

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI DSc.15/27.02.2020.T.73.02 RAQAMLI ILMIY  
KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI**

**CHORSHANBIYEV UMAR RAVSHAN O'G'LI**

**DISPERS SISTEMALARNING NAPORLI QUVURLARDAGI  
GIDROTRANSPORTINI POLIMER KOMPOZITSİYALAR BILAN  
MODIFIKATSİYALASH ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH**

**05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi**

**02.00.07 - Kompozitsion, lok-bo'yoq va rezina materiallari kimyosi va texnologiyasi**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSİYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo'yicha Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
avtoreferati mundarijasi**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по техническим наукам**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Chorshanbiyev Umar Ravshan o'g'li**

Dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportini polimer kompozitsiyalar bilan modifikatsiyalash asosida takomillashtirish..... 3

**Чоршанбиев Умар Равшан ўғли**

Усовершенствование гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубопроводах на основе модификации полимерными композициями..... 21

**Chorshanbiev Umar Ravshan ugli**

Improvement of hydrotransport of dispersed systems in pressurized pipes based on modification of polymer compositions ..... 39

**E'lon qilingan ishlar ro'yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI DSc.15/27.02.2020.T.73.02 RAQAMLI ILMIY  
KENGASH ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI**

**CHORSHANBIYEV UMAR RAVSHAN O'G'LI**

**DISPERS SISTEMALARNING NAPORLI QUVURLARDAGI  
GIDROTRANSPORTINI POLIMER KOMPOZITSIYALAR BILAN  
MODIFIKATSIYALASH ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH**

**05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi  
02.00.07 - Kompozitsion, lok-bo'yoq va rezina materiallari kimyosi va texnologiyasi**

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

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiya mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/T4536 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tstu.uz) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbarlar:**

**Ibadullayev Axmadjon Sobirovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Babayev Asqar Ro'zibadalovich**  
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Jonqobilov Ulug'murod Umbarovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Adilov Ravshanbek Erkinovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Yetakchi tashkilot:**

**Farg'ona politexnika instituti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi ilmiy DSc.15/27.02.2020.T.73.02 raqamli ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengashning 2024 yil 15 avgust soat 9<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100167, Toshkent shahri, Adilxodjayev ko'chasi, 1-uy. Tel.: +998-71-299-00-01; faks: +998-71-293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz, www.tstu.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (176 -raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100167, Toshkent shahri, Temiryo'Ichilar ko'chasi, 1-uy. Tel.: +998-71-299-05-66; faks: +998-71-293-57-54.

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «29» 07 kuni tarqatildi.  
(2024 yil «29» 07 №5 reyestr bayonnomasi).



**A.V.Umarov**  
Ilmiy darajalar beruvchi  
bir martalik ilmiy kengash raisi,  
t.f.d., professor

**E.U.Teshabayeva**  
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik  
ilmiy kengash ilmiy kotibi,  
t.f.d., professor

**N.Q.Tursunov**  
Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik  
ilmiy kengash huzuridagi bir martalik  
ilmiy seminar raisi,  
t.f.d., dotsent

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati.** Dunyoda togʻ-kon sanoatida rudalarni boyitishda hosil boʻluvchi qoldiqlarni dispers sistemali gidroaralashma holatida tashishda gidrotransport tizimlari muhim vosita boʻlib, gidrotransport jarayonida quvurlar va nasoslar qismlarining yedirilishi, yuqori energiya sarflashi asosiy muammolar hisoblanadi. Shu sababli boyitish jarayonining uzluksizligini taʼminlash, gidrotransport jarayonida quvurlar va nasoslarning gidravlik samaradorligini oshirish dolzarb masaladir. Shularni inobatga olib texnologik jarayonni saqlagan holda oqim qovushqoqligini kamaytiruvchi, sistemadagi fazalar fizik-kimyoreologik xossalarini yaxshilovchi, dispers sistema qarshiligini va quvurlar yedirilishini kamaytiruvchi usullar asosida naporli quvurlar gidrotransportini takomillashtirish muhim ahamiyatga ega.

Jahonda qurilish va togʻ-kon sanoatida dispers sistemalarning past va yuqori konsentratsiyasida gidroaralashmalar oqimining reologik xossalarini yaxshilash, gidravlik qarshiligini, quvurlar va nasoslar qismlarini yedirilishini, energiya sarfini kamaytirish, quvurlar oʻtkazuvchanligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu yoʻnalishda naporli quvurlar gidrotransportini, uzluksiz uzatuvchi jarayonlarni taʼminlovchi oqimni, gidravlik elementlar va qurilmalarning konstruktiv parametrlarini hisoblash usullarini takomillashtirish, qovushqoqlik va dagʻallik hususiyatiga ega geterogen dispers sistemalar oqimiga polimer kompozitsiyalar va sirt faol moddalar qoʻshish bilan naporli quvurlar gidrotransportini takomillashtirishga yoʻnaltirilgan energiya tejankor yangi usullar va texnologiyalar ishlab chiqishga eʼtibor qaratilmoqda.

Respublikamizda togʻ-kon sanoatida hususan rudalarni boyitish va qayta ishlash fabrikalarida boyitish qoldiqlari saqlash maydoniga naporli gidrotransport tizimi yordamida tashilmoqda. Gidrotransport tizimi metall quvurlar va nasos qurilmalaridan tashkil topgan, yuqori ekspluatatsion va energiya harajatlari talab qiladi. Tashish samaradorligini oshirish, gidrotransport tizimlarining ekspluatatsion va energiya xarajatlarini kamaytirishda kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga 2022-2026 yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasida «...iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish...sanoat tarmoqlarida yoʻqotishlarni kamaytirish va resurslarni ishlatish samaradorligini oshirish... havoga chiqariladigan zararli gazlar hajmini 20 foizga qisqartirish»<sup>1</sup> boʻyicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Shu sababli, bugungi kunda dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportining samaradorligini oshiruvchi, atrof-muhitga taʼsirini kamaytiruvchi jihozlarning yedirilishga va destruksiyaga bardoshligini oshiruvchi ikkilamchi organik birikmalar asosida kompozitsiyalar yaratish va ular bilan dispers sistemalarni modifikatsiyalash texnologiyalarini ishlab chiqish boʻyicha ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muhim ahamiyat kasb etadi.

Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60- son «2022-2026 yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi

---

<sup>1</sup>Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF 60-son «2022-2026 yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida»gi Farmoni

to'g'risida»gi, 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son «2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasining rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida»gi, 2019 yil 17 yanvardagi PQ-4124-son «Kon-metallurgiya tarmog'i korxonalari faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2017 yil 6 apreldagi PF-4891-son «Tovarlar (ishlar, xizmatlar) hajmi va tarkibini tanqidiy tahlil qilish, import o'rnini bosadigan ishlab chiqarishni mahalliyashtirishni chuqurlashtirish to'g'risida»gi farmon va qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy xujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning V. «Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof muhit muhofazasi» VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiya» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportini takomillashtirish bo'yicha N.A Silin, M.A. Dementev, V.N. Pokrovskiy, A.Ye. Smoldirev, A.G. Djvarsheyshvili, R. Dyuran, D.F. Richardson, S.A. Shuka, V. Pajonki, Ye. Sobot, P. Slatter, V.A. Zvereva, Yu.G. Abrosimov, Xoang Zan Bin, A.X. Mirzajanzada, N.M. Lebedev, K. Sellin, I.L. Povx, Na Tiong Lin, M.I. Valiyev, J.W. Hoyt, M.P. Tulin, I.I. Yeroshkina, F.I. Frankl, G.I. Barenblatt, V.M. Makkaveyev, M.M. Gareyev, I.I. Levi, X. Rauz, Yu.A. Buyevich, A.N. Krayko, S. Sou, G. Uoilis, A. Fortye, D.F. Fayzullayev, X.A. Raxmatulin, K. Sh. Latipov, S.I. Kril, A.A. Shakirov, A.M. Arifjanov, I. Xujayev, S. Xudaykulov, I.E. Maxmudov, X. Ilxomov, A.I. Umarov, S.S. Negmatov, A.G. Djalilov, T.A. Atakuziyev, A.S. Ibadullayev, X.E. Yunusov, E.U. Teshabayeva, A.R. Babayev va boshqa olimlar tomonidan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan.

Ular tomonidan qurilishda va tog'-kon sanoatida dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransporti, ularning fizik-kimyoviy xossalari, konsentratsiyasi, mashina va apparatlari, unumni oshirish va dispers sistemalarda zarrachalar muvozanatini saqlash usullari joriy etilgan.

Shu bilan birga hozirgi kunda tog'-kon sanoatida va qurilishda dispers sistemalarning tarkibiy qismini inobatga olib naporli quvurlardagi gidrotransportini takomillashtirish, xususan naporli quvurlarda dispers sistemalarning konsentratsiyasini, qovushqoqligini, dag'alligini, elementar tarkibini, fizik-kimyoviy-reologik xossalarini, cho'kuvchanligini va atrof-muhitga ta'sirini inobatga olib dispers sistemalarni modifikatsiyalovchi polimer kompozitsiyalar yaratish va dispers sistemalarni modifikatsiyalash usullarini ishlab chiqish borasida ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat transport universiteti (Toshkent temir yo'l muhandislari instituti) hamda Toshkent kimyo-texnologiya instituti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining BV-Atex-2018-509-son «Oqova suv tizimlarining me'yoriy bazasini takomillashtirishning nazariy tamoyillari» (2018-2019 yy.) va A-12-41 «Energiya va resursni tejashni

ta'minlovchi mahalliy va ikkilamchi xomashyo resurslari asosida issiqlikka va korroziyaga chidamli bo'lgan kompozitsion materiallar olish tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqish» (2012-2014 yy) amaliy loyihalari doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportini kompozitsion organik birikmalar bilan modifikatsiyalash asosida takomillashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

dispers sistemalarning konsentratsiyasini, kinematik va reologik xossalarini naporli quvurlardagi harakatiga ta'sirini tadqiq etish;

dispers sistemalarning gidrotransportida oqim samaradorligini oshiruvchi polimerlar va sirt faol moddalarni tizimli tahlil qilish;

dispers sistemalarning fizik-kimyoviy-reologik xususiyatlarini inobatga olib, mahalliy va ikkilamchi xomashyolar asosidagi organik birikmalar asosida modifikatorlar yaratish va ularning fizik-kimyoviy, adsorbsion xossalarini o'rganish;

tog'-kon sanoati boyitish qoldiqlari dispers sistemalarning granulometrik va kimyoviy tarkibini o'rganish hamda gidrotransport tizimlarining yedirilishiga ta'sirini aniqlash;

yaratilgan polimer kompozitsion modifikatorlarning naporli quvurlardagi gidrotransport jarayonida dispers sistemali gidroaralashma qovushqoqligiga, oqim harakatiga, reologik hususiyatlariga ta'sirini aniqlash;

modifikatsiyalangan dispers sistemalarning quvurlarni yedirilishiga ta'sirini aniqlash;

modifikatsiyalangan dispers sistemalar oqimining nasos parametrlariga va ishlash vaqtiga ta'sirini aniqlash;

mahalliy xomashyolar asosida dispers sistemalarni modifikatsiyalash uchun organik birikmalar asosidagi kompozitsion modifikatorlar olish va ularni ishlatish texnologiyalarini ishlab chiqish.

**Tadqiqotning obyekti** Olmaliq Kon-Metallurgiya kombinati boyitish qoldiqlarini uzatuvchi naporli quvurlar tizimi hisoblanadi.

**Tadqiqotning predmeti** dispers sistemalarning naporli quvurdagi gidrotransporti va organik birikmalar asosidagi kompozitsiyalar bilan modifikatsiyalash jarayonlari hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiya ishida dispers sistemalarning strukturaviy tahlili Gemini-500 (FE-SEM) skanirlovchi emission mikroskop va rentgen usuli yordamida, quvurlarni yeyilishga bardoshlilik «Micron tribo» tribometrda, polimer kompozitsiyalarni va dispers sistemalarni tahlil qilishda viskozometriya, IQ-spektroskopik, matematik hamda gidravlikada umum qabul qilingan usullar va standartlashtirilgan fizik-mexanik, kinematik, dinamik va eksperimentlarni rejalashtirish hamda matematik statistika usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi:**

mahalliy xomashyolar asosida dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransport jarayonida gidroaralashma qovushqoqligini, oqim harakatini, reologik xossalarini yaxshilovchi va gidrotransport tizimlari-ning yedirilishini kamaytiruvchi

organik birikmalar asosidagi modifika-torlar olish ingrediylari miqdori va texnologik jarayoni yaratilgan;

yaratilgan kompozitsion modifikatorlarning fizik-kimyoviy, texnologik va reologik xossalariga ingrediylarning miqdori va strukturasi ta'siri aniqlangan;

modifikatsiyalangan dispers sistemali gidroaralashmalar gidravlik parametrlarini hisoblash usuli zarrachalar harakati oshishi hisobiga oqim harakati rejimining o'zgarishini inobatga olib ishlab chiqilgan;

dispers sistemali gidroaralashmani modifikatsiyalash natijasida uning qovushqoqligi 9,84%, gidrotransport bosimi 5,7%, cho'kuvchanlik 22,6% kamayishi, harakatlanish tezligi va unumdorligi 40% oshishi, jihozlar yedirilishi 30%, energiya sarfi 31,86% kamayishi ko'rsatilgan;

mahalliy ikkilamchi xomashyolardan organik birikmalar asosidagi modifikatorlar olish, dispers sistemali gidroaralashmalarni modifika-siyalash va uzatish texnologiyalari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

dispers sistemali gidroaralashmalar gidrotransportida qovushqoqlikni, bosim yo'qotilishini, jihozlar yedirilishini va korroziyasini kamaytirish sistemani reologik holatini va unumdorligini oshirish uchun mahalliy ikkilamchi xomashyolar asosida kompozitsion modifikatorlar ishlab chiqilgan;

yaratilgan kompozitsion modifikator bilan dispers sistemali gidroaralashmalarni modifikatsiyalash texnologik jarayon unumi va ishlash muddatini 30% ga oshirishi ko'rsatilgan;

kompozitsion modifikatorlarni olish va qo'llash texnologik jarayoni ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchligi mahalliy ikkilamchi xomashyolar asosida olingan kompozitsion modifikatorning tog'-kon sanoati boyitish qoldig'i dispers sistemaning adsorbsion, fizik-kimyoviy, reologik xossalariga va gidrotransport tizimlarining yemirilishiga, korroziyasiga ta'sirini laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida eksperimental tadqiqotlar, sinovdan o'tgan usullar bilan tahlil qilishda zamonaviy tadqiqot usullarining qo'llanilishi orqali ta'minlanganligi hamda davlat standart talablari asosida o'lchash vositalarida olingan natijalarning qiyosiy tahlili va ularning o'zaro mosligi bilan asoslanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati dispers sistemalarni naporli quvurlardagi gidrotransport jarayonida gidroaralashma qovushqoqligini va gidrotransport tizimlarining yedirilishini kamaytiruvchi, oqim harakatini, reologik xossalarini yaxshilovchi mahalliy xomashyolar asosidagi kompozitsion modifikatorlar olish va dispers sistemali gidroaralashmalarni modifikatsiyalash texnologiyasi ilmiy asoslanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati tog'-kon sanoati rudalarni boyitish chiqindisi, dispers sistemali gidroaralashmalarni kompozitsion modifikator bilan modifikatsiyalash gidrotransport jarayonida bosim yo'qotilishi va energiya sarfini kamaytirish, oqim samaradorligini va gidrotransport tizimlaridan foydalanish muddatini oshirishga xizmat qiladi.



**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportini polimer kompozitsiyalar bilan modifikatsiyalash asosida takomillashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

mahalliy xomashyolar asosida organik birikmali kompozitsion modifikator olish tarkibi va texnologiyasi Olmaliq KMK 2-mis boyitish fabrikasida amaliyotga joriy etilgan (Olmaliq kon-metallurgiya kombinati AJning 2024 yil 29 martdagi 03-24/59-00086-son ma'lumotnomasi). Natijada naporli quvurlarning dispers sistemalar ta'sirida yedirilishi kamaytirilib foydalanish muddatini 30% gacha oshirish imkonini bergan;

mahalliy xomashyolar asosida yaratilgan organik birikmali kompozitsion modifikatorlar bilan naporli quvurlarda dispers sistemalarning modifikatsiyalash texnologiyasi Olmaliq KMK 2-mis boyitish fabrikasida amaliyotga joriy etilgan (Olmaliq kon-metallurgiya kombinati AJning 2024 yil 29 martdagi 03-24/59-00086-son ma'lumotnomasi). Natijada naporli quvurlarda sistemaning qovushqoqligi 9,84%, gidrotransport bosimi 5,7%, cho'kuvchanligi 22,6% ga kamayishi, harakatlanish tezligi va unumdorligi 40% oshishi, jihozlar yedirilishi 30%, energiya sarfi 31,86% kamaytirish imkonini bergan;

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot ishining natijalari 10 ta respublika ilmiy-texnik va 4 ta xalqaro konferensiyalarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 35 ta ilmiy ishlar chop etilgan bo'lib, O'zbekiston Oliy Attestatsiya Komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etilishi tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 13 ta maqola, shundan 5 ta respublika, 8 ta chet el (Scopus 4 ta) jurnallarida, Xalqaro va Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda 22 ta ma'ruza tezislari chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 112 betdan iborat.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, ob'yekt va predmetlari tavsiflangan, O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Tog'-kon sanoatida dispers sistemalarning gidrotransporti, nazariyasi va ishlatilishi”** deb nomlangan birinchi bobida dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportiga doir nazariy va amaliy tadqiqotlarning analitik tahlili keltirilgan. Dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransporti masalasida oqimning qovushqoqligi, yuqori konsentratsiya, gidravlik qarshilik, oqim harakati, napor yo'qolishlari, ishqalanish kuchlanishi, gidrotransport

tizimlarining yedirilishi, cho‘kuvchanligi va oqimning kritik tezligi asosiy parametrlar hisoblanadi, natijada bugungi kunda ishlab chiqarishda, xususan tog‘-kon sanoatida foydalanilayotgan gidrotransport tizimlarining yuqori energiya sarfi va past samaradorlikda ishlashining asosiy omillari o‘rganilgan. Bu jarayonning mohiyatini ifodalash dispers sistemalarning nyuton qonuniyatiga bo‘ysunmaydigan suyuqliklar sifatidagi hususiyatlari, granulametrik tarkibi, xajmiy konsentratsiyasi, qovushqoqligi, kritik tezlik hamda qattiq va suyuq faza zichliklari bilan belgilanishi aniqlangan.

