

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA - QURILISH UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI PhD.26/26.01.2023.T.109.03 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA - QURILISH UNIVERSITETI**

QAYUMOVA LOBAR SHODIMURODOVNA

**YENGIL SANOAT RANGLI OQOVA SUVLARINI
ULTRAFILTRATSIYA USULIDA TOZALASHNI TADQIQ ETISH**

**05.09.04 – Suv ta’minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini
muhofazalovchi qurilish tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Samarqand – 2025

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Qayumova Lobar Shodimurodovna

Yengil sanoat rangli oqova suvlarini ultrafiltratsiya usulida tozalashni
tadqiq etish..... 3

Каюмова Лобар Шодимуродовна

Исследование ультрафильтрационной очистки цветных сточных
вод легкой промышленности 21

Kayumova Lobar Shodimurodovna

Research on ultrafiltration treatment of light industrial colored effluent 39

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works 43

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA - QURILISH UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI PhD.26/26.01.2023.T.109.03 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA - QURILISH UNIVERSITETI**

QAYUMOVA LOBAR SHODIMURODOVNA

**YENGIL SANOAT RANGLI OQOVA SUVLARINI ULTRAFILTRATSIYA
USULIDA TOZALASHNI TADQIQ ETISH**

**05.09.04 – Suv ta’minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini
muhofazalovchi qurilish tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan № B2021.1.PhD/T2150 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.samdaqu.edu.uz) va «Ziyonet» (www.ziyonet.uz) Axborot-ta'lim portaliga joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Jurayev Olmos Joniqlovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Rasmiy opponenlar:

Umbarov Ibragim Amonovich
texnika fanlari doktori, professor

Yakubov Kutfidin Asliyevich
texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi PhD.26/26.01.2023.T.109.03 raqamli ilmiy Kengashning «___» _____ 2025-yil soat ___ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 140143, Samarqand sh., Lolazor ko'chasi, 70-uy. Tel: (+99866) 237-15-93, faks:(+99866)-237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz.).

Dissertatsiya bilan Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (___ raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: Samarqand sh., Lolazor ko'chasi, 70-uy. Tel: (+99866) -237-15-93.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «__» _____ kuni tarqatildi. (2025-yil «__» _____ dagi ___ raqamli reestr bayonnomasi).

D.R.Bazarov

Ilmiy daraja beruvchi
Ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

B.M.Norqulov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi, PhD., dotsent

J.Akilov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, f-m, f. d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Bugungi kunda dunyo miqyosida suv havzalarining sanoat oqova suvlari bilan ifloslanishini bartaraf etish uchun atrof - muhitni himoyalash va tabiiy resurslardan maqsadli foydalanish muhim ahamiyatga ega bo'lmog'da. Yengil sanoatda bo'yovchi moddalar xilma-xilligining ortishi va ularning matoga mustahkam o'rnamaydigan qismining yengil sanoat oqova suvlari bilan birgalikda chiqishi ortib bormog'da. Bunday oqova suvlarni asosiy tozalash usullari flotatsiya, koagulyatsiya, sorbtsiya, destruksiya usullari bo'lib, ushbu usullar yordamida oqova suvlarni tozalash samaradorligi 40-45 foizdan oshmaydi. Shuning uchun ekologik jihatdan xavfsiz, arzon, qo'llanishda qulay bo'lgan kombinatsion fizik-kimyoviy usullarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda sanoat ishlab chiqarishining rivojlanishi tanlovchan, termik va kimyoviy barqaror ion-almashinuvchan materiallar olishga, ishlab chiqarishni mahalliyashtirishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishga zamin yaratmog'da. Bu borada yengil sanoat korxonalarining oqova suvlarini tozalash uchun qo'llaniladigan ultrafiltratsiya usuli asosida makkajo'xori kraxmalini tadqiq qilish orqali dinamik membranalar hosil qilish, oqova suvning tarkibi va pH ko'rsatgichi asosida ko'p komponentli tarkiblarni yaratish, ularning mexanik va osmotik xususiyatlarini yaxshilash, shuningdek, oqova suvlarni tozalash jarayonida sodir bo'ladigan fizik – kimyoviy jarayonlarning mexanizmlarini aniqlashga alohida e'tibor qaratilmog'da.

Bundan tashqari, oqova suvlarni tozalashning ultrafiltratsiya, teskari osmos va boshqa usullari bilan kombinatsiyalangan usullarini ishlab chiqish hamda jarayonni zamonaviy texnologiyalar bilan takomillashtirish ustida ham izlanishlar olib borilmog'da.

Respublikamizda yengil sanoat sohasini rivojlantirish maqsadida zamonaviy talablarga javob bera oladigan yangi turdagi koagulyatsiya, flokulyatsiya va sorbtsiya, shuningdek, asetatsellyuloza membranalarini ligninlar asosida dinamik membrana (DM) hosil qilish bo'yicha ma'lum ilmiy va amaliy natijalarga erishilgan. Mazkur yo'nalishda amalga oshirilgan dasturiy chora-tadbirlar asosida muayyan natijalarga erishilgan, ayniqsa yangicha yondoshuvlarga asoslangan, filtrlarga nisbatan tanlovchan atsetatsellyuloza membranalarini asosida (DM) olingan. Shu bois, ichki bozorni import o'rni bosuvchi mahalliy mahsulotlar bilan ta'minlash sohasida keng ko'lamli tadbirlar amalga oshirilmog'da. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish Harakatlar strategiyasida "Ichki va tashqi bozorlarda milliy tovarlarning raqobatbardoshligini ta'minlaydigan mahsulot va texnologiyalarning tubdan yangi turlarini ishlab chiqarishni o'zlashtirish"ga yo'naltirilgan muhim vazifalar belgilab berilgan. Shunga muvofiq, oqova suvlarni tozalashda yangi komponentlar tarkibini, tozalash mexanizmlarini aniqlash va oqova suvlarni tozalashning yangi, samarali usullarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi kunda respublikamizda yengil sanoat ishlab chiqarish korxonalariga talab qilingan suvni kafolatlangan miqdorda yetkazib berilishini ta'minlash uchun

suv tejash texnologiyalaridan foydalanish, texnologiyalarning optimal parametrlarini aniqlash, oqova suvlarning ifloslanish darajasiga belgilangan me'yoriy ko'rsatgichlardan ortib ketmaslik, yangi texnologiyalardan foydalanishni va rangli oqova suvlarni tozalash texnologiyalarini takomillashtirish yo'li bilan ishonchli ishlashini ta'minlash yo'nalishi bo'yicha keng qamrovli tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida «III. Milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantirish va yuqori o'sish sur'atlarini ta'minlash»¹ da 31-maqсад qilib "Suv resurslarini boshqarish tizimini tubdan isloh qilish va suvni iqtisod qilish bo'yicha alohida davlat dasturini amalga oshirish" belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, barcha sohalarni suv bilan barqaror va ishonchli ta'minlash, yengil sanoat korxonalarini rivojlantirish, suv resurslaridan samarali va oqilona foydalanishni inobatga olib, sanoat korxonalarida hosil bo'ladigan oqova suvlarni kamaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 8-yanvardagi PQ-60-sonli "2022–2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoni va 2017-yil 25-sentabrdagi PQ-3286-sonli "Suv obyektlarini muhofaza qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining VI – "Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, suv muammolari, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi" yo'nalishlari doirasida bajarildi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Bugungi kunda yengil sanoat oqova suvlaridan samarali qayta foydalanish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqot ishlari bajarilgan va amaliyotga tadbiriq etilgan.

Sanoat korxonalarining oqova suvlarini tozalash bo'yicha S.S. Saidov, K.A. Yakubov, E.S. Buriyev, O.J. Jurayev, M.A. Asqarov, I.I. Ismoilov, Yu.T. Toshpulatov, M.Z. Abdukarimova, M.R. Amonov, E.Yu. Kirshina, L.M. Shapovalova, S.S. Negmatov, E.F. Eshqurbonov kabi olimlar o'z hissalarini qo'shganlar. Ularning ilmiy ishlarida mamlakatimizdagi yengil sanoat korxonalarining oqova suvlarini turli usullar yordamida tozalash masalalari yoritilgan. Shuningdek, S.A. Brandon, Y.S. Johnson, Y.Y. Minturn, Y.I. Ditnerskiy, T.A. Karyuxina, I.N. Churbanova, G.V. Vasilev, Y.M. Laskov, A.I. Jukov, I.L. Mongayt, I.D. Podziller, S.M. Shifrin, I.G. Krasnoborodko, A.M. Kaganovski, N.A. Klimenko, V.I. Nazarov, K.G. Aslova, L.A. Kulskiy, N.N. Abramov, T.V. Knyazkova, V.P. Gusev, K.F. Krikunov, Y. Gaddis kabi olimlar ham sanoat korxonalarining oqova suvlarini tozalashning samarali usullarini tadqiq qilganlar.

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 8-yanvardagi PF-60-son «2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida» gi Farmoni

Biroq hozirgi vaqtda yengil sanoat oqova suvlarini samarali tozalash bo'yicha hal qilinishi kerak bo'lgan muammolar mavjud. Hozirgi zamon iqtisodiy va ekologik talablarga javob beradigan qulay ixcham texnologik usullarni tanlash masalalari yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasi ilmiy ishlari rejasi bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqotlari Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti ilmiy kengash rejasining 1-sonida ko'rsatilgan "Sanoat korxonalarini va maishiy oqova suvlarni zamonaviy texnologiyalardan foydalanib tozalash va takomillashgan tizimlarini ishlab chiqish hamda amaliyotga tadbir etish" (2018–2023-yillar) mavzusidagi amaliy, fundamental va innovatsion loyihalar doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi. Yengil sanoat rangli oqova suvlarini tozalashda zamonaviy statik membranalarga makkajo'xori kraxmalini oqova suv tarkibiga qo'shish orqali dinamik membrana hosil qilib, ekologik jihatdan samarali texnologiyani ishlab chiqish.

Tadqiqotning vazifalari:

- yengil sanoatning bo'yash va pardoqlash ishlab chiqarish bo'limi oqova suvlarini tozalash sharoitida dinamik membrana hosil qiluvchi komponentni tanlash;

- jarayonning turli parametrlarida dinamik membrana (DM) shakllanish dinamikasini o'rganish;

- membrana filtrlarining g'ovakli tuzilishi, filtrlangan eritmaning pH qiymati, konsunratsiyasi va ish bosimining tanlab olingan membrana hosil qiluvchi komponentni (DM) xususiyatlariga ta'sirini o'rganish hamda makkajo'xori kraxmali va uning shakllanishi uchun maqbul sharoitlarni hamda sorbtsion jarayonlarni aniqlash;

- matolarni bo'yash va pardoqlashda hosil bo'ladigan oqova suvlarni tozalash texnologiyasi jarayonida DM yordamida chuqur tozalashda taklif etiladigan sxemalarni ishlab chiqish.

Tadqiqot ob'yekti. Tadqiqot obyekti sifatida yengil sanoat korxonalarida hosil bo'lgan rangli oqova suvlar olingan.

Tadqiqot predmeti. Tadqiqot predmeti yengil sanoat rangli oqova suvlarini ultrafiltratsiya va dinamik membrana yordamida tozalash jarayonlaridan iborat.

Tadqiqot usullari zamonaviy adabiy manbalarni tahlil qilish va uning asosida muammoni shakllantirish, tadqiqot mavzusini va muammoni hal qilishning nazariy yondashuvlarini tavsiflash, matematik modellashtirish va natijalarini tekshirish (eksperimental natijalari bilan taqqoslash) orqali nazariy takliflarni tekshirish, sanoat sharoitlarida eksperimental tadqiqotlar o'tkazishdan olingan natijalarni sharhlash, qayta ishlatish va amaliy takliflarni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- statik membranalarni polimer qo'shimchalar hisobiga tavsifini yaxshilash uchun makkajo'xori kraxmalidan dinamik membrana hosil qilib, rangli yengil sanoat oqova suvlarini tozalashning texnologik sxemasi ishlab chiqildi;

- statik membranalarni boshlang'ich filtrlash qobiliyati dinamik membranalar hisobiga tiklandi va ishlash samaradorligi oshirish orqali takomillashtirildi;

- statik membranalar g'ovakliklari dinamik membrana hisobiga to'liq bitib qolmasligi hamda membrananing uzluksiz muddatga ishlash unumdorligi oshirish orqali takomillashtirildi;

- yengil sanoat korxonalarining oqova suvlarini tozalashda ultrafiltratsiya usuli hamda dinamik membrananing barqaror ishlash mexanizmi yaratildi.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

nazariy, eksperimental va ishlab chiqarish sharoitida bevosita o'tkazilgan tajriba-sinov va kuzatuvlar natijalari asosida oqova suvlarni barqaror filtrlash, membrana selektivligini to'liq saqlanishi hamda kichik mexanik shikastlanish sodir bo'lsa, filtratsiya jarayonida yangi qatlam hosil bo'lishi tufayli membrananing o'z-o'zini to'liq qayta tiklash qobiliyati parametrlari hisoblab chiqildi;

tadqiqot natijalari "O'zto'qimachilik sanoati" uyushmasiga qarashli "Jizzax Industrial To'qima" MChJ, "Surxonteks" MChJ, "Sherobod Tekstil Invest" MChJ va "Ozod Buxoro Tekstil" MChJ korxonalarida oqova suvlarni ultrafiltratsiya va dinamik membrana yordamida tozalash texnologik sxemalari hamda konstruktiv yechimlarini inobatga olgan holda, oqova suvlardan qayta foydalanishga doir ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi umumiy qabul qilingan usullar bilan asoslandi va olingan nazariy hamda amaliy ma'lumotlar bilan mustahkamlandi. Tajriba natijalari mazkur tadqiqot yo'nalishidagi boshqa olimlarning natijalari bilan taqqoslanganligi hamda yengil sanoat korxonalarida amaliyotga joriy etilishi ularning samaradorligi va amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, standart ultrafiltrlarga asoslangan holda polimer moddalardan dinamik membrana olishning oddiy usuli ishlab chiqilgan. Uning asosida yengil sanoat korxonalarida bo'yash jarayonidan keyin hosil bo'lgan oqova suvlarni dinamik membranalar yordamida tozalashning tubdan jihatdan yangi texnologik sxemasi ishlab chiqildi. Bu esa ajratish xususiyatlarini yaxshilash va membranalarning yangilanishini ta'minlash muammosini hal qilishda ilmiy asoslangan yondashuvni ta'minlaydi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati esa yengil sanoat korxonalarining oqova suvlarini qayta ishlatish bo'yicha texnologik sxemalar ishlab chiqilishi va ularning optimal parametrlari tavsiya etilishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi

Yengil sanoat rangli oqova suvlarini ultrafiltratsiya usuli va dinamik membrana yordamida tozalash jarayonini takomillashtirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Tadqiqot natijalarini amalda qo'llash ishlari doirasida makkajo'xori kraxmalidan dinamik membrana hosil qilinib, Jizzax viloyati, Sharof Rashidov tumani "Jizzax Industrial To'qima" MChJ korxonasida sinovdan o'tkazildi. Bunda yengil sanoat oqova suvlarini ultrafiltratsiya usulidan foydalangan holda tozalash joriy etildi (O'zto'qimachilik sanoati uyushmasining 2023-yil 18-dekabrda)

03/25-2664-sonli ma'lumotnomasi). Natijada statik membrana filtrlarining ishlash davomiyligini oshirish imkoniyati yaratildi;

Yengil sanoat oqova suvlarini ultrafiltratsiya usuli bilan tozalash orqali tabiiy suv sarfini kamaytirish ishlari Surxondaryo viloyati, Jarqo'rg'on tumani "Surxonteks" MChJ korxonasi joriy etildi (O'zto'qimachilik sanoati uyushmasining 2023-yil 18-dekabrda 03/25-2664-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, yengil sanoat korxonasi oqova suvlarini ultrafiltratsiya usuli bilan samarali tozalash imkoniyati yaratildi;

Makkajo'xori kraxmalidan dinamik membrana hosil qilib, ranglangan oqova suvlarni tozalash texnologik sxemasi ishlab chiqildi va Surxondaryo viloyati, Sherobod tumani "Sherobodtekstilinvest" MChJ korxonasi joriy qilindi (O'zto'qimachilik sanoati uyushmasining 2023-yil 18-dekabrda 03/25-2664-sonli ma'lumotnomasi). Natijada "Sherobodtekstilinvest" MChJ korxonasi ishonchli va samarali usulda dinamik membrana yordamida oqova suvlarni chuqur tozalab, tozalangan suvni texnologik jarayonda qayta ishlatish imkoniyati yaratildi;

Yengil sanoat korxonalarining oqova suvlarini tozalashda ultrafiltratsiya usuli va dinamik membrananing ish faoliyatini qayta tiklash mexanizmi mukammal asoslab berildi. Ushbu usul Buxoro viloyati, Kogon tumani "Ozod Buxoro Tekstil" MChJ korxonasi joriy qilindi (O'zto'qimachilik sanoati uyushmasining 2023-yil 18-dekabrda 03/25-2664-sonli ma'lumotnomasi). Natijada "Ozod Buxoro Tekstil" MChJ korxonasi oqova suvlarni chuqur tozalashda makkajo'xori kraxmalidan oddiy usulda statik membranalarda dinamik membrana hosil qilinib, uning asosida tozalangan texnik oqova suvdan qayta foydalanish imkoniyati yaratildi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari xalqaro va respublika miqyosidagi anjumanlarda muhokama qilingan va ma'qullangan, jumladan, 3 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy ish chop etilgan. Shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalarni asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarida 7 ta maqola, 3 tasi xorijiy (shulardan 1 ta scopus) va 8 tasi respublika jurnallarda nashr qilingan hamda 2 ta EHM uchun yaratilgan dasturiy vositalarini qayt guvohnomasi olingan.

Dissertatsiyaning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 119 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya tadqiqotining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, obyekt va predmeti shakllantirilib, O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarining ishonchligi asoslab berilgan, nazariy va amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilinganligi, nashr etilgan ishlar, dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning birinchi bobi **“Yengil sanoat oqova suvlarini fizik-kimyoviy usullarda tozalash haqida adabiyotlar tahlili”** deb nomlanib, O'zbekiston Respublikasining viloyatlarida joylashgan yengil sanoat korxonalarida hosil bo'ladigan rangli oqova suvlari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Unda bo'yash, pardozlash va ishlab chiqarish jarayonlarida oqova suvlarni tozalashning zamonaviy holati ko'rib chiqilgan.

Oqova suvlarni tozalashning nazariy va amaliy usullari batafsil tahlil qilingan. Adabiyotlarning tanqidiy tahlili natijasida tadqiqot ishining maqsadi va vazifalari belgilab olingan.

Shu munosabat bilan ishda quyidagi asosiy vazifalar belgilandi:

- bo'yash va pardozlash ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo'ladigan oqova suvlarni tozalash sharoitida dinamik membrana hosil qilish uchun optimal membrana hosil qiluvchi komponentni tanlash;

- jarayonning turli parametrlarida dinamik membrana shakllanish dinamikasini o'rganish;

- turli membranalarning g'ovakli tuzilishi va filtrlangan eritmaning pH qiymatini o'rganish;

- dinamik membrana hosil qiluvchi qo'shimchalar konsentratsiyasi va ish bosimining tanlangan membrana hosil qiluvchi komponentlarning dinamik membrana xususiyatlariga ta'sirini o'rganish;

- makkajo'xori kraxmalidan foydalanib dinamik membrana shakllanishi uchun maqbul (optimal) sharoitlarni aniqlash;

- dinamik membrana yordamida bo'yash va pardozlash bo'limlarining oqova suvlarini chuqur tozalash texnologiyasining samaradorligini o'rganish;

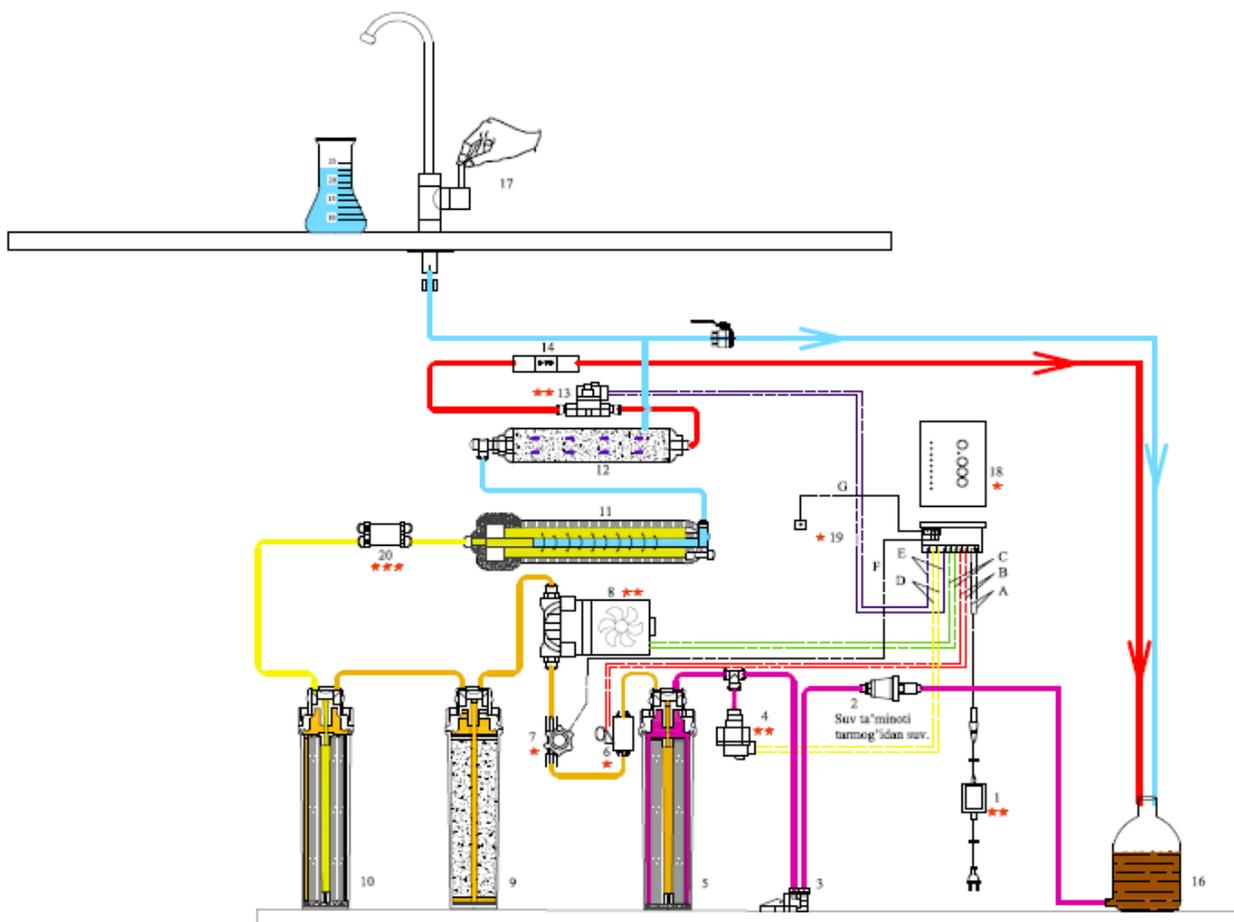
- ushbu jarayonga asoslangan oqova suvlarni qayta ishlash sxemalarini ishlab chiqish va ularning iqtisodiy samaradorligini baholash.

Dissertatsiyaning ikkinchi bobida **“Tajriba va sinovlar o'tkazish qurilmasiga tavsif hamda laboratoriya tahlili”** deb nomlangan bo'lib, zamonaviy ultrafiltratsiya usuli takomillashtirilib, makkajo'xori kraxmali yordamida statik filtrlarni dinamik membrana asosida uzoq muddat ishlatish imkoniyati yaratildi. Dinamik membrananing qo'llanilishi orqali ekologiya va atrof-muhitning ifloslanishining oldini olish imkoniyati vujudga keladi.

Ultrafiltratsiya jarayonining mohiyati yarim o'tkazuvchan membrana va eritmaning birgalikdagi harakatiga asoslanadi. Yupqa qobiq yoki yupqa

plyonkadan iborat yarim o'tkazuvchan membrana ma'lum molekulalar yoki ionlarning o'tishiga imkon beradi, boshqalarini esa ushlab qoladi.

So'nggi yillarda yengil sanoat korxonalarining oqova suvlarini tozalash uchun ultrafiltratsiya usuli qo'llanilmoqda. Jarayonning afzalliklaridan biri shundaki, ajratish jarayoni atrof-muhit haroratida fazoviy o'zgarishlarsiz sodir bo'ladi, bu esa energiya sarfini sezilarli darajada kamaytiradi. Eng muhimi, membrana texnologiyasining qo'llanilishi natijasida kam elektr energiyasi sarfi, jarayonning to'liq avtomatlashtirilishi, jihozlarning qulay va ixchamligi, ajratish jarayonida hosil bo'lgan filtratni texnologik jarayonga qayta ishlatish hamda oqova suv tarkibidagi sirt faol moddalar va bo'yoqlarni ishlab chiqarishga qaytarish imkoniyati yaratiladi.



1-rasm: Laboratoriya sinov tahlillari o'tkazish uchun o'zgartirilgan tizim.

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Adapter** | 11. Membrana filtri |
| 2. Regulyator | 12. Siqilgan ko'mirdan keyingi filtr |
| 3. Antipotor mexanik ** | 13. Yuqori kalit bosimlar** |
| 4. Past bosimli kalit ** | 14. Cheklovchi |
| 5. 5 mikron cho'kindi filtri | 15. Suv idishi krani |
| 6. Solenoid klapan* | 16. Toza suv idishi |
| 7. Oqim o'lchagich* | 17. Toza suv krani |
| 8. Nasos ** | 18. Displey* |
| 9. Uglarod filtri | 19. Antipotop elektr* |
| 10. 1 mikron cho'kindi filtr | 20. Avtomatik qulflash vanna *** |

Ultrafiltratsiya qurilmasida oqova suv aralashmasini sirkulyatsiya rejimida tozalash bo'yicha qurilma ishlatiladi. Qurilma ishga tushirilgandan so'ng boshlang'ich tahlil olinadi. Har bir soatda 100 ml filtrat maxsus kolbaga tahlil uchun olinadi. Filtrat olish jarayonida tozalanib chiqayotgan suvning tezligi (V), harorati (t°) va pH qiymati aniqlab boriladi. Qurilma kamida 12 soat davomida uzluksiz ishlatiladi(1-rasm).

Har bir tajriba boshlanishidan oldin membrana va substrat bosim ostida yuviladi. Agar boshlang'ich selektivlik kamayib ketsa, membrana yangisi bilan almashtiriladi. Qurilma tuzilishi tuzli suv bilan yaxshilab yuviladi, so'ng distillangan suv bilan chayiladi.

Birinchi filtrat tahlil qilinmaydi, chunki bu bosqichda membrana va substratdan turli xil ionlar yuvilib chiqadi, bu esa tahlil natijalarida xatolik yuzaga keltiradi. Tahlil qilish uchun filtrat quyidagi jadval asosida olinadi:

Har bir tajribaning umumiy davomiyligi filtrat hosil bo'lish tezligiga qarab 12 soatni tashkil etadi. Tahlil uchun filtrat namunalari soatiga olib turiladi. Ish jarayonida tizimda odatda 8–10 litr eritma aylanadi va har bir yangi tajriba uchun yangi tayyorlangan eritma ishlatiladi.

Membrana tuzilishidagi o'zgarishlarning o'rganilayotgan bog'liqliklar xususiyatlariga ta'sirini istisno qilish hamda g'ovakli tuzilmani barqarorlashtirish maqsadida Aura va atsetatsellyuloza membranalari ishlatiladi. Har bir yangi membrana namunasi ish bosimi ostida oldindan siqiladi. Siqish jarayoni distillangan suv tizimida aylanayotganda amalga oshiriladi. Makkajo'xori kraxmali asosida statik filtrlarni dinamik membrana yordamida uzoq muddat samarali ishlatishga erishildi. Shuningdek, dinamik membrana qo'llanilishi orqali ekologiya va atrof-muhit ifloslanishini oldini olish imkoniyati ko'rsatib berildi. Membrananing solishtirma suv o'tkazish qobiliyati.

Quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$G = \frac{W}{F \times t} \quad (1)$$

bu yerda: W – filtrat miqdori (l, ml);

F – membrananing ishchi yuzasi (m²);

t – filtratsiya vaqti (sek, s).

