

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 15/27.02.2020.Т.73.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

БАБАЕВ АСҚАР РЎЗИБАДАЛОВИЧ

**ГИДРОТРАНСПОРТ ЖАРАЁНИДА ОҚИМ ПАРАМЕТРЛАРИНИ
ҲИСОБЛАШ УСУЛИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.09.07–Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент–2020

УДК: 627.160:622.648.23 (043.3)

**Техника фанлари бўйича фалсафа докторлик (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

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

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

Бабаев Асқар Рўзибадалович

Гидротранспорт жараёнида оқим параметрларини ҳисоблаш усулини такомил-
лаштириш 3

Бабаев Асқар Рузибадалович

Совершенствование методов расчета параметров потока при гидротранспорте 19

Babayev Askar Ruzibadalovich

Improving methods for calculating flow parameters in hydraulic transport 35

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 39

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 15/27.02.2020.Т.73.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

БАБАЕВ АСҚАР РЎЗИБАДАЛОВИЧ

**ГИДРОТРАНСПОРТ ЖАРАЁНИДА ОҚИМ ПАРАМЕТРЛАРИНИ
ҲИСОБЛАШ УСУЛИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.09.07–Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент–2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T833 рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент темир йўл муҳандислари институти ҳамда Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий Кенгаш веб-саҳифасида (www.tashiit.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: **Арифжанов Айбек Мухамеджанович**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Хужаев Исматилло Қушаевич**
техника фанлари доктори, профессор

Баҳодиров Азизбек Абдулазизович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: **Тошкент архитектура - қурилиш институти**

Диссертация химояси Тошкент темир йўл муҳандислари институти ҳузуридаги DSc.15/27.02.2020.T.73.02 рақамли илмий кенгашнинг 2020 йил _____ соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100167, Тошкент, Одилхўжаев кўчаси 1-уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент темир йўл муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100167, Тошкент, Одилхўжаев кўчаси 1-уй. Тел.: (99871)299-05-66)

Диссертация автореферати 2020 йил « ____ » _____ кун тарқатилди.
(2020 йил « ____ » _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

А.В. Умаров
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Э. У.Тешабаева
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Ш.С. Файзибаев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда қурилиш соҳасида, тоғ-кон саноатида, сув хўжалигида, кимёда лойқали оқимларни узатиш учун напорли қувурлар ишлатилади. Бу жараенни самарали амалга оширишда лойқали оқимларнинг таркибига, қовушқоқлигига, системадаги фазалар физик-кимё-механик хоссаларига боғлиқ равишда ҳисоблаш усулларини яратиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Бу борада, жумладан Германия, Россия, АҚШ, Хитой, Япония ва бошқа ривожланган мамлакатларда напорли қувурларда лойқали оқимлар гидротранспорти масалаларига алоҳида эътибор қаратилган.

Жаҳонда қурилишда, тоғ-кон саноатида, сув хўжалигида лойқали оқимларни напорли қувурларда гидротранспорти таъминлашда энергия тежовчи усулларни ишлаб чиқишга, оқимларни гидротранспорти жараёнида лойқалик концентрациясини, механик таркибини ва донадорлигини эътиборга олиб лойқали оқимларни қувурли тизимлар орқали ташиш усулларини такомиллаштириш борасида йўналтирилган янги усуллар ва технологиялар ишлаб чиқиш йўналишида илмий тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда.

Ҳозирги кунда Республикамизда сув хавзаларини, гидротехник иншоотларни напорли қувурлар ёрдамида лойқаликдан тозалаш, қурилишда лойқали оқимларни баландликка чиқариш, кимё саноатида қовушқоқ системаларни тизимли ҳаракатини бошқариш борасида назарий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...иқтисодиётнинг турли соҳаларида меҳнат самарадорлигини ошириш, янги энергия манбаларини кенгайтириш, ишлаб чиқаришда энерготежамкор технологияларни кўпайтириш, иқтисодиётда ресурслар ва энергия сарфини камайтириш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, напорли қувурлар тизими орқали лойқалий оқимларни узатишда самарали технологияларни ва янги усулларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасининг ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 27 ноябрдаги ПҚ-3405-сон «2018-2019 йилларда ирригация тизимлари ва суғориш ерларининг мелиоратив ҳолатини яхшилаш давлат дастури тўғрисида»ги, 2017 йил 25 сентябрдаги ПҚ-3286-сон «Сув объектларини муҳофаза қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора – тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сон «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий –ҳуқуқий ҳужжатларда

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ 4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожлантиришининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳит муҳофазаси» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Напорли қувурларда лойқали оқим ҳаракатини (икки фазали оқимлар) математик моделини яратиш бўйича Х.А.Рахматулин, Ф.И.Франкль, Г.И.Баренблатт, В.М.Маккавеев, М.А.Великанов, А.В.Караушев, И.И.Леви, Х.Рауз, Ю.А.Буевич, А.Н.Крайко, Д.Ф.Файзуллаев, К.Ш.Латипов, А.И.Умаров, С.И.Криль, А.А.Шакиров, А.М.Арифжанов, И.Хужаев, С.Худайкулов, И.Э.Махмудов, Х.Илхомов, С.Соу, Г.Уоилис, А.Фортъе ва бошқа олимлар томонидан илмий тадқиқот ишлари олиб борилган.

Улар томонидан қурилишда, тоғ-кон саноатида, сув хўжалигида лойқали оқимларни напорли қувурларда гидротранспорти, оқимларни гидротранспорти жараёнида лойқалик концентрациясини, механик таркибини эътиборга олиб лойқали оқимларни қувурли тизимлар орқали ташиш усуллари яратилган.

Шу билан бирга ҳозирги кунда напорли қувурларда лойқали оқимларни таркибий қисмини инобатга олиб тоғ-кон саноатида, қурилишда, сув таъминотида узатиш технологияларини такомиллаштириш, хусусан напорли қувурларда лойқалик миқдорининг таркибий қисми ва лойқалик концентрациясининг ўзгарувчанлигини инобатга олиб оқимнинг параметрларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш борасида илмий тадқиқот ишлари олиб бориш зарурати мавжуд.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий - тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент темир йўл муҳандислари институти ва Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтлари илмий-тадқиқот ишлари режасининг АЛ 1.11-сон «Ирригация тизимлари, гидротехник иншоотлар ва сув омборлардан самарали фойдаланишнинг гидравлик ва гидрологик асосларини ишлаб чиқиш» (2016-2020 йй.), БВ-Атех -2018-509-сон «Оқова сув тизимларининг меъёрий базасини такомиллаштиришнинг назарий тамойиллари» (2018-2019 йй.) ва МВ-Атех-2018-145-сон «Ўзгарувчан режимдаги суғориш каналларидан фойдаланиш самарадорлиги ва эксплуатацион ишончилигини ошириш технологияларини ишлаб чиқиш» (2018-2020 йй.) амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади напорли қувурларда лойқали оқимларнинг кинематик ва динамик параметрларини ҳисоблаш усулини лойқали оқимларнинг механик таркиби ва миқдорини ўзгарувчанлигини инобатга олиб такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

лойқали оқимларнинг напорли қувурларда ҳаракатини кинематик параметрларини лойқа оқим таркибий қисмини инобатга олиб тадқиқ этиш;

напорли қувурларда лойқали оқимлар ҳаракатининг математик моделини лойқа заррачаларининг фракцион таркибини инобатга олиб ишлаб чиқиш;

лойқа оқимларни напорли қувурлардаги ҳаракатини ишлаб чиқаришда ва лаборатория тадқиқотлари асосида ташувчанлик қобилятини баҳолаш;

напорли қувурларда лойқалик микдорининг таъсирида юзага келадиган гидравлик қаршиликларни баҳолаш асосида оқимнинг энергетик параметрларини ҳисоблаш усулини такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Олмалиқ Кон-Металлургия комбинатига қарашли корхоналарининг напорли қувурлари, Фарғона вилояти, Риштон насос станциялари бошқармасига қарашли «Сариқўрғон насос станцияси»нинг напорли қувурларидаги гидравлик жараёнлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети напорли қувурлардаги лойқали оқимнинг кинематик параметрларининг шаклланиши ва гидравлик жараёнлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида экспериментал, далакузатув усуллари, ҳамда гидравликада умум қабул қилинган усуллар, гидромеханика қонунлари асосида математик моделлар тузиш ҳамда тажриба маълумотларини қайта ишлашда математик статистика усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

напорли қувурларда лойқали оқимнинг ҳаракат модели лойқали оқимнинг таркибий қисмини инобатга олиб ишлаб чиқилган;

напорли қувурларда лойқали оқимнинг кинематик параметрларини ҳисоблаш методи, лойқалик микдорини ва фракцион таркибини инобатга олиб такомиллаштирилган;

лойқали оқимнинг напорли қувурларда ҳаракати модели асосида оқимнинг ташувчанлик қобилятини ҳисоблаш услуби такомиллаштирилган;

напорли қувурларнинг энергетик параметрларини ҳисоблаш усули лойқали оқимларнинг гидравлик қаршиликларини инобатга олган ҳолда такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

напорли қувурларда лойқали оқимнинг фракцион таркибини ҳисобга олиб кинематик параметрларини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган;

лойқали оқимнинг напорли қувурларда ҳаракати модели асосида оқимнинг ташувчанлик қобилятини ҳисоблаш усули такомиллаштирилган;

гидротранспорт жараёнининг энг қулай ҳолатини таъминловчи оқимнинг энергия тежамкор параметрлари аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синалган математик улублардан фойдаланганлиги, назарий ишланмаларнинг механика қонунларига мослиги билан, ҳисоблаб топилган қийматларни солиштирганда, экспериментал услубда топилган қийматларга

