

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

YUSUPOVA NADIRA KAYPBAEVNA

**NEFT CHIQINDILARIDAN MODIFIKATSIYALANGAN BITUMLAR
OLISHNING YANGI TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.08 – Neft va gaz kimyosi va texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора технических (DSc) наук

Contents of the dissertation abstract of doctor (DSc) of technical sciences

Yusupova Nadira Kaypbaevna

Neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan bitumlar olishning yangi texnologiyasini
ishlab chiqish.....3

Юсупова Надира Кайпбаевна

Разработка новой технологии получения модифицированных битумов из
нефтяных отходов29

Yusupova Nadira Kaypbaevna

Development of a new technology for production of modifying bitumen from oil
wastes57

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....61

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

YUSUPOVA NADIRA KAYPBAEVNA

**NEFT CHIQINDILARIDAN MODIFIKATSIYALANGAN BITUMLAR
OLISHNING YANGI TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.08 – Neft va gaz kimyosi va texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.DSc/T878 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Umumiy va noorganik kimyo institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.ionx.uz) va «Ziynet» axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Xurmamatov Abdug'affor Mirzabdullayevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Saydaxmedov Shamshiddin Muxtorovich
texnika fanlari doktori, professor

Fozilov Sadriddin Fayzullaevich
texnika fanlari doktori, professor

Turaev Tolib Bozorovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona Davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil "19" avgust soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100170, Toshkent shahri, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77a-uy).

Dissertatsiya bilan Umumiy va noorganik kimyo institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (11-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100170, Toshkent shahri, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77a-uy.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "4" avgust kuni tarqatildi.
(2025-yil "4" avgustdagi 11-raqamli reestr bayonnomasi).



B.S. Zakirov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi, k.f.d., prof.

D.S. Salixanova

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash kotibi, t.f.d., prof.

I.D. Eshmetov

Ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, t.f.d., prof.

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Butun dunyoda bugungi kunda eng dolzarb muammolardan biri neft chiqindilarini utilizatsiya qilish muammosidir. Ko‘mish va yoqish yo‘li bilan utilizatsiya qilish, neftni to‘kish va oqova suvlarga tashlash ekologiyaga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Mavjud obyektlardan foydalanish davrida resurslardan yanada samarali foydalanish uchun ikkilamchi foydalanish mumkin bo‘lgan katta miqdordagi chiqindilar to‘plangan. Neft mahsulotlari, mexanik aralashmalar va suvdan tashkil topgan murakkab fizik-kimyoviy va ko‘p komponentli barqaror aralashmalar utilizatsiya qilinganda ham qo‘shimcha ishlov berishni talab qiladi. Neftni qayta ishlash chiqindilaridan foydalanish xomashyo xarajatlarini kamaytiradi, ekologik xarajatlarni minimallashtiradi va resurslardan oqilona foydalanishga yordam beradi. Shu sababli, neft shlamlarini qayta ishlash va ulardan ikkilamchi mahsulotlar olish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda neft chiqindilarini qayta ishlash va ikkilamchi mahsulotlar olish murakkab jarayon hisoblanib, bu jarayonlarni amalga oshirishda energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish b‘oyicha bir qator ishlar izlanishlar olib borilmoqda. Neft chiqindilarini qayta ishlash sohasida quyidagi ilmiy yechimlarni asoslash zarur: neft shlamlarini qayta ishlashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish; neft chiqindilari va erituvchini aralashtirish uchun erituvchining maqbul turi va miqdorini tanlash, neft chiqindilari va maqbul erituvchini aralashtirish apparatining konstruksiyasini takomillashtirish; neft chiqindilaridan bitum olish jarayoni qanday qonuniyatlar asosida borayotganligini aniqlash, neft chiqindilaridan olingan bitumlarning sifatini yaxshilash uchun modifikatorlarning maqbul turi va miqdorini tanlash; neft chiqindilaridan olingan qurilish bitumining fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash; olingan qurilish bitumlarini modifikatsiyalash uchun modifikatorlarning optimal nisbatini aniqlash; neft shlamlaridan olingan modifikatsiyalangan bitumning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash va neft chiqindilaridan bitum olishning chiqindisiz texnologiyasini ishlab chiqishga alohida etibor berilmoqda.

Respublikada neft chiqindilarini qayta ishlash, bitumlar olish va ularning sifatini yaxshilash borasida muayyan nazariy va amaliy natijalarga erishilmoqda. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishga qaratilgan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasining uchinchi y‘onalishida “Neft-gaz sohasida transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish orqali tabiiy gaz taminotida ijtimoiy himoya kafolatlari belgilangan holda bozor mexanizmlarini joriy etish...”¹ y‘onalishi bo‘yicha vazifalar belgilab berilgan. Bu borada, jumladan neft chiqindilarini qayta ishlash, mexanik q‘oshimchalardan va suvidan organik qismini ajratish, neft chiqindilaridan bitumlar olishning yangi texnologik liniyasini ishlab chiqish va olingan bitumlarning sifatini turli hildagi modifikatorlar yordamida yaxshilash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borish muhim ahamiyat kasb etadi.

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60 “2022-2026 yillarga m‘oljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi t‘og‘risida”gi Farmoni

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni, 2016 yil 28 sentyabrdagi PQ-2614-son “2016-2020 yillarga uglevodorod xom ashyosini chuqur qayta ishlash asosida eksportga mo‘ljallangan tayyor mahsulot ishlab chiqarishni ko‘paytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”, 2022 yil 7 iyuldagi PQ-307-son “2022-2026 yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli bo‘lgan boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilab qo‘yilgan vazifalarni amalga oshirish borasida ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat ko‘rsatadi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining VII "Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar" ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi.² Neft shlamini tozalash texnologiyasini takomillashtirish, neft shlamlari asosida yangi turdagi materiallar ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari hamda Oliy ta‘lim muassasalari, jumladan, University of Cincinnati, California Institute of technology (AQSh), Heriot Watt Institute of Petroleum Engineering (Buyuk Britaniya), Norwegian University of Science and Technology (Norvegiya), Japan Petroleum Institute, Tokyo National University (Yaponiya), French Petroleum Institute (Frantsiya), Ufa davlat neft texnika universiteti (Rossiya) va I.M. Gubkin nomidagi Rossiya davlat neft va gaz (MTU) universiteti (Rossiya) olib borilmoqda.

Neft shlamlarini suvdan va mexanik aralashmalardan tozalash, yangi turdagi materiallar olish jarayonlarini jadallashtirish va tayyorlash qurilmalarini takomillashtirishga oid jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida, quyidagi qator ilmiy natijalar olingan jumladan: neft shlamlarini qayta ishlash texnologiyasi qurilmasi ishlab chiqilgan (Qozog‘iston, Aktau shahri, Yesenov nomidagi universitet), neft shlamlarini utilizatsiya qilish texnologiyalari takomillashtirilgan (Rossiya, OAO RosNIPItermneft), Fortan va Pirol qurilmalarida neft shلامي qayta ishlangan (Rossiya, TT GROUP recysling technologies), neft shlamlari asosida kompozit materiallar olingan (Omsk davlat texnika universiteti), neft shlamini suvsizlantirish texnologiyasi ishlab chiqilgan (Rossiya, Sanoat texnologik jixozlari ishlab chiqaruvchi MIDA kompaniyasi), gidrogenizatsion usulda neft shلامي qayta ishlangan (PAO Elektrogorsk neft qayta ishlash instituti), neft shlamini qayta ishlashning yopiq sikli ishlab chiqilgan (Rossiya, Nijniy Novgorod amaliy texnologiyalar instituti), suyuq va qattiq neft shlamlarini utilizatsiya qilish uchun mobil kompleks ishlab chiqilgan (Rossiya, OOO “Montaj Injiniring”, neft shلامي

² Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha chet el ilmiy tadqiqotlari tavsifi
<https://science.sciencemag.org/content/220/4595/365>;
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.matsci.27.1.89>;
<https://engineering.tamu.edu>; <https://www.humboldt.com>; <https://www.epa.gov>;
<https://www.ifpenergiesnouvelles.com>; <https://cup.edu.cn>; <https://csu.edu.cn>; <https://www.petrobras.com.br>;
<https://www.chemistry.or.jp>; <https://sharif.edu>; <https://www.imperial.ac.uk>; <https://albertainnovates.ca> va boshqa havolalar.

asosida uglerodli adsorbtsion materiallar olingan (Xitoy, Og'ir neft laboratoriyasi), SFMLar va erituvchilar yordamida turli xil neft shlamlaridan neft ajratib olingan (Buyuk Britaniya, Reding universiteti), neft shlamlaridan neftni ajratib oluvchi tarkiblar ishlab chiqilgan (Xitoy, Szyaotun Shanxay universiteti), neft shlami asosida LiOH yordamida faollashtirilgan katalizatorlar olingan (Xitoy, China National Heavy Machinery Research Instituti), piroliz qilish orqali neft shlamini qayta ishlash kinetikasi o'rganilgan (Taipei, Taiwan University), neft shlamidan neft ajratib olishda ionli suyuqliklarning ta'siri o'rganilgan (Iroq, University of Thi-Qar), mikroemulsiyalar yordamida neft shlamidan neft ajratib olishning maqbul sharoitlari aniqlangan (Xitoy, College of Chemistry and Chemical Engineering), neft shamlari biologik usulda tozalangan (Janubiy Afrika, EPCM Holding), elektrodispergirlanishni qo'llagan holda neft shamlari qayta ishlangan (Rossiya, Penza davlat universiteti), tarkibida neft saqlagan chiqindilardan yonilg'i ajratib olish texnologiyasi ishlab chikilgan (Kanada, Memorial University of Newfoundland).

Dunyoda neft shlamlarini qayta ishlash va ulardan turli xil ikkilamchi mahsulotlar olish bo'yicha, jumladan quyidagi ustuvor yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: neft shlamlarini utilizatsiya qilish usullarini qo'llash, neft shlamlarini qayta ishlashga mo'ljallangan qurilmalar konstruksiyalarini takomillashtirish, neft shlami va erituvchini aralashtirish jarayoni samaradorligini oshirish va ajratib olingan fraksiyalarning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash, neft chiqindilaridan qurilish va modifikatsiyalangan bitum olish texnologiyalarini ishlab chiqish. Neft shlamlaridan ajratib olingan yengil va og'ir fraksiyalarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini baholash, suv va mexanik aralashmalar miqdorini aniqlash, organik erituvchilardan foydalanishda komponentlarning optimal nisbatlarini tanlash, neft shlami va erituvchini aralashtirishning samarali usullarini ishlab chiqish, neft shlami va erituvchini aralashtirish qurilmalarining konstruktiv parametrlarini takomillashtirish, ularning gidravlik xususiyatlarini aniqlash, shuningdek, ajratib olingan fraksiyalardan sanoat mahsulotlari - bitum va modifikatsiyalangan bitumlar olishda foydalanish.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Neft kimyosi, neftni qayta ishlash va neft-gazni qayta ishlash sohalaridagi keng ko'lamli muammolarni hal qilishga bag'ishlangan ishlar - Akimov G.V., Balezin S.A., Kolotirkin Ya.M., Juk N.P., Tomashov N.D., Nikitin V.I. Sokol I.Ya. Chernova G.P., Yusupbekov N.R., Salimov Z.S., Jumaniyazov M.J., Turobjonov S.M., Ikramov A.I., Qodirov X.I., Yunusov M.P., Xamidov B.N., Saydaxmedov Sh.M., Saydaxmedov E.M., Yusupov F.M., Ibodullayev A.S., Xurmamatov A.M., Ismailov O.Yu. va boshqalar tomonidan kimyo va neftni qayta ishlash sanoati jarayonlari va qurilmalarining nazariy asoslarini rivojlantirishga qaratilgan tadqiqotlar olib borilgan.

Ushbu olimlarning nazariy va amaliy tadqiqotlari kimyoviy texnologiya, kolloid va membrana kimyosi, neft kimyosi, neftni qayta ishlash va neft va gazni qayta ishlash jarayonlarining nazariy asoslarini rivojlantirish, jarayonlarni jadallashtirish va texnologik uskunalarni hisoblash va loyihalash asoslarini yaratishga bag'ishlangan.

Neft shlamlarining kimyoviy tarkibini, qurilish bitumlarini olish jarayonlarining gidrodinamikasini va turli konstruksiyadagi qurilmalarni o'rganish ularning gidravlik qarshiligini va texnologik suyuqliklarni haydash nasosining quvvatini hisoblashda muhim ahamiyatga ega. Biroq, qurilish bitumlarini olish samaradorligiga texnologik, rejim-konstruktiv parametrlarning ta'siri va ushbu olingan bitumlarning sifatini yaxshilash uchun optimal modifikatorlar hali to'liq o'rganilmagan.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Umumiy va noorganik kimyo institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari muvofiq "BNQIZ UK misolida neft shlamini qayta ishlash va utilizatsiya qilish texnologiyasini ishlab chiqish" va "Neft qoldiqlaridan bitum ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqish va joriy etish" xo'jalik shartnomalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan bitumlar olishning yangi texnologiyasini ishlab chiqish, erituvchi va neft shlamini samarali aralashtirish uchun qurilmani takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

kelib chiqishi turlicha bo'lgan neft chiqindilarining tarkibini aniqlash (chiqindi neft shamlari, rezervuar neft shamlari, texnik suvlarni tozalashdan hosil bo'lgan neft shamlari);

neft chiqindisi bilan aralashtirish uchun erituvchining maqbul turi va miqdorini tanlash va haydashda olingan yengil fraksiya miqdorini aniqlash;

neft chiqindisi va erituvchini samarali aralashtirish uchun apparatni takomillashtirish;

neft chiqindilaridan qurilish bitumi olish uchun texnologik liniyani ishlab chiqish;

neft chiqindilaridan qurilish bitumini olish jarayonining texnologik va rejim-konstruktiv parametrlarining ta'sirini aniqlash;

neft chiqindilaridan olingan qurilish bitumining fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash;

olingan qurilish bitumlarini modifikatsiyalash uchun modifikatorlarning optimal nisbatini aniqlash;

neft shamlaridan olingan modifikatsiyalangan bitumning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash;

ushbu texnologiyani joriy etishdan kutilayotgan yillik iqtisodiy samarani hisoblash.

Tadqiqotning obyekti sifatida neft shlami, neft shlamining turli erituvchilar bilan turli nisbatlardagi aralashmasi va neft chiqindilaridan olingan qurilish bitumi olingan.

Tadqiqotning predmetini neft shlamini qayta ishlash, neft shamlaridan qurilish bitumi olish va bitumni modifikatsiyalash jarayonlaridagi gidrodinamik va texnologik jarayonlar tashkil etgan.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda tajribalarni

rejalashtirish, tajriba ma'lumotlariga statistik ishlov berish, neft shlamlarining fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash, neft shamlari va modifikatorlar tarkibini aniqlash usullari, o'xshashlik nazariyasi va modellash tirish tamoyillari, tajriba ma'lumotlariga kompyuterda ishlov berish va kimyoviy texnikada matematik usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

eritilgan neft shlami tarkibidan mexanik aralashmalarni 0,05% gacha tozalash va neft shlami aralashmasining qovushqoqligini kamaytirish uchun eng mos erituvchi (yengil nafta) va neft shlamini intensiv aralashtirish uchun 20% erituvchi miqdori optimal miqdor ekanligi aniqlangan.

neft shlami va erituvchini aralashtirish uchun mo'ljallangan aralashtirgich konstruksiyasini takomillashtirish hisobiga neft shlami va erituvchini aralashtirish davomiyligi vaqti 16% gacha qisqarishi aniqlangan;

neft chiqindilaridan qurilish bitumi va modifikasiyalangan (turli modifikatorlar PTR-1, PTR-2, PTR-3) bitum olish uchun optimal rejim parametrlariga ega texnologik liniya ishlab chiqilgan;

neft shlamidan qurilish bitumi olish jarayonining maqbul sharoitlari, ya'ni oksidlanish jarayonining harorati 220°C va oksidlanish davomiyligi 180 daqiqa, kislorod bosimi 202 kPa bo'lishi aniqlangan;

neft chiqindilaridan olingan bitum BNShK-1 xususiyatlari bo'yicha amaldagi BNK-45/190 markali bitumga va modifikasiyalangan bitumlar BNShDM-60/90 va BNShM-70/30 asosiy xususiyatlari bo'yicha BND-60/90 va BN-70/30 markali bitumlarga mos kelishi isbotlangan;

rektifikatsiya kolonnasi kub qismining harorati ortishi bilan haydash jarayonida olingan fraksiyalarning zichligi va qovushqoqligi hamda bitum tarkibidagi asfaltenlar miqdori va yumshash haroratini ortishi olingan bitumning yuqori haroratlarda deformasiyalarga chidamliligini ta'minlashi aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

neft shlamlarini qayta ishlash va ulardan ikkilamchi mahsulotlar olish bo'yicha ham iqtisodiy, ham ekologik nuqtai nazardan samarali texnologiyasi ishlab chiqilgan;

neft shlami va erituvchini aralashtirish jarayonida aralashmani kerakli zichlik va qovushqoqlikka ega bulishi uchun optimal erituvchi turi va miqdori aniqlangan va aralashtirish qurilmasining takomillashgan konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

neft shlamlarini qayta ishlash va ulardan ikkilamchi mahsulot olish jarayonining optimal texnologik parametrlari aniqlangan;

olingan bitumlarning sifatini yaxshilash va ularning yaroqlilik muddatini uzaytirish uchun qo'shiladigan modifikatorlarning optimal turi va miqdori aniqlangan;

kam energiya sarflaydigan texnologik liniya ishlab chiqilgan va dissertatsiya ishi natijalaridan neftni qayta ishlash zavodi hududida ekologik vaziyatni yaxshilash imkonini beradigan sanoat sharoitida foydalanish bo'yicha tavsiyalar taklif etilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi nazariy natijalarning o'z tajribalari va

adabiyot manbalari bo'yicha nazariy hisob-kitoblar ma'lumotlariga muvofiqligi, shuningdek, o'tkazilgan tadqiqotlar asosida hisoblangan va loyihalashtirilgan qurilmaning muvaffaqiyatli sanoat ekspluatatsiyasi bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati neft shlamlaridan qurilish bitumi olish va olingan qurilish bitumini modifikatsiyalash uchun arzon va ishlab chiqarish chiqindilari bo'lgan modifikatorlardan foydalanish hamda bitum olish jarayoni uchun maqbul gidrodinamik rejimlarga ega bo'lgan samarali texnologik liniya ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati taklif etilayotgan maqbul sharoitlarda neft shamlari tarkibidan organik qismini suvi va mexanik aralashmalardan ajratish usullarini yaratish hisoblanadi. Ushbu texnologiyani qo'llash neft shamlari tarkibidagi organik qismini 49% gacha ajratish imkonini beradi va ajratib olingan organik qismi yangi turdagi mahsulotlar olishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Neft shlamlaridan modifikatsiyalangan qurilish bitumini olish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan qurilish bitumini olish texnologiyasi yordamida neft shamlarini utilizatsiya qilish texnologiyasi "Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi" AJning "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etiladigan istiqbolli ishlanmalar ro'yhati"ga kiritilgan (Farg'ona neftni qayta ishlash zavodining 2025 yil 27 martdagi 02-03/51-son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu texnologiya yordamida neft shlami aralashmasidan 36% gacha qurilish bitumi olinib, neftni qayta ishlash zavodi hududini ifloslantiruvchi chiqindilardan tozalash imkonini beradi;

neft chiqindilari tarkibidan organik qismini ajratishning maqbul erituvchi ishlatilgan texnologiyasi "Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi" AJda "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etiladigan istiqbolli ishlanmalar ro'yhati"ga kiritilgan (Farg'ona neftni qayta ishlash zavodining 2025 yil 27 martdagi 02-03/51-son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu texnologiya neft shlami tarkibidan 49% gacha organik qismni ajratib olish imkonini beradi;

qurilish bitumini modifikatsiyalashning samarali texnologiyasi "Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi" AJda "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etiladigan istiqbolli ishlanmalar ro'yxati"ga kiritilgan (Farg'ona neftni qayta ishlash zavodining 2025 yil 27 martdagi 02-03/51-son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu texnologiya *BNSHK-1* markali qurilish bitumidan *BNSHDM-60/90* markali yo'l bitumi olish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatitsiyasi. Tadqiqot natijalari 14 ta xalqaro va 28 ta respublika anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 66 ta ilmiy ish, jumladan, 2 ta monografiya, shundan 1 ta monografiya "LAMBERT Academic Publishing" (Germaniya) nashriyotida, 1 ta darslik va O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik

dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 21 ta maqola, jumladan, 14 tasi respublika va 7 tasi xorijiy jurnallarda, 5 tasi SCOPUS va Web of Science bazalarida indekslangan jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, 5 ta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 184 betni tashkil etadi.

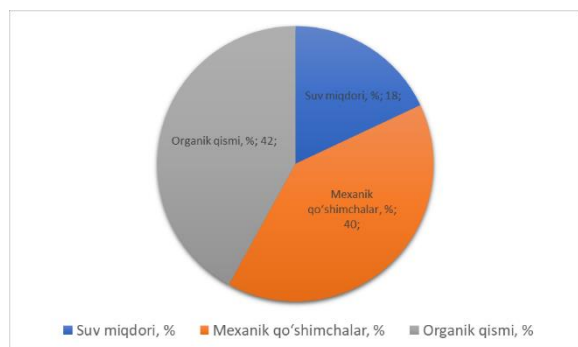
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI.