Filtrat tarkibidagi turli xil komponentlarni tutib qolish samaradorligini aniqlash formulasi

$$\eta = 1 - \frac{S_{filtrat}}{S_{bosh}} \quad (2)$$

bu yerda:

S_{bosh} – boshlang'ich eritma (modul eritma) tarkibidagi komponentlar konsentratsiyasi,

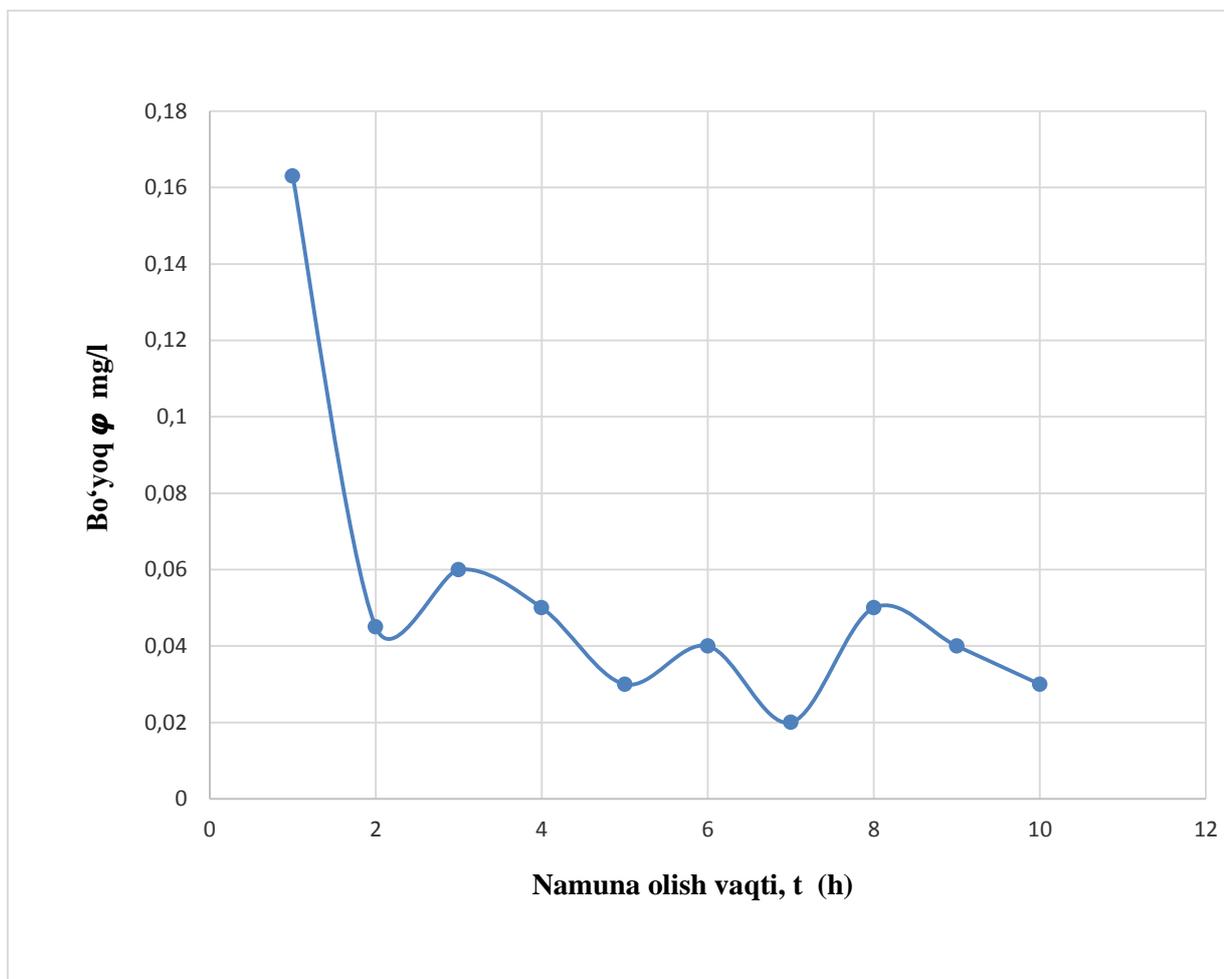
$S_{filtrat}$ – filtrat tarkibidagi komponentlar konsentratsiyasi,

η – tutib qolish samaradorligi (nisbiy birlik yoki foizda ifodalanadi).

Dissertatsiyaning uchinchi bobi **“Yengil sanoat oqova suvlarini tozalashda dinamik membrana hosil qiluvchi komponentlarni tanlash va ularning mexanizmini o'rganish”** deb nomlanadi.

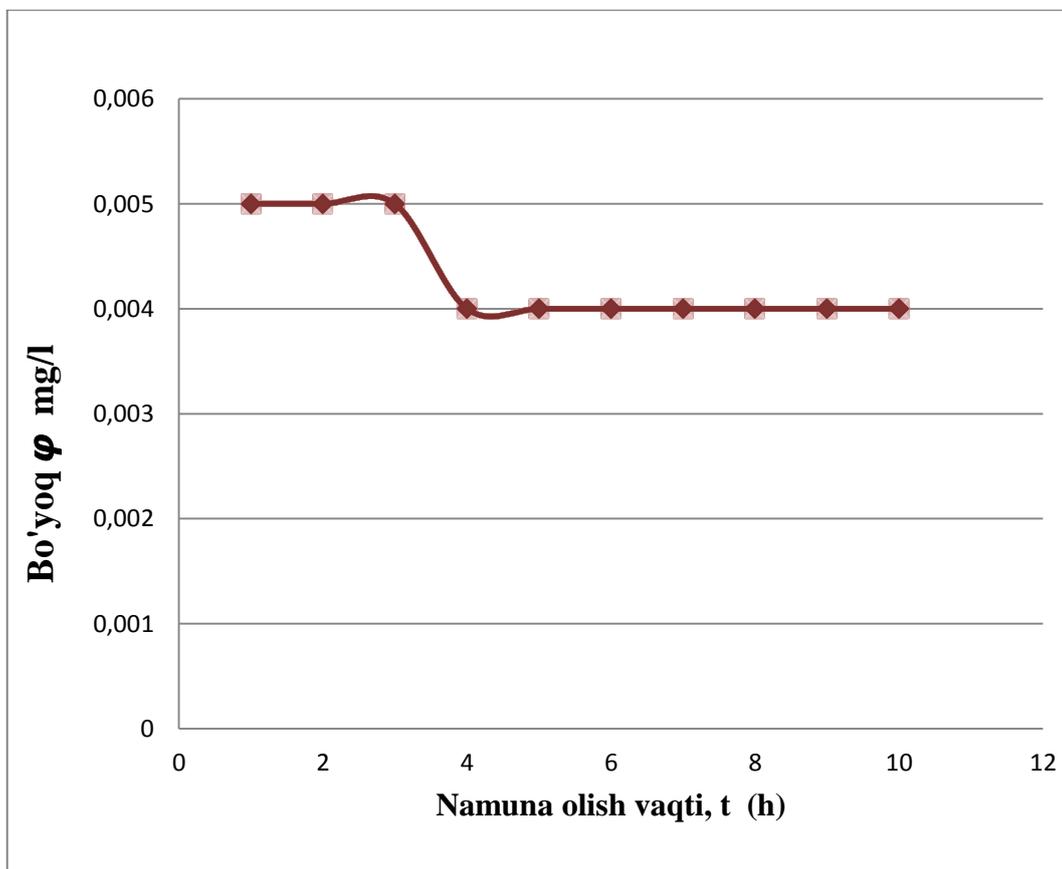
Ushbu bobda yengil sanoat korxonalarida hosil bo'lgan oqova suvlar tarkibiga mos makka jo'xori kraxmalini (DM) hosil qiluvchi komponent sifatida tanlash va (DM) hosil qilish shu orqali statik filtrlarning ishlash samaradorligi oshishi asoslab berilgan.

Ultrafiltratsiya usulini qo'llash orqali AURA membranalarida rangli oqova suvini hech qanday qo'shimcha modda qo'shmasdan filtrlab, tahlil qildim. Tahlil jarayonida laboratoriyada olingan natijalar asosida grafik shakllantirildi (2-rasm).



2-rasm. Polimer qo'shimcha qo'shilmagan holat

Yengil sanoat oqova suvlarini ultrafiltratsiya usulida tozalash uchun oqova suv tarkibiga mos model eritma tayyorlandi va shu model eritma asosida tajribalar o'tkazildi. Model eritma oddiy ichimlik suviga 0,5 mg/l kraxmalni 4–5 soniya davomida aralastirib tayyorlandi. 10 litrli suv saqlovchi standart idishda o'lchab olinib, kimyoviy idishga solindi. Qurilma ishga tushirilgach, tahlil olish boshlandi. Har soatda ultrafiltratsiya qurilmasidan chiqayotgan filtrat 100 ml standart o'lchovli kimyoviy idishida laboratoriya tahlili uchun olindi. Olingan filtrat kimyoviy tahlil qilindi, shuningdek, qurilmadan chiqqan filtratning tezligi va harorati qayd etib borildi (3-rasm).



3-rasm. Rangli oqova suv tarkibiga makkajo‘xori kraxmalini qo‘shish orqali olingan ultrafiltratsiya natijasi

Dinamik membrananing asosiy afzalliklaridan biri – uning yuqori o‘tkazuvchanligidir. Soatiga har bir kvadrat metr yuzadan olingan filtrat miqdori yuzlab litrgacha yetadi, bu esa AURA membranasining o‘tkazuvchanligi va barqarorligidan ancha yuqori. Dinamik membrananing ishlash muddati normal sharoitlarda deyarli cheklanmagan. Bu holat statik filtrlarning ishlash davomiyligini oshiradi va, shu bilan birga, ajratib olingan filtratdan yopiq zanjirli tizim barpo etish hamda texnologik jarayonda filtratdan qayta foydalanish imkonini beradi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, makkajo‘xori kraxmalini qo‘shganda barqaror dinamik membrana hosil bo‘lganligi kuzatildi. Dinamik membrana hosil bo‘lgach, filtrat tarkibi deyarli o‘zgaras natijani ko‘rsatdi. Dinamik membrana hosil bo‘lishi natijasida statik membrana filtri ishlash davomiyligi va membrana selektivligi oshdi hamda filtrat tarkibi o‘zgaraganligi aniqlandi. Bu esa, o‘z navbatida, tozalangan suvdan ishlab chiqarish jarayonida qayta foydalanish imkonini yaratib, yopiq zanjirli tizim barpo etish imkonini beradi.

Oqova suv tarkibiga natriy karboksilmetilselyuloza qo‘shilib ultrafiltratsiya usulida tozalangan filtrat ko‘rsatkichlari va oqova suv tarkibiga makkajo‘xori kraxmalini qo‘shib ultrafiltratsiya usulida tozalangan oqova suvning solishtirma 1-jadvalda ko‘rsatilgan.

**Natriy karboksilmetilselyuloza va makkajo‘xori kraxmalining
solishtirma natijalari**

NaKMS			Makkajo‘xori kraxmali		
Bir kvadrat metr yuzada membrananing filtrlash unumdorligi, l/m ² ·h	Teskari osmos qurilmasida filtrlangan oqova suv tarkibidagi bo‘yoq miqdori, mg/l	Teskari osmos qurilmasida filtrlangan oqova suv tarkibidagi sirt faol modda miqdori, mg/l	Bir kvadrat metr yuzada membrananing filtrlash unumdorligi, l/m ² h	Teskari osmos qurilmasida filtrlangan oqova suv tarkibidagi bo‘yoq miqdori, mg/l	Teskari osmos qurilmasida filtrlangan oqova suv tarkibidagi sirt faol modda miqdori, mg/l
21,529	0,25	0,18	24,038	0,07	0,163
21,241	0,38	0,25	23,364	0,05	0,09
21,241	0,4	0,17	22,753	0,09	0,05
18,298	0,26	0,19	21,575	0,08	0,06
18,692	0,26	0,13	21,299	0,08	0,05
19,802	0,26	0,13	20,534	0,08	0,05
21,241	0,26	0,13	24,038	0,08	0,05
20,768	0,26	0,13	22,447	0,08	0,05
19,417	0,26	0,13	23,041	0,08	0,05
20,510	0,26	0,13	25,094	0,08	0,05
21,256	0,26	0,13	23,068	0,08	0,05
21,299	0,26	0,13	25,126	0,08	0,05

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, natriy karboksilmetilselyulozaga qaraganda makkajo‘xori kraxmalini oqova suv tarkibiga qo‘shganda barqaror dinamik membrana hosil bo‘lganligi hamda uning ustunlik darajasi yuqoriligi kuzatildi. Dinamik membrana hosil bo‘lgach, filtrat tarkibi deyarli o‘zgarmas natijani ko‘rsatdi. Natijalardan ham ko‘rinadiki, makkajo‘xori kraxmalining tozalash darajasi ortgan. Dinamik membrana hosil bo‘lishi natijasida statik membrana filtrining ishlash davomiyligi va membrana selektivligi oshdi, shuningdek, filtrat tarkibi o‘zgarmaganligi aniqlandi. Bu esa, o‘z navbatida, tozalangan suvdan ishlab chiqarish jarayonida qayta foydalanish imkonini yaratib, yopiq zanjirli tizim barpo etish imkonini beradi.

Tekis yuzaga adsorbtsiyaning matematik modeli. Tekis yuzadagi adsorbtsiyaning tezligi molekullarning yuzaga o‘tirishi va yuzadan ko‘tarilishi jarayonlariga bog‘liq. Tekis yuzaga muhit molekullarining o‘tish tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$v_1 = \alpha\mu (1 - \theta)$$

bu yerda: μ — 1 sm² yuzaga bir sekunda tushayotgan molekullar soni,

θ — vaqt da yuzaning birligiga adsorbtsiyalangan modda ulushi

bunda 1sm² yuzaga o‘tirib qolgan bir sekunda o‘tirishi, vaqtda yuz birligiga adsorbtsiya hajmi.

Teskari adsorbtsiyaning tezligi aniqlanadi

$$v_2 = v\theta_1$$

bu yerda: θ_1 — yuzadan ko‘tarilayotgan molekullar ulushi.

Demak, umumiy holda yuzadagi adsorbtsiyaning tezligi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$v \frac{dv}{dt} = v_1 - v_2 = \alpha\mu (1 - \theta) - v\theta_2$$

Bu tenglamadan quyidagi ifoda hosil bo‘ladi:

$$\theta = \theta_\infty (1 - e^{-kz})$$

bu yerda: $k = \frac{\alpha\mu}{v_0}$ — tezlik konstantasi,

θ_∞ — to‘ldirilgan sirt qismi (maksimal adsorbtsiyalangan ulush),

t — vaqt. (sek, h)

Diffuziya jarayoni. Adsorbtsiyaga parallel ravishda, sorbent g‘ovaklarida diffuziya jarayoni ham sodir bo‘ladi, bu ochiq yuzadagi adsorbtsiyadan farq qiladi. Izotermik sharoitda diffuziya konsentratsiyaning kamayishi yo‘nalishi bo‘yicha Fik qonuniga asoslanadi:

$$P = -D \frac{\partial c}{\partial y}$$

bu yerda: P — diffuziya oqimi zichligi,

$\frac{\partial c}{\partial x}$ — muhitning konsentratsiya gradienti,

D — diffuziya koeffitsienti.

