

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

**CHIRCHIQ OLIY TANK QO'MONDONLIK MUHANDISLIK BILIM
YURTI**

XUSANOVA DJAMILYA KURAMBAYEVNA

**QUVURLARDA IKKI FAZALI OQIMNING TASHUVCHANLIK
QOBILIYATINI HISOBLASH USLUBINI TAKOMILLASHTIRISH**

05.09.07 - Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

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

Toshkent - 2025

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

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

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

Xusanova Djamilya Kurambayevna

Quvurlarda ikki fazali oqimning tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash uslubini
takomillashtirish..... 3

Хусанова Джамиля Курамбаевна

Совершенствование методов расчёта транспортирующей способности
двухфазного потока в трубопроводах..... 20

Khusanova Djamilya Kurambaevna

Improvement of methods for calculating the transport capacity of two - phase
flow in pipelines..... 38

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 41

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.15/27.02. 2020.T.73.02
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**CHIRCHIQ OLIY TANK QO'MONDONLIK MUHANDISLIK BILIM
YURTI**

XUSANOVA DJAMILYA KURAMBAYEVNA

**QUVURLARDA IKKI FAZALI OQIMNING TASHUVCHANLIK
QOBILIYATINI HISOBLASH USLUBINI TAKOMILLASHTIRISH**

05.09.07 - Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

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

Toshkent - 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2024.1.PhD/T4535 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari institutida va Chirchiq oliy tank qo'mondonlik muhandislik bilim yurtida bajarilgan.

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

Ilmiy rahbar:

Arifjanov Aybek Muxamedjanovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Baxodirov Azizbek Abdulazizovich
texnika fanlari doktori, professor

Jo'rayev Sherali Sharipovich
t.f.f.d. (PhD), dotsent

Yetakchi tashkilot:

Toshkent arxitektura qurilish universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.15/27.02.2020.T.73.02 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «___» _____ soat ____ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100167, Toshkent sh., Temir yo'Ichilar ko'chasi 1-uy. Tel.: (+99871) 299-00-01; faks: (+99871) 293-57-54; e-mail: tashiit.rektorat@mail.ru).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (___ raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100167, Toshkent sh., Temir yo'Ichilar ko'chasi 1-uy. Tel.: (+99871-299-05-66))

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

A.V. Umarov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash raisi, t.f.d., professor

E.U. Teshabayeva

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

N.Q. Tursunov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash huzuridagi ilmiy seminar
raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda qurilish, suv ta'minoti, kanalizatsiya, tog' - kon sanoati, kimyo va boshqa sohalarda ikki fazali oqimlar harakatlanadigan quvurlar tizimidan oqim harakatining boshqarish uchun energiya, resurs tejash texnologiya va texnika vositalarini qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Dunyo miqyosida suv ta'minotida tashuvchanlik qobiliyatini oshirishda, iqtisodiy va gidravlik qulay yechimlarini topishda quvurlarda ikki fazali oqimlarning tarkibiy qismi, fazalarning o'zaro ta'sirini har xil harakat rejimlarida inobatga olib hisoblash usullarini amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan quvurlarda ikki fazali oqimlar harakatini hisoblashda zamonaviy innovatsion texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda quvurlar tizimi bilan bog'liq inshootlarni loyihalash, qurish va ulardan samarali foydalanishda suv tarkibidagi har xil oqiziq zarrachalarini harakat qonuniyatlarini tadqiqoti asosida, oqiziq zarrachalarining quvur chuqurligi va uzunligi bo'yicha taqsimoti dinamikasini aniqlash, oqiziqqlar mavjud oqimni tashuvchanligini baholash hamda quvurlar tizimi gidravlik samaradorligini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy - tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, suv ta'minoti va kanalizatsiya oqimidagi suv va har xil zarralar oqimi dinamikasini aniqlash hamda ularning parametrlari va hisoblash usullarini asoslash va boshqarish usullarini takomillashtirishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda suv va oqova quvurlaridan samarali foydalanish, ichimlik suvini uzluksiz yetkazib berish bilan bir qatorda kanalizatsiya quvurlarini optimal gidravlik rejimda ishlashini ta'minlash, oqiziqqlarning mexanik va kimyoviy tarkibini inobatga olgan holda gidravlik hisoblashlarning yangi zamonaviy usullarini takomillashtirishga qaratilgan keng qamrovli chora - tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. «O'zbekiston - 2030»¹ strategiyasi bo'yicha Harakatlar strategiyasida, jumladan «...Ichimlik suv sifati, ichimlik suv bilan ta'minlanganlik darajasi, suv ta'minoti va kanalizatsiya korxonalari samaradorlik ko'rsatkichlarini joriy etish» bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni bajarishda, xususan, oqova suvlarni uzatish quvurlarining samaradorligini oshirish, oqova suvlar tarkibidagi oqiziqqlar harakat qonuniyatlarini o'rganish asosida ularni samarali uzatish va tozalashning takomillashgan usullarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 - yil 11 - sentyabrdagi «O'zbekiston — 2030» strategiyasi PF - 158 - sonda belgilangan vazifalar, 2020 - yil 25 - sentyabrdagi PF - 6074 - son “Ichimlik suvi ta'minoti va oqova suv tizimini yanada takomillashtirish hamda sohadagi investitsiya loyihalari samaradorligini oshirish chora - tadbirlari to'g'risida”gi farmoni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 - yil 28 - yanvardagi PF - 60 - son “2022 - 2026 - yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida”gi farmoni va 2018 - yil 30 – noyabrdagi PQ - 4040 - son

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023- yil 11- sentyabrdagi «O'zbekiston — 2030» strategiyasi to'g'risidagi PF-158-son Farmoni.

“O‘zbekiston Respublikasida ichimlik suvi ta’minoti va kanalizatsiya tizimini rivojlantirishga doir qo‘shimcha chora - tadbirlar to‘g‘risida”, 2019 - yil 9 - oktyabrdagi PQ - 4486 - son “Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora - tadbirlari, suv resurslarini muhofaza qilish bo‘yicha ekologik talablar, ularning holatini baholash mezonlari, yer usti va yer osti suvlarining rejimi va sifatini samarali boshqarish usullarini ishlab chiqish chora - tadbirlari to‘g‘risida”, 2022 - yil 24 - maydagi PQ - 257 - son “Aholining ichimlik suv ta’minoti va oqova suv xizmatlari bilan ta’minlanganlik darajasini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora - tadbirlar to‘g‘risida”gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy - huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. «Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish» ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Quvurlarda ikki fazali oqimlar harakatining nazariy asoslari, matematik modellarini yaratish bo‘yicha X.A. Raxmatullin, F.I. Frankl, G.I. Barenblatt, V.M. Makkaveyev, M.A. Velikanov, A.V. Karaushev, I.I. Levi, X. Rauz, Y.A. Buyevich, A.N. Krayko, D.F. Fayzullayev, K.Sh. Latipov, A.I. Umarov, S.I. Kril, A.A. Shakirov, A.M. Arifjanov, I.X. Xujayev, Z. Malikov, A.M. Fatxullayev, L.N. Samiyev, S. Xudaykulov, X. Ilxomov, S. Sou, G. Uoilis, A. Fortye va boshqa olimlar tomonidan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Ikki fazali oqimlarning amaliy masalalaridan biri hisoblangan oqova suvlar quvurlarini gidravlik hisoblash usullari, oqova suvlarni tozalash texnika va texnologiyalarini ishlab chiqishda V.S. Dikarevskiy, Y.A. Karelin, V.G. Ponomaryov, V.G. Ivanov, N.S. Chernikov, I.G. Shafi - Zade, U.A. Soatov, E.J. Maxmudov, A.M. Arifjanov, A. Rizayev, A.T. Saloxiddinov, A.M. Fatxullayev, L.N. Samiyev, K. Raximov, Sh.Sh. Ergashev, E. Bo‘riyev, A. Babayev, U. Umarov va boshqalar tomonidan izlanishlar olib borilgan va ma‘lum darajada ijobiy natijalarga erishilgan.

Ular tomonidan naporli va naporsiz quvurlarda gidrotransport jarayonida ikki fazali oqim konsentratsiyasini, mexanik tarkibini e‘tiborga olib hisoblash usullari yaratilgan. Ikki fazali oqimlarning naporli va naporsiz quvurlarda, oqova suvlar tarkibi, fizik xususiyatlari hamda harakat rejimlarini inobatga olib tadqiqotlar amalga oshirilgan.

Shu bilan birga hozirgi kunda naporli va naporsiz quvurlarda ikki fazali oqimlar tarkibiy qismini inobatga olib qurilishda, suv ta’minotida va oqova suvlarni uzatish texnologiyalarini takomillashtirish, xususan, quvurlarda fazalarning miqdorini tarkibiy qismi, konsentratsiyasi va harakat rejimini o‘zgaruvchanligini inobatga olib oqimning parametrlarini hisoblash usullarini ishlab chiqish borasida ilmiy tadqiqotlar yetarlicha o‘tkazilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Chirchiq oliy tank qo‘mondonlik muhandislik bilim yurti va Toshkent

irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universitetining ilmiy tadqiqot ishlari rejasining 1.11- son «Irrigatsiya tizimlari, gidrotexnik inshootlar va suv omborlardan samarali foydalanishning gidravlik va gidrologik asoslarini ishlab chiqish» (2016 - 2020 yy.), BV - Atex - 2018 - 509- son «Oqova suv tizimlarining me'yoriy bazasini takomillashtirishning nazariy tamoyillari» (2018 - 2019 yy.) amaliy loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi quvurlarda ikki fazali oqimning fizik xususiyatlarini va harakat rejimini inobatga olib tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash usulini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

ikki fazali oqimlarning naporli va naporsiz quvurlarda harakatini, oqim tarkibiy qismini va harakat rejimini inobatga olib tadqiq etish;

quvurlarda ikki fazali oqim gidravlik parametrlarini hisoblash usulini fazalarining o'zaro ta'sirini inobatga olib takomillashtirish;

o'zi oqar quvurlarning tashuvchanlik qobiliyatini quvur materiali va oqim miqdorini uzluksiz o'zgaruvchanligini inobatga olib hisoblash usulini ishlab chiqish;

quvurlarda ikki fazali oqim harakati ta'sirida yuzaga keladigan gidravlik qarshiliklarni baholash va eng qulay gidravlik parametrlarni aniqlash usulini takomillashtirish.

Tadqiqotning obyekti sifatida Chirchiq shahar oqova suv boshqarmasiga qarashli «O'zsuvta'minoti» AJ «Toshkentsuvta'minoti» aksiyadorlik jamiyati hududidagi oqova suv quvurlaridagi gidravlik jarayonlar olingan.

Tadqiqot predmeti naporli va naporsiz quvurlardagi ikki fazali oqim kinematik parametrlarining shakllanishi va gidravlik jarayonlar tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida gidravlikada umum qabul qilingan usullar, gidromexanika qonunlari asosida matematik modellashirish hamda tajriba ma'lumotlarini qayta ishlashda matematik statistika usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

quvurlarda ikki fazali oqimning matematik modeli, ikki fazali oqimning fizik xususiyatlari va harakat rejimini inobatga olib takomillashtirilgan;

o'zi oqar quvurlardagi gidravlik qarshiliklar baholangan hamda polietilen quvurlarda gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini quvur g'adir - budurligi va Reynolds mezoniga bog'liq ravishda hisoblash usuli takomillashtirilgan;

suv oqova tarmoqlarida balchiqlanish tezligi (kritik tezligi), oqova suvlarni o'zi oqar quvurlarda harakatlanish shartlari oqova suvlar tarkibidagi muallaq moddalarning tarkibiy qismi, konsentratsiyasini miqdorini inobatga olib gidravlik hisoblash usuli ishlab chiqilgan;

o'zi oqar tarmoqlarning to'lish darajasiga bog'liq ravishda asbest, po'lat va polietilen quvurlarda oqova suvlar oqimining tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash usuli takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

o‘zi oqar naporsiz quvurlarda oqova oqimining fraksion tarkibini hisobga olib kinematik parametrlarini hisoblash usuli ishlab chiqilgan;

ikki fazali oqimning quvurlardagi harakati modeli asosida oqimning gidravlik parametrlarini hisoblash usuli takomillashtirilgan;

oqova suvlarni uzatish jarayonida quvurning gidravlik eng qulay holatini ta‘minlovchi oqimning energiyatejamkor parametrlari aniqlangan;

quvur materiali va harakat rejimiga bog‘liq ravishda resurstejamkor quvurlar tizimini hisoblash usuli tavsiya etilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Olingan ilmiy natijalarda sinalgan matematik uslublardan foydalanganligi va mexanika qonunlariga mosligi bilan, hisoblab topilgan qiymatlarni solishtirganda eksperimental uslubda topilgan qiymatlarga yaqinligi, matematik statistika uslublaridan foydalanib natijalarni tahlil etilganligi, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati silindrik quvurlarda ikki fazali oqimlarning harakatini ifodalovchi, oqova suvlarning fizik xususiyatlarini, oqimning hajmiy konsentratsiyasini hisobga olib oqimning gidravlik eng qulay parametrlariga asoslangan tashuvchanlik qobiliyatini aniqlovchi gidravlik modelni ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati o‘zi oqar quvurlarda oqova oqimining fraksion tarkibini hisobga olib kinematik parametrlarini hisoblash usuli ishlab chiqilganligi, ikki fazali oqimning quvurlardagi harakati modeli asosida oqimning gidravlik parametrlarini hisoblash usuli takomillashtirilganligi, oqova suvlarni uzatish jarayonida quvurning gidravlik eng qulay holatini ta‘minlovchi oqimning energiyatejamkor parametrlari aniqlanganligi, olingan natijalardan loyihalash amaliyotida, quvurlar tizimining o‘tkazuvchanligini baholashda, ularning iqtisodiy samaradorligini oshirishi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Quvurlarda ikki fazali oqimning tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash usulini takomillashtirish bo‘yicha olingan natijalar asosida:

