



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**

5
2025

Таҳририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Таҳрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАХОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)

ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)

ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), профессор, ЎзРФА УНКИ

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАХМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ХОЖИЕВ Ш.М. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент

НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD), доцент

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

Муҳаррирлар: Артикова М.М., Истамова Г.Х.

Мусахҳих: Баракаева Д.Ф.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

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

Таҳририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<https://journal.bmti.uz/>

сайти орқали танишиш мумкин.

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

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Juraev D.D. Methodology for calculating the angular vibrations of blades on a separator machine rotor and developing its mathematical model.	4
Maxmudov B.M., Abdulxayev A.A. Comparative analysis of solar collectors for drying systems	8
Бибутов Н.С., Хамраев Х.Х., Самадова Н., Бакаева Ш. Основные требования к расчету деталей машин	16
Жураев Д.Д. Эффективность конструкции конусного двухбарабанного сепараторной машины	22
Tog‘aymurodov S.Z. Transformatorlarning ishlash jarayonida temperatura xarakteristika-larining tahlili	26
Muminov R.O., Tuxtaev B.I., Turabov X.Sh., Kushimov F. Skvajinalarga o‘rnatilgan ankerlarning kinematik parametrlarini hisoblashning ilmiy asoslari.	30
Jo‘rayev F.O‘., Saidova G.K. pushta olgichli universal qurilma parametrlarining uning ish ko‘rsatkichlariga ta’siri.	35
Хабибов Ф.Ю., Рамазонов А.Ч., Ахмедов Ю., Юсупов Ф.Ф. Конструирование поверхностей методом геометрических преобразований	40
Бозаров О.О., Мирзаев С.З. Контрроторный гидроагрегат с реактивным и активным рабочими колесами	44
Kayumov U.E., Djurayev R.U., Pardayeva Sh.S. Yuqori changalangan muhitda ishlovchi kar-yer avtosamosvallarining ichki yonuv dvigatellariga chang zarrachalarining ta’sirini tadqiq etish	54
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Хакимов А.А., Исомидинов А.С. Преслаш динамикасининг мустахкамликка таъсирини тадқиқ этиш	61
Адолатова Ш.Ж, Фозилов С.Ф, Фозилов Ҳ.С. Таркибида азот сақлаган метакрилат по-лимерларни синтез қилиш ва уларни антикоррозион присаткалар сифатида қўлланилиши .	66
Mixliyev O. A., Nabiyeu A.A., Yorboboyev R.Ch., Ro‘ziyev I.X. Mahalliy talk-magnezit minerali fraksiyalarining fizik-mexanik, kimyoviy va dispers tarkibini o‘rganish	72
Obitov N.M. Ikkilamchi alyuminiy-magniy qotishmalarining istiqbollari	77
Djalilov.A.T., Karimov M.U., Ismailov F.S, Ismailova X. Dj. Polikarboksilat asosidagi qo‘shimchalarning beton qorishmalariga fizik-mexanik ta’siri.	84
Tojiyev O.O. Yuqori karbonatli terrigen qatlamlarda kislotali ishlov berish uchun yaratilgan kislota kompozitsiyasini tarkibini sinash usullari	89
Khujakulov A.F., Abdullaeva Sh.Sh. Comparative analysis of the quality of raw materials and products in the production of road bitumens	94
Toshboyev S.O‘., Axmedov V.N., Panoyev E.R. Gazlarni aminli tozalash jarayonida hosil bo‘ladigan ko‘pikka turli xildagi ko‘pik so‘ndirgichlarning ta’sir etish xossalari	100
Abdulloyev H.R., Panoyev N.Sh., Safarov J.A. Og‘ir geksan fraksiyalarining gaz xromato-mass-spektral tahlili	106
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж., Қаямов А.Ш. Каталитик риформинг жараёни регенератор қурилмасида энергия тежамкорликка эришиш	111
Hojiyev A.A., Nurqulov F.N., Djalilov A.T. Vermikulit va bazalt asosidagi issiqlik izolyatsion polimer kompozitsion materiallarni tadqiq etish	117
Norboyev Q.M., Eshmuradova G.B., Tirkasheva M.N., Xursandov J.M., Toshpulatov D.T., Tashpulatov X.Sh. Xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho‘ktirish usuli orqali gibril MA _{1-x} FA _x PbI ₃ perovskit kvant nuqtalar sintezi hamda spektral tadqiqi	122

Matkarimova U.U., Qutlimurotova N.X., Raxmatullayev F.N., O'rolova Z.D., Gulyamov X., Xasanova N.X. p-Br fenilsirka kislolaning elektrokimyoviy sintezi	127
Egamnazarova F.D., Panjiyev U.R. Sintez gazidan yengil olefin qatori uglevodorod ishlab chiqarishning asosiy parametrlariga faollashtirish bosqichidagi co bosimini ta'sirini o'rganish	131
Egamnazarova F.D., Panjiyev U.R. CO va H ₂ aralashmasidan tanlangan katalizatorida yengil molekulyar sintetik olefin uglevodorodlarni olish jarayoni texnologiyasi.	136
Ibragimova M.I., Amonov M.R. Paxta tolasi asosidagi matolarni trietanolamin bilan aminlash va bo'yalgan matoning koloristik xossalari	141
Kadrixanov J., Urinov A.A. Development of composite materials for corrosion protection of main gas and oil pipelines with increased chemical adhesion	144
Рахимов Ф.Ф., Беков У.С., Сафарова Р.У. Гидрофобная композиция для строительных материалов на основе гипса и ее состав	150
Narzullayev B.A., Shirinov Sh.D., Djalilov A.T. Akril kislota asosida bioparchalanvchan gidrogellar olish: suv yutish va saqlab turish shuningdek qishloq xo'jaligi hamda ekologik barqarorlikka ta'siri.....	153
МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Maxmudov M.I., Timirov X.N. Oqava suvlarni tozalashda aeratsiya jarayoni uchun faol loyqaning tarkibi, xususiyati va vazifasi	161
A'zamov S.S. Reducing power loss using modern methods of squirrel-cage induction motors . .	165
Safarov A.B., Jo'raqulov A.X., Qo'ziyev Z.E., Qahhorov M.M. Kombinatsiyalashgan quyosh-shamol energetik qurilmalarining samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili	169
Xabibov F.Y., Murodov K.J. Transport vositasi harakati mexanik energiyasini elektr energiyaga aylantirish qurilmasining simulyatsiya modeli	175
Qo'ldosheva F.S., Sharipov N.Z. Uzum danagidan moy olish jarayonida yuqori chastotali tok maydonining ta'sir nazariyasi	182
Sharipov N.Z., Gafurov K.X. Gilos danagidan moy olish jarayonini o'ta yuqori chastotali tok maydonida jadallashtirish	187
Rakhmonov I.U., Toirov M.T., Nematov L.A. The influence of harmonics on the lifespan of lighting devices	193
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Shukrullaev J.O., Jo'raev X.F. Mineral o'g'itlarni oqim harakatini tadqiq qilish jarayonining statistik modeli	200
Botirova N.K. Ta'limiy platformalar va ulardan foydalanish imkoniyatlari	206
Samandarov I.R., Karimov S.Y. C++ va OpenCV yordamida Cu–Zn qotishmasi donalarining geometrik tahlilini avtomatlashtirish	209
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Ergasheva X.B., Elmurodova A.S. Oziq-ovqat allergiyasi va rivojlanish sabablari	215
To'ymurodova Sh.Sh., Majidov K.X., Pardayev Sh. Baliqchilik uchun ozuqa yemlarining xususiy tarkibi va texnologiyasi	220
Raxmonov Q.S., Ashurova Z.T. Dorivor o'simlik xom ashyosidan olingan kukunlar yordamidaunli mahsulotlarining sifatini oshirish va va ozuqaviy qiymatini yaxshilash	224
Кулиев Н.Ш., Мажидов Қ.Х. Меваларда пектин микдорини аниқлаш ва уларнинг физик-кيميёвий хусусиятларини ўрганиш	232
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish	237