Bir o‘lchovli diffuziya tenglamasi:

$$\frac{\partial c}{\partial z} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (3)$$

bu yerda: C — konsentratsiya,

t — vaqt, sek, h)

x — koordinata o‘qi,

D — diffuziya koeffitsienti.

Koordinata o‘qi boshlang‘ich nuqtasi tekislik ichida joylashgan deb hisoblanadi (4-rasmga qarang).

4-rasm. Koordinata o‘qi boshlang‘ich nuqtasi

Boshlang‘ich va chegaraviy shartlari. Boshlang‘ich vaqtda muhit konsentratsiyasi nolga teng deb qabul qilinsin. Tekislik boshida esa C_1 konsentratsiyasi qo‘shiladi. U holda boshlang‘ich va chegaraviy shartlar quyidagicha bo‘ladi:

U holda boshlang‘ich va chegaraviy shartlar quyidagicha bo‘ladi:

$$C(0z) = C_0, \quad C(X_1 0) = 0, \quad \frac{\partial c(l_1 t)}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

Bu shartlarda (3) tenglamaning yechimi qo‘yidagicha bo‘ladi:

$$\frac{c}{C_0} = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \cos\left(\frac{n\pi(x-l)}{2l}\right) e^{\left(\frac{-n\pi}{2l}\right)} D\tau \quad (5)$$

O'rtacha konsentratsiyasi qo'yidagicha aniqlanadi:

$$\bar{C} = \frac{1}{l} \int_0^l c dx \quad (6)$$

(6) formulani hisobga olsak

$$\frac{C}{C_0} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \bar{e}^{-\left(\frac{(2n-1)^2 \tau Dt}{4l^2}\right)} \quad (7)$$

bu yerda: $\tau = \left(\frac{n}{2l}\right)^2 Dt$ - , diffuziya jarayonidagi o'lchovli parameter,

D-diffuziya koeffitsenti,

t-vaqt, (sek, h)

l-qatlam qalinligi yoki uzunligi.

(7) formula diffuziya tenglamasidan kelib chiqqan bo'lib, chiziqli adsorbsiya uchun to'g'ri bo'ladi.

bu yerda: $\frac{C}{C_0}$ konsentratsiya nisbati adsorbsiya qiymati orqali quyidagicha ifodalanadi:

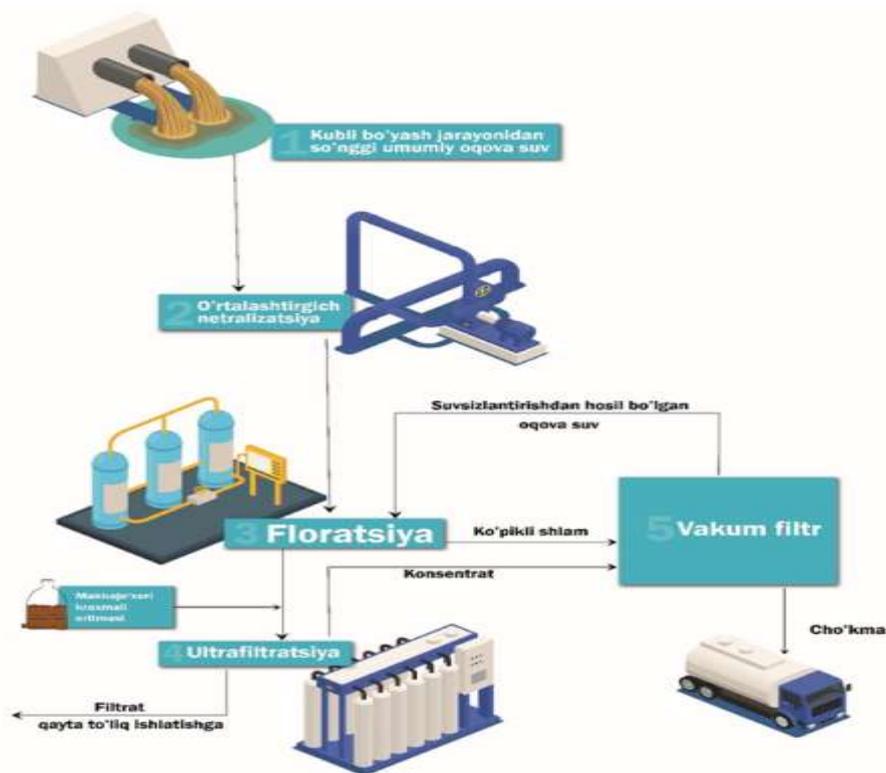
$$\varphi = \frac{a}{a_{\infty}} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\bar{e}^{-(2m-1)^2 \tau}}{(2m-1)^2} \quad (8)$$

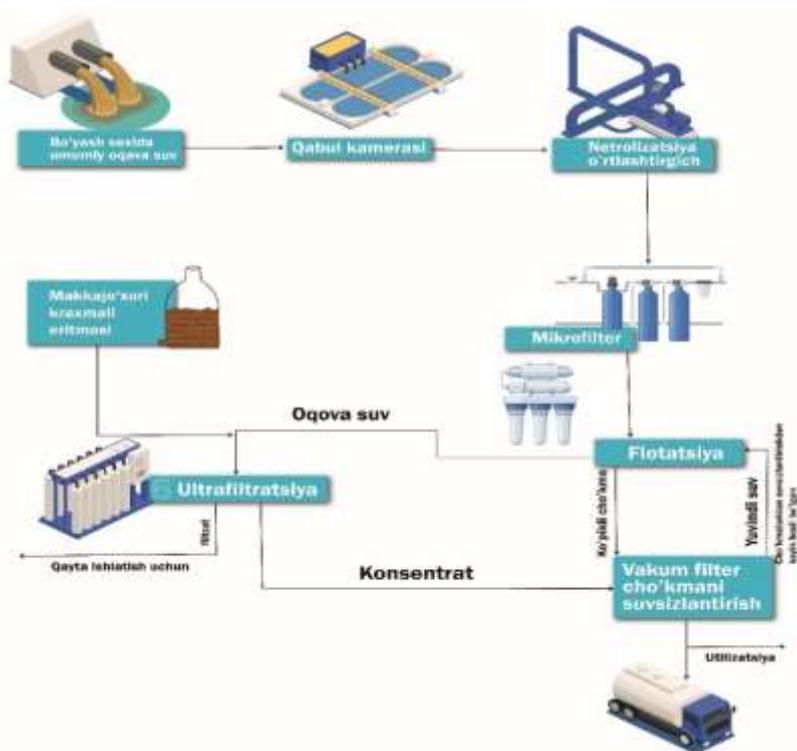
bu yerda: φ – adsorbsiyaning nisbiy qiymati,

a – joriy vaqtdagi adsorbsiyaning miqdori,

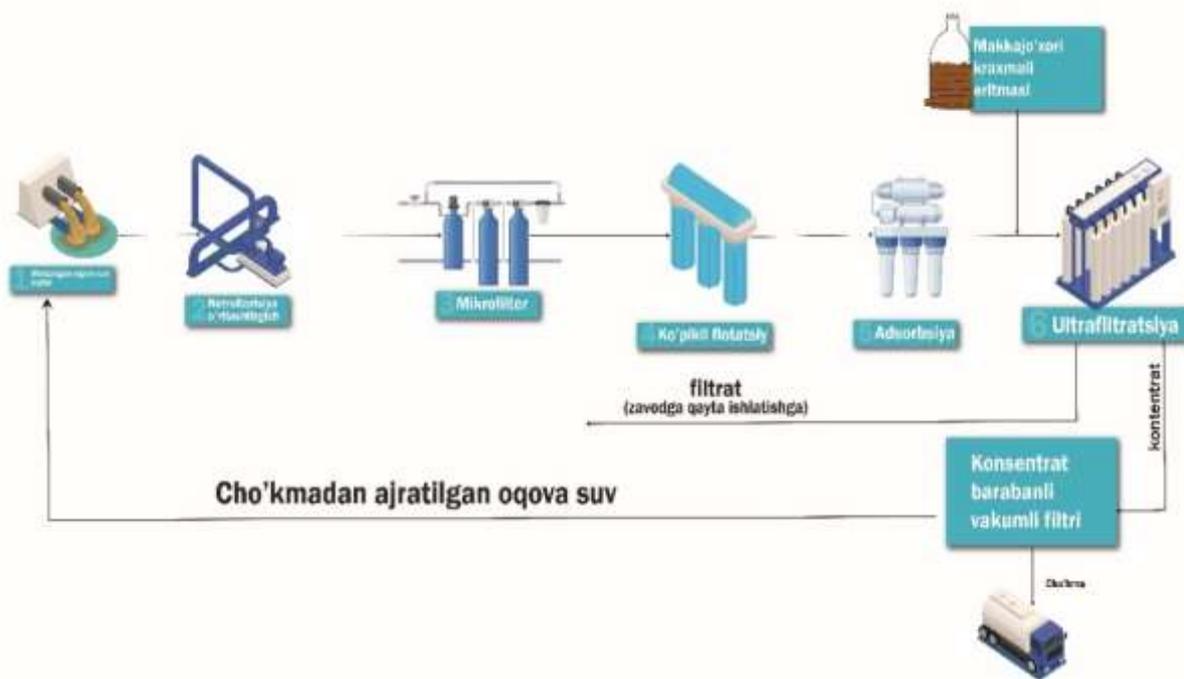
a_{∞} – cheksiz vaqtda ($t \rightarrow \infty$) erishiladigan maksimal adsorbsiyaning qiymati.

Dissertatsiyaning **“Dinamik membrana hosil qilish texnologik jarayoniga ta'sir qiluvchi omillarni o'rganish”** deb nomlangan **to'rtinchi bobida** tadqiqot obyekti bo'yicha bajarilgan ilmiy ish natijalarini amaliyotga tadbiiq etish samaradorligini hisoblash natijalari keltirilgan.





3-sxema: Flotatsiyadan keyin bo'yash jarayonlarida hosil bo'lgan oqova suvni dinamik membrana (DM) yordamida ultrafiltratsiya usuli bilan tozalash sxemasi.



4-sxema: Kubli bo'yashdan keyin ajratilgan oqova suv oqimini dinamik membrana (DM) yordamida ultrafiltratsiya usuli bilan tozalash sxemasi.

Sirt faol moddalar, bo'yoqlar va mineral aralashmalarni samarali tozalash yoki sirt faol moddalar hamda bo'yoqlarni ajratish alohida ahamiyatga ega.

Jarayonda ajratib olingan filtratni texnologik jarayonda qayta ishlatish mumkin. Bo'yoqlar va sirt faol moddalardan qayta foydalanishni yo'lga qo'yish uchun alohida texnologik sxema talab etiladi. Ushbu muammoni hal qilishdan

maqsad – dinamik membranalarining istiqbollari va ularning boshqa membranalarga nisbatan afzalliklarini hisobga olgan holda, yengil sanoat korxonalarida texnologiyasida ishlatiladigan membrana hosil qiluvchi qo‘shimchalardan dinamik membranalarini shakllantirish va ularning ishlash texnologiyasini o‘rganish hamda ishlab chiqish edi.

Yengil sanoat ishlab chiqarish korxonalarida bo‘yash jarayonidan hosil bo‘lgan rangli oqova suvlarni qayta ishlashning texnologik sxemasi va uning texnik-iqtisodiy bahosi hisoblab chiqildi. “Ozod Buxoro Tekstil” MChJ ishlab chiqarish korxonasida bunday sxemadan foydalanish natijasida kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik 268 million so‘mni tashkil etadi.

XULOSA

“Yengil sanoat rangli oqova suvlarini ultrafiltratsiya usulida tozalashni tadqiq etish” mavzusidagi ilmiy tadqiqot ishi natijalari asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

1. Yengil sanoat korxonalarining sharoitlari va texnik xususiyatlariga asoslanib, polimer qo‘shimchalardan dinamik membrana hosil qilish va undan foydalanish orqali rangli oqova suvlarini membranalarda samarali tozalash va oqova suvlardan qayta foydalanish imkoniyati aniqlandi.

2. 1812-75 markali asetatsellyuloza membranalarining an’anaviy ishlash xususiyatlarini takomillashtirish maqsadida makkajo‘xori kraxmalidan dinamik membrana hosil qilish mexanizmi ishlab chiqildi, bu esa rangli oqova suvlarni filtrlash jarayonining samaradorligini oshirish imkonini yaratdi.

3. Makkajo‘xori kraxmali amaliyotda qo‘llanilgan Na-KMS asosida hosil qilingan dinamik membrana qo‘shimchasi bilan taqqoslandi va natijada makkajo‘xori kraxmalining afzalliklari aniqlab berildi.

4. 1812-75 markali asetatsellyuloza g‘ovak strukturali membranalarining dastlabki xususiyatlarining dinamik membrana xususiyatlariga ta’siri o‘rganildi. O‘rganish natijasida makkajo‘xori kraxmalidan barqaror dinamik membrana hosil qilinib, laboratoriya sharoitida muvaffaqiyatli sinovdan o‘tkazildi.

5. Laboratoriya sinovlari natijalari asosida dinamik membrana rejimida ishlash uchun filtr-press tipidagi sanoat ultrafiltratsiya qurilmalari 1812-75 markali asetatsellyuloza tipidagi membrana jihozlari bilan jihozlanish imkoniyati o‘rganildi. Natijada ultrafiltratsiya texnologik jarayonida makkajo‘xori kraxmalidan barqaror dinamik membrana hosil qilinib, sinovdan o‘tkazildi.

6. Fizik-kimyoviy omillarning (sirt faol moddalar va bo‘yoqlar konsentratsiyasi, makkajo‘xori kraxmali, shuningdek pH qiymati) dinamik membrana xususiyatlariga ta’siri o‘rganildi. Rangli oqova suvlarni tozalashda ushbu parametrlarning optimal qiymatlari aniqlanib, ularning samarali chegaralari belgilandi.

7. Yengil sanoat ishlab chiqarish korxonalarida bo‘yash jarayonidan hosil bo‘lgan rangli oqova suvlarini qayta ishlashning texnologik sxemalari ishlab chiqildi va uning texnik-iqtisodiy samaradorliklari baholandi. “Ozod Buxoro

Tekstil” MChJ ishlab chiqarish korxonasida bunday sxemadan foydalanish natijasida kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik 268 million so‘mni tashkil qildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.26/26.01.2023.Т.109.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ
САМАРКАНДСКОМ АРХИТЕКТУРНО - СТРОИТЕЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

**САМАРКАНДСКИЙ АРХИТЕКТУРНО - СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

КАЮМОВА ЛОБАР ШОДИМУРДОВНА

**ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ
ЦВЕТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**05.09.04 – Водоснабжение. Канализация.
Строительные системы охраны водных ресурсов.**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PHD) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Самарканд – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2021.1.PhD/T2150

Диссертация была выполнена в Самаркандском государственном архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.samdaqu.edu.uz) и на информационно образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz)

Научный руководитель: **Жураев Олмас Жоникулович**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Умбаров Иброгим Амонович**
доктор технических наук, профессор
Якубов Кутфидин Аслиевич
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **Джизакский политехнический институт**

Защита диссертации состоится ____ “_____” 2025 г ____ часов на заседании Научного совета PhD 26/26.01.2023.Т.№109.03 при Самаркандском государственном архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека по адресу :140143, г. Самарканд , улица Лолазор, дом 70.: тел: (+99866) 237-15-93, факс:(+99866)-237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz).