quvurlarda ikki fazali oqimning kinematik parametrlarini hisoblash metodi Toshkent viloyati Chirchiq shahar «Ma‘rifat» MFY xududining naporli quvurlarida amaliyotga joriy etilgan («O‘zsuvta‘minoti» aksiyadorlik jamiyatining 2025 - yil 13 - fevraldagi 1/21 - 612 - son ma‘lumotnomasi). Natijada oqova suv quvurlarining tashuvchanlik qobiliyati 15% gacha oshirish imkonini bergan;

naporli quvurlarda ikki fazali oqimning fraksion tarkibini inobatga olib kinematik parametrlarini hisoblash usuli Toshkent viloyati Chirchiq shahar «Ma‘rifat» MFY xududida amaliyotga joriy etilgan («O‘zsuvta‘minoti» aksiyadorlik jamiyatining 2025 - yil 13 - fevraldagi 1/21 - 612 - son ma‘lumotnomasi). Natijada oqova suvlar tarkibining o‘zgarishini inobatga oluvchi kritik tezlik topilgan va ikki fazali oqimning aniq miqdorini hisoblash imkonini bergan;

quvurlarda ikki fazali oqimlarning harakati davomida gidravlik qarshiliklarni hisoblash usuli Toshkent viloyati Chirchiq shahar «Ma‘rifat» MFY xududida amaliyotga joriy etilgan («O‘zsuvta‘minoti» aksiyadorlik jamiyatining 2025 - yil 13 - fevraldagi 1/21 - 612- son ma‘lumotnomasi). Natijada ikki fazali oqimda

gidravlik qarshiliklarni minimum darajaga yetkazish orqali energiya tejash imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari xalqaro, respublika va Chirchiq OTQMBY miqyosidagi anjumanlarda muhokama qilingan va ma'qullangan, jumladan 1 ta Scopus, 1 ta xalqaro va 3 ta respublika ilmiy - amaliy konferensiyalarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 17 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan, Scopus bazasida indeksatsiyalangan konferensiyalarda 3 ta, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan 3 tasi respublika va 1 tasi xorijiy hamda 1 ta DGU hisoblash dasturi uchun guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 114 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari hamda obyekt va predmetlari shakllantirilib, O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarni rivojlanishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan. Olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyatlari, tadqiqot natijalarini joriy qilinganligi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Quvurlarda ikki fazali oqim harakatining tadqiqotiga doir izlanishlar tahlili**» deb nomlangan birinchi bobida quvurlarda ikki fazali oqim parametrlarini hisoblashning nazariy asoslari, oqim tashuvchanligini hisoblash usullari, oqova suvlarini naporli va naporsiz quvurlarda uzatish samaradorligini oshirishda mavjud va zamonaviy muammolari ko'rib chiqilgan hamda soha bo'yicha amalga oshirilgan ishlar analitik tahlil qilingan.

Adabiyotlar tahlilidan ma'lumki, ko'p va ikki fazali oqimlar deb turli fizik - mexanik xususiyatlarga ega ikki yoki ko'p fazali oqimlarni tashkil qiluvchi suyuqlik va qattiq zarrachalarning birgalikdagi harakati nazarda tutilgan. Quvurlarning tashuvchanlik qobiliyatining tadqiqoti ikki fazali oqimlar parametrlarini aniqlashda asosiy vazifalaridan biridir.

Naporli va naporsiz quvurlar orqali oqimni uzatish masalasida napor yo'qolishlari va oqimning kritik tezligi asosiy gidravlik parametrlardan hisoblanadi. Hozirgi kunda ishlab chiqarishda, xususan, suv ta'minoti va kanalizatsiya tizimida foydalanilayotgan quvurlar tizimlarining yuqori qurilish va ekspluatatsion xarajatlarining oshishi va past samaradorligi asosiy kamchiliklaridan biridir.

Ikki fazali oqim gidravlik aralashmalarning xususiyatlari, birinchi navbatda, qattiq zarrachalarning granulometrik tarkibi va ularning hajmiy konsentratsiyasi bilan belgilanadi. Suyuqlik va qattiq zarrachalarning birgalikdagi harakati

davomidagi o'zaro ta'siri o'ziga xos napor yo'qotilishini va oqimning tashuvchanlik qobiliyatini belgilaydi.

Taklif etilgan formulalarning chegaralanganligi, ayrim hollarda yuqori aniqlikda emasligi har bir loyihalash obyekti shartlariga mos hisobiy bog'lanishlarni tanlab olinishiga hamma vaqt ham imkon beravermaydi.

Bunday hollarda u yoki bu formulalardan asossiz foydalanish keskin xatolarni keltirib chiqarishi, natijada quvurlar tizimidan foydalanish samaradorligini pasayishiga olib keladi. Quvurdagi ikki fazali oqim parametrlarini aniqlash uchun taklif etilgan hisobiy bog'lanishlar ko'p hollarda tajribalar natijasini ifodalaydilar va aynan shu tajriba natijalari asosida aniqlanadilar, shuning uchun bunday bog'lanishlardan foydalanish sohalari cheklangan. Oqim harakat rejimining har xil sohalarida, silliq sirtidan o'ta g'adir - budir sirtga o'tish sohalarida qarshiligining qonuniyatlari, sifat jihatidan, har xil donadorli g'adir - budirlikdagi quvurlar uchun belgilangan qonuniyatlaridan farq qilishi kuzatildi.

Analitik tahlil asosida shuni xulosa qilish mumkinki, ikki fazali oqimlarning quvurlardagi harakatini modellashtirishda va hisoblash usullarini ishlab chiqishda oqim parametrlarini aniqlashda ikki fazali harakat modellari va zamonaviy dasturlardan keng foydalanish maqsadga muvofiq.

Dissertatsiyaning **«Quvurlarda ikki fazali oqimlar harakatining tadqiqotlari»** deb nomlangan ikkinchi bobida ikki fazali oqimlarning naporli va naporsiz quvurlarda harakati davomida yuzaga keladigan jarayonlar hamda oqim tashuvchanligini aniqlashga qaratilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Yuqorida bayon etilganidek ikki fazali oqimlar harakatini ifodalashda qator matematik modellar mavjud bo'lib, ikkinchi fazaning fizik xususiyatlariga qarab eng maqbul modellar qabul qilinadi. Quvurlardagi oqova suvlar harakatini bayon etishda ikki fazali oqimlar nazariyasi bo'yicha bu yo'nalishda amalga oshirilgan X.A. Raxmatulin, R.I. Nigmatulin, J.F. Fayzullayev, Q.Sh. Latipov, A.M. Arifjanov va boshqalarning ishlanmalariga tayanib oqimning tashuvchanlik qobiliyati baholangan.

Oqimdagi muallaq zarrachalarni tashuvchi suyuqliklar oqim harakatlanishining fizik jarayoni o'ta murakkab jarayondir.

Muallaq zarrachalarni quvurdagi harakatini ifodalovchi asosiy fizik parametrlardan biri kritik tezlik hisoblanadi. Kritik tezlik suyuqlik oqimidagi ikkinchi fazani harakatlanishi boshlanadigan oqim o'rtacha tezligi. Oqimning quvur tubidan ko'tariluvchi qattiq zarrachalar harakatlanadigan eng kichik tezligi joydan qo'zg'alish tezligi $\mathcal{G}_{kr}$ deb nom olgan.

Kritik tezlikni aniqlash uchun ikki fazali oqimlar nazariyasiga asoslanib quvur uzunligi bo'yicha bosim o'zgarishini quyidagi ko'rinishda yozamiz.

Oqimning ko'ndalang kesimi maydoni bo'yicha hamma xadlarini integrallab, muallaq zarrachalarni tashuvchi bir o'lchamli oqim uchun

$$\frac{dp}{dx} - \frac{\lambda_0 \rho Q^2}{2D\omega^2} - \frac{c\pi d}{\omega} \tau_0 = 0 \quad (1)$$

Ikki fazali oqimning zichligi va tezligi uchun harakat tenglamasini chiqarishda quyidagi belgilar qabul qilingan:

$$\rho = (1-c)\rho_1 + c\rho_2 \quad (2)$$

$$g = \frac{(1-c)\rho_1 g_1 + c\rho_2 g_2}{(1-c)\rho_1 + c\rho_2}, \quad (3)$$

$$R = \frac{\pi d}{\omega}; \quad (4)$$

bunda c - qattiq komponentning hajmiy konsentratsiyasi;

ρ_1, ρ_2 - suyuqlik va qattiq zarrachalar zichligi;

Q - ikki fazali oqim sarfi;

ω - quvurning ko'ndalang kesimi yuzasi;

g_1 va g_2 - mos ravishda quvurning ko'ndalang kesimi bo'yicha suyuq va qattiq zarrachalarning o'rtacha tezliklari.

Yuqoridagilardan kelib chiqib aralashma sarfi uchun quyidagi ifodani yozamiz:

$$Q = \sqrt{\frac{2D\omega^2}{\lambda_0\rho} \left(\frac{dp}{dx} - \frac{c}{R}\tau_0 \right)}, \quad (5)$$

bunda $P_1 - P_2 = \Delta P$ - bosim o'zgarishi.

U holda aralashmani harakatga keltirish uchun quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$\frac{dp}{dx} > \frac{c}{R}\tau_0. \quad (6)$$

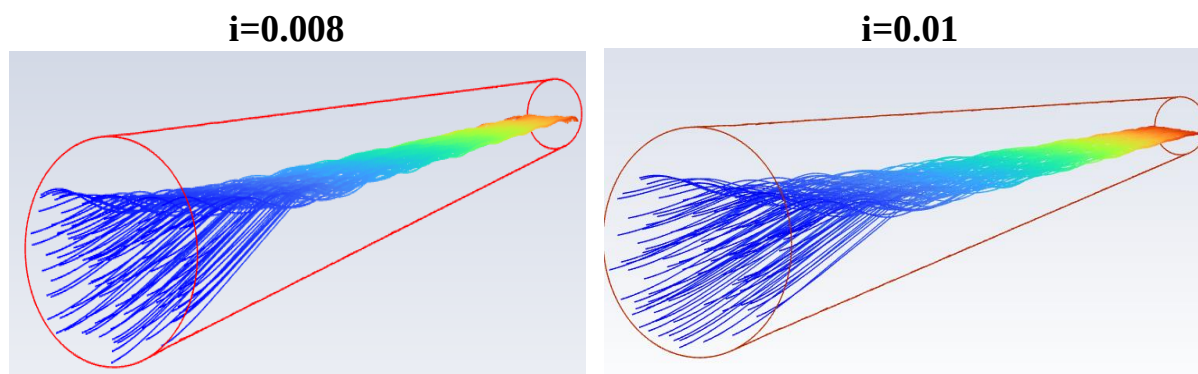
Keltirilgan shartga asolanib kritik tezlik uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$g_{kp} = \sqrt[3]{\frac{Dd_0^2\rho}{\mu_0 c \lambda_0}}; \quad (7)$$

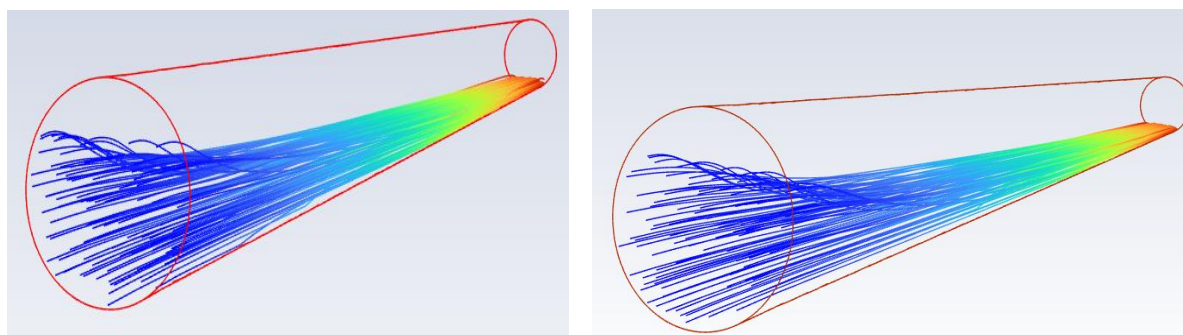
Oqimning kritik tezligini aniqlash uchun taklif etilgan yangi bog'lanish suyuqlik oqimi va oqiziqqlarning qator parametrlarini inobatga oladi. Jumladan kanalizatsiya quvurida harakatlanayotgan oqimning harakat rejimi, fazalar konsentratsiyasi va tarkibiy qismini inobatga oladi.

Yuqorida bayon etilganidek ikki fazali oqim parametrlarini hisoblashda qator matematik modellar mavjud. Mavjud usullar ko'p hollarda naporli quvurlar uchun ishlab chiqilgan bo'lib, naporsiz quvurlarda bu masalani yechishda o'ziga xos xususiyatlarini inobatga olishga to'g'ri keladi. Ma'lumki quvurlarda ikki fazali

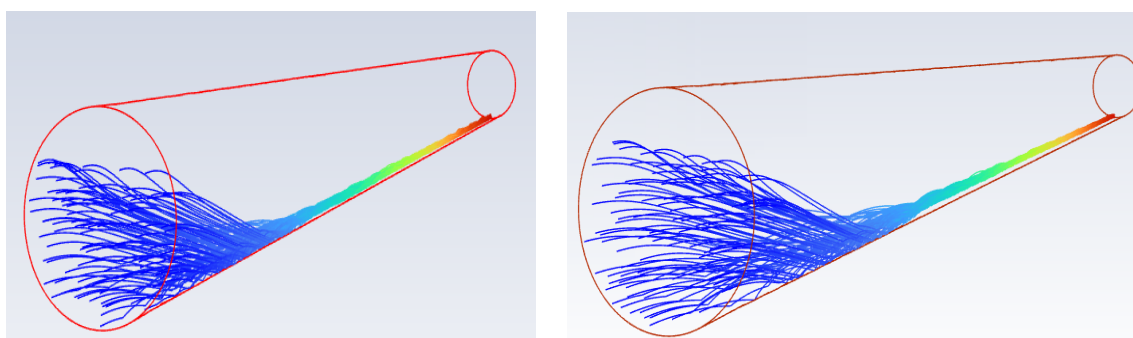
oqimlar harakati turbulent rejimda. U holda turbulent oqim harakatini modellash tirishda va sonli yechimini topishda **RANS (Reynolds averaged Navier Stokes)** modeli keng qo'llanmoqda.