яқинлиги билан, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилиши билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти лойқали оқимларни цилиндрик қувурларда ҳаракатини ифодаловчи моделининг, лойқали оқимнинг ҳажмий концентрациясини, заррачаларнинг фракцион таркибини ва бошқа параметрларни ҳисобга олиб энергия тежамкор технология яратишнинг илмий асоси ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти олинган натижалардан лойиҳалаш амалиётида, гидротранспорт тизимларини ўтказувчанлигини баҳолашда, уларнинг иқтисодий самарадорлигини ошириши билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Гидротранспорт жараёнида оқим параметрларини ҳисоблаш усулини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

напорли қувурларда лойқали оқимнинг кинематик параметрларини ҳисоблаш методи Олмалиқ КМК 2-мис бойитиш фабрикасининг напорли қувурларида амалиётга жорий этилган (Олмалиқ кон-металлургия комбинати АЖнинг 2019 йил 18 ноябрдаги АА-08344-сон маълумотномаси). Натижада напорли қувурларда қаттиқ заррачаларни ўтказиш жараёнида иш унумдорлигини 25% гача ошириш имконини берган;

напорли қувурларда лойқали оқимнинг фракцион таркибини инobatга олиб кинематик параметрларини ҳисоблаш методи Олмалиқ КМК 2-мис бойитиш фабрикасида амалиётга жорий этилган (Олмалиқ кон-металлургия комбинати АЖнинг 2019 йил 18 ноябрдаги АА-08344-сон маълумотномаси). Натижада лойқали оқимнинг фракцион таркибининг ўзгаришини инobatга олувчи критик тезлик топилган ва лойқалик оқимнинг аниқ миқдорини ҳисоблаш имконини берган;

напорли қувурларда лойқали оқимларнинг гидравлик қаршиликларга таъсирини энергетик параметрларини ҳисоблаш усули Олмалиқ КМК 2-мис бойитиш фабрикасида амалиётга жорий этилган (Олмалиқ кон-металлургия комбинати АЖнинг 2019 йил 18 ноябрдаги АА-08344-сон маълумотномаси). Натижада лойқали оқимнинг гидравлик қаршиликларни минимум даражага етказиш орқали 20% гача энергия тежаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари халқаро, республика ва институт миқёсидаги анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, жумладан 3 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола жумладан 3 таси хорижий журналда, 1 та монография чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар ва иловалардан таркиб топган. Диссертациянинг ҳажми 110 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предметлари шакллантирилиб, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожланишнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамиятлари, тадқиқот натижаларини жорий қилинганлиги, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Напорли қувурларда лойқали оқим ҳаракатининг назарий асослари ва ҳисоблаш методлари»** деб номланган биринчи бобида лойқали оқимларнинг гидротранспортига доир назарий ва амалий тадқиқотларнинг аналитик таҳлили келтирилган.

Гидротранспорт жараёнида оқимнинг динамик ва кинематик параметрларини аниқлашда лойқали оқимнинг физик-механик хусусиятлари бўйича икки ёки кўп фазали оқимлар сифатида қаралган назарий изланишларда, жумладан 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.Буевич, А.Н.Крайко, Д.Ф.Файзуллаев, К.Ш.Латипов, А.И.Умаров, С.И.Криль, А.А.Шакиров, А.М.Арифжанов, И.Хужаев, С.Худайкулов, И.Э.Махмудов, Х.Илхомов, С.Соу, Г.Уоилис, А.Фортъе ва бошқаларнинг тадқиқотларида жараённинг математик моделлари келтирилган. Бу йўналишдаги изланишлар таҳлилидан шуни хулоса қилиш мумкинки, лойқали оқимларнинг гидротранспортида суюқлик ва қаттиқ заррачаларнинг биргаликдаги ҳаракатидан иборат икки фазали оқим деб қараш масалани моҳиятини ифодалашда ижобий натижаларга эришилган.

Лойқали оқимларнинг амалий ва экспериментал тадқиқотлари бўйича олиб борилган изланишлар, жумладан М.А.Дементьев, М.В.Печенкин, В.М.Карасик, С.И.Криль, П.Дюранд, И.И.Булдаков, К.Ш.Латипов, Х.А.Исмагилов, А.Шокиров, О.Я.Гловацкий, А.М.Арифжанов, М.Мамажанов, Х.Илхамов В.Каненков, К.Рахимов, Л.Самиев ва бошқаларнинг тадқиқотлари таҳлилидан лойқали оқимнинг гидравлик параметрларини ҳисоблаш усулларини такомиллаштиришда оқимнинг ташувчанлик қобилиятини баҳолаш билан боғлиқлиги хулоса қилинган. Лойқали оқимларнинг цилиндрик қувурлардаги ҳаракатини ифодалашда гравитация кучлари таъсирида қувурнинг кесими бўйича ҳосил бўладиган лойқа концентрациясининг тақсимланишини ҳисобга олиниши баён этилган.

Напорли қувурлар орқали лойқали оқимнинг гидротранспорти масаласида напор йўқолишлари ва оқимнинг критик тезлиги асосий

гидравлик параметрлардан ҳисобланади. Ҳозирги кунда ишлаб чиқаришда, хусусан тоғ-кон саноатида, қурилишда, сув хўжалигида фойдаланилаётган гидротранспорт тизимларининг юқори энергия талаб қилиниши паст самарадорликда ишлашининг асосий омилларидан ҳисобланади. Бу жараённинг моҳиятини ифодалашда лойқали оқимларнинг хусусиятлари, биринчи навбатда, қаттиқ заррачаларнинг гранулометриқ таркиби ва уларнинг хажмий концентрацияси билан белгиланади. Суюқлик ва қаттиқ заррачаларнинг биргаликдаги ҳаракати давомидаги ўзаро таъсири ўзига хос напор йўқотилишини ва оқимнинг ташувчанлик қобилиятини белгиланиши баён этилган.

Лойқали оқимда қаттиқ заррачаларнинг гранулометриқ таркиби ҳамда уларнинг концентрацияси оқим ўртача тезлигига ва натижада напорли тизимнинг гидравлик ва энергетик параметрларининг ўзгаришига таъсир қилади. Олиб борилган аналитик таҳлиллар асосида диссертация ишининг мақсад ва вазифалари белгиланган.

Диссертациянинг «**Напорли қувурларда лойқали оқимлар ҳаракатининг тадқиқотлари**» деб номланган иккинчи бобида лойқали оқимнинг напорли қувурлардаги ҳаракатини ифодаловчи асосий гидравлик параметрларни аниқлаш учун тавсия этилган ҳаракат модели ва унинг натижалари келтирилган.

Қувурларда лойқали оқим ҳаракат тенгламаларини келтириб чиқаришда бу йўналишдаги К.Ш.Латипов, А.И.Умаров, А.М.Арифжанов, И.К.Хужаев, С.И.Криль ва бошқаларнинг математик моделлари асосида лойқали оқимнинг цилиндрик қувурдаги барқарор ҳаракати икки фазали оқим сифатида қаралган. Гидродинамиканинг асосий тенгламаларидан ҳаракат миқдори ўзгариши ҳақидаги теоремадан фойдаланиб цилиндрик қувурда барқарор ҳаракатланаётган икки фазали (суюқлик + қаттиқ заррачалар) оқимнинг суюқлик оқими ва қаттиқ заррачалар оқимлари учун алоҳида - алоҳида тенгламалар тузилган.

Натижада напорли қувурнинг ΔL узунлигида босим ўзгаришини гидравлика қонунлари бўйича ҳар бир фазанинг тезликларига боғлиқ равишда қуйидагича ифодаланган:

$$\Delta P = \rho_1(1 - C_0) \frac{g_1^2}{2D} + \rho_2 C_0 \frac{g_2^2}{2} + \lambda \frac{g_1^2}{2D} \rho_1(1 - C_0) \Delta L + \lambda \frac{g_2^2}{2D} \rho_2 C_0 \Delta L + \frac{3}{4d} C_0 \rho_1 (g_1 - g_2)^2 \Delta L \quad (1)$$

Бу ерда:

ρ_1 - суюқлик зичлиги; C_0 - қаттиқ заррачалар концентрацияси;
 ρ_2 - қаттиқ заррачалар зичлиги; λ - гидравлик ишқаланиш коэффициенти;
 g_1 - суюқлик оқими тезлиги; g_2 - қаттиқ заррачаларнинг тезлиги;
 ΔL - қаралаётган кесимлар орасидаги масофа; ΔP - кесимлар орасидаги босимлар фарқи; D - қувурнинг диаметри.

Келтирилган ифоданинг ўзига хос томони шундан иборатки, босимлар ўзгаришининг миқдори суюқлик оқими ва қаттиқ заррачалар оқими

тезликларининг фарқи гидравлик қаршилик миқдорини ўзгаришига олиб келади. Демак тезликлар фарқи қанча катта бўлса напор йўқолиши юқори бўлиши мумкинлигини ифодалайди. Критик ҳолат қаттиқ зарралар ташувчи суюқликнинг ўзи билан бир хил тезликда ҳаракатланиши ва фазалараро силжиш тезлигини минимум миқдори ҳолатида содир бўлади.