С докторской диссертацией PhD можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека (зарегистрирован по номеру ____).Адрес : г. Самарканд , улица Лолазор, дом 70.: тел: (+99866) 237-15-93,

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2025 года
(протокол рассылки № ____ от . «__» _____ 2025).

Д.Р.Базаров
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней
доктор техн. наук, профессор

Б.М.Норкулов
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, PhD, доцент

Ж.Акилов
Председатель Научного семинара при
Научном совете по присуждению ученых
степеней, доктор физико-матем
наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Сегодня во всем мире охрана окружающей среды и целенаправленное использование природных ресурсов приобретают все большее значение для устранения загрязнения водоемов промышленными сточными водами. В легкой промышленности растет разнообразие красителей, происходит совместный со сточными водами легкой промышленности выброс части, которая не прочно оседает на ткани. Основными методами очистки таких сточных вод являются методы флотации, коагуляции, сорбции, деструкции составляет, эффективность очистки сточных вод этими методами не более 40-45 процентов. Поэтому важно разработать комбинированные физико-химические методы, которые являются экологически безопасными, доступными, простыми в применении.

В настоящее время развитие промышленного производства создают основу для проведения научно-исследовательских работ, направленных на получение селективных, термически и химически стабильных ионообменных материалов, локализацию производства. В связи с этим особое внимание уделяется созданию динамических мембран путем исследования кукурузного крахмала методом ультрафильтрации, применяемым для очистки сточных вод предприятий легкой промышленности, созданию многокомпонентных составов на основе состава сточных вод и показателя рН, улучшению их механических и осмотических свойств, а также выявлению механизмов физико-химических процессов, протекающих в процессе очистки сточных вод.

Кроме того, ведутся исследования по разработке методов очистки сточных вод в сочетании с ультрафильтрацией, обратным осмосом и другими методами, а также по совершенствованию процесса с помощью современных технологий.

В развитии легкой промышленности нашей республики достигнуты определенные научные и практические результаты по новым видам коагуляции, флокуляции и сорбции, способным удовлетворить современные требования, а также по созданию на основе лигнинов ацетацеллюзных мембран динамической мембраны (ДМ). На основе программных мер, реализованных в этом направлении, были получены определенные результаты, особенно на основе новых подходов к фильтрам на основе селективных мембран из ацетацеллюлозы (ДМ). В связи с этим осуществляются широкомасштабные мероприятия в области обеспечения отечественного рынка импортной замещающей продукцией. Местного производства в стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены важные задачи, направленные на “Освоение производства принципиально новых видов продукции и технологий, обеспечивающих конкурентоспособность национальных товаров на внутреннем и внешнем рынках”. Соответственно, при очистке сточных вод становится важным определение нового компонентного состава, механизмов очистки и разработка новых эффективных методов очистки сточных вод.

В настоящее время в республике осуществляются комплексные мероприятия по обеспечению гарантированного снабжения предприятий легкой промышленности водой с использованием водосберегающих технологий, определения оптимальных параметров технологий, не превышающих нормативных показателей, установленных на уровень загрязнения сточных вод, обеспечения надежного функционирования за счет использования новых технологий и совершенствования технологий очистки цветных сточных вод. В новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы «III. Обеспечение ускоренного развития и высоких темпов роста национальной экономики» в целях¹ из 31 “по коренному реформированию системы управления водными ресурсами и экономии воды отмечена реализация отдельной государственной программы”. При реализации этих задач важное значение приобретает устойчивое и надежное водоснабжение всех отраслей, развитие предприятий легкой промышленности, сокращение сточных вод, образующихся на промышленных предприятиях, с учетом эффективного и рационального использования водных ресурсов.

Указ Президента Республики Узбекистан от 8 января 2022 года №УП-60 "о новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы" и постановление Правительства Республики Узбекистан от 25 сентября 2017 года № УП-3286 "о мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов", а также другие нормативные акты, касающиеся осуществления поставленных в правовых актах задач в определенной степени служит данная диссертационная работа.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках VI направления развития науки и технологий республики – "Сельское хозяйство, биотехнология, водные проблемы, экология и охрана окружающей среды".

Степень изученности проблемы. В настоящее время выполнено и внедрено в практику множество научно-исследовательских работ по эффективному повторному использованию сточных вод легкой промышленности.

По очистке сточных вод промышленных предприятий такие ученые, как С.С.Саидов, К.А. Якубов, Э.С.Буриев, О.Ж.Жураев, М.А.Аскарлов, И.И.Исмаилов, Ю.Т. Ташпулатов, М.З.Абдукаримова, М.Р.Амонов, Е.Ю. Киршина, Л.М. Шаповалова, С.С.Негматов, Эшкурбанов, внесли свой вклад. В их научной работе освещены вопросы очистки сточных вод предприятий легкой промышленности нашей страны различными методами. Также Такие ученые, как С.А.Брандон, Ю.С.Джонсон, Ю.Й.Минтурн, Ю.И.Дитнерский, Т.А. Карюхина, И.Н.Чурбанова, Г.В.Васильев, Ю.М.Ласков, А.И.Жуков, И.Л. Монгайт, И.Д.Подзиллер, С.М.Шифрин, И.Г.Краснобородко, А.М. Кагановский, Н.А. Клименко, В.И.Назаров, К.Г.Аслова, Л.А.Кульский, Н.Н.Абрамов, Т.В.Князкова, В.Р.Гусев, К.Ф.Крикунов, Ю.Гэддис, также исследовали эффективные

¹ Указ Президента Республики Узбекистан “ О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы ” УП-№60 от 28 января 2022 г

методы очистки сточных вод промышленных предприятий. Однако в настоящее время существуют проблемы, которые необходимо решить для эффективной очистки сточных вод легкой промышленности. Вопросы выбора удобных компактных технологических методов, отвечающих современным экономическим и экологическим требованиям, изучены недостаточно.

Связь темы диссертации с планом научно - исследовательских работ, в высшего образовательного учреждения где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках практических, фундаментальных и инновационных проектов на тему "Разработка и вне-дрение в практику усовершенствованных систем очистки и очистки промышленных предприятий и бытовых сточных вод с использованием современных технологий" (2018-2023 годы), указанных в плане № 1 научного совета Самаркандского государственного архитектурно-строительного института.

Цель исследования. Разработка экологически эффективной технологии очистки цветных сточных вод легкой промышленности путем создания динамической мембраны с добавлением кукурузного крахмала к современным статическим мембранам.

Задачи исследования:

- выбор динамического мембранообразующего компонента в условиях очистки сточных вод в отделе лакокрасочного и отделочного производства легкой промышленности;

- изучение динамики образования динамической мембраны (ДМ) при различных параметрах процесса;

- изучение влияния пористой структуры мембранных фильтров, рН, концентрации и рабочего давления фильтруемого раствора на свойства выбранного мембранообразующего компонента (DM) и определение оптимальных условий для кукурузного крахмала и его образования, а также сорбционных процессов;

- разработка предлагаемых схем глубокой очистки с использованием ДМ в технологическом процессе очистки сточных вод, образующихся при окрашивании и отделке тканей.

Объект исследования. В качестве объекта исследования были взяты цветные сточные воды, образующиеся на предприятиях легкой промышленности.

Предмет исследования. Предметом исследования являются процессы ультраfiltrации и динамической мембранной очистки цветных сточных вод легкой промышленности.

Методы исследования состоят в анализе современных литературных источников и постановка на их основе задачи, описании темы исследования и теоретических подходов к решению задачи, проверке теоретических предположений посредством математического моделирования и проверки их результатов (сравнение с результатами экспериментов), интерпретации результатов проведения экспериментальных исследований в промышленных

условиях, повторном использовании и разработке практических предложений.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана технологическая схема очистки окрашенных сточных вод предприятий легкой промышленности, позволяющая улучшение характеристик статических мембран за счет применения полимерных добавок из кукурузного крахмала для создания динамической мембраны;

восстановление первоначальной фильтрующей способности и повышение производительности мембран за счет динамических мембран;

оптимизация протекает за счет того, что не происходит закупоривание пор, что позволяет повышения производительности статическая мембраны в течение непрерывного периода времени;

разработан метод ультрафильтрационной очистки сточных вод предприятий легкой промышленности, а также механизм устойчивой работы динамической мембраны.

Практические результаты исследования:

по результатам теоретических, исследований, экспериментальных испытаний и наблюдений проведенных в экспериментальных и производственных условиях опытно рассчитаны параметры устойчивой фильтрации сточных вод, полного сохранения селективности мембраны и способности мембраны к полному самовосстановлению за счет образования нового слоя в процессе фильтрации в случае незначительных механических повреждений;

результаты исследования были получены на предприятиях ООО “Узтекстильпром”, ООО “Джизак Индустриал Тукима”, ООО “Сурхонтекс”, ООО “Шерабод Текстиль Инвест” и ООО “Озод Бухоро текстиль”, входящих в ассоциацию “Узтекстильпром”, с учетом технологических схем и конструктивных решений по очистке сточных вод с использованием ультрафильтрации и динамической мембраны. разработаны научно обоснованные рекомендации по повторному использованию вод.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обосновывается общепринятыми методами и подкрепляется полученными теоретическими и практическими данными. Сравнение результатов экспериментов с результатами других ученых данного направления исследований и внедрение их в практику на предприятиях легкой промышленности подтверждает их эффективность и практическую значимость.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования состоит в том, что на основе стандартных ультрафильтров разработан простой способ получения динамической мембраны из полимерных веществ. На его основе разработана принципиально новая технологическая схема очистки сточных вод, образующихся после процесса окрашивания на предприятиях легкой промышленности, с помощью динамических мембран. Это обеспечило научно обоснованный подход к решению проблемы улучшения разделительных свойств и обеспечения регенерации мембран.

Практическая значимость результатов исследований объясняется тем, что разработаны технологические схемы повторного использования сточных

вод предприятий легкой промышленности и рекомендованы их оптимальные параметры.

Внедрение результатов исследования

На основе полученных научных результатов усовершенствования процесса очистки цветных сточных вод легкой промышленности методом ультрафильтрации и динамической мембраной:

в рамках работ по практическому применению результатов исследований была создана и испытана динамическая мембрана из кукурузного крахмала на предприятии ООО “Джизак Индустриал Текима” Шараф Рашидовского района Джизакской области. При этом была введена очистка сточных вод легкой промышленности методом ультрафильтрации (справка Ассоциации текстильной промышленности от 18 декабря 2023 г.

№ 03/25-2664). В результате появилась возможность увеличить срок службы статических мембранных фильтров;

работа по снижению потребления природной воды методом ультрафильтрации сточных вод легкой промышленности внедрена на предприятии ООО “Сурхонтекс” Жаркурганского района Сурхандарьинской области (справка Узтп от 18 декабря 2023 г. № 03/25-2664). В результате появилась возможность эффективной очистки сточных вод предприятия легкой промышленности методом ультрафильтрации;

технологическая схема очистки окрашенных сточных вод путем создания динамической мембраны из кукурузного крахмала разработана и внедрена на предприятии ООО “Шерабодтекстилинвест” Шерабадского района Сурхандарьинской области (справка Узтп от 18 декабря 2023 г. № 03/25-2664). В результате на предприятии ООО “Шерабодтекстилинвест” надежным и эффективным способом была проведена глубокая очистка сточных вод с использованием динамической мембраны, что позволило повторно использовать очищенную воду в технологическом процессе;

метод ультрафильтрации и механизм восстановления работоспособности динамической мембраны при очистке сточных вод предприятий легкой промышленности доведен до совершенства. Данный метод внедрен на предприятии ООО “Озод Бухоро текстиль” Каганского района Бухарской области (справка Узтп от 18 декабря 2023 г. № 03/25-2664). В результате на предприятии ООО “Озод Бухоро текстиль” при глубокой очистке сточных вод простым способом из кукурузного крахмала на статических мембранах создана динамическая мембрана, на основе которой можно повторно использовать очищенные технические сточные воды.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены и одобрены на международных и республиканских конференциях, в том числе на 3 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ. Из них 7 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов докторской диссертации, 3 в

зарубежных журналах (1 в журналах Scopus) и 8 в республиканских журналах, а также было получено 2 свидетельства на регистрацию программных средств, созданных для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 119 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость исследований, цели и задачи, а также объект и предмет. Исследований показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов исследований. Раскрыто теоретическое и практическое значение полученных результатов. Даны предложения по внедрению результатов исследований в практику, приведены сведения по изданным работам и структуре диссертации.

Первая глава диссертации называется “**Анализ литературы по очистке сточных вод легкой промышленности физико-химическими методами**”, содержит сведения о цветных сточных водах, образующихся на предприятиях легкой промышленности, расположенных в регионах Республики Узбекистан. В ней рассматривается современное состояние очистки сточных вод в процессах покраски, отделки и производства.

Подробно проанализированы теоретические и практические методы очистки сточных вод. В результате критического анализа литературы были определены цель и задачи исследовательской работы.

В связи с этим в работе определены следующие основные задачи:

- выбор оптимального мембранообразующего компонента для создания динамической мембраны в условиях очистки сточных вод, образующихся в производственных процессах окраски и отделки;
- изучение динамики формирования динамической мембраны при различных параметрах процесса;
- изучение пористой структуры различных мембран и рН фильтрованного раствора;
- изучение влияния концентрации и рабочего давления динамических мембранообразующих добавок на свойства динамических мембран выбранных мембранообразующих компонентов;
- определение оптимальных условий динамического мембранообразования с помощью кукурузного крахмала;
- исследование эффективности технологии глубокой очистки сточных вод лакокрасочных и отделочных участков с использованием динамической мембраны;
- разработка схем рециркуляции сточных вод на основе этого процесса и оценка их экономической эффективности.

Во второй главе диссертации, озаглавленной “Описание устройства для проведения опытов и испытаний, а также лабораторный анализ”, усовершенствован современный метод ультрафильтрации, позволяющий использовать статические фильтры на основе динамической мембраны с использованием кукурузного крахмала в течение длительного времени. Благодаря применению динамической мембраны появилась возможность предотвращения загрязнения экологий окружающей среды.