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalar shakllantirilgan, tadqiqot obyekti va predmeti tavsiflangan, muvofiqligi ko'rsatilgan. Dissertatsiya ishi texnologiyalari, ilmiy yangiligi va amaliy natijalari, tadqiqotlari, joriy etish bo'yicha ma'lumotlar, tadqiqot natijalarining amaliyotda qo'llanilishi, dissertatsiya natijalarining aprobatsiyasi, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mos ravishda bajarilgan,

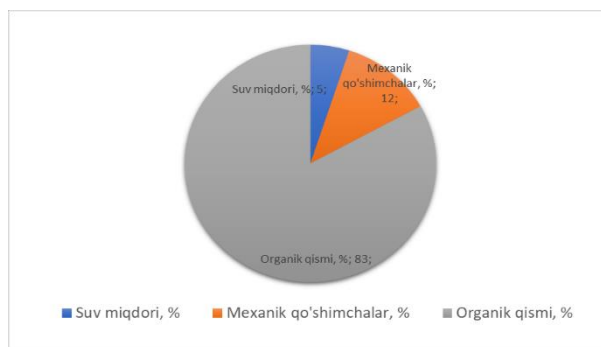
Dissertatsiyaning "**Modifikatsiyalangan bitum olish nazariyasi va amaliyotining holati**" deb nomlangan birinchi bobida adabiyotlar sharhi keltirilgan bo'lib, unda bitumlarni modifikatsiyalash usullari, modifikatorlar sifatida ishlatiladigan moddalarning tasnifi, modifikatsiyalangan bitum olish texnologiyalarining qiyosiy tahlili bo'yicha batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Neft chiqindilari va modifikatorlarining fizik-kimyoviy xossalari o'rganish**" deb nomlangan ikkinchi bobida tajriba sharoitida neft shlamlari tarkibidagi suv va yengil fraksiyalar miqdori, neft shlamlari va modifikatorlarining fizik-kimyoviy xossalari, neft shlami tarkibidagi turli xil aralashmalar miqdorini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan.

Tajribalar davomida neft shlami turli erituvchilar bilan eritildi va rejim ko'rsatkichlari, ya'ni aralashtirish davomiyligi, tajriba harorati, oqim tezligi, erituvchi miqdori va boshqalar o'zgartirildi. Kelib chiqishi turlicha bo'lgan neft shlamlarining tarkibini aniqlash bo'yicha quyidagi natijalar olindi.



1-rasm. Texnik suvlarni tozalashda hosil bo'ladigan neft shlamlarining tarkibi.

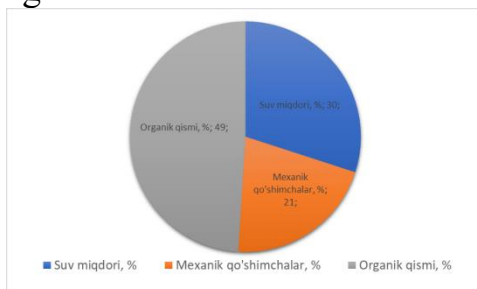


2-rasm. Rezervuar neft shlamlari tarkibi.

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, o'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, texnik suvlarni tozalashdan hosil bo'lgan shlamlarning tarkibi 18% mexanik

aralashmalar, 42% suv va 40% organik qismdan iborat ekanligi isbotlandi.

2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, o‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, rezervuar neft shlamlarining tarkibi 5% mexanik aralashmalar, 12% suv va 83% organik qismdan iborat ekanligi isbotlandi.

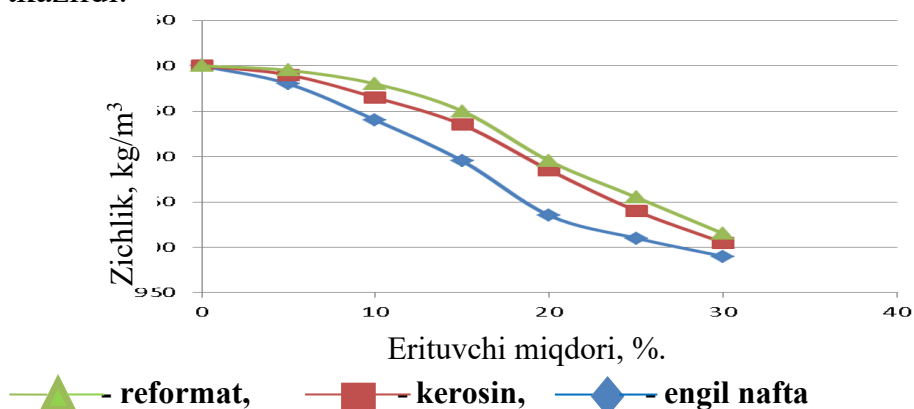


3-rasm. Shlam yig‘gichlarda to‘plangan neftshlamlarining tarkibi:

1-mexanik aralashmalar, %; 2-suv miqdori, %; 3-organik qismi, %.

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, olib borilgan tadqiqotlar natijasida shlam yig‘uvchi neft shlamlarining tarkibi 30% mexanik aralashmalar, 21% suv va 49% organik qismdan iborat ekanligi isbotlandi.

Uch turdagi erituvchilar (yengil nafta, kerosin, reformat) 5 dan 30%gacha qo‘shilganda chiqindi neft shamlari zichligining o‘zgarishini o‘rganish bo‘yicha tajribalar o‘tkazildi.

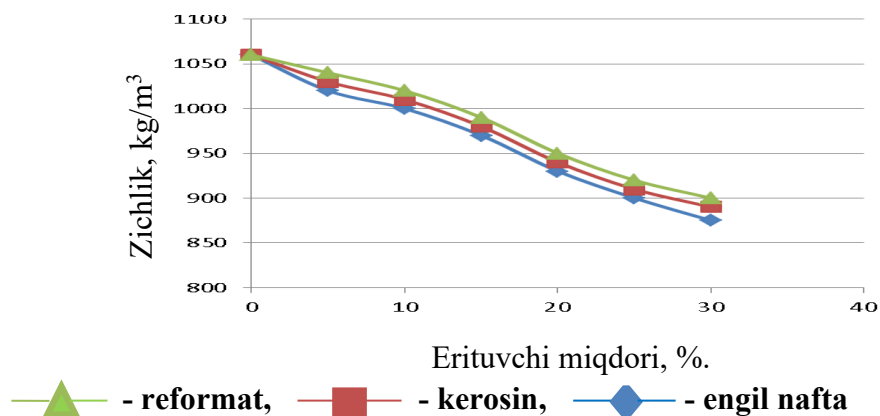


4-rasm. Turli erituvchilarni qo‘shish miqdoriga qarab chiqindi neft shamlari zichligining o‘zgarishi.

4-rasmdan ko‘rinib turibdiki, chiqindi neft shlami tarkibiga qo‘shilgan erituvchi miqdorining 5% dan 30% gacha o‘zgarishi zichlikni 1200 kg/m^3 dan 990 kg/m^3 gacha kamaytiradi. Erituvchi qo‘shilmagan oddiy chiqindi neft shlamining zichligi 1200 kg/m^3 . 5% li erituvchi yengil nafta qo‘shilganda neft shlamining zichligi 1180 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 10% gacha yetsa, u holda neft shlami aralashmasi 1140 kg/m^3 zichlikka ega bo‘ladi. 15% erituvchi qo‘shilganda neft shlamining zichligi 1095 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 20% gacha yetsa, u holda neft shlami 1035 kg/m^3 zichlikka ega bo‘ladi. 25% erituvchi qo‘shilganda chiqindi neft shlamining zichligi 1010 kg/m^3 , agar yengil nafta erituvchisining miqdori 30% gacha yetsa, u holda neft shlami 990 kg/m^3 zichlikka ega bo‘ladi. Buning sababi shundaki, erituvchi yordamida neft shlamlarining organik qismi (masalan: og‘ir neft uglevodorodlari) eriydi va bu, albatta, ularning zichligiga ta’sir qiladi. Natijada, neft shlamlarining zichligini

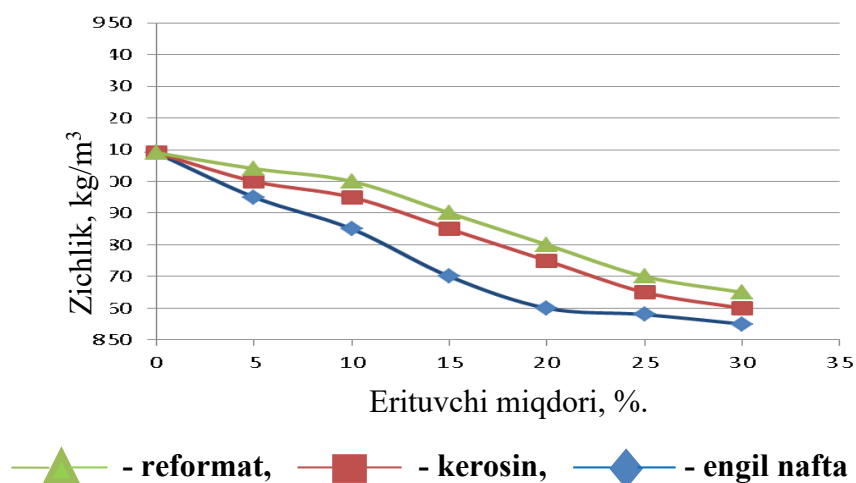
kamaytirish uchun eng maqbul erituvchi yengil nafta ekanligini aytishimiz mumkin.

Shuningdek, texnik suvlarni tozalashda hosil bo'lgan neft shlamlari zichligining o'zgarishini erituvchi 5 dan 30 foizgacha qo'shilganda o'rganish bo'yicha tajribalar o'tkazildi (5-rasm).



5-rasm. Texnik suvlarni tozalashda hosil bo'lgan neft shlamlari zichligining turli erituvchilarning qo'shilish miqdoriga bog'liq ravishda o'zgarishi.

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, texnik suvlarni tozalashda hosil bo'lgan neft shlamlari tarkibiga qo'shilgan erituvchilar miqdorining 5% dan 30% gacha o'zgarishi zichlikni 1060 kg/m^3 dan 875 kg/m^3 gacha kamaytiradi. Erituvchi qo'shilmagan oddiy chiqindi neft shlamining zichligi 1060 kg/m^3 . 5% li erituvchi yengil nafta qo'shilganda neft shlamining zichligi 1020 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 10% gacha yetsa, u holda neft shlami 1000 kg/m^3 zichlikka ega bo'ladi. 15% erituvchi qo'shilganda neft shlamining zichligi 970 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 20% gacha yetsa, u holda neft shlami 930 kg/m^3 zichlikka ega bo'ladi. Texnik suvlarni tozalashda hosil bo'lgan neft shlamining zichligi 25% erituvchi qo'shilganda 900 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 30% gacha yetsa, u holda neft shlami 875 kg/m^3 zichlikka ega bo'ladi. Tajribalar davomida 5 dan 30 foizgacha erituvchi qo'shilganda rezervuar neft shlamlari zichligining o'zgarishini o'rganish bo'yicha tajribalar o'tkazildi (6-rasm).



6-rasm. Turli erituvchilarning qo'shilish miqdoriga qarab rezervuar neft shlamlari zichligining o'zgarishi.

6-rasmdan ko‘rinib turibdiki, texnik suvlarni tozalashda hosil bo‘lgan neft shamlari tarkibiga qo‘shilgan erituvchilar miqdorining 5% dan 30% gacha o‘zgarishi zichlikni 909 kg/m^3 dan 855 kg/m^3 gacha kamaytiradi. Erituvchi qo‘shilmagan oddiy chiqindi neft shlamining zichligi 909 kg/m^3 . 5% li erituvchi qo‘shilganda neft shlamining zichligi 895 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 10% gacha yetsa, u holda neft shlami aralashmasi 885 kg/m^3 zichlikka ega bo‘ladi. 15% erituvchi qo‘shilganda neft shlami aralashmasining zichligi 870 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 20% gacha yetsa, u holda neft shlami 860 kg/m^3 zichlikka ega bo‘ladi. Texnik suvlarni tozalashda hosil bo‘lgan neft shlamining zichligi 25% erituvchi qo‘shilganda 858 kg/m^3 ni tashkil etadi. Agar erituvchi miqdori 30% gacha yetsa, u holda neft shlami 855 kg/m^3 zichlikka ega bo‘ladi. Neft shamlari organik qismining kimyoviy xossalari o‘rganilgandan so‘ng, ularning kimyoviy tarkibi quyidagicha ekanligi aniqlandi: asfaltenlar 4,2-4,5% gacha, smolalar 21,0% gacha; parafin-naften uglevodorodlar 41,2% gacha; monotsiklik aromatik uglevodorodlar 4,6% gacha; bi- va tritsiklik aromatik uglevodorodlar 5,8% gacha; politsiklik aromatik uglevodorodlar 9,7% gacha.

Suyultirilgan neft shlami (13000 ml) yengil nafta bilan (80:20) nisbatda fraksiyalash uchun nasos yordamida rektifikatsiya kolonnasiga yuborildi. Olib borilgan tadqiqot natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Suyultirilgan neft shlamini yengil nafta bilan haydash natijalari

Haydash jarayonining davomiyligi, τ , min												
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Rektifikatsiya kolonnasi yuqori qismining harorati t , °C												
30	38	45	56	70	74	76	80	80	82	82	82	62
Rektifikatsiya kolonnasi kub qismining harorati t , °C												
40	60	80	95	90	94	95	98	105	108	115	120	125
Olingan fraksiya hajmi V , ml												
				560	590	680	790	940	1210	1200	1150	1080
Olingan fraksiyalarning zichligi, ρ , kg/m^3												
					785	790	820			840		850
Olingan fraksiyalarning qovushqoqligi, μ , mm^2/s												
					1,15	1,26	1,59			2,04		2,26
Suyultirilgan neft shlamini haydashda olingan fraksiyalar												
						Og‘ir nafta					Kerosin	

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, umumiy aralashmadan $G_f=13000$ ml, rektifikatsiya kolonnasida $G_d=8200$ ml fraksiya haydaldi, kub qoldig‘i miqdori $G_w=4720$ ml.

$$G_f = G_d + G_w = 8200 + 4720 = 12920$$

$$13000 - 8200 - 4720 = 80 \text{ ml};$$

Neft qoldiqlarini haydash jarayonining umumiy yo‘qotilishi: 0,61% ni tashkil etadi.

$$\text{Haydash qoldig‘i } 4720 \text{ ml} = 4484 \text{ gr}$$

Qoldiq fraksiya 4720 ml + Mazut 4720 ml.

Neft shlami aralashmasini haydash qoldig'i mazut bilan 50%÷50% nisbatda aralashtirildi. Rektifikatsiya kolonnasining kub qismida xomashyo haydaldi, natijada rektifikatsiya kolonnasining yuqori qismidan chiqayotgan yengil fraksiyalarning distillyat bug'lari 5 kondensatsiyalandi va vertikal quvurli sovutgichda suv bilan sovutildi 9. Keyin sovutilgan kondensat o'lchov idishiga 12 tushdi. Natijada, og'ir gazoyl sifatida og'irroq fraksiya olindi.

2-jadval

Neft shlami va mazut aralashmasini haydash natijalari

τ , min	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	200
$t_{ri}^{\circ}C^{yuqo}$	36	40	42	46	48	50	55	60	65	70	75	80	85	95	100
$t_{quyi}^{\circ}C$	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	260	280	300	320
v , ml	-	-	-	-	50	70	90	110	140	165	190	120	105	70	50
ρ (kg-sm ³)	890														
v (mm ² /s)	8,25														
Fr.	Og'ir gazoyl														

Aralashmaning umumiy miqdori $G_f = 9440$ ml, 100%

Haydalayotgan aralashmaning umumiy miqdori $G_d = 1160$ ml, 12%.

Olinadigan bitum miqdori = 8280 ml, 88%.

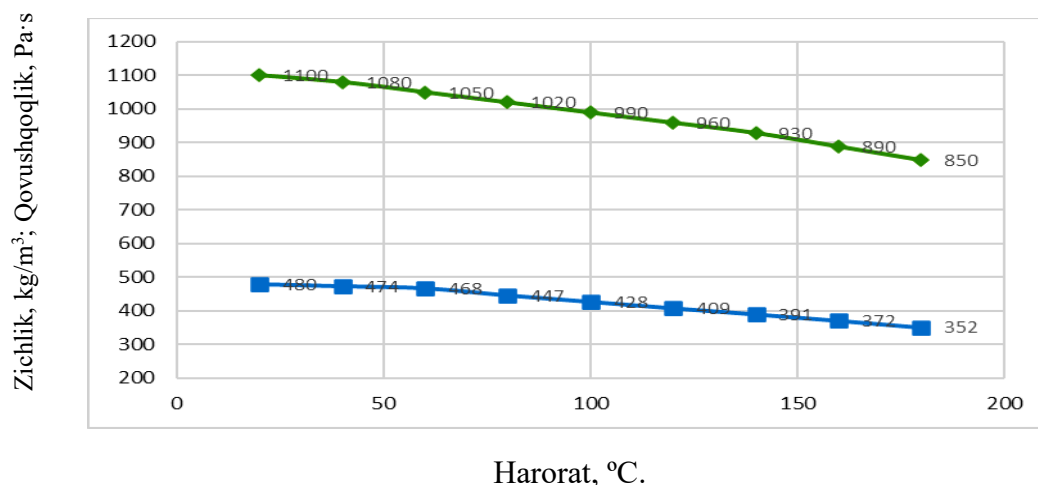
$8280 \cdot 0,95 = 7866$ kg.

$G_f = G_d + G_w = 1160 + 8270 = 9430$

$9440 - 1160 - 8270 = 0,1$ ml;

Bitum olish jarayonining umumiy yo'qotilishi: 0,71% ni tashkil etadi.

Biz tajribalarni 20°C dan 180°C gacha bo'lgan haroratlarda o'tkazdik. Harorat ortishi bilan olingan bitumning zichligi 1100 kg/m³ dan 850 kg/m³ gacha kamaydi. Ushbu o'zgarish natijalari 4-rasmda keltirilgan.



7-rasm. BNSHK-1 qurilish bitumi zichligi va qovushqoqligining haroratga bog'liq holda o'zgarishi.

Olingan bitumlarning ko'rsatkichlari shimdirilgan qurilish bitumining parametrlariga mos keladi (3-jadval).

3-jadval

Olingan bitumning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar nomi	GOST 22245-90 BN 60/90	Ts05767930- 263:2017 bo'yicha me'yor	BNSHK-1 neft shlamidan olingan bitumning ko'rsatkichlari	BNSHK-2 neft shlamidan olingan bitumning ko'rsatkichlari
KiSH bo'yicha yumshash harorati, °C	45 dan kam emas	ichida 38-50	49	52
Ignaning botish chuqurligi, 25S da 0,1 mm	60-90	140-220	200	130
Ignaning botish chuqurligi, 0S da 0,1 mm	Kamida 10	-	14	12
Cho'ziluvchanlik, sm, 25 °C da	Kamida 70	-	72	74
Mo'rtlik harorati, °C	Yuqori emas -6	-	-10	- 15
Ochiq tigelda chaqnash harorati, °C	240	250	245	250

Qurilish bitumiga qo'shiladigan polimerlarning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash natijalari 4-jadvalda keltirilgan

4-jadval

R 30-00A SBS termoelastoplastining fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

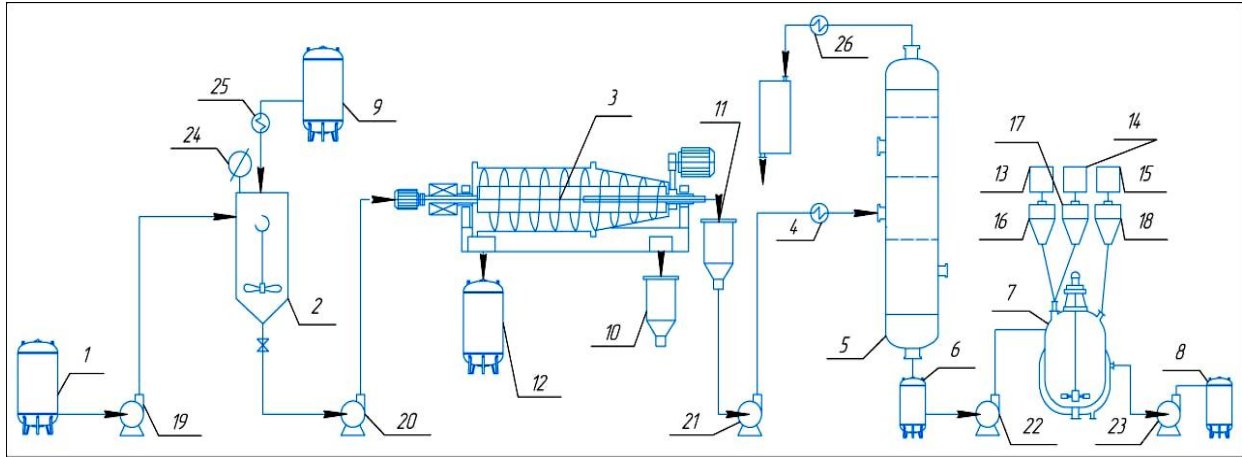
№	Hossalari	Ko'rsatkichlari	Tajriba metodlari
1	Elastikligi, %	850	GOST 270-75
2	Uzilishga mustahkamlik, MPa	20	GOST 270-75
3	Qattiqligi, 5 c	71	GOST 263-75
4	Zichligi g/sm ³	0,95	GOST 15139-69

4-jadvaldan ko'rinib turibdiki, polimerning elastikligi 850% ni tashkil qiladi, bu ko'rsatkich bitumning egiluvchanligini oshiradi, ayniqsa past haroratlarda, bu gidroizolyatsiya qatlamining yorilish xavfini kamaytirishga yordam beradi, 20 MPa uzilish kuchiga ega va Shor A bo'yicha qattiqligi 71 ga teng. Zichlik ko'rsatkichi 0,95 g/sm³.

Dissertatsiyaning "**Neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan qurilish bitumlari olish jarayonlarini tadqiq qilish**" deb nomlangan uchinchi bobida neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan bitumlar olish, turli texnologik parametrlarning ta'sirini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan.

Qayta ishlash bo'yicha tajribalarni o'tkazishda kelib chiqishi bo'yicha turli neft shlamlaridan foydalanildi. Qayta ishlash maqsadida tajribalarimizda shlam to'plagichlardan olingan chiqindi neft shlamlaridan foydalanildi, chunki barcha

turdagi neft shlamlari ushbu omborlarda to'planadi. Qayta ishlash jarayonining maqbul rejim-texnologik parametrlari aniqlandi: neft shlamining nisbati - 80% + yengil nafta - 20%; aralashtirish harorati - 70°C; neft shlamlarining qovushqoqligini kamaytirish uchun quvurlar orqali o'qqa yengil nafta erituvchisi yuboriladi; aylanish tezligi 60 ayl/min.