1- rasm. Ikki xil nishablikdagi quvurda $\rho=900 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega zarrachalarning harakati



2- rasm. Ikki xil nishablikdagi quvurda $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega zarrachalarning harakati

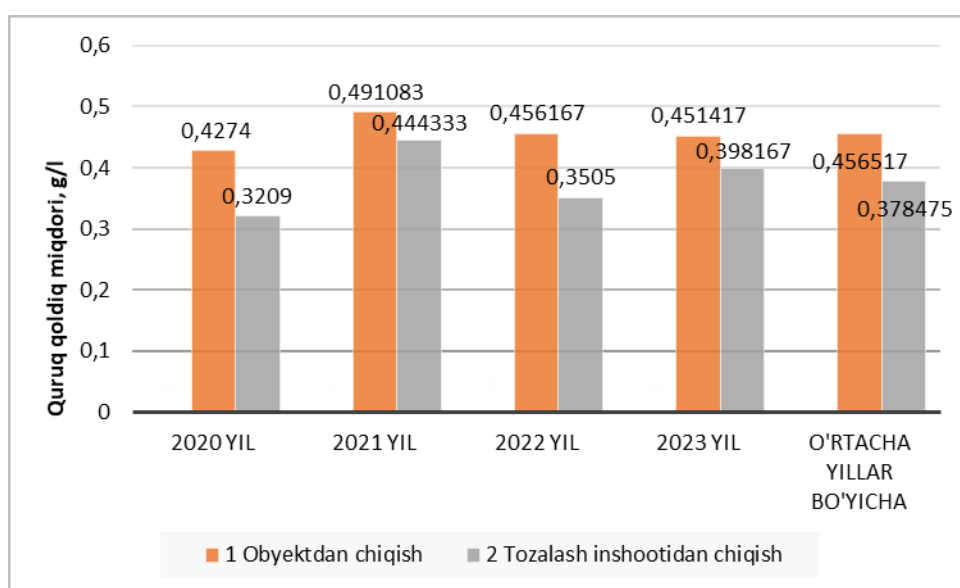


3- rasm. Ikki xil nishablikdagi quvurda $\rho=1100 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega zarrachalarning harakati

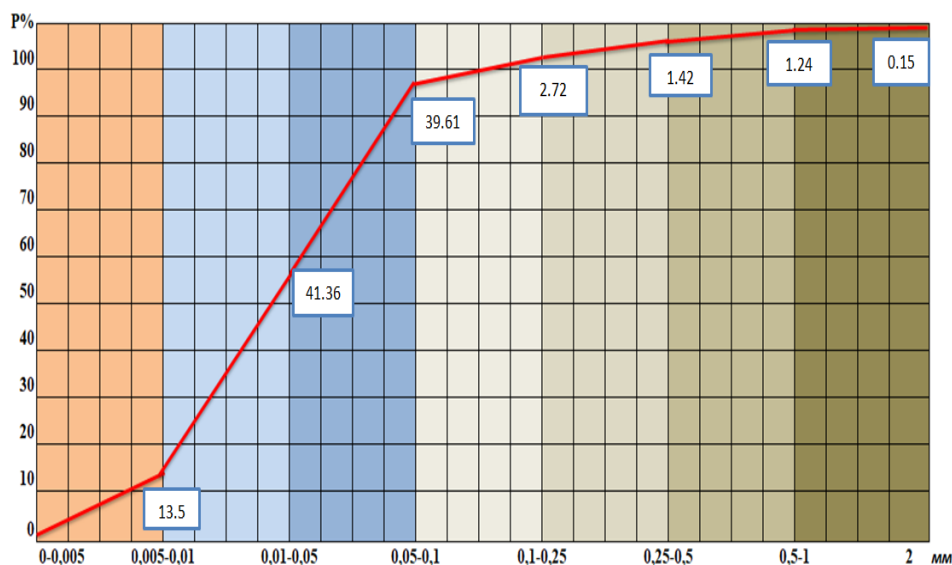
Qaralayotgan masala doirasida jarayonni real sharoitlarda simulyatsiya qilishda **ANSYS FLUENT** dasturidan foydalanildi. Natijada oqim parametrlari aniqlandi va vizualizatsiya qilindi.

Hisoblash ishlari quvurning har nishabliklarida va qattiq zarrachalarning har xil zichliklarida amalga oshirildi. Natijalardan ma'lum bo'ldiki, agar qattiq zarrachalar zichligi suyuqlik zichligidan kichik bo'lsa qattiq zarrachalar oqimi suyuqlik sathiga qarab intiladi (1- rasmga qarang). Agar suyuqlik zichligidan katta bo'lsa, quvur tubiga qarab intiladi (2, 3- rasmlarga qarang). Olingan natijalar bo'yicha quvurda yuzaga keladigan jarayonlar va gidravlik parametrlar quvurning har xil nishabligida va fazalar zichligining har xil qiymatlarida aniqlandi.

Dissertatsiyaning «**Quvurlarda ikki fazali oqim harakatining tabiiy dala sharoitida va laboratoriya tadqiqotlari**» deb nomlangan uchinchi bobida tadqiqot obyektida real sharoitda oqova suvlarining fizik xususiyatlari, konsentratsiyasi va tarkibiy qismini aniqlash bo'yicha dala tadqiqotlari natijalari hamda laboratoriya sharoitida quvurlarda yuzaga keladigan gidravlik qarshiliklarning tadqiqoti natijalari keltirilgan (4- rasmga qarang).



4- rasm. Yillar kesimida o'rtacha quruq qoldiq miqdori



5- rasm. Qattiq zarrachalarning integrallashgan grafigi

Real obyektidagi tadqiqotlar «Toshkentsuvta'minoti» aksiyadorlik jamiyati hududidagi Chirchiq shahar filiali oqova quvurlar tizimida olib borildi. Oqova suvdan olingan namunalar laboratoriya sharoitida tahlil etildi. Tahlil natijalari jadval va grafik shaklida taqdim etildi.

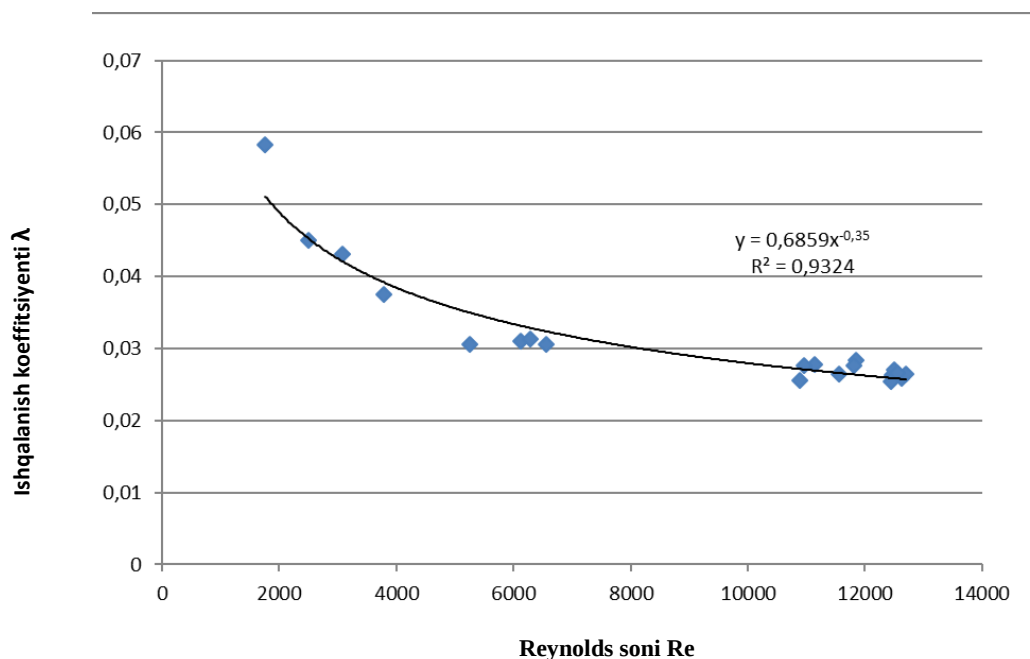
Olib borilgan tajribalardan shu ayon bo'ldiki oqova suvlar tarkibidagi qattiq zarrachalar ko'p fraksiyali bo'lib, asosiy qismini 0,1 mm dan kichik bo'lgan oqiziqlar tashkil etadi (5- rasmga qarang).

Laboratoriya tadqiqotlarida hozirgi kunda suv ta'minoti, kanalizatsiya quvurlarini loyihalash va qurish jarayonida keng miqyosda foydalanilayotgan polietilen quvurlardagi gidravlik jarayonlarni baholashga qaratildi. Buning asosiy sabablari polietilen quvurlar metall quvurlarga nisbatan tannarxi arzonligi, o'rnatish va qurish ishlari oson va soddaligi, ishlash muddatining ko'pligi bilan farq qiladi. Ammo gidravlik nuqtai nazardan hisoblash ishlarini amalga oshirish uchun polietilen quvurlar bo'yicha ma'lumotlar yetarli emasligi tajriba ishlarini o'tkazishni taqozo etdi. Laboratoriya tadqiqotlari maxsus qurilmada amalga oshirildi.

Quvurlar gidravlik hisobini bajarishda gidravlik ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash juda muhim hisoblanadi. Gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti qiymati harakat rejimi va quvur materialiga bog'liq ravishda aniqlanadi.

Olingan natijalar matematik statistika usulidan foydalanib tahlil etildi va gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti uchun yangi bog'lanish olindi:

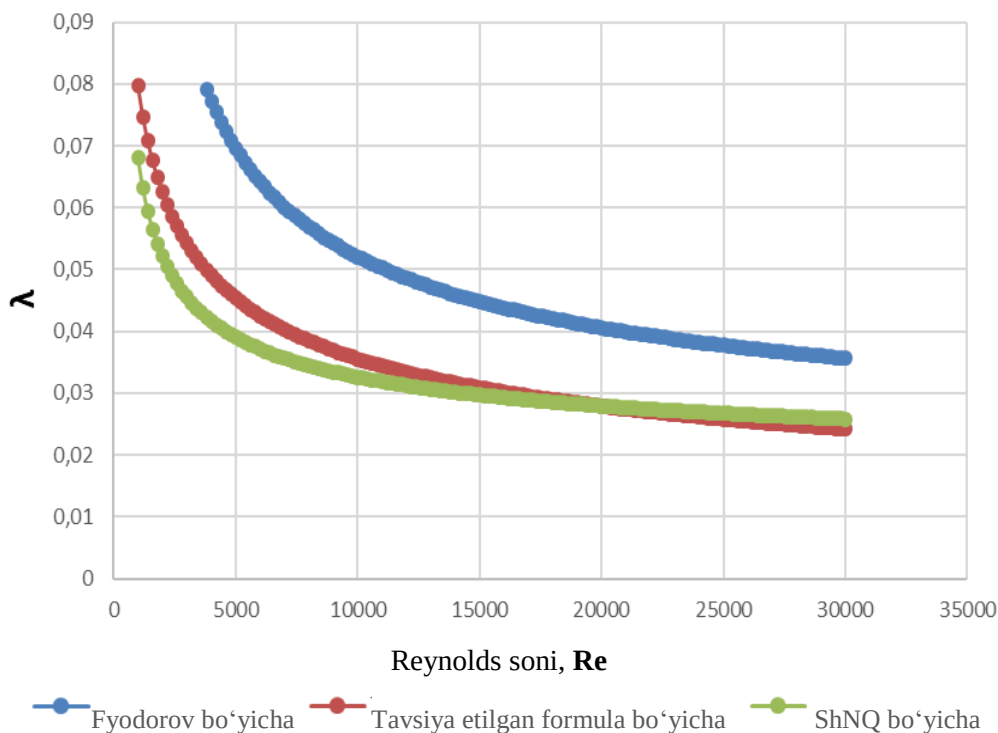
$$\lambda = \frac{0.685}{\left(\frac{\Delta}{Re}\right)^{0.035} Re^{0.35}}; \quad (8)$$



6- rasm. Gidravlik ishqalanish koeffitsiyentining Reynolds soniga va quvur g'adir - budirligiga bog'liqlik grafigi

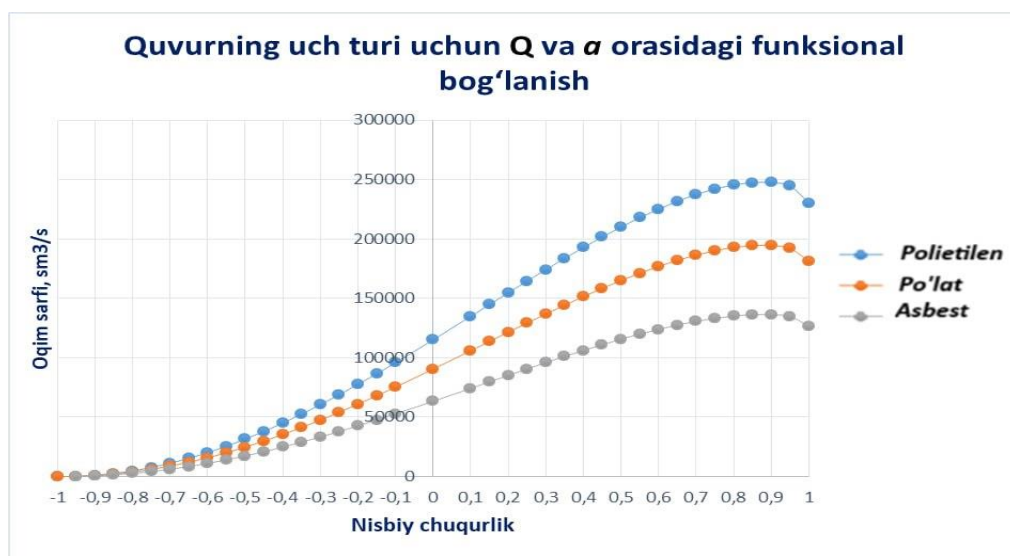
Bu esa o'z navbatida suv ta'minoti quvurlarini gidravlik hisobini bajarishda va loyihalashda yillar davomida g'adir - budirlikning o'zgarishini inobatga olishi kerakligini bildiradi (6- rasmga qarang).