Юқоридаги ифодалардан фойдаланиб суюқлик сарфи Q_1 ва қаттиқ заррача сарфи Q_2 мос равишда қуйидагича аниқланган:

$$Q_1 = \omega_1 \cdot g_1; \quad Q_2 = \omega_2 \cdot g_2 \quad (2)$$

бу ерда ω_1, ω_2 – мос равишда суюқлик ва қаттиқ оқимлар юзалари, $\omega_1 = \omega(1 - C_0)$ суюқлик оқимининг юзаси; $\omega_2 = \omega C_0$ - қаттиқ заррачалар юзаси.

$$g = g_2 C_0 + g_1 (1 - C_0) \quad g = g_1 + g_{12} C_0 \quad (3)$$

бу ерда g_{12} - силжиш тезлиги.

Лойқали оқимларни цилиндрик қувурларда ҳаракатининг ўзига хослиги ҳаракатнинг критик режими деб номланган ва қаттиқ заррачаларни қувурлардаги ҳаракати давомида гидравлик қаршиликнинг минимум ҳолати сифатида қаралган. Лойқали оқимларда гидравлик қаршиликнинг ўзгариши ишқаланиш ва босим кучлари муносабати асосида қаралган.

Критик режимга мос келадиган лойқали оқимнинг критик тезлиги $v_{кр}$ кўп омилларга, шу жумладан, қаттиқ заррачаларнинг ҳажмий концентрациясига, гранулометриқ таркибига ҳамда физик - механик тавсифларига, қувур диаметрига боғлиқлиги оқимларнинг тадқиқотларида маълум даражада ўз аксини топган.

Олиб борилган тадқиқотларда критик тезликнинг заррачаларнинг ўртача диаметрига боғлиқлигини ўрганиш шуни кўрсатадики, қаттиқ зарра донадорлиги тезлик қийматини заррача катталигининг маълум чегаравий қийматига таъсир қилади. Критик тезлик миқдорини баҳолашда қаттиқ заррачалар гранулометриқ таркибига алоҳида инобатга олиш лозимлиги қайд этилган.

Юқорида баён этилганларга таяниб, қаралаётган оқим учун ишқаланиш ва босим кучларининг мувозанатидан келиб чиқиб критик тезлик учун қуйидаги ҳисоблаш формулалари таклиф этилган:

бир хил диаметри қаттиқ заррачали лойқалик оқим учун критик тезлик:

$$g_{кр} = \sqrt[3]{\frac{D}{\mu_n \lambda_n}} \sqrt[3]{d_i^2} \quad (4)$$

турли хил диаметри қаттиқ заррачали лойқали оқим учун критик тезликни қуйидагича топишни таклиф берамиз:

$$g_{кр} = \beta \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{\mu_n \lambda_n}} \sqrt[3]{d_i^2} \quad (5)$$

бунда λ_n - лойқали оқимнинг гидравлик ишқаланиш коэффиценти; β - қаттиқ заррачаларнинг ҳар хил ўлчамларини инобатга олувчи

коэффициент; d_i - қаттиқ заррача диаметри; D - қуворнинг диаметри; μ_a - лойқали оқим динамик коэффициенти.

Қаттиқ заррачаларнинг ҳар хил ўлчамларини инобатга олувчи коэффициент қуйидагича аниқланган:

$$\beta = f\left(\frac{d_{10}}{d_{90}}\right)$$

бу ерда: d_{10} ва d_{90} - мос равишда қаттиқ заррачанинг фоиздаги миқдори, d_{10} ва d_{90} - қаттиқ заррачанинг гранулометриқ таркиби асосида аниқланади.

Шундай қилиб напорли қуворларда лойқалик оқим ҳаракати назариясининг маълум имкониятлардан фойдаланиб, таклиф этилаётган критик тезлик орқали қаттиқ заррачалар гидротранспортида гидравлик параметрларининг ҳисобий боғлиқликлари таклиф этилган.

Диссертациянинг «**Напорли қуворларда лойқали оқимлар ҳаракатининг ишлаб чиқаришда ва лаборатория тадқиқотлари**» деб номланган учинчи бобда напорли қуворларда лойқалик оқимнинг асосий гидравлик параметрларини аниқлаш учун олиб борилган ишлаб чиқариш шароитидаги ва лаборатория тадқиқотлари натижалари келтирилган.

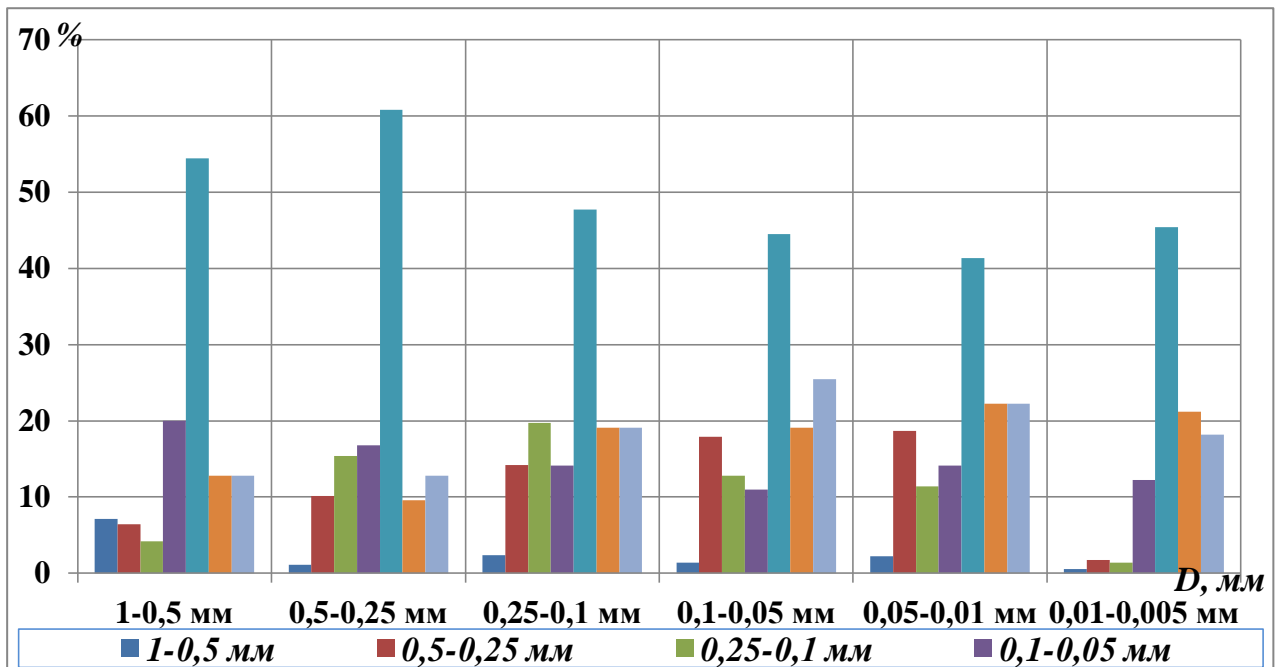
Тадқиқотлар ишлаб чиқариш объектлари Олмалик тоғ-кон металлургия комбинатининг напорли қуворларида ва Фарғона вилоятига қарашли Сарикўрғон насос станциясининг напорли қуворлар тизимида олиб борилган.

Олиб борилган тадқиқотларда напорли қуворларда лойқали оқимнинг турли хил концентрацияларида изланишлар олиб борилган. Юқори концентрацияли лойқали оқимлар сифатида Олмалик тоғ-кон металлургия комбинатининг напорли қуворларидаги гидравлик жараёнлар ўрганилган. Оқимдаги концентрация миқдори $C_0=0,4-0,6$ ни ташкил этган.

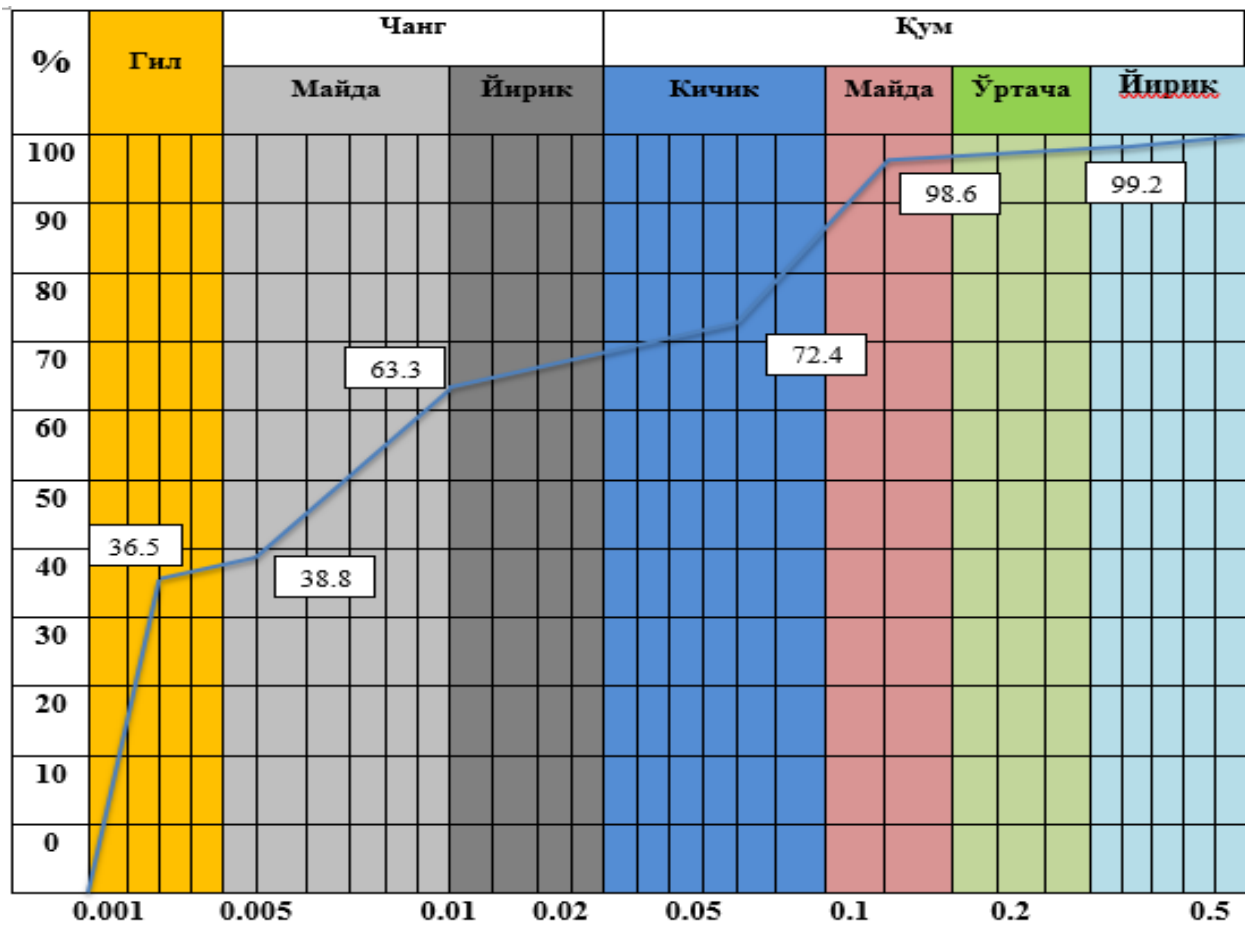
Сарикўрғон насос станциясининг напорли қуворларидаги концентрация миқдори нисбатан кам миқдорда $C_0=0.01-0.09$ ораликда бўлган.