8-rasm. Neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan bitum olish texnologik liniyasi:

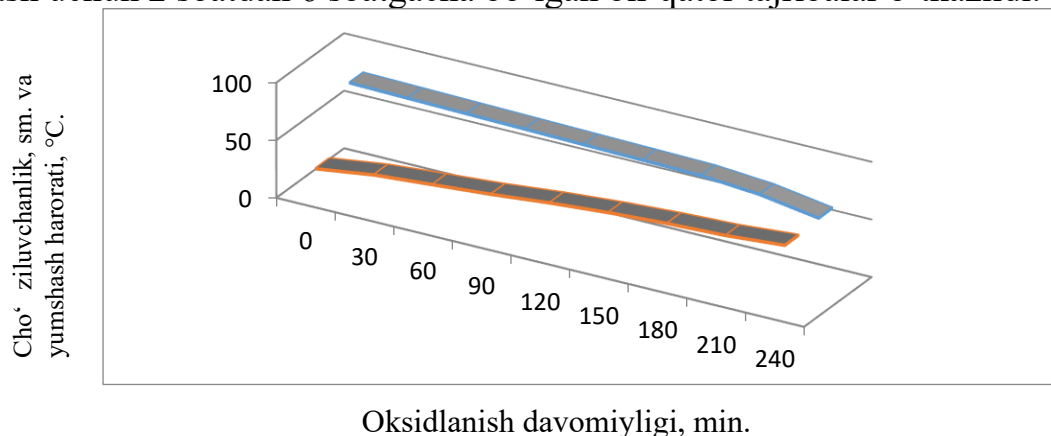
1 - neft shlami uchun sig'im; 2 - aralashtirgich-1; 3 - uch fazali dekanter; 4 - issiqlik almashtirgich; 5 - rektifikatsiya kolonnasi; 6 - qurilish bitumi uchun sig'im; 7 - aralashtirgich-2; 8 - modifikatsiyalangan bitum uchun sig'im; 9 - erituvchi uchun sig'im; 10 - suv uchun sig'im; 11 - neft mahsulotlari uchun sig'im; 12 - mexanik aralashmalar uchun sig'im; 13,14,15 - modifikatorlar uchun sig'imlar; 16,17,18 - modifikatorlar uchun dozatorlar; 19,20,21,22,23 - nasoslar; 24 - manometr.

Aralashtirgich neft shlami bilan to'ldirildi, neft shlamining qovushqoqligini kamaytirish uchun o'qdagi quvurlar orqali 60°C gacha qizdirilgan erituvchi yuborildi, so'ngra 50 daqiqa davomida aralashtirildi. Shundan so'ng, nasos yordamida aralashmani neft mahsulotlari, suv va qoldiq massaga ajratish uchun davriy ishlash uchun suyultirilgan massa trikanterli sentrifugaga yuborildi. Olingan neft mahsuloti fraksiyalarga ajratish uchun rektifikatsiya kolonnasiga uzatildi. Haydash jarayonida ikki turdagi neft fraksiyalarini olish mumkin, ya'ni bu fraksiyalar - yengil nafta va og'ir nafta.

Uglevodorod va neft shlami aralashmasini aralashtirish uchun aralashtirgichli 1 kub idish tanlanadi. Erituvchi uchun aralashtirgich o'qida joylashgan yumaloq teshiklarga ega bo'lib, bir vaqtning o'zida erituvchi kiritilganda aralashmalarni intensiv aralashtirish uchun ishlatiladigan maxsus uskunadir. Taklif etilayotgan aralashtirgichning asosiy texnik xususiyatlari: aralashtirgich zanglamaydigan po'latdan yasalgan, bu esa korroziyaga yuqori chidamlilikni ta'minlaydi. Aralashtirgichning diametri va balandligi 1,2 m. Aralashtirgich 6 ta parraklarga ega bo'lib, ular optimal aralashtirishni ta'minlash va erituvchini xomashyoga kiritish uchun maxsus ishlab chiqilgan. Parraklarning diametri va o'qining uzunligi - 0,9 m, parraklarning uzunligi - 0,45 m, aylanish chastotasi - 60 ayl/min.

Smolali-asfaltli moddalarni ajratib olish uchun rektifikatsiya jarayonidan so'ng deasfaltizatsiya jarayoni amalga oshirildi. Deasfaltlashda 190°C da

suyultirilgan propan qoʻllanildi. Suyultirilgan propan aralashmaga nisbatan 1:5 nisbatda kolonnaning pastki qismiga berildi. Aralashma propanning koʻtariluvchi oqimi bilan intensiv ishlov berilib, propanda eriydigan moylardan ozod qilindi. Propanda erimaydigan smolali-asfaltli moddalar kolonnaning pastki qismida tindirildi. Asfaltsizlantirish jarayonidan soʻng kompressor yordamida aralashmani havo bilan oksidlash jarayoni amalga oshirildi. Oksidlash 220°C haroratda, 2 atm.da va jarayon davomiyligi 180 minutda olib borildi. Bitum olish maqsadida 3400 ml aralashma tayyorlandi, yaʼni $G_f = 3400$ ml (turli suyultirgichlar bilan suyultirilgan neft shلامي). Oksidlanish jarayonining optimal davomiyligini aniqlash uchun 2 soatdan 6 soatgacha boʻlgan bir qator tajribalar oʻtkazildi.



9-rasm. Oksidlanish davomiyligining bitumlarning choʻziluvchanligiga va yumshash haroratiga taʼsiri natijalari.

Bitumning oksidlanish davomiyligi olingan bitumlarning sifatiga taʼsir qiluvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Natijalar 6-rasmida keltirilgan.

180°C dan yuqori haroratda bitumga modifikatorlar qoʻshildi va 300 ayl/min tezlikda mexanik aralashtirish jarayoni amalga oshirildi. Aralashtirish davomiyligi polimer komponentlari donachalarining bir jinsliligi va eruvchanligiga bogʻliq. Aralashmaning bir jinsliligi quyidagicha aniqlandi: har 20 daqiqada shisha tayoqcha yordamida uning oqimi boʻylab polimer boʻlaklari mavjudligi aniqlandi.

5-jadval

Bitumlarni modifikatsiyalash jarayonining rejim parametrlari

№	Jarayon parametrlari	Modifikator turlari					
		SBS termoelast oplasti	Ishlatilgan shinalar kukuni	TAR mahsuloti	PTR-1	PTR-2	PTR-3
1.	Jarayon harorati, °C	180	200	185	190		
2.	Jarayon davomiyligi, min.	105	115	90	95		
3.	Aralashtirish tezligi, ayl/daq	350	250	300	300		

Biz *BNSHK-1* va *BNSHK-2* bitumlarini turli haroratlarda, turli nisbatlarda koʻp turdagi modifikatorlardan (termoelastoplast SBS, yeyilgan shinalar kukuni,

tar product, PTR-1 (Polimer-5%, Tar-3%, Rezina-6%), PTR-2 (Polimer-4%, Tar-3%, Rezina-7%), PTR-3 (Polimer-3%, Tar-3%, Rezina-8%) foydalanib modifikatsiyalash tajribalarini o'tkazildi.

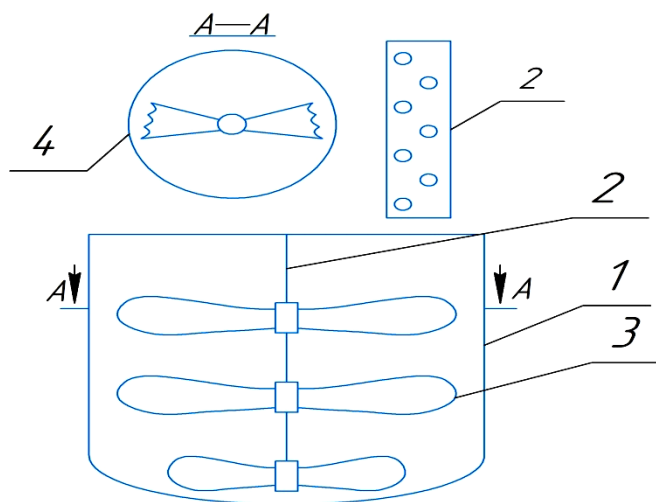
Neft shlamlaridan modifikatsiyalangan qurilish bitumini olish jarayoniga modifikatorlardan tashqari, apparatning rejim-konstruktiv parametrlari, ya'ni aralashtirgichli idishning geometrik o'lchamlari, aralashtirgich parraklarining soni, parraklarning aylanish chastotasi, parraklarning uzunligi va boshqalar ham ta'sir qiladi. Idishning diametri 0,6 m. 5-jadvalda aralashtirgich diametri nisbati (D/d), aylanish chastotasi va parraklar sonining aralashtirish samaradorligiga ta'siri natijalari keltirilgan.

6-jadval

Aralashtirgich konstruktiv parametrlarining aralashtirish samaradorligiga ta'siri aralashtirgich diametri $D=1,2$ m, parraklar diametri 0,9 m, aylanish chastotasi $n=60$ ayl/min.

№	Dimetr nisbatlari, m	Parraklar soni, dona	Aralashtirish samaradorligi, %
1.	1,3	2	71,88
2.		3	78,32
3.		4	86,75
4.		5	94,98
5.		6	99,85
6.		8	99,86

6-jadvaldan kórinib turibdiki, parraklar soni 2 tadan 6 tagacha oshirilganda aralashtirish samaradorligi sezilarli darajada oshgan – 71,88% dan 99,85% gacha. Biroq parraklar soni 8 tagacha oshirilganda samaradorlik deyarli o'zgarmagan (99,86%). Bu esa maksimal samaradorlik darajasiga yetilganini ko'rsatadi. Demak, diametr nisbatlari 1,3 bo'lgan sharoitda 6 ta parrak optimal hisoblanadi, chunki undan ortiq parrak qo'shish samaradorlikni sezilarli darajada oshirmaydi.



10-rasm. Tavsiya qilinayotgan aralashtirgich konstruksiyasi:

1-aralashtirgich korpusi, 2-aralashtirgich óqi, 3-aralashtirish parraklari, 4-aralashtirish parraklari.

Biz taklif etayotgan aralashtirgich oddiy aralashtirgichdan quyidagi farqlarga ega, ya'ni aralashtirgich va korpus diametrlarining optimal nisbati 1,3; parraklarning optimal soni va joylashuvi 6 dona va parraklarning qiyalik burchagi $<40^\circ$, parraklarning optimal diametrlari 0,9 metr va 0,82 metr. Aralashtirgichning balandligi 1,2 m; o'qining uzunligi 1 m. O'qda joylashgan teshikchalar soni 18 ta.

7-jadval

Bitum olish jarayonida qo'llaniladigan oddiy va taklif etilayotgan aralashtirgichning asosiy ko'rsatkichlarini qiyosiy tahlili ($t=60^\circ\text{C}$)

№	Ko'rsatkichlar	Oddiy aralashtirgich	Taklif etilayotgan aralashtirgich
1.	Aralashtirish rejimi, <i>Re</i>	1950	3800
2.	Aylanish chastotasi, <i>ayl/daq</i>	60	60
3.	Aralashtirish intensivligi, %	88,5	99,85
4.	Neft shlami aralashmasining qovushqoqligi, <i>sSt</i>	965	915
5.	Neft shlami aralashmasining zichligi, kg/m^3	1,08	0,94
6.	Aralashtirish davomiyligi, min	60	50

Tajribalar davomida jarayon davomiyligi 10 daqiqadan 60 daqiqagacha turli o'lchovlarda o'tkazildi. Aralashtirish jarayoni davomiyligining neft shlami aralashmasi zichligiga ta'siri natijalari 8-jadvalda keltirilgan.

8-jadval

Aralashtirish jarayoni davomiyligining neft shlami aralashmasining qovushqoqligi va zichligiga ta'siri natijalari

Oddiy aralashtirgich		Taklif etilayotgan aralashtirgich	
Aralashtirish davomiyligi, daq	Neft shlami aralashmasining zichligi, kg/m^3	Aralashtirish davomiyligi, min	Neft shlami aralashmasining zichligi, kg/m^3
0	1,2	0	1,2
10	1,18	10	1,17
20	1,15	20	1,13
30	1,11	30	1,08
40	1,08	40	1,02
50	1,04	50	0,95
60	0,95	60	0,94

8-jadvaldan ko'rinib turibdiki, aralashmani oddiy aralashtirgichda aralashtirishda neft shlami aralashmasining zichligi $1,2 \text{ kg/m}^3$ dan $0,95 \text{ kg/m}^3$ gacha, taklif etilayotgan aralashtirgichda zichlik ko'rsatkichi $0,94 \text{ kg/m}^3$ gacha kamayadi. Optimal davomiylik 50 daqiqa deb tanlandi, chunki 50 daqiqa davomida aralashtirib, kutilgan natijaga erishildi. Qo'shimcha aralashtirish vaqti energiya sarfiga olib keladi.

Toshchalar yoki yirik erimagan qismlari yo'qligiga ishonch hosil qilingach,

bitum 20 daqiqa davomida aralashtiriladi. Jarayon davomiyligi 50 daqiqadan 180 daqiqagacha davom etdi. Tahlillar modifikatorlar va bitumning turli nisbatlaridan foydalangan holda amalga oshirildi. Yaxshilab aralashtirilgandan so'ng, olingan modifikatsiyalangan bitumlarning xususiyatlarini o'rganish uchun namunalarni tahlillarga yuboramiz.

Ishlatiladigan modifikatorlar (termoelastoplast SBS, yeyilgan shinalar kukuni, TAR PRODUCT) olingan bitumning asosiy xossalariga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Shunga ko'ra, 4 turdagi PTR-1 modifikatori (termoelastoplast SBS-5%, Tar- 4%, Rezina-5%), 5 turdagi PTR-2 modifikatori (termoelastoplast SBS-3%, Tar-3%, Rezina-8%) va 6 turdagi PTR-3 modifikatori (termoelastoplast SBS-3%, Tar-5%, Rezina-6%) ishlab chiqildi.

9-jadval

Uchta turdagi kompleks modifikatorlar ta'sirida bitumning fizik-kimyoviy xususiyatlarining o'zgarishi natijalari BNSHK-1

Asosiy ko'rsatkichlar	PTR-1	PTR-2	PTR-3	GOST
KiSH bo'yicha yumshash harorati, °C	53	51	49	GOST 11506-73
Ignaning botish chuqurligi, 25°C da 0,1 mm	61	63	58	GOST 11501-78
Ignaning botish chuqurligi, 0°C da 0,1 mm	22	20	18	GOST 11501-78
Cho'ziluvchanlik, sm, 25 °C da	72	69	62	GOST 11505-75
Mo'rtlik harorati, °C	- 15	- 15	-8	GOST 11507-78
Ochiq tigelda chaqnash harorati, °C	220	230	210	33141-2014

8-jadvaldan ko'rinib turibdiki, bitumning asosiy ko'rsatkichlari *BNSHK-1* kompleks modifikator miqdoriga qarab o'zgaradi.

Ishlatiladigan modifikatorlar (eskirgan shinalar kukuni, TAR PRODUCT) olingan bitumning asosiy xossalariga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Shunga ko'ra, 7-turdagi RT-1 modifikatori (Rezina-8%, Tar-6%), 8-turdagi RT-2 modifikatori (Rezina-7%, Tar-7%) va 9-turdagi RT-3 modifikatori (Rezina-6%, Tar-8%) ishlab chiqildi.

10-jadval

BNSHK-1 bitumining fizik-kimyoviy xossalarini ikki turdagi kompleks modifikatorlar ta'sirida o'zgarishi natijalari

Asosiy kórsatgichlar	PT-1	PT-2	PT-3	ГОСТ
KiSh bóyicha yumshash harorati, °C	80	81	82	GOST 11506-73
Ninaning botish chuqurligi, 0,1 mm 25°C da	22	19	17	GOST 11501-78
Chóziluvchanlik, sm, 25 °Cda	7	5	3	GOST 11505-75
Mórtlanish harorati, °C	-10	-15	-8	GOST 11507-78

10-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, BNSHK-1 bitumining asosiy ko‘rsatkichlari kompleks modifikator miqdoriga qarab o‘zgaradi.

Olingan bitumlarning asosiy xossalarini aniqlash jarayonlari "Regional testing center" MCHJ laboratoriyasida olib borildi.

Sinovda quyidagi asboblardan va o‘lchash vositalaridan foydalanildi: LP 403-sonli penetrometr (08.04.2025-yilgacha 1016589-2024 metrologik tekshiruv sertifikat), LTR apparati (halqa va shar asbobi) (24.04.2025-yilgacha VA 01-02-19151 metrologik tekshiruv sertifikat), aspiratsion psixrometr (19.04.2025-yilgacha 974074-2024 metrologik tekshiruv sertifikat), 112-sonli termometr (08.04.2025-yilgacha 20070892 metrologik tekshiruv sertifikat), LYY-7 duktilometr (24.04.2025-yilgacha VA 01-02-19151 metrologik tekshiruv sertifikat).

11-jadval

Olingan qurilish va modifikatsion bitumlarning asosiy xossalari

Xarakteristika	BNS HK- 1	BNK- 45-190	BNS HK- 2	BNK- 90/130	BNSH M- 70/30	BN- 70/30	BNS HDM -60/90	BND- 60/90
Ignaning kirish chuqurligi 0,1 mm, 25 °C da	200	140-220	130	90-130	22	21-40	63	61-90
Yumshash harorati, °C	49	45-50	55	50-60	80	70-80	51	Kami da 47
Mo‘rtlik harorati, °C	-6	Kamida - 7	- 18	15 dan 20 gacha	- 18	-18 dan kam emas	- 18	-17 dan yuqori emas
Penetratsiya indeksi	2	-2 – 2	1	-1 – 1	1	-1 – 1	-1,5 – 1	-1

Modifikatsiyalangan bitum *BNSHM-70/30ning* 0,1mm, 25°C da ignaning kirish chuqurligi 22 ko‘rsatkichga ega bo‘lib, yumshash harorati 80°C, mo‘rtlik harorati -18°C ni tashkil etadi. Ushbu ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan olingan bitum *BN-70/30* markali amaldagi bitumning asosiy xususiyatlariga mos keladi. Modifikatsiyalangan bitum *BNSHDM-60/90* ignaning kirish chuqurligi 0,1 mm, 25°C da 63 mm, yumshash harorati 51°C, mo‘rtlik harorati -18°C. Ushbu xususiyatlarga ega modifikatsiyalangan bitum amaldagi *BND-60/90* markali bitum xususiyatlariga mos keladi.

Dissertatsiyaning "**Neft shlamlaridan modifikatsiyalangan bitum olish jarayonlarining asosiy qonuniyatlari**" deb nomlangan to‘rtinchi bobida neft shlamlaridan modifikatsiyalangan qurilish bitumi olish, neft shlamlaridan bitum olish jarayonlarining gidrodinamik rejimlarini hisoblash va optimallashtirish uchun qonuniyatlar, kriterial tenglamalar keltirilgan.

Modifikatsiyalangan bitumlarni neft qoldiqlaridan olishda quyidagi qonuniyatlar ochib berildi.

Neft shlami aralashmasini haydash jarayonida bitum olishda qonuniyat

aniqlandi - "Haydashda rektifikatsiya kolonnasi kub qismining harorati oshishi bilan olingan fraksiyalarning zichligi va qovushqoqligi oshadi".

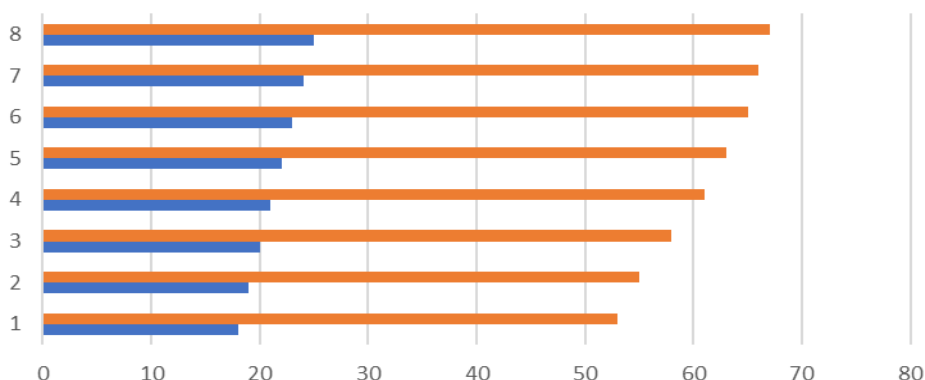
Ushbu qonuniyatning mexanizmi kubdagi harorat oshganda rektifikatsiya kolonnasidan chiqayotgan fraksiyalar tarkibining o'zgarishi bilan bog'liq: kubdagi harorat qancha yuqori bo'lsa, uglevodorod birikmalari distillyatga shuncha og'irroq tushadi. Og'irroq uglevodorodlarning molekulyar massasi va zichligi yuqori bo'ladi, shuning uchun chiqayotgan fraksiyalar zichroq bo'ladi.

Ushbu qonuniyatni tushuntirish bo'yicha o'tkazilgan tajriba natijalari 7-rasmda keltirilgan.



11-rasm. Olingan fraksiyalar zichligini haydash haroratiga bog'liq holda o'zgarish natijalari.

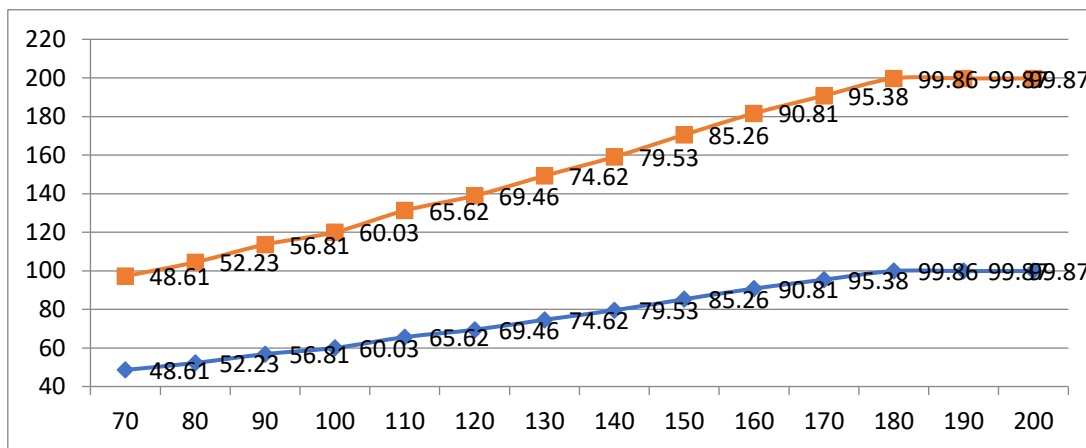
Qonuniyat - "Asfaltenlar bitumning yumshash haroratini oshiradi, bu esa uni yuqori haroratlarda deformatsiyalarga chidamlir qiladi" oksidlash va asfaltsizlantirish jarayonida bitum olishda aniqlangan. Bu esa bitumning sifatiga, ya'ni yumshash harorati ko'rsatkichiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Natijalar 8-rasmda keltirilgan.