Dispers sistemalarning gidrodinamik va energetik hususiyatlarini o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi, oqimning tashuvchanlik qobiliyatini oshiruvchi polimerlar, sirt faol moddalar ularning destruksiyasi va modifikatsiyalash jarayoni tahlil qilingan. Olib borilgan analitik tahlillar asosida dissertatsiya ishining rejasi tuzilgan.

Dissertatsiyaning **“Dissertatsiya ishining obyekti va qovushqoq gidroaralashmalar gidrotransportini o‘rganish usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransportini takomillashtirishda tavsiya etilgan tenglamalar, dispers sistemalarni modifikatsiyalash uchun tanlab olingan mahalliy ikkilamchi xomashyolar to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.

Tadqiqot obyekti sifatida Olmaliq kon metallurgiya kombinati mis boyitish fabrikasi qoldiqlarini tashishda foydalanilgan gidrotransport tizimlari va dispers gidroaralashmalarni modifikatsiyalashda qo‘llaniluvchi organik birikmalar asosidagi kompozitsiya olish uchun tanlangan mahalliy va ikkilamchi homoshyolar – gossipol smolasi, Karboksimetilsellyuloza (KMS), tabiiy gazni qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladigan ikkilamchi adsorbentlar (Alkanolamin chiqindilari) olingan.

Dispers sistemali gidroaralashmalarining qovushqoqligi, oqim harakati, kritik tezligi, zichligi, konsentratsiyasi va granulametrik tarkibini o‘rganishda gidrodinamikaning eksperimental va standartlashtirilgan zamonaviy usullari tanlanildi. Tadqiqot ob’yektidagi mis boyitish qoldig‘i dispers sistemaning kimyoviy tarkibini aniqlashda Rigaku Technologies (AQSH) kompaniyasining NEXCG analizatorida fundamental parametr usullari (Scatter FP) qo‘llanildi. Dispers sistemali gidroaralashma nyuton qonuniga bo‘ysinmaydigan suyuqlik bo‘lganligi sababli Bingam suyuqliklari deb nomlandi va ichki ishqalanish qonunini tavsiflagan Bingam modelidan foydalanildi.

Dissertatsiyaning **“Mineral dispers sistemalarning gidrotransport jarayonini yaxshilovchi organik modifikatorlar yaratish va xossalarini o‘rganish”** deb nomlangan uchinchi bobida dispers sistemalarning granulametrik, kimyoviy tarkibi, ularni modifikatsiyalash uchun mahalliy va ikkilamchi xomashyolar asosidagi polimer kompozitsiyalarini tayyorlashda kimyoviy va termofizik jarayonlar natijasida yuzaga keladigan muhim tarkibiy o‘zgarishlar, asosiy tarkibiy hususiyatlari, ishlab chiqish texnologiyalari, shuningdek, ularning mis boyitish sanoati chiqindilarining hususiyatlariga va gidrotransport jarayoniga ta’siri tavsiflangan.

Dispers sistemalarni modifikatsiyalash kompozitsiyasini yaratishda gossipol smolasini tanlashdan maqsad, u yuqori quvvat va yuqori bosimga bardosh beruvchi kuchli materialni talab qiladigan gidrotransport tizimlarida foydalanish uchun samarali hisoblanadi. Karboksimetilsellyuloza – dispers sistemalarning gidrotransport

jarayonidagi reologiyasini o'zgartiruvchi hususiyatga ega, qattiq zarrachalar cho'kishining oldini olish orqali oqimni barqarorlashtirishga yordam beradi, moylash vositasi sifatida zarrachalar va quvur devorlari orasidagi ishqalanishni kamaytiradi, tashiladigan materialning oqim xususiyatlarini yaxshilaydi, gidroaralashma ichida namlikni yaxshiroq ushlab turish hususiyati orqali gidrotransport uchun zarur bo'lgan suv miqdorini kamaytiradi va suvni tejash orqali samaradorlikni oshiradi, quvur tizimidagi tiqilib qolish xavfini kamaytiradi. Alkanolaminlar – tog'-kon sanoati homashyolarini qayta ishlash natijasida hosil bo'lgan chiqindilar tarkibidagi ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun erituvchi yoki changni yutish vositasi sifatida va tashilayotgan chiqindi gidroaralashmalarning pH darajasini moslash uchun ishlatilishi mo'ljallandi (1-jadval).

Tanlab olingan polimer moddalarning keltirib o'tilgan hususiyatlarni o'zaro to'ldirish orqali kompozitsion modifikator tarkibi yaratildi. Kompozitsion modifikatorning tarkibini yaratishda tanlangan ikkilamchi xomashyolarni yuqorida keltirilgan ko'rsatkichlari inobatga olinib, umumiy xossaga ega bo'lgan kompozitsiya olishga harakat qilindi. Bunda alkanolaminlarning ikkilamchi xomashyo sifatida suvdagi eritmasiga nisbatan olinib unda gossipol smolasi va KMS ning miqdorini o'zgartirilib 6 ta na'muna tayyorlandi (2-jadval).

**1-jadval**

**Tanlab olingan ingreiyentlarning xossalari**

Modifikator nomi	Formulasi	Tashqi ko'rinishi	Molekulyar massasi	Eruvchi muhit	GOST (TU)
Gossipol smolasi	$C_{30}H_{30}C_8$	to'q jigarrangdan qora rangacha	518,6	suv	OST 18-114
Karboksime - tilsellyuloza	$[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$	Oq rangli kristalli kukun	$1,4 \cdot 10^5$	suv	TU 2162023 0236587595
Ikkilamchi Alkanolamin - CHMEA - CHDEA - CHMDEA	- $HOCH_2CH_2NH_2$ - $(HOCH_2CH_2)_2NH_2$ - $CH_3N(CH_2CH_2OH)_2$	Rangsiz yopishqoq suyuqlik	61,1 105,136 119,162	suv	TU 66-02-915-84

**2-jadval**

**Kompozitsion modifikator na'munalarining tarkibi**

Xomashyo nomi	Na'munadagi xomashyo miqdori, %					
	1	2	3	4	5	6
Gossipol smolasi	5	4	6	7	3	5
Karboksime tilsellyuloza	5	6	4	3	3	2
Ikkilamchi alkanolamin	90	90	90	90	94	93

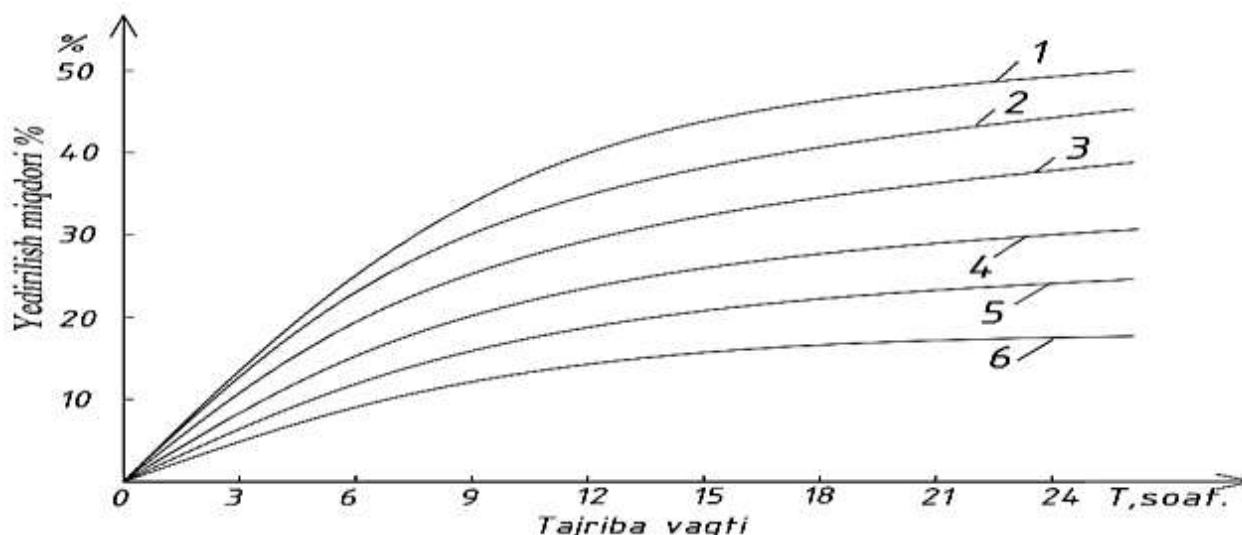
Shuningdek, olingan na'munalarning ko'p fazali suyuqliklarga ta'sir qilish mexanizmini o'rganish uchun suvda eriydigan modifikatorlar tarkibi bilan tajribalar o'tkazildi. Tanlanilgan xomashyolarining fizik-kimyoviy xossalari inobatga olib 30 minut davomida  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  da tayyorlandi. Tayyorlab olingan kompozitsiyaning fizik-mexanik xossalari o'rganildi (3 – jadval).

**Kompozitsion modifikator na'munalarining fizik-mexanik xossalari**

Ko'rsatkichlar nomlanishi	Na'munadagi xomashyo miqdori,%					
	1	2	3	4	5	6
Qaynash harorati, °C	179	180	178	182	181	183
Muzlash harorati, °C	-11	-13	-10	-9	-7	-11
Dinamik qovushqoqlik, Pa*s	1,16	1,27	1,28	1,22	1,33	1,18
Kinematik qovushqoqlik 10 <sup>-6</sup> Pa*s	1,13	1,25	1,24	1,19	1,28	1,16

Tayyorlangan kompozitsiyaning dispers sistemalar reologiyasiga ta'sirini aniqlash uchun ularni dispers sistema tarkibidagi mineral zarrachalar holatiga ta'siri o'rganib chiqildi. Mis boyitish qoldiqlari – temir elementini o'z ichiga olgan mahsulot bo'lib, u murakkab mineralogik tarkibga ega. Undagi umumiy temir miqdorining massa ulushi 40,6 % ni tashkil etdi. Tadqiqot obyektimizda mis boyitish qoldig'ining kimyoviy tarkibi 25 ta elementdan iboratligi ma'lum bo'ldi, jadvalda asosiy elementlarni keltirib o'tdik. Bundan tashqari quyidagi elementlar ham mavjud: Cu – 0,527%, S – 0,801 %, Mg – 0,802 %, Zn – 1,45 %, Ca – 1,69 %, K – 2,15 %, Al – 4,56%, SI – 17,8 %, Cl – 0,122 %, Ti – 0,242 %, Cr – 0,0377 %, Mn – 0,204 %, As – 0,0126 %, Rb – 0,0226 %, Sr – 0,0131 %, Y – 0,0017 %, Zr – 0,214 %, Mo – 0,223 %, Ag – 0,0013 %, Sn – 0,0055 %, Sb – 0,0468 %, Ba – 0,123 %, Ir – 0,0145 %, Pb – 0,322 %.

Mis boyitish sanoati qoldig'i tarkibida temir – Fe, kremniy – Si, Alyuminiy – Al, Kaliy – Ka, Kalsiy – Ca, Ruh – Zn, Magniy – Mg, Oltingugurt – S va Mis – Cu elementlarining massa ulushi yuqori ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu elementlarning oqim jarayonida gidrotransport tizimlariga ta'sirini aniqladik. Boyitish qoldiqlari tarkibidagi elementlarning gidrotransport tizimlariga ta'sirini o'rganish va yedirilish miqdorini aniqlash orqali elementlarning ta'sir ko'rsatkichlarini taqqosladik (1-rasm).

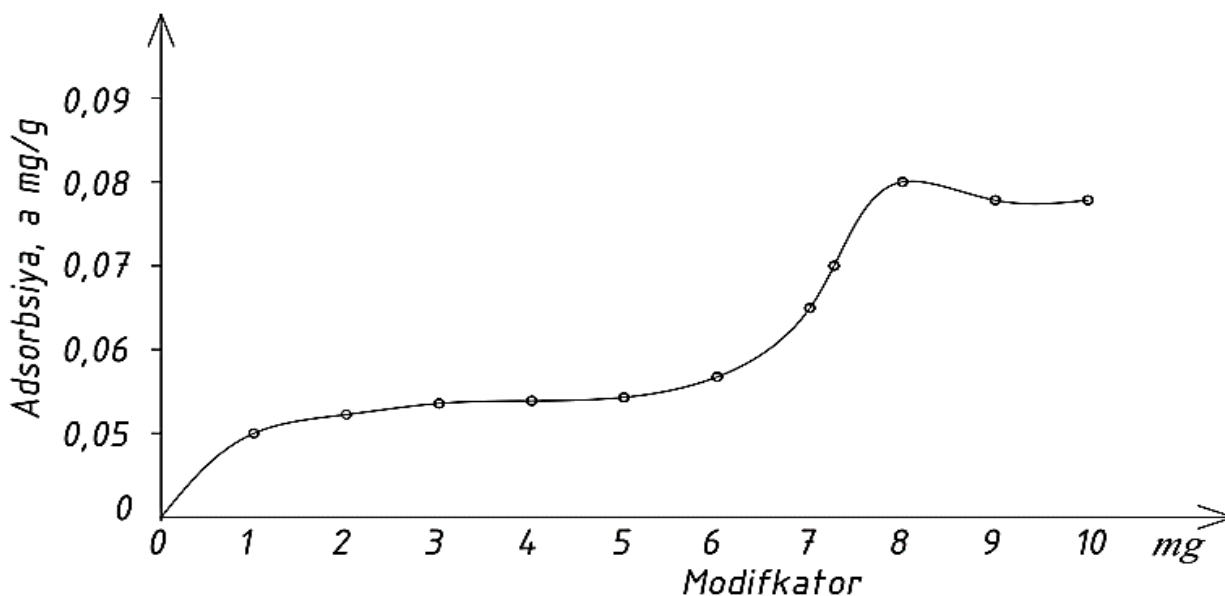


1-Fe; 2-SI; 3-Al; 4-K; 5-Ca; 6- Pyx.

1-rasm. Gidroaralashma tarkibidagi elementlarning gidrotransport tizimlari yuzalarining yedirilishiga ta'siri

Mahalliy ikkilamchi xomashyolar asosida yaratilgan kompozitsion modifikatorni dispers sistemaning gidrotransport jarayonidagi eng muhim vazifalardan biri qattiq dispers fazalar orasidagi ishqalanishda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish bo'lib, ular modifikatsiyalash sharoitida kompozitsiyalarning oqim harakatiga ta'sirini aniqlaydi. Shu munosabat bilan suyultirilgan polimer eritmalardan statistik adsorbsiya usulida kompozitsion modifikator (KM) molekularining turli dispers sistema zarrachalari bilan o'zaro ta'sirining xususiyatlari o'rganildi.

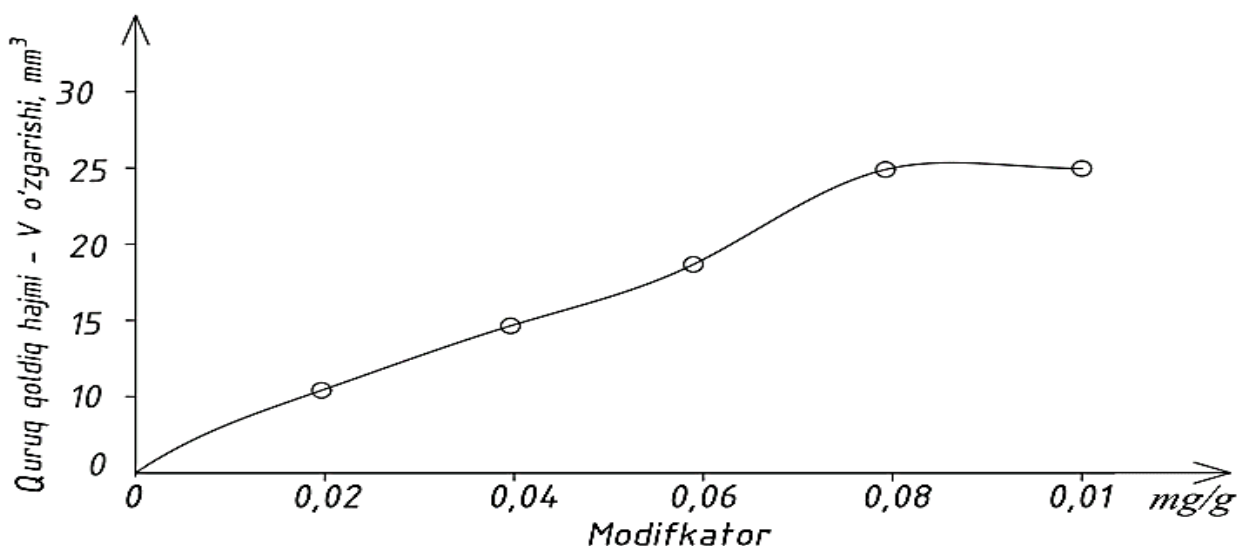
KM adsorbsiyasi dastlabki konsentratsiyalari 50 dan 90 g/t gacha bo'lgan konsentrlangan eritmalarda amalga oshirildi, muvozanatga erishish vaqti  $18 \pm 2$  °C haroratda 24 soatni tashkil etdi, qattiq faza 15 daqiqa davomida 3000 ayl/min tezlikda sentrifugalash orqali suyuq fazadan ajratildi, tabiiy sharoitda quritilganidan so'ng, 100 ml distillangan suvda desorbsiyaga uchradi (muvozanat vaqti - 24 soat). Boyitish qoldig'i yuzasida KM adsorbsion izotermi 2-rasmda ko'rsatilgan.