Олиб борилган тадқиқотларда оқимнинг гидравлик параметрлари билан бир қаторда лойқалик таркибидаги қаттиқ заррачаларнинг фракцион таркиби ҳам тадқиқ этилган (1-расм). Ишлаб чиқариш шароитида олиб борилган тадқиқотларда лойқалик оқимнинг ташувчанлик қобилиятига қаттиқ заррачаларнинг фракцион таркибининг таъсири ҳам ўрганилган (2-расм). Олинган натижалар асосида оқимнинг критик ҳолати баҳоланган. Критик тезликни аниқлашдаги асосий параметрлардан бири β - қаттиқ заррачаларнинг ҳар хил ўлчамларини инобатга олувчи коэффициент учун аналитик ифода берилган.

Лаборатория тадқиқотлари Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти “Гидравлика ва гидроинформатика” кафедрасининг илмий лабораториясида махсус қурилмада (3-расм) ўтказилган. Лаборатория шароитида напорли қувор учун қурилма ясаиб, турли хил концентрация миқдорларини ўзгартириб суюқлик билан бирга қаттиқ заррачалар ҳаракати кузатилган (3-расм).

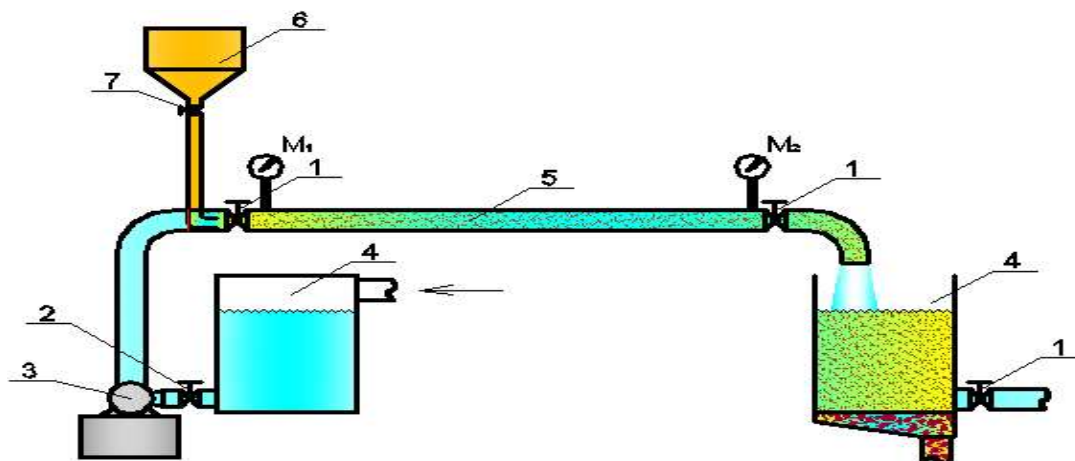


1-расм. Лойқали оқимлар фракцион таркибининг гистограммаси



2-расм. Чўқиндилар фракцион таркибининг умумлашган графиги

Лаборатория тадқиқотларида напорли қувурдаги гидравлик жараёнлар лойқалик миқдорининг ҳар хил концентрацияларида оқим сарфи, напор йўқолишлари ва лойқали оқимнинг ташувчанлик қобилияти аниқланган.



1,2,7-Вентильлар; 3-насос агрегати 4-сув резервуари; 5-напорли қувур;
6-лойқа узатувчи мослама.

3- расм. Лаборатория қурилмасининг схемаси

Тажрибада олинган маълумотларнинг математик статистика услублари асосида таҳлил этилиб, натижалари бўйича напорли қувурларда лойқали оқим учун гидравлик ишқаланиш коэффициентини ҳаракат режимига боғлиқлиги тадқиқ этилган (корреляция коэффициенти $r^2 = 0.83$ ни ташкил этди). Натижада гидравлик ишқаланиш коэффициентини аниқлаш учун қуйидаги ифода олинган:

$$\lambda_n = \frac{0,14}{\text{Re}^{0,2}} \quad (6)$$

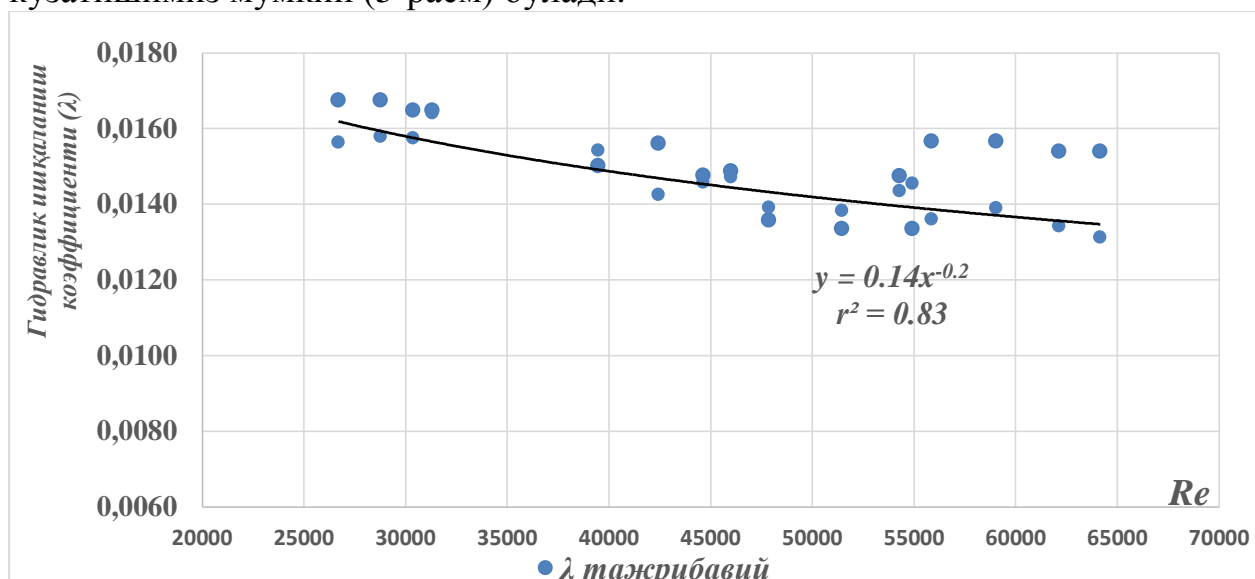
Напорли қувурларда қаттиқ заррачали оқим ҳаракати назариясининг маълум имкониятлардан фойдаланиб, таклиф этилаётган напорли тизимларда лойқали оқимнинг гидротранспорти учун гидравлик параметрларининг ҳисобий боғлиқликлари таклиф этилган.

Лойқали оқимни гидротранспортида оқим параметрларининг гидравлик ҳисоби қуйидагича амалга оширилади: қаттиқ заррачаларнинг гранулометриқ таркиби аниқланади, қувурнинг узунлиги L , қаттиқ заррачанинг зичлиги, сувнинг зичлиги, қаттиқ заррачанинг концентрацияси C асосида қаттиқ заррачанинг сарфи Q , оқимнинг ташувчанлик қобилияти аниқланади. Гидротранспорт вақтида берилган қаттиқ заррачанинг сарфини ўткази оладиган сувнинг сарфини аниқлашда гидротранспортнинг критик режимида лойқали оқим ҳажмий сарфини ўтказишни таъминлай оладиган қувурдаги критик тезлиги аниқланган.