12-rasm. Bitumning yumshash haroratini asfaltenlar miqdoriga bog'liq ravishda o'zgarish natijalari: 1-chiziq - yumshash harorati ko'rsatkichi, °C; 2-chiziq - asfaltenlar miqdori, %.

"TAR-mahsulotni bitumda aralashtirish intensivligi aralashtirishning harorat va vaqt parametrlariga rioya qilishni talab qiladi". Notekis taqsimlanish qoplamada nuqsonlarga olib keladi. Qonuniyat mexanizmi: yetarli bo'lmagan haroratda bitum yuqori qovushqoqlikka ega bo'ladi, bu esa uning matritsasida tar-mahsulotning bir

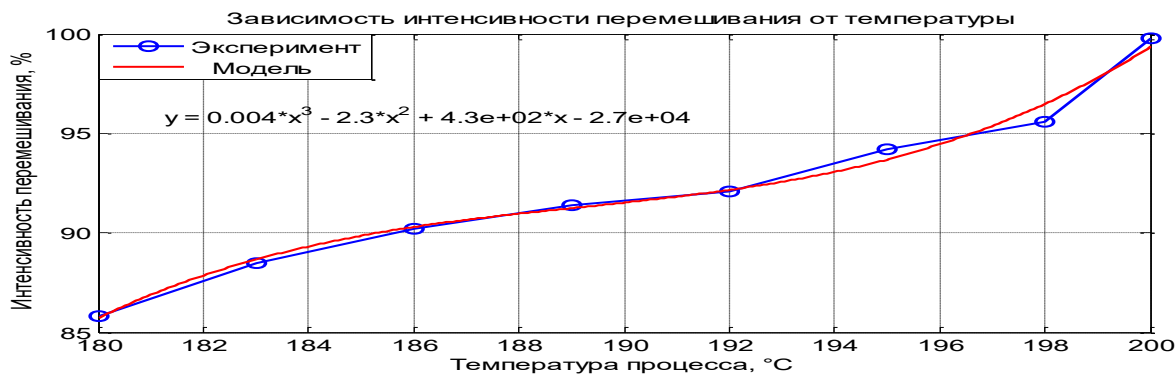
tekis taqsimlanishini qiyinlashtiradi. Optimal harorat bitum va tar-mahsulotning qovushqoqligini kamaytiradi, ularning o'zaro diffuziyasini va hajm bo'yicha taqsimlanishini osonlashtiradi. Biroq, ortiqcha qizdirish komponentlarning termooksidlanish destruksiyasiga, ularning xususiyatlarining o'zgarishiga va yakuniy mahsulot sifatining yomonlashishiga olib kelishi mumkin. Aralashtirish vaqti yetarli bo'lmaganda tar-mahsulot bitumda bir tekis taqsimlanmaydi, bu esa aralashmaning fazaviy bir jinsli bo'lmashligiga olib keladi. Yuqori haroratda uzoq vaqt aralashtirish mahsulotdagi organik birikmalarning parchalanishiga, bitumning kimyoviy tarkibining o'zgarishiga va uning ekspluatatsion xususiyatlarining yo'qolishiga olib kelishi mumkin.



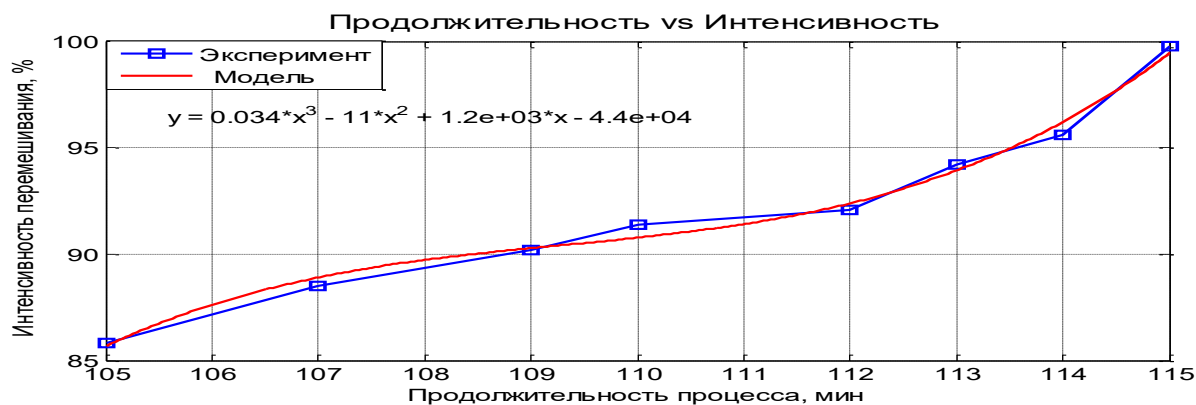
13-rasm. Aralashtirishning harorat va vaqt parametrlariga rioya qilish natijalari:

- - aralashtirish intensivligining aralashtirish haroratiga bog'liq ravishda o'zgarishi,
- ◆— - aralashtirish intensivligining aralashtirish vaqtiga bog'liq ravishda o'zgarishi.

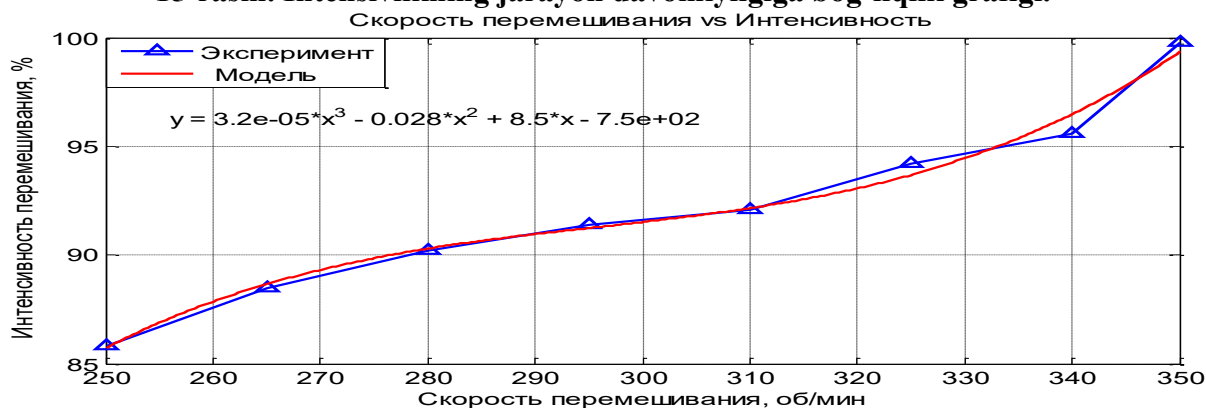
13-rasmdan ko'rinib turibdiki, past haroratlarda aralashtirish intensivligi past bo'ladi. Optimal harorat 180°C bo'lib, bunda aralashtirish jadalligining maksimal darajasiga erishiladi. Harorat yanada ko'tarilganda komponentlarning parchalanishi boshlanadi, bu esa aralashma sifatini yomonlashtiradi. Aralashtirish jadalligining haroratga bog'liq ravishda o'zgarishi natijalarida boshida aralashtirish jadalligi tez ortib borishini ko'rish mumkin. 90 daqiqadan so'ng to'yinishga erishiladi, keyinchalik aralashtirish dispersiyani deyarli yaxshilamaydi. Uzoq vaqt aralashtirish bitumning xususiyatlarini yomonlashtirishi mumkin.



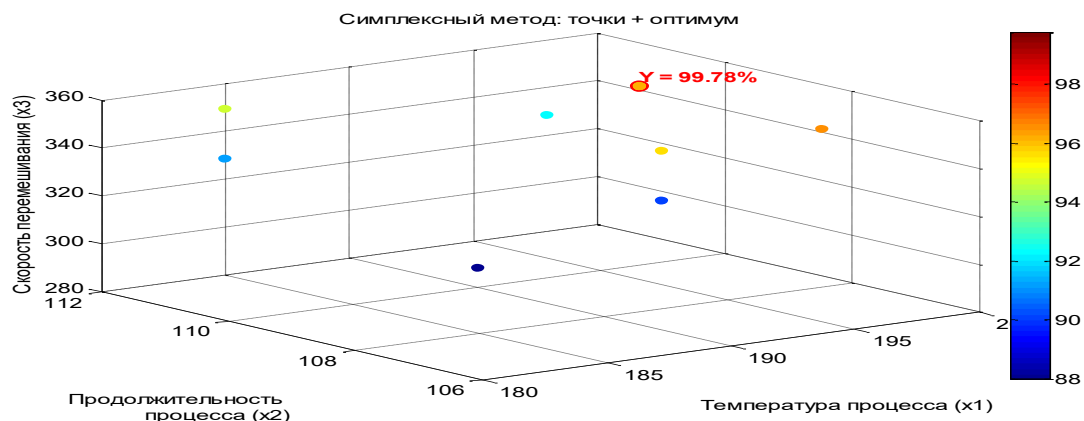
14-rasm. Intensivlikning temperaturaga bog'liqlik grafiqi.



15-rasm. Intensivlikning jarayon davomiyligiga bog'liqlik grafigi.



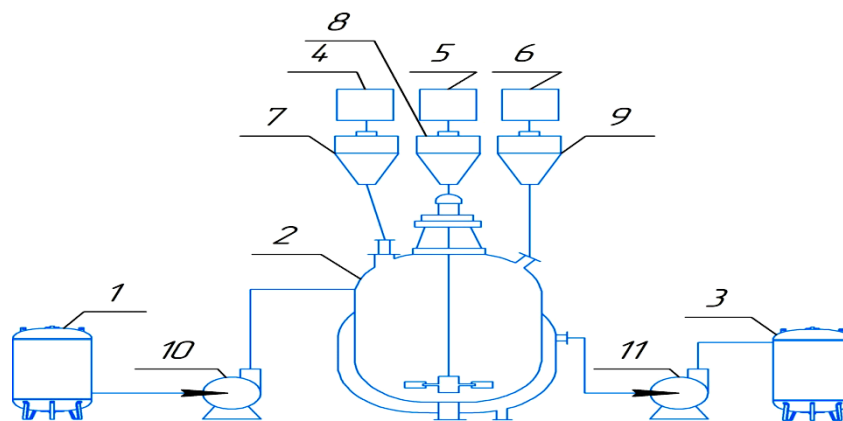
16-rasm. Intensivlikning aralashtirish tezligiga bog'liqlik grafigi.



17-rasm. Rang shkalasida javobni ko'rsatish bilan simpleks usul trayektoriyasining uch o'lchovli vizualizatsiyasi.

Simpleks qidiruv usuli bilan o'tkazilgan optimallashtirish natijasida eksperimental nuqtalarning omillar fazosidagi trayektoriyasini aks ettiruvchi uch o'lchovli model qurildi: jarayon harorati (x_1), jarayon davomiyligi (x_2) va aralashtirish tezligi (x_3). Vizuallashtirish asosida javob (aralashtirish intensivligi) maksimal qiymatga 99,78% ga yetishi aniqlandi.

Dissertatsiyaning "Neft shlamlaridan modifikatsiyalangan bitum olish jarayonlarining apparatlarini rasmiylashtirish" deb nomlangan beshinchi bobida neft shlamlaridan qurilish modifikatsiyalangan bitumini olish uchun qurilmani hisoblash, prinsipial sxemasi va texnologik liniyaning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari keltirilgan.



18-rasm. Neft chiqindilaridan modifikatsiyalangan bitum olish qurilmasi: 1- qurilish bitumi uchun sig‘im; 2-aralashtirgich; 3-modifikatsiyalangan bitum uchun sig‘im; 4,5,6-modifikatorlar uchun sig‘imlar; 7,8,9 - modifikatorlar uchun dozatorlar; 10,11 - nasoslar.

Qurilish bitumini modifikatsiyalash jarayoni quyidagicha kechadi. 160°C gacha qizdirilgan bitumga rezina kukuni qo‘shildi va rezina bo‘kishi uchun (300 ayl/min) 180°C da 20 daqiqa davomida aralashtirildi. So‘ngra rezina kukuni destruksiyasi uchun harorat 220°C gacha asta-sekin ko‘tariladi va keyin aralashtirish yana 10 daqiqa 200°C da davom ettiriladi. Qizdirish to‘xtatildi va massa 160°C gacha sovutilgandan so‘ng aralashtirib turib unga SBS termoelastoplasti kiritildi va SBS ning 180°C da bo‘kishi uchun 10 daqiqa davomida aralashtirildi (300 ayl/min). Qizdirish to‘xtatildi va massa 140°C gacha sovutilgandan so‘ng aralashtirib turib unga TAR mahsuloti (piroliz jarayonining og‘ir smolasi) kiritildi.

Barcha komponentlar aralashmasi 195°C haroratda 55 daqiqa davomida gomogenlash uchun aralashtirildi va qizdirilgan jo‘mrak orqali ajraladigan qoliplarga quyildi, mahsulot havoda sovutildi. Taklif etilgan modifikatsiyalangan bitumni qo‘llash isitilgan bitum tashuvchi mashinalarda tashishni talab qilmaydi. Taklif etilayotgan bitum modifikatori tarkibiga ishlatilgan shinalar chiqindisi bo‘lgan, zarrachalar diametri 0,4-0,6 mm bo‘lgan, bitumda oldindan destruksiyalangan rezina b‘laklari aralashtiriladi. Kroshka ikkilamchi qayta ishlanadigan polimer bo‘lib, undan foydalanish qimmatbaho sintetik polimerlar sarfini sezilarli darajada kamaytiradi va natijada modifikatorni sezilarli darajada arzonlashtiradi. Rezining destruksiyasi rezina tarkibidagi vulkanizatsiya to‘rining qisman parchalanishiga olib keladi va natijada uning bitum bilan gomogen aralashishiga yordam beradi. 5-15% miqdorda destruksiyaga uchragan b‘lakchalarning mavjudligi uning asosida olingan bitumning elastikligini va bir vaqtning o‘zida yumshashning yuqori haroratini ta‘minlaydi. Mayda bo‘laklarni 5% dan kam miqdorda ishlatish bir vaqtning o‘zida yumshash haroratining yuqori qiymatiga va mo‘rtlik haroratining past qiymatiga erishishga imkon bermaydi, uni 15 mas.% dan ortiq miqdorda ishlatish esa bitumning mayda bo‘laklar bilan ham, modifikatorning boshqa tarkibiy qismlari bilan ham gomogen aralashmasini olishga imkon bermaydi.

Iqtisodiy samaradorlikni baholash quyidagilarni ko‘rsatdi:

Ishlab chiqarish tannarxi an'anaviy bitumga nisbatan 12,5% ga arzon.

Investitsiyalarning qoplanish muddati 0,07 yilni tashkil etadi, bu esa loyihaning yuqori jozibadorligini ko'rsatadi. Ishlab chiqarish rentabelligi 14% ni tashkil etadi, bu an'anaviy texnologiyalar ko'rsatkichlaridan yuqori.

Neft shlamlaridan modifikatsiyalangan qurilish bitumi ishlab chiqarish iqtisodiy jihatdan samarali va raqobatbardosh hisoblanadi. Ushbu texnologiyani joriy etish yuqori rentabellik va investitsiyalarni nisbatan tez qaytarishni ta'minlaydi.

Neft shlamlarini qurilish bitumiga qayta ishlash nafaqat atrof-muhitga zararni kamaytirish, balki ilgari foydalanilmagan chiqindilardan qo'shimcha qiymat yaratish imkonini beradi. Ushbu texnologiyani joriy etishdan olinadigan yillik iqtisodiy samaradorlik yiliga 1669440000 so'mni tashkil etadi.

XULOSALAR

Neft qoldiqlaridan modifikatsiyalangan bitumlar olish texnologiyasini o'rganish va ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Dastlab neft shlamlarining kimyoviy tarkibini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borildi: asfaltenlar 4,2% gacha, smola 21,0% gacha; parafin-naften uglevodorodlar 41,2% gacha; monotsiklik aromatik uglevodorodlar 4,6% gacha; bi- va tritsiklik aromatik uglevodorodlar 5,8% gacha; politsiklik aromatik uglevodorodlar 9,7% gacha.

2. Oksidlash va deasfaltizatsiyalash jarayonining asosiy rejim parametrlari tanlandi, ya'ni deasfaltizatsiyalashda xomashyoga 1:5 nisbatda 190°C da suyultirilgan propan qo'llanildi va oksidlash 220°C haroratda, 2 atm.da va jarayon davomiyligi 180 daqiqa davom etdi.

3. Erituvchining miqdori 10% dan 30% gacha bo'lganda neft shlamining zichligi va qovushqoqligiga ta'siri o'rganildi bunda, zichlik $1200 \div 990 \text{ kg/m}^3$, qovushqoqlik esa $1,08 \div 0,935 \text{ mm}^2/\text{s}$ oralig'ida o'zgardi.

4. Modifikatsiyalash jarayonining optimal harorati - 190°C, jarayon davomiyligi 95 min va aralashtirish tezligi 300 ayl/min ekanligi aniqlandi.

5. Neft shlami va erituvchini 80:20 nisbatda aralashtirish uchun takomillashtirilgan aralashtirgich ishlab chiqildi va Reynolds sonining aralashtirgichning aylanish chastotasiga bog'liq ravishda 1950 dan 3800 gacha o'zgarishi aniqlandi, bunda aralashtirish samaradorligi 88,5% dan 99,85% gacha oshdi va aralashtirish davomiyligi 60 daqiqadan 50 daqiqagacha qisqardi.

6. SBS termoelastoplasti miqdori 1% dan 5% gacha, eskirgan shina kukuni 1% dan 5% gacha va mahsulot TAR (piroliz jarayonining og'ir smolasi) 1% dan 10% gacha bo'lganda bitumning fizik-kimyoviy xossalari (cho'ziluvchanligi, ignaning botish chuqurligi, yumshash harorati va boshqalar) o'zgarishi aniqlandi.

7. PTR-1 (termoelastoplast SBS-5%, Tar-4%, Rezina-5%), PTR-2 (termoelastoplast SBS-3%, Tar-3%, Rezina-8%) va PTR-3 (termoelastoplast SBS-3%, Tar-5%, Rezina-6%) kompleks modifikatorlari ishlab chiqildi va BNSHK-1 markali bitumning fizik-kimyoviy xossalari o'zgarishi aniqlandi.

8. Quyidagi qonuniyatlar aniqlandi va mexanizmlar asoslandi: bitumda TAR-mahsulotni aralashtirish intensivligi aralashtirishning harorat va vaqt parametrlariga rioya qilishni talab qiladi; tarkibida faol komponentlar (masalan, kislorod saqlovchi funksional guruhlar) yuqori bo'lgan tar-mahsulotlar bitumning adgezion xususiyatlarini yaxshilaydi, suv ta'sirida qoplamaning ko'chish ehtimolini kamaytiradi.

9. Modifikatsiyalangan bitum olish jarayonini simpleks izlash usuli bilan optimallashtirish natijasida omillar fazosida tajriba nuqtalarining trayektoriyasini aks ettiruvchi uch o'lchovli model qurildi: jarayon harorati (x_1), jarayon davomiyligi (x_2) va aralashtirish tezligi (x_3). Vizuallashtirish asosida javob (aralashtirish intensivligi, y (%)) maksimal qiymatga 99,78% ga yetishi aniqlandi. Tuzilgan model ko'p omilli tajribada optimumni topish masalasi uchun simpleks usulni qo'llashning samaradorligini tasdiqlaydi.

10. O'tkazilgan laboratoriya tajribalari va sanoat sinovlari asosida modifikatsiyalangan qurilish bitumini olish uchun takomillashtirilgan aralashtirgichdan iborat samaradorli texnologik liniya ishlab chiqildi.

11. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, neft shlamlarini qayta ishlash xomashyo xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi, chunki neft chiqindilari an'anaviy bitum mahsulotlariga nisbatan kam xarajatli resurs hisoblanadi. Bundan tashqari, modifikatsiyalovchi qo'shimchalardan foydalanish bitumning sifatini oshiradi, bu esa uning bozor narxini oshiradi. Taklif etilayotgan texnologiya ning ishlab chiqarish rentabelligi 14% ni tashkil etib, uni joriy etishdan kutilayotgan yillik iqtisodiy samaradorlik yiliga 1669440000 so'mni tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02.30.12.2019.К/ТЗ5.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ЮСУПОВА НАДИРА КАЙПБАЕВНА

**РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМОВ ИЗ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ**

02.00.08 – Химия и технология нефти и газа

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА (DSc)
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистана за номером B2025.1.DSc/T878

Диссертация выполнена в институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.iopx.uz и Информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу www.ziynet.uz.

Научный консультант:

Хурмамамов Абдугаффор Мирзабдуллевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Сайдахмедов Шамшитдин Мухторович
доктор технических наук, профессор

Фозилов Садриддин Файзуллаевич
доктор технических наук, профессор

Тураев Толиб Бозорович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Ферганский Государственный технический университет

Защита диссертации состоится «19» август 2025 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02.30.12.2019.к/т.35.01 при Институте общей и неорганической химии (Адрес: 100170, город Тошкент, улица Мирзо Улугбека, 77а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90, e-mail: tkti_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (регистрационный номер №11). (Адрес: 100170, город Тошкент, улица Мирзо Улугбека, 77а. Тел.: (99871) 262-56-60;

Автореферат диссертации разослан «4» августа 2025 года.
(Протокол рассылки №11 «4» августа 2025 года)



Б.С. Закиров

Председатель научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н., проф.

Д.С. Салиханова

Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н., проф.

Н.Д. Эшметов

Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученой степени д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора (DSc) наук)

Актуальность и востребованность темы диссертации. По всему миру, одной из актуальнейших проблем на сегодняшний день является проблема утилизации нефтяных отходов. Утилизация путем захоронения и сжигания, разливы нефти и сбросы в сточные воды негативно влияют на экологию. За время эксплуатации существующих объектов накопилось значительное количество отходов, которые могут быть использованы вторично для более эффективного использования ресурсов. Сложные физико-химические и многокомпонентные устойчивые смеси, которые состоят из нефтепродуктов, механических примесей и воды, даже при утилизации требуют дополнительной обработки. Использование отходов нефтепереработки снижает затраты на сырье, минимизирует экологические издержки и способствует рациональному использованию ресурсов. Поэтому, переработка нефтяных шламов и получение из них вторичных продуктов является очень актуальной проблемой с экологической и экономической точки зрения.