Шокиров К.А., Курбанов М.Т. Анализ остеопротективных свойств хвоща полевого (<i>Equisetum arvense</i>) и крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i>) в рецептуре хлеба как способа повышения его нутритивной ценности.	245
Рахмонов К.С. Технологические аспекты производства пшеничных сортов хлеба с использованием заквасок спонтанного брожения.	254
Nazarova L.X. Milliy non mahsulotlari.	261
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Хо‘jayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar maxsus kiyimi uchun mato tanlashda gazlama namunalari xususiyatlarining tahlili.	266
Gulyayeva G.X., Musayev N.M., Mukimov M.M., Agzamova S.M., Karimova N.H. Yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini olish usuli.	275
Usmanova F.S., Tashkenbayeva T.B., Nabiyeu N.D. Gidrofob xossa berishda maxalliy appretlarni qo‘llash imkoniyatlarini tadqiq qilish.	280
Mardonov S.E., Sattarova N.N., Rahimova M.R. Shlyapkali tarash mashinasi parametrlarining tola xossalari ta’siri.	285
Дустова Ф.Х. Приводы машин текстильной и легкой промышленности.	290
Gulyayeva G.X., Musayev N.M., Mukimov M.M., Agzamova S.M., Karimova N.H. Yangi tuzilishli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining fizik-mexanik xususiyatlar tahlili.	294
Ismoyilov I.B., Qo‘ldoshev E.I., Ismoyilov F.B. Yangi vintli tozalagichning konstruksiyasi va junni tozalash jarayoniga ta’sir etuvchi omillarning nazariy tadqiqi.	299
Бахриддинов М.С., Бехбудов Ш.Х. Использование упругих элементов в механизме иглы швейной машины.	302
Saidova X.X. Selection of an effective processing technology in the manufacturing of transformable clothing.	308
Saidova X.X., Boymatova K.A. Ustki kiyimlarni tikish jarayonida hosil bo‘ladigan nuqsonlar	314
Sabirova Z. A., Jumaniyazova R.F. O‘zbek milliy arxitekturasini va moda.	318
Giyasova D.R. Aralash tarkibli ip olish texnologiyasi.	324
Мусиров Ш. З., Мирзаумидов А.Ш., Турдиев Б.Э., Пардаев Б.Ч. Тебранувчи сирт юзасидаги чигитларнинг ҳаракатини динамик таҳлили.	328
Toshpulotov L.I., Mardonov S.E. Ikki qatlamli matolar tuzilishini loyihalashda zamonaviy kompyuter texnologiyalardan foydalanish.	332
Нурбоев Р.Х., Салимов Ш.Х., Худайбердиев М.Р. Аралаш толали ип ишлаб чиқаришда аралашмадаги толаларнинг хусусиятлари ва уларнинг нисбий улушига боғлиқлигини ўрганиш ва таҳлил қилиш.	338
Temirova G.I. Mo‘ynali buyumlarni tayyorlashda polimer kompozitsyalardan foydalanishning resurstejamkor usullari.	342
Ташкенбаева Т.Б., Нигматова Ф.У., Вахобова Н.А. Системный подход к проектированию функциональной одежды для людей в инвалидных колясках.	349
Машарибов А.Р., Райимкулов Ж.К., Эрдонов А.М. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозикчали-планкачи барабан планкаларининг таъсири.	360
Xamdullayeva S.O. Zanjirli uzatma qadamining qayishqoq vtulka bikirligiga ta’sirini sintez qilish.	365
Atajanov A.B. Arrali jin kolosniklari ishchi qismining yeyilishini tadqiq etish.	368
Barakayeva D.F., Gafurova N.T. Energetika sohasida ishlovchilar uchun himoya kiyimini ishlab chiqish omillarini o‘rganish.	374
Azimova M.N. Ayollar oyoq kiyimi uchun mo‘yna qiyimlari asosidagi polimer kompozitsion paketlarning shaklbardoshlik xususiyatlarini tadqiq etish.	378
Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Хамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг механик хоссаларининг тадқиқоти ва таҳлили.	382

Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Ҳамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг ғижимланмаслиги ва ҳаво ўтказувчанлигининг ўзгариши	387
Каландаров Р.К. Результаты теоретических и экспериментальных исследований	391
Эргашов М. Взаимодействие шелковой нити с ценовым прутком шелкоткацкого станка .	398
Yangiboyev I.B., Berdanov E.X., Axmedov M.X., Tuychiyev T.O. Mayda iflosliklardan tozalash jarayonida kolosnikli panjarada paxta bo‘lakchalarining harakatini tahlili	404
To‘xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O‘smirlar kiyimlari uchun tanlangan matolarning xususiyatlari tahlili	409
Rajabova G.J. Apsaykling – hayot mazmuni	416
Sayidova M.H., Pulatova S.U. Maxsus kiyim materiallarining termo-fizik parametrlarini aniqlovchi omillar	418
Сапаров М.К., Рузметов Р.И., Туйчиев Т.О., Авазмуратов А.Б., Машаринов К.М. Анализ показателей качества волокна на этапах технологического процесса Шовотского хлопкоочистительного завода	423
Бозорова Ф.М. Предлагаемая методика проведения экспериментов на узле ножки новой конструкции швейной машины	428
Azimova G.A. Mahalliy aralash jun matolarining eksport salohiyati	434
Rajabov A.I., Khamrayeva S.A., Nodirova M.N. Jun, jun–akril va jun–poliester iplarning mexanik xossalarini qiyosiy tahlil qilish	438
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Gafurova N.T., Hikmatov N.I. Texnik oliy o‘quv yurtlarida zamonaviy ta’limning o‘ziga xos xususiyatlari	444
Shalov D.J., Fatilloev Sh.F., Mavlanov B.A., Maxmudov R.A. Ipak qurti chiqindisidan turli bebaho baliqlar yemini tayyorlashda va mineral o‘g‘it sifatida qo‘llash	449
Raxmonov G‘.F. Buxoro viloyati hududida mavjud ekoturizm obyektlarini o‘rganish va tahlil qilish	452
Мухамедбаев А.А., Бахритдинова С.Б. Сравнительный анализ некоторых характеристик пористого заполнителя из дробленого автоклавного газобетона	459
Samandarov I.R., Miratoyev Z.M. Binar tasvirlardagi yassi ob’ektlar konturlarining metrik belgilarini ajratib olish usuli	466
Саидова А.С., Файзиллоева Н.Б. Модернизация высшего образования, как важный фактор развития наук.	478