Суть процесса ультрафильтрации основана на совместном действии полупроницаемой мембраны и раствора. Полупроницаемая мембрана, состоящая из тонкой оболочки или тонкой пленки, пропускает определенные молекулы или ионы и задерживает другие.

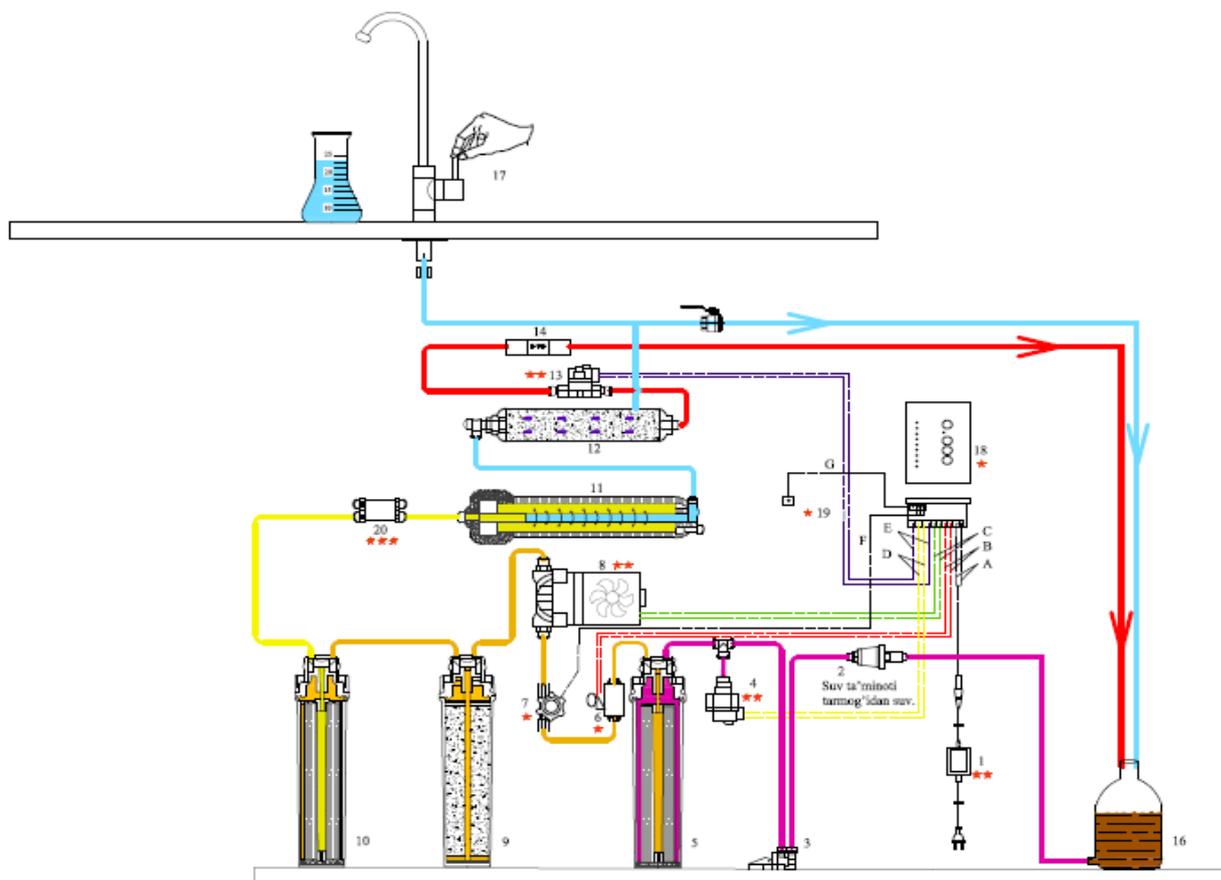


Рисунок 1: Модифицированная система для проведения лабораторных анализов.

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Адаптер** | 11. Мембранный фильтр |
| 2. Регулятор | 12. Постугольный фильтр |
| 3. Антипотоп механический | 13. Датчик высокого давления ** |
| 4. Датчик низкого давления ** | 14. Ограничитель |
| 5. Фильтр осадочный 5 микрон | 15. Кран бака для чистой воды |
| 6. Соленоидный клапан* | 16. Бак для чистой воды |
| 7. Расходомер* | 17. Кран чистой воды |
| 8. Насос ** | 18. Дисплей * |
| 9. Углеродный фильтр | 19. Электронный антипотоп * |
| 10. Осадочный фильтр 1 микрон | 20. Автоматическая сливная ванна***
88(автосброс) *** |

В последние годы для очистки сточных вод предприятий легкой промышленности применяется метод ультрафильтрации. Одним из преимуществ процесса является то, что процесс разделения происходит без фазовых изменений температуры окружающей среды, что значительно снижает потребление энергии

Что еще более важно, применение мембранной технологии обеспечивает низкое потребление электроэнергии, полную автоматизацию процесса, удобство и компактность оборудования, возможность повторного использования фильтрата, образующегося в процессе разделения, в технологический процесс и возврата в производство поверхностно-активных веществ и красителей, содержащихся в сточных водах

В системе ультрафильтрации используется устройство для очистки сточной смеси в режиме циркуляции. После запуска устройства проводится первичный анализ. Каждый час в специальную колбу для анализа забирают 100 мл фильтрата. В процессе получения фильтрата определяют скорость (V), температуру (T°) и pH очищаемой воды. Устройство непрерывно используется не менее 12 часов. (рисунок 1)

Перед началом каждого эксперимента мембрана и подложка промываются под давлением. Если исходная селективность снижается, мембрана заменяется новой. Конструкцию прибора тщательно промывают соленой водой, затем ополаскивают дистиллированной водой.

Первый фильтрат не анализируется, так как на этом этапе с мембраны и субстрата вымываются различные ионы, что приводит к ошибке в результатах анализа. Фильтрат для анализа берут по следующей таблице:

Общая продолжительность каждого эксперимента составляет 12 часов в зависимости от скорости образования фильтрата. Пробы фильтрата для анализа берут ежечасно. В процессе работы в системе обычно циркулирует

8-10 литров раствора, причем для каждого нового эксперимента используется свежеприготовленный раствор.

С целью исключения влияния изменений структуры мембраны на свойства изучаемых зависимостей, а также стабилизации пористой структуры применяют мембраны ауры и ацетацеллюлозы. Каждый новый образец мембраны предварительно сжимается под рабочим давлением. Процесс сжатия осуществляется при циркуляции в системе дистиллированной воды. Было достигнуто длительное эффективное использование статических фильтров на основе кукурузного крахмала с использованием динамической мембраны. Также была продемонстрирована возможность предотвращения загрязнения окружающей среды и экологии за счет применения динамической мембраны. Удельная водопроницаемость мембраны. Определяется по формуле:

$$G = \frac{W}{F \times t} \quad (1)$$

здесь: W – количество фильтрата (l, ml),

F – рабочая поверхность мембраны (m²),

t – время фильтрации (сек, h).

Для определения эффективности улавливания различных компонентов в фильтрате используется формула:

$$\eta = 1 - \frac{S_{\text{фильтрат}}}{S_{\text{исход}}} \quad (2)$$

здесь: $S_{\text{исход}}$ – концентрация компонентов в исходном растворе (модульном растворе),

$S_{\text{фильтрат}}$ – концентрация компонентов в фильтрате,

η – эффективность удержания (выражается в относительных единицах или процентах).

Третья глава диссертации называется “**Выбор динамических мембранообразующих компонентов при очистке сточных вод легкой промышленности и изучение их механизма**”.

В этой главе рассматривается выбор кукурузного крахмала (DM) в качестве образующего компонента, подходящего для состава сточных вод, образующихся на предприятиях легкой промышленности, и формирование (DM) за счет этого повышается эффективность работы статических фильтров.

Используя метод ультрафильтрации, отфильтрованы и проанализированы цветные сточные воды на мембранах Auga без добавления каких-либо дополнительных веществ. В ходе анализа на основании полученных в лаборатории результатов были определены и график (рисунок 2).

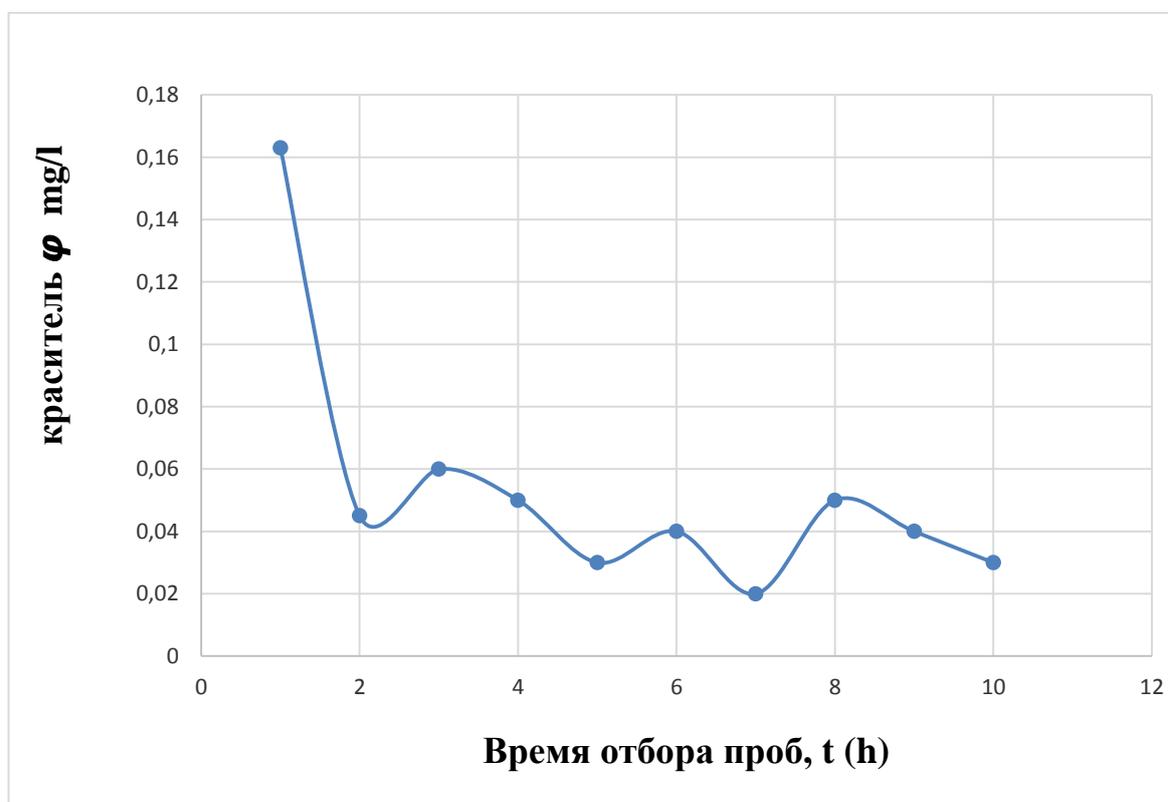


Рисунок 2. Состояние без добавления полимерных добавок

Для очистки сточных вод легкой промышленности методом ультрафильтрации был приготовлен модельный раствор, соответствующий составу сточных вод, и на основе этого модельного раствора были проведены эксперименты. Модельный раствор готовили путем смешивания 0,5 mg/l крахмала с обычной питьевой водой в течение 4-5 секунд. 10-литровый резервуар для воды был отмерен в стандартном резервуаре и помещен в химический резервуар. Как только устройство было запущено, начался анализ. Фильтрат, выходящий из установки ультрафильтрации каждый час, брали для лабораторного анализа в химическом контейнере стандартной емкости объемом 100 ml. Полученный фильтрат подвергали химическому анализу, а также записывали скорость и температуру фильтрата, выходящего из устройства. (рисунок 3)

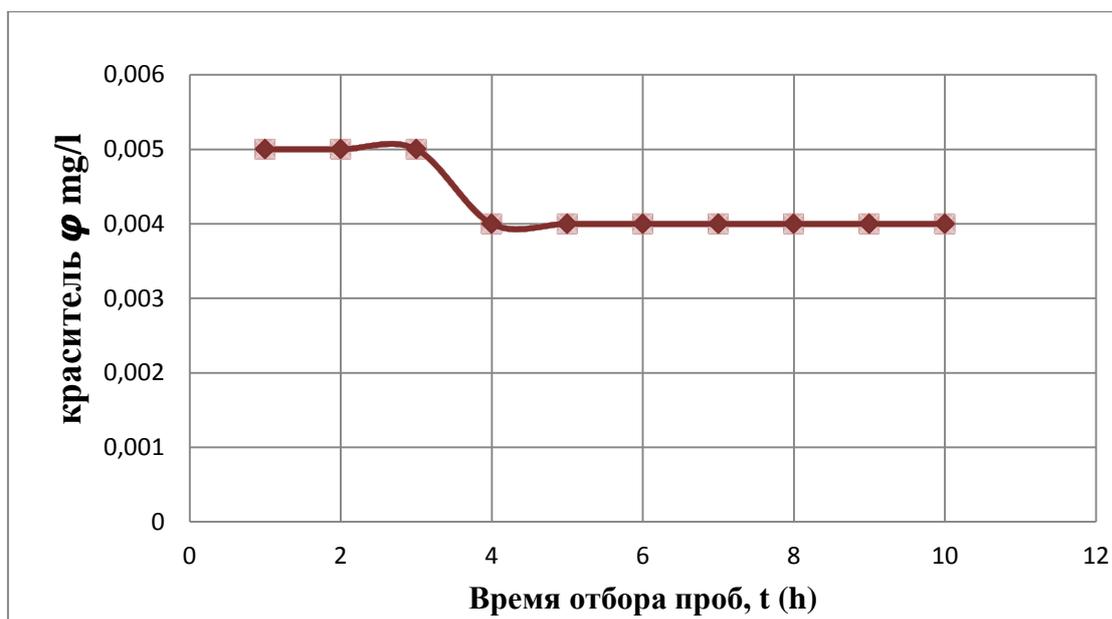


Рисунок 3. Результат ультрафильтрации, полученный путем добавления кукурузного крахмала в цветные сточные воды

Одним из главных преимуществ динамической мембраны является ее высокая проницаемость. Количество фильтрата, получаемого с каждого квадратного метра поверхности в час, достигает сотен литров, что значительно превышает проницаемость и стабильность мембраны ауры. Срок службы динамической мембраны в нормальных условиях практически не ограничен. Такое состояние увеличивает срок службы статических фильтров и, одновременно, позволяет построить замкнутую цепную систему из извлеченного фильтрата, а также повторно использовать фильтрат в технологическом процессе.