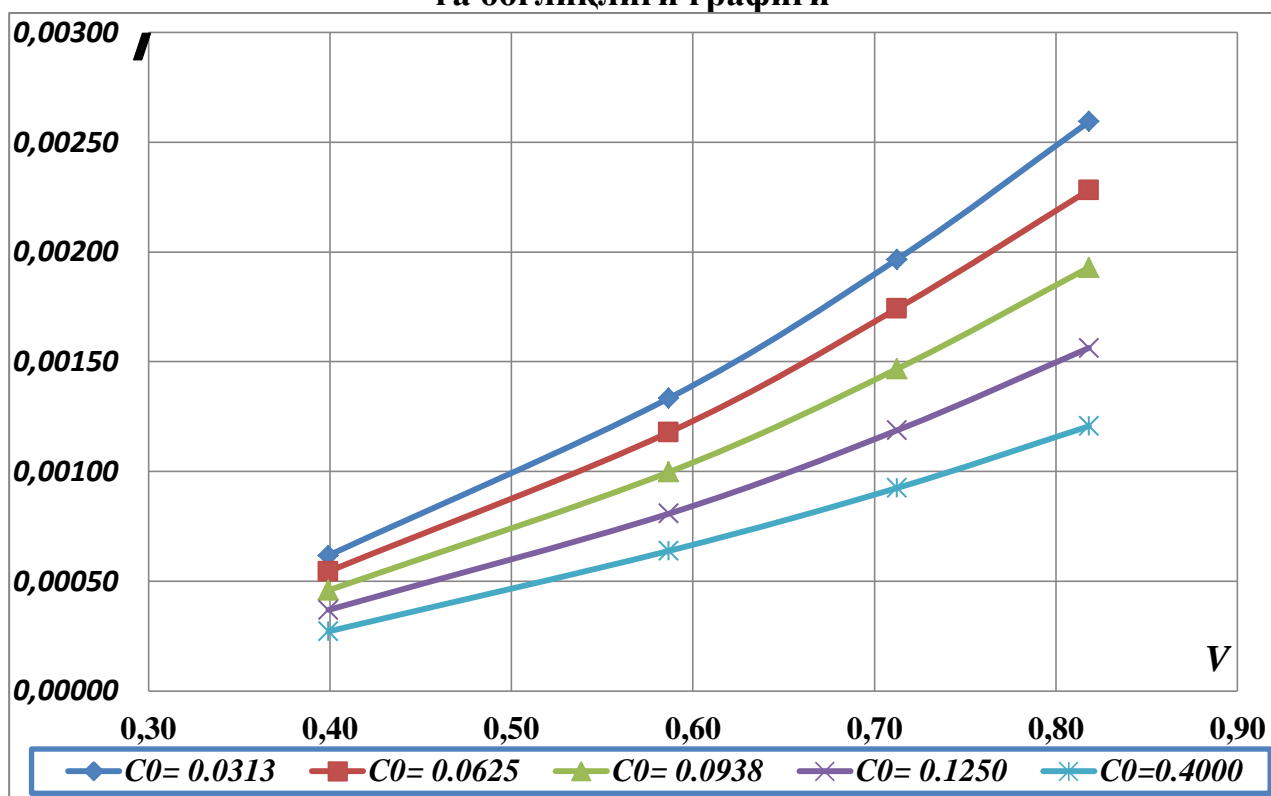
Напорли қувурдаги солиштирма напор йўқолишини аниқлаб лойқали оқим берилган сарфини гидротранспорти учун зарур бўлган солиштирма гидравлик қаршилиги қуйидагича аниқланган:

$$I = \frac{\lambda_x}{D} \cdot \frac{Q^2}{\omega^2 \cdot 2g} \quad (7)$$

Ушбу тенглама асосида лойқали оқимнинг тезлиги ўзгариши билан солиштирма гидравлик қаршиликнинг ҳар хил концентрацияда ўзгаришини кузатишимиз мумкин (5-расм) булади.



4-расм. Гидравлик ишқаланиш коэффициентининг Рейнольдс сонига боғлиқлиги графиги



5-расм. Лойқали оқимларда солиштирма гидравлик қаршиликлар графиги

Юқоридаги графикдан кўринадикки лойқалик оқимнинг концентрациясини миқдорининг ошиши натижасида солиштирма гидравлик қаршиликнинг ўзгаришлари кузатилган.

Лойқали оқим қуввати: $N_l = \gamma_l * H_l * Q_l$ (11)

Солиштирма энергия: $E = \frac{N_l}{Q_{кз}}$ (12)

Ушбу бобда таклиф этилаётган напорли қувурларнинг гидротранспорти учун олинган иқтисодий самарадорлик ҳам келтирилган.

Ҳисобланган вақт оралиғида лойқали оқим параметрлари ва концентрацияси билан таъминланган гидротранспорт жараёнида энергия истеъмоли ўртача 17 фоизга камаяди. Бундан ташқари, тоғ-кон саноатидаги напорли қувурларда олиб борилган тадқиқотлар асосида қувурнинг гидравлик қулай диаметри аниқланган. Натижада металл сарфи 19 %га камайиши мумкинлиги асосланган.

Шундай қилиб, гидротранспорт тизимининг иқтисодий самарадорлиги ушбу жараённинг ўзига хос энергия сарфини ва қувурлар тизимида металл сарфини камайиши билан белгиланади.

Концентрацияси турли хил бўлган напорли қувурларда лойқали оқимни гидротранспортини амалга оширишда лойқали оқим ҳаракатида қаршиликларни минимумга эришиш (6-расм) ҳисобига иқтисодий самарадорликка, яъни энергия миқдорини тежашга эришилган. Ҳисоблар натижаларига кўра кутилаётган иқтисодий самарадорлик 75 млн сўмни ташкил этган.

ХУЛОСА

1. Цилиндрик қувурларда лойқали оқим ҳаракатига доир ишларнинг аналитик таҳлили асосида оқимдаги лойқалик концентрациясини ва лойқа заррачаларининг таркибий қисмини инобатга олувчи ҳаракат модели тавсия этилди.

2. Лойқали оқимларнинг гидротранспорти жараёнида гидравлик жиҳатдан қулай ҳолат учун оқим параметрларини ҳисоблаш усуллари оқим концентрациясининг ўзгарувчанлигини инобатга олиб ишлаб чиқилди.

3. Лаборатория шароитида ва ишлаб чиқаришда ўтказилган тадқиқотларда лойқали оқимнинг сарфи ва қувватига лойқа заррачаларининг механик таркиби ва лойқалик концентрациясининг ўзгарувчанлигини таъсири цилиндрлик қувурларда солиштирма напор йўқолишини суяқлик ва қаттиқ оқим учун аниқлаш тавсия этилди.

4. Лойқали оқимларда қаттиқ оқим концентрациясининг ўзгарувчанлигини инобатга олиб гидравлик ишқаланиш коэффициентини оқим ҳаракат режимига боғлиқлиги асосланди. Лабораторияда олинган маълумотларнинг статистик таҳлили асосида (корреляция коэффициенти $r=0,83$ га тенг) сарф коэффициенти ва Рейнольдс сони орасидаги боғланишнинг математик ифодаси тавсия этилди.

5. Назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида напорли гидротранспорт жараёнида цилиндрлик қувурларда минимум солиштирма

энергияга мос келувчи оқимнинг ташувчанлик қобилиятини ҳисоблаш усули тавсия этилди.

6. Олиб борилган назарий, лаборатория ва ишлаб чиқаришдаги тадқиқотлар асосида лойқали оқимларнинг гидротранспортига доир тавсиялар ишлаб чиқилди ва юқори лойқаликдаги оқимларнинг транспортини амалга оширишда тоғ-кон комбинатида фойдаланишга тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ НАУЧНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc 15/27.02.2020.Т.73.02 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

БАБАЕВ АСКАР РУЗИБАДАЛОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ
ПОТОКА ПРИ ГИДРОТРАНСПОРТЕ**

05.09.07 – Гидравлика и инженерная гидрология

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

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2020.2.PhD/T833.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта и Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного Совета (www.tashiit.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Арифжанов Айбек Мухамеджанович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Хужаев Исматилло Кушаевич**
доктор технических наук, профессор

Баходиров Азизбек Абдулазизович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Ташкентский архитектурно-строительный институт**

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2020 г. в _____ часов на заседании Научного совета DSc.15/27.02.2020.T.73.02 при Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Адылходжаева, 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 института инженеров железнодорожного транспорта (регистрационный номер - _____). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Адылходжаева, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан «_____» _____ 2020 года.
(протокол реестра № _____ от «_____» _____ 2020 года).

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.

Ш.С. Файзибаев

Председатель научного семинара,
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день мире в сфере строительства, горно-добывающей промышленности, химии для гидротранспорта гидросмесей применяются напорные трубопроводы. Для повышения их производительности одной из важнейших задач является создание способов расчёта, во взаимосвязи с физико-химическо-механическими свойствами фаз системы, составом гидросмесей, их вязкостью. В этой связи, в том числе в Германии, России, США, Китае, Японии и в других развитых странах обращается особое внимание задачам гидротранспорта гидросмесей.

В мире осуществляются научно-исследовательские работы, направленные на разработку энергосберегающих способов при обеспечении гидротранспорта гидросмесей по напорным трубам, а также новых способов и технологий по совершенствованию способов передачи гидросмесей через систему трубопроводов, с учетом их концентрации, механического состава и структуры в таких отраслях, как горно-добывающая промышленность, водное хозяйство, строительство.

На сегодняшний день в республике достигнуты как практические, так и теоретические результаты в сфере очищения водоёмов, гидротехнических сооружений при помощи напорных трубопроводов, в строительстве при подъёме гидросмеси на определённую высоту, в химической промышленности при управлении системным движением вязких систем. В Стратегии действий, направленном на дальнейшее развитие Республики Узбекистан намечены следующие задачи: «...повышение производительности труда в различных сферах экономики, расширение видов новых источников энергии, увеличение энергосберегающих технологий в производстве, уменьшение расхода ресурсов и энергии в экономике»¹. В этой связи, особое значение имеет разработка новых технологий и способов по передаче гидросмеси через систему напорных трубопроводов и предотвращению процесса заполнения им гидротехнических сооружений.