Tahlillar asosida tavsiya etilgan formulani injenerlik hisoblashlarda foydalanish mumkinligi asoslandi (7- rasmga qarang).



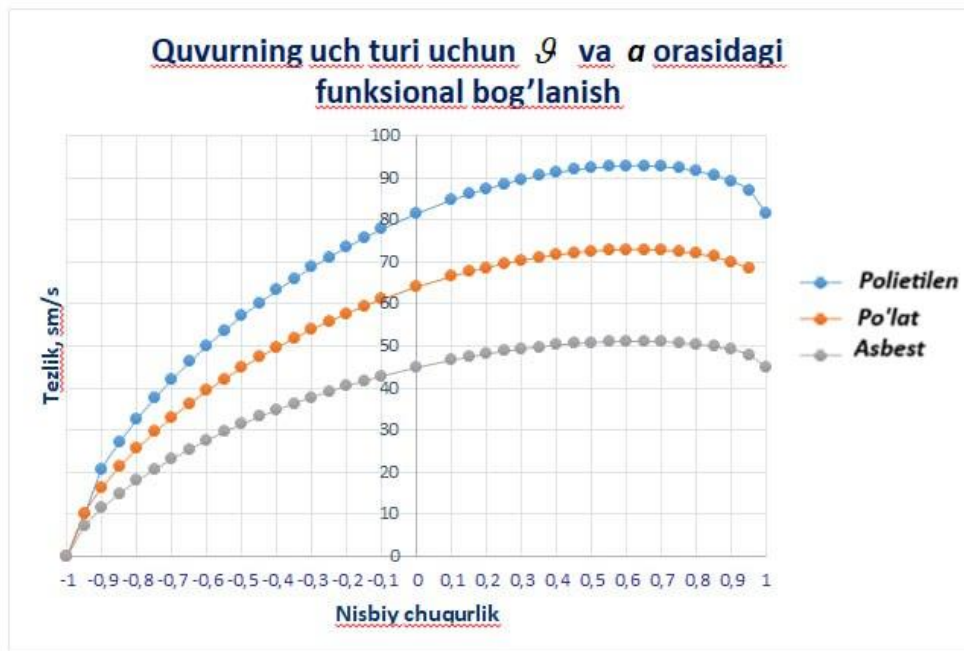
7- rasm. Tavsiya etilgan formulaning qiyosiy tahlili

Olib borilgan nazariy tadqiqotlar natijasida ko'ndalang kesimi silindr shaklida bo'lgan quvurlarning gidravlik elementlarini aniqlash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.



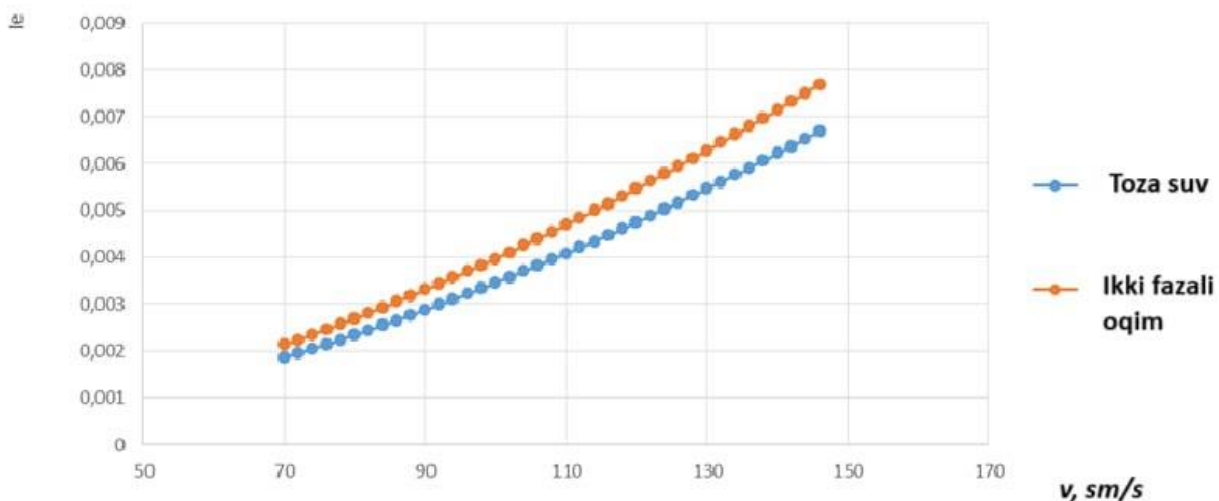
8- rasm. Oqim sarfi Q va nisbiy chuqurlik α orasidagi funksional bog'lanish grafigi

Turli diametrlardagi kanalizatsiya quvurlarida suv oqimining har xil chuqurliklari bo'yicha gidravlik elementlari aniqlandi.



9- rasm. Oqim o'rtacha tezligi V va nisbiy α chuqurlik orasidagi bog'lanish grafigi

Aniqlangan natijalar matematik va statistik tahlil etilib, drenaj quvurlarining gidravlik eng qulay kesimini asoslash bo'yicha oqim chuqurligi va quvur diametri orasida bog'lanish olindi (8, 9- rasmlarga qarang).



10- rasm. Gidravlik nishablikni oqim tezligiga bog'liq ravishda o'zgarishi

a) bir fazali oqim uchun; b) ikki fazali oqim uchun

Ushbu bog'lanish natijasida drenaj quvurlarida suv oqimi chuqurligi diametrining 82,5 % qiymatida harakatlansa gidravlik jihatdan eng qulay kesimga

ega bo'lishi asoslandi. Kanalizatsiya quvurlarining 300 mm, 400 mm va 600 mm diametrli quvurlar uchun gidravlik eng qulay kesimi parametrlari asoslandi.

Yuqorida keltirilgan tadqiqotlar asosida suv va qattiq zarrachali oqimlar uchun solishtirma gidravlik qarshiligi aniqlandi (10- rasmga qarang).

Tahlillar bo'yicha shunday xulosa qilish mumkinki, oqim gidravlik elementlarini aniqlash bo'yicha taklif qilingan hisoblash formulasidan muhandislik masalalarini hisobida foydalanish mumkin.

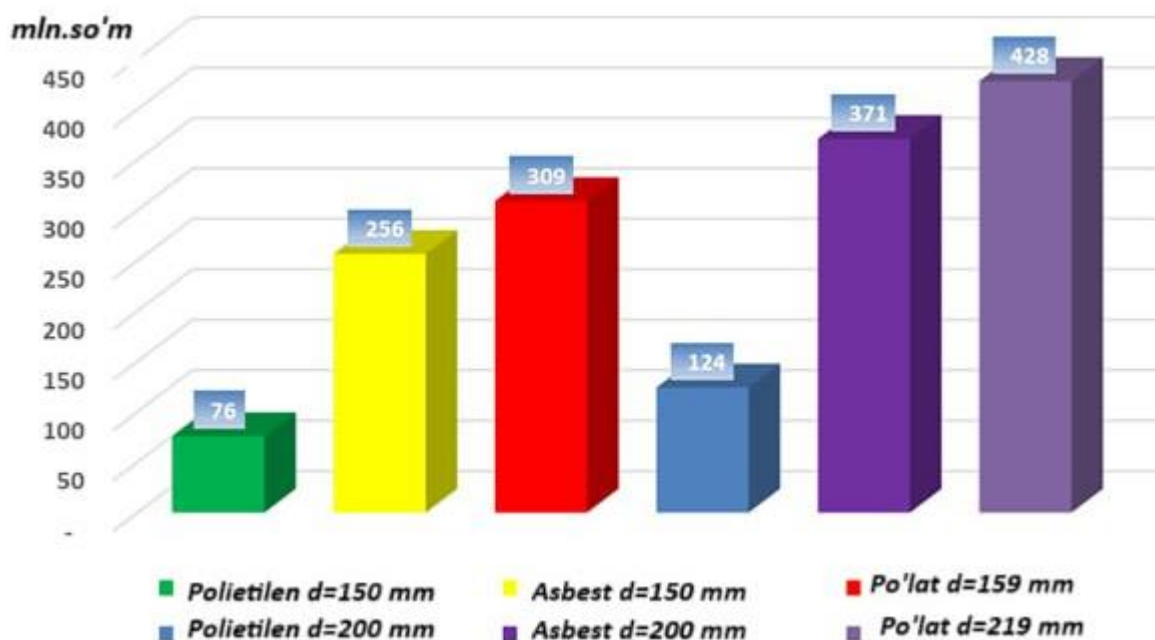
Dissertatsiyaning «**Tadqiqot natijalarini amaliyotda qo'llash bo'yicha tavsiyalar**» deb nomlangan to'rtinchi bobida tavsiya etilgan hisoblash usullarini amaliyotda qo'llash bo'yicha tavsiyalar hamda ishning iqtisodiy samaradorligi baholangan.

Kanalizatsiya tarmoqlarini hisoblash quyidagi asosiy bosqichlarda amalga oshiriladi:

- suv sarfini aniqlash; tarmoqning gidravlik hisobini o'tkazish;
- quvur diametrini tanlash; tarmoqning trassasini belgilash;
- nasos stansiyalari va tozalash inshootlarini loyihalash.

Kanalizatsiya tarmoqlarining iqtisodiy samaradorligini oshirishda, yuqorida keltirilgan yondashuvlarni kompleks ravishda qo'llash va doimiy ravishda monitoring qilish muhimdir. Bu orqali tizimning ishlashini optimallashtirish va uzoq muddatli barqarorligini ta'minlash mumkin.

Tadqiqotlar davomida to'plangan ma'lumotlar, obyektida olib borilgan o'lchov kuzatuv ishlari natijalariga ko'ra Chirchiq shahar, «Ma'rifat» MFY xududidagi mavjud oqova suv tizimi quvurlari to'la rekonstruksiya qilinishi zarurligi aniqlangan.



11- rasm. «Ma'rifat» MFY xududidagi 2720 metr uzunlikdagi kanalizatsiya quvurlarining tannarxi hisobi

Ushbu xududda foydalanib kelinayotgan kanalizatsiya quvurlari eskirib foydalanish uchun yaroqsiz holatga kelib qolganligi aniqlangan.

«Ma'rifat» MFY xududida 2720 metr uzunlikdagi kanalizatsiya tarmog'ini «SMART ARCHENG» loyiha tashkiloti bilan hamkorlikda loyihasi va gidravlik hisob-kitoblari amalga oshirildi. Gidravlik hisob ishlarini bajarishda «Ma'rifat» MFY xududida kelgusi yillarda aholi sonini o'sishini hamda buyurtmachi talabini inobatga olib quvur diametri tanlangan.

Berilgan tavsiyalar asosida kanalizatsiya tizimlarida polietilen quvurlardan foydalanish taklif etildi. Ushbu holatda oqimning tashuvchanlik qobiliyati sezilarli darajada ortishi va material tannarhi hisobiga tanlangan xudud uchun quyidagi mablag'lar tejab qolinadi (11- rasmga qarang).

XULOSALAR

Quvurlarda ikki fazali oqimning tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash uslubini takomillashtirish mavzusida olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Silindrik quvurlarda ikki fazali oqimlar harakatiga doir tadqiqotlarning analitik tahlili asosida oqimning tashuvchanlik qobiliyatini baholashga ta'sir etuvchi omillar, jumladan ikki fazali oqimning harakat rejimi, fazalar konsentratsiyasi va ularning tarkibiy qismini inobatga olish zarurligi asoslandi.

2. Quvurlarda ikki fazali oqimlar harakati turbulent ekanligini inobatga olib oqimning o'rtacha va o'zgaruvchan komponentlari **RANS (Reynolds averaged Navier - Stokes)** modeli qo'llanib ANSYS FLUENT dasturida aniqlandi va vizualizatsiya qilindi. Natijada murakkab gidrodinamik jarayon ikki fazali oqim parametrlarini vizualizatsiya qilish imkoni paydo bo'ldi.

3. Laboratoriya sharoitida va tabiiy dala sharoitida o'tkazilgan tadqiqotlar bo'yicha oqova suvlar ikki fazali oqim sifatida qaralib, oqim tarkibiy qismi, fizik xususiyatlari, fraksion tarkibi aniqlandi. Olingan ma'lumotlar asosida oqimning kritik tezligini aniqlash uchun hisoblash formulasi tavsiya etildi.

4. Olib borilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar asosida ikki fazali oqimda solishtirma gidravlik qarshilikni gidravlik jihatdan qulay holat uchun oqim fizik xususiyatlarini inobatga olib aniqlash uslubi takomillashtirildi. Natijada bir fazali va ikki fazali oqimlarda solishtirma gidravlik qarshilikni har xil qiymatlarida quvurlar tizimini loyihalash imkoniyati yaratildi.

5. Oqimning gidravlik parametrlariga quvur materialining va oqim harakat rejimining ta'sirini baholash uchun o'tkazilgan laboratoriya tadqiqotlari natijalari ma'lumotlarini statistik tahlili asosida (korrelyatsiya koeffitsiyenti **R=0,96** ga teng) gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti hamda Reynolds soni va quvur g'adir-budirliги orasidagi bog'lanishning matematik ifodasi tavsiya etildi.

6. Nazariy va eksperimental tadqiqotlar asosida naporsiz quvurlarda quvurning to'lish darajasi, oqova suvlarning tarkibiy qismi va konsentratsiyasi inobatga olinib oqim tashuvchanlik qobiliyati baholandi. Natijada quvurning materiali va fazalar konsentratsiyasi inobatga olinib oqim tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash usuli tavsiya etildi.

