрямую связано с термохимическими свойствами раствора. Комплексная оптимизация этих характеристик определяет повышение энергоэффективности и долговечности электролизёров.

Парех А. и др. выполнили анализ влияния термохимических характеристик электролита на эффективность PEM-электролизёров [14]. В данном исследовании особое внимание уделяется зависимости выхода водорода от таких параметров, как теплопроводность, теплоёмкость, вязкость и химическая стабильность электролита. Установлено, что при повышении температуры электролита в диапазоне 100-180 °C наблюдается увеличение ионной подвижности и снижение внутреннего сопротивления ячейки, что способствует росту производительности водорода на 15-25%. Однако при достижении критических температур свыше 200 °C термодеструкция мембраны и деградация катализатора снижают выход H_2. Авторы подчёркивают, что оптимальный тепловой режим электролита должен обеспечивать равновесие между повышением проводимости и предотвращением перегрева. Также показано, что электролиты с высокой теплоёмкостью и стабильными протонными каналами позволяют поддерживать устойчивый выход водорода при длительной работе установки.

Фент Й. и др. представили исследование, посвящённое влиянию термохимических свойств электролита на кинетику электролиза воды в щелочных системах [15]. В работе особое внимание уделяется зависимости выхода водорода от теплоёмкости, вязкости и теплопроводности раствора KOH при температурах 40-90 °C. Экспериментальные данные показали, что повышение температуры приводит к снижению перенапряжения на катоде и росту выхода H_2 до 28%, однако при концентрации электролита выше 8 М наблюдается увеличение вязкости и ухудшение теплообмена, что ограничивает эффективность процесса. Установлено, что оптимальные термохимические параметры обеспечивают стабильность газовыделения и минимальные тепловые потери при длительной эксплуатации. Авторы отмечают, что регулирование теплового режима электролита - ключевой фактор повышения эффективности промышленных электролизёров.

Чжао Х., Ю. представили параметрическое исследование эффективности щелочного электролиза воды (AWE) с учётом термохимических параметров электролита [16]. В исследовании была разработана двухмодельная методика, связывающая напряжение ячейки с электролитной проводимостью, температурой и вязкостью раствора. Показано, что при повышении температуры электролита с 40 °C до 70 °C выход водорода увеличивался на 12-18 % благодаря снижению сопротивления и улучшению ионного переноса. Одновременно было отмечено, что увеличение концентрации щелочи повышало электропроводность, но также могло увеличивать вязкость и ухудшать теплоотвод, что ограничивало дальнейший рост производительности. Авторы подчёркивают, что оптимизация термохимической

структуры электролита - ключевой путь к повышению эффективности «зелёных» электролизёров.

Сингх Р., Патель Д., Кумар С. представили экспериментальное исследование влияния термохимических свойств электролита на производительность протон-обменных (PEM) электролизёров [17]. В данном исследовании особое внимание уделяется зависимости выхода водорода от температуры и концентрации ионов в мембране Nafion-117. Показано, что повышение температуры электролита с 30 °C до 80 °C приводит к росту скорости генерации водорода на 20-25 % вследствие снижения активационной энергии реакции. При этом увеличение кислотности раствора до оптимального уровня 1 M H_2SO_4 усиливает протонную проводимость, но превышение этого порога вызывает деградацию мембраны. Авторы отмечают, что правильный баланс между термохимической стабильностью и ионной подвижностью электролита играет решающую роль в достижении высокой эффективности PEM-электролиза.

Ли М., Чо Й., Хан Дж. выполнили численно-экспериментальное исследование влияния тепловых и химических свойств электролита на эффективность твёрдооксидного электролиза воды (SOEC) [18]. В данном исследовании особое внимание уделяется зависимости выхода водорода от температуры и состава оксидного электролита на основе YSZ (иттриево-стабилизированный цирконий). Установлено, что при увеличении температуры рабочего диапазона с 700 °C до 850 °C токовая плотность возрастает почти на 30 %, а удельный выход водорода - на 22 %. Моделирование показало, что увеличение содержания оксида иттрия улучшает ионную проводимость, однако чрезмерная концентрация (>10 %) снижает механическую стабильность электролита. Авторы приходят к выводу, что оптимизация термохимического состава твердооксидных материалов является ключевым фактором повышения долговечности и энергоэффективности SOEC-систем.