В мире переработка нефтяных отходов и получение вторичных продуктов считается сложным процессом, и при реализации этих процессов проводится ряд исследований по разработке энерго-и ресурсосберегающих технологий. В области переработки нефтяных отходов необходимо обосновать следующие научные решения: разработка эффективной технологии переработки нефтяных шламов; выбор оптимального типа и количества растворителя для смешивания нефтяных отходов и растворителя, совершенствование конструкции аппарата для смешивания нефтяных отходов и растворителя; особое внимание уделяется определению закономерностей процесса получения битума из нефтяных отходов, выбору оптимального вида и количества модификаторов для улучшения качества битумов, полученных из нефтяных отходов; определению физико-химических свойств строительного битума, полученного из нефтяных отходов; определению оптимального соотношения модификаторов для модификации полученных строительных битумов; определению физико-химических свойств модифицированного битума, полученного из нефтяных шламов, и разработке безотходной технологии получения битума из нефтяных отходов.

В республике достигнуты определенные теоретические и практические результаты в области переработки нефтяных отходов, получения битумов и улучшения их качества. В третьем направлении Стратегии развития Нового Узбекистана, направленной на дальнейшее развитие Республики Узбекистан, определены задачи по направлению "Внедрение рыночных механизмов с установлением гарантий социальной защиты в газоснабжении путем ускорения процессов трансформации в нефтегазовой отрасли..."¹ В связи с этим, проведение научных исследований по переработке нефтяных отходов,

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года No УП-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы."

отделению органической части от механических примесей и воды, разработке новой технологической линии получения битумов из нефтяных отходов и улучшению качества полученных битумов с использованием различных модификаторов имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует реализации задач, предусмотренных в указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-2614 от 28 сентября 2016 года «О мерах по увеличению производства готовой экспортоориентированной продукции на основе глубокой переработки углеводородного сырья на 2016-2020 годы», № ПП-307 от 7 июля 2022 года «Об организационных мерах по реализации Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.² Научные исследования, направленные на совершенствование технологии очистки органической части нефтяных шламов и разработку новых материалов на основе нефтяных шламов, проводятся в ведущих научных центрах и высшими учебными заведениями, в том числе University of Cincinnati, California Institute of Technology (США), Heriot Watt Institute of Petroleum Engineering (Великобритания), Norwegian University of Science and Technology (Норвегия), Japan Petroleum Institute, Tokyo National University (Япония), French Petroleum Institute (Франция), Уфимский государственный нефтяной технический университет (Россия), Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина (Россия).

В результате проведенных мировых исследований, направленных на очистку органической части нефтяных шламов от воды и механических примесей, ускорение процессов получения новых видов материалов и совершенствование установок для их подготовки, были получены следующие научные результаты: разработана установка для технологии переработки нефтяных шламов (Казахстан, Актау, Университет имени Есенова), усовершенствованы технологии утилизации нефтяных шламов (Россия, ОАО РосНИПИтермнефть), осуществлена переработка нефтешлама на установках Fortan и Pirol (Россия, TT GROUP Recycling Technologies), получены

²Dissertatsiya mavzusi bo'yicha chet el ilmiy tadqiqotlari tavsifi

<https://science.sciencemag.org/content/220/4595/365>;

<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.matsci.27.1.89>; <https://www.epa.gov>;

<https://engineering.tamu.edu>; <https://www.humboldt.com>; <https://www.petrobras.com.br>;

<https://www.ifpenergiesnouvelles.com>; <https://cup.edu.cn>; <https://csu.edu.cn>; <https://www.t.u-tokyo.ac.jp>;

<https://www.chemistry.or.jp>; <https://sharif.edu>; <https://www.imperial.ac.uk>; <https://albertainnovates.ca> va boshqa havolalar.

композитные материалы на основе нефтяных шламов (Омский государственный технический университет), разработана технология обезвреживания нефтяных шламов (Россия, компания МИДА – производитель промышленных технологических установок), разработан гидрогенизационный метод переработки нефтяных шламов (ПАО «Электрогорский институт нефтепереработки»), разработан замкнутый цикл переработки нефтешлама (Россия, Институт прикладных технологий, г. Нижний Новгород), создан мобильный комплекс для утилизации жидких и твёрдых нефтешламов (Россия, ООО «Монтаж Инжиниринг»), получены углеродные адсорбционные материалы на основе нефтяных шламов (Китай, Лаборатория тяжёлой нефти), осуществлено извлечение нефти из различных видов нефтешламов с применением ПАВ и растворителей (Великобритания, Университет Рединга), разработаны составы для извлечения нефти из нефтешламов (Китай, Шанхайский университет Цзяотун); получены активированные катализаторы на основе нефтяных шламов с использованием LiOH (Китай, China National Heavy Machinery Research Institute); изучена кинетика переработки нефтешлама методом пиролиза (Тайбэй, Taiwan University); исследовано влияние ионных жидкостей на процесс извлечения нефти из нефтешламов (Ирак, University of Thi-Qar); изучены оптимальные условия извлечения нефти из нефтяных шламов с использованием микроэмульсий (Китай, College of Chemistry and Chemical Engineering), изучены методы биологической очистки нефтяных шламов (Южная Африка, EPCSM Holding), разработаны технологии переработки нефтяных шламов с использованием электродиспергирования (Россия, Пензенский государственный университет), разработана технология получения топлива из нефтесодержащих отходов (Канада, Memorial University of Newfoundland).

В мире проводятся исследования по переработке нефтешламов и по получению из них различных вторичных продуктов, в том числе по следующим приоритетным направлениям: применение методов утилизации нефтяных шламов, усовершенствование конструкций установок предназначенных для переработки нефтяных шламов, повышение эффективности процесса перемешивания нефтяного шлама и растворителя и определения физико-химических свойств выделенных фракций, разработка технологий получения строительного и модифицированного битума из нефтяных отходов. Особое внимание уделяется оценке физико-химических характеристик легких и тяжёлых фракций, извлечённых из нефтешламов, определению содержания воды и механических примесей, обоснованию оптимального соотношения компонентов при использовании органических растворителей, разработке эффективных методов перемешивания нефтяного шлама и растворителя, усовершенствованию конструктивных параметров аппаратов для перемешивания нефтешлама и растворителя, определению их гидравлических характеристик, а также оценке потенциала использования извлечённых фракций для получения промышленных продуктов – битума и модифицированных битумов.

Степень изученности проблемы. Решению широкого круга проблем в областях нефтехимии, нефтепереработки и нефтегазопереработки посвящены работы – Акимов Г.В., Балезин С.А., Колотыркин Я.М., Жук Н.П., Томашов Н. Д., Никитин В.И. Сокол И.Я. Чернова Г.П., Юсупбеков Н.Р., Салимов З.С., Жуманиязов М.Ж., Туробжонов С.М., Икрамов А.И., Кодиров Х.И., Юнусов М.П., Хамидов Б.Н., Сайдахмедов Ш.М., Сайдахмедов Э.М., Юсупов Ф.М., Ибодуллаев А.С., Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю. и другими проводились исследования, направленные на развитие теоретических основ процессов и аппаратов химической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности и внедрены в практику.

Теоретические и прикладные исследования этих ученых посвящены развитию химической технологии, коллоидной и мембранной химии, нефтехимии, нефтепереработки и теоретических основ процессов нефте- и газопереработки, интенсификации процессов и созданию основ расчета и проектирования технологического оборудования.

Изучение химического состава нефтяных шламов, гидродинамики процессов получения строительного битума и аппаратах различной конструкции имеет значение при расчете их гидравлического сопротивления и мощности насоса для перекачки технологических жидкостей. Однако, влияние технологических, режимно-конструктивных параметров на эффективность получения строительного битума и оптимальные модификаторы для улучшения качеств этих полученных битумов еще полностью не изучено.

Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии в рамках хозяйственных договоров "Разработка технологии переработки и утилизации нефтяного шлама на примере УП БНПЗ" и "Разработка и внедрение технологии извлечения битума из нефтяных остатков".

Цель исследования разработка новой технологии получения модификационных битумов из нефтяных отходов и усовершенствование аппарата для эффективного перемешивание разбавленного нефтяного шлама.

Задачи исследования: определение состава нефтяных отходов различных по происхождению (отходные нефтешламы, резервуарные нефтешламы, нефтешламы образующихся от очистки технических вод);

выбрать оптимальный вид и количество растворителя для перемешивания с нефтяным отходом и определить количество легких фракции полученных при перегонке;

усовершенствование аппарата для эффективного перемешивание нефтяного шлама и растворителя;

разработка технологической линии для получения строительного битума из нефтяных отходов;

определение влияния режимно-конструктивных и технологических параметров процесса получения строительного битума из нефтяных отходов;
определение физико-химических свойств полученного строительного битума из нефтяных отходов;
определение оптимального соотношения модификаторов для модификации полученных строительных битумов;
определение физико-химических свойств полученного модифицированного битума из нефтяных отходов;
расчет ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения данной технологии.

Объектом исследования является нефтяной шлам, смеси нефтяного шлама с различными разбавителями в различных соотношениях и строительный битум, полученный из нефтяных отходов.

Предметом исследования являются технологические и гидродинамические процессы при переработке нефтяных отходов, при получении строительного битума из нефтяных отходов и процесс модификации битума.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы методы статистической обработки экспериментальных данных, планирования экспериментов, определения физико-химических свойств нефтешламов, теории подобия и принципы моделирования, методы определения состава нефтяных отходов и модификационных добавок, компьютерной обработки экспериментальных данных и математические методы в химической технологии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено, что оптимальным количеством для очистки механических примесей от разбавленного нефтяного шлама до 0,05% и для снижения вязкости смеси нефтяного шлама является наиболее подходящий растворитель (легкая нефть) и 20% растворитель для интенсивного перемешивания нефтяного шлама.

установлено, что за счет усовершенствования конструкции мешалки, предназначенного для перемешивания нефтяного шлама и растворителя, время перемешивания нефтяного шлама и растворителя сокращается до 16%;

разработана технологическая линия с оптимальными режимными параметрами для получения строительного битума и модифицированного (с различными модификаторами ПТР-1, ПТР-2, ПТР-3) битума из нефтяных отходов;

определены оптимальные условия процесса получения строительного битума из нефтяных отходов: температура процесса окисления 220⁰С и продолжительность окисления 180 мин при давлении кислорода 202 кПа;

доказано, что полученные битумы из нефтяных отходов БНШК-1 соответствует по свойствам действующего данное время битума марки БНК-45/190 и модифицированный битум БНШДМ-60/90 и БНШМ-70/30 соответствуют по основным характеристикам битумов марки БНД-60/90 и

БН-70/30;

доказано, что с увеличением температуры кубовой части ректификационной колонны при перегонке увеличивается плотность и вязкость полученных фракции, асфальтены повышают температуру размягчения битума, что делает его более устойчивым к деформациям при высоких температурах.

Практические результаты исследования.

разработана эффективная с экономической и экологической точек зрения технология переработки нефтяных шламов и для получения из них вторичных продуктов;

в процессе перемешивания нефтяного шлама и растворителя определены оптимальный тип и количество растворителя для получения смеси с необходимой плотностью и вязкостью, а также разработана усовершенствованная конструкция мешалки;

определены оптимальные технологические параметры процесса переработки нефтяных шламов и получения из них вторичного продукта;

определены оптимальный тип и количество добавляемых модификаторов для улучшения качества полученных битумов и для продления срока использования;

разработана технологическая линия с низкими энергетическими затратами и предложена рекомендация по использованию результатов диссертационной работы в промышленных условиях, позволяющих улучшить экологическую обстановку на территории нефтеперерабатывающего завода.

Достоверность результатов исследований подтверждается успешной промышленной эксплуатацией предлагаемого аппарата, рассчитанного и спроектированного на основе проведенных исследований. и согласованностью теоретических результатов с данными собственных экспериментов, теоретических расчетов по литературным источникам.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется разработкой эффективной технологической линии для получения строительного битума из нефтяных шламов и модификации полученного строительного битума с использованием недорогих модификаторов, являющихся отходами производства, а также оптимальными гидродинамическими режимами для процесса получения битума.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке методов отделения органической части от воды и механических примесей в составе нефтяных шламов при предлагаемых оптимальных условиях. Применение данной технологии позволяет извлекать до 49% органической части нефтешлама, а извлеченная органическая часть служит для получения новых видов продуктов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов исследований по подготовке нефтяных шламов к первичной

переработке:

технология утилизации нефтяных шламов с использованием технологии получения модифицированного строительного битума из нефтяных отходов включено в перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в практику ООО “Ферганский НПЗ” в 2025-2026 годах (справка Ферганского НПЗ за №02-03/51 от 27 марта 2025 года). В результате с помощью этой технологии из смеси нефтяного шлама было получено до 36% строительного битума, что позволило очистить территорию нефтеперерабатывающего завода от загрязняющих отходов;

оптимальная технология извлечения органической части из состава нефтяных отходов с использованием подходящего растворителя включено в перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в практику ООО “Ферганский НПЗ” в 2025-2026 годах (справка Ферганского НПЗ за №02-03/51 от 27 марта 2025 года). В результате данная технология позволяет разделить из состава нефтешлама до 49% органической части;

эффективная технология модификации строительного битума включено в перечень перспективных разработок, подлежащих внедрению в практику ООО “Ферганский НПЗ” в 2025-2026 годах (справка Ферганского НПЗ за №02-03/51 от 27 марта 2025 года). В результате данная технология позволяет получить дорожный битум марки *БНЩД-60/90* из строительного битума марки *БНШК-1*.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждались на 14 международных и 28 республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 66 научных работ, в том числе 2 монографии, из них 1 монография опубликована издательстве «LAMBERT Academic Publishing» (Германия) и 21 статей в журналах, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан, в том числе в 14 республиканских и 7 зарубежных журналах из них 5 статьи на журналах индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, библиографии и приложений. Объем диссертации составляет 178 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, указано соответствие диссертационной работы приоритетным направлениям развития науки и технологий, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, приводятся сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов диссертационной работы, опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **"Состояние теории и практики получения модифицированного битума"** приведен обзор литературы, в котором подробно приведены сведения по методам модификации битумов, классификации веществ, используемых в качестве модификаторов, сравнительному анализу технологий получения модифицированного битума.

Во второй главе диссертации **"Изучение физико-химических свойств нефтяных отходов и модификаторов"** проведены исследования по определению содержания воды и легких фракций в составе нефтяных шламов в экспериментальных условиях, физико-химических свойств нефтяных шламов и модификаторов, количества различных примесей в составе нефтяного шлама.

По ходу экспериментов нефтяной шлам растворяли различными растворителями и изменяли режимные показатели, т.е. продолжительность перемешивания, температуру опыта, скорость потока, количество растворителя и т.д. Получены следующие результаты по определению состава нефтяных шламов различного происхождения.

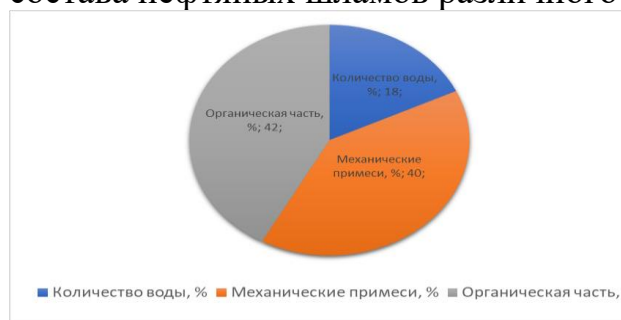


Рис. 1. Состав нефтяных шламов образующихся от очистки технических вод.



Рис. 2. Состав резервуарных нефтяных шламов.

Как видно из рис. 1 по результатам проведенных исследований было доказано, что состав шламов от очистки технических вод состоит из 18% механических примесей, 42% воды и 40% органической части.

Как видно, из рис. 2 по результатам проведенных исследований было доказано, что состав резервуарных нефтяных шламов, состоит из 5% механических примесей, 12% воды и 83% органической части.

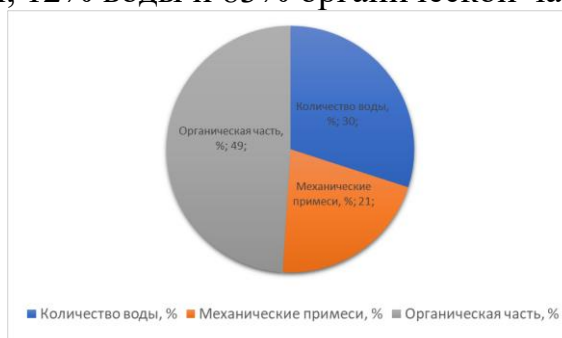


Рис. 3. Состав нефтяных шламов из шламонакопителей:
1-механические примеси, %; 2-количество воды; 3-органическая часть, %.

Как видно из рис. 3 по результатам проведенных исследований было доказано, что состав нефтяных шламов из шламонакопителей состоит из 30% механических примесей, 21% воды и 49% органической части.

Проведены опыты по изучению изменения плотностей отходных нефтяных шламов при добавлении три вида растворителей (легкая нефть, керосин, реформат) от 5 до 30 процентов рис.4.

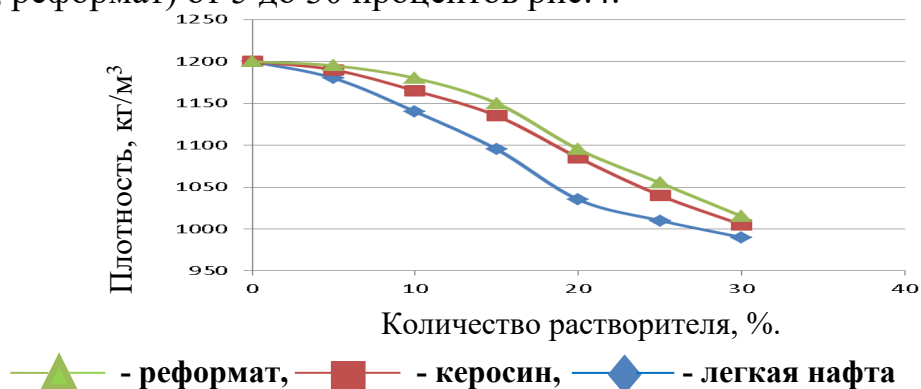


Рис. 4. Изменение плотностей отходных нефтяных шламов в зависимости от количества добавления различных растворителей.

Из рис.4. видно, что изменение количество растворителя добавленных в состав отходного нефтяного шлама от 5% до 30% уменьшает плотность от 1200 кг/м³ до 990 кг/м³. Плотность обычного отходного нефтяного шлама без добавления растворителя составляет 1200 кг/м³. При добавлении 5% растворителя легкая нефть плотность нефтяного шлама составляет 1180 кг/м³. Если количество растворителя достигает до 10 %, тогда нефтяной шлам имеет плотность 1140 кг/м³. При добавлении 15% растворителя плотность нефтяного шлама составляет 1095 кг/м³. Если количество растворителя достигает до 20 %, тогда нефтяной шлам имеет плотность 1035 кг/м³. Плотность отходного нефтяного шлама составляет 1010 кг/м³, при добавлении 25% растворителя. Если количество растворителя легкая нефть достигает до 30%, тогда нефтяной шлам имеет плотность 990 кг/м³. Это объясняется тем, что с помощью растворителя растворяется органическая часть нефтяных шламов, (например: тяжелые нефтяные углеводороды) и это, конечно же, влияет на их плотность. В результате можем сказать, что самый оптимальный растворитель для уменьшения плотности нефтяных шламов является легкая нефть.

Так же, проведены опыты по изучению изменения плотностей нефтяных шламов, образовавшегося при очистке технических вод при добавлении растворителя от 5 до 30 процентов рис.5.

Из рис.5. видно что, изменение количество растворителей добавленных в состав нефтяных шламов образовавшегося при очистке технических вод от 5% до 30% уменьшает плотность от 1060 кг/м³ до 875 кг/м³. Плотность обычного отходного нефтяного шлама без добавления растворителя составляет 1060 кг/м³. При добавлении 5% растворителя легкая нефть плотность нефтяного шлама составляет 1020 кг/м³.

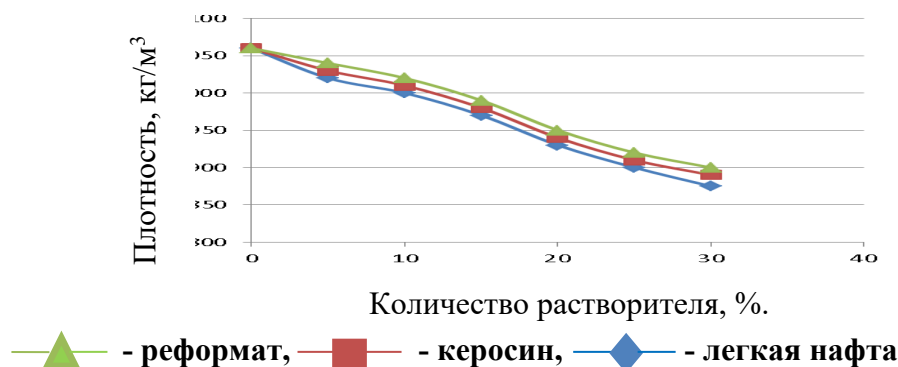


Рис. 5. Изменение плотностей нефтяных шламов образовавшегося при очистке технических вод в зависимости от количества добавления различных растворителей.

Если количество растворителя достигает до 10 %, тогда нефтяной шлам имеет плотность 1000 кг/м³. При добавлении 15% растворителя плотность нефтяного шлама составляет 970 кг/м³. Если количество растворителя достигает до 20%, тогда нефтяной шлам имеет плотность 930 кг/м³. Плотность нефтяного шлама, образовавшегося при очистке технических вод, составляет 900 кг/м³, при добавлении 25% растворителя. Если количество растворителя достигает до 30%, тогда нефтяной шлам имеет плотность 875 кг/м³.

По ходу экспериментов проведены опыты по изучению изменения плотностей резервуарных нефтяных шламов при добавлении растворителя от 5 до 30 процентов рис.6.