UDK 665.335.1

PAXTA MOYINI RAFINATSIYALASH JARAYONLARIDA ZAMONAVIY INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI QO‘LLASH VA ULARNING MATEMATIK MODELINI ISHLAB CHIQISH

Dehqonova N.A., Majidov K.X.***Buxoro davlat texnika universiteti.***

Annotatsiya. Xom paxta moylarini natriy silikat eritmalari bilan ishqoriy neytrallash texnologiyasi o‘rganildi. Neytrallash vaqtidan moyning kislotalilik sonining kamayishi bo‘yicha kinetik qonuniyatlar aniqlangan. Texnologik jarayonlarni amalga oshirishning optimal rejimlari belgilandi. Rafinatsiyalangan yog‘larning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari yaxshilanishiga erishildi. ‘simlik moyini qayta ishlash jarayonlarini matematik modellashtirishning asosiy jihatlari ko‘rib chiqildi. Ayniqsa, tozalash, rafinatsiya, dezodoratsiya va neytrallash kabi fizik-kimyoviy hamda texnologik bosqichlarni ifodalaydigan matematik modellarni tuzishga alohida e‘tibor qaratildi.

Kalit so‘zlar: xom paxta yog‘lari, natriy silikatning ishqoriy eritmalari, yog‘ kislotalarini neytrallash, jarayonlar kinetikasi, rafinatsiyalangan yog‘larning ko‘rsatkichlari, matematik tenglamalar, jarayonlarni modellashtirish.

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА И СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ

Дехконова Н.А., Мажидов К.Х.***Бухарский государственный технический университет.***

Аннотация. Изучена технология щелочного нейтрализования сырого хлопкового масла с использованием растворов силикатов натрия. Установлены кинетические закономерности снижения кислотного числа масла в зависимости от времени нейтрализации. Определены оптимальные режимы проведения технологических процессов. Достигнуто улучшение физико-химических показателей рафинированных масел.

Рассмотрены основные аспекты математического моделирования процессов переработки растительного масла. Особое внимание уделено построению математических моделей, описывающих физико-химические и технологические этапы, такие как очистка, рафинация, дезодорация и нейтрализация.

Ключевые слова: сырые хлопковые масла, щелочные растворы силикатов натрия, нейтрализация жирных кислот, кинетика процессов, показатели рафинированных масел, математические уравнения, моделирование процессов.

MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN COTTONSEED OIL REFINING AND THE CREATION OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESSES.

Dekhonova N.A., Majidov K.Kh.***Bukhara state technical university.***

Annotation. The technology of alkaline neutralization of crude cottonseed oil using sodium silicate solutions has been studied. Kinetic regularities of the decrease in the acid value of the oil depending on the neutralization time have been established. Optimal regimes for carrying out technological processes have been determined. An improvement in the physicochemical properties of refined oils has been achieved.

The main aspects of mathematical modeling of vegetable oil processing processes are considered. Particular attention is paid to the construction of mathematical models describing the physicochemical and technological stages, such as purification, refining, deodorization, and neutralization.

Keywords: crude cottonseed oil, alkaline sodium silicate solutions, fatty acid neutralization, process kinetics, refined oil properties, mathematical equations, process modeling.

Komponentlar aralashmalarini qayta ishlashda elektromagnit maydonlar ta’sir zonalarida reaksiya jarayonlariga kirishuvchi fizik-kimyoviy va massa almashinish jarayonlarini elektromagnit faollashtirish usullari ma’lum [1,2]. Biroq, yog‘larni neytrallash jarayonida erkin yog‘ kislotalariga elektromagnit ta’sir ko‘rsatishdan maqsad, ularni beqarorlashtirish orqali yog‘lardan aralash lipidlarni to‘liqroq ajratib olishdan iborat bo‘lgan [3,4].

Natriy silikat eritmasi murakkab tizim bo‘lib, u o‘z tarkibida Na^+ , $(\text{SiO}_3)^{2-}$ ionlari, shuningdek gidroksid ionlari $(\text{OH})^-$ bilan koordinatsiyalangan birikmalarni o‘z ichiga oladi. Bunday tizimni o‘zgaruvchan magnit maydonida qayta ishlash, koordinatsion bog‘larning fazoviy-

strukturaviy konfiguratsiyasini o'zgartiradi va bu esa, mantiqan aytganda, faol guruhlarining faolligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin [5].