Результаты показали, что при добавлении кукурузного крахмала образовалась стабильная динамическая мембрана. Когда была сформирована динамическая мембрана, состав фильтрата показал практически неизменный результат. Было установлено, что формирование динамической мембраны приводит к увеличению продолжительности работы статического

мембранного фильтра и селективности мембраны, а также, что состав фильтрата не изменился. Это, в свою очередь, позволяет построить замкнутую цепную систему, позволяя повторно использовать очищенную воду в производственном процессе.

Показатели фильтрата, очищенного методом ультрафильтрации с добавлением карбоксиметилцеллюлозы натрия в сточные воды, и сравнительная таблица сточных вод, очищенных методом ультрафильтрации с добавлением кукурузного крахмала в сточные воды показаны на таблице 1

Полученные результаты показали, что при добавлении кукурузного крахмала в сточные воды, вместо карбоксиметилцеллюлозы натрия, образуется стабильная динамическая мембрана, а также наблюдается более высокая степень ее преобладания. Когда была сформирована динамическая мембрана, состав фильтрата показал практически неизменный результат. Результаты также показывают повышенную степень очистки кукурузного крахмала. В результате формирования динамической мембраны увеличилась продолжительность работы статического мембранного фильтра и селективность мембраны, а также установлено, что состав фильтрата не изменился. Это, в свою очередь, позволяет построить замкнутую цепную систему, позволяя повторно использовать очищенную воду в производственном процессе.

Таблица 1.

Сравнительные результаты карбоксиметилцеллюлозы натрия и кукурузного крахмала

NaKMS			Кукурузный крахмал		
Производительность мембранной фильтрации на квадратный метр поверхности, l/m ² h	Количество красителя в сточных водах, отфильтрованных устройством обратного осмоса, mg/l	Количество поверхностно-активного вещества в сточных водах, отфильтрованных устройством обратного осмоса, mg/l	Производительность мембранной фильтрации на квадратный метр поверхности l/m ² h	Количество красителя в сточных водах, отфильтрованных устройством обратного осмоса, mg/l	Количество поверхностно-активного вещества в сточных водах, отфильтрованных устройством обратного осмоса, mg/l
21,529	0,25	0,18	24,038	0,07	0,163
21,241	0,38	0,25	23,364	0,05	0,09
21,241	0,4	0,17	22,753	0,09	0,05
18,298	0,26	0,19	21,575	0,08	0,06
18,692	0,26	0,13	21,299	0,08	0,05
19,802	0,26	0,13	20,534	0,08	0,05
21,241	0,26	0,13	24,038	0,08	0,05
20,768	0,26	0,13	22,447	0,08	0,05
19,417	0,26	0,13	23,041	0,08	0,05
20,510	0,26	0,13	25,094	0,08	0,05
21,256	0,26	0,13	23,068	0,08	0,05
21,299	0,26	0,13	25,126	0,08	0,05

Математическая модель адсорбции на плоской поверхности.

Скорость адсорбции на плоской поверхности зависит от процессов, с помощью которых оседают садятся на поверхность и поднимаются с поверхности. Скорость перехода молекул среды на плоскую поверхность определяется как:

$$v_1 = \alpha\mu (1 - \theta)$$

здесь: μ — Количество молекул, падающих за одну секунду на 1 см^2 поверхности,

θ — доля адсорбированного вещества на единицу поверхности во времени при этом 1 см^2 осевшей поверхности в секунду, объем адсорбции на единицу поверхности за время.

Скорость обратной адсорбции определяется по формуле:

$$v_2 = v\theta_1$$

здесь: θ_1 — доля молекул, поднимающихся с поверхности.

Следовательно, в общем случае скорость адсорбции на поверхности выражается в виде:

$$v \frac{dv}{dt} = v_1 - v_2 = \alpha\mu (1 - \theta) - v\theta_2$$

Из этого уравнения получается следующее выражение:

$$\theta = \theta_\infty (1 - e^{-kz})$$

здесь: $k = \frac{\alpha\mu}{v_0}$ — константа скорости,

θ_∞ — заполненная часть поверхности (максимальная адсорбированная доля),

t — время. (сек, h)

Процесс диффузии

Параллельно с адсорбцией в порах сорбента происходит и процесс диффузии, который отличается от адсорбции на открытой поверхности. Диффузия в изотермических условиях основана на законе Фика о направлении уменьшения концентрации:

$$P = -D \frac{\partial c}{\partial y}$$

здесь: P — плотность диффузионного потока,

$\frac{\partial c}{\partial x}$ — градиент концентрации среды,

D — коэффициент диффузии.

Одномерное уравнение диффузии:

$$\frac{\partial c}{\partial z} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (3)$$

здесь: C — концентрация,

t — время, (сек, h)

x — ось координат,

D — коэффициент диффузии.

Считается, что начальная точка оси координат находится внутри плоскости (рис. 4).



Рис 4. Начало координатной оси

Начальные и граничные условия. Пусть в начальный момент времени концентрация среды будет равна нулю. Однако в начале плоскости добавляется концентрация C_1 . Тогда начальные и предельные условия будут:

Тогда начальные и предельные условия будут

$$C(0, t) = C_0, \quad C(l, t) = 0, \quad \frac{\partial C(l, t)}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

В этих условиях решение уравнения (3.1) будет

$$\frac{C}{C_0} = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \cos\left(\frac{n\pi(x-l)}{2l}\right) e^{-\left(\frac{n\pi}{2l}\right)^2 Dt} \quad (5)$$

Средняя концентрация определяется как

$$\bar{C} = \frac{1}{l} \int_0^l C dx \quad (6)$$

Учитывая формулу (6)

$$\frac{C}{C_0} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} e^{-\left(\frac{(2n-1)\pi}{2l}\right)^2 Dt} \quad (7)$$

здесь: $\tau = \left(\frac{n}{2l}\right)^2 Dt$ - размерный параметр в процессе диффузии,

D - коэффициент диффузии,

t - время, (сек, h)

l - толщина или длина слоя.

Формула (7) выведена из уравнения диффузии и верна для линейной адсорбции.

здесь $\frac{C}{C_0}$ коэффициент концентрации выражается через значение адсорбции как:

$$\varphi = \frac{a}{a_{\infty}} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{-\left(\frac{(2m-1)\pi}{2l}\right)^2 \tau}}{(2m-1)^2} \quad (8)$$

здесь: φ — относительное значение адсорбции,

a — количество адсорбции в текущий момент времени,

a_{∞} — значение максимальной адсорбции, которое может быть достигнуто за бесконечное время ($t \rightarrow \infty$).

В четвертой главе диссертации, озаглавленной **“Исследование факторов, влияющих на технологический процесс динамического**

мембранообразования", представлены результаты расчета эффективности внедрения в практику результатов научной работыю.

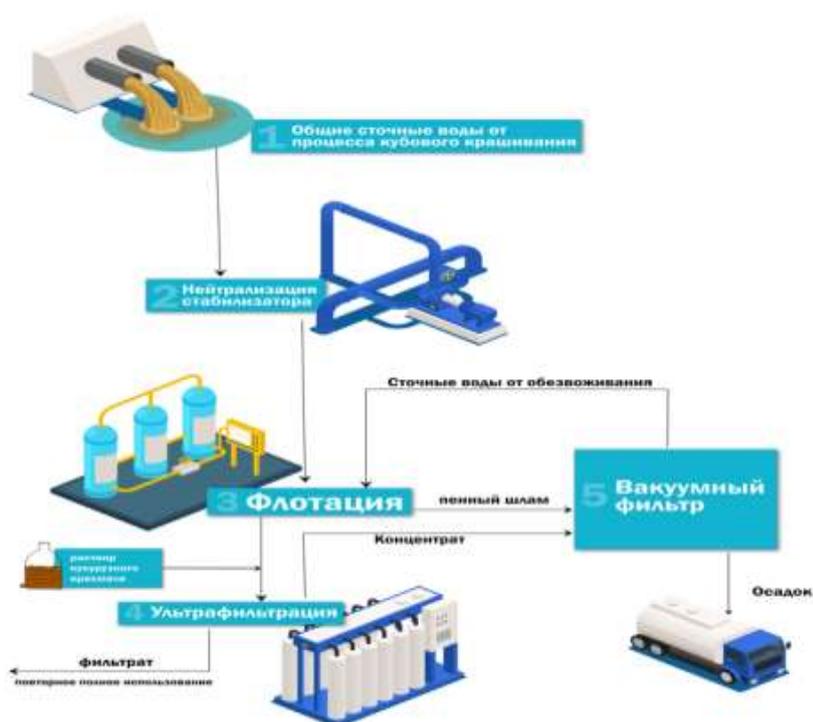


Схема 1: схема очистки сточных вод методом ультрафильтрации с использованием динамической мембраны (ДМ) в процессах окрашивания после флотации.

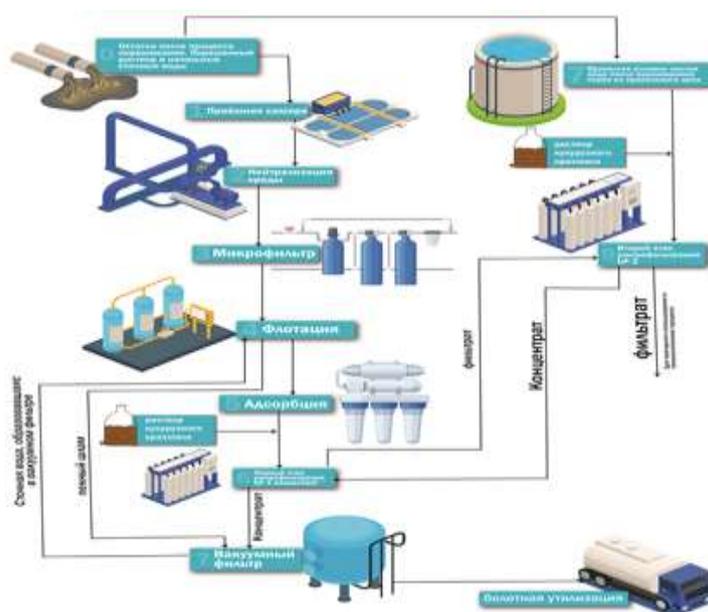


Схема 2: Схема ультрафильтрации с использованием динамической мембраны (ДМ) в сочетании с разделением "загрязненной" и "вымытой" воды в процессах окрашивания.

UF-I – ультрафильтрация "загрязненного" потока;
 UF-II – ультрафильтрация промывочной воды;
 F₃ и K₃ - фильтрат и "загрязненный" концентрат потока;
 FPR и KPR – фильтрат и промывочный концентрат.

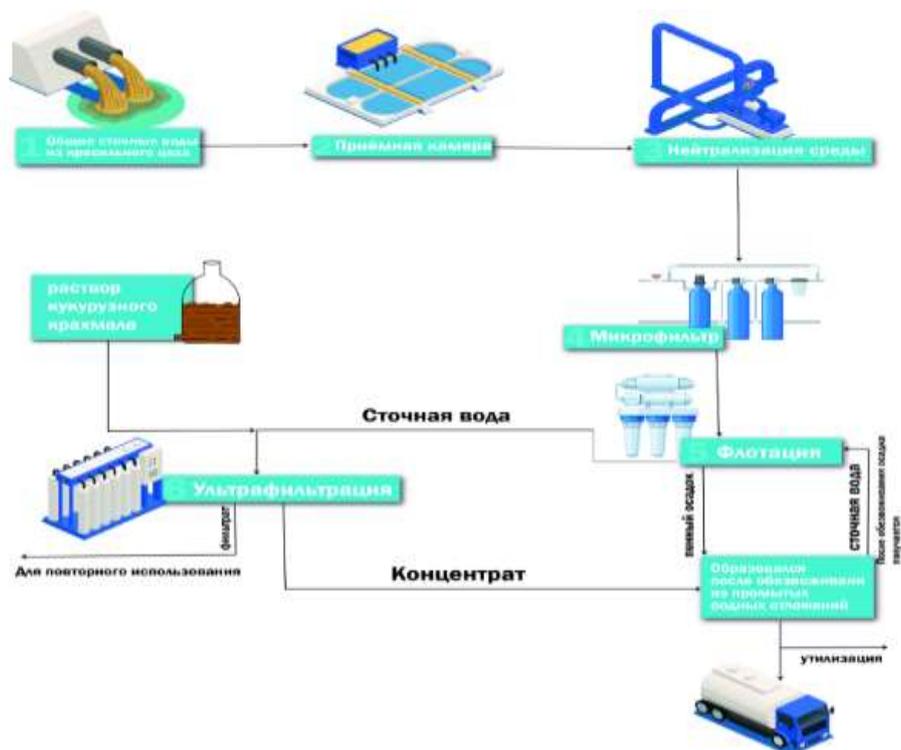


Схема 3: схема очистки сточных вод, образующихся в процессах окрашивания после флотации методом ультрафильтрации с использованием динамической мембраны (ДМ).

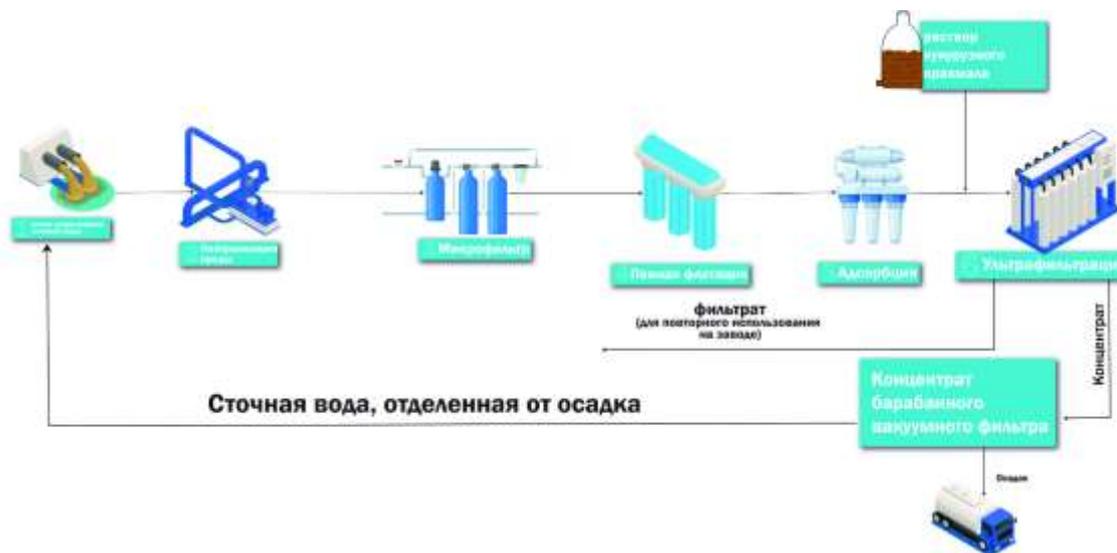


Схема 4: схема очистки разделенного потока сточных вод методом ультрафильтрации с использованием динамической мембраны (ДМ) после окрашивания куба.