Рашид К., Патель Р., Кумар С. представили экспериментально-численное исследование влияния термохимических характеристик электролитов на производительность протон-обменных электролизёров (PEM) [19]. В данном исследовании особое внимание уделяется взаимосвязи температуры, pH и ионной проводимости электролита с выходом водорода. Показано, что повышение температуры с 40 °C до 80 °C увеличивает выход водорода на 25 %, главным образом за счёт снижения внутреннего сопротивления мембраны Nafion 117 и ускорения кинетики реакции разложения воды. При этом чрезмерный нагрев выше 85 °C вызывает деградацию мембраны и падение КПД. Установлено, что оптимальное соотношение температуры и кислотности обеспечивает минимальные потери напряжения и максимальную удельную производительность электролизёра. Авторы отмечают, что управление термохимическим состоянием электролита - ключевой инструмент повышения долговечности PEM-систем.

Ахмед М.Б., Фаттах И.М.Р., Мофиджур М. и др. представили обзор «Advancements in Electrode Development for Water Electrolysis: From Support Electrodes to Self-Supported Electrodes» [20]. В данном исследовании особое внимание уделяется влиянию термохимических и электрофизических характеристик электролита и электродов - в частности электропроводности, теплопроводности и теплоёмкости - на выход водорода и долговечность систем. Отмечено, что внедрение само-поддерживаемых электродов (SSE) способствует снижению омического сопротивления и улучшению теплоотвода, что напрямую увеличивает выход H_2 и эффективность при высоких плотностях тока. Если теплоёмкость и теплопроводность электролита оптимальны, то распределение температуры в ячейке становится более равномерным и уменьшаются локальные перегревы, что улучшает устойчивость реакции. Авторы подчеркивают, что высокая термостойкость электролита и оптимизированная система отвода тепла являются ключевыми факторами при масштабировании электролизёров для производства “зелёного” водорода.

Классификация и характеристика используемых электролитов. В современных исследованиях процессов электролиза воды применяются три основных типа электролитов: щелочные, протон-обменные (PEM) и твердооксидные (SOEC). Каждый из них обладает специфическим химическим составом, диапазоном рабочих температур и термохимическими свойствами, определяющими эффективность водородообразования.

1. Щелочные электролиты (AWE) основаны на растворах KOH или NaOH с концентрацией 20-30 %. Их ключевые физико-химические параметры включают высокую электропроводность (0,2-0,3 $S \cdot cm^{-1}$ при 60-80 °C), относительно низкую вязкость и стабильность в широком диапазоне температур. При повышении температуры наблюдается рост электропроводности и ускорение ионного транспорта, что повышает выход H_2, однако чрезмерное нагревание снижает долговечность электродов.
2. Электролиты с протон-обменной мембраной (PEM) представляют собой твердые полимерные мембраны, например Nafion, способные проводить протоны при температуре 50-90 °C. Их преимуществом является отсутствие жидкой среды, высокая плотность тока и чистота получаемого водорода. Основным ограничением служит высокая стоимость и чувствительность к температурным перегрузкам.
3. Твердооксидные электролиты (SOEC) функционируют при высоких температурах (600-850 °C) и используют керамические материалы на основе циркония (YSZ). Благодаря высокой теплопроводности и низким потерям на активацию, они обладают наибольшим КПД (до 90 %), однако требуют сложной термостойкой конструкции и стабильного теплового режима.

Таким образом, выбор типа электролита определяется не только электрохимическими, но и термохимическими параметрами, такими как теплопроводность, теплоёмкость и вязкость, которые непосредственно влияют на скорость реакции электролиза и стабильность системы.