**2-rasm. Boyitish qoldig'i yuzasida kompozitsion modifikatorning adsorbsion izotermasi**

KM adsorbsion izotermasini tahlil qilish sirt qatlamida adsorbsiyasi uning keskin egilishiga olib keladigan yarim hujayralar hosil bo'lishini xulosa qilish imkonini beradi. Sorbsiya izotermalari tasnifiga ko'ra, mis qoldig'idagi KM izotermasi KMS moddasidagi molekulararo o'zaro ta'sirni tavsiflaydi. O'rganishlar shuni ko'rsatdiki yaratilgan KM bilan suvli dispers sistemalar modifikatsiya qilinganda ularni adsorbsiya qilish 30-40% ekanligini aniqladik. Demak dispers sistemalar zarrachalari bir biri bilan yopishadi ma'lum miqdorda sharoitiga qarab kimyoviy reaksiyaga ham kirishadi. Buni jarayonda issiqlik ajratish bilan asoslash mumkin. Shu bilan birga KM ni dispers sistema hajmiga ta'sirini aniqladik. Olingan natijalarga ko'ra dispers sistema hajmi KM adsorbsiya bo'lish hisobiga 25-30% oshadi, ya'ni shishadi (3-rasm).

O'rganishlar shuni ko'rsatdiki dispers sistemalarni polimerlar bilan modifikatsiyalash ularning fizik-kimyoviy va adsorbsion xossalriga ta'sir qiladi. Bu esa ularni gidrotransport qilishda ijobiy natijalar berib, ishlab-chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshiradi.



**3-rasm. Modifikator ta'sirida dispers sistema hajmining oshishi**

Dissertasiyaning «**Kompozitsion modifikatorlar bilan dispers sistemalarni modifikatsiyalash asosida oqim hususiyatlarini o'zgartirish**» deb nomlangan to'rtinchi bobida yaratilgan kompozitsion modifikator bilan dispers sistemalarni modifikatsiyalashning gidroaralashma oqimining qovushqoqligiga, harakatiga, reologik hususiyatlariga, gidravlik qarshiliklariga, quvurlar tizimi yedirilishiga, nasos parametrlariga va ekologiyaga ta'siri o'rganilgan va tizimli tahlil qilingan.

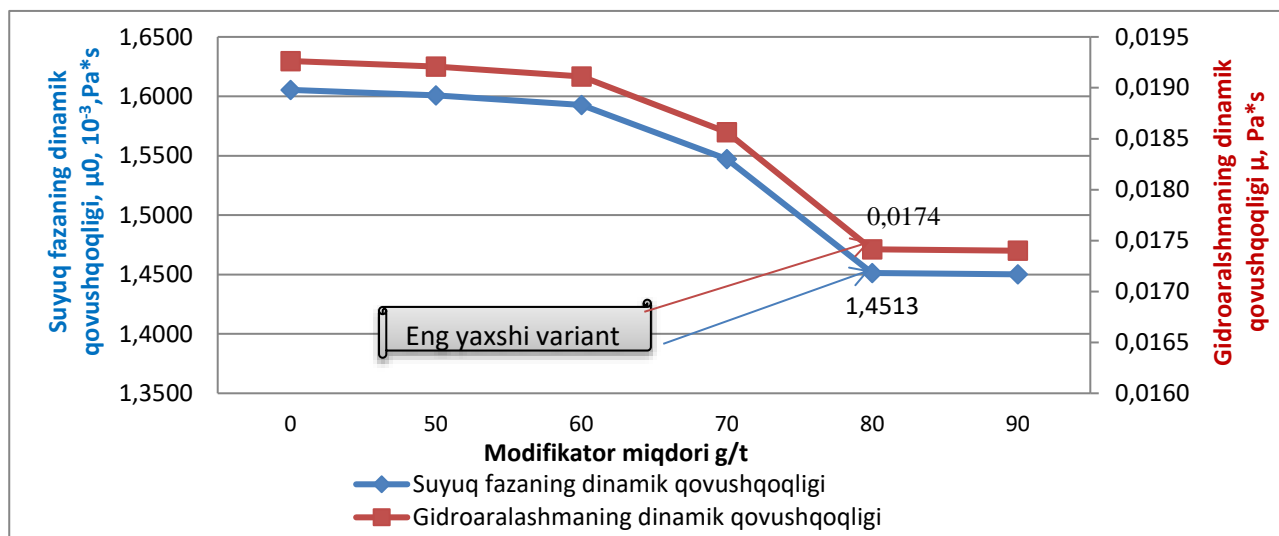
Yaratilgan kompozitsion modifikator bilan boyitish qoldig'i – dispers sistemalar modifikatsiyalash tajribalari o'tkazildi. O'tkazilgan tajribalar jarayonida 25% konsentratsiyada gidroaralashma qovushqoqligining modifikatsiyalashdan avvalgi va keyingi qiymatlari taqqoslandi, bunda modifikatsiyalashdan avval qovushqoqlik miqdori va cho'kuvchanligi yuqori holatda ekanligi aniqlandi, bu holatda oqim jarayonida gidroaralashmaning qattiq dispers sistemalari quvur tubiga cho'kib qolishi kuzatildi, bu esa oqimning harakat rejimiga va tezligiga ta'sir o'tkazib quvurning pastki sohasini yedirilishiga, quvurdan o'tayotgan oqim sarfini kamayishiga, gidravlik qarshilikning ortishiga olib kelishi aniqlandi, modifikator qo'shilgach qovushqoqlik qiymati o'zgarishini 50 g/t dan 100 g/t gacha nisbatlarda 6 ta tajriba o'tkazish asosida aniqlandi (4-jadval).

**4-jadval**

**Modifikatorning gidroaralashma qovushqoqligiga ta'siri**

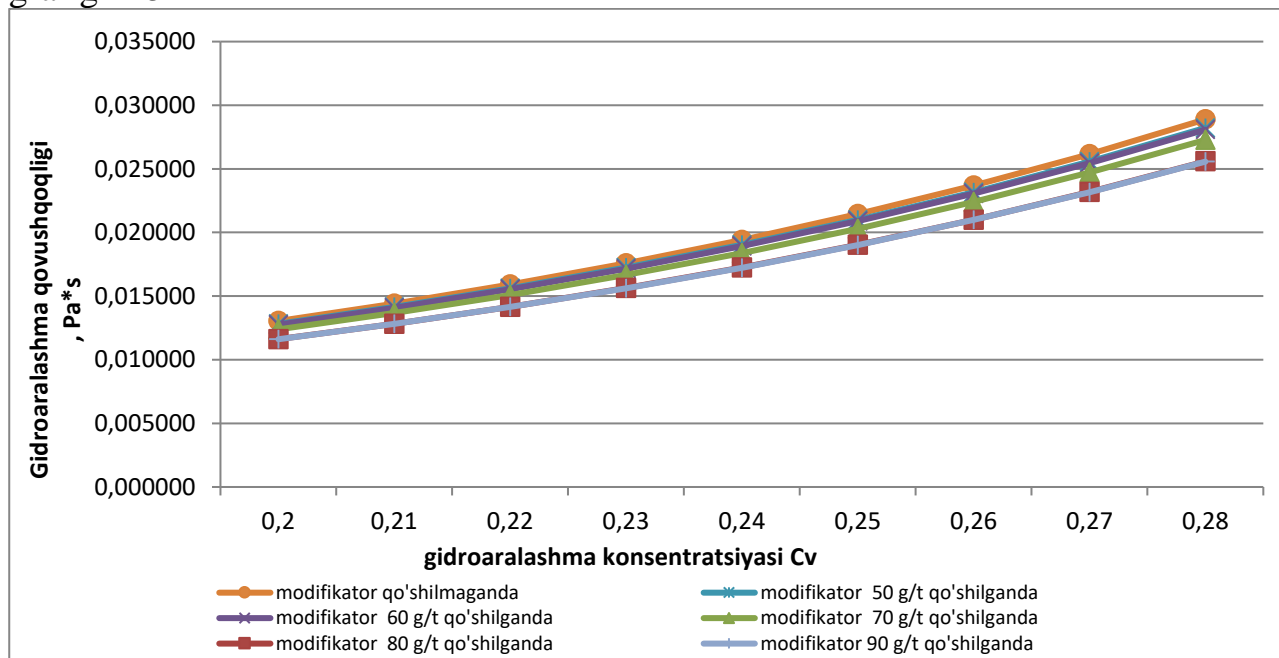
№	Gidroaralashma konsentratsiyasi	Modifikator miqdori, g/t	Suyuq faza kinematik qovushqoqligi $\nu$ , $10^{-6}, \text{Pa} \cdot \text{s}$	Suyuq faza dinamik qovushqoqligi, $\mu_0$ , $10^{-3}, \text{Pa} \cdot \text{s}$	Gidroaralashma dinamik qovushqoqligi, $\mu$ , $\text{Pa} \cdot \text{s}$
1	0,25	0	1,396	1,6054	0,0193
2		50	1,392	1,6008	0,0192
3		60	1,385	1,5928	0,0191
4		70	1,345	1,5471	0,0186
5		80	1,262	1,4513	0,0174
6		90	1,261	1,4502	0,0174

Olingan natijalarni tahlil qilib bizga iqtisodiy va ekspluatasion jihatdan samarali nisbatni tanlash talab etildi. Shu sababli tanlash jarayonida olingan qovushqoqlik qiymatlarining gidravlik parametrlarga ta'siri kuzatildi va taqqoslandi, qovushqoqlikka ta'siri bo'yicha modifikatsiyalash davomida modifikatorning eng maqbul nisbati sifatida 80 g/t tanlandi, (4-rasm).



**4-rasm. Modifikatorning gidroaralashma qovushqoqligiga ta'siri**

Oqim davomida gidroaralashma tarkibidagi dispers sistemalar konsentratsiyasi 20% dan 28% gacha o'zgarib turadi, shu sababli konsentratsiyaning shu oralig'ida modifikatsiyalash natijasida qovushqoqlik qiymatlarining o'zgarishi va bog'liqlik grafisini 5-rasmdan ko'rishimiz mumkin.



**5-rasm. Gidroaralashmaning o'zgaruvchan konsentratsiyasida qovushqoqlikning modifikator ta'sirida o'zgarishi**

Modifikatsiyalash jarayonida dispers sistemali gidroaralashma qovushqoqligining kamayishi oqim jarayonida uning tezligiga, turbulentligiga ta'siri tajribalarda modifikatorning turli nisbatlarida o'rganildi (5-jadval).

### 5-jadval

#### Gidroaralashma qovushqoqligining turbulენტlikka va oqim tezligiga ta'siri

№	Gidroaralashma dinamik qovushqoqligi, $\mu$ , Pa*s	Oqim tezligi, v m/s	Quvur diametri, D, m	Zichlik, kg/m <sup>3</sup>	Reynolds soni, Re	Modifikator miqdori, g/t
1	0,0193	1,386	0,72	1280	66310	-
2	0,01921	1,389	0,72	1280	66645	50
3	0,01911	1,395	0,72	1280	67271	60
4	0,01856	1,412	0,72	1280	70100	70
5	0,01741	1,421	0,72	1280	75203	80
6	0,0174	1,42	0,72	1280	75210	90

Modifikatorning 80 g/t va 90g/t nisbatlarida oqim tezligi va turbulენტlik darajasi deyarli o'zaro teng va boshqa nisbatlardan yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'ldi. Gidroaralashmaning gidrotransport jarayonida quvur devorlariga ishqalanib oqishi natijasidagi reologik parametrlarga ta'sirini kamaytirish va oqim samaradorligini oshirish uchun gidrotransport tizimlaridagi gidroaralashmaga kompozitsion modifikatorni 50 g/t dan 90 g/t gacha nisbatda qo'shib tajribalar o'tkazildi, natijalarni 6-jadvalda ko'rish mumkin.

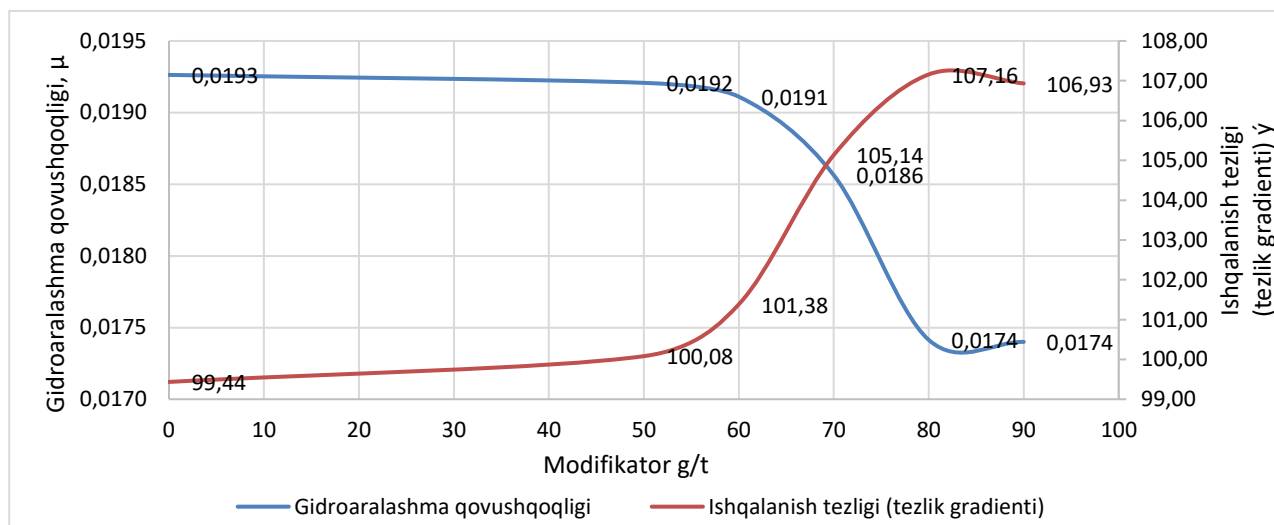
### 6-jadval

#### Kompozitsion modifikatorning gidroaralashma xarakati va reologiyasiga ta'siri

№	Gidroaralashmaning oqim jarayonidagi reologik parametrlari	Tajriba sinovlari, modifikatorsiz va modifikator qo'shilgan holatlarda, g/t.					
		1	2	3	4	5	6
		-	50	60	70	80	90
1	Gidroaralashmaning dinamik qovushqoqligi – $\mu$ Pa*s	0,0193	0,0192	0,0191	0,0186	0,0174	0,0174
2	Ishqalanishning dastlabki kuchlanishi - $\tau_0$ , Pa	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
3	Ishqalanish tezligi (tezlik gradient)- $\dot{\gamma}$ c <sup>-1</sup>	99,44	100,08	101,38	105,14	107,16	106,93
4	Quvur devoridagi kuchlanish – $\tau$ Pa	5,698	5,70	5,72	5,73	5,648	5,643
5	Ishqalanishning nisbiy kuchlanishi - $\sigma$	0,664	0,663	0,661	0,660	0,6696	0,6703
6	Gidravlik qarshilik koeffitsiyenti - $\lambda_\sigma$	0,0086	0,0085	0,0084	0,008	0,0077	0,0077
7	Hisobiy napor yo'qotilishi - $h_g$ m/km	1,17	1,165	1,158	1,133	1,102	1,103
8	Umumiy napor yo'qotilishi - $h_{um}$ m	11,57	11,54	11,47	11,22	10,91	10,92

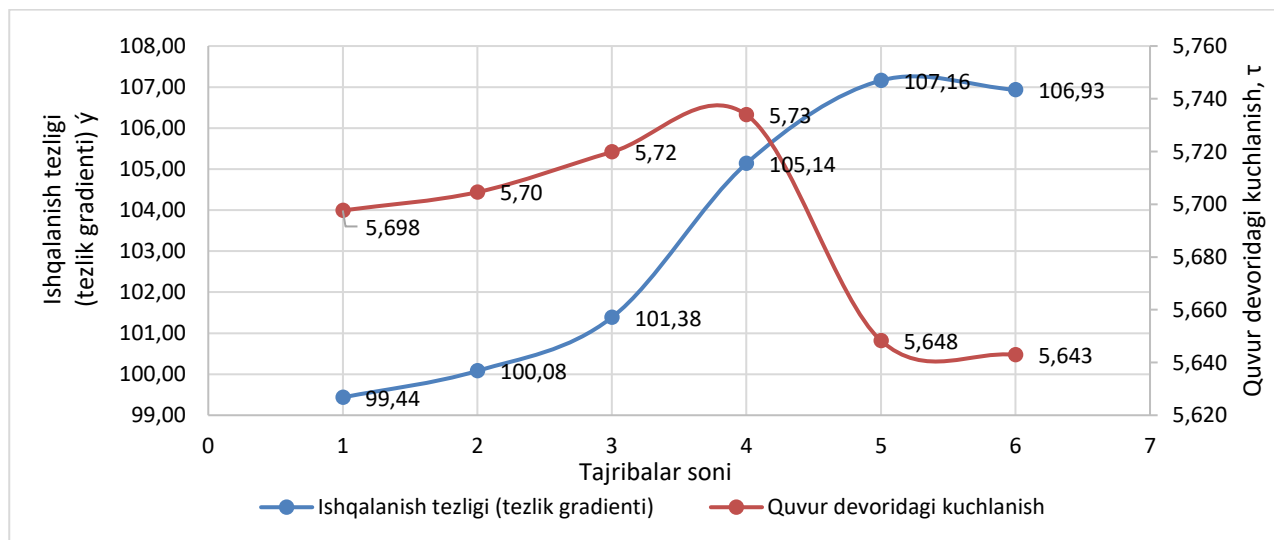


Gidroaralashma oqimi davomida o‘zining qovushqoqlik, cho‘kuvchanlik kabi hususiyatlari orqali quvur devoriga yuqori kuchlanish beradi. Kompozitsion modifikator yordamida dispers sistemalarni modifikatsiyalash usulida ishqalanish tezligini oshirish va qovushqoqlikni kamaytirish orqali quvur devoriga ta’sir etayotgan kuchlanish kamaytirildi (6, 7 – rasm).