Особое значение имеет эффективное удаление поверхностно-активных веществ, красителей и минеральных примесей или разделение поверхностно-активных веществ и красителей. Фильтрат, извлеченный в процессе, может быть повторно использован в технологическом процессе. Для налаживания повторного использования красок и ПАВ требуется отдельная технологическая схема. Целью решения этой задачи было изучение и разработка технологии формирования и эксплуатации динамических мембран из мембранообразующих добавок, используемых в технологии предприятий легкой про-

мышленности, с учетом перспектив динамических мембран и их преимуществ перед другими мембранами.

Рассчитана технологическая схема переработки цветных сточных вод, образующихся в процессе окрашивания на предприятиях легкой промышленности, и ее технико-экономическая оценка. Ожидаемый экономический эффект от применения такой схемы на производственном предприятии ООО "Озод Бухоро текстиль" составит 268 миллионов сум.

ВЫВОДЫ

По результатам научно-исследовательской работы по теме **“Исследование ультрафильтрационной очистки цветных сточных вод легкой промышленности”** были сделаны следующие выводы:

1. на основе условий и технических характеристик предприятий легкой промышленности была выявлена возможность эффективной очистки цветных сточных вод на мембранах и повторного использования сточных вод путем создания и использования динамической мембраны из полимерных добавок.

2. в целях улучшения традиционных эксплуатационных характеристик ацетацеллозных мембран марки 1812-75 был разработан механизм динамического мембранообразования из кукурузного крахмала, что позволило повысить эффективность процесса фильтрации цветных сточных вод.

3. кукурузный крахмал сравнивался с динамической мембранной добавкой, созданной на основе Na-KMS (кармоксилметилового крахмала натрия), используемой на практике, и в результате были выявлены преимущества кукурузного крахмала.

4. ацетацеллоза марки 1812-75 изучено влияние ранних свойств мембран с пористой структурой на динамические свойства мембран. Исследование привело к созданию стабильной динамической мембраны из кукурузного крахмала, которая была успешно протестирована в лабораторных условиях.

5. по результатам лабораторных испытаний изучена возможность оснащения промышленных ультрафильтрационных установок фильтропресового типа мембранным оборудованием ацетатоцеллюлозного типа марки 1812-75 для работы в динамическом мембранном режиме. В результате в технологическом процессе ультрафильтрации из кукурузного крахмала была создана и испытана стабильная динамическая мембрана.

6. изучено влияние физико-химических факторов (концентрации ПАВ и красителей, кукурузного крахмала, а также pH) на динамические свойства мембраны. При очистке окрашенных сточных вод были определены оптимальные значения этих параметров и установлены их эффективные пределы.

7. разработана технологическая схема переработки цветных сточных вод, образующихся в процессе окрашивания на производственных предприятиях легкой промышленности, проведена оценка его технико-экономической эффективности. Ожидаемый экономический эффект от применения такой схемы на производственном предприятии ООО “Озод Бухоро текстиль” составил 268 миллионов сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.26/26.01.2023.T.109.03 ON AWARDING
OF THE SCIENTIFIC DEGREES AT THE SAMARKAND STATE
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION UNIVERSITY
NAMED AFTER MIRZO ULUGBEK**

**SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION
UNIVERSITY NAMED AFTER MIRZO ULUGBEK**

KAYUMOVA LOBAR SHODIMURODOVNA

**RESEARCH ON ULTRAFILTRATION TREATMENT OF LIGHT
INDUSTRIAL COLORED EFFLUENT**

**05.09.04 – Water supply. Sewerage .Construction systems
for water resources protection.**

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) IN
TECHNICAL SCIENCES**

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences was registered by the Higher Attestation Commission under the at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2021.1.PhD/T2150

The dissertation was prepared at the Samarkand state architecture and construction university named after Mirzo Ulugbek.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.samdaqu.edu.uz) and information and educational portal «Ziyonet" at the address (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Jurayev Olmos Jonikulovich

candidate of technical sciences, professor

Official opponents:

Umbarov Ibrogim Amonovich

Doctor of technical sciences, professor

Yakubov Kutfidin Asliyevich

candidate of technical sciences, associate professor

Leading organization:

Jizzakh Polytechnic Institute

The defense of the thesis will be “ ____ ” _____, 2025 at ____ hours at the meeting of the scientific council awarding of the scientific degrees PhD 26/26.01.2023. T. №109.03 at the Samarkand state architecture and construction university named after Mirzo Ulugbek (Address: 140147, Samarkand city, Lolazor str., 70. Tel: (+99866) 237-15-93, fax:(+99866)-237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz).

The dissertation is available at the Information Resource Center of the Samarkand state architecture and construction university named after Mirzo Ulugbek (registered under _____) (Address: 140147, Samarkand city, Lolazor str., 70 Tel: (+99866) 237-15-93, fax:(+99866)-237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz).

Abstract of the dissertation was sent 2025 « ____ »

(register of the distribution protocol № ____ from “ ____ ” 2025).

D.R.Bazarov

Chairman of the Scientific Council
for awarding academic degrees
Doctor of Technical Sciences, Professor

B.M.Norkulov

Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding academic degrees, PhD, associate professor

J.Akilov

Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for awarding scientific
degrees, d.f-m.s., professor

INTRODUCTION (abstract dissertation of the Doctor of (PhD) Philosophy)

The aim of the research. Development of an environmentally efficient technology for the treatment of non-ferrous wastewater in light industry by creating a dynamic membrane by adding corn starch to modern static membranes in wastewater.

The object of the research. Colored wastewater produced by light industry enterprises was taken as the object of the study.

The subject of the research. The subject of the research is the processes of ultrafiltration and dynamic membrane purification of non-ferrous wastewater in light industry.

The scientific novelty of the research lies in the following:

A technological scheme for the treatment of colored wastewater from light industry enterprises has been developed, which improves the performance characteristics of static membranes through the use of polymer additives based on corn starch for the formation of a dynamic membrane;

Restoration of the initial filtration capacity and an increase in membrane productivity are achieved due to the formation of dynamic membranes;

Optimization occurs by preventing pore clogging, which allows for sustained high performance of static membranes over continuous operation periods;

A method for ultrafiltration treatment of wastewater from light industry enterprises has been developed, along with a mechanism ensuring the stable operation of the dynamic membrane.

Scientific and practical significance of the research results. The scientific significance of the research results lies in the fact that a simple method for producing a dynamic membrane from polymeric substances has been developed based on standard ultrafilters. Based on it, a fundamentally new technological scheme has been developed for the treatment of wastewater generated after the dyeing process at light industry enterprises using dynamic membranes. This provides a scientifically sound approach to solving the problem of improving the separation properties and ensuring membrane regeneration.

The practical significance of the research results is explained by the fact that technological schemes for the reuse of wastewater from light industry enterprises are being developed and their optimal parameters are recommended.

Implementation of the research results

based on the scientific results obtained to improve the process of treating non-ferrous wastewater from light industry using the ultrafiltration method and a dynamic membrane:

as part of the work on the practical application of the research results, a dynamic membrane was created and tested at the LLC "Jizzakh Industrial Tukima" in the Sharaf of the Rashidov district of the Jizzakh region. At the same time, wastewater treatment of light industry by ultrafiltration was introduced (reference from the Textile Industry Association dated December 18, 2023 № 03/25-2664). As a result, it became possible to increase the service life of static membrane filters;

Work on reducing natural water consumption by ultrafiltration of wastewater from light industry has been implemented at the enterprise of LLC "Surkhontex" in the Zharkurgan district of the Surkhandarya region (Uztp certificate №. 03/25-2664 dated December 18, 2023). As a result, it became possible to effectively treat wastewater from light industry enterprises using the ultrafiltration method;

The technological scheme for the treatment of colored wastewater by creating a dynamic membrane from corn starch was developed and implemented at the LLC "Sherabodtextilinvest" in the Sherabad district of the Surkhandarya region (Uztp certificate dated December 18, 2023 № 03/25-2664). As a result, deep wastewater treatment using a dynamic membrane was carried out in a reliable and efficient way at the LLC "Sherabodtextilinvest", which made it possible to reuse purified water in the technological process;

The method of ultrafiltration and the mechanism for restoring the operability of the dynamic membrane in wastewater treatment of light industry enterprises have been brought to perfection. This method has been implemented at the LLC "Ozod Bukhoro textile" in the Kagansky district of Bukhara region (Uztp certificate No. 03/25-2664 dated December 18, 2023). As a result, the company LLC "Ozod Bukhoro Textile" during deep wastewater treatment in a simple way, a dynamic membrane has been created from corn starch on static membranes, on the basis of which purified industrial wastewater can be reused.

Approbation of the research results. The results of this study were discussed and approved at international and national conferences, including at 3 international and 2 republican scientific and practical conferences.

Publication of the research results. In total of 18 scientific works have been published on the subject of the thesis. Including 7 articles in scientific editions recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publications of the main scientific results of the doctoral dissertation, 3 - in foreign journals , 1 - in the journals of the Scopus list and 8 – in national journals, as well as 2 certificate for the registration of software created for the computer.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 119 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J, Usanova S.A. Ультрафильтрационная очистка сточных вод текстильного производства // Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2020 y. №3 (2-qism) С. 117-119 .(05.0000№14)
2. Qayumova L.Sh., Jurayev O.J, Sobirova D.A. Очистка сточных вод красильно-отделочного производства // Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2021 y. №2 (2-qism) С. 34-36 .(05.0000№14)
3. Qayumova L.Sh., Jurayev O.J. Современное состояние физико-химической очистки сточных вод текстильного производства // Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2022-y.№ Maxsus son b.35-36 . (05.0000№14)
4. Qayumova L.Sh., Jurayev O.J, Axmedova F.A. Ультрафильтрация растворов ПАВ без красителей.// Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2022-y.№ Maxsus son С 35-36 . (05.0000№14)
5. Qayumova L.Sh., Jurayev O.J, Norullayev A.Sh. Asetatsellyuza membranalarini polimer qo'shimchalari yordamida sorbsion qobilyatini aniqlash.// Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2023-y.№ Maxsus son B.200-202. (05.0000№14)
6. Qayumova L.Sh. Ultrafiltratsiya usulida dinamik membranalar yordamida takomillashtirilgan membranalar orqali yengil sanoat rangli oqova suvlarini tozalash. // Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2024-y.№ 3 B.235-237. (05.0000№14)
7. Qayumova L.SH, Jurayev O.J. Yengil sanoat oqova suvlarini ultrafiltratsiya uslubida makkajo'xori kraxmalini qo'shish orqali dinamik membrana (DM) hosil qilish. // Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2024-y.№ Maxsus son B.729-730. (05.0000№14)
8. Kayumova Lobar, Jurayev Olmos. Promising Methods for Treating Colored Wastewater in Light Industry Enterprises. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), ISSN: 2278-3075 (Online), Volume-9 Issue-5, March-2020. at:<https://www.ijitee.org/download/volume-9-issue-5/>

II bo'lim (II часть; part II)

9. Qayumova L.SH, Jurayev O.J. Determination of sorption ability of acetate cellulose membrane and polymer additives. // Journal of Advanced Scientific Research (ISSN:0976-9595) <https://doi.org/10.5281/zenodo.5770585>. 11-19 Page

10. Qayumova L.SH, Jurayev O.J , Usanova S.A . Перспективные методы очистки окрашенных сточных вод предприятий легкой промышленности. // III международная научно-практическая конференция Нур-Султан (Астана) 2019 йил 10-12 июля. с. 186-189, Нур-Султан (Астана)

11. Qayumova L.SH, Jurayev O.J. Yengil sanoat oqova suvlarini mahalliy sharoitda tozalashda qo'llaniladigan uslublar tahlili. // "Mintaqada yuzaga kelgan ekologik muammolarni yumshatish omillari" Respublika ilmiy – amaliy anjuman Buxoro 2019-yil 5-iyun B. 78-79. Buxoro

12. Qayumova L.Sh, Mavlanova Y.I, Axmedova F.I. Zamonaviy to'qimachilik matolari uchun bo'yoqlarni tahlil qilish. // Innovative Development in Educational Activities Scientific Journal Impact Factor (SJIF):5.938<http://sijfactor.com/passport.php?id=22323> ISSN:21881-3523 VOLUM 2 ISSUE10.2023

13. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J., Norullayev A.Sh. Rangli oqova suvlarni tozalash uchun teskari osmos filtrlarini ishlashda davomiyligini oshirish.

// "Arxitektura-qurilish sohalarida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirishning dolzarb muammolari" mavzusidagi I xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2023-yil B. 494-501. Samarqand 2023

14. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J. Yengil sanoat rangli oqova suvlarni dinamik membranalar yordamida tozalash istiqbolli usuldir. // "Paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2023 yil 20-21 oktabr B.36-38. Termiz 2023

15. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J, Qodirova A.U. Yengil sanoat oqova suvlarini tozalash uchun takomillashgan ultrafiltratsiya usulini qo'llash. // "Kimyo va tog'-kon sanoatining dolzarb muammolarining innovatsion echimi" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya 2023 yil 20 noyabr B.133-135, Nukus 2023

16. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J. Rangli oqova suvlarini makkajo'xori kraxmalini qo'shish orqali, dinamik membrana hosil bo'lish omillarini tahlil qilish. // "Iqlim o'zgarishi va suv resurslari gidrologiyasi" xalqaro ilmiy-texnik anjuman 2023-yil 24-25 noyabr B 456-459. Toshkent 2023.

17. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J, Qodirova A.U. Polimer qo'shimchalarining nomunaviy eritmalarning membranalarda filtrlash jarayoniga ta'siri. // "O'zbekiston-2030" strategiyasida belgilangan suv resurslarini tejash va atrof muhitni muhofaza qilish xalqaro ilmiy-texnik anjuman 2024-yil 19-20 aprel b .130-132. Samarqand 2024.

18. Qayumova L.Sh, Jurayev O.J, Axmedova F.I. Yengil sanoat oqova suvlarini ultrafiltratsiya yordamida tozalash dinamikasini o'rganish // "O'zbekiston-2030" strategiyasida belgilangan suv resurslarini tejash va atrof muhitni muhofaza qilish xalqaro ilmiy-texnik anjuman 2024-yil 19-20 aprel B.188-. 192. Samarqand 2024

Avtoreferat “Irrigatsiya va Meloratsiya” ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilgan va uning o‘zbek, rus ingliz (tezis) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi. (19.06.2025-yil)