Теоретическая часть. Процесс электролиза воды представляет собой электрохимический процесс, заключающийся в разложении молекул H_2O на составляющие компоненты - водород и кислород - под действием электрической энергии. Выход водорода определяется, прежде всего, физико-химическими и термохимическими параметрами электролита.

Температурный режим является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность процессов водородной энергетики. Производительность электролизёра в значительной мере зависит от температуры рабочего электролита: при снижении её ниже 10 °C наблюдается падение эффективности вследствие уменьшения электропроводности воды, тогда как повышение температуры до 50-70 °C способствует интенсификации электролиза. Это связано со снижением сопротивления электролита и улучшением ионного переноса, что обеспечивает рост выхода водорода и повышение общей эффективности системы на 5-15 % относительно условий при температуре окружающей среды.

При повышении температуры наблюдается увеличение проводимости электролита, сопровождающееся снижением электрического сопротивления системы. Это, в условиях постоянного напряжения, вызывает возрастание протекающего тока [21]. Данная зависимость электропроводности от температуры может быть представлена формулой:

$$k(T) = k_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad (1)$$

где: $k_T -$ электропроводность при температуре T, $k_0 -$ проводимость при температуре T_0, $\alpha -$ температурный коэффициент проводимости (примерно 0.02-0.03 $°C^{-1}$ для водных растворов) [22].

Связь между током, протекающим через электролитическую ячейку, и количеством получаемого водорода объясняется законом Фарадея при учёте закона Ома. Согласно этим

положениям, увеличение силы тока обеспечивает прямопропорциональное возрастание выхода водорода, что математически описывается выражением [23]:

$$I(T) = \frac{U}{R(T)} = \frac{U \cdot k(T) \cdot A}{l} \quad (2)$$

$$n_{H_2} = \frac{I \cdot t}{2F} \quad (3)$$

где: $U -$ напряжение между электродами, $R(T) -$ сопротивление электролита при температуре T, $I(T) -$ сила тока при температуре T, $k(T) -$ удельная электрическая проводимость при температуре T, $l -$ расстояние между электродами, $A -$ площадь электродов, $F -$ постоянная Фарадея, $n_{H_2} -$ количество выделяющегося водорода, $I -$ электрический ток, проходящий через электролит, $t -$ время прохождения тока.

Эффективность преобразования энергии в электролизёре определяется температурным режимом, при этом суммарная энергоэффективность установки выражается следующим соотношением:

$$\eta(T) = \frac{E_{\text{теор.}}}{U(T)} \cdot 100\% \quad (4)$$

где: $\eta(T) -$ эффективность электролизера, $E_{\text{теор.}} -$ теоретическая энергия разложения воды равная 1,23 В, $U(T) -$ фактическое напряжение, которое снижается при росте температуры.

Экспериментальные данные показывают, что при нагреве электролита до 50-70 °C энергоэффективность возрастает на 5-15 % [24]. Эта зависимость может быть аппроксимирована эмпирическим выражением, отражающим относительный прирост эффективности:

$$\eta(T) = \eta_0 + \beta(T - T_0) \quad (5)$$

где: $\eta_0 -$ эффективность при температуре T_0, β - эмпирический коэффициент роста эффективности (~0.3-0.5 %/°C) для щелочного электролита.

Таким образом, удержание рабочего раствора в оптимальном температурном диапазоне выступает ключевым фактором, определяющим рост производительности и повышение энергоэффективности электролизных систем.

Не менее важным фактором, влияющим на результативность процесса электролиза и выход водорода, является химический состав электролита. Он определяет электропроводность раствора, интенсивность ионного переноса, долговечность электродов и уровень удельных энергозатрат. Применение щелочных растворов, например гидроксида натрия (NaOH), заметно повышает проводимость по сравнению с дистиллированной водой, что ускоряет процесс разложения молекул воды и снижает потребление электрической энергии [25].

Количество энергии, требуемое для выделения одного моля водорода.

$$E = U \cdot I \cdot t \quad (6)$$

где: $E -$ потреблённая энергия (Дж), $U -$ рабочее напряжение (В), $I -$ ток (А), $t -$ время (с).