7. Olib borilgan nazariy, laboratoriya va ishlab chiqarishdagi tadqiqotlar asosida ikki fazali oqimlarning naporli va naporsiz quvurlardagi gidravlik hisobini takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi va natijani o'quv jarayoniga hamda «O'zsuvta'minot» aksiyadorlik jamiyati korxonalarida foydalanishga tavsiya etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.15/2 7.02.2020. Т.73.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ЧИРЧИКСКОЕ ВЫСШЕЕ ТАНКОВОЕ КОМАНДНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ
УЧИЛИЩЕ**

ХУСАНОВА ДЖАМИЛЯ КУРАМБАЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА
ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА
ЖИДКОСТИ В ТРУБОПРОВОДАХ**

05.09.07 - Гидравлика и инженерная гидрология

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

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.1.PhD/T4535.

Диссертация выполнена в Чирчикском высшем танковом командном инженерном училище.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу (www.tashiit.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Арифжанов Айбек Мухамеджанович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Баходиров Азиз Абдулазизович
доктор технических наук, профессор

Жураев Шерали Шарипович
д.ф.т.н. (PhD), доцент

Ведущая организация:

Ташкентский архитектурный университет

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 г. ____ часов на заседании Научного совета DSc.15/27.02.2020. T.73.02 при Ташкентском государственном транспортном университете по адресу 100167, г. Ташкент, ул. Темир йулчилар, 1. Тел.: (+99871) 299-00-01; факс: (+99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru.

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

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2025 г.
(реестр протокол рассылки № ____ от «___» _____ 2025 г.)

А.В. Умаров

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

Э.У. Тешабаева

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

Н.К. Турсунов

Председатель научного семинара
при Научном совете по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире применение энерго-, ресурсосберегающих технологий и методов управления движением двухфазных потоков в трубопроводной системе, в строительстве, водоснабжении, канализации, горнодобывающей, химической и других отраслях промышленности занимает одно из ведущих мест. Повышение транспортирующей способности систем водоснабжения во всем мире и нахождение экономически и гидравлически эффективных решений требует практической реализации методов расчёта, учитывающих взаимодействие двухфазных потоков в трубопроводах, с учетом взаимодействия фаз при различных режимах движения. В связи с этим использование современных инновационных технологий важно для расчета движения двухфазных потоков в трубах.

При проектировании, строительстве и эффективном использовании трубопроводных систем по всему миру, на основе исследований законов движения различных взвешенных веществ в воде, проводятся исследования по определению динамики распределения взвешенных частиц сточных вод по глубине и длине трубопровода, оценке транспортирующей способности сточных вод, имеющих взвешенные вещества, повышению гидравлической эффективности системы трубопроводов. В связи с этим особое внимание уделяется определению динамики движения воды и различных частиц в системах водоснабжения и канализации, а также обоснованию и управлению их параметрами и методами расчёта.

В нашей республике достигаются определенные результаты в обеспечении эффективного использования водопроводных и канализационных трубопроводов, а также бесперебойной подаче питьевой воды, оптимальной работы канализационных трубопроводов в гидравлическом режиме, реализуются комплексные мероприятия по совершенствованию новых современных методов гидравлических расчётов с учётом механического и химического состава жидкостей. По реализации стратегии «Узбекистан – 2030»¹ определены важные задачи, среди которых «...внедрение показателей качества питьевой воды, уровня питьевого водоснабжения, эффективности работы предприятий водоснабжения и канализации». При реализации этих задач, в частности, важное значение имеет повышение эффективности работы трубопроводов транспортировки сточных вод, разработка усовершенствованных методов их эффективной перекачки и очистки на основе изучения закономерностей движения взвешенных веществ сточных вод.

Данное диссертационное исследование направлено на выполнение задач, обозначенных в Указе Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года УП - 158 Стратегии «Узбекистан - 2030», в Указе Президента от 25 сентября 2020 года УП - 6074 «О мерах по дальнейшему

¹Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года УП-158 о Стратегии «Узбекистан -2030».

совершенствованию системы питьевого водоснабжения, канализации и повышению эффективности инвестиционных проектов в отрасли», Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП - 60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы» и Постановлении от 30 ноября 2018 года ПП - 4040 «О питьевом водоснабжении в Республике Узбекистан и дополнительных мерах по развитию системы канализации», Постановлении от 9 октября 2019 года ПП - 4486 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами, экологических требований к охране водных ресурсов, критериев оценки их состояния и мерах по разработке методов эффективного управления режимом и качеством поверхностных и подземных вод», Постановлении от 24 мая 2022 года ПП - 257 «О дополнительных мерах по повышению уровня оказания услуг водоснабжения и канализации», а также в определённой степени служит реализации задач, определённых в других нормативных правовых документах, касающихся этой деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологии республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды»

Степень изученности проблемы. Проводились интенсивные научные исследования. по теоретическим основам и созданию математических моделей движения двухфазных потоков в трубах такими учёными как Х.А. Рахматуллин, Ф.И. Франкль, Г.И. Баренблатт, В.М. Маккавеев, М.А. Великанов, А.В. Караушев, И.И. Леви, Х. Рауз, Ю.А. Биевич, А.Н. Крайко, Д.Ф. Файзуллаев, К.Ш. Латипов, А.И. Умаров, С.И. Криль, А.А. Шакиров, А.М. Арифжанов, И.Х. Хужаев, З. Маликов, А.М. Фатхуллаев, Л.Н. Самиев, С. Худайкулов, Х. Илхомов, С. Соу, Г. Уоилис, А. Фортъе и другими учёными. Учёные В.С. Дикаревский, Я.А. Карелин, В.Г. Пономарёв, В.Г. Иванов, Н.С. Черников, И.Г. Шафи-Заде, У.А. Соатов, Э.Ж. Махмудов, А.М. Арифжанов, А.Т. Салохиддинов, А. Ризаев, А.М. Фатхуллаев, Л.Н. Самиев, К. Рахимов, Ш.Ш. Эргашев, Э. Бўриев, А. Бабаев, У. Умаров и другие проводили исследования в разработке методов расчёта канализационных трубопроводов, что является одним из практических вопросов двухфазных потоков, также ими были достигнуты некоторые положительные результаты при изучении зависимости состава и физических свойств сточных вод от режимов движения.

Ими разработаны методы расчёта концентрации и механического состава двухфазных потоков при гидравлическом транспорте в напорных и безнапорных трубопроводах. Проведены исследования двухфазных потоков в напорных и безнапорных трубопроводах с учётом состава, физических свойств и режимов движения сточных вод.

И вместе с тем, в настоящее время в напорных и безнапорных трубопроводах недостаточно проведены научные исследования

по совершенствованию технологий строительства, водоснабжения и транспортировки сточных вод с учётом состава двухфазных потоков, в частности, по разработке методов расчёта параметров потоков в трубопроводах с учётом изменчивости состава, концентрации и режима движения фаз.

Связь темы диссертации с планом научно - исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено согласно плану научно - исследовательских работ Чирчикского высшего танкового командного инженерного училища и Национального исследовательского университета Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства в рамках прикладного проекта № 1.11 на тему «Разработка гидравлических и гидрологических основ эффективного использования оросительных систем, гидротехнических сооружений и водохранилищ» (2016 - 2020 г.г.), БВ - Атех - 2018 - 509 «Теоретические основы совершенствования нормативной базы систем канализации» (2018 - 2019 г.г.).

Целью исследования является совершенствование метода расчёта транспортирующей способности двухфазных потоков в трубопроводах с учётом физических свойств и режима движения.

Задачи исследования:

исследование движения двухфазных потоков в напорных и безнапорных трубопроводах с учётом состава потока и режима движения;

совершенствование метода расчёта гидравлических параметров двухфазного потока в трубопроводах с учётом взаимодействия фаз;

разработка методики расчёта транспортирующей способности напорных и безнапорных трубопроводов с учётом непрерывной изменчивости количества потока и материала труб;

совершенствование метода оценки гидравлических сопротивлений, возникающих при движении двухфазных потоков в трубах, и определение наиболее благоприятных гидравлических параметров.

Объектом исследования являются гидравлические процессы в канализационных трубопроводах акционерного общества «Узсувтаъминоти» АО «Тошкент сув таъминоти» Чирчикского городского отделения сточных вод.

Предметом исследования составляет формирование кинематических параметров двухфазного течения в напорных и безнапорных трубопроводах и гидравлических процессах.

Методы исследования. В процессе исследований использовались общепринятые в гидравлике методы, математическое моделирование, основанное на законах гидромеханики, а также методы математической статистики при обработке экспериментальных данных.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствована математическая модель двухфазного потока в трубах, с учётом физических свойств и режима движения двухфазного

потока;

оценено гидравлическое сопротивление в безнапорных трубах и усовершенствован метод расчёта коэффициента гидравлического трения в полиэтиленовых трубах в зависимости от шероховатости трубы и критерия Рейнольдса;

разработан метод гидравлического расчёта, учитывающий скорость заиливания (критическую скорость) в канализационных сетях, условия движения сточных вод в безнапорных трубопроводах, количество взвешенных веществ в сточных водах, их состав и концентрацию;

усовершенствован метод расчёта транспортирующей способности потока сточных вод в асбестовых, стальных и полиэтиленовых трубах в зависимости от степени заполнения самотёчных сетей.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан метод расчёта кинематических параметров самотёчных безнапорных трубопроводов с учётом фракционного состава потока сточных вод;

на основе модели двухфазного течения в трубах усовершенствован метод расчёта гидравлических параметров потока;

определены энергоэффективные параметры потока, обеспечивающие наиболее благоприятное гидравлическое состояние трубопровода при перекачке сточных вод;

рекомендован метод расчёта энергосберегательной трубопроводной системы в зависимости от материала труб и режима движения.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается использованием проверенных математических методов и их соответствием законам механики, близостью расчётных значений к значениям, найденным экспериментальным методом при их сравнении, анализом результатов с использованием методов математической статистики, внедрением результатов исследования на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследований. Научная значимость результатов исследований заключается в разработке гидравлической модели, описывающей движение двухфазных потоков в цилиндрических трубах и определяющей транспортирующую способность на основе наиболее благоприятных гидравлических параметров потока с учётом физических свойств сточных вод и объемной концентрации потока.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработана методика расчёта кинематических параметров потока сточных вод в самотёчных трубах с учётом фракционного состава, а также усовершенствована методика расчёта гидравлических параметров потока на основе модели движения двухфазных потоков в трубах, определение энергосберегающих параметров потока, обеспечивающих наиболее благоприятное гидравлическое состояние трубопровода при транспортировке сточных вод, обосновано тем, что полученные результаты могут быть

использованы в практике проектирования, при оценке проходимости трубопроводных систем, повышении их экономической эффективности.

Внедрение результатов исследования. По результатам совершенствования методики расчета транспортирующей способности двухфазного потока в трубах:

методика расчёта кинематических параметров двухфазного потока в трубопроводах внедрена в практику на напорных трубопроводах на территории СГМ (сход граждан махалли) «Маърифат» города Чирчика Ташкентской области (справка № 1/21 - 612 акционерного общества «Узсувтаъминоти» от 13 февраля 2025 года). В результате удалось увеличить транспортирующую способность канализационных труб до 15%;

метод расчёта кинематических параметров двухфазного потока в напорных трубопроводах с учётом фракционного состава внедрён в практику на территории СГМ «Маърифат» города Чирчик Ташкентской области (справка № 1/21 - 612 Акционерного общества «Узсувтаъминоти» от 13 февраля 2025 года). В результате была найдена критическая скорость, учитывающая изменение состава сточных вод и позволяющая рассчитать точный объём двухфазного потока;

методика расчёта гидравлических сопротивлений при движении двухфазных потоков в трубах внедрена в практику на территории СГМ «Маърифат» города Чирчик Ташкентской области (справка № 1/21 - 612 акционерного общества «Узсувтаъминоти» от 13 февраля 2025 года). В результате появилась возможность энергосбережения за счёт снижения гидравлического сопротивления в двухфазном потоке до минимального уровня.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены и одобрены на международных, республиканских и на конференциях Чирчикского ВТКИУ, в том числе 1 Scopus, 1 в международной и 3 в республиканских научно - практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации всего опубликовано 17 научных работ, из них 3 опубликованы на конференциях, индексируемых в базе данных Scopus, 4 статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов доктора философии (PhD), в том числе 3 в республиканском и 1 в зарубежном журнале, а также получено 1 свидетельство для программы расчёта.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации состоит из 114 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость проведённого исследования, описываются цели и задачи исследования,

а также его объекты и предметы, указывается его соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, описывается научная новизна и практические результаты исследования. Приведены сведения о теоретической и практической значимости полученных результатов, внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «Анализ исследований по изучению движения двухфазного потока в трубопроводах» рассматриваются теоретические основы расчёта параметров двухфазного потока в трубах, методы расчёта транспортирующей способности, существующие и современные проблемы повышения эффективности транспортировки сточных вод в напорных и безнапорных трубопроводах, а также даётся аналитический анализ выполненных работ в данной области.

Из анализа литературы известно, что многофазные и двухфазные потоки представляют собой совместное движение жидких и твёрдых частиц, образующих двух - или многофазные потоки с различными физико - механическими свойствами. Исследование транспортирующей способности трубопроводов является одной из основных задач при определении параметров двухфазных потоков.

Основными гидравлическими параметрами при передаче потока по напорным и безнапорным трубопроводам являются потеря напора и критическая скорость. В настоящее время одним из основных недостатков является высокая стоимость строительства и эксплуатации, а также низкая эффективность трубных систем, используемых на производстве, особенно в системах водоснабжения и канализации.

Свойства двухфазных потоков гидравлических смесей определяются, в первую очередь, гранулометрическим составом твёрдых частиц и их объёмной концентрацией. Взаимодействие жидкости и твёрдых частиц при их совместном движении определяет удельные потери давления и транспортирующую способность потока.

Ограниченность предлагаемых формул, в ряде случаев не обладающих высокой точностью, не всегда позволяет выбрать расчётные соотношения, подходящие для условий каждого объекта проектирования.

В таких случаях необоснованное применение той или иной формулы может привести к существенным ошибкам, что в конечном итоге приводит к снижению эффективности использования трубопроводной системы. Предложенные математические соотношения для определения параметров двухфазного потока в трубопроводе в большинстве случаев представляют собой результаты экспериментов и определяются на основе результатов этих экспериментов, поэтому области использования таких соотношений ограничены, наблюдения показали, что законы сопротивления на различных участках режима движения, на участках перехода от гладкой поверхности к шероховатой, качественно отличаются от закономерностей, установленных для труб с различной зернистостью и шероховатостью.