Данное диссертационное исследование в определённой мере служит выполнению задач, предусмотренных в указах Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям дальнейшего развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы», в постановлениях № ПП-3405 от 27 ноября 2017 года «О государственной программе на 2018-2019 годы по улучшению ирригационных систем и мелиоративного состояния орошаемых земель», №ПП-3286 от 25 сентября 2017 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы защиты водных объектов», №ПП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию

¹ Указ президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям дальнейшего развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы»

деятельности предприятий горно- металлургической отрасли», а также в нормативно-правовых документах, касающихся данной деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология и экология окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Научные исследования по созданию математической модели двухфазных течений в напорных трубопроводах велись такими учёными, как Х.А.Рахматулин, Ф.И.Франкль, Г.И.Баренблатт, В.М.Маккавеев, М.А.Великанов, А.В.Караушев, И.И.Леви, Х.Рауз, Ю.А.Буюевич, А.Н.Крайко, Д.Ф.Файзуллаев, К.Ш.Латипов, А.И.Умаров, С.И.Криль, А.А.Шакиров, А.М.Арифжанов, И. Хужаев, С.Худайкулов, И.Э.Махмудов, Х.Илхомов, С.Соу, Г.Уоилис, А.Фортъе и др.

Ими разработаны методы транспортировки гидросмесей при помощи трубопроводных систем с учетом концентрации мутности, механического состава в процессе гидротранспорта потока, гидротранспорта гидросмесей в напорных трубопроводах в строительстве, горнодобывающей промышленности, водном хозяйстве.

Вместе с тем, на сегодняшний день ведутся научно-исследовательские работы в горнодобывающей промышленности, строительстве, водоснабжении, направленные на совершенствование технологий передачи гидросмесей по напорным трубам, в частности, по разработке методов расчета параметров потока с учетом изменчивости состава и концентрации мутности в напорных трубах.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта и Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства АЛ № 1.11 «Разработка гидравлических и гидрологических основ эффективного использования систем ирригации, гидротехнических сооружений и водохранилищ» (2016-2020 гг.), БВ-Атех -№ 2018-509 «Теоретические принципы совершенствования нормативной базы канализационных систем» (2018-2019 гг.) и МВ-Атех-№2018-145 «Разработка технологий повышения эффективности использования и эксплуатационной надежности оросительных каналов, работающих в изменчивом режиме» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является совершенствование способа расчёта кинематических и динамических параметров гидросмесей в напорных трубах с учетом изменчивости механического состава и количества гидросмесей.

Задачи исследования:

исследование кинематических параметров движения гидросмесей в напорных трубопроводах с учётом составных частей гидросмеси;

разработка математической модели движения гидросмесей в напорных трубопроводах с учётом фракционного состава гидросмесей;

оценка несущей способности движения гидросмесей в напорных трубопроводах в производстве и на основе лабораторных исследований;

совершенствование способа расчёта энергетических параметров потока на основе оценки гидравлических сопротивлений, возникающих под влиянием количества мутности в напорных трубопроводах.

Объектами исследований являются гидравлические процессы, происходящие в напорных трубопроводах «Сарыкурганской насосной станции» при управлении Риштанской насосной станции Ферганского вилаята и в напорных трубопроводах предприятий при Алмалыкском горно-металлургическом комбинате.

Предметом исследований являются формирование кинематических параметров гидросмеси в напорных трубопроводах и происходящие гидравлические процессы.

Методы исследований. В диссертационной работе использованы экспериментальные, полевые-наблюдательные, а также общепринятые гидравлические способы, составление математических моделей на основе законов гидромеханики, вместе с тем, математические статистические способы при обработке экспериментальных данных.

Научная новизна исследований состоит в следующем:

разработана модель движения гидросмеси в напорных трубопроводах с учётом составной части гидросмеси;

усовершенствован метод расчёта кинематических параметров гидросмеси в напорных трубопроводах с учётом количества мутности и её фракционного состава;

усовершенствован метод расчета несущей способности потока на основе модели движения гидросмеси в напорных трубопроводах;

усовершенствован способ расчёта энергетических параметров напорных трубопроводов с учётом влияния гидросмеси на гидравлические сопротивления.

Практическая значимость исследований заключается в следующем:

разработан способ расчёта кинематических параметров в напорных трубопроводах с учётом фракционного состава гидросмеси;

усовершенствован способ расчёта несущей способности потока на основе модели движения гидросмеси в напорных трубопроводах;

определены энергосберегающие параметры потока, обеспечивающие наиболее рациональное состояние гидротранспорта.

Достоверность научных результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается использованием проверенных математических методов, соответствием теоретических разработок законам механики, близостью вычисленных значений при сопоставлении к значениям, найденным при помощи экспериментальных способов, а также внедрением результатов исследования в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке научных основ создания энергосберегающей технологии с учётом объёмной концентрации гидросмеси, фракционного состава частиц и иных параметров, выражающие модель движения гидросмеси в цилиндрических трубопроводах.

Практическая значимость результатов исследования обосновывается использованием их в практике проектирования, оценкой проводимости гидротранспортных систем, повышением их экономической эффективности.

Внедрение результатов исследования.

На основе полученных результатов по совершенствованию метода расчёта параметров потока в процессе гидротранспорта:

внедрен метод расчёта кинематических параметров гидросмеси в напорных трубах 2-медно-обогащительной фабрики Алмалыкского ГМК (Справка № АА-08344 от 18 ноября 2019 года АО Алмалыкский горно-металлургический комбинат). В результате обоснована возможность достижения производительности до 25% в процессе передачи твёрдых частиц по напорным трубам;

внедрен метод расчёта кинематических параметров с учётом фракционного состава гидросмеси в напорных трубах на 2-медно-обогащительной фабрике Алмалыкского ГМК (Справка № АА-08344 от 18 ноября 2019 года АО Алмалыкский горно-металлургический комбинат). В результате была найдена критическая скорость, учитывающая фракционный состав гидросмеси и это дало возможность вычислить точное количество гидросмеси;

внедрен метод расчёта энергетических параметров с учётом гидравлического сопротивления гидросмеси в напорных трубах 2-медно-обогащительной фабрики Алмалыкского ГМК (Справка № АА-08344 от 18 ноября 2019 года АО Алмалыкский горно-металлургический комбинат). В результате получена возможность энергосбережения на 20% путем минимизации гидравлического сопротивления гидросмеси.

Апробация результатов исследований. Результаты настоящих исследований докладывались и обсуждались на международных и республиканских научно-технических конференциях, в том числе на 3 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликовано всего 17 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан по защите диссертации доктора философии (PhD) 12 статей, в том числе 3 в зарубежных журналах, издана 1 монография.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформированы цели и задачи, а также объект и предмет исследования, показано их соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты данного исследования. Приведены теоретическое и практическое значения полученных результатов, внедрение результатов исследования, информация об изданных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертаций **«Теоретические основы движения гидросмеси в напорных трубопроводах и методы их расчёта»** приведён аналитический анализ теоретических и практических исследований по гидротранспорту гидросмеси.

В ряде теоретических изысканий, посвященных определению динамических и кинематических параметров потока в процессе гидротранспорта, где гидросмесь по их физико-механическим особенностям была рассмотрена в качестве двух или многофазных потоков, в том числе в исследованиях Х.А.Рахматуллина, Ф.И.Франкля, Г.И.Баренблатта, В.М.Макавеева, М.А.Великанова, А.В.Караушева, И.И.Леви, Х.Рауза, Ю.А.Буевича, А.Н.Крайко, Д.Ф.Файзуллаева, К.Ш.Латипова, А.И.Умарова, С.И.Криля, А.А.Шакирова, А.М.Арифжанова, И.Хужаева, С.Худайкулова, И.Э.Махмудова, Х.Илхомова, С.Соу, Г.Уоилис, А.Фортъе и других приведена математическая модель процесса. Исходя из анализа исследований, осуществлённых в данном направлении, можно заключить, что гидротранспорт гидросмесей можно рассматривать как двухфазный поток, состоящий из совместного движения жидкости и твёрдых частиц и были достигнуты положительные результаты, рассматривая его как двухфазный поток.

На основе научных изысканий, посвящённых практическим и экспериментальным исследованиям гидросмесей, в том числе такими учёными, как М.А.Дементьев, М.В.Печенкин, В.М.Карасик, С.И.Криль, П.Дюранд, И.И.Булдаков, К.Ш.Латипов, Х.А.Исмагилов, А.Шокиров,

О.Я.Гловацкий, А.М.Арифжанов, М. Мамажанов, Х.Илхамов, В.Каненков, К.Рахимов, Л.Самиев и др., сделано заключение о её взаимосвязи с оценкой несущей способности гидросмеси при совершенствовании способов расчёта гидравлических параметров гидросмеси. Изложен учёт распределения концентрации осадка, возникающего по сечению трубы под воздействием гравитационных сил при выражении движения гидросмеси по цилиндрической трубе.

В задаче гидротранспорта гидросмеси через напорные трубы основными гидравлическими параметрами считаются потери напора и критическая скорость потока. В настоящее время высокая энергоёмкость гидротранспортных систем, используемых в производстве, в частности, в горнодобывающей промышленности, строительстве, водном хозяйстве, является одним из основных факторов низкой эффективности их функционирования. Суть данного процесса определяется особенностями гидросмесей, в первую очередь, гранулометрическим составом твёрдых частиц и их объёмной концентрацией. Взаимовлияние жидкости и твёрдых частиц при их совместном движении выявлен своеобразной потерей напора и определением несущей способности потока.

Гранулометрический состав твёрдых частиц гидросмеси, а также их концентрация оказывают влияние как на изменение средней скорости потока и в результате на изменение гидравлических и энергетических параметров напорной системы. На основе проведенных аналитических анализов назначены цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации «**Исследования движения гидросмесей в напорных трубопроводах**» приводится рекомендованная модель движения, для определения основных гидравлических параметров, выражающих движение гидросмеси в напорных трубопроводах и результаты её.

При получении уравнений движения гидросмеси в трубопроводах было рассмотрено устойчивое движение в цилиндрических трубопроводах в качестве двухфазного потока на основе математических моделей К.Ш.Латипова, А.И.Умарова, А.М.Арифжанова, И.Х.Хужаева, С.И.Криля и др. Воспользуясь одним из основных уравнений гидродинамики – теоремой о количественном изменении движения составлены отдельные уравнения для потока жидкости твёрдых частиц двухфазного (жидкость + твёрдые частицы) потока, устойчиво движущегося по цилиндрической трубе.

В результате изменение давления по длине напорного трубопровода ΔL по законам гидравлики и во взаимосвязи со скоростью каждой фазы выражено следующим образом:

$$\Delta P = \rho_1(1 - C_0) \frac{g_1^2}{2D} + \rho_2 C_0 \frac{g_2^2}{2} + \lambda_w \frac{g_1^2}{2D} \rho_1(1 - C_0) \Delta L + \lambda \frac{g_2^2}{2D} \rho_2 C_0 \Delta L + \frac{3}{4d} C_0 \rho_1 (g_1 - g_2)^2 \Delta L \quad (1)$$

где:

ρ_1 - плотность жидкости; C_0 - концентрация твёрдых частиц;
 ρ_2 - плотность твёрдых частиц; λ - коэффициент гидравлического трения.
 g_1 - скорость потока жидкости; g_2 - скорость твёрдых частиц; ΔL -
расстояние между рассматриваемыми сечениями; ΔP - разница давлений
между сечениями; D – диаметр трубопровода.

Своеобразие данного выражения в том, что различие между величиной изменения давления потока жидкости и скоростью потока твёрдых частиц приводит к изменению величины гидравлического сопротивления. Это говорит о том, что чем больше будет разница в скоростях, тем выше могут быть потери напора. Движение твёрдых частиц происходит с одинаковой скоростью с самой несущей жидкостью и при минимальной скорости межфазного скольжения.

Используя вышеуказанные выражения, расход жидкости Q_1 и расход твёрдых частиц Q_2 соответственно определяется в указанном порядке:

$$Q_1 = \omega_1 \cdot g_1; \quad Q_2 = \omega_2 \cdot g_2 \quad (2)$$

где ω_1 , ω_2 –соответственно, площади потока жидкости и твердой частицы;

$\omega_1 = \omega(1 - C_0)$ площади потока жидкости; $\omega_2 = \omega C_0$ - площади потока твердой частицы, C_0 - концентрация твёрдых частиц.

$$g = g_2 S_0 + g_1 (1 - C_0) \quad g = g_1 + g_{12} C_0 \quad (3)$$

где g_{12} - скорость скольжения;

Специфика движения гидросмесей в цилиндрических трубах была рассмотрена как критический режим движения и при движении твёрдых частиц по трубам как минимальное гидравлическое сопротивление. Изменения гидравлического сопротивления в гидросмесях рассматривались как некое соотношение между силами трения и давления.

Зависимость критической скорости гидросмеси $v_{кр}$, соответствующей критическому режиму, зависящей от многих факторов, в том числе, от объемной концентрации твёрдых частиц, гранулометрического состава, а также физико-механических характеристик, диаметра трубы нашло отражение в известной степени во многих работах учёных.

В проведенных исследованиях изучение зависимости критической скорости от среднего диаметра частиц показало, что структура твердой частицы и значение её скорости оказывают влияние на определённое предельное значение размеров самой частицы. При оценке величины критической скорости необходим отдельный учёт гранулометрического состава твёрдых частиц.

Опираясь на вышеуказанные факты, предложены следующие формулы для расчёта критической скорости, исходящий из равновесного состояния сил трения и давления для рассматриваемого потока:

критическая скорость для гидросмеси с твёрдыми частицами одинакового диаметра:

$$g_{кр} = \sqrt[3]{\frac{D}{\mu_2 \lambda_2}} \sqrt[3]{d_i^2} \quad (4)$$

Предложена следующая формула критической скорости для гидросмеси с твёрдыми частицами различного диаметра:

$$g_{кр} = \beta \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{\mu_2 \lambda_2}} \sqrt[3]{d_i^2} \quad (5)$$

где λ_2 - коэффициент гидравлического трения гидросмеси; d_i - диаметр твердой частицы, D – диаметр трубопровода; μ_2 - динамический коэффициент гидросмеси.

Коэффициент, учитывающий, разнородность состава твердых частиц:

$$\beta = f\left(\frac{d_{10}}{d_{90}}\right)$$

где d_{10} и d_{90} – соответственно, количество твердых частиц в процентах, d_{10} и d_{90} – определяется на основе гранулометрического состава твердой частицы.

Таким образом, используя определённые возможности теории движения гидросмеси в напорных трубопроводах, предложены расчётные зависимости гидравлических параметров гидротранспорта твёрдых частиц через предложенную критическую скорость.

В третьей главе диссертации «**Исследования движения гидросмеси в напорных трубах в производстве и лабораторных условиях**» представлены результаты исследований, проведённых в производственных и лабораторных условиях, осуществлённых для определения основных гидравлических параметров гидросмеси в напорных трубах.

Исследования проводились в таких производственных объектах, как напорные трубопроводы Алмалыкского горно-металлургического комбината и в системе напорных трубопроводов Сарыкурганской насосной станции Ферганского вилаята.

В проведенных исследованиях проведены изыскания в напорных трубах с различной концентрацией гидросмеси. В качестве высококонцентрированных гидросмесей были изучены гидравлические процессы в напорных трубопроводах Алмалыкского горно-металлургического комбината. Величина концентрации в потоке составила $C_0=0,4-0,6$. В напорных трубопроводах Сарыкурганской насосной станции концентрация была незначительной, т.е. в промежутке $C_0=0.01-0.09$. В проведенных исследова-

ниях вместе с гидравлическими процессами потока также был изучен и гранулометрический состав твёрдых частиц в структуре гидросмеси (рис. 1).

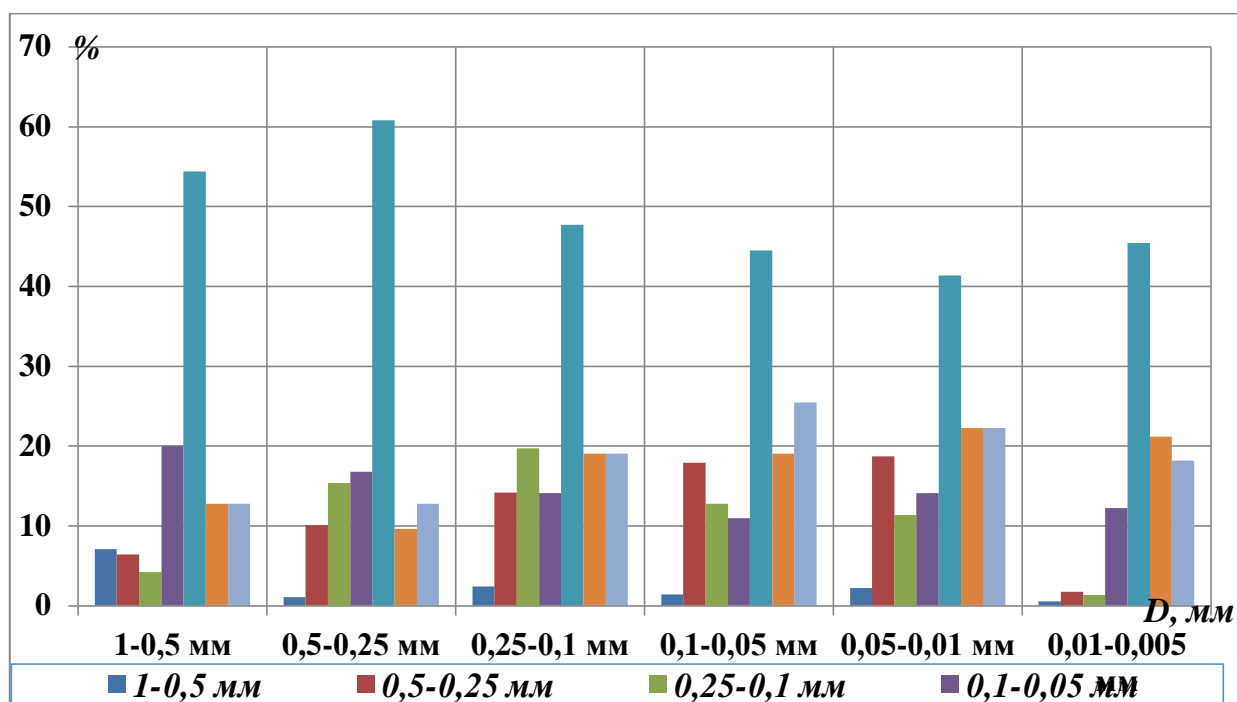


Рис.1. Гистограмма фракционного состава наносов

В производственных условиях изучено влияние гранулометрического состава твёрдых частиц на несущую способность гидросмеси (рис. 2). скорости.

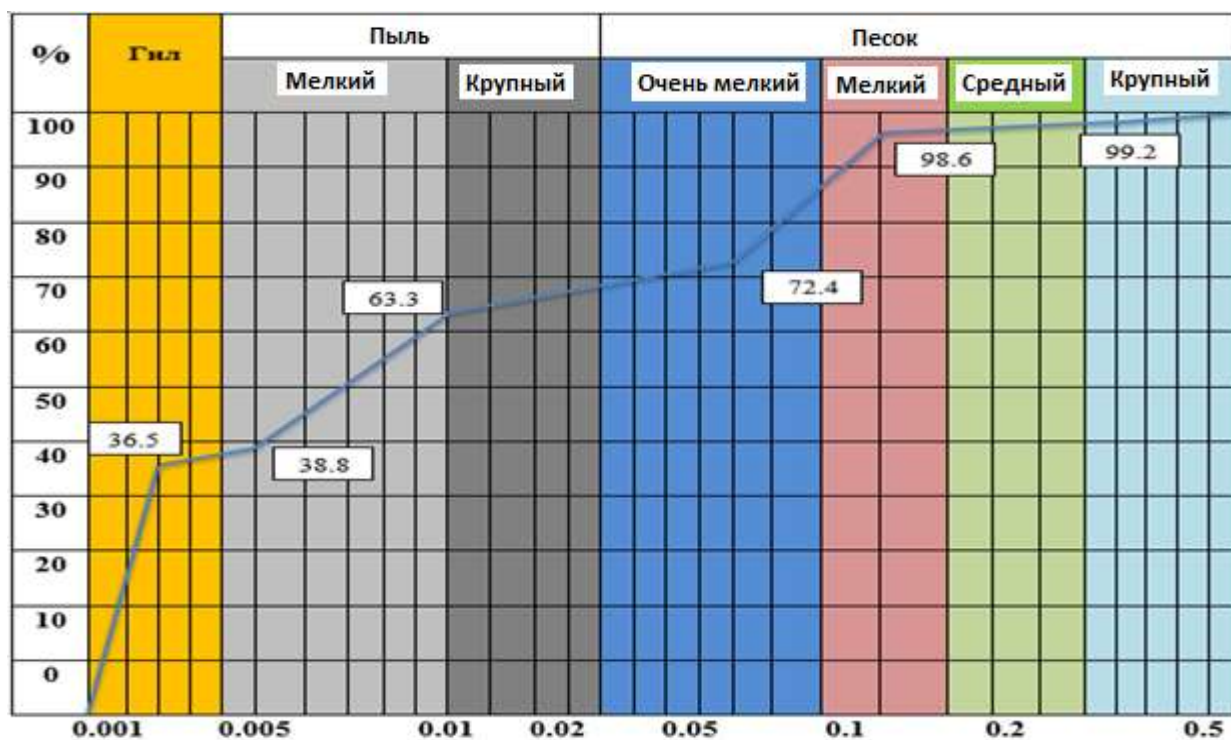


Рис.2. Интегральная кривая фракционного состава наносов

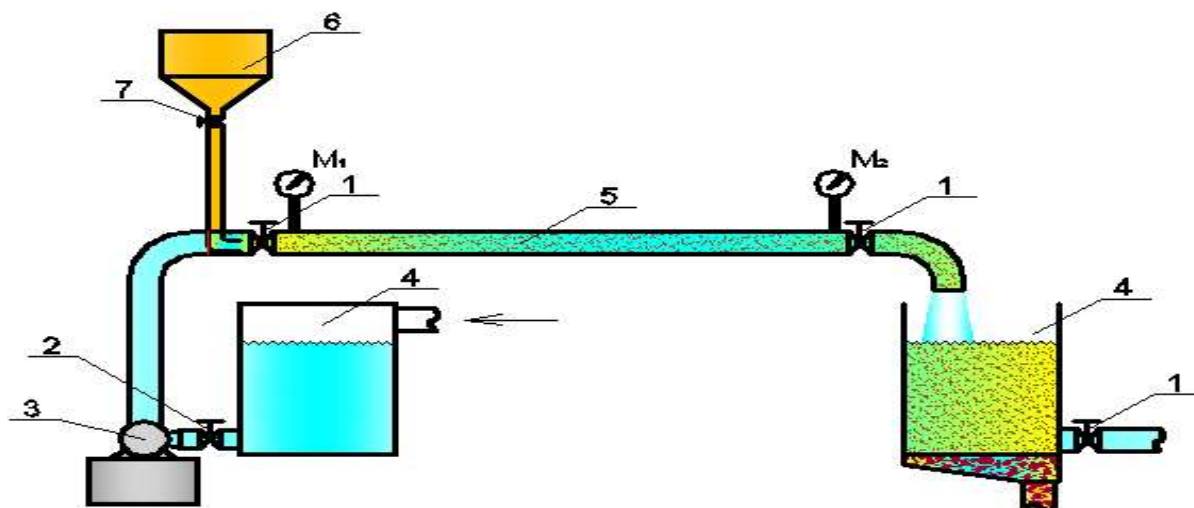
На основе полученных результатов было оценено критическое состояние потока. Дана аналитическая зависимость для коэффициента, учитывающего различные размеры твердой частицы β которая является основным параметром при определении критической скорости.

Лабораторные исследования проводились на специальном устройстве в научной лаборатории кафедры «Гидравлика и гидроинформатика» Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (рис. 3). В лабораторных условиях было создано устройство для напорного трубопровода, проводились наблюдения за движением твёрдых частиц вместе с жидкостью с изменением их концентрации.

При лабораторных исследованиях был определен расход потока, потери напора и несущая способность гидросмеси при различных концентрациях количества осадка во время гидравлических процессов.

Сведения, полученные экспериментальным путём были проанализированы с помощью методов математической статистики, по результатам их исследована для гидросмеси в напорных трубопроводах зависимость коэффициента гидравлического трения от режима движения, коэффициент корреляции составил $r^2 = 0,83$. В результате для определения коэффициента гидравлического трения было получено следующее выражение:

$$\lambda_n = \frac{0,14}{Re^{0,2}} \quad (6)$$



1,2,7-Вентили; 3-насосный агрегат; 4-резервуар для воды; 5-напорная труба;
6-при способление для подачи гидросмеси.

Рис.3. Схема лабораторной установки

Воспользовавшись известными возможностями теории движения твердых частиц потока по напорным трубам, предложены расчётные зависимости гидравлических параметров гидротранспорта гидросмеси в предложенных трубных системах.

Гидравлический расчет параметров гидросмеси при гидротранспорте осуществляется следующим образом: определяется гранулометрический состав твердых частиц, длина трубы L , плотность твердой частицы, плотность воды, концентрация твердой частицы C , расход твердой частицы Q , несущая способность потока. Необходимо определить расход воды, способной к осуществлению расхода данной твердой частицы, во время гидротранспортирования; а также определить критическую скорость гидросмеси в трубе, которая сможет обеспечить объемный расход в критическом режиме гидротранспорта.

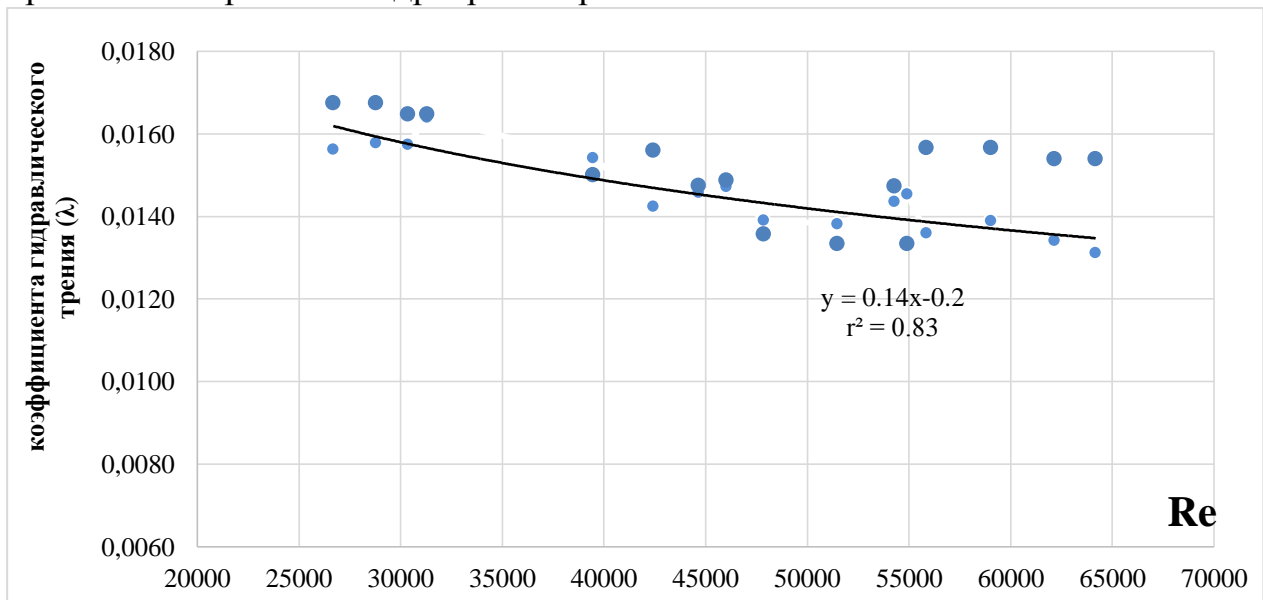


Рис.4. График зависимости коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса