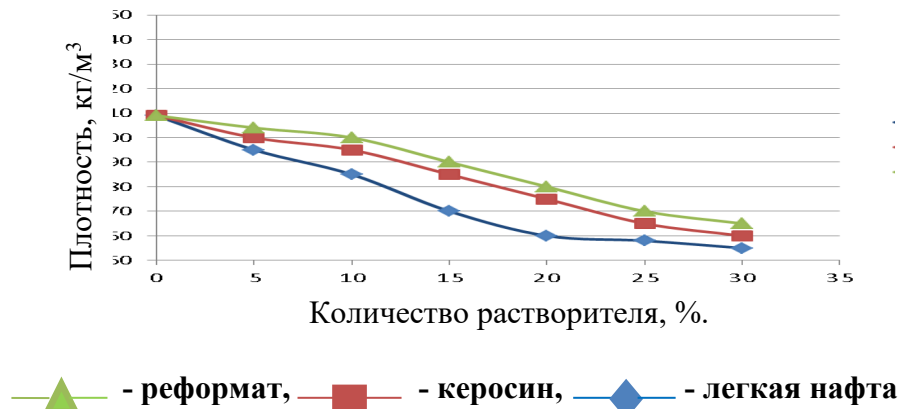


Рис. 6. Изменение плотностей резервуарных нефтяных шламов в зависимости от количества добавления различных растворителей.

Из рис.6. видно, что изменение количество растворителей добавленных в состав нефтяных шламов образовавшегося при очистке технических вод от 5% до 30% уменьшает плотность от 909 кг/м³ до 855 кг/м³. Плотность обычного отходного нефтяного шлама без добавления растворителя составляет 909 кг/м³. При добавлении 5% растворителя плотность нефтяного шлама составляет 895 кг/м³. Если количество растворителя достигает до 10%, тогда нефтяной шлам имеет плотность 885 кг/м³. При добавлении 15% растворителя плотность нефтяного шлама составляет 870 кг/м³. Если количество растворителя достигает до 20%, тогда нефтяной шлам имеет плотность 860 кг/м³. Плотность нефтяного шлама, образовавшегося при

очистке технических вод, составляет 858 кг/м³, при добавлении 25% растворителя. Если количество растворителя достигает до 30%, тогда нефтяной шлам имеет плотность 855 кг/м³.

После изучения химических свойств органической части нефтяных шламов определили, что их химический состав составляет: асфальтенов до 4,2-4,5%, смолы до 21,0%; парафинонафтеновых углеводородов до 41,2%; моноциклических ароматических углеводородов до 4,6%; би- и трициклических ароматических углеводородов до 5,8%; полициклических ароматических углеводородов до 9,7%.

Разбавленный нефтяной шлам (13000 мл) направляли в ректификационную колонну с помощью насоса для фракционирования в соотношении (80:20) с легкой нефтью. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты перегонки разбавленного нефтяного шлама с легкой нефтью

нафта												
Продолжительность процесса перегонки, τ , мин												
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Температура верхней части ректификационной колонны t , $^{\circ}\text{C}$												
30	38	45	56	70	74	76	80	80	82	82	82	62
Температура кубовой части ректификационной колонны t , $^{\circ}\text{C}$												
40	60	80	95	90	94	95	98	105	108	115	120	125
Объем полученных фракции V , мл												
				560	590	680	790	940	1210	1200	1150	1080
Плотности полученных фракции, ρ , кг/м ³												
						785	790	820	840			850
Вязкости полученных фракции, μ , мм ² /с												
						1,15	1,26	1,59	2,04			2,26
Полученные фракции при перегонке разбавленного нефтяного шлама												
						Тяжелая нефта			Керосин			

Из табл.1 видно, что из общей смеси $G_f=13000$ мл, перегонялось в ректификационной колонне $G_d=8200$ мл фракции, количество кубовой остатка $G_w=4720$ мл.

$$G_f = G_d + G_w = 8200 + 4720 = 12920$$

$$13000 - 8200 - 4720 = 80 \text{ мл};$$

Общая потеря процесса перегонки нефтяного остатка составляет: 0,61%.

$$\text{Остаток перегонки } 4720 \text{ мл} = 4484 \text{ гр}$$

$$\text{Остаточная фракция } 4720 \text{ мл} + \text{Мазут } 4720 \text{ мл}.$$

Остаток перегонки смеси нефтяного шлама перемешивали с мазутом в соотношении 50%÷50%. В кубовой части ректификационной колонны проводили перегонку сырья, в результате которой пары дистиллятов легких фракций, выходящих из верхней части ректификационной колонны 5, конденсировались и охлаждались водой в вертикальном трубчатом холодильнике 9. Затем охлажденный конденсат поступал в измерительную

емкость 12. В результате чего, был получен более тяжелая фракция как тяжелый газойл.

Таблица 2

Результаты перегонки смеси нефтяного шлама и мазута

	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	200
t, °C _{верх}	36	40	42	46	48	50	55	60	65	70	75	80	85	95	100
t, °C _{нижн.}	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	260	280	300	320
v, мл	-	-	-	-	50	70	90	110	140	165	190	120	105	70	50
ρ(кг-см ³)	890														
v(мм ² /с	8,25														
Фр.	Тяжелый газойл														

Общее количество смеси G_f = составляет: 9440 мл, 100%

Общее количество перегоняемой смеси G_d = 1160 мл, 12%.

Количество получаемого битума = 8280 мл, 88%.

$8280 \cdot 0,95 = 7866$ кг.

$G_f = G_d + G_w = 1160 + 8270 = 9430$

$9440 - 1160 - 8270 = 0,1$ мл;

Общая потеря процесса получения битума составляет: 0,71%.

Нами проводились эксперименты при температурах от 20°C до 180°C. С увеличением температуры снизилась плотность полученного битума от 1100 кг/м³ до 850 кг/м³. Результаты этих изменений приведены на рис. 7.

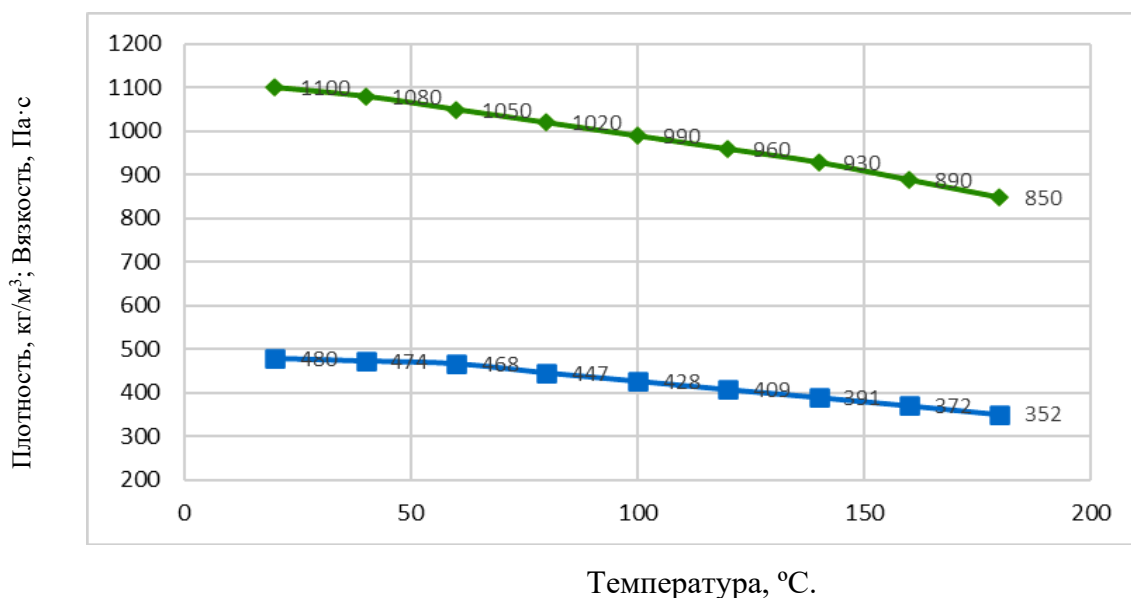


Рис.7. Изменение плотности строительного битума БНШК-1 в зависимости от температуры.

Таблица 3

Физико-химические показатели полученного битума

Наименование показателей	ГОСТ 22245-90 БН 60/90	Норма по Ts05767930-263:2017	Показатели полученного битума из нефтяного шлама БНШК-1	Показатели полученного битума из нефтяного шлама БНШК-2
Температура размягчения по КиШ, °С	Не ниже 45	В пределах 38-50	49	52
Глубина проникание иглы, 0,1 мм при 25°С	60-90	140-220	200	130
Глубина проникание иглы, 0,1 мм при 0°С	Не менее 10	-	14	12
Растяжимость, см, при 25 °С	Не менее 70	-	72	74
Температура хрупкости, °С	Не выше -6	-	-10	-15
Температура вспышки в открытом тигле, °С	240	250	245	250

Показатели полученных битумов подходят к параметрам пропиточного строительного битума (табл.3).

Результаты определения физико-химических свойств полимеров, добавляемых в строительный битум приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Физико-химические показатели термоэластопласта
Стирол-бутадиен-Стирол Р 30-00А**

№	Свойства	Показатели	Метод испытания
1	Эластичность, %	850	по ГОСТ 270-75
2	Прочность на разрыв, МПа	20	по ГОСТ 270-75
3	Твёрдость (Шору А), 5 с	71	ГОСТ 263-75
4	Плотность, г/см ³	0,95	ГОСТ 15139-69

Из табл. 4 видно, что эластичность полимера составляет 850 %, этот показатель повышает гибкость битума, особенно при низких температурах, что помогает уменьшить риск растрескивания гидроизоляционного слоя, имеет 20 МПа прочности на разрыв и твёрдость по Шору А равна к 71. Показатель плотности составляет 0,95 г/см³.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Исследование процессов получения модифицированного строительного битума из нефтяных отходов», были проведены исследования по получению модификационных битумов из нефтяных отходов, по определению влияния различных технологических параметров.

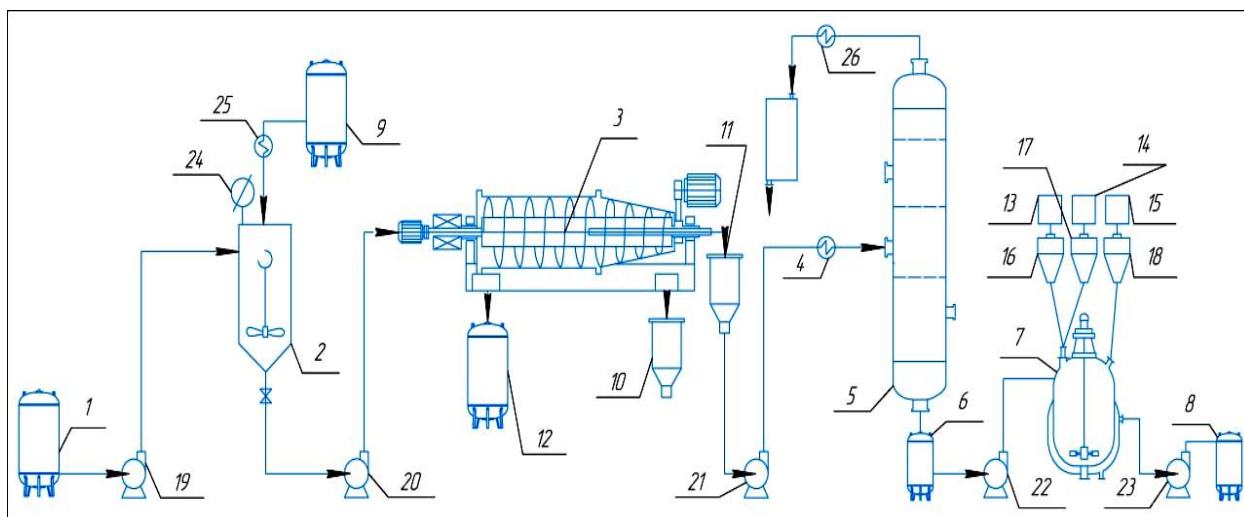


Рис. 8. Технологическая линия получения модификационного битума из нефтяных отходов: 1 – ёмкость для нефтяного шлама; 2 – мешалка-1; 3 – трёхфазный декантер; 4 – теплообменник; 5 – ректификационная колонна; 6 – ёмкость для строительного битума; 7 – мешалка-2; 8 – ёмкость для модифицированного битума; 9 – ёмкость для растворителя; 10 – ёмкость для воды; 11 – ёмкость для нефтепродуктов; 12 – ёмкость для механических примесей; 13,14,15 – ёмкости для модификаторов; 16,17,18 – дозаторы для модификаторов; 19,20,21,22,23 – насосы; 24 – манометр.

При проведении опытов по переработке использовались различные нефтяные шламы по происхождению. С целью переработки в наших экспериментах использован отходный нефтяной шлам из шламонакопителей, так как все виды нефтяных шламов накапливается в этих амбарах. Определены оптимальные режимно-технологические параметры процесса переработки: соотношение нефтяной шлам – 80% + легкая нефть – 20%; температура перемешивания- 70°C; через трубы в оси подаётся растворитель легкая нефть для уменьшения вязкости нефтяных шламов; частота вращения 60 об/мин.

Мешалка наполнялась нефтяным шламом, через трубы в оси подаётся разогретый до 60°C растворитель для уменьшения вязкости нефтяного шлама, затем перемешивается в течение 50 мин. После этого, с помощью насоса разбавленную массу подавали на трикантерную центрифугу для периодического действия, чтобы разделить смесь на нефтепродукты, воды и остаточную массу. Полученный нефтепродукт подавался на ректификационную колонну, чтобы разделить на фракции. При перегонке можно получить два вида нефтяных фракции, т.е. эти фракции – легкая нефть и тяжелая нефть.

Для перемешивания углеводородной и нефтешламовой смеси выбирается 1 кубовая ёмкость с мешалкой. С круглыми отверстиями расположенных в оси мешалки для растворителя, представляет собой специальное оборудование, используемое для интенсивного перемешивания смесей при одновременном введении растворителя. Основные технические характеристики предлагаемой мешалки:

Мешалка изготавливалась из нержавеющей стали, что обеспечивает высокую стойкость к коррозии. Диаметр и высота мешалки – 1,2 м. Мешалка имеет крыльчатых лопастей в количестве 6 штук, которые специально разработаны для обеспечения оптимального перемешивания и введения растворителя в сырьё. Диаметр лопастей и длина оси – 0,9 м., длина лопастей – 0,45 м, частота вращения – 60 об/мин.

Чтобы извлечь смолисто-асфальтеновых веществ, после процесса ректификации, проводился процесс деасфальтизации. При деасфальтизации применяли сжиженный пропан при 190°C. Сжиженный пропан в соотношении 1:5 к смеси, подавался в нижнюю часть колонны. Смесь интенсивно обрабатывалась восходящим потоком пропана, освобождалась от масел, которых растворяются в пропане. Смолисто-асфальтеновые вещества, нерастворимые в пропане отстаивались внизу колонны. После процесса деасфальтизации проводился процесс окисления смеси воздухом с помощью компрессора. Окисление проводилась при температуре 220°C, в 2 атм. и продолжительность процесса 180 мин. С целью получения битума подготовлен 3400 мл смесь, т.е. $G_f=3400$ мл (разбавленный нефтяной шлам с различными разбавителями). С целью определения оптимальной продолжительности процесса окисления проведены серии опытов в течение от 2 до 6 часов.

Продолжительность окисления битума является одним из основных влияющих факторов на качества полученных битумов. Результаты приведены на рис. 9.

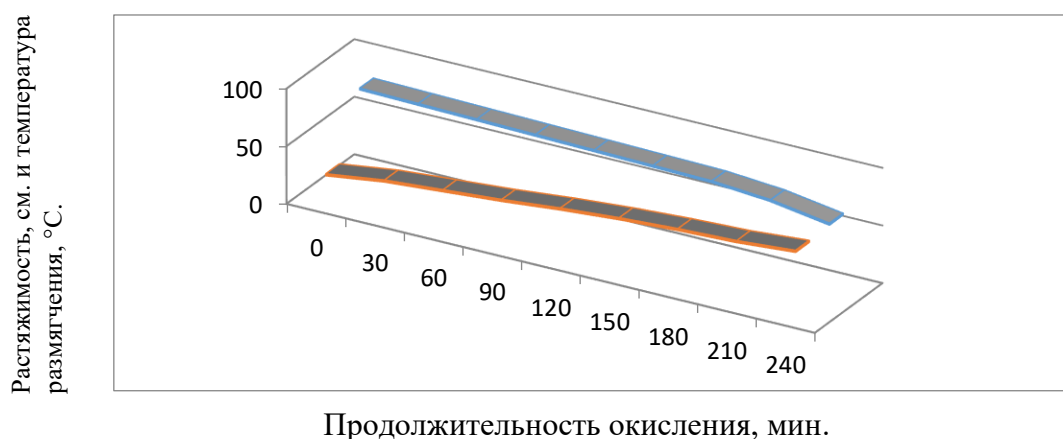


Рис. 9. Результаты влияния продолжительности окисления на растяжимость и на температуру размягчения битумов.

При температуре от 180°C добавили модификаторы в битум и проводили процесс механической перемешивании со скоростью 300 об/мин.

Продолжительность перемешивания зависит от однородности и растворению гранул полимерных компонентов. Однородность смеси определили следующим образом: через каждые 20 мин определяли наличие комков полимеров по его течению с помощью стеклянной палочки.

Нами проведены эксперименты модификации битума *БНШК-1* и

БНШК-2 в разных температурах, продолжительности при использовании много видов модификатора в различных соотношениях (термоэластопласт СБС, порошок изношенных шин, tar product, ПТР-1 (Полимер-5%, Тар-3%, Резина-6%), ПТР-2 (Полимер-4%, Тар-3%, Резина-7%), ПТР-3 (Полимер-3%, Тар-3%, Резина-8%)).

Таблица 5

Режимные параметры процесса модификации битумов

№	Параметры процесса	Виды модификаторов					
		термоэластопласт СБС	Порошок изношенных шин	TAR product	ПТР-1	ПТР-2	ПТР-3
1	Температура процесса, °С	180	200	185	190		
2	Продолжительность процесса, мин.	105	115	90	95		
3	Скорость перемешивания, об/мин	350	250	300	300		

Кроме модификаторов на процесс получения модификационного строительного битума из нефтяных шламов также влияет режимно-конструктивные параметры аппарата, т.е. геометрические размеры ёмкости с мешалкой, количества лопастей мешалки, частота вращения лопастей, длина лопастей и т.д. Диаметр ёмкости составляет 0,6м. В табл. 3.3. приведены результаты влияния соотношения диаметра мешалки (D/d), частота вращения и количества лопастей на эффективность перемешивания.

Таблица 6

Влияние конструктивных параметров мешалки на эффективность перемешивания диаметр мешалки $D=1,2$ м, диаметр лопастей 0,9 м, частота вращения $n=60$ об/мин

№	Соотношения диаметра, м	Количество лопастей, шт.	Эффективность перемешивания, %
1	1,3	2	71,88
2		3	78,32
3		4	86,75
4		5	94,98
5		6	99,85
6		8	99,86

Из табл.6 видно, что при увеличении количества лопастей с 2 до 6 эффективность перемешивания значительно повышается - с 71,88% до 99,85%. Однако при увеличении количества лопастей до 8 эффективность практически не изменилась (99,86%). Это показывает, что достигнут максимальный уровень эффективности. Следовательно, при соотношении диаметров 1,3 оптимальным считается 6 лопастей, так как добавление большего количества лопастей существенно не повышает эффективность.

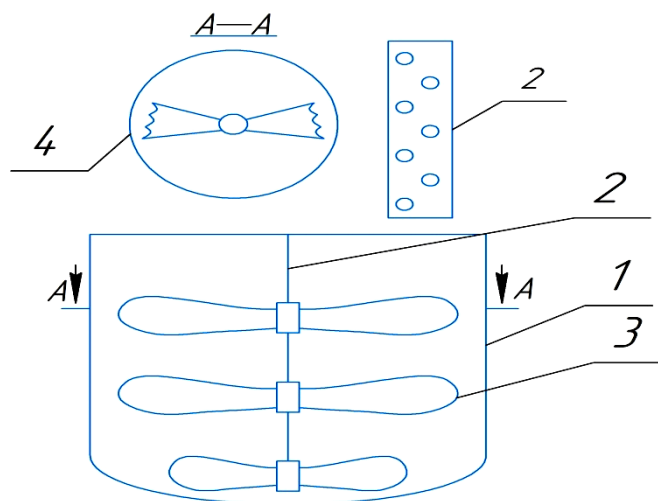


Рис. 10. Конструкция предлагаемой нами мешалки:

1-корпус мешалки, 2-ось мешалки, 3-лопасти мешалки, 4-форма лопастей мешалки.

Предлагаемая нами мешалка имеет следующие отличия от обычной мешалки, т.е. нами предложено оптимальное соотношение диаметров мешалки и корпуса 1,3; оптимальное количество и расположение лопастей 6 шт и угол наклона лопастей $<40^\circ$, оптимальные диаметры лопастей 0,9 метров и 0,82 метров. Высота мешалки-1,2 м; длина оси 1м. Количество расположенных в оси маленьких отверстий – 18 штук.

Таблица 7

Сравнительный анализ основных показателей обычной и предлагаемой мешалки используемые в процессе получения битума ($t=60^\circ\text{C}$)

№	Показатели	Обычная мешалка	Предлагаемая мешалка
1	Режим перемешивания, Re	1950	3800
2	Частота вращения, $об/мин$	60	60
3	Интенсивность перемешивания, %	88,5	99,85
4	Вязкость смеси нефтяного шлама, cSt	965	915
5	Плотность смеси нефтяного шлама, $кг/м^3$	1,08	0,94
6	Продолжительность перемешивания, мин	60	50

По ходу экспериментов продолжительность процесса проводили в разных мерах от 10 минут до 60 минут. Результаты влияния продолжительности процесса перемешивания на плотность смеси нефтяного шлама приведены на табл. 8.

Из табл.8 видно, что при перемешивании смеси в обычной мешалке плотность смеси нефтяного шлама снижается от $1,2 \text{ кг/м}^3$ до $0,95 \text{ кг/м}^3$, в предлагаемой мешалке показатель плотности снижается до $0,94 \text{ кг/м}^3$. Нами выбрана оптимальная продолжительность 50 минут, потому что при перемешивании в течение 50 минут достигли ожидаемого результата. Дополнительная время перемешивания приведет к энергетическим затратам.

Таблица 8

**Результаты влияния продолжительности процесса перемешивания
на вязкость и плотность смеси нефтяного шлама**

Обычная мешалка		Предлагаемая мешалка	
Продолжительность перемешивания, мин	Плотность смеси нефтяного шлама, кг/м ³	Продолжительность перемешивания, мин	Плотность смеси нефтяного шлама, кг/м ³
0	1,2	0	1,2
10	1,18	10	1,17
20	1,15	20	1,13
30	1,11	30	1,08
40	1,08	40	1,02
50	1,04	50	0,95
60	0,95	60	0,94

После уверенности отсутствии комков битум перемешивается в течение 20 минут. Продолжительность процесса была от 50 минут до 180. Анализы проводились при использовании различных соотношений модификаторов и битума. После тщательного перемешивания, проб отправляем на анализы для изучения свойств полученных модифицированных битумов.

Используемые модификаторы (термоэластопласт СБС, порошок изношенных шин, TAR PRODUCT) по-разному влияют на основные свойства полученного битума. По этому, разработали 4-вид модификатора ПТР-1 (термоэластопласт СБС-5%, Тар-4%, Резина-5%), 5-вид модификатора ПТР-2 (термоэластопласт СБС-3%, Тар-3%, Резина-8%) и 6-вид модификатора ПТР-3 (термоэластопласт СБС-3%, Тар-5%, Резина-6%)).

Таблица 9

**Результаты изменения физико-химических свойств битума БНШК-1 под
влиянием три вида комплексных модификаторов**

Основные показатели	ПТР-1	ПТР-2	ПТР-3	ГОСТ
Температура размягчения по КиШ, °С	53	51	49	ГОСТ 11506-73
Глубина проникание иглы, 0,1 мм при 25°С	61	63	58	ГОСТ 11501-78
Глубина проникание иглы, 0,1 мм при 0°С	22	20	18	ГОСТ 11501-78
Растяжимость, см, при 25 °С	72	69	62	ГОСТ 11505-75
Температура хрупкости, °С	-15	-15	-8	ГОСТ 11507-78
Температура вспышки в открытом тигле, °С	220	230	210	33141-2014

Из табл. 9 видно, что меняются основные показатели битума БНШК-1 в зависимости от количества комплексного модификатора.

Используемые модификаторы (порошок изношенных шин, TAR

PRODUCT) по-разному влияют на основные свойства полученного битума. Поэтому, разработали 7-вид модификатора РТ-1 (Резина-8%, Тар-6%,), 8-вид модификатора РТ-2 (Резина-7%, Тар-7%,) и 9-вид модификатора РТ-3 (Резина-6%, Тар-8%,).

Таблица 10

Результаты изменения физико-химических свойств битума БНШК-1 под влиянием два вида комплексных модификаторов

Основные показатели	РТ-1	РТ -2	РТ -3	ГОСТ
Температура размягчения по КиШ, °С	80	81	82	ГОСТ 11506-73
Глубина проникание иглы, 0,1 мм при 25°С	22	19	17	ГОСТ 11501-78
Растяжимость, см, при 25 °С	7	5	3	ГОСТ 11505-75
Температура хрупкости, °С	-10	-15	-8	ГОСТ 11507-78

Из табл.10 видно, что меняются основные показатели битума БНШК-1 в зависимости от количества комплексного модификатора.

Процессы определения основных свойств полученных битумов проводили в лаборатории ООО «Regional testing center».

При испытании использовались следующие приборы и средства измерений: пенетромтр ЛП №403 (сертификат метрологической поверки 1016589-2024 до 08.04.2025), аппарат ЛТР (прибор кольцо и шар) (сертификат метрологической поверки №ВА 01-02-19151 до 24.04.2025), психрометр аспирационный (сертификат метрологической поверки №974074-2024 до 19.04.2025), термометр №112 (сертификат метрологической поверки №20070892 до 08.04.2025), дуктилометр LYY-7 (сертификат метрологической поверки №ВА 01-02-19151 до 24.04.2025).

Таблица 11

Основные свойства полученных строительных и модификационных битумов

Характеристика	БН ШК -1	БНК-45-190	БН ШК -2	БНК-90/130	БНШ М-70/30	БН-70/30	БНШ ДМ-60/90	БНД-60/90
Глубина проникания иглы 0,1 мм, при 25°С	200	140-220	130	90-130	22	21-40	63	61-90
Температура размягчения, °С	49	45-50	55	50-60	80	70-80	51	Не менее 47
Температура хрупкости, °С	-6	Не ниже -7	-18	от-15 до-20	-18	Не ниже -18	-18	Не выше -17
Индекс пенетрации	2	от -2 до 2	1	От -1 до 1	1	От -1 до 1	От -1,5 до -1	-1

Глубина проникания иглы при 0,1мм, при 25°С, модификационного битума *БНШМ-70/30* имеет показатель 22, а температура размягчения составляет 80°С, температура хрупкости -18°С. Полученный битум имеющий этих показателей соответствует по основным характеристикам действующего битума марки *БН-70/30*. Модифицированный битум *БНШДМ-60/90* имеет глубину проникания иглы 0,1 мм, при 25°С 63 мм, имеет температуру размягчения 51°С, температура хрупкости составляет -18°С. Модифицированный битум с этими свойствами соответствует по свойствам действующего битума марки *БНД-60/90*.

В четвертой главе диссертации "**Основные закономерности процессов получения модифицированного битума из нефтяных шламов**" приведены закономерности, критериальные уравнения для расчета и оптимизация гидродинамических режимов процесса получения модификационного строительного битума из нефтяных шламов, получения битума из нефтяных шламов.

При получении модифицированных битумов из нефтяных остатков выявлены следующие закономерности.

Закономерность выявляется при получении битума в процессе перегонки смеси нефтяного шлама – «С увеличением температуры кубовой части ректификационной колонны при перегонке увеличивается плотность и вязкость полученных фракции».

Механизм данной закономерности связан с изменением состава фракций, выходящих из ректификационной колонны, при повышении температуры в кубе: чем выше температура в кубе, тем тяжелее углеводородные соединения попадают в дистиллят. Более тяжелые углеводороды имеют более высокую молекулярную массу и плотность, поэтому выходящие фракции становятся плотнее.

Результаты экспериментов по объяснениям этой закономерности приведены на рис.11.

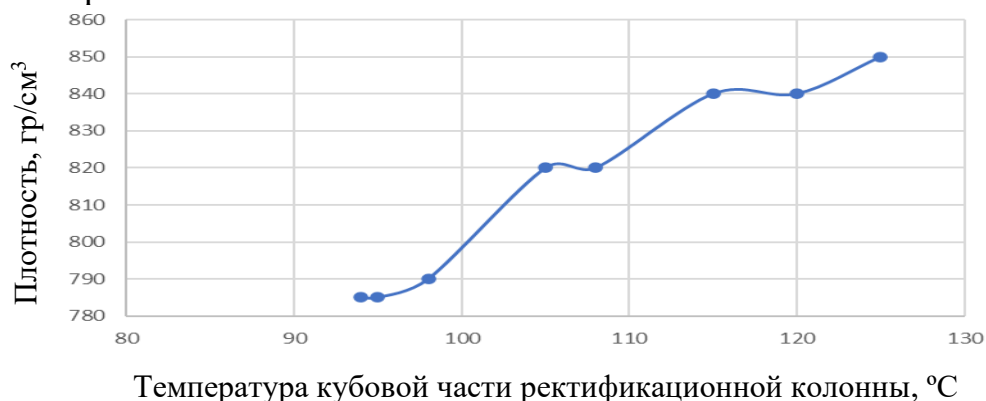
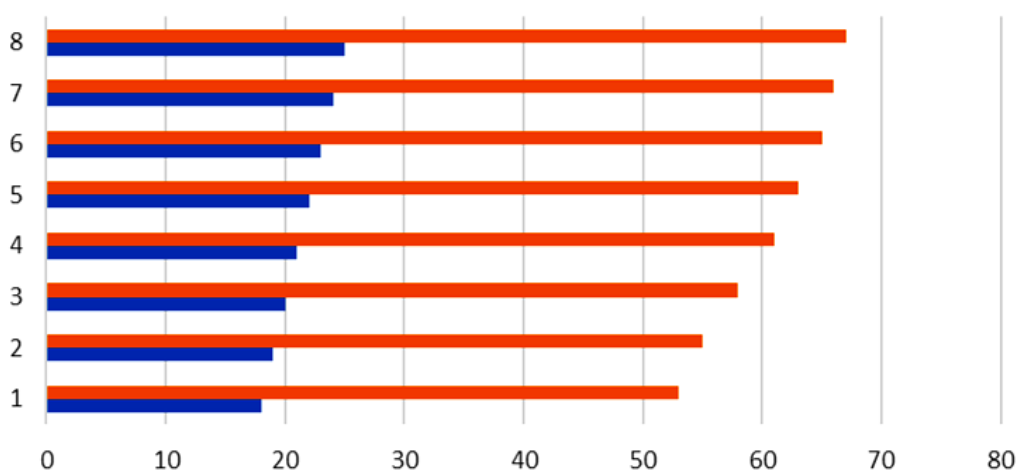


Рис. 11. Результаты увеличения плотности полученных фракции в зависимости от температуры перегонки.

Закономерность – «Асфальтены повышают температуру размягчения битума, что делает его более устойчивым к деформациям при высоких температурах» выявлена при получении битума в процессе окисления и деасфальтизации.

Механизм этой закономерности объясняется так: асфальтены имеют более высокую температуру плавления по сравнению с маломолекулярными маслами и смолами, при увеличении их концентрации в битуме возрастает доля жесткой фазы, требующей более высокой температуры для размягчения.

А это в прямую влияет на качество, т.е. на показатель температуры размягчения битума. Результаты приведены на рис.12.



1-линия – показатель температуры размягчения, °C;

2-линия – содержание асфальтенов, %.

Рис. 12. Результаты изменения температуры размягчения битума в зависимости от количества асфальтенов.

«Интенсивность перемешивания TAR-продукта в битуме требует соблюдения температурных и временных параметров перемешивания». Неравномерное распределение приводит к дефектам в покрытии. Механизм закономерности: При недостаточной температуре битум имеет высокую вязкость, что затрудняет равномерное распределение тар-продукта в его матрице. Оптимальная температура снижает вязкость битума и тар-продукта, облегчая их взаимную диффузию и распределение по объему. Однако избыточное нагревание может привести к термоокислительной деструкции компонентов, изменению их свойств и ухудшению качества конечного продукта. Недостаточное время перемешивания не позволяет тар-продукту равномерно распределиться в битуме, что приводит к фазовой неоднородности смеси. Длительное перемешивание при высокой температуре может вызвать разложение органических соединений в тар-продукте, изменение химического состава битума и потерю его эксплуатационных свойств.

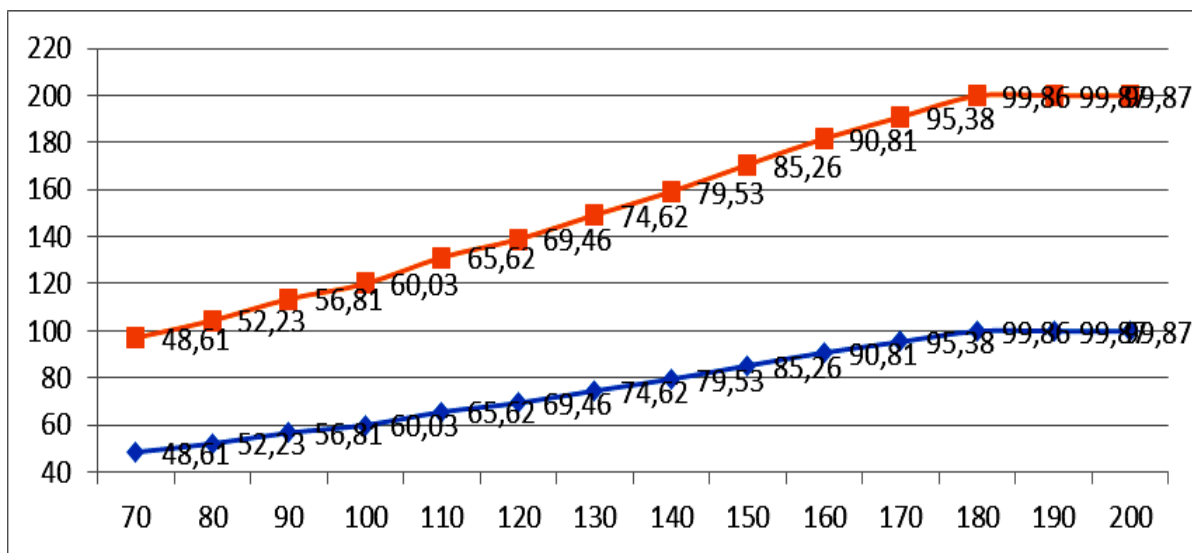


Рис. 13. Результаты наблюдения температурных и временных параметров перемешивания

—■— - изменение интенсивности перемешивания в зависимости от температуры перемешивания, —◆— - изменение интенсивности перемешивания в зависимости от времени перемешивания.

Из рис. 13 видно, что при низких температурах интенсивность перемешивания слабое. Оптимальная температура является 180°C, где достигается максимальная степень интенсивности перемешивания. При дальнейшем повышении температуры начинается разложение компонентов, что ухудшает качество смеси. В результатах изменения интенсивности перемешивания в зависимости от температуры можно увидеть, что в начале интенсивность перемешивания быстро увеличивается. После 90 минут достигается насыщение, когда дальнейшее перемешивание почти не улучшает дисперсию. Долгое перемешивание может привести к ухудшению свойств битума.

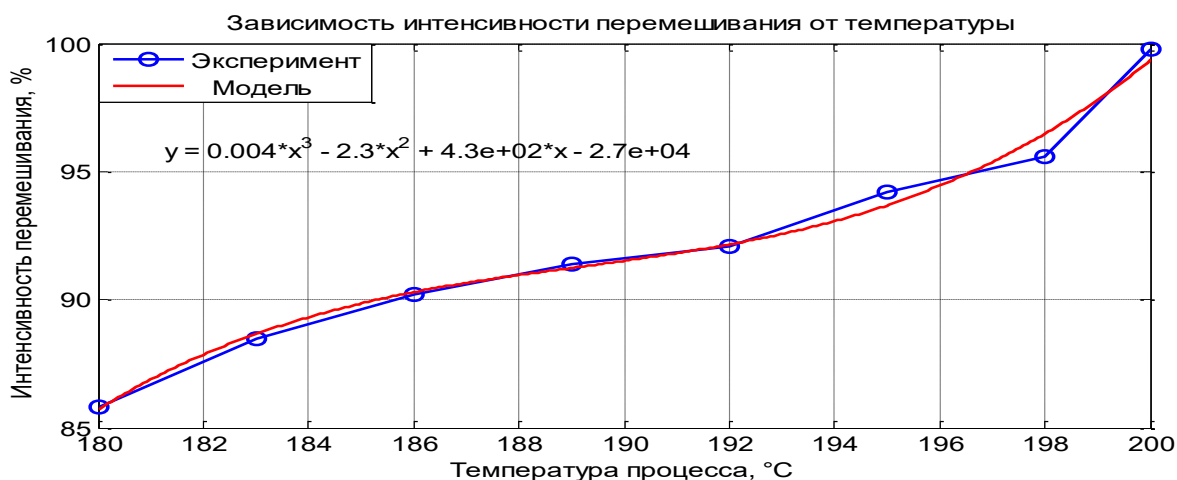


Рис.14. График зависимости интенсивности от температуры

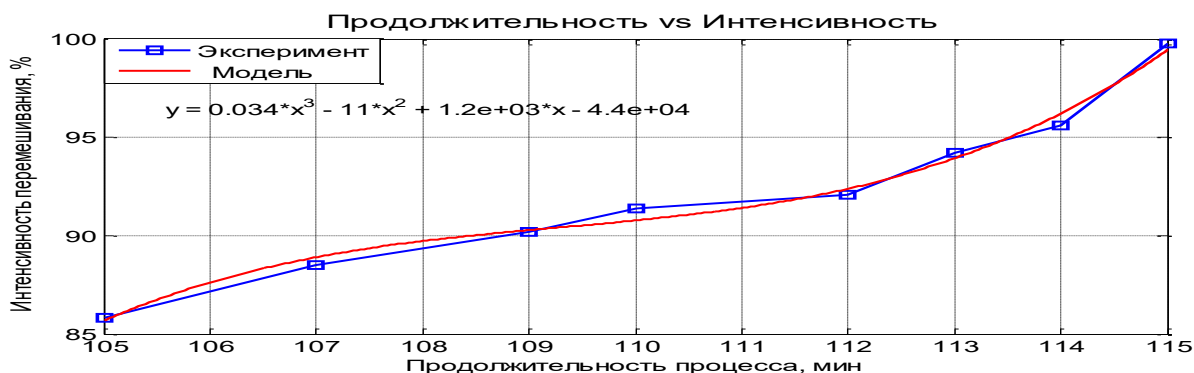


Рис.15. График зависимости интенсивности от продолжительности процесса

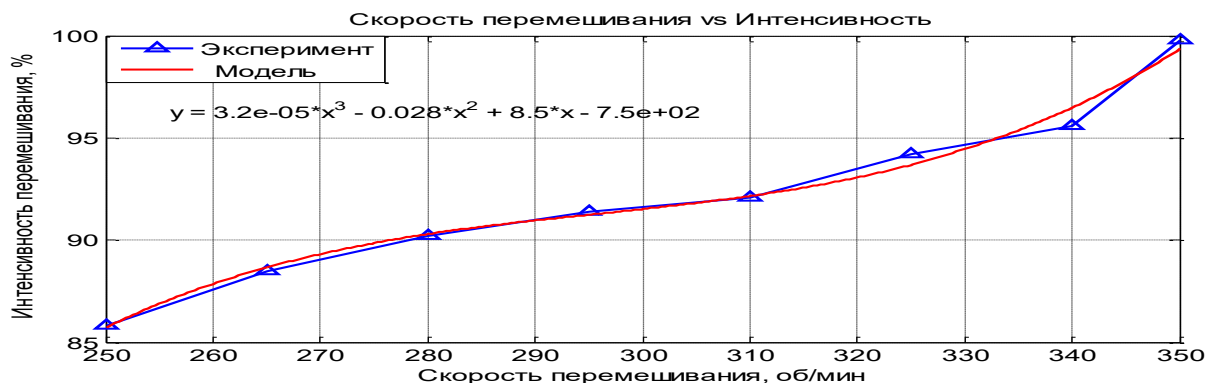


Рис.16. График зависимости интенсивности от скорости перемешивание

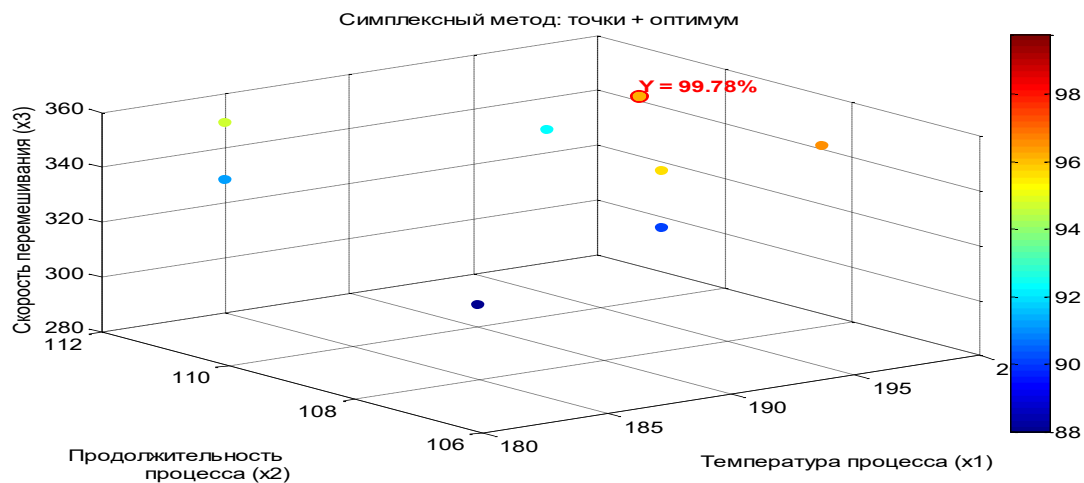


Рис.17. Трёхмерная визуализация траектории симплексного метода с отображением отклика в цветовой шкале

В результате проведённой оптимизации методом симплексного поиска была построена трёхмерная модель, отображающая траекторию экспериментальных точек в пространстве факторов: температура процесса (x_1), продолжительность процесса (x_2) и скорость перемешивания (x_3). На основании визуализации получено, что отклик (интенсивность перемешивания, $y(\%)$) достигает максимального значения 99,78%.

В пятой главе диссертации "Аппаратурное оформление процессов для получения модификационного битума из нефтяных шламов" приведены расчеты, принципиальная схема установки и основные технико-

экономические показатели технологической линии для получения строительного модификационного битума из нефтяного шлама.

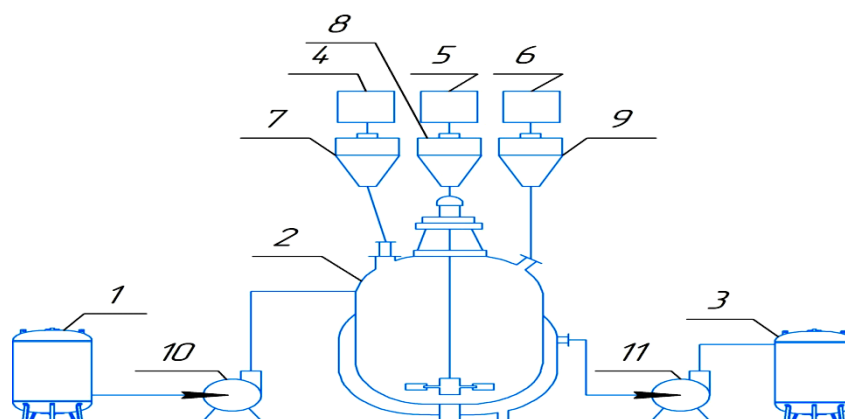


Рис.18. Установка для получения модификационного битума из нефтяных отходов:
1- ёмкость для строительного битума; 2-мешалка; 3-ёмкость для модифицированного битума; 4,5,6 – ёмкости для модификаторов; 7,8,9 – дозаторы для модификаторов; 10,11 – насосы.

Процесс модификации строительного битума происходит следующим образом. В разогретый до 160°C битум добавили резиновую крошку и перемешивали (300 об/мин) для набухания резины при 180°C в течение 20 минут. Затем температуру постепенно повышают до 220°C для деструкции резиновой крошки и затем продолжали перемешивание еще 10 мин при 200°C. Нагрев отключали и после охлаждения массы до 160°C при перемешивании в нее вводили термоэластопласт СБС и перемешивали (300 об/мин) для набухания СБС при 180°C в течение 10 минут. Нагрев отключали и после охлаждения массы до 140°C при перемешивании в нее вводили ТАР продукт (тяжелая смола процесса пиролиза).

Смесь всех компонентов перемешивали при температуре 195°C в течение 55 минут для гомогенизации и сливали через обогреваемый кран в разъемные формы, продукт охлаждали на воздухе. Использование предложенного модифицированного битума не требует перевозки в обогреваемых битумовозах. Предлагаемый модификатор битума содержит предварительно деструктированную в битуме резиновую крошку с диаметром частиц 0,4-0,6 мм, являющуюся отходом изношенных шин. Крошка является вторично перерабатываемым полимером, использование которого позволяет существенно уменьшить расход дорогих синтетических полимеров, а следовательно, сделать модификатор значительно более дешевым. Деструкция крошки приводит к частичному распаду вулканизационной сетки в резине и вследствие этого способствует гомогенному смешению ее с битумом. Наличие деструктированной крошки в количестве 5-15% обеспечивает эластичность и одновременно высокую температуру размягчения полученного битума на его основе. Использование крошки в количествах, меньших 5%, не позволяет достичь одновременно

высокого значения температуры размягчения и низких значений температуры хрупкости, а использование ее в количестве большем 15% не позволяет получить гомогенную смесь битума и с крошкой, и с другими компонентами модификатора.

Оценка экономической эффективности показала, что:

Себестоимость производства ниже, чем у традиционного битума на 12,5%.

Срок окупаемости инвестиций составляет 0,07 года, что свидетельствует о высокой привлекательности проекта.

Рентабельность производства составляет 14%, что превышает показатели традиционных технологий.

Производство модифицированного строительного битума из нефтяных шламов является экономически целесообразным и конкурентоспособным.

Внедрение данной технологии обеспечивает высокую рентабельность и сравнительно быстрый возврат инвестиций.

Переработка нефтяных шламов в строительный битум позволяет не только снизить нагрузку на окружающую среду, но и создать дополнительную стоимость из ранее неиспользуемых отходов. Годовая экономическая эффективность от внедрения данной технологии составляет 1669440000 сум/год.

ВЫВОДЫ

В результате исследований, проведенных по изучению и разработке технологии получения модификационных битумов из нефтяных остатков, были сделаны следующие выводы:

1. Изучен химический состав исследуемого отходного нефтяного шлама, и он состоит из: асфальтенов до 4,2%, смолы до 21,0 %; парафино-нафтеновых углеводородов до 41,2%; моноциклических ароматических углеводородов до 4,6%; би- и трициклических ароматических углеводородов до 5,8%; полициклических ароматических углеводородов до 9,7%.

2. Выбраны основные режимные параметры процесса окисления и деасфальтизации, т.е. при деасфальтизации применяли сжиженный пропан при 190°C в соотношении 1:5 к сырью и окисление проводилась при температуре 220°C, в 2 атм. и продолжительность процесса 180 мин.

3. При проведении опытов определены влияния количества растворителя от 10% до 30% на плотности и вязкости нефтяных шламов, при этом, плотность изменилось в пределах $1200 \div 990 \text{ кг/м}^3$, а вязкость $1,08 \div 0,935 \text{ мм}^2/\text{с}$.

4. Определены оптимальная температура процесса модификации – 190°C, продолжительность процесса 95 мин и при этом, скорость перемешивания 300 об/мин;

5. Разработана усовершенствованная мешалка для перемешивания нефтяного шлама и растворителя в соотношениях 80:20 и определены изменения числа Рейнольдса в зависимости частоты вращения мешалки от 1950 до 3800, при этом, эффективность перемешивания увеличивается от

88,5% до 99,85% и сокращается продолжительность перемешивания от 60 минут до 50 минут.

6. Получены результаты изменения физико-химических свойств битума (растяжимость, глубина проникания иглы, температура размягчения и т.д.) под влиянием количества термоэластопласта СБС от 1% до 5%, порошка изношенных шин от 1% до 5% и ТАР продукта (тяжелая смола процесса пиролиза) от 1% до 10%.

7. Разработаны комплексные модификаторы ПТР-1 (термоэластопласт СБС-5%, Тар-4%, Резина-5%), ПТР-2 (термоэластопласт СБС-3%, Тар-3%, Резина-8%) и ПТР-3 (термоэластопласт СБС-3%, Тар-5%, Резина-6%)) и получены данные по изменении физико-химических свойств битума марки БНШК-1.

8. Выявлены закономерности и обоснованы механизмы: интенсивность перемешивания ТАР-продукта в битуме требует соблюдения температурных и временных параметров перемешивания; тар-продукты с высоким содержанием активных компонентов (например, кислородсодержащих функциональных групп) улучшают адгезионные свойства битума, снижая вероятность отслаивания покрытия под воздействием воды.

9. В результате оптимизации процесса получения модификационного битума методом симплексного поиска была построена трёхмерная модель, отображающая траекторию экспериментальных точек в пространстве факторов: температура процесса (x_1), продолжительность процесса (x_2) и скорость перемешивания (x_3). На основании визуализации получено, что отклик (интенсивность перемешивания, y (%)) достигает максимального значения 99,78%. Построенная модель подтверждает эффективность применения симплексного метода для задачи поиска оптимума в многофакторном эксперименте.

10. На основании проведенных лабораторных опытов и промышленных испытаний разработана эффективная технологическая линия с усовершенствованной мешалки для получения модификационного строительного битума.

11. Проведенные расчеты показывают, что переработка нефтяных шламов позволяет снизить затраты на сырье, поскольку нефтяные отходы являются малозатратным ресурсом по сравнению с традиционными битумными материалами. Кроме того, использование модифицирующих добавок повышает качество битума, что увеличивает его рыночную стоимость. Рентабельность производства составляет 14% и при этом, ожидаемая годовая экономическая эффективность от внедрения данной технологии составляет 1669440000 сум/год.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE INSTITUTE OF GENERAL AND
INORGANIC CHEMISTRY**

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC
CHEMISTRY**

YUSUPOVA NADIRA KAIPBAYEVNA

**DEVELOPMENT OF A NEW TECHNOLOGY FOR OBTAINING
MODIFIED BITUMENS FROM OIL WASTE**

02.00.08 - Chemistry and Technology of Oil and Gas

**ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION (DSc)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

The topic of the doctoral dissertation (DSc) has been registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science, and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.1.DSc/T878

The dissertation has been prepared at the Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) posted on the web site of «ZiyoNet» to the address www.ziyo.net/uz.

Scientific consultant:

Xurmamatov Abdugaffor Mirzabdulleovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Saydakhmedov Shamshiddin Mukhtorovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Sadriddin Fayzullaevich Fozilov,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Tolib Bozorovich Turaev,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization:

Ferghana State Technical University

The dissertation defense will take place on "19" august 2025, at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at the Institute of General and Inorganic Chemistry (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulugbek street, 77a. Phone: (99871) 262-56-60; fax: (99871) 262-79-90, e-mail: tkti_info@edu.uz.

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Institute of General and Inorganic Chemistry (registration number 11). (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulugbek street, 77a. Tel.: (99871) 262-56-60;

The abstract of the dissertation was distributed on "4" August 2025.
(Distribution protocol No.11 dated "4" August 2025)



B.S. Zakirov

Chairman of the scientific Council awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

D.S. Salikhanova

Scientific secretary of the scientific Council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

 **I.D. Eshmetov**

Chairman of the scientific seminar at the Scientific Council
for the award of an academic degree,
Doctor of Technical Sciences, professor

INTRODUCTION (annotation of the doctoral (DSc) dissertation)

The aim of the research work development of a new technology for obtaining modified bitumens from oil waste and improvement of an apparatus for effective mixing of diluted oil sludge.

The object of the research is oil sludge, a mixture of oil sludge with various solvents in various proportions, and construction bitumen obtained from oil waste.

The scientific novelty of the research is as follows:

the most suitable solvent (light naphtha) was selected for separation of mechanical impurities to 0.05% and to reduce the viscosity of the oil sludge mixture and the amount of solvent 20% was selected for intensive mixing of oil sludge;

due to improvement of the design of the agitator intended for mixing of oil sludge and solvent, the duration of mixing of oil sludge and solvent was reduced by 16%;

a technological line with optimal operating parameters for obtaining construction materials was developed;

optimal conditions of the process of obtaining construction bitumen from oil wastes have been determined: temperature of the oxidation process 220°C and duration of oxidation 180 min at oxygen pressure 202 kPa;

it is proved that obtained bitumen from oil wastes BNShK-1 corresponds to the properties of the presently operating bitumen of mark BNK-45/190 and modified bitumen BNShDM-60/90 and BNShM-70/30 correspond to the main characteristics of bitumen of mark BND-60/90 and BN-70/30;

it is proved that with increasing temperature of the cube part of the rectification column during distillation the density and viscosity of the obtained fractions increase, asphaltenes increase the softening point of bitumen, which makes it more resistant to deformations at high temperatures.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results of research on the preparation of oil sludge for primary processing:

reduction of pollution sources using the proposed technology is included in the list of promising developments to be implemented in practice by "Fergana Oil Refinery" LLC in 2025-2026 (certificate of Fergana Oil Refinery No. 02-03/51 dated February 10, 2025). As a result, this technology allows obtaining up to 36% construction bitumen from the oil sludge mixture;

the optimal method and optimal solvent for oil waste treatment were included in the list of promising developments to be implemented in practice at the "Fergana Oil Refinery" LLC in 2025-2026 (certificate of the Fergana Oil Refinery No. 02-03/51 dated February 10, 2025). As a result, this technology allows for the separation of up to 49% of the organic part from the oil sludge composition;

an effective technology for modifying construction bitumen was included in the list of promising developments to be implemented in practice at the "Fergana Oil Refinery" LLC in 2025-2026 (certificate of the Fergana Oil Refinery No. 02-03/51 dated February 10, 2025). As a result, this technology allows obtaining road

bitumen grade *BNSHD-60/90* from construction bitumen grade *BNSHK-1*.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, 5 chapters, a conclusion, a bibliography, and appendices. The volume of the dissertation is 178 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАРИ РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. N.K. Yusupova, S.O. Svaykosov. «Neft-gazdi qayta islew qurilmaları, úskeneleri». Дарслик. «Metodist nashriyoti» нашриёти. Тошкент, 2023. 13 б.т.
2. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, O.T. Mallaboyev, Z.M. Xametov. Способ утилизации нефтяных шламов. Монография. “Usmon Nosir media” nashriyoti, 2021, 97-b. ISBN 978-9943-7646-0-6.
3. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, Z.M. Xametov. Вторичные материалы из углеводородных отходов. Монография. «LAMBERT» Academic Publishing. Германия. 2023 г. 103 с.
4. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, O.T. Mallabayev, D.X. Mirhamitova. Physicochemical Properties of Light fractions Which are Released During the Distillation of Diluted Oil Sludge // «Nat.Volatiles & Essent.Oils» №8(5), 2021. – P.10688-10693. <https://www.nveo.org/index> ((№3) Scopus, IF-0,21)
5. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, B.U. Obloyorbekov. Physico-chemical properties of diluted oil sludge // «Scientific and technical journal Namangan institute of engineering and technology», 2021, №6. – С.141-145. (05.00.00 № 33)
6. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, B.U. Obloyorbekov. Results of the output of light fractions when diluting oil sludge // «Scientific and technical journal Namangan institute of engineering and technology», 2021, №6. – С.145-149. (05.00.00 № 33)
7. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, Z.M. Xametov. Bitum ishlab chiqarish jarayonlari gidrodinamikasini o‘rganish natijalari // Farg‘ona politexnika instituti Ilmiy – texnika jurnali № 1 2021 yil, Tom 24, 184-188 bet (05.00.00; №20)
8. A.M. Xurmamatov, N.K. Yusupova, G.R. Yunusova, O.T. Mallabayev. Technology for obtaining secondary materials from hydrocarbon waste // «Scientific and technical journal Namangan institute of engineering and technology» 2022, №7. – С. С 162-166. (05.00.00 № 33)
9. A.M. Хурмамагов, Н.К. Юсупова, М.Ж. Айымбетов, Б. Маденов. Optimization of Hydrodynamic Regimes of the Process of Obtaining Bitumen // «NeuroQuantology» №20, 2022 у., p.72-80. DOI: 10.14704/nq.2022.20.18.NQ88008 ((№3) Scopus, IF-0,29)
10. A.M. Хурмамагов, Н.К. Юсупова, А.Б. Уразбаев, О.Т. Маллабаев. Результаты выхода легких фракций при перегонке нефтяного шлама // «Вестник Кукандский ГПИ», №4 (8), 2022. С.14-19. (02.00.00 №17)
11. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.T. Sarsenbayev, N.K. Yusupova, I.O. Polatov. Jeñil uglevodorodlardıń eritilgen neft shlamlarınan ajıralıw nátiyjeleri // “Вестник Каракалпакского государственного университета им. Бердаха”, № 3

(61), 2023 – С. 33-36. (05.00.00 №27)

12. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, O.T. Mallabayev, N.K. Yusupova. Neft shlamlarinining hossalari va namlik darajalarini o'rganish natijalari // Mashinasozlik ilmiy-texnik jurnali. Maxsus son №3, 2023 – С. 195-200. (02.00.00 №13)

13. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова, А.Б. Уразбаев, Д.В. Сайджанов. Результаты исследования очистки и разделений воды из углеводородных отходов // Журнал «UNIVERSUM» технические науки, Москва, 2023. №4/109. – С.5-9. (02.00.00 №1)

14. A.M. Khurmamatov, N.K. Yusupova, A.U. Auesbaev, S.S. Abdurakhimov. Results of a study on the treatment and separation of water from hydrocarbon waste // Журнал: «Processes of petrochemistry and oil refining», Vol.24, No.3, 2023. – С. 421-430. <https://doi.org/10.36719/1726-4685/95/421-430> ((№1) Web of science)

15. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова, О.Т. Маллабаев. Результаты разделения легких фракций в процессе переработки нефтешламов // Машиностроение и химическая техника журналы, Махсус сон №3, 2023 – С. 38-43. (02.00.00 №13)

16. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, J.Q. Mirzayev. Neft tutuvchi uglevodorod qoldiqlari tarkibidagi mexanik qo'shimchalar miqdorini aniqlash natijalari // «Digital technologies in industry», ID: 37094 Volume 1, № 2 December 2023. – p.1-8. (05.00.00 №38)

17. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov. Изменение свойств отходов нефтепереработки в зависимости от количества и вида растворителей // Узбекский химический журнал, №2, 2024 – С. 70-76. (02.00.00 №6)

18. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov, The influence of the solvent quantity on the separation of light hydrocarbon fractions // "UNIVERSUM" Технические науки, №6 (123), 2024 – С. 43-49. (02.00.00 №1)

19. A.M. Khurmamatov, N.K. Yusupova, A.U. Auesbaev. Possibilities for producing secondary materials from hydrocarbon waste // Nafta-Gaz 2024, no. 11, pp.723-728. <http://10.18668/NG.2024.11.07> ((№1, №3) Web of science, Scopus. IF-0,5)

20. А.М. Хурмаматов, З.М. Хаметов, Н.К. Юсупова, Н.П. Алимов. Углеводород чиқиндиларини утилизацияга тайёрлаш жараёни тадқиқоти натижалари // Farg'ona politexnika instituti Ilmiy – texnika jurnali Maxsus son №4. 2024 yil 208-214 bet. (05.00.00; №20)

21. А.М. Хурмаматов, З.М. Хаметов, Н.К. Юсупова, Н.П. Алимов. Нефтшламлари фракцияларга ажратиш ва тажриба қурилмасининг режим кўрсаткичларини ҳисоблаш // Farg'ona politexnika instituti Ilmiy – texnika jurnali Maxsus son №5 2024 yil 187-193 bet. (05.00.00; №20)

22. A. Khurmamatov, N. Yusupova, N. Alimov, S. Berdimbetov, Z. Xametov. Method for increasing the volume of hydrocarbon raw materials through waste processing // Doklady Chemistry, 2024, Vol.515, Part 1, pp. 1-7. ((№3) Scopus,

IF-0,8)

23. А.М. Хурмаматов, С.Б. Бердимбетов, Н.Т. Сарсенбаев. Определение состава для интенсивной переработки нефтяных шламов // Вестник КГУ им. Бердаха. № 1 (68) 2025. С. 19-24. (05.00.00 №27)

24. A.M. Xurmatov, N.K. Yusupova, Z.M.Xametov. Technology for producing modified construction bitumen from oil sludge // Science and Education in Karakalpakstan. 2025 №1/1 ISSN 2181-9203. 167-175p. (02.00.00 №16)

II бўлим (II часть; part II)

25. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова. Оптимизация гидродинамических режимов получения битума из нефтяных шламов / Материалы республиканской научно-технической конференции “Роль науки и образования в модернизации предприятий нефтегазовой отрасли” Ташкент-2021, С. 410-413.

26. А.М.Хурмаматов, Н.К.Юсупова, Е.Б. Бекжанов. Результаты по определению количества асфальтенов в составе битума / Материалы республиканской научно-технической конференции “Роль науки и образования в модернизации предприятий нефтегазовой отрасли” Ташкент-2021, С. 413-415.

27. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова. Результаты перегонки разбавленного нефтяного шлама / «Қорақалпоғистон республикасида ишлаб чиқариш саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами, Нукус-2021, С. 9-11.

28. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова, З.Р. Буриева. Результаты сравнения основных показателей полученного модификационного битума из нефтяных шламов / «Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Нукус-2021, С. 382-384.

29. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова, С.Б. Бердимбетов. Анализ фракционного состава нефтяных шламов / Республиканская научно-практическая конференция «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Ташкент 12-14 май 2022 г., С. 373-374.

30. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова, И.О. Полатов. Результаты изучения физико-химических свойств нефтяного шлама / International scientific-online conference “Intellectual education technological solutions and innovative digital tools” Amsterdam-2022, P. 1113-1119.

31. N.K. Yusupova, A.M. Xurmatov, I.O. Polatov Intensification of oil sludge distillation processes / International scientific conference «Innovative achievements in science» Chelyabinsk-2022, P. 222-224.

32. А.М. Хурмаматов, Н.К. Юсупова. Исследования по определению

физико-химических свойств нефтяных шламов / Республиканская научно-практическая конференция «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Ташкент-2022, С. 379-381.

33. А.М. Хурмамамов, Н.К. Юсупова, А.Б. Уразбаев, Д.В. Сайджанов. Результаты перегонки смеси нефтяных шламов / Республиканская научно-практическая конференция «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Ташкент-2022 й., С. 400-401.

34. А.М. Хурмамамов, Н.К. Юсупова. Результаты исследования разделение воды из углеводородных отходов / III International scientific-technical conference “Problems and prospects of innovative technique and technology in agri-food chain”, Tashkent-2023, P. 61-63.

35. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova. Results of the study of oil sludge composition / Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», Ташкент-2023, С. 130-132.

36. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, Sarsenbaev N.T., Sipatdinov I.B. Jeñil uglevodorodlardín eritilgen neft shlamlarínan ajíralíw nátiyjeleri / II-Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami “Sanoat texnologiyalarida innovasion echimlar” Nukus-2024, 252-254 b.

37. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov. Suyultirilgan neft shlamidan yengil fraksiyalarning chiqishi va hosil bo‘lgan fraksiyaning fizik parametrlarining turli haroratlarda o‘zgarishi / XXXIII ilmiy-texnikaviy anjumanining maqolalar to‘plami «Umidli kimyogarlari-2024» Toshkent – 2024, С. 191-192.

38. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov. Oksidlanish jarayonining davomiyligi va haroratining distillangan yengil uglevodorod fraksiyasining miqdoriga ta'siri / XXXIII ilmiy-texnikaviy anjumanining maqolalar to‘plami «Umidli kimyogarlari-2024» Toshkent-2024, С. 193-194.

39. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov. The influence of solvent on the viscosity of oil sludges of various origins / International congress on modern sciences-III Tashkent chemical-technological institute, april 22-23, 2024 – P. 455-457.

40. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov. Процесс переработки нефтяного шлама с использованием растворителей и водяного пара с последующем разделением фракции / Respublika ilmiy-amaliy anjuman “Zamonaviy organik kimyo yutuqlar, muammolar, yechimlar” Toshkent-2024, 215-217 b.

41. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov.

Использование модернизированной мешалки и водяного пара / Respublika ilmiy-amaliy anjumani “Zamonaviy organik kimyo yutuqlar, muammolar, yechimlar” Toshkent-2024, 219-219 b.

42. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B. Berdimbetov. Влияние растворителей и режимно-конструктивных параметры аппарата на эффективность переработки нефтяного шлама / Respublika ilmiy-amaliy anjumani “Zamonaviy organik kimyo yutuqlar, muammolar, yechimlar” Toshkent-2024, 219-221 b.

43. N.K. Yusupova, A.M. Khurmamatov, J.K. Mirzayev, N.P. Alimov, S.B. Berdimbetov. Analysis of the physical and chemical characteristics of oil sludge to optimize cleaning technologies in bitumen production / Материалы XV Международной научно-практической конференции “Фундаментальные и прикладные научные исследования: инноватика в современном мире” Уфа-2024, С. 47-52.

44. A.M. Xurmamatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B. Berdimbetov. Исследование содержания механических примесей / Материалы I-Международной научно-технической конференции «Роль коллоидной химии в сфере нефтегазопереработки, химической технологии и экологии» Ташкент-2024, С. 235-239.

45. A.M. Хурмаматов, Н.К.Юсупова, С.Б. Бердимбетов, Н.Т.Сарсенбаев. Оптимизация переработки нефтяных шламов путем снижения вязкости с использованием растворителей / «Қорақалпоғистон Республикасида ишлаб чиқариш жараёналарига замонавий технологияларни тадбиқ этишда долзарб муаммолар ва ечимлар» мавзусидаги III-Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами Нукус-2025, С.231-233.

46. A.M. Хурмаматов, Н.К.Юсупова, С.Б. Бердимбетов, Н.Т.Сарсенбаев. Оптимизация условий окисления нефтяных остатков для получения стабильных битумов / «Қорақалпоғистон Республикасида ишлаб чиқариш жараёналарига замонавий технологияларни тадбиқ этишда долзарб муаммолар ва ечимлар» мавзусидаги III-Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами Нукус-2025, С.227-229.

Avtoreferat «O‘zbekiston kimyo» jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» garniturası.

Raqamli bosma usulda bosildi.

Shartli bosma tabog‘i: 4. Adadi 100 dona. Buyurtma № 28/25.

Guvohnoma № 851684.

«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.

Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko‘chasi, 83-uy.