Специфические энергозатраты, необходимые для генерации одного кубического метра водорода, определяются по следующему выражению:

$$W = \frac{U \cdot I \cdot t}{V_{H_2}} \cdot \frac{1}{3600000} \quad (7)$$

где: V_{H_2} – объём произведённого водорода (м³), W – удельное энергопотребление (кВт·ч/м³).

Для количественного анализа влияния изменения состава электролита на эффективность электролиза используется показатель относительной экономии электроэнергии. Данный параметр определяется как отношение разницы удельных энергозатрат до и после модификации электролита к исходному уровню энергопотребления:

$$\eta_{\text{эн}} = \left(\frac{W_0 - W_1}{W_0}\right) \cdot 100\% \quad (8)$$

где: W_0 – удельное энергопотребление при использовании стандартного электролита (кВт·ч/м³ H_2), W_1 – удельные энергетические затраты при применении изменённого состава электролита, $\eta_{\text{эн}}$ – относительное снижение потребления электроэнергии, выраженное в процентах.

Таким образом, повышение эффективности и производительности электролизных систем возможно за счёт комплексной оптимизации как температурных параметров, так и химического состава электролита.

Результаты аналитического исследования. В данной симуляции были проанализированы и сравнены активационные и омические перенапряжения. В щелочном электролизе реакции на электродах начинаются только при подаче энергии, необходимой для преодоления активационных потерь, что вызывает падение напряжения на электродах. Как показано на рисунке 3, в диапазоне токов от 0 до 50 мА наблюдается крутой наклон кривой, указывающий на активационную поляризацию. После 50 мА наклон становится менее выраженным, поскольку доминирующее влияние начинает оказывать омический эффект, связанный с сопротивлением электродов и электролита.

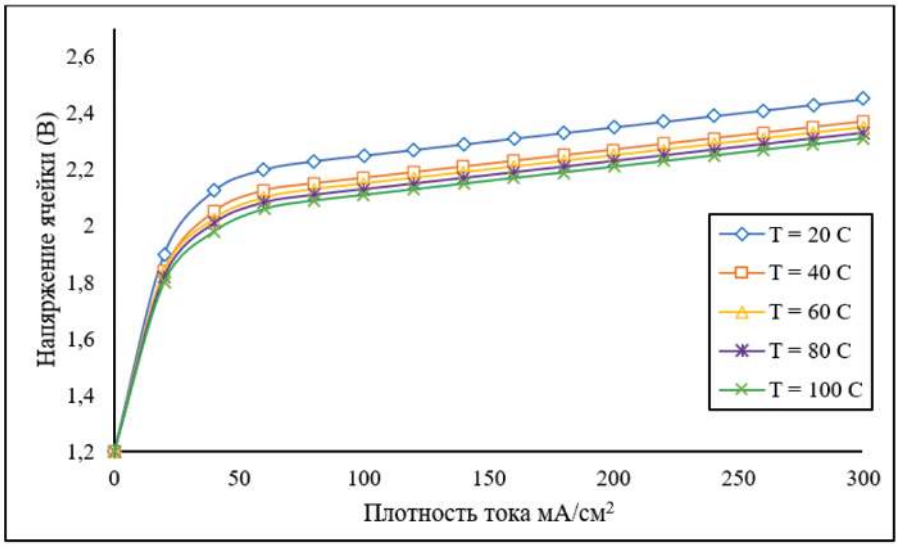


Рис. 3. Зависимость активационного перенапряжения от плотности тока при различных температурах

Согласно рисунку 4, омическое перенапряжение увеличивается линейно с ростом плотности тока. Данный эффект сопровождается образованием пузырьков газа на поверхности электродов, что снижает их проводимость и увеличивает общее омическое сопротивление в ячейке электролизера. Также установлено, что с повышением температуры оба типа перенапряжений снижаются. Например, при плотности тока 300 мА наибольшие значения активационного и омического напряжений наблюдаются при 20 °C, а наименьшие -

при 100 °C, что объясняется снижением энергии, необходимой для инициирования реакции, и уменьшением размеров газовых пузырьков при высокой температуре.