На основании проведённого аналитического анализа можно сделать вывод о целесообразности широкого использования моделей двухфазного движения и современных программ определения параметров потока при моделировании движения двухфазных потоков в трубах и разработке методов расчёта.

Во второй главе диссертации под названием «**Исследования движения двухфазных потоков в трубах**» представлены результаты исследований, направленных на определение процессов, происходящих при движении двухфазных потоков в напорных и безнапорных трубах, а также транспортирующей способности потока.

Как уже упоминалось выше, существует ряд математических моделей для описания движения двухфазных потоков, и в зависимости от физических свойств второй фазы выбираются наиболее подходящие модели.

В этом направлении проводились работы по теории двухфазных потоков при описании движения сточных вод в трубах, на основе работ Х.А. Рахматуллина, Р.И. Нигматулина, Ж.Ф. Файзуллаева, К.Ш. Латипова, А.М. Арифжанова и других, оценивалась транспортирующая способность потока. Физический процесс движения потока жидкостей, несущих в себе взвешенные частицы, представляет собой весьма сложный процесс.

Одним из основных физических параметров, характеризующих движение взвешенных частиц в трубе, является критическая скорость. Критическая скорость — средняя скорость потока, при которой начинается движение второй фазы в потоке жидкости. Минимальная скорость, с которой движутся твёрдые частицы, поднимающиеся со дна трубы, называется скоростью перемещения $\vartheta_{кр}$.

Для определения критической скорости на основе теории двухфазных потоков изменение давления по длине трубы запишем в следующем виде.

Для одномерного потока, несущего взвешенные частицы, интегрируем все члены по площади поперечного сечения потока

$$\frac{dp}{dx} - \frac{\lambda_0 \rho Q^2}{2D\omega^2} - \frac{c\pi d}{\omega} \tau_0 = 0 \quad (1)$$

При выводе уравнения движения для плотности и скорости двухфазного потока приняты следующие обозначения:

$$\rho = (1-c)\rho_1 + c\rho_2 \quad (2)$$

$$\vartheta = \frac{(1-c)\rho_1\vartheta_1 + c\rho_2\vartheta_2}{(1-c)\rho_1 + c\rho_2}, \quad (3)$$

$$R = \frac{\pi d}{\omega}; \quad (4)$$

где c - объёмная концентрация твёрдого компонента;

ρ_1, ρ_2 - плотность жидких и твёрдых частиц;

Q - расход двухфазного потока;

ω - площадь поперечного сечения трубы;

$\mathcal{G}_1$ и $\mathcal{G}_2$ - средние скорости в поперечном сечении трубы твёрдых и жидких частиц соответственно.

На основании вышеизложенного запишем следующее выражение для расхода смеси:

$$Q = \sqrt{\frac{2D\omega^2}{\lambda_0\rho} \left(\frac{dp}{dx} - \frac{c}{R} \tau_0 \right)}, \quad (5)$$

где $P_1 - P_2 = \Delta P$ - изменение давления.

В этом случае для приведения в движение смеси необходимо выполнение следующего условия:

$$\frac{dp}{dx} > \frac{c}{R} \tau_0. \quad (6)$$

Исходя из данного условия, получаем следующее выражение для критической скорости:

$$\mathcal{G}_{кр} = \sqrt[3]{\frac{Dd_0^2\rho}{\mu_0 c \lambda_0}}; \quad (7)$$

Предложенное новое соотношение для определения критической скорости потока учитывает ряд параметров потока жидкости и взвешенных веществ. В частности, учитывается режим движения, концентрация фаз и состав потока, движущегося в канализационном трубопроводе.

Как упоминалось выше, существует ряд математических моделей для расчёта параметров двухфазного потока. В большинстве случаев существующие методы разрабатывались для напорных трубопроводов, а при решении данной задачи в безнапорных трубопроводах необходимо учитывать специфические особенности.

Известно, что движение двухфазных потоков в трубах происходит в турбулентном режиме. В этом случае для моделирования турбулентного движения потока и поиска численных решений широко используется модель **RANS (Reynolds averaged Navier - Stokes)**. В рамках рассматриваемой задачи была использована программа **ANSYS FLUENT** для симуляции процесса в реальных условиях. В результате были определены и визуализированы параметры потока.

Расчёты проводились при разных уклонах трубы и при разной плотности твёрдых частиц. Результаты показали, что если плотность твёрдых частиц

меньше плотности жидкости, то поток твёрдых частиц стремится к поверхности жидкости (см. рис. 1).

Если плотность твёрдых частиц больше плотности жидкости, то поток твёрдых частиц стремится ко дну трубы (см. рис. 2,3).

На основании полученных результатов определены процессы и гидравлические параметры в трубе при различном уклоне трубы и при различных значениях плотности фаз.

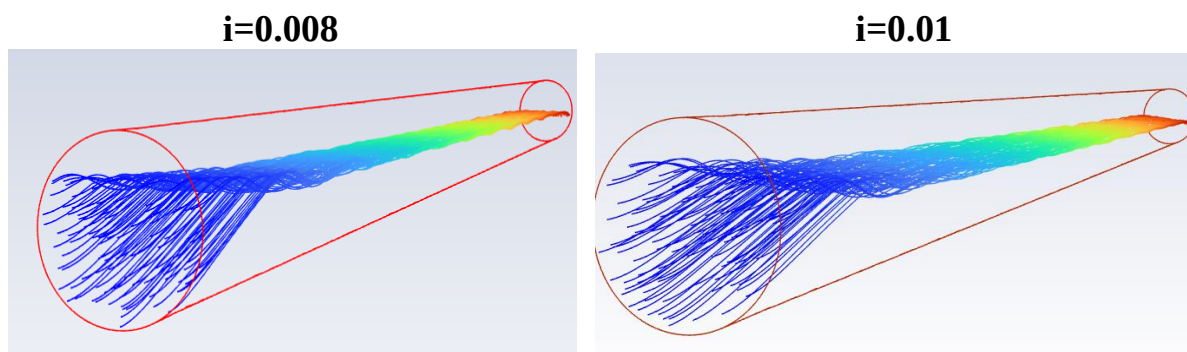


Рис. 1. Движение частиц с плотностью $\rho=800$ кг/м³ в трубе с двумя различными уклонами

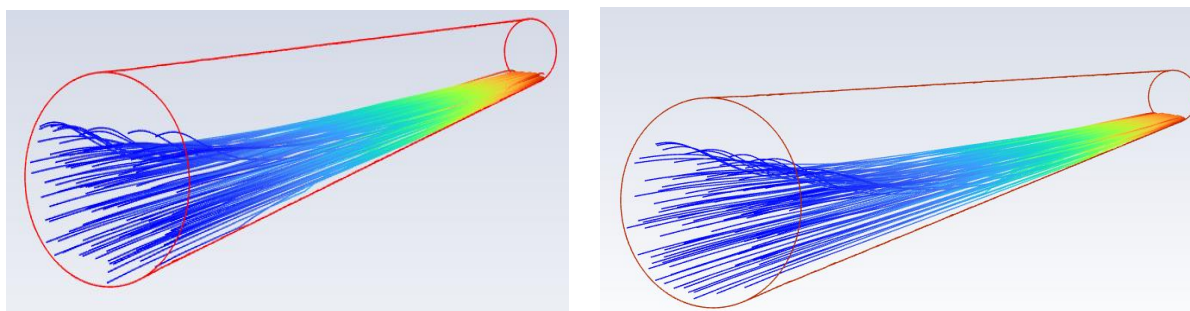


Рис. 2. Движение частиц с плотностью $\rho=1000$ кг/м³ в трубе с двумя различными уклонами

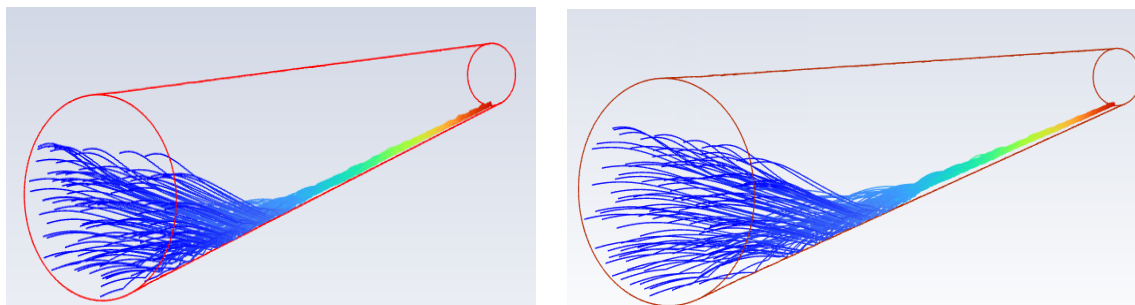


Рис. 3. Движение частиц с плотностью $\rho=1100$ кг/м³ в трубе с двумя различными уклонами

В третьей главе диссертации под названием «Полевые и лабораторные исследования движения двухфазного потока в трубах» представлены результаты полевых исследований по определению физических свойств, концентрации и состава сточных вод в реальных условиях на исследовательском объекте, а также представлены результаты исследования в лабораторных условиях гидравлических сопротивлений, возникающих в трубах (см. рис. 4).

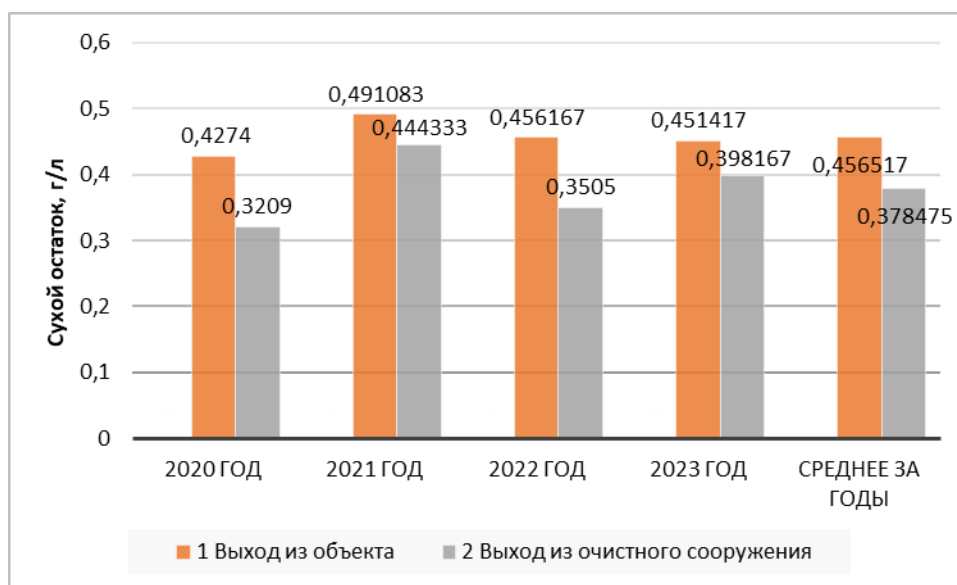


Рис. 4. Среднее количество сухого остатка за годы

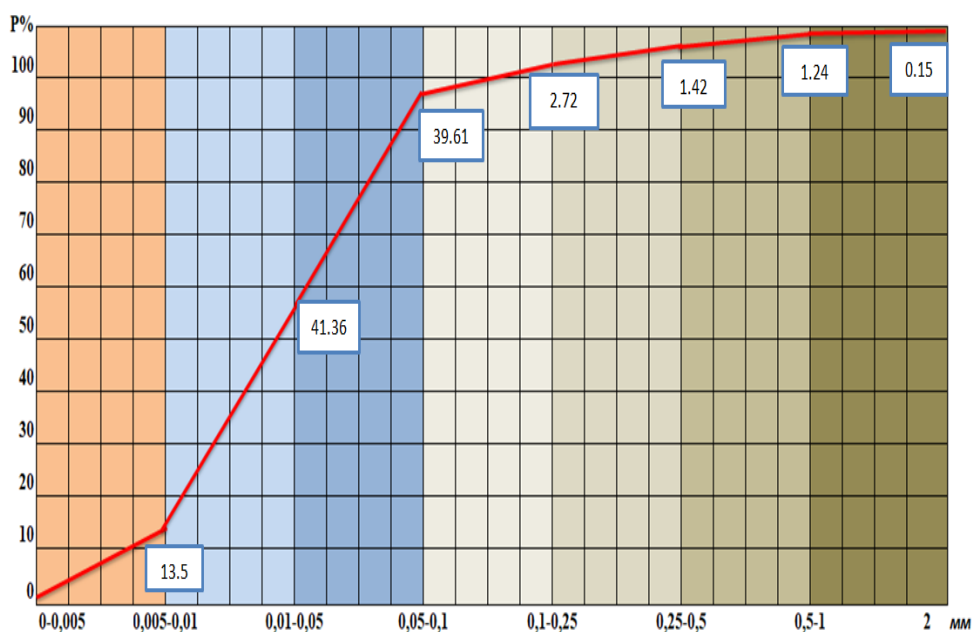


Рис. 5. Интегрированный график твёрдых частиц

Исследования на реальном объекте проводились в системе канализации Чирчикского городского отделения акционерного общества «Тошкентсувтаъминоти». Образцы сточных вод анализировались

в лабораторных условиях. Результаты анализа представлены в виде таблиц и графиков.

Проведённые эксперименты показали, что твёрдые частицы в сточных водах имеют многофракционный состав, при этом основную часть составляют частицы размером менее 0,1 мм (см. рис. 5).

Лабораторные исследования были направлены на оценку гидравлических процессов в полиэтиленовых трубах, в настоящее время которые широко используются при проектировании и строительстве водопроводных и канализационных трубопроводов.

Основными причинами этого являются то, что полиэтиленовые трубы дешевле металлических, их легче и проще устанавливать и конструировать, а также они имеют более длительный срок службы. Однако тот факт, что информации по полиэтиленовым трубам недостаточно для проведения расчётов с гидравлической точки зрения требуется проведение экспериментальных работ. Лабораторные исследования проводились на специальном устройстве.