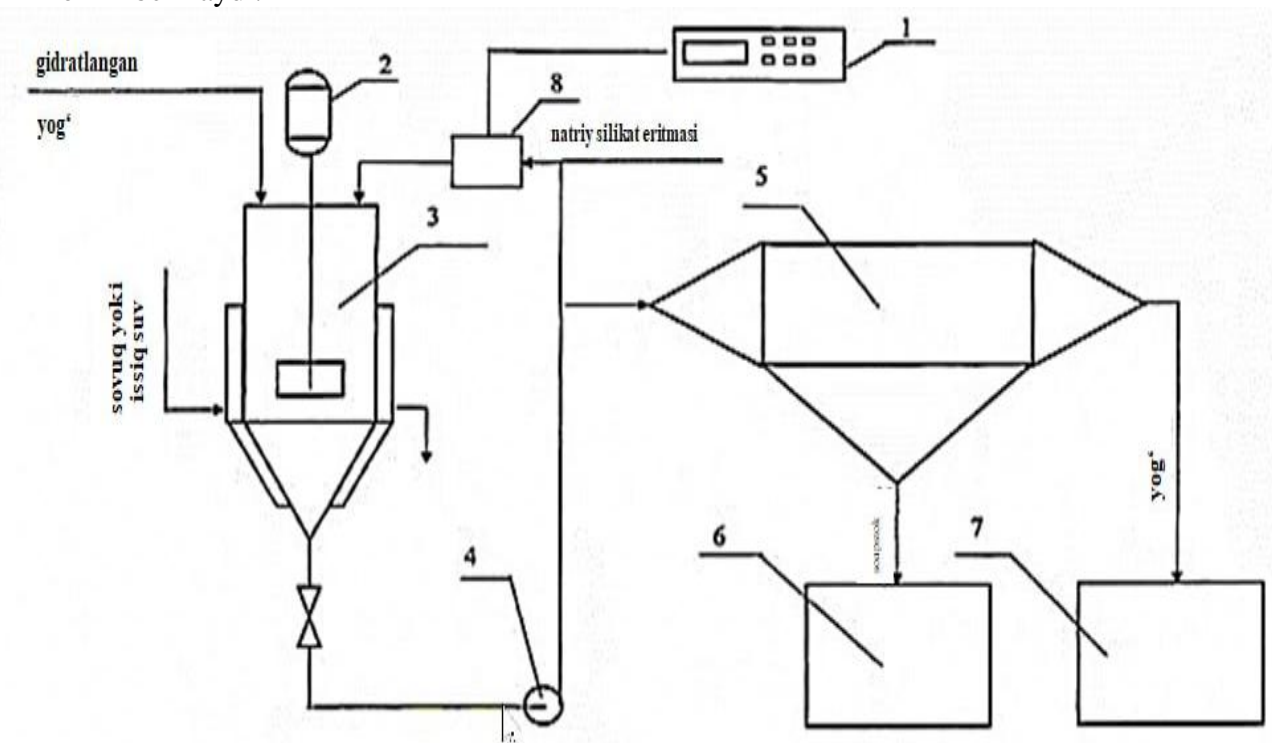
Rafinatsiya - o'simlik moylarini qayta ishlashning texnologik jarayonlari majmuasi bo'lib, u yog'-moy sanoatida alohida o'rin egallaydi [6]. Ushbu jarayon yog' sifatini va texnologik xossalarini yomonlashtiruvchi komponentlarni yog' tarkibidan olib tashlashni ta'minlaydi.

Ishqoriy rafinatsiyaga (neytrallasga) paxta, kungaboqar, raps, soya, zig'ir va boshqa ko'plab turdagi o'simlik moylari olinadi [7,8]. Hozir vaqtda erkin yog' kislotalarining neytrallanishi quyidagi usullar asosida amalga oshirilmoqda [9]:

- fazalarni separatorlarda ajratgan holda uzluksiz usulda;
- fazalarni sovun-ishqorli muhitda ajratgan holda uzluksiz usulda;
- fazalarni tindirish orqali ajratgan holda davriy usulda;
- suv-tuz aralashmasi ostida fazalarni ajratgan holda davriy usulda va boshqalar.

Rafinatsiya jarayonini intensivlashtirish – bu jarayon mexanizmini chuqur o'rganmasdan, ya'ni zamonaviy matematik modellashirish usullari va geterogen tizimda modda massa almashinuvining asoslari, shu jumladan, yuzaki faollashtiruvchi moddalarning (PAV) ishtirokida tizimli tahlilni qo'llamasdan turib amalga oshirilishi mumkin emas [10].

Mazkur yo'nalishda olib borilgan tadqiqotlar texnologik jarayonlarni takomillashtirishda muhim o'rin tutgan bo'lsa-da, yog'ning sovun-ishqorli muhitda rafinatsiyalanishi jarayonida yuz beruvchi fizik-kimyoviy hodisalarning chuqur mohiyatini to'liq yoritib bera olmadi. Buning asosiy sababi shundaki, ushbu tadqiqotlar moddalarning fazalararo ko'chishini izohlashda asosan yupqa chegara qatlamida sodir bo'ladigan diffuziya jarayoniga asoslangan modeldan foydalanadi. Ushbu yondashuvga ko'ra, ko'chuvchi komponentlarning konsentratsiyasi asosan fazalar tutashgan nozik qatlamda o'zgaradi, fazalarning asosiy hajmiy qismida esa u doimiy deb qaraladi. Bunday faraz, ayniqsa, moddaning konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan noaniq massa almashinuvi sharoitida, yirik tomchilardan ajratib olish holatida, jarayonning gidrodinamikasini hisobga olish imkonini bermaydi.



1-rasm. Yog'larni neytrallashtirish uchun mo'ljallangan laboratoriya qurilmasining sxemasi: 1 - quvvat manbai; 2 - aralashtirish moslamasi; 3 – ekspozitor-neytrallagich; 4 – nasos; 5 – statik separator; 6 - neytrallangan yog' yig'gich idish.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, mavjud texnika va texnologiya holatini qoniqarli deb bo'lmaydi. Eng iqtisodiy jihatdan samarali usul – sovun-ishqorli muhitda neytrallashtirish – beqaror va qator jiddiy kamchiliklarga ega. Bu muammolarni hal etishning eng maqbul yo'li - tizimli yondashuvni va matematik modellashtirishdan foydalanishni talab etadi.

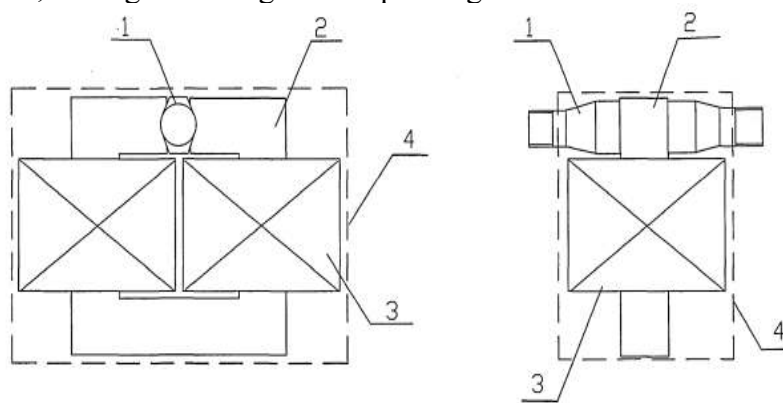
Bundan tashqari, olingan natijalarni tahlil qilish va baholashda matematik usullar va modellashtirishga asoslangan zamonaviy yondashuvlardan foydalanildi.

Ilgari surilgan gipotezani tekshirish maqsadida xom paxta moyini neytrallashtirish bo'yicha laboratoriya qurilmasida tajriba o'tkazildi. Mazkur qurilmaning sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Moy oldindan belgilangan rejimlarda (magnit induksiya – 0,8 Ts, chastota – 200 Gs) o'zgaruvchan aylanuvchi elektromagnit maydonida qayta ishlodan o'tkazildi.

Moy va natriy silikat eritmasi aralashmasining faollashtirilishi maxsus konstruksiyadagi magnitli ishlov berish moslamasi – AMO-S apparatida amalga oshirildi.