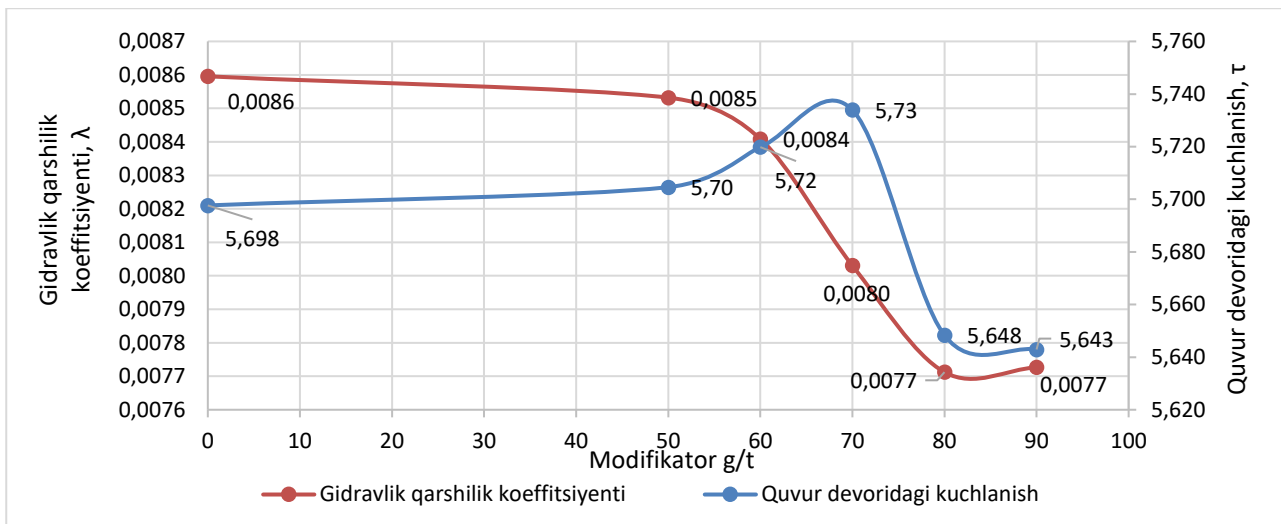
**6 – rasm. Gidroaralashma qovushqoqligining ishqalanish tezligi (tezlik gradienti) ga ta’siri**

Ishqalanishning nisbiy kuchlanishi dastlabki va devordagi kuchlanishlar nisbati orqali, bosim yo‘qotilishi, energiya sarfi muammolarining asosiy parametri gidravlik qarshilik koeffitsiyenti  $\lambda_{\sigma}$  aniqlandi.



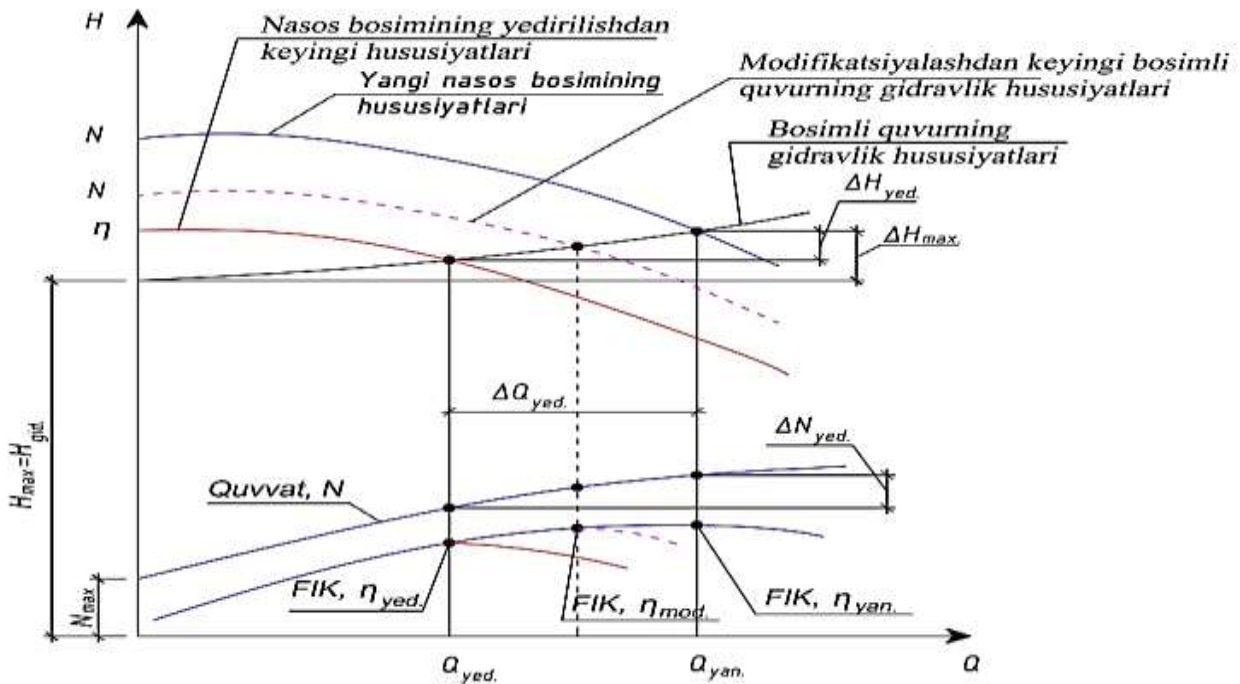
**7 – rasm. Ishqalanish tezligi (tezlik gradient) ning quvur devoriga ta’siri**

Modifikatsiyalash natijasida  $\lambda_{\sigma}$  qiymati kamaytirishga erishildi, bu orqali hisobiy va umumiy bosim yo‘qotilishi kamaytirildi (8 – rasm). Gidroralashmaning haqiqiy gidravlik parametrlarini modifikatsiyalashdan keyingi parametrlar bilan taqqoslashdan ko‘rinib turibdiki gidroaralashma harakati davomida taklif etilayotgan metod asosida qattiq dispers sistemalarning quvur devoriga ishqalanish tezligi 7 % ga oshirilib, quvur devoridagi kuchlanish 1%, gidravlik qarshilik koeffitsiyenti 10%, bosim yo‘qotilishini 6,7 % miqdorda kamaytirish mumkinligi aniqlandi.



**8 – rasm. Modifikator ta’sirida quvur devoridagi kuchlanish va gidravlik qarshilik koeffitsiyentining o’zgarishi**

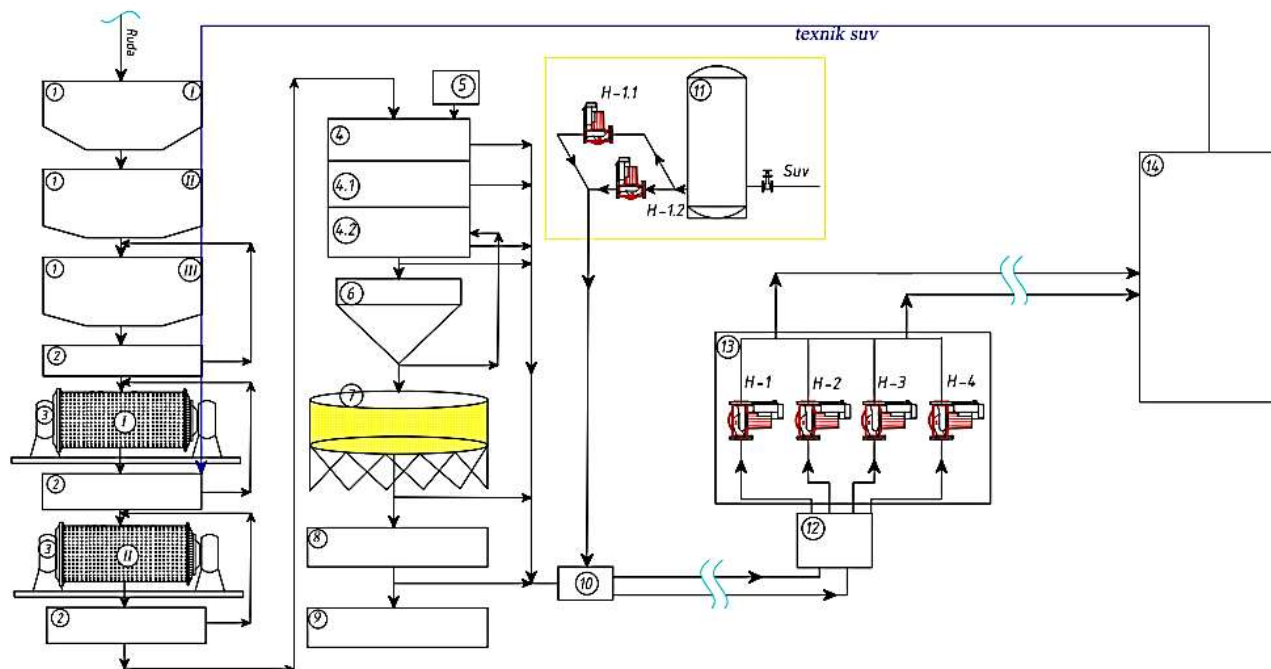
Boyitish qoldig‘ini tashish jarayonida dispers sistemalar ta’sirida quvurlar tizimining devorlari yediriladi, quvurlarning yedirilishga bo‘lgan turg‘unligini oshirish, foydalanish muddatini uzaytirish uchun gidroaralashma tarkibidagi dispers sistemalarni modifikatsiyalashning ta’sir ko‘rsatkichlari aniqlandi.



Bunda:  $H$  – bosim;  $N$  – quvvat;  $\eta$  – samaradorlik;  $Q$  – oqim sarfi;  $H_g$  – ko‘tarilishning geometrik balandligi;  $\Delta H$  – nasosning yedirilishi sababli bosimning pasayishi;  $H_{mak}$  – nasosning uzatishi to‘xtaydigan maksimal bosim;  $\Delta H_{mak}$  – nasosning uzatishi yedirilish tufayli to‘xtaydigan maksimal bosimning pasayishi;  $\Delta Q_{yed}$  – nasosning yedirilish vaqtida oqimning kamayishi;  $\Delta N_{yed}$  – nasosning yedirilish paytida quvvat yo‘qolishi.

**9 – rasm. Tadqiqot obyektida foydalanilayotgan nasosning modifikatsiyalashdan oldingi va keyingi xarakteristikalarini.**

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quvurning massasi va qalinligi bo'yicha foydalanish muddati mos ravishda 29% va 31% ga oshdi. Quvurning umumiy o'rtacha foydalanish samaradorligi esa 30% ga oshdi. Tadqiqot obyektida nasoslar orqali uzatilayotgan dispers sistemalar ta'sirida



1-uch bosqichli maydalagich; 2-klassifikator; 3- ikki bosqichli yanchish; 4-asosiy flotator; 4.1-tozalovchi flotator; 4.2-nazorat flotatori 5-reagent baki; 6- gidrosiklon; 7-quyuqlashtirgich; 8-filtr; 9- mis konsentrat; 10-gidroaralashmani uzatuvchi kamera; 11-modifikatorni tayyorlash kamerasi; 12-gidroaralashma yig'uvchi kamera; 13-nasos stansiyasi; 14-qoldiqlarni saqlash maydoni

### 10 – rasm. Tadqiqot obyektida boyitish qoldiqlarini modifikatsiyalash texnologik sxemasi

ularning foydali quvvati  $N_f$  va foydali ish koeffitsiyenti (FIK)  $\eta$ , o'z samaradorligini yo'qotadi, shu sababli nasoslarning kompozit modifikator yordamida gidroaralashma tarkibidagi dispers sistemani modifikatsiyalashdan keyingi parametrlarini o'zgarishi o'rganildi. Olingan natijalar asosida modifikatsiya jarayonidan keyin nasoslarning foydali quvvati 7,96 % va foydalanish samaradorligi 11% ga oshganligi aniqlandi. Gidroaralashma tarkibidagi qattiq dispers sistemalarni modifikatsiyalashdan keyingi olingan qiymatlar va nasosning ishchi ko'rsatkichlarni taqqoslash orqali erishilgan natijalarni 9 – rasmda ko'rish mumkin.

Tadqiqot obyektida rudalarni qayta ishlash va boyitish jarayonlarini tahlil qilish asosida boyitish qoldiqlarini modifikatsiyalash texnologik sxemasi ishlab chiqildi (10-rasm). Taklif etilayotgan gidroaralashma tarkibidagi dispers sistemalarni modifikatsiyalagan holda gidrotransport qilish texnologiyasida modifikatorni tayyorlash va gidroaralashma oqimiga qo'shish jarayoni ishlab chiqildi. Yaratigan

texnologiyani rudalarni qayta ishlash va boyitish jarayonida qo‘llash natijasida yiliga 809,34 mln iqtisodiy samara ko‘zda tutilgan.

## **XULOSALAR**

1. Mahalliy xomashyolar asosida dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransport jarayonida gidroaralashma qovushqoqligini, oqim harakatini, reologik xossalarni yaxshilovchi va gidrotransport tizimlarining yedirilishini kamaytiruvchi organik birikmalar asosidagi kompozitsion modifikatorlar tavsiya etildi.

2. Yaratilgan kompozitsion modifikatorlarning fizik-kimyoviy, texnologik va reologik xossalari o‘rganilib ularning dispers sistemalarning naporli quvurlardagi gidrotransport jarayonidagi optimal miqdori tavsiya etildi.

3. Yaratilgan kompozitsion modifikatorning tog‘-kon sanoati boyitish qoldig‘i dispers sistemani adsorbsion, fizik-kimyoviy, reologik xossalariga va jihozlarning yemirilishiga, korroziyasiga ta’siri ilmiy asoslandi.

4. Modifikatsiyalangan dispers sistema gidroaralashmalari qovushqoqligining oqim tashuvchanligiga va quvur devorlariga ta’sirini aniqlash usullari va uni bingam suyuqligi ekanligi ko‘rsatildi.

5. Dispers sistemali gidroaralashmaning kompozitsion modifikator bilan modifikatsiyalash natijasida sistemaning qovushqoqligi 9,84%, gidrotransport bosimi 5,7%, cho‘kuvchanligi 22,6% ga kamayishi, harakatlanish tezligi va unumdorligi 40% oshishi, jihozlar yedirilishi 30%, energiya sarfi 31,86% kamayishi tavsiya etildi.

6. Mahalliy ikkilamchi xomashyolardan organik birikmalar asosidagi modifikatorlar olish, dispers sistemali gidroaralashmalarni modifikatsiyalash va uzatish texnologiyasi tavsiya etildi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРИ НАУЧНОМ СОВЕТЕ  
DSc.15/27.02.2020.Т.73.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ЧОРШАНБИЕВ УМАР РАВШАН УГЛИ**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОТРАНСПОРТА ДИСПЕРСНЫХ  
СИСТЕМ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ НА ОСНОВЕ  
МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ**

**05.09.07 – Гидравлика и инженерная гидрология  
02.00.07 – Химия и технология композиционных, лако-красочных и резиновых  
материалов**

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером В2024.2.PhD/Т4536

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) и информационно-образовательном портале «Ziyounet» ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Ибадуллаев Ахмаджон Собирович**  
доктор технических наук, профессор

**Бабаев Аскар Рўзибадалович**  
PhD, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Жонқобиллов Улугмурод Умбарович**  
доктор технических наук, профессор

**Адилов Равшанбек Эркинович**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**Ферганский политехнический институт**

Защита диссертации состоится 15 августа 2024 года в 09<sup>00</sup> часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета DSc.15/27.02.2020.T.73.02 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер - 176). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан «29» 07 2024 года.  
(протокол реестра № 5 от «29» 07 2024 года).



**А.В.Умаров**

Председатель разового научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор

**Э.У.Тешабаева**

Заместитель секретаря разового научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор

**Н.Қ.Турсунов**

Председатель разового научного семинара  
при разовом научном совете  
по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В мире горнодобывающей промышленности гидротранспортные системы являются важным инструментом транспортировки отходов, образующихся при обогащении руд в состоянии гидросмеси дисперсной системы, а основными проблемами являются подача частей труб и насосов, высокие энергозатраты в процесс гидротранспорта. Поэтому актуальным является вопрос обеспечения непрерывности процесса обогащения, повышения гидравлической эффективности труб и насосов в процессе гидротранспорта. Учитывая это, важным является совершенствование гидротранспорта напорных труб на основе методов, обеспечивающих снижение вязкости потока, улучшение физико-химико-реологических свойств фаз в системе, снижение сопротивления дисперсной системы и трубопроводов при сохранении технологического процесса.