Определение коэффициента гидравлического трения имеет большое значение при проведении гидравлических расчётов трубопроводов. Значение коэффициента гидравлического трения определяется в зависимости от режима работы и материала трубы.

Полученные результаты были проанализированы с использованием методов математической статистики и получена новая зависимость для коэффициента гидравлического трения:

$$\lambda = \frac{0.685}{\left(\frac{\Delta}{D}\right)^{0.035} Re^{0.35}}; \quad (8)$$

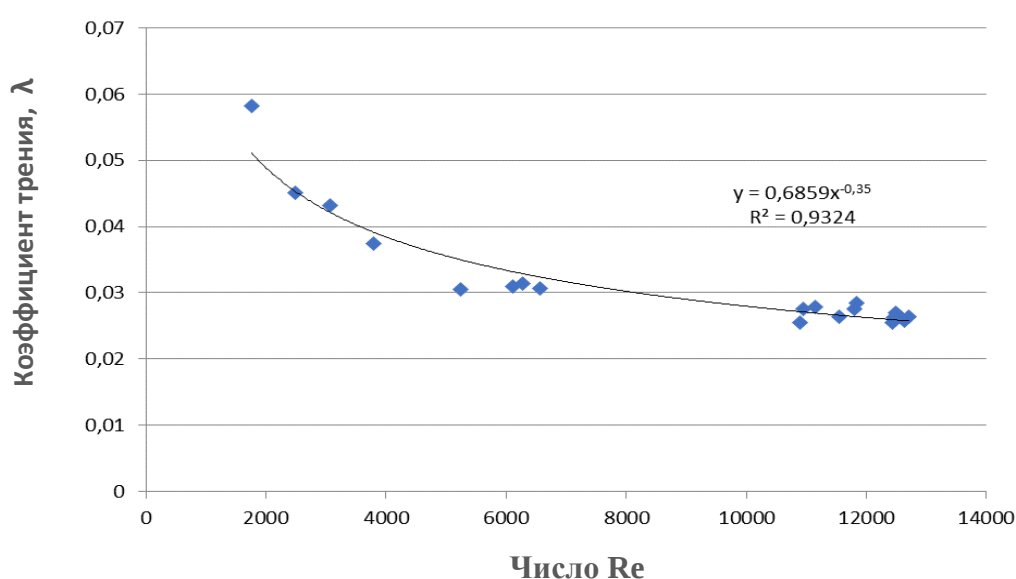


Рис. 6. График зависимости коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдс и шероховатости трубы

Это, в свою очередь, означает, что при выполнении гидравлических расчётов и проектировании водопроводных трубопроводов необходимо учитывать изменение шероховатости в течении нескольких лет (см. рис. 6).

На основании проведённого анализа доказано, что предложенную формулу можно использовать в инженерных расчётах (см. рис. 7).

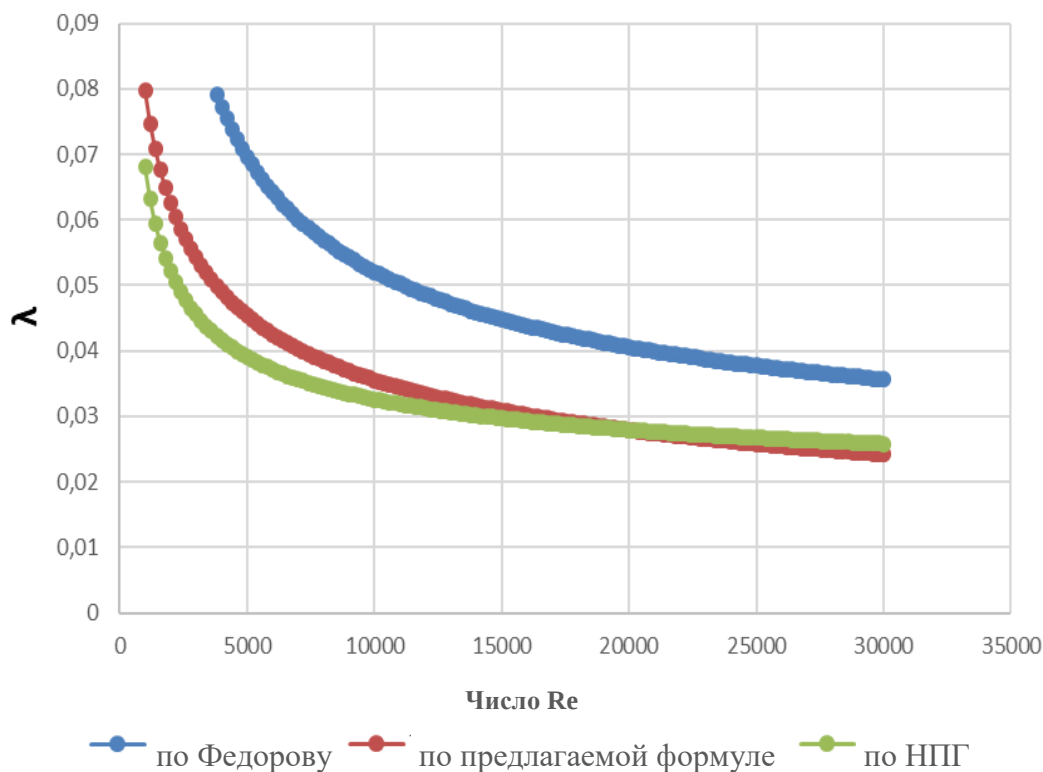


Рис. 7. Сравнительный анализ предлагаемой формулы

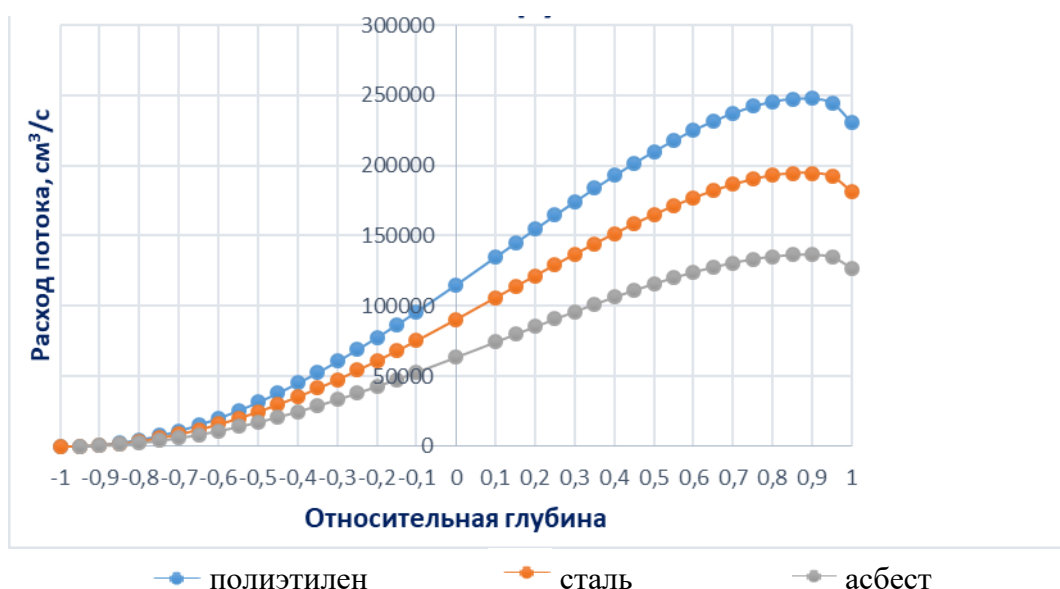


Рис. 8. График зависимости расхода потока Q от относительной глубины a

В результате теоретических исследований разработаны рекомендации по определению гидравлических элементов трубопроводов цилиндрического сечения. Определены гидравлические элементы для различных глубин течения воды в канализационных трубах разного диаметра. В результате проведения математических и статистических анализов была получена зависимость между глубиной потока и диаметром трубы для обоснования гидравлически наиболее подходящего поперечного сечения дренажных труб (см. рис. 8, 9).

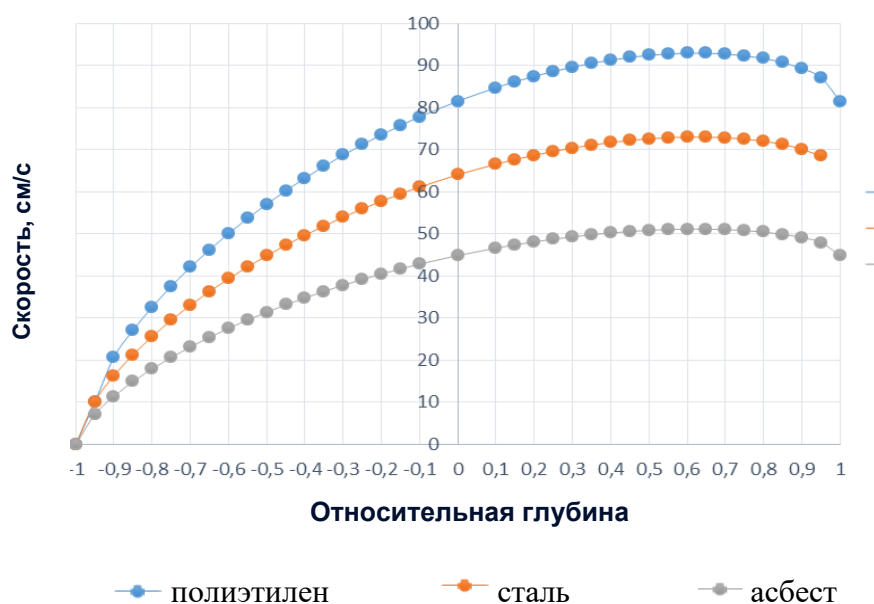


Рис. 9. График зависимости средней скорости потока V от относительной глубины a

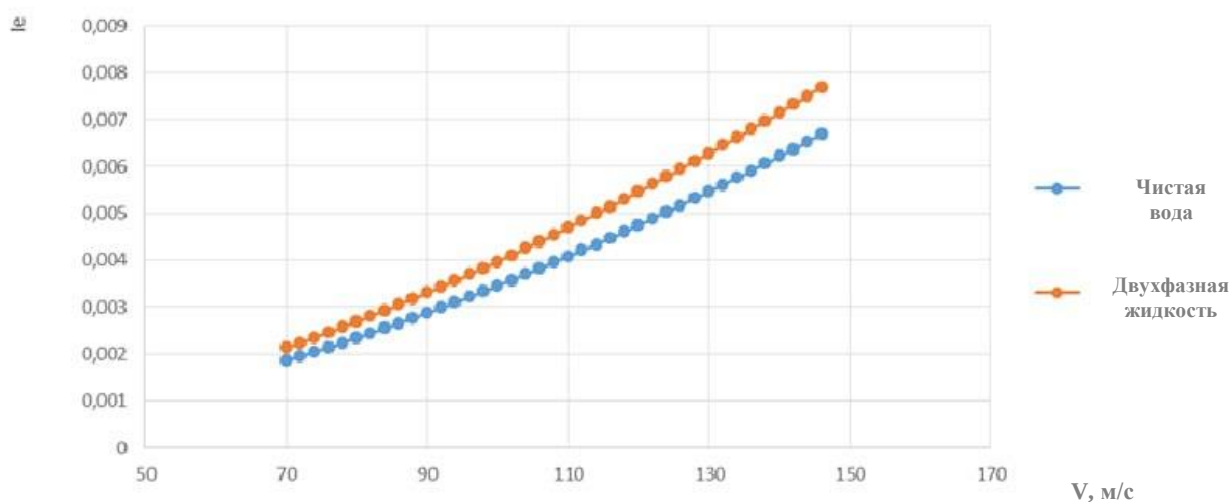


Рис. 10. Изменение гидравлического уклона в зависимости от расхода
 а) для однофазного потока; б) для двухфазного потока

В результате этой зависимости установлено, что наиболее гидравлически выгодное сечение достигается при движении потока воды в дренажных трубах на глубине 82,5% от диаметра. Установлены параметры наиболее гидравлически оптимального сечения канализационных труб для труб диаметрами 300 мм, 400 мм и 600 мм.

На основании вышеперечисленных исследований определено удельное гидравлическое сопротивление для потоков воды и твёрдых частиц (см. рис. 10).

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что предложенная расчётная формула для определения гидравлических элементов потока может быть использована при расчётах инженерных задач.

Четвертая глава диссертации «Рекомендации по практическому использованию результатов исследований» содержит рекомендации по практическому применению рекомендуемых методов расчёта и оценку экономической эффективности работы.

Расчёт канализационных сетей осуществляется по следующим основным этапам:

- определение расхода воды; проведение гидравлического расчёта сети;
- выбор диаметра трубы; определение трассы сети;
- проектирование насосных станций и очистных сооружений.

Для повышения экономической эффективности канализационных сетей важно комплексно применять вышеперечисленные подходы и осуществлять их постоянный мониторинг. Благодаря этому можно оптимизировать работу системы и обеспечить ее долгосрочную стабильность.