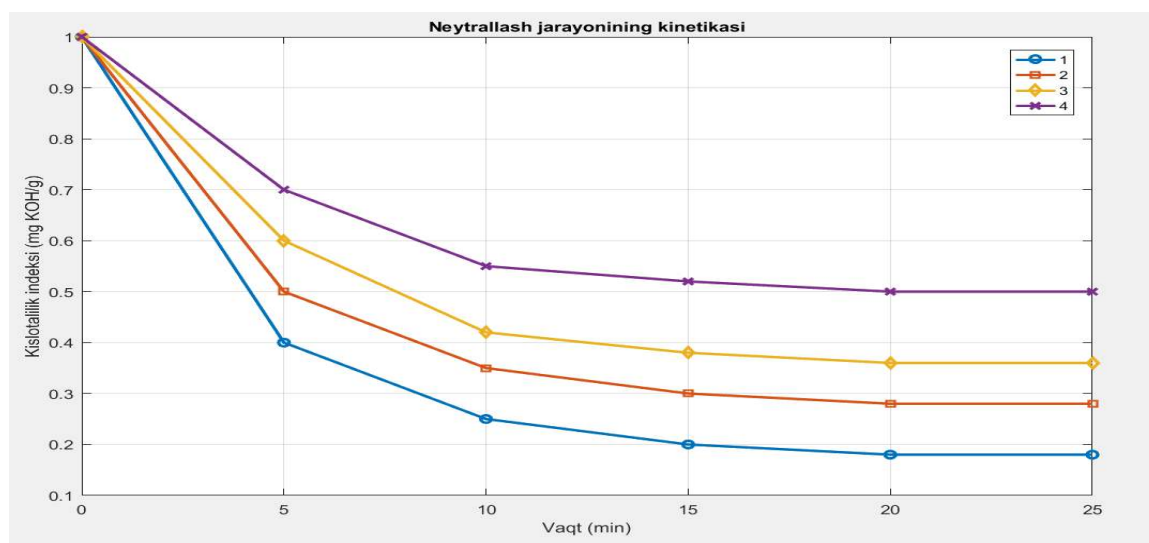
Mazkur apparatning konstruksiyasi 2-rasmda keltirilgan. Ishchi kameradagi magnet induksiya qiymati 0 dan 0,08 Ts gacha bo'lgan oraliqda o'zgartirib turildi.



2-rasm. AMO-S magnitli ishlov berish apparatining konstruksiyasi:

1 – oqimli element; 2 – magnet o'tkazgich; 3 – magnetlovchi g'altaklar; 4 – korpus.

3-rasmdan ko'rinib turibdiki, paxta yog'ining kislotalilik sonini texnologik jihatdan asoslangan qiymatlarga (0,10–0,15 mg KOH/g) kamaytirish uchun natriy silikat eritmasidan neytrallashtirish vositasi sifatida foydalanilganda, uning nazariy jihatdan zarur bo'lgan miqdordan kamida 30 % ko'proq neytrallashtirish moddasini qo'llash talab etiladi.



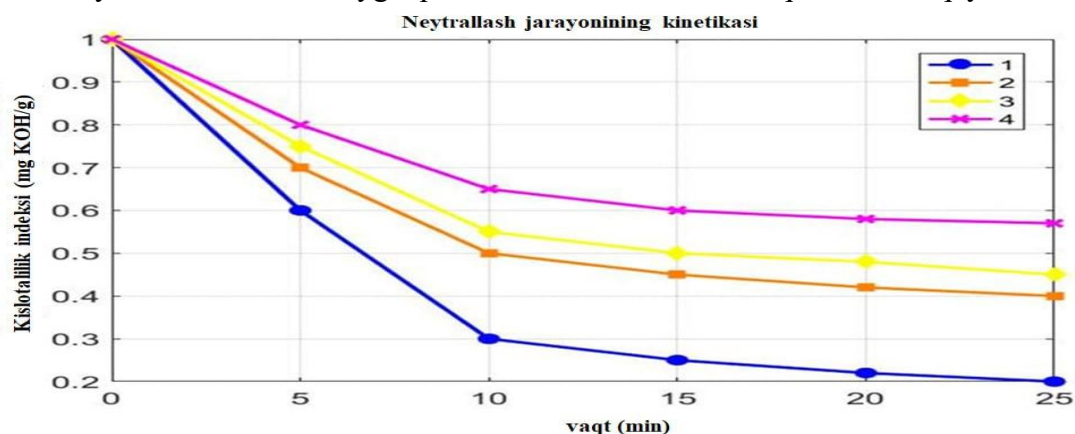
3-rasm. Natriy silikat eritmasining turli ortiqcha miqdorlari sharoitida paxta yog'ining neytrallashtirish kinetikasi: 1 – 30% ortiqcha miqdorda; 2 – 20% ortiqcha miqdorda; 3 – 10% ortiqcha miqdorda; 4 – 5% ortiqcha miqdorda.

Elektromagnit faollashtirish mexanizmini aniqlash maqsadida magnit ishlov berish sharoitlari o'zgartirilib, u uch xil variantda o'tkazildi:

1. Moy va natriy silikat eritmasi aralashmasi neytrallash qurilmasiga yuklanishdan oldin AMO-S o'zgaruvchan elektromagnit maydonida qayta ishlandi.

2. Moy neytrallash qurilmasiga yuklanishdan va natriy silikat qo'shilishidan oldin AMO-S qurilmasida qayta ishlandi.

3. Natriy silikat eritmasi moyga qo'shilishdan oldin AMO-S qurilmasida qayta ishlandi.

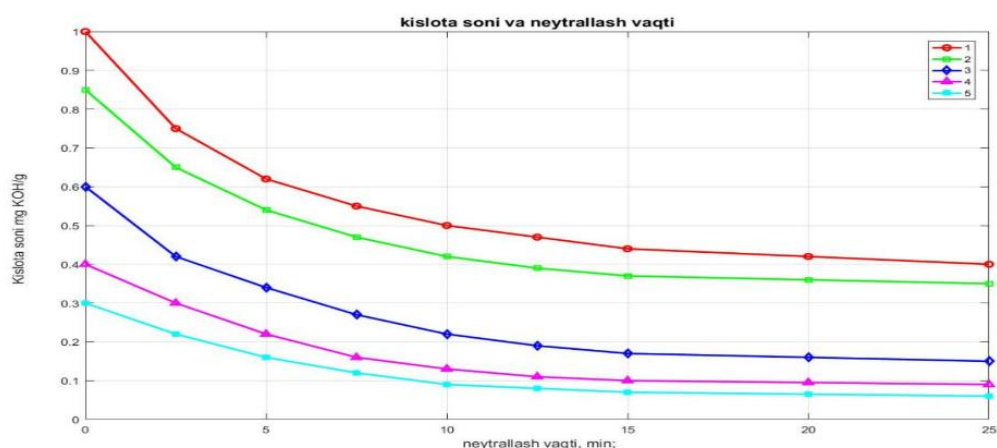


Kinetika jarayoni neytrallash / Vaqt (min) / Kislotalik soni (mg KOH/g)

4-rasm. Turli magnit ishlov berish sharoitlarida paxta yog'ining neytrallanish kinetikasi:

1 – magnit maydonida ishlov berilmagan; 2 – magnit maydonida ishlov berilgan yog'; 3 – magnit maydonida ishlov berilgan moy va natriy silikat eritmasi aralashmasi; 4 – magnit maydonida ishlov berilgan natriy silikat eritmasi.