В мире, строительной и горнодобывающей промышленности ведутся исследования, направленные на улучшение реологических свойств течения гидросмесей в низко- и высококонцентрированных дисперсных системах, снижение гидравлического сопротивления, повышение производительности труб и деталей насосов, снижение энергозатрат, повышение проницаемости труб. В этом направлении уделяется внимание разработке новых энергосберегающих методов и технологий, направленных на совершенствование гидротранспорта напорных трубопроводов, обеспечение непрерывности процессов передачи потока, методов расчета конструктивных параметров гидравлических элементов и устройств, добавления полимерных композиций и поверхностно-активных веществ в поток гетерогенных дисперсных систем с вязкостью и шероховатостью.

В нашей республике, особенно на фабриках по переработке и обогащению руд, отходы принудительно вывозились в аэропорт гидротранспортной системой. Гидротранспортная система состоит из металлических труб и насосного оборудования, что требует больших эксплуатационных и энергетических затрат. Были приняты комплексные меры по повышению эффективности транспортировки, снижению эксплуатационных и энергетических затрат гидротранспортных систем. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены важные задачи «...повышение энергоэффективности экономики на 20%...снижение потерь в отраслях промышленности и повышение эффективности использования ресурсов...снижение количества вредных газов, выбрасываемых в атмосферу, на 20%». В связи с этим актуально проведение научно-исследовательских работ по созданию композиций на основе вторичных органических соединений, повышающих эффективность гидротранспорта дисперсных систем в герметизированных трубах, снижающих воздействие на окружающую среду, повышающих устойчивость оборудования к коррозии. и уничтожения, и разрабатывать технологии модификации дисперсных систем с их помощью.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана, направленной на 2022-2026 годы», № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», УП № 4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию предприятий горно-металлургической отрасли», № УП-4891 от 6 апреля 2017 года «О критическом анализе объёма и состава товаров (работ, услуг), а также об углублении импортозамещающего производства», а также задач, предусмотренных в других нормативно-правовых документах, связанных с данной деятельностью.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики «Сельское хозяйство, биотехнологии, экология и охрана окружающей среды» и VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования по усовершенствованию гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубах занимались такие видные учёные, как Н.А. Силин, М.А. Дементьев, В.Н. Покровская, А.Е. Смолдырев, А.Г. Джваршейшвили, Р. Дюран, Д.Ф. Ричардсон, С.А. Шук, В. Пажонка, Е. Сobot, П. Слаттер, В.А. Зверев, Ю.Г. Абросимов, Хоанг Зань Бинь, А.Х. Мирзажанзада, Н.М. Лебедев, К. Селлин, И.Л. Повх, Нья Тьонг Линь, М.И. Валиев, J.W. Hoyt, M.P. Tulin, И.И. Ерошкина, Ф.И. Франкль, Г.И. Баренблатт, В.М. Маккавеев, М.М. Гареев, И.И. Леви, X. Рауз, Ю.А. Буевич, А.Н. Крайко, С. Соу, Г. Уоилис, А. Фортъе, Д.Ф. Файзуллаев, Х.А. Рахматулин, К.Ш. Латипов, С.И. Криль, А.А. Шакиров, А.М. Арифжанов, И. Хужаев, С.Худайкулов, И.Э. Махмудов, Х.Илхомов, А.И. Умаров, С.С. Негматов, А.Г. Джалилов, Т.А. Атакузиев, А.С. Ибадуллаев, Х.Э. Юнусов, Э.У. Тешабаева, А.Р. Бабаев и другие.

Ими были разработаны и внедрены в практику работ строительной и горнодобывающей промышленности методы гидротранспортировки дисперсных систем по напорным трубам, их физико-химические свойства, их концентрация, машины и аппараты, а также методы, увеличивающие производительность подобных систем и поддерживающие баланс частиц в них.

В то же время, в настоящее время в горно-добывающей и строительной отраслях осуществляются научно-исследовательские работы, направленные на усовершенствование гидротранспорта в напорных трубах с учётом составных частей дисперсных систем, в частности создание полимерных композиций, модифицирующих дисперсные системы с учётом их концентрации, вязкости, физико-химико-реологических свойств, плавучести и влияния на окружающую среду и разработка методов модификации дисперсных систем.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательскими планами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках



плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета (Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта) и Ташкентского химико-технологического института БВ-Атех-2018-509 «Теоретические принципы совершенствования нормативной базы систем водоотведения» (2018-2019 гг.) и А-12-41 «Разработка состава и технология получения термостойких и коррозионностойких композиционных материалов на основе местных и вторичных сырьевых ресурсов, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение» (2012-2014 гг.).

**Целью исследования** является усовершенствование гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубах на основе модифицирования композиционными органическими соединениями.

**Задачи исследования:**

исследование влияния концентрации, кинематических и реологических свойств диспергированных систем на движение потока по напорным трубам;

системный анализ полимеров и поверхностно-активных веществ диспергированных систем, повышающих эффективность потока в гидротранспорте;

изучение модификаторов на основе органических соединений из местного и вторичного сырья с учётом физико-химико-реологических свойств дисперсных систем и изучение их физико-химических, адсорбционных свойств;

изучение гранулометрического и химического состава дисперсных систем отходов обогащения горно-добывающей промышленности и определение их влияния на износ гидротранспортных систем;

определение влияния созданных полимерно-композиционных модификаторов на вязкость гидросмесей диспергированных систем в процессе гидротранспорта в напорных трубах, на движение потока, а также на его реологические свойства.

определение влияния модифицированных дисперсных систем на износ труб;

определение влияния модифицированных дисперсных систем на параметры и время работы насоса;

разработка, получение и применение композиционных модификаторов на основе органических соединений из местного сырья для модифицирования дисперсных систем.

**Объектом исследования** являются системах напорных трубах Алмалыкского горно-металлургического комбината, транспортирующих остатки (хвосты) процесса обогащения.

**Предметом исследования** является гидротранспорт (перевозка) дисперсных систем по напорным трубам и процессы модифицирования на основе композиций органических соединений.

**Методы исследования.** В диссертации использованы общепринятые методы структурного анализа дисперсных систем с использованием сканирующего эмиссионного микроскопа Gemini-500 (FE-SEM) и рентгеновского метода, сопротивления изгибу труб в триботрибометре Micron,

вискозиметрия, ИК-спектроскопия, математический и гидравлический анализ полимерных композиций и дисперсных систем, а также стандартизированные физико-механические, кинематические, динамические и методы планирования эксперимента и математической статистики.

#### **Научная новизна исследования:**

разработан состав и технологический процесс получения модификаторов на основе местного сырья органических соединений, для улучшения гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубах, вязкости и движения потока гидросмеси, реологических свойств и снижения износа системы гидротранспорта;

определено влияние количества и структуры ингредиентов на физико-химические, технологические и реологические свойства созданных композиционных модификаторов;

разработана методика расчета гидравлических параметров гидросмеси, модифицированных дисперсных систем с учетом изменения режима движения потока за счет увеличения движения частиц;

показана модификация гидросмеси дисперсных систем снижение вязкости на 9,84%, гидротранспортного давления на 5,7%, осаждаемость на 22,6%, износ оборудования на 30%, энергопотребление на 31,86%, увеличение скорости и производительности движения на 40%;

разработана технология получения модификатора на основе местных сырьевых ресурсов органических соединений, модификация и подача гидросмеси дисперсных систем.

#### **Практические результаты исследования состоят из:**

разработаны композиционные модификаторы на основе местного вторичного сырья для уменьшения вязкости, давления на гидротранспорте гидросмесей, износа и коррозии оборудования, улучшения реологических свойств системы и повышения её производительности;

доказано модификация разработанные модификаторами гидросмесей дисперсной системы повышает производительность технологического процесса и сроки работы систем на 30%;

разработан технологический процесс получения и применения композиционных модификаторов.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обосновывается тем, что при анализе полученного композиционного модификатора на основе местного вторичного сырья, отходы обогащения горнодобывающей промышленности адсорбционные, физико-химические, реологические свойства, износ гидротранспортных систем, влияние на коррозионные процессы с использованием современных методов исследования в лабораторных и производственных условиях, а также сравнительным анализом результатов, полученных на средствах измерения на основе государственных стандартов и их соответствием между собой.

**Научное и практическое значение результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется научным обоснованием

технологии получения композиционных модификаторов на основе местного сырья, способствующих снижению вязкости гидросмесей, уменьшению износа гидротранспортных систем в процессе гидротранспортировки дисперсных систем в напорных трубах и улучшающих движение и реологические свойства потока.

Практическая значимость результатов исследований служит, модификация отходов обогащения руд горнодобывающей промышленности с композиционным модификатором для снизить потери давления и затраты энергии в процессе гидротранспортирования, повышению эффективности потока и продолжительности использования гидротранспортных систем.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов по улучшению гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубах на основе модифицирования полимерными композициями:

внедрены в практику состав и технология получения модификатора из органических соединений на основе местного сырья на 2-медеобогатительной фабрике Алмалыкского КМК (справка № 03-24/59-00086 АО Алмалыкского горно-металлургического комбината от 29 марта 2024 года). В результате удалось уменьшить влияния дисперсных систем на износ напорных труб и увеличения срока использования труб на 30%;

внедрены в практику технология модификация дисперсных систем в напорных трубах композиционными модификаторами из органических соединений на основе местного сырья на 2-медеобогатительной фабрике Алмалыкского КМК (справка № 03-24/59-00086 АО Алмалыкского горно-металлургического комбината от 29 марта 2024 года). В результате модифицирования гидросмеси дисперсной системы с композиционным модификатором уменьшает вязкость системы на 9,84%, давления гидротранспорта на 5,7%, седиментация на 22,6%, износа оборудования на 30%, энергозатрат на 31,86% и повышает скорость движения потока на 40%

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были обсуждены на 10 республиканских научно-практических и 4 международных конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 35 научных работ, из которых 13 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации результатов докторских диссертаций, из них 5 статей в республиканских, а 8 в иностранных журналах (4 на базе SCOPUS), на международных и республиканских научно-практических конференциях издано 22 тезисов докладов.

**Структура и объём диссертации.** Содержание диссертации состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 112 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость исследования, охарактеризованы его цели и задачи, объект и предмет, указаны соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, описывается научная новизна и практические результаты исследования, а также раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследования в практику, а также об изданных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Гидротранспорт дисперсных систем в горнодобывающей промышленности, теория и применение**» представлен аналитический анализ теоретических и прикладных исследований по гидротранспорту дисперсных систем в напорных трубах. В вопросе гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубах основными параметрами являются вязкость потока, высокая концентрация, гидравлическое сопротивление, движение потока, потери напора, напряжение трения, неустойчивость гидротранспортных систем и критический расход. При этом в работе изучены основные факторы работы гидротранспортных систем в горнодобывающей промышленности, используемых сегодня в производстве: в частности, высокое энергопотребление и низкая эффективность гидротранспортных систем. Установлено, что сущность данного процесса определяется особенностями дисперсионных систем в качестве жидкостей, не работающими согласно закону Ньютона, а также их гранулометрическим составом, концентрацией газов, вязкостью, критической скоростью и плотностями твердой и жидкой фаз.

Проанализированы полимеры, способствующие изменению гидродинамических и энергетических свойств дисперсных систем, повышению транспортной способности потока, вместе с тем, поверхностно-активные вещества в процессе их деструкции и модифицирования. На основе осуществлённых аналитических исследований был составлен план диссертационной работы.

Во второй главе диссертации «**Объект диссертационной работы и методы изучения гидротранспорта вязких гидросмесей**» приводятся рекомендованные уравнения для усовершенствования гидротранспорта дисперсных систем в напорных трубах, сведения о местном вторичном сырье, отобранном для модифицирования дисперсных систем.

В качестве объекта исследования взяты местное и вторичное сырьё – госсиполовая смола, карбоксиметилцеллюлоза (КМС), вторичные адсорбенты (отходы алканоламинов), образующиеся при переработке природного газа, для получения композиции на основе органических соединений, для модификации дисперсных систем – отходы производства обогащения меди Алмалыкского горно-металлургического комбината. При изучении вязкости, движения потока, критической скорости, плотности, концентрации и гранулометрического состава гидросмесей для использования были выбраны современные экспериментальные и стандартизированные методы гидродинамики. При определении химического

состава дисперсной системы остатков обогащения меди в объекте исследования были применены фундаментальные параметрические методы (Scatter FP) на анализаторе NEXCG компании Rigaku Technologies (США). По причине того, что гидросмеси являются жидкостью, не подчиняющимися законам Ньютона, они получили названия Бингамовских жидкостей и при этом использованы модели Бингама (Бингамовские модели), характеризующие закон внутреннего трения.

В третьей главе диссертации **«Исследование свойств и создание органических модификаторов, улучшающих процесс гидротранспорта минеральных дисперсных систем»**, охарактеризован гранулометрический и химический состав дисперсных систем, их влияние на свойства отходов медеобогатительной промышленности и на процесс гидротранспорта, на наиболее важные структурные изменения, вызванные химическими и теплофизическими процессами при приготовлении полимерных композиций на основе местного и вторичного сырья для их модификации.

Причиной выбора госсиполовой смолы при создании модифицирующей композиции дисперсных систем является то, что она весьма эффективна для использования в системах гидротранспорта, требующей прочного материала, способного выдерживать большую нагрузку и высокое давление.

Карбоксиметилцеллюлоза - диспергатор обладает способностью изменять реологические свойства систем в процессе гидротранспортировки, помогая при этом стабилизировать поток путем предотвращения осаждения твердых частиц, уменьшает трение между частицами и стенками трубопровода, выполняя роль смазки, улучшает текучесть транспортируемого материала, из-за более высоких водоудерживающих свойств уменьшает количество воды, необходимое для гидротранспортировки, повышает эффективность за счет экономии воды и снижает риск засорения в системе трубопроводов.

Алконоламины предназначены для использования в качестве растворителей или абсорбентов для удаления загрязняющих веществ из состава отходов, образующихся при переработке сырья горнодобывающей промышленности, и для урегулирования уровня pH транспортируемых отработанных гидрорастворов (Таблица 1).

Путем взаимодополнения приведённых свойств отобранных полимерных веществ был получен состав композиционного модификатора. При создании состава композиционного модификатора были учтены вышеприведённые показатели выбранного вторичного сырья, и при этом были сделаны попытки к получению композиции, обладающей общими свойствами. В этих целях было взято соотношение водного раствора алконоламина и приготовлено 6 образцов при изменении количества госсиполовой смолы и КМЦ (Таблица 2).

Вместе с тем, для изучения механизма влияния полученных образцов на многофазные жидкости были осуществлены эксперименты с составами модификаторов, растворяющимися в воде. Композиция с учётом физико-химических свойств отобранных видов сырья готовилась в течении 30 минут при температуре 40<sup>0</sup>С. После чего исследовались физико-механические свойства

приготовленной композиции (Таблица 3). Для определения влияния приготовленной композиции на реологию дисперсных систем было изучено воздействие, оказываемое ими на состояние минеральных частиц в составе дисперсных систем.

Таблица 1

**Свойства выбранных ингредиентов**

Наименование модификатора	Формула	Внешний вид	Молекулярная масса	Среда плавления	ГОСТ (ТУ)
Госсиполовая смола	$C_{30}H_{30}O_8$	От темно-коричневого до чёрного цвета	518,6	Вода	ОСТ 18-114
Карбоксиметилцеллюлоза	$[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$	Кристалльный порошок белого цвета	$1,4 \cdot 10^5$	Вода	ТУ 216202-02365875 95
Вторичный Алконоламин - ЧМЭА - ЧДЭА - ЧМДЭА	$HOCH_2CH_2NH_2$ $-(HOCH_2CH_2)_2NH_2$ $CH_3N(CH_2CH_2OH)_2$	Бесцветная клейкая жидкость	61,1 105,136 119,162	Вода	ТУ 66-02-915-84

Таблица 2

**Состав образцов композиционного модификатора**

Наименование сырья	Количество сырья в образце, %					
	1	2	3	4	5	6
Госсиполовая смола	5	4	6	7	3	5
КМЦ	5	6	4	3	3	2
Вторичный алконоламин	90	90	90	90	94	93

Таблица 3

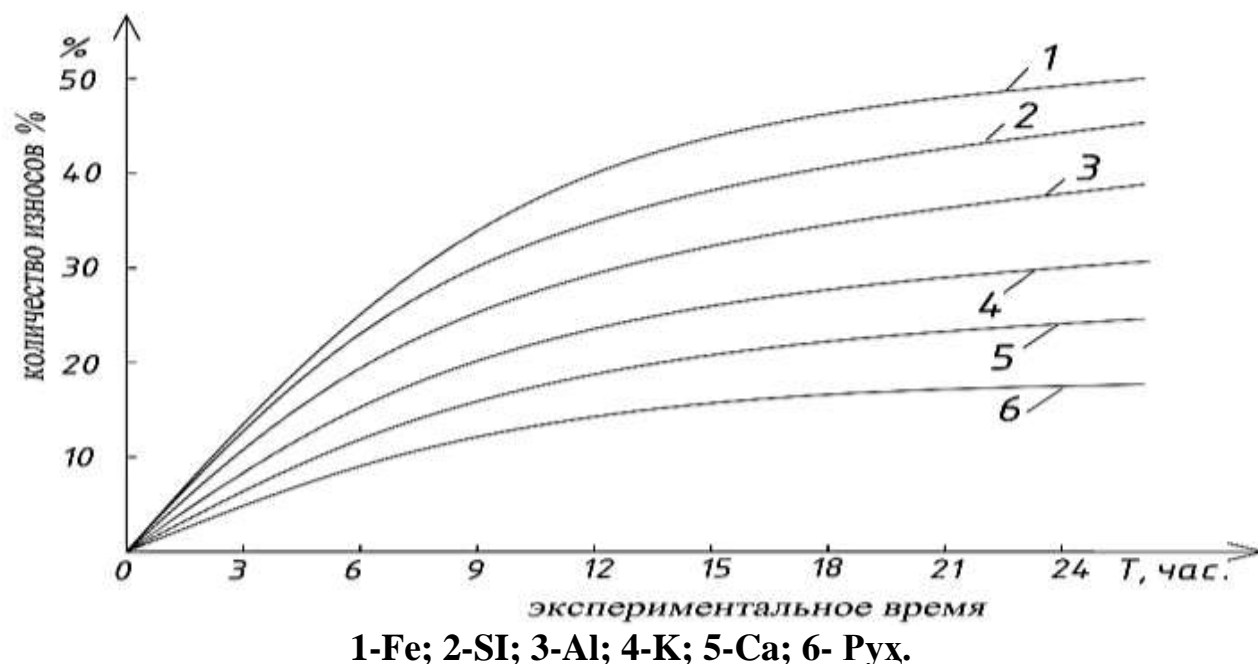
**Физико-механические свойства композиционного модификатора**

Наименования показателей	Количество сырья в образце, %					
	1	2	3	4	5	6
Температура кипения $^{\circ}C$	179	180	178	182	181	183
Температура заморзания $^{\circ}C$	-11	-13	-10	-9	-7	-11
Динамическая вязкость, Па*с	1,16	1,27	1,28	1,22	1,33	1,18
Кинематическая вязкость, $10^{-6}$ Па*с	1,13	1,25	1,24	1,19	1,28	1,16

Отходы обогащения меди – это продукт, обладающий сложным минералогическим составом, и включающий в себя такой элемент, как железо. Массовая доля железа в них составляет 40,6 %. Было выявлено, что в объекте исследования химический состав отходов обогащения меди состоит из 25 элементов, и в таблице мы привели основные из них. Кроме того, в её составе имеются еще и следующие элементы: Cu – 0,527%, S – 0,801 %, Mg – 0,802 %, Zn – 1,45 %, Ca – 1,69 %, K – 2,15 %, Al – 4,56%, Si – 17,8 %, Cl – 0,122 %, Ti – 0,242

%, Cr – 0,0377 %, Mn – 0,204 %, As – 0,0126 %, Rb – 0,0226 %, Sr – 0,0131 %, Y – 0,0017 %, Zr – 0,214 %, Mo – 0,223 %, Ag – 0,0013 %, Sn – 0,0055 %, Sb – 0,0468 %, Ba – 0,123 %, Ir – 0,0145 %, Pb – 0,322 %.

Также нами было определено, что в составе отходов промышленности по обогащению меди обладают более высокой массовой долей следующие элементы: железо – Fe, кремний – Si, Алюминий – Al, Калий – Ка, Кальций – Са, Цинк – Zn, Магний – Mg, Сера – S и Медь – Cu. Нами определено влияние, оказываемое этими элементами на гидротранспортные системы в процессе течения. Путем изучения влияния элементов в составе отходов обогащения и определения объема износа нами были сравнены между собой показатели воздействия этих элементов (рис. 1).

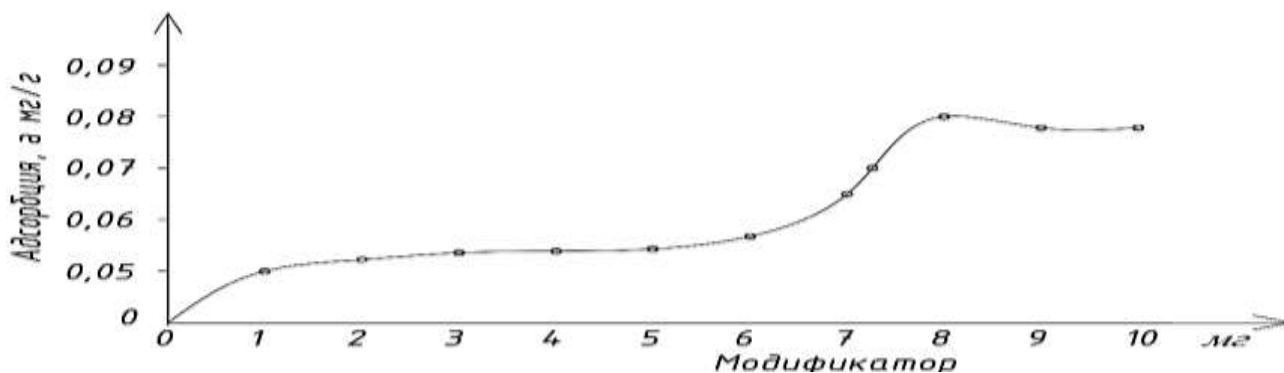


1-Fe; 2-Si; 3-Al; 4-K; 5-Ca; 6- Pух.

**Рис. 1. Влияние элементов гидросмесей на износ поверхностей систем гидротранспорта**

Одной из наиважнейших задач композиционного модификатора, созданного на основе местного вторичного сырья в процессе гидротранспорта дисперсной системы, заключается в изучении процессов, протекающих при трении между твёрдыми дисперсными фазами, и они определяют влияние, оказываемое композитами на движение потока в условиях модифицирования. В связи с этим были изучены особенности взаимодействия молекул композиционного модификатора (KM), полученного методом статистической адсорбции из жидких полимерных растворов, с частицами различных дисперсных систем.

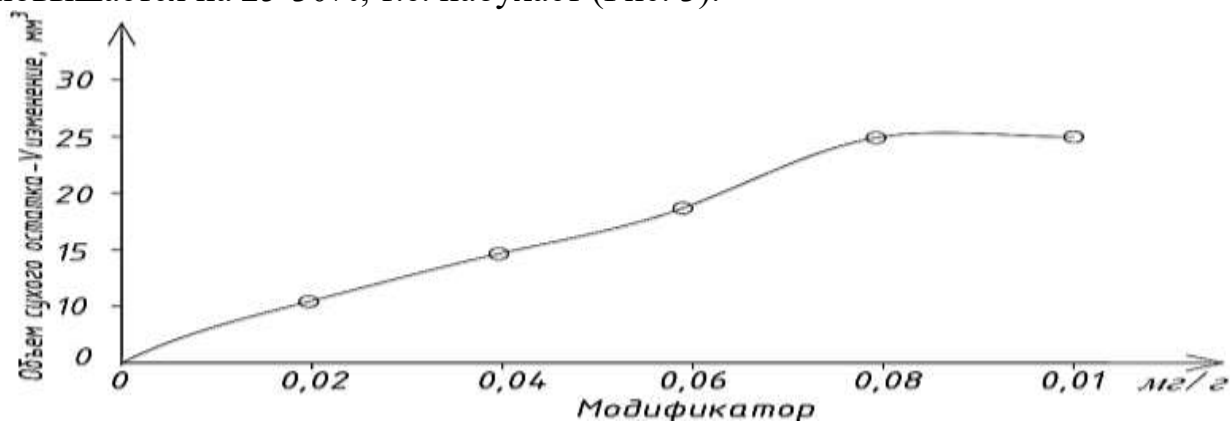
Адсорбция KM осуществлена в концентрированных растворах, с предварительной концентрацией от 50 до 90 г/т, при этом время достижения равновесия при температуре  $18 \pm 2$  °C составило 24 часа, твердая фаза в течение 15 минут была отделена путем центрифугирования от жидкой фазы на скорости 3000 об/мин, а после высушивания в естественных условиях была подвергнута десорбции, (100 мл) (время достижения равновесия - 24 часа). Адсорбционная изотерма KM на поверхности отходов (остатков) обогащения показана на рис. 2.



**Рис. 2. Адсорбционная изотерма композиционного модификатора на поверхности отходов обогащения**

Проведённый анализ адсорбционной изотермы КМ дал возможность прийти к заключению, что адсорбция поверхностного слоя будет способствовать возникновению полуклеток, приводящих к его резкому прогибанию. Согласно классификации сорбционных изотерм, изотерма КМ в составе медных шлаков характеризует межмолекулярное взаимодействие в составе вещества КМЦ.

Определено, что при модифицировании водных дисперсных систем при помощи полученного КМ уровень их адсорбции достигает до 30-40%. Соответственно, частицы дисперсных систем притягиваются друг к другу, а в определённых условиях даже вступают в химическую реакцию. Это можно обосновать тепловыделением при протекании процесса. Вместе с тем, нами было определено влияние, оказываемое КМ на объем дисперсных систем. Согласно полученным результатам объем дисперсных систем за счёт адсорбции КМ повышается на 25-30%, т.е. набухает (Рис. 3).



**Рис.3. Рост объёма дисперсной системы под влиянием модификатора.**

Как показали исследования, модифицирование дисперсных систем с высокомолекулярными полимерами влияет на их физико-химические и адсорбционные свойства, что даёт положительные результаты при их гидротранспортировке и повышает экономическую эффективность производства.

В четвёртой главе диссертации **«Изменение свойств потока дисперсных систем на основе модифицирования композиционными модификаторами»** изучено влияние модифицирования дисперсных систем с композиционным модификатором на вязкость потока гидросмеси, на её движение, реологические



свойства, гидравлическое сопротивление, износ системы трубопроводов, параметры насосов и экологию и осуществлён системный анализ.

Проведены эксперименты по модифицированию дисперсных систем – отходов производство обогащения разработанной модификаторами. В процессе проведённых экспериментов были сравнены значения вязкости гидросмесей в концентрации 25% до и после модифицирования, при этом определено, что такие свойства, как вязкость и осаждаемость на довольно высоком уровне, и наблюдалось выпадение в осадок твёрдых дисперсных систем, что влияет на режим движения и скорость течения, а также приводит к износу нижней части трубопровода, уменьшению объёма потока, проходящего через трубу, повышению гидравлического сопротивления. Вместе с тем, в результате проведения шести экспериментов, было определено, что после добавления модификатора меняется значение вязкости в соотношении от 50 г/т до 100 г/т (Таблица 4).

Таблица 4

Влияние модификатора на вязкость гидросмеси

№	Концентрация гидросмеси	Количество модификатора, г/т	Кинематическая вязкость жидкой фазы, $\nu$ , $10^{-6}$ , Па*с	Динамическая вязкость жидкой фазы, $\mu_0$ , $10^{-3}$ , Па*с	Динамическая вязкость гидросмеси, $\mu$ , Па*с
1	0,25	0	1,396	1,6054	0,0193
2		50	1,392	1,6008	0,0192
3		60	1,385	1,5928	0,0191
4		70	1,345	1,5471	0,0186
5		80	1,262	1,4513	0,0174
6		90	1,261	1,4502	0,0174

После проведённого анализа полученных результатов от нас требовалось выбрать более эффективное соотношение с экономической и эксплуатационной точки зрения. Поэтому мы наблюдали за влиянием значений вязкости, полученных в процессе отбора на гидравлические параметры и сравнивали их, в качестве наиболее приемлемого соотношения модификатора по воздействию, оказываемому на вязкость в процессе модифицирования было выбрано значение 80 г/т (рис. 4).

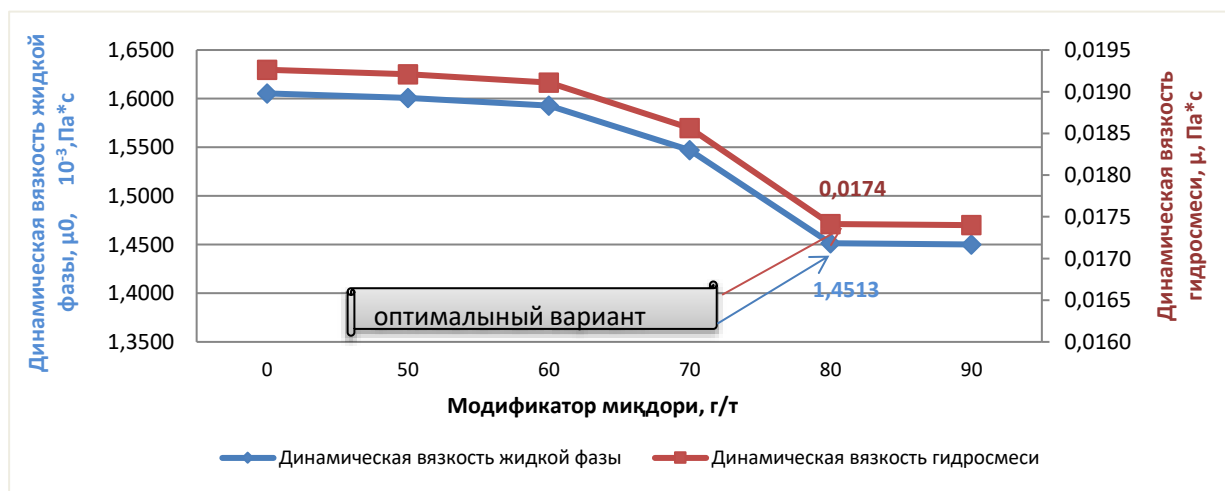
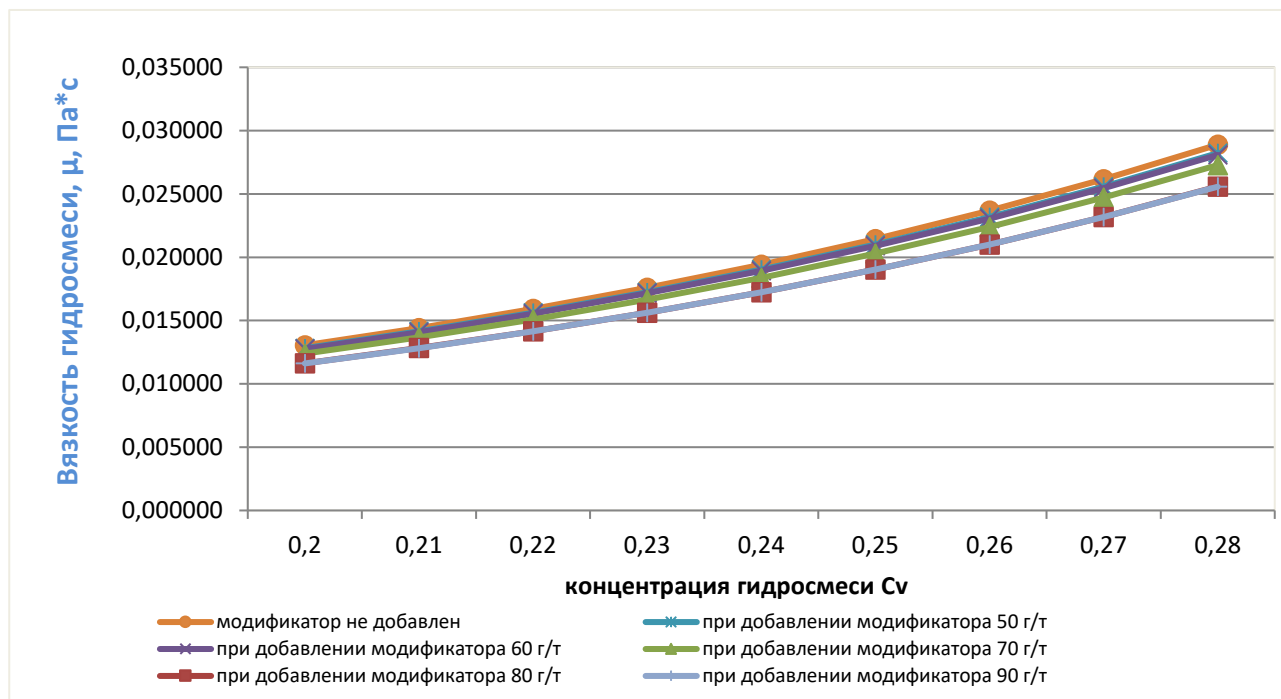


Рис. 4. Влияние модификатора на вязкость гидросмеси.

В процессе течения концентрация диспергированных систем в составе гидросмеси меняется в пределах от 20% до 28%. Изменения значений вязкости и график взаимосвязей в результате модифицирования концентрации в этих пределах можно наблюдать на рис. 5.



**Рис. 5. Изменение вязкости гидросмеси изменчивой концентрации под влиянием модификатора**

Вместе с тем, при помощи проведённых опытов изучено влияние уменьшения вязкости гидросмеси с диспергируемой системой в процессе модифицирования на его скорость, турбулентность потока при различных отношениях модификатора (Таблица 5).

**Таблица 5**

**Влияние вязкости гидросмеси на турбулентность и скорость потока**

№	Динамическая вязкость гидросмеси, $\mu$ , Па*с	Скорость потока, м/с	Диаметр трубы, D, м	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Число Рейнольдса, Re	Количество модификатора, г/т
1	0,0193	1,386	0,72	1280	66310	-
2	0,01921	1,389	0,72	1280	66645	50
3	0,01911	1,395	0,72	1280	67271	60
4	0,01856	1,412	0,72	1280	70100	70
5	0,01741	1,421	0,72	1280	75203	80
6	0,0174	1,42	0,72	1280	75210	90

Уменьшение вязкости гидросмеси дисперсной системы в процессе модифицирования при соотношениях модификатора 80 г/т и 90 г/т значения скорости потока и уровня турбулентности почти равны между собой и были больше других соотношений. Для уменьшения влияния гидросмеси на реологические параметры в результате трения о стенки труб при протекании в процессе гидротранспортировки и повышения эффективности потока, проведены эксперименты путем добавления к гидросмеси композиционного

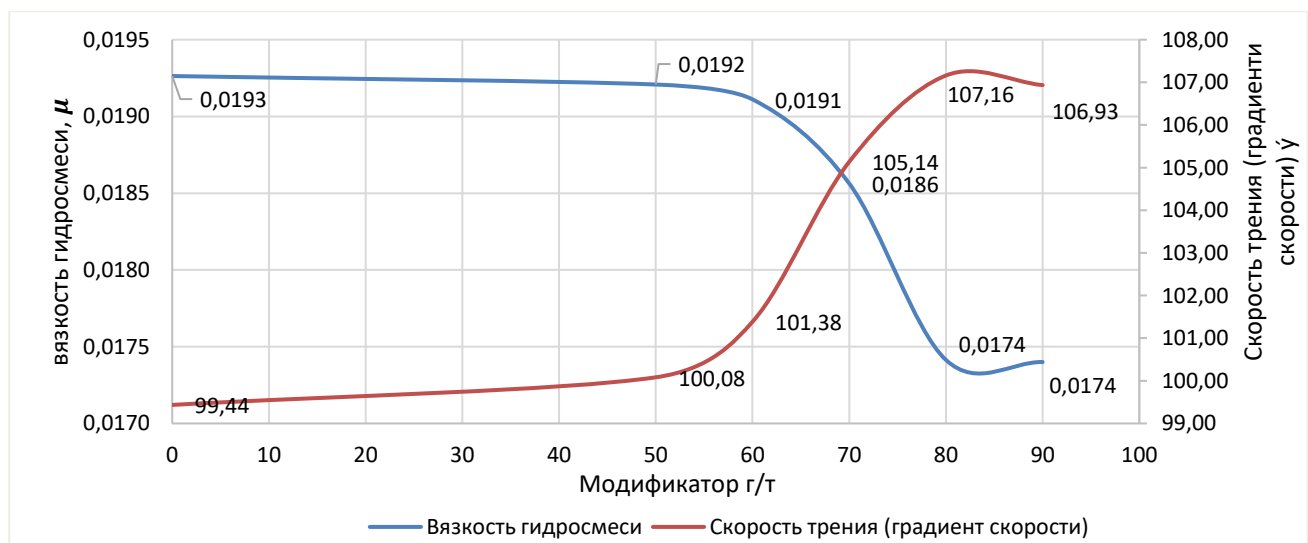
модификатора в соотношении 50 г/т к 90 г/т в системах гидротранспорта, результаты которого приведены в таблице 6.

**Таблица 6**

**Влияние композиционного модификатора на движение и реологию гидросмеси**

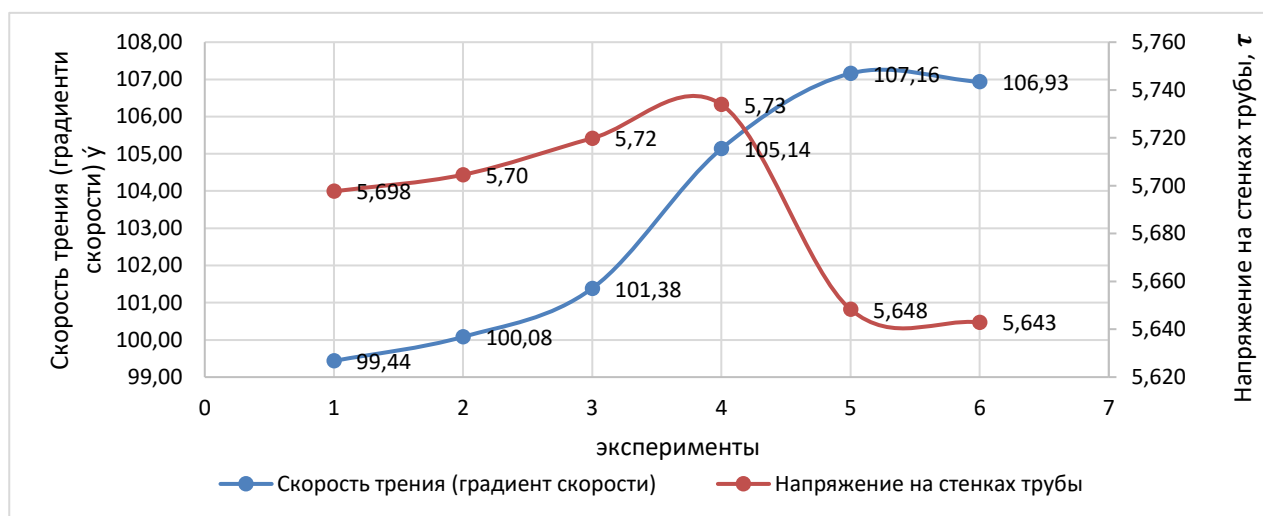
№	Реологические параметры гидросмеси в процессе течения	Экспериментальные испытания, с добавлением модификатора и без него, г/т.					
		1	2	3	4	5	6
		-	50	60	70	80	90
1	Динамическая вязкость гидросмеси $-\mu$ Па*с	0,0193	0,0192	0,0191	0,0186	0,0174	0,0174
2	Первичное напряжение трения - $\tau_0$ , Па	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
3	Скорость трения (градиент скорости) - $\dot{\gamma}$ с <sup>-1</sup>	99,44	100,08	101,38	105,14	107,16	106,93
4	Напряжение на стенках трубы - $\tau$ Па	5,698	5,70	5,72	5,73	5,648	5,643
5	Сравнительное напряжение трения - $\sigma$	0,664	0,663	0,661	0,660	0,6696	0,6703
6	Коэффициент гидравлического сопротивления - $\lambda_\sigma$	0,0086	0,0085	0,0084	0,008	0,0077	0,0077
7	Расчётные потери напор - $h_g$ м/км	1,17	1,165	1,158	1,133	1,102	1,103
8	Общие потери напор - $h_{ум}$ м	11,57	11,54	11,47	11,22	10,91	10,92

В процессе протекания гидросмесь оказывает большое давление на стенки трубы из-за своей вязкости и тяжести. Методом модифицирования дисперсных систем с композиционным модификатором, повышением скорости трения и уменьшением вязкости удалось добиться уменьшения значения напряжения, воздействующего на стенки трубы (Рис. 6, 7).



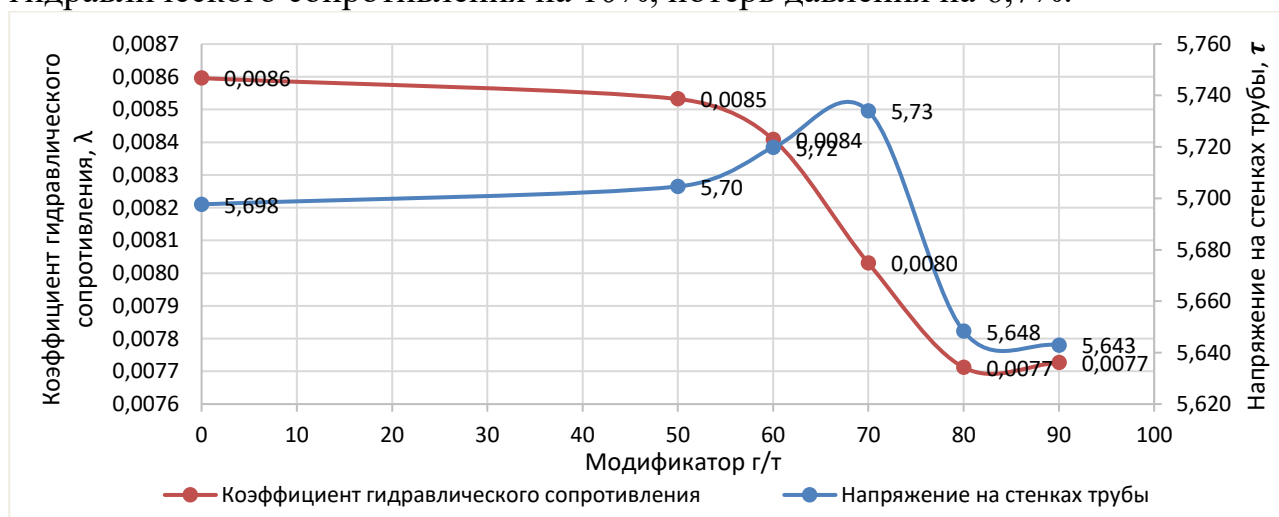
**Рис. 6. Влияние динамической вязкости на скорость трения (градиент скорости)**

Были также вычислены сравнительное напряжение трения через соотношение первичного напряжения и напряжения на стенках трубы, а также основной параметр таких явлений, как потери давления, энергозатраты – коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda_{\sigma}$ .



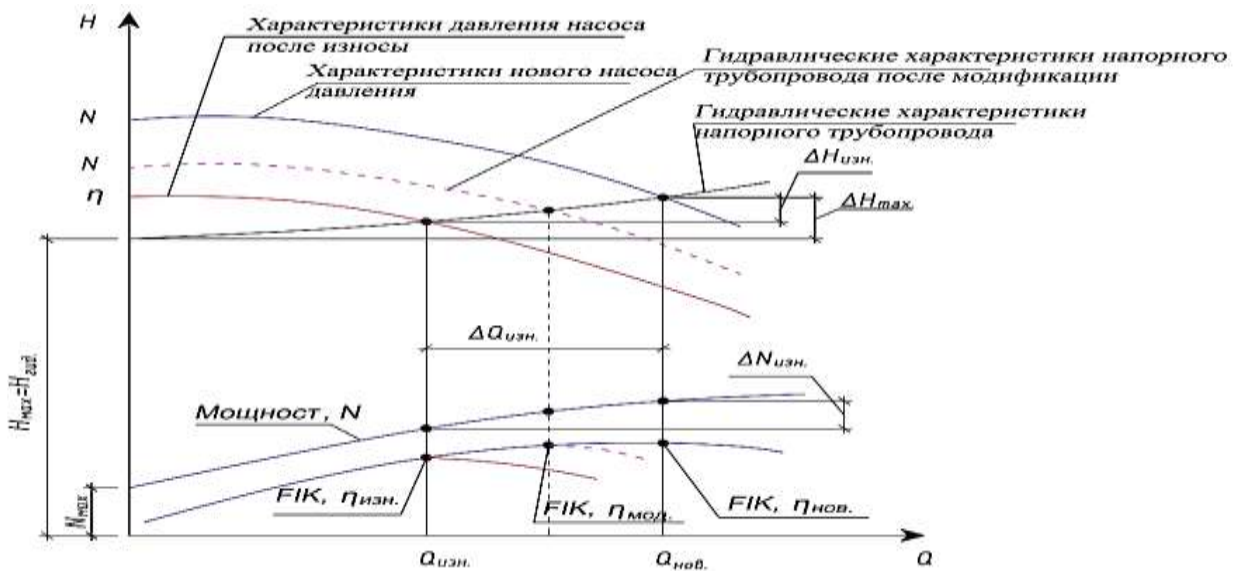
**Рис. 7. Влияние скорости трения (градиент скорости) на стенки трубы**

В результате модифицирования удалось добиться уменьшения значения  $\lambda_{\sigma}$ , тем самым уменьшив расчётные и общие потери давления (Рис. 8). Из сравнения настоящих параметров гидросмеси с параметрами, полученными после модифицирования, было выявлено, что при движении гидросмеси имеется возможность уменьшения скорости трения твёрдых дисперсных систем о стенки трубопровода на 7%, напряжения на стенках трубы на 1%, коэффициента гидравлического сопротивления на 10%, потерь давления на 6,7%.



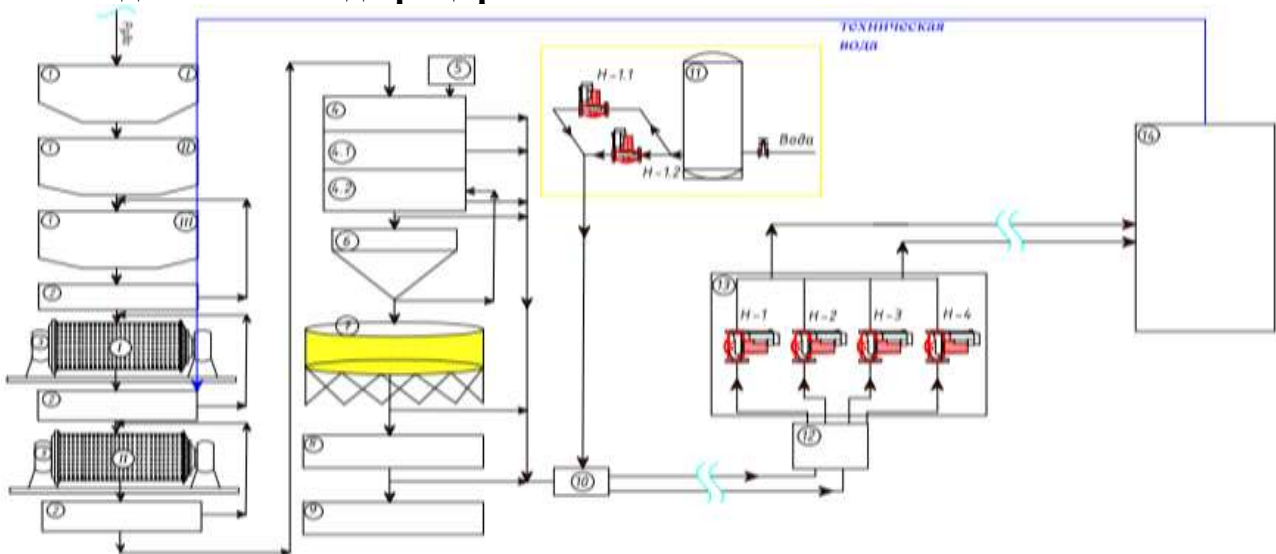
**Рис. 8. Изменение напряжения и коэффициента гидравлического сопротивления в стенке трубы под воздействием модификатора**

В процессе транспортировки отходов обогащения стенки трубопроводной системы изнашиваются под воздействием дисперсных систем, и нами были определены показатели воздействия модифицирования дисперсных систем в составе гидросмесей, с целью улучшения стойкости труб к изнашиванию и увеличения сроков их эксплуатации.



Где:  $H$  – давление;  $N$  – мощность;  $\eta$  – эффективность;  $Q$  – затраты потока;  $H_g$  – геометрическая высота подъёма;  $\Delta H$  – уменьшение давления из-за износа насоса;  $H_{\max}$  – максимальное давление, при котором прекращается подача насоса;  $\Delta H_{\max}$  – падение максимального давления, прекращающегося из-за изнашивания насоса;  $\Delta Q_{\text{yed}}$  – уменьшение потока в процессе изнашивания насоса;  $\Delta N_{\text{yed}}$  – потери мощности при изнашивании насоса.

**Рис. 9. Характеристики используемого на объекте исследования насоса до и после модифицирования**



1 – трехступенчатый измельчитель; 2-классификатор; 3 – двухступенчатый измельчитель; 4 – основной флотатор; 4.1 – очищающий флотатор; 4.2 – контрольный флотатор 5 – бак для реагента; 6 – гидроциклон; 7 – сгуститель; 8 – фильтр; 9 – медный концентрат; 10 – камера для подачи гидросмеси; 11 – камера для приготовления модификатора; 12 – камера для сбора гидросмеси; 13-насосная станция; 14 – площадка для сбора отходов

**Рис. 10. Технологическая схема модифицирования отходов процесса обогащения на объекте исследования.**

В результате проведенных исследований срок использования труб по массе и толщине увеличился соответственно на 29% и 31%. Общая средняя эффективность использования трубопровода выросла на 30%. На объекте исследования под воздействием дисперсных систем, подаваемых через насосы, падает их полезная мощность  $N_f$  и коэффициент полезного действия (КПД)  $\eta$ , при этом снижается их эффективность, поэтому нами было изучено изменение

параметров насосов после модифицирования дисперсной системы в составе гидросмеси с использованием композитного модификатора.

На основе полученных значений определено, что после процесса модифицирования полезная мощность насосов выросла на 7,96%, а эффективность их использования на 11%. Результаты, путем сравнения значений, полученных после модифицирования твёрдых дисперсных систем в составе гидросмесей и рабочих показателей насоса, приведены на рис. 9.

Разработана технологическая схема модифицирования отходов обогащения на основе проведённого анализа процессов переработки руд и их обогащения на объекте исследования (Рис.10). Разработан процесс изготовления модификатора и его добавления в поток гидросмеси с модификацией предлагаемых дисперсных систем. В результате применения полученной технологии в процессе обогащения руд предусмотрено получение экономического эффекта в размере 809,34 млн.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рекомендованы композиционные модификаторы на основе органических соединений из местного сырья, улучшающие вязкость гидросмесей, движение потока, реологические свойства дисперсионных систем в процессе гидротранспорта в напорных трубах.

2. Рекомендовано на основе изучения физико-химических, технологических и реологических свойств разработанных композиционных модификаторов и их оптимальное содержание дисперсных систем в процессе гидротранспорта по напорным трубам.

3. Научно обосновано влияние разработанного композиционного модификатора на адсорбционные, физико-химические, реологические свойства дисперсной системы отходов обогащения горнодобывающей отрасли и износа и коррозию оборудования.

4. Показаны методы определения влияния вязкости модифицированной дисперсной системой гидросмеси и потока на стенки трубы, а также системы бингамской жидкости.

5. Рекомендовано модифицирование гидросмеси дисперсной системы с композиционным модификатором, при этом достигнуто уменьшение вязкости системы на 9,84%, давления гидротранспорта на 5,7%, седиментация на 22,6%, повышение скорости передвижения и производительности на 40%, износа оборудования на 40%, энергозатрат на 31,86%.

6. Предложена технология получения модификаторов на основе вторичных отходов органических соединений, а также технология модифицирования и передачи гидросмесей с дисперсными системами.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON THE SCIENTIFIC  
COUNCIL DSc.15/27.02.2020.T.73.02 FOR AWARDING SCIENTIFIC  
DEGREES AT THE TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

---

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

**CHORSHANBIEV UMAR RAVSHAN UGLI**

**IMPROVEMENT OF HYDROTRANSPORT OF DISPERSED SYSTEMS IN  
PRESSURIZED PIPES BASED ON MODIFICATION OF POLYMER  
COMPOSITIONS**

**05.09.07 – Hydraulics and Engineering Hydrology.**

**02.00.07 – Chemistry and technology of composite, paint-and-lacquer and rubber materials.**

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

**Tashkent – 2024**

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under number B2024.2.PhD/T4536

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.tstu.uz.

**Research supervisors:**

**Ibadullaev Akhmadjon Sobirovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Babaev Askar Ruzibadalovich**  
Doctor of Philosophy of Technical Sciences (Phd), docent

**Official opponents:**

**Jonqobilov Ulug'murod Umbarovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Adilov Rayshanbek Erkinovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:**

**Fergana polytechnic institute**

The defense will take place on 15 August 2024 at 09<sup>00</sup> at the meeting of the one-time scientific council based on the Scientific council No. DSc.15/27.02.2020.T.73.02 at the Tashkent State Transport University (Address: 100167, Tashkent, Temiryulchilar str., 1. Tel./fax: +998-71-299-00-01; +998-71-293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz, www.tstu.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Recourse Centre of the Tashkent State Transport University (is registered under No. 176). Address: 100167, Tashkent, Temiryulchilar str., 1. Tel./fax: +998-71-299-05-66; +998-71-299-57-54.

Abstract of dissertation sent out on «29» 07 2024 y.  
(mailing report No. 5 on «29» 07 2024 y.).



  
**A.V. Umarov**  
Chairman of the one-time Scientific council for awarding of Scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

  
**E.U. Teshabaeva**  
Scientific secretary of the one-time Scientific council for awarding of scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

  
**N.K. Tursunov**  
Chairman of the one-time scientific seminar of the one-time Scientific council awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Docent



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to improve the hydrotransport of dispersed systems in pressure pipes based on modification with composite organic compounds.

**Scientific novelty of the research work** is as follows:

The composition and technological process for obtaining modifiers based on local raw materials of organic compounds have been developed to improve the hydrotransport of dispersed systems in pressure pipes, viscosity and flow movement of the hydraulic mixture, rheological properties and reduce wear of the hydraulic transport system;

The effect of the amount and structure of ingredients on the physicochemical, technological and rheological properties of the created composite modifiers has been determined;

A method for calculating the hydraulic parameters of the hydraulic mixture, modified dispersed systems has been developed taking into account the change in the flow mode due to the increase in particle movement;

Modification of the hydraulic mixture of dispersed systems is shown: a decrease in viscosity by 9.84%, hydraulic transport pressure by 5.7%, sedimentation by 22.6%, equipment wear by 30%, energy consumption by 31.86%, an increase in the speed and productivity of movement by 40%;

A technology has been developed for obtaining a modifier based on local raw materials of organic compounds, modification and supply of the hydraulic mixture of dispersed systems.

**Implementation of the research results.** Based on the results obtained on improving the hydrotransport of dispersed systems in pressure pipes based on modification with polymer compositions:

the composition and technology for producing a modifier from organic compounds based on local raw materials was put into practice at the 2-copper concentration plant of the Almalyk KMK (certificate № 03-24/59-00086 of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC dated March 29, 2024). As a result, it was possible to reduce the influence of dispersed systems on the wear of pressure pipes and increase the service life of pipes by 30%;

the technology of modifying dispersed systems in pressure pipes with composite modifiers from organic compounds based on local raw materials was introduced into practice at the 2nd copper concentration plant of the Almalyk KMK (certificate № 03-24/59-00086 of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine JSC dated March 29, 2024). As a result, it was possible to reduce system viscosity by 9.84%, hydrotransport pressure by 5.7%, sedimentation by 22.6%, speed of movement and productivity by 40%, equipment production by 30%, energy consumption by 31.86%;

**The structure and volume of the thesis.** The thesis structure consists of introduction, four chapters, conclusion, list of literature and applications. The dissertation volume consists of 112 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (часть I; part I)**

1. E.Teshabayeva, A.Ibadullayev, U.Chorshanbiyev, and M.Varayev. Modification of Composite Elastomeric Materials for Polyfunctional Purposes. // The 1<sup>st</sup> International Conference on Problems and Perspectives. Volume 2432 A.- ICPPMS-2021. p.-030082-1.-030082-8. (Scopus)
2. Chorshanbiyev U.R., Ibadullayev A., Babayev A.R., Kaxarov B.B., Obidjonov A.J. Dispers sistemali gidroaralashmalarni organic moddalar bilan modifikatsiyalash orqali quvurlarning ichki korroziyasi va ishqalanish qarshiligini kamaytirish// Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnika jurnal) - Samarqand, 2022.-№3 (2-qism).-8-9 b. (05..00.00)
3. Chorshanbiyev U., A.Ibadullaev, Babayev A., Kurbanov S. Theoretical analysis of reduction of pressure and energy loss due to pipe friction through modification of dispers systems// Universum:технические науки.-Москва, 2022.- №8 (101).- p.-28-32. (05..00.00), (02..00.00)
4. Чоршанбиев У.Р., Ибадуллаев А.С., Бабаев А.Р., Обиджонов А.Ж. Босимли кувурларнинг қаршилиқ коэффициентини камайтиришда модификациялаш усулидан фойдаланиш хусусияти.// Ме'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal). – Самарқанд, 2022.-№4.- 112-115 б. (05..00.00)
5. Chorshanbiev U.R., Ibadullaev A., Babaev A.R., Umarov U.V. Reduction of energy consumption through modification of disperse systems in pressure pipes in the process of hydrotransport// Journal of Civil, Structural, Environmental, Water Resources.-India. Vol. 13, Issue1, Jun 2023.- p.-9-16. (05..00.00)
6. U.Chorshanbiev, A.Ibadullaev.D.Toshpulatova, A.Babaev, B.Kaxarov. Modification of dispersed systems and its effect of the internal corrosion of hydrotransports// E3S Web of Conferences 383, 04032. –ТТ21С-2023. (Scopus)
7. U.Chorshanbiev, A.Ibadullaev, A.Babaev, and B.Kaxarov. Study of the motion of modified solid particles in hydratransport systems// E3S Web of Conferences 401, 03027 (2023). P-1-8. (Scopus)
8. У.Р.Чоршанбиев, А.Ибадуллаев, А.Р.Бабаев, Б.Б.Кахаров. Қаттиқ заррачаларни модификациялашнинг гидротранспорт тизимларидаги ҳаракатига таъсирини ўрганиш// Илмий-техника журнали. Фарғона, 2023. Том 27. № 4.- 88-93 б. (05..00.00)
9. У.Р.Чоршанбиев, А.Ибадуллаев, Э.У.Тешабаева, А.Р.Бабаев. Органик бирикмалар асосида яратилган композицион модификаторларнинг гидроаралашма қовушқоқлигига ва оқим ҳаракатига таъсирини ўрганиш// Архитектура, қурilish va dizayn ilmiy-amaliy jurnal.Vol.18, Toshkent.-December 2023. 203-210 b. (05..00.00)
10. A.Ibadullaev, A.Babaev, U.Chorshanbiev, S.Kurbanov, L.Elmuratova. Determination of the influence of the composition modifiers based on secondary polymer

materials on the corrosion of the pipeline system.// *Universum: Технические науки*. Выпуск: 1(118). Москва, 2024.- p.-32-36. (05.00.00), (02.00.00)

11. A.Ibadullaev, E.Teshabeva, U.Chorshanbiev, A.Obidzhonov, I.Matmusaev. Research of reducing the environmental impact of copper processing plant waste based on composite compounds// *Universum: Технические науки*. Выпуск: 9(114). Москва, 2023. p.-16-21. (05.00.00), (02.00.00)

12. У.Р.Чоршанбиев, А.Ибадуллаев, Э.У.Тешабаева, А.Р.Бабаев, А.Ж.Обиджонов. Тоғ-кон саноатида гидротранспорт тизимларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш методи.//*Arxitektura, qurilish va dizayn ilmiy-amaliy jurnal*. Vol.18, Issue 2. Toshkent, 2023. 198-204 b. (05..00.00)

13. A.Babaev, E.Teshabaeva, A.Obidjonov, and U.Chorshanbiev. Study of the hydraulic parameters of the flow of solid particles in the process of hydrotransport// *E3S Web of Conferences* 401, 03034 (2023). –p.1-8. (Scopus)

## II бўлим (часть II; part II)

14. У.Р.Чоршанбиев., А.Ибадуллаев., А.Р.Бабаев., Д.А.Махкамов. Дисперс системалар ковушқоқлигининг гидротранспорт тизимларидаги ишчи курилмаларга таъсирини ҳисоблаш// “Транспорт соҳасидаги мутахассис кадрлар тайёрлаш истиқболлари” мавзусидаги Халқаро илмий амалий конференцияси туплами.-Тошкент, 2022.-Volume-3.-676-681 b.

15. Чоршанбиев, У.Р., Ибадуллаев, А., Бабаев, А.Р., Мамазиёевич, Қ.С., & Хусанбоев, А.Ф. (2022). Дисперс системали гидроаралашмалар оқимининг ҳаракат параметрлари таҳлили. *Science and innovation*, 1(А3), 17-21.

16. Чоршанбиев У.Р., Ибадуллаев А., Бабаев А.Р., Обиджонов А.Ж. Исследование гидравлического сопротивления модифицированных дисперсных систем// Международной научно-практической конференции на тему “Технология новых материалов: перспективы развития полимерных композиционных материалов, применяемых в машиностроении”. -Андижан, 19-20 октября 2022.-ст.143-145.

17. Makhkamov D. A., Chorshanbiev U. R., Babaev A. R. Laboratory Research of Multiple Flow Movement in Pipelines //*Global Scientific Review*. – 2022. – Т. 1. – С. 42-46.

18. U.R.Chorshanbiyev., A.Ibadullayev., A.R.Babayev., S.M.Qurbonov. Dispers sistemali gidroaralashmalar reologiyasining nazariy tahlili// Республиканская научно-техническая конференция <Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности>.-Ташкент,2022.-ст.124-125.

19. Chorshanbiyev U.R., Ibadullayev A., M.A.Ahmadjonovich. Calculation of hydraulic flow modes of dispersion systems in hydraulic transport system// *Yosh ilmiy tadqiqotchi I-Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani*.-Toshkent.-2022.-p.195-199.

20. A. Ibadullayev., A.R. Babayev., U.R. Chorshanbiyev., A.J. Obidjonov. Yuqori konsentratsiyali dispers sistemali gidroaralashmalarni gidrotransport qilish va modifikatsiyalash xususiyatlari// International conference on the topic of “Scientific

basis for the application of innovative technologies in modern mechanical engineering: experience and prospects”. - Namangan,2022.-Volume-IV.-117-121 b.

21. А.Ж.Обиджонов., У.Бахрамов., У.Р.Чоршанбиев., Ш.Ш.Хожикулов. Особенности анализа и синтеза потока распределения в инженерных сетях в интерактивном режиме// “Zamonaviy mashinosozlikda innovasion texnologiyalarni qo‘llashning ilmiy asoslari: tajriba va istiqbollar” mavzusida Xalqaro miqyosida ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. -№3.-Namangan. -2022.-st.123-125.

22. Бабаев А.Р., Чоршанбиев У.Р., Омондавлатов С.С., Тухтаров Н.Н. Темир йўл транспорти корхоналари оқава сувларининг экологияга таъсирини камайтириш усуллари// “Zamonaviy muhandislik kommunikatsiya tizimlari va avtomobil yo‘llari infrastrukturasidagi dolzarb muammolar”. -I-Tom.-Namangan.-2022.-13-15 б.

23. U.R. Chorshanbiyev., A. Ibadullayev., A.R. Babayev., Kakharov B.B. Modification of dispersed systems and its effect of the internal corrosion of hydrotransports// 1<sup>st</sup> International Scientific Conference “Modern Materials Science: Topical Issue, Achievments and Innovations. -Tashkent.-2022.-p.355-361.

24. Chorshanbiyev U.R., Rixsixodjayeva G.R., Quvondiqov Q.R., Esanmurodov Sh.V. Gidrotransport tizimlaridagi adgeziyani dispers sistemalarni modifikatsiyalash orqali kamaytirish// “Zamonaviy muhandislik kommunikatsiya tizimlari va avtomobil yo‘llari infrastrukturasidagi dolzarb muammolar”. -I-Tom.-Namangan.-2022.-44-45 b.

25. Чоршанбиев У.Р., Ибадуллаев А., Бабаев А.Р. Значений коэффициента трения модифицированных дисперсных системах// “Экологик барқарорликни таъминлашда инновацион техника ва технологияларнинг ўрни” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани. Тошкент.-2022.-ст.153.

26. U.R. Chorshanbiyev., D.A. Maxkamov., X.D. Burxonov., U.M. Xudayberdiyev., E.A. Maxsetbayev. Development of efficient additives for lubricants from secondary resources// 1<sup>st</sup> International Scientific Conference “Modern Materials Science: Topical Issue, Achievments and Innovations. -Tashkent.-2022.-p.1399-1406.

27. U.R.Chorshanbiyev., A.A.Muratov., A.A.Mamayusupov., V.B.Doniyorova. Modification of composite elastomeric materials for polyfunctional purposes// 1<sup>st</sup> International Scientific Conference “Modern Materials Science: Topical Issue, Achievments and Innovations. -Tashkent.-2022.-p.1406-1416.

28. Chorshanbiyev U.R., Kaxarov B.B., Obidjonov A.J. Dispers sistemalarni modifikatsiyalash orqali gidrotransport tizimlaridagi adgeziyani kamaytirish// “Экологик барқарорликни таъминлашда инновацион техника ва технологияларнинг ўрни” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани.Тошкент.-2022.-ст.154.

29. Чоршанбиев У.Р., Ибадуллаев А., Бабаев А.Р. Влияние уменьшения сцепления водно-дисперсионной системы на рабочие устройства в гидротранспортных системах// Научный онлайн журнал интеграл. 01.05.2022.-ст.15-21.

30. Обиджонов А.Ж., Ибадуллаев А., Бабаев А.Р., Чоршанбиев У.Р. Ичимлик ва оқава сувларда ишлатилувчи композицион полимер буюлар

характеристикаси таҳлили// Turkey International scientific-online conference: “Theory and analytical aspects of recent research. Part 12.-Istanbul.2023.-б.-109-111.

31. Тухтаров Н.Н., Бабаев А.Р., Обиджонов А.Ж., Чоршанбиев У.Р. Саноат корхоналари оқова сувлар таркиби, уларнинг ҳосил бўлиш жараёнлари, корхона сув истеъмоли сарфи// Turkey International scientific-online conference: “Theory and analytical aspects of recent research. Part 12.-Istanbul.2023.-б.-152-157.

32. У.Р.Чоршанбиев., А.С.Ибадуллаев., А.Ж.Обиджонов., И.К.Матмусаев. Мис бойитиш фабрикаси чиқиндиларидан фойдаланиш самарадорлигини олиш// Республиканской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья.Ташкент.-2023.-ст.-92-93.

33. У.Р.Чоршанбиев., А.С.Ибадуллаев., Э.У.Тешабаева., А.Р.Бабаев. Композит бирикмалар ёрдамида мис бойитиш фабрикаси чиқиндиларининг экологияга таъсирини камайтириш// Республиканской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья.Ташкент.-2023.-ст.-94-95.

34. Чоршанбиев У.Р., Ибадуллаев А., С.М.Курбонов., Қ.Р.Кувондиқов. Органик бирикмалар асосида яратилган композицион модификаторларни тоғ-кон саноати чиқиндиларининг хусусиятини ўрганиш// Сборник научных трудов Республиканского научно-практического конференции посвященного 80-летию д.х.н.проф. Ф.А.Магруппова «Перспективы создания термореактивных олигомеров, утилизации полимерных отходов, полифункциональных соединений и полимерных материалов на их основе». Тошкент.-2024.-б.183-185.

35. Чоршанбиев У.Р., Ибадуллаев А., Бабаев А.Р., А.Ж.Обиджонов. Органик бирикмалар асосида яратилган композицион модификаторларнинг гидротранспорт жараёнига таъсирини ўрганиш// Сборник научных трудов Республиканского научно-практического конференции посвященного 80-летию д.х.н.проф. Ф.А.Магруппова «Перспективы создания термореактивных олигомеров, утилизации полимерных отходов, полифункциональных соединений и полимерных материалов на их основе».Тошкент.-2024.-б.273-275.

Avtoreferat «TDTU xabarnomasi» jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o'zaro muvofiqlashtirildi.

**Bosmaxona litsenziyasi:**



**9338**

Bichimi: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» garniturasini.  
Raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog'i: 2,75. Adadi 100 dona. Buyurtma № 31/24.

Guvohnoma № 851684.  
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.  
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko'chasi, 83-uy.