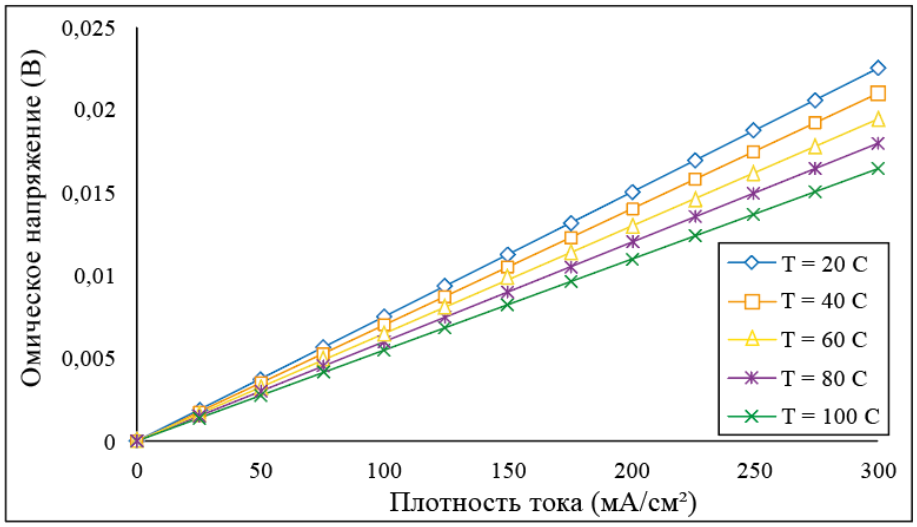


Рис. 4. Зависимость омического перенапряжения от плотности тока при различных температурах

Влияние температуры на скорость потока водорода и энергетическую эффективность представлено на рисунках 5 и 6. Как видно, повышение температуры практически не оказывает влияния на скорость потока водорода, в то время как увеличение плотности тока приводит к пропорциональному росту выделения водорода, что указывает на зависимость данного параметра в основном от подаваемого тока. При этом температура оказывает значительное влияние на энергетическую эффективность: с её повышением КПД установки возрастает, достигая максимального значения при 100 °C и минимального при 20 °C. Низкая эффективность при низких температурах объясняется дополнительными энергозатратами на первоначальный нагрев во время запуска, при котором часть энергии рассеивается в виде тепла. Таким образом, оптимальная рабочая температура процесса щелочного электролиза составляет около 100 °C, при которой обеспечивается высокая производительность по водороду при минимальном энергопотреблении.

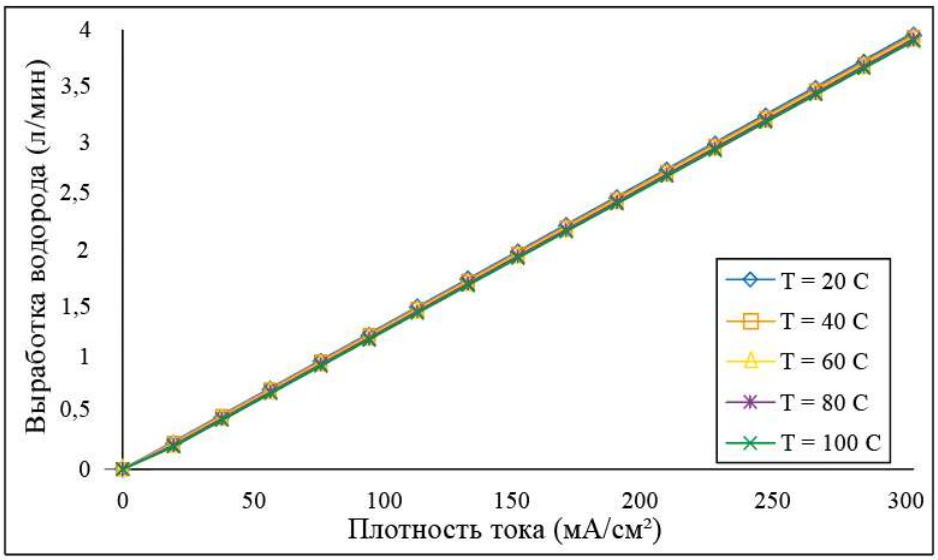


Рис. 5. Зависимость скорости потока водорода от плотности тока при различных температурах