Ushbu barcha variantlarda neytrallash jarayonida kislotalilik sonining kamayish kinetikasi yuqorida ta'riflangan metodika asosida o'rganildi. Nazorat sifatida magnit ishlov berilmagan yog'ni neytrallash kinetikasi o'rganildi.



Kislotalik soni va neytrallash vaqti / Neytrallash vaqti (min) / Kislotalik soni (mg KOH/g)

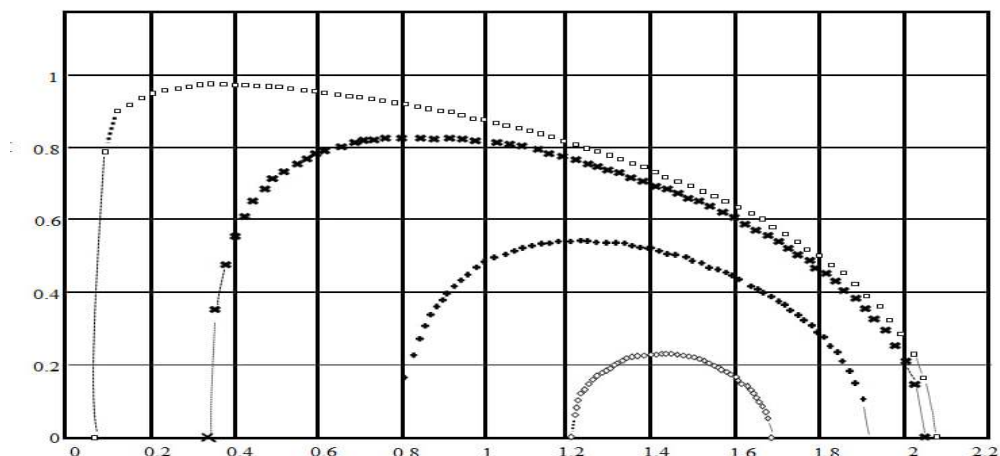
5-rasm. Natriy silikat eritmasi bilan paxta yog'ining neytrallanish kinetikasi, o'zgaruvchan elektromagnit maydonda turli magnit induksiylarida ishlov berilganda, nazariy zarur miqdordan 10% ortiqcha qo'llanilgan: 1 – nazorat (ishlov berilmagan); 2 – 0,02 Ts; 3 – 0,04 Ts; 4 – 0,06 Ts; 5 – 0,08 Ts.

Barcha tajribalarda natriy silikat eritmasining ortiqcha miqdori 10%, magnit induksiya qiymati esa 0,05 Ts tashkil etdi. 4-rasmda keltirilgan tajriba natijalaridan ko'rinib turibdiki, magnit

ishlov berishning maksimal ta'siri natriy silikat eritmasini qayta ishlashda kuzatiladi. Shu bilan birga, yog'ni qayta ishlash jarayon kinetikasiga amalda ta'sir qilmaydi.

Elektromagnit maydonning optimal parametrlarini aniqlash bo'yicha tajriba natijalari 5-rasmda keltirilgan.

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, natriy silikat eritmasini 0,06 Ts induksiyali elektromagnit maydonda faollashtirish yog' kislotalarini olib tashlash chuqurligini oshiradi, biroq jarayon tezligi deyarli o'zgarmaydi. O'lchamni kattalashtirish uchun koordinatalar mos keluvchi masshtab koeffitsiyentlari bilan ko'paytirildi. Mos keluvchi kattalashtirilgan kesimlar grafikda (6-rasmda) ko'rsatilgan.



6-rasm. Dekart koordinatalarida tomchadagi sirt kesimi: $R = 1,625$ mm (sharning radiusi); $A = 1,00$ mm, $B = 2,07$ mm (ellipsoidning o'qlari)

- $\xi=0,001$; X- $\xi=0,1$; + $\xi=0,5$; $\diamond$ - $\xi=0,9$.

Berilgan ma'lumotlardan foydalanib, tenglamalarga kiruvchi metrik koeffitsiyentlarni aniqlaymiz. Ushbu bog'liqliklar izokonstansiya yuzalarining hajmlarini kubik splaynlar yordamida yaqinlashtirish va ularni ξ bo'yicha ($0 \leq \xi \leq 1$) farqlash orqali olinadi. Konvektiv diffuziyaning izokonstansiya yuzalari yordamida masalani bir o'lchovli holga keltirish va ξ umumiy koordinatasi uchun masalaning yechimini olish mumkin bo'ladi.

Absissa o'qi bo'yicha simmetriya mavjud bo'lgani sababli, tegishli integral aynan shu o'q atrofida olinadi, 1-jadval

1-jadval

Tomchi ichidagi aylanuvchi torus shaklidagi suyuqlikning hajmi va sirt yuzasining o'zgarishi

ξ	Yuza, m^2	Hajm, m^3
0	$3,6900 \cdot 10^{-5}$	$1,8235 \cdot 10^{-8}$
0,1	$3,345 \cdot 10^{-5}$	$1,5718 \cdot 10^{-8}$
0,2	$2,9733 \cdot 10^{-5}$	$1,3172 \cdot 10^{-8}$
0,3	$2,5649 \cdot 10^{-5}$	$1,0626 \cdot 10^{-8}$
0,4	$2,1985 \cdot 10^{-5}$	$8,4327 \cdot 10^{-9}$
0,5	$1,8321 \cdot 10^{-5}$	$6,4150 \cdot 10^{-9}$
0,6	$1,5003 \cdot 10^{-5}$	$4,7126 \cdot 10^{-9}$
0,7	$1,1252 \cdot 10^{-5}$	$3,0609 \cdot 10^{-9}$
0,8	$7,5015 \cdot 10^{-6}$	$1,6662 \cdot 10^{-9}$
0,9	$3,7508 \cdot 10^{-6}$	$5,8907 \cdot 10^{-10}$
1	0,000	0,000

Nostatsionar konvektiv issiqlik yoki massa almashinuvi jarayonlarini tahlil qilish, ayniqsa yuqori yopishqoqlikka ega bo'lgan moyli muhitlarda, hatto oqimning gidrodinamik tavsifi oldindan ma'lum bo'lgan holatlarda ham sezilarli matematik va fizik murakkabliklarni yuzaga keltiradi. Bunday murakkabliklar, asosan, transport jarayonlarini ifodalovchi differensial tenglamalarni egri chiziqli koordinatalar tizimida shakllantirish zarurati bilan bog'liqdir. Moyli muhitda oqim geometriyasining murakkabligi va fizik xossalarning (masalan, yopishqoqlik, past diffuziya koeffitsientlari) sezilarli ta'siri sababli, bu tenglamalarning aniq yechimini topish yanada murakkablashadi. Egri koordinatalarda transport tenglamalarini qurish metrik tensor komponentalarini aniqlashni talab qiladi, bu esa o'z navbatida Lamé koeffitsiyentlari, noaniq funksiyalar va yuqori tartibli qisman hosilalarning hisoblanishini talab qiluvchi murakkab matematik amallar majmuasiga olib keladi.