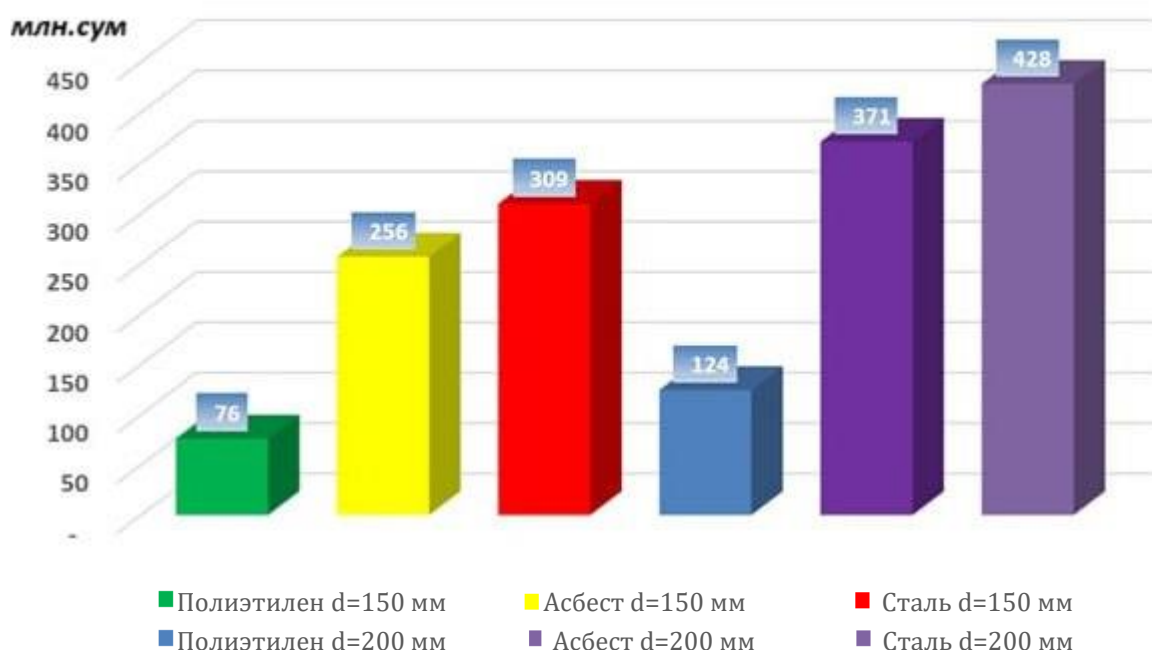


Рис. 11. Расчёт стоимости канализационных труб протяженностью 2720 метров в районе СГМ «Маърифат»

На основании полученных в ходе исследований данных и результатов наблюдений, измерительных работ, проведённых на объекте, установлено, что существующие трубопроводы канализационной системы на территории СГМ «Маърифат» города Чирчик нуждаются в полной реконструкции. Было установлено, что канализационные трубы, используемые в этом районе, устарели и непригодны к эксплуатации. Совместно с проектной организацией «SMART ARCHENG» выполнено проектирование и гидравлические расчёты канализационной сети протяженностью 2720 метров на территории СГМ «Маърифат». При выполнении гидравлических расчётов диаметр трубопровода выбирался с учётом роста населения в ближайшие годы и требований заказчика.

На основании данных рекомендаций предложено использовать в системах канализации полиэтиленовые трубы. В этом случае транспортирующая способность потока значительно увеличивается, а также экономятся последующие средства для выбранной площади за счёт стоимости материала (см. рис. 11).

ВЫВОДЫ

В результате проведённых исследований по **совершенствованию метода расчёта транспортирующей способности двухфазных потоков в трубопроводах** сделаны следующие выводы:

1. На основе аналитического анализа исследований движения двухфазных потоков в цилиндрических трубах обосновано, что при оценке транспортирующей способности потока необходимо учитывать факторы, в том числе режим движения двухфазного потока, концентрацию фаз и их состав.

2. Учитывая, что движение двухфазных потоков в трубах является турбулентным, в программе ANSYS FLUENT с использованием модели **RANS (Reynolds averaged Navier - Stokes)** были определены и визуализированы средняя и переменная компоненты потока. В результате появилась возможность визуализировать параметры двухфазного потока в сложных гидродинамических процессах.

3. По результатам исследований, проведённых в лабораторных и полевых условиях, сточные воды рассматривались как двухфазный поток, определялись состав потока, его физические свойства и фракционный состав. На основании полученных данных рекомендована расчётная формула для определения критической скорости потока.

4. На основе проведённых теоретических и экспериментальных исследований усовершенствован метод определения удельного гидравлического сопротивления в двухфазном потоке с учётом физических особенностей потока для гидравлически благоприятной ситуации.

В результате создана возможность проектирования трубопроводной системы при различных значениях удельного гидравлического сопротивления в однофазных и двухфазных потоках.

5. На основании статистического анализа результатов лабораторных исследований, проведённых по оценке влияния материала трубопровода и режима движения потока на гидравлические параметры потока (коэффициент корреляции $R=0,96$), рекомендовано математическое выражение зависимости коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдс и шероховатости трубопровода.

6. На основе теоретических и экспериментальных исследований с учётом степени заполнения трубы в безнапорных трубопроводах, состава сточных вод и концентрации оценивалась транспортирующая способность потока. В результате был рекомендован метод определения транспортирующей способности, учитывающий материал трубы и концентрацию фаз.

7. На основании проведённых теоретических, лабораторных и полевых исследований разработаны рекомендации по совершенствованию гидравлического расчёта двухфазных потоков в напорных и безнапорных трубопроводах, а результаты рекомендованы для использования в учебном процессе и на предприятиях акционерного общества «Узсувтаъминот».

**THE SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc.15/27.02.2020. T.73.02 AT THE «TASHKENT STATE
TRANSPORT UNIVERSITY»**

CHIRCHIK HIGHER TANK COMMAND ENGINEERING SCHOOL

KHUSANOVA DJAMILYA KURAMBAEVNA

**IMPROVEMENT OF METHODS FOR CALCULATING THE
TRANSPORT CAPACITY OF TWO-PHASE FLOW IN PIPELINES**

05.09.07 - Hydraulics and engineering hydrology

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

Tashkent - 2025

The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical science was registered at the Supreme Attestation Commission at the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under number № B2024.1.PhD/T4535.

The doctoral dissertation has been prepared at the Chirchik Higher Tank Command Engineering School.

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

Scientific advisor:

Arifjanov Aybek Muxamedjanovich
Doctor of technical science, professor

Official opponents:

Bakhodirov Aziz Abdulazizovich
Doctor of technical science, professor

Zhuraev Sherali Sharipovich
Doctor of philosophy of technical sciences,
associate professor

Leading organization:

Tashkent University of Architecture

The defense will take place «__» ____ 2025 at ____ the meeting of the one-time scientific council based on the Scientific council № DSc.15/27.02.2020. T.73.02 at the Tashkent State Transport University (Address: 100167, Tashkent, Temir yulchilar street 1. Tel: (+99871) 299-00-01; fax: (+99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Tashkent State Transport University (is registered under №____) Address: 100167. Tashkent, Temir yulchilar street 1. Tel: (+99871) 299-05-66; fax: (+99871) 293-57-54

Abstract of dissertation sent out on «____» _____ 2025.
(mailing report №__ on «____» _____ 2025.)

A.V. Umarov

Chairman of the Scientific Council for
Awarding Academic Degrees, professor

E.U. Teshabayeva

Scientific Secretary of the Scientific
Council for Awarding Academic Degrees,
professor

N.K. Tursunov

Chairman of the scientific seminar at the
Scientific Council for awarding academic
Degrees, professor

INTRODUCTION (abstract for the dissertation of doctor of philosophy in technical sciences (PhD))

The research aim: The aim of the study is to improve the method for calculating the transport capacity of two - phase flows in pipelines, taking into account the physical properties and movement mode.

The object of the research: The object of the study is hydraulic processes in the sewer pipelines of the Joint Stock Company «Uzsuvtaminoti» LLC «Tashkent suv taminoti» of the Chirchik city wastewater department.

The scientific novelty of the research is as follows:

the mathematical model has been improved taking into account the composition and mode of movement of the two - phase flow in pipes;

the method for calculating the hydraulic parameters of gravity pipelines has been improved, taking into account the concentration of the two - phase flow and the pipe material;

a kinematically developed method of hydraulic calculation takes into account the conditions of silting of sewer networks, the degree of filling of wastewater in gravity pipelines and the amount of suspended matter in wastewater;

The method for calculating the transport capacity of wastewater flows based on the most favorable hydraulic parameters of pipelines has been improved.

Implementation of research results. Based on the results of improving the methodology for calculating the transport capacity of a two - phase flow in pipes:

The method for calculating the kinematic parameters of a two - phase flow in pipelines has been put into practice on pressure pipelines in the territory of the «Marifat» mahalla of the city of Chirchik, Tashkent region (certificate No. 1/21 - 612 of the joint - stock company «Uzsuvtaminoti» dated February 13, 2025). As a result, it was possible to increase the transport capacity of sewer pipes to 15%;

The method for calculating the kinematic parameters of a two - phase flow in pressure pipelines taking into account the fractional composition has been put into practice in the territory of the «Marifat» mahalla of the city of Chirchik in the Tashkent region (certificate No. 1/21 - 612 of the Joint - Stock Company «Uzsuvtaminoti» dated February 13, 2025). As a result, a critical velocity was found that takes into account the change in the composition of wastewater and allows the exact volume of the two - phase flow to be calculated;

The method for calculating hydraulic resistances when moving two - phase flows in pipes has been put into practice in the territory of the «Marifat» mahalla of the city of Chirchik, Tashkent region (certificate No. 1/21 - 612 of the joint - stock company «Uzsuvtaminoti» dated February 13, 2025). As a result, it became possible to save energy by reducing the hydraulic resistance in a two - phase flow to a minimum level.

Volume and structure of the dissertation: The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 114 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. Arifjanov A.M, Xusanova J.D., Two - phase Flow in Pipes Calculation of Transportation Capacity, ISSN:2350-0328. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Vol.11, Issue 10, Oktober 2024. (05.00.00; № 8 Osiyo mamlakatlari nashri).
2. Otakhanov M., Tursunova E., Khoshimov A. Xusanova J. and Bakhromova D. Determination of flow rate and velocity of fluids in a non - pressurized pipeline // E3S Web of Conferences, 452, 02008/ (2023). (www.Scopus.com).
3. Arifjanov A., Jonqobilov U., Jonqobilov S., Khushiev Sh. and Xusanova J., The influence of hydraulic friction on the maximum pressure of water hammer // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 614, DOI: 10.1088/1755-1315/614/1/012092/ (2020). (www.Scopus.com).
4. Xusanova D.K., Ikki fazali oqimlar va ularning ishlab chiqarishdagi o'rni, ACADEMIC RESEARCH IN EDUCATIONAL SCIENCES VOLUME 2 | ISSUE 2 | 2021 ISSN: 2181-1385 Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723 DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00184.
5. Arifjanov A.M, Xusanova D.K. Quvurlarda ikki fazali oqimning harakati, "Agro - Ilm" Agrar - iqtisodiy, ilmiy - ommabop jurnali. 2025 - yil 4 - soni (05.00.00.).
6. Arifjanov A.M, Xusanova D.K. Quvurlarda ikki fazali oqimning tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash, "Agro - Ilm" Agrar - iqtisodiy, ilmiy - ommabop jurnali. 2025 - yil 4 - soni (05.00.00.).

II bo'lim (II часть; II part)

7. Rakhimov Q., Rakhimov A., Khusanova D., Sultonov R. and Ochildiyev F. Fluid movement in pipeline with one inflow // E3S Web of Conferences., 365, 03006/ (2023).
8. Arifjanov A.M., Xusanova D.K., Silindrsimon quvurlarda oqimning tashuvchanlik qobiliyatini hisoblash, CHOTQMBY. «Zirhli qalqon» jurnali 2023 y. May. № 10(24). - 45 - 51 b.
9. Xusanova D.K., Ikki fazali aralashmaning silindrik quvurlar orqali tashuvchanlik qobiliyatini oshirish, CHOTQMBY. «Zirhli qalqon» jurnali 2022 y. May. № 3(13). - 41 - 44 b.
10. Xusanova D.K., Quvurlarda ikki fazali oqimning tashuvchanlik jihatlarini o'rganish, «Pedagogika» ilmiy - nazariy va metodik jurnali 2024 y. Mart. №3. - 34 - 36 b.
11. Xusanova D.K., Ikki fazali bosimli oqimning kritik tezligini aniqlash // «Chet davlatlarda ta'lim olish samaradorligi: yutuq va kamchiliklar tahlili» mavzusida o'tkazilgan xalqaro ilmiy konferensiyasi to'plami. Chirchiq OTQMBY.

2024 y. – 101 - 104 b.

12. Хусанова Д., Анализ факторов, снижающих транспортабельность двухфазного потока в трубах // «Oliy harbiy ta'lim muassasalarida chet tilini o'qitishda zamonaviy yondashuvlar» mavzusidagi xalqaro ilmiy - amaliy konferensiyasi to'plami. Chirchiq OTQMBY. 2024 y. – 89 - 92 b.

13. Хусанова Д.К., Очистка сточных вод // «Globalashuv muhitida yuqori manyovrchan va jangda yashab qoluvchi texnikalar yaratishning nazariy - amaliy masalalari va yechimlari» mavzusidagi xalqaro ilmiy konferensiyasi to'plami. Chirchiq OTQMBY. 2024 y. – 67 - 69 b.

14. Хусанова Д.К., Методы расчета параметров взвесенесущих потоков в напорных трубопроводах. «Zamonaviy harbiy mojarolarda zirhli tank qurol va texnikalarni jangovar salohiyatining rivojlanish tendensiyasi, muammolar va ularning yechimlari» mavzusidagi respublika ilmiy - uslubiy konferensiyasi to'plami. Chirchiq OTQMBY. 2023 y. – 76 - 78 b.

15. Хусанова Д.К., Расчёт двухфазного потока в трубопроводах. «Sirtqi ta'limda o'qitishning innovatsion texnologiyalari: muammo va yechimlar» mavzusidagi respublika ilmiy - amaliy konferensiya to'plami. TIQMMI MTU ning Qarshi irrigatsiya va agrotexnologiyalar instituti, 2022 y. – 77 - 79 b.

16. Хусанова Д.К., Совершенствование методов расчёта транспортирующей способности двухфазного потока в трубопроводах. «Istiqbolli texnika va harbiy ta'limning muammolari» mavzusidagi respublika ilmiy - uslubiy konferensiyasi to'plami. Chirchiq OTQMBY, 2023 y. Fevral – 43 - 47 b.

17. Xusanova D.K., Apakxo'jayeva T.U., Xoshimov S.N., Parpiyev S.F., Jetpisbayeva Sh.J. Kanalizatsiya quvurlarning gidravlik eng qulay elementlarini aniqlash. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligidan berilgan guvohnoma DGU 41891. 13.08.2024 y.

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

Bosmaxona litsenziyasi:

Bichimi: 84x60 1/16. «Times New Roman» garнитураси.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog'i: . Adadi 100 dona. Buyurtma №

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