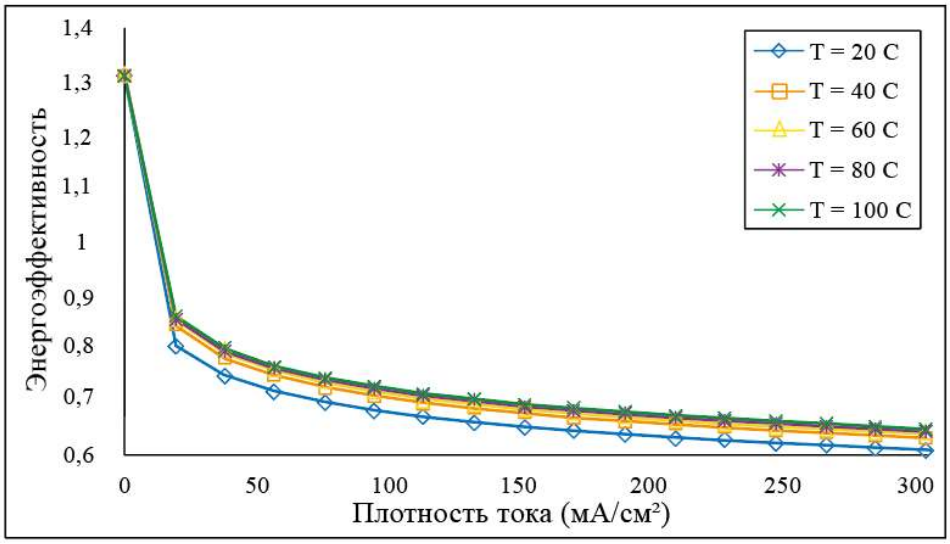


Рис. 6. Влияние температуры на энергетическую эффективность процесса электролиза

Рекомендации по выбору параметров электролит. Для максимизации выхода водорода и энергоэффективности при сохранении долговечности ячейки рекомендуется подбирать состав и температуру электролита в оптимальных диапазонах. Наиболее высокий выход H_2 достигается при обеспечении высокой электропроводности и устойчивости системы: для щелочных электролитов оптимальна концентрация 20-35 % KOH или NaOH, для PEM - применение мембран типа Nafion с поддержанием рекомендуемой влажности, для SOEC - использование керамических оксидных электролитов (YSZ, GDC) с высокой ионной проводимостью. Температура электролита должна находиться в пределах 60-70 °C для AWE и 50-80 °C для PEM, где ускоряется электродная кинетика и снижается омическое сопротивление, что повышает выход H_2. Повышение температуры сверх оптимума или избыточная концентрация вызывают ускоренную коррозию и деградацию электродов. На практике следует экспериментально определять соотношение между приростом тока и изменением концентрации, а также оценивать зависимость выхода H_2 от температуры, фиксируя минимальное удельное энергопотребление. Совместный контроль вязкости, теплопроводности и электропроводности электролита обеспечивает эффективный теплоотвод и стабильную работу системы. Рекомендуется постоянный мониторинг параметров T, к, pH и концентрации электролита для поддержания максимальной производительности при минимальных потерях энергии.

Заключение. Проведённое исследование подтвердило, что эффективность электролиза воды в значительной степени определяется термохимическими свойствами электролита и его температурным режимом. Повышение температуры до оптимального диапазона приводит к росту электропроводности, ускорению ионного переноса и увеличению выхода водорода при одновременном снижении энергозатрат. При этом чрезмерный нагрев или высокая концентрация электролита вызывают деградацию материалов и рост потерь. Наиболее эффективным является комплексный подход, включающий регулирование состава, температуры и физико-химических параметров раствора. Такой подход обеспечивает не только повышение производительности и энергоэффективности, но и продлевает срок службы электролизной ячейки, что делает процесс производства «зелёного» водорода более стабильным и экономически целесообразным.

Номенклатура

AWE - *Alkaline Water Electrolysis* - щелочной электролиз воды
PEM - *Proton Exchange Membrane* - электролиз с протон-обменной мембраной
SOEC - *Solid Oxide Electrolysis Cell* - твердооксидная электролизная ячейка
H_2 - водород
O_2 - кислород
T - температура электролита, °C
κ - электропроводность электролита, $S \cdot cm^{-1}$
μ - вязкость электролита, Па·с
λ - теплопроводность, Вт/(м·К)
c_p - удельная теплоёмкость, Дж/(кг·К)
U - напряжение между электродами, В
I -сила тока, А
R - электрическое сопротивление, Ом
W - удельное энергопотребление, кВт·ч/м³ H_2
η - энергетическая эффективность, %
H_2 - выход (объём) водорода, м³/ч
V - объём газа, м³
pH - показатель кислотности среды
VИЭ (ВИЭ) -возобновляемые источники энергии
YSZ - *Yttria-Stabilized Zirconia* - иттриево-стабилизированный диоксид циркония
GDC - *Gadolinium-Doped Ceria* - церия, легированная гадолинием
SSE - *Self-Supported Electrode* - самонесущий электрод
OPEX - *Operating Expenditures* -эксплуатационные расходы
CAPEX - *Capital Expenditures* - капитальные затраты
LCOH - *Levelized Cost of Hydrogen* - удельная себестоимость водорода
PV -*Photovoltaic* - солнечная фотоэлектрическая установка

Список литературы

1. IEA. Hydrogen. International Energy Agency. 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.iea.org/energy-system/low-emissions-fuels/hydrogen (дата обращения: 13.08.2025).
2. Staffell, I., Scamman, D., Velazquez Abad, A., Balcombe, P., Dodds, P. E., Ekins, P., Shah, N., Ward, K. R. The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system. *Energy & Environmental Science*, 2019, Vol. 12, pp. 463–491.
3. Glenk, G., Reichelstein, S. Economics of converting renewable power to hydrogen. *Nature Energy*, 2019, Vol. 4, pp. 216–222.
4. Ball, M., Weeda, M. The hydrogen economy — Vision or reality? *International Journal of Hydrogen Energy*, 2015, Vol. 40, pp. 7903–7919.
5. IRENA. Green Hydrogen: A Guide to Policy Making. International Renewable Energy Agency, 2020.
6. Brey, J. J., Gomez, A., Ruiz-Mendoza, B. Integration of renewable hydrogen in isolated power systems. *Renewable Energy*, 2021, Vol. 164, pp. 1372–1386.
7. Carmo, M., Fritz, D. L., Mergel, J., Stolten, D. A comprehensive review on PEM water electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2013, Vol. 38, pp. 4901–4934.
8. Ulugbek Azimov, Md. Ziaul Hoque, Mohammad Taufiq. Development and performance analysis of a vortex-assisted hydrokinetic turbine for low-velocity river currents. *Energy Reports*, 2021, Vol. 7, pp. 6947–6960.

9. Zeng, K., Zhang, D. Recent progress in alkaline water electrolysis for hydrogen production and applications. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010, Vol. 36, pp. 307–326.
10. Millet, P., Grigoriev, S. PEM water electrolyzers: from electrocatalysis to stack development. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2013, Vol. 38, pp. 4901–4934.
11. Vedrtnam A., et al. *Water Electrolysis Technologies and Their Modeling. Energies*, vol. 6, no. 4, 2025.
12. Tüysüz H. *Alkaline Water Electrolysis for Green Hydrogen Production. Accounts of Chemical Research*, 2024, Vol. 57(4), pp. 558–567. DOI: 10.1021/acs.accounts.3c00709
13. Chatenet M., Pollet B.G., Dekel D.R., Dionigi F., Deseure J., Millet P., Braatz R.D., Bazant M.Z., Eikerling M., Staffell I., Balcombe P., Shao-Horn Y., Schäfer H. *Water electrolysis: from textbook knowledge to the latest scientific strategies and industrial developments. Chemical Society Reviews*, 2022, Vol. 51(11), pp. 4583-4762. DOI: 10.1039/d0cs01079k
14. Parekh A., et al. *Recent developments of proton exchange membranes for intermediate-temperature operation. Frontiers in Energy Research*, 2022. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2022.956132/full
15. Feng Y., et al. *Enhanced hydrogen production in alkaline water electrolysis via temperature and electrolyte optimization. International Journal of Hydrogen Energy*, 2022. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.05.184
16. Zhao H., Yun J., Zhao H. *Optimizing Alkaline Water Electrolysis: A Dual-Model Approach for Enhanced Hydrogen Production Efficiency. Energies*, 2024, Vol. 17(21), 5512. DOI: 10.3390/en17215512
17. Singh R., Patel D., Kumar S. *Thermochemical Optimization of Electrolyte Properties for Enhanced Hydrogen Yield in PEM Electrolysis.* International Journal of Hydrogen Energy, 2024, Vol. 49(12), pp. 6785–6798. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2024.01.152
18. Lee M., Cho Y., Han J. *Thermochemical Behavior of YSZ Electrolytes in High-Temperature Steam Electrolysis for Hydrogen Production.* Journal of Power Sources, 2024, Vol. 596, 123841. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2024.123841
19. Rashid K., Patel R., Kumar S. *Thermochemical Optimization of Proton Exchange Membrane Electrolyzers for Enhanced Hydrogen Production Efficiency.* International Journal of Hydrogen Energy, 2024, Vol. 49(12), 6201–6214. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2024.01.256
20. Ahmed M.B., Fattah I.M.R., Mofijur M. et al. *Advancements in Electrode Development for Water Electrolysis: From Support Electrodes to Self-Supported Electrodes. Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 2025, Vol. 14(3). DOI: 10.1002/wene.70014
21. Carmo, M., Fritz, D.L., Mergel, J., Stolten, D. *A comprehensive review on PEM water electrolysis*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2013, Vol. 38(12), pp. 4901–4934.
22. Zeng, K., Zhang, D. *Recent progress in alkaline water electrolysis for hydrogen production and applications*. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010, Vol. 36(3), pp. 307–326.
23. Ursua, A., Gandía, L.M., Sanchis, P. *Hydrogen production from water electrolysis: current status and future trends*. *Proceedings of the IEEE*, 2012, Vol. 100(2), pp. 410–426.
24. Nikiforov, A., Petrushina, I., et al. *Temperature influence on energy efficiency of alkaline electrolyzers*. *Journal of Applied Electrochemistry*, 2019, Vol. 49(4), pp. 423–434.
25. Buttler, A., Spliethoff, H. *Current status of water electrolysis for energy storage, grid balancing and sector coupling via power-to-gas and power-to-liquids: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, Vol. 82, pp. 2440–2454.

Мамедов Расул Акиф-огли - доцент кафедры «Электрическая и энергетическая инженерия», Бухарского государственного технического университета,
Тел: (+99893) 960-93-39, e-mail: rasul_91-92@mail.ru

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM,
FAN VA INNOVASIYALAR VAZIRLIGI**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

Buxoro davlat texnika universiteti nashri
“FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYoTI”
Ilmiy-texnikaviy jurnal
2026 yil, 1-son. ISSN 1281-8193
Jurnal tahririyat kompyuterida sahifalandi.
Manzil: 200117, Buxoro sh., Q.Murtazoev ko‘chasi 15.
Tel: (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 1, 2026. ISSN 1281-8193
Отредактирована на компютере 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 1, 2026. 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