Pekl soni Reynolds sonidan ancha katta bo'lgan tizimlar ($Pe \gg Re$) uchun molekulyar diffuziya orqali komponentlar almashinuvi sodir bo'ladigan, teng konsentratsiyali yuzalar tizimini ajratish mumkin. Bunday yondashuvga misol sifatida Kronig-Brink modeli keltiriladi, unda $Re \rightarrow 0$ va $Re \propto$ bo'lgan tomchadagi massa almashinuvi holati ko'rib chiqilgan.

Fik qonuniga ko'ra, diffuzion komponenta izokonstansiya (bir xil konsentratsiyali) yuzalarga perpendikulyar bo'ladi. Bu holat va bunday yuzaning geometriyasini hisobga olgan holda, tegishli transport tenglamasini chiqarish sezilarli darajada yengillashadi.

Ushbu ishda mazkur yondashuv ishqoriy rafinatsiya jarayonida tomchalar ichidagi konvektiv massa almashinuv tenglamasini chiqarish uchun qo'llanildi. Bu yerda massa almashinuvi tenglamalari ham tomcha ichida, ham uning tashqi hajmida rafinatsiya jarayonida chiqarildi. Masalan, bitta o'zgaruvchiga (ξ) bog'liq bo'lgan izokonstansiya yuzalar oilasi mavjud, ya'ni:

$$S=S(\xi) \quad (1)$$

va ushbu oilaga mos keluvchi, shuningdek ξ ga bog'liq hajmlar.

$$V=V(\xi) \quad (2)$$

Bu holda modda balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$q\xi S(\xi) - q\xi + d\xi \cdot S(\xi + d\xi) = (\partial C / \partial \tau) dV \quad (3)$$

$q(\xi + d\xi)$ va $S(\xi + d\xi)S(\xi + d\xi)S(\xi + d\xi)$ funksiyalarini Teylor qatoriga ajratib, faqat ikki had bilan chegaralanib, $(d\xi)^2$ kabi cheksiz kichik tartibdagi hadlarni e'tiborsiz qoldirsak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$-q\xi \cdot S\xi' d\xi - S(\xi) (\partial q / \partial \xi) d\xi = V\xi' \cdot d\xi (\partial C / \partial \tau) \quad (4)$$

(4)-ifodani $d\xi$ ga bo'lib soddalashtirar ekanmiz va agar ξ o'qi yo'nalishi konsentratsiya gradienti yo'nalishi bilan mos kelsa, $q\xi = D (\partial C / d\xi)$ ekanligini hisobga olsak, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$D \left[\left[\frac{\partial C}{\partial \xi} \cdot S_0' + S(o) \frac{\partial^2 C}{\partial \xi^2} \right] \right] = V_0' \frac{\partial C}{\partial \tau}, \quad (5)$$

(5)-ifodadagi differensiallash operatorini qavs tashqarisiga chiqarib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$D \cdot \frac{\partial}{\partial \xi} \left[S(\xi) \cdot \frac{\partial C}{\partial \xi} \right] = V_\xi' \frac{\partial C}{\partial \tau}, \quad (6)$$

(6)-ifodani tahlil qilib shuni ko'ramizki, ushbu tenglama yechimi har doim o'zgaruvchilarni ajratish imkonini beradi va faqat izopotensial yuzalar geometriyasidan foydalanadi. Bu tenglamaning to'g'riligini oddiy shakldagi jismlar (shar, cheksiz silindr va b.) uchun osongina tekshirish mumkin.

Ayniqsa bu yondashuv konvektiv, nostatsionar modda (yoki issiqlik) transporti masalalarini, $Re \gg 1$ bo'lgan hollarda, ya'ni gidrodinamika ma'lum bo'lganda, yechishda juda qulaydir.

Umumlashtirilgan koordinata orqali diffuziya tenglamasi chiqarilishi shuni ko'rsatadiki, konvektiv nostatsionar transportning istalgan masalasini ikkinchi tartibli, xususiy hosilali bir o'lchamli tenglamaga keltirish mumkin.

Izopotensial yuzalar tushunchasidan foydalanish diffuziya masalalarini turli shakldagi zarrachalardan bir o'lchamli masalaga keltirib, ularni hal etishga imkon beradi.

(7)-ifoda ham o'zgaruvchilarni ajratishga imkon beradi va faqat izopotensial yuzalar geometriyasiga tayanadi. Bu holda masala quyidagi ko'rinishdagi xususiy hosilali tenglama shaklida chegaraviy masalaga aylantiriladi:

$$V'_\xi(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \tau} [C(\xi, \tau)] = \frac{D_0}{R^2} \cdot \frac{\partial}{\partial \xi} \left(S(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \xi} [C(\xi, \tau)] \right) \quad (7)$$

Reaksiya oldi sirt tekisligi tomcha yuzasida joylashgan holat uchun chegaraviy shartlar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$S(\xi, 0) = S_0 \quad (8)$$

$$S(I, \tau) = 0 \quad (9)$$

Tomchi ichida va uning atrofidagi konvektiv diffuziyaga xos bo'lgan turli izokonsentratsion (bir xil konsentratsiyali) sirtlardan foydalanish, diffuzion qatlam deb ataluvchi hududni hisobga olgan holda, oqim chiziqlari geometriyasidan foydalanish orqali amalga oshiriladi.

Silindrik koordinatalar tizimida shar atrofida laminarning o'qqa nisbatan simmetrik oqimi holatida bu oqim chiziqlari Adamar va Rybinskiy tomonidan tavsiflangan girdobsiz aylanish (irkilmaydigan oqim) ko'rinishiga ega.

$$\Psi(r, \theta) = 4 \cdot \frac{r^2}{R_K^2} \cdot \left(1 - \frac{r^2}{R_K^2} \right) \cdot \sin(\theta) \quad (10)$$

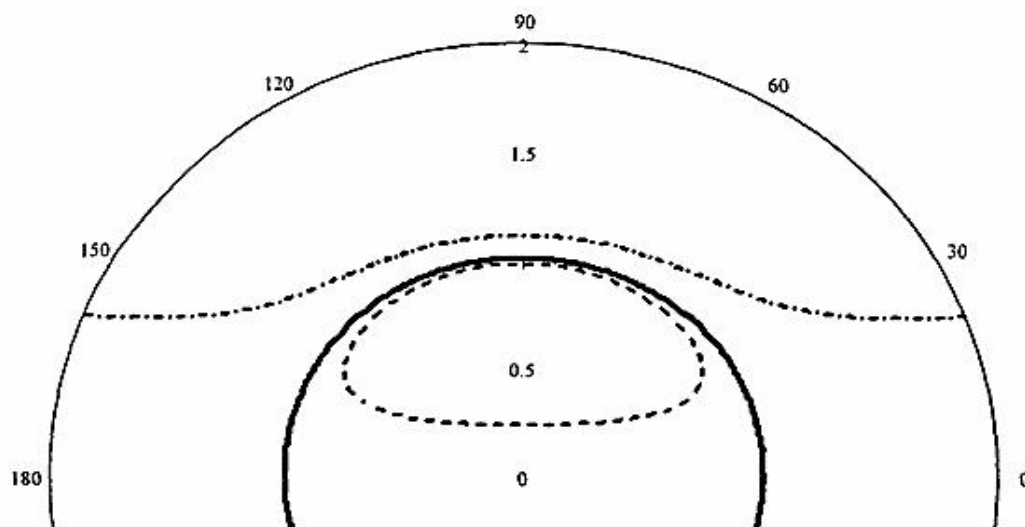
$$\Psi(r, \theta) = \frac{1}{R_K} \cdot \left(1 - \frac{R_K^2}{r} \right) \cdot \sin^2(\theta) \quad (11)$$

Bu yerda $\Psi(r, \theta)$ – oqim funksiyasi; R_K – tomchining radiusi; (10) va (11) – tegishli ravishda ichki va tashqi oqim funksiyalari; r – joriy radius ($0 \leq r < \infty$); θ – qutb burchagi ($0 < \theta < 2\pi$).

(10) formula – ichki oqim funksiyasi, (11) formula – tashqi oqim funksiyasi. Oqim funksiyalarining geometrik tasviri grafikda keltirilgan (7-rasm).

Tomchi ichidagi suyuqlik oqim tezliklari gidrodinamik maydonini bilish tomchidan modda ajralishi (ekstraksiya) masalasini, ya'ni dispers fazadagi (tomchidagi) konsentratsiya maydonini aniqlashga o'tishga imkon beradi – bu keyingi tahlilda amalga oshirilgan.

(3)-chi formuladan foydalanib, biz $V(\xi)V(\xi)V(\xi)$ va $S(\xi)S(\xi)S(\xi)$ ni hisoblaymiz, ya'ni izokonsentratsion sirtning hajmi va yuzasi o'lchamsiz $\xi \backslash \xi$ koordinatasiga bog'liqligini aniqlaymiz. Sirt va hajm $\xi \backslash \xi$ chizig'ini Z o'qi atrofida aylantirish orqali olinadi, chunki bu o'q bo'yicha simmetriya xossasi mavjud. Hajm va izokonsentratsion sirtning haqiqiy moy tomchisi uchun qayta hisoblash amalga oshiriladi. Haqiqiy tomchi ikki o'qli aylanuvchi ellipsoid ko'rinishida bo'lib, uning o'qlari 1,00 mm va 2,07 mm ga teng. Shu sababli, olingan kesim koordinatalari mos keluvchi masshtab koeffitsiyentlari bilan ko'paytiriladi.



7-rasm. Oqim chiziqlari geometriyasi

$\Psi=0,2$ Chiziqli nuqta – ichki oqim chizig'i, Chiziqli nuqta va chiziq – tashqi oqim chizig'i

Экспериментлар shuni ko'rsatdiki, natriy silikat suvli eritmasining pH ko'rsatkichi magnit maydon bilan ishlov berishdan oldin va keyin o'zgarmaydi. Shunga o'xshab, kislota eritmasi bilan titrlash orqali aniqlangan gidroksid-ionlarning molekulyar konsentratsiyasi ham barqaror qoladi. Magnit induksiya kuchayishi neytrallash samaradorligini sezilarli oshirmaydi. Shunday qilib, o'tkazilgan tajribalarga asoslanib taxmin qilish mumkinki, natriy silikat bilan erkin yog' kislotalarining geterogen neytrallash reaksiyasida suvli eritmalarda dissotsiatsiyaga uchragan barcha gidroksil guruhlari reaksiyada ishtirok etmaydi.

Moy tomchilarida ikki o'qli ellipsoid shaklidagi massasozish jarayonining matematik ta'rifi, ichki va tashqi hajmlar uchun metrik koeffitsiyentlar tahliliga asoslangan egri chiziqli koordinatalardagi bir o'lchovli tenglamalar sifatida ifodalanishi mumkin. Bu shuningdek, mikrofotografiya yordamida olingan sferoid o'qlarining nisbiy munosabatlariga to'g'ri keladi. Moy tomchilarining ishqoriy rafinatsiyasi jarayoni modeli uchta differensial tenglamalar tizimi ko'rinishida kimyoviy reaksiya bilan bog'langan massa almashinishini tavsiflaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Арутюнян Н.С. и др. Технология переработки жиров. М.: Пищепромиздат. 1999.-247 с
2. Бутина Е.А. Фосфолипиды высокоолеинового подсолнечного масла, совершенствование технологии получения и использование их в качестве добавок к пищевым продуктам. Автореф. канд. техн. наук. Краснодар, КПИ, 1992-24с
3. Стопский В.С., Ключкин В.В., Андреев Н.В. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья. – М.:Колос, 1992. – 286 с.
4. Hassoun A. et al. Food quality 4.0: From traditional approaches to digitalized automated analysis // Journal of Food Engineering. – 2023. – Т. 337. – С. 111216.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
6. Kaldybekova z. b. et al. some aspects of mathematical modeling of the geometric structure of porous vermiculite adsorbents used in the refining of vegetable oils // chemical engineering transactions. – 2023. – Т. 102. – С. 349–354.
7. Perov V. I. et al. Application of electro physical heating methods in food production processes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 640. – № 7. – С. 072001.
8. Дехканова Н.А., Мажидов К.Х Совершенствование технологии щелочной нейтрализации растительных масел с новыми видами растворов // сб. ст. XIII Междунар. науч. конф. «Техника и технология пищевых производств» 18–19 апреля 2024 года. – Могилев. стр-236
9. Дехканова Н.А., Мажидов К.Х Методы электромагнитной обработки в технологии рафинации растительных масел XVI Международной научной-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» 17-18 апрел 2025 г., Том 2. стр. 42-43
10. Гавришкевич Л.Н. Кинетика гетерогенных химических взаимодействий в скрещенных электрических и магнитных полях. Автореф. дис.канд.техн.наук.-Львов., 1984. -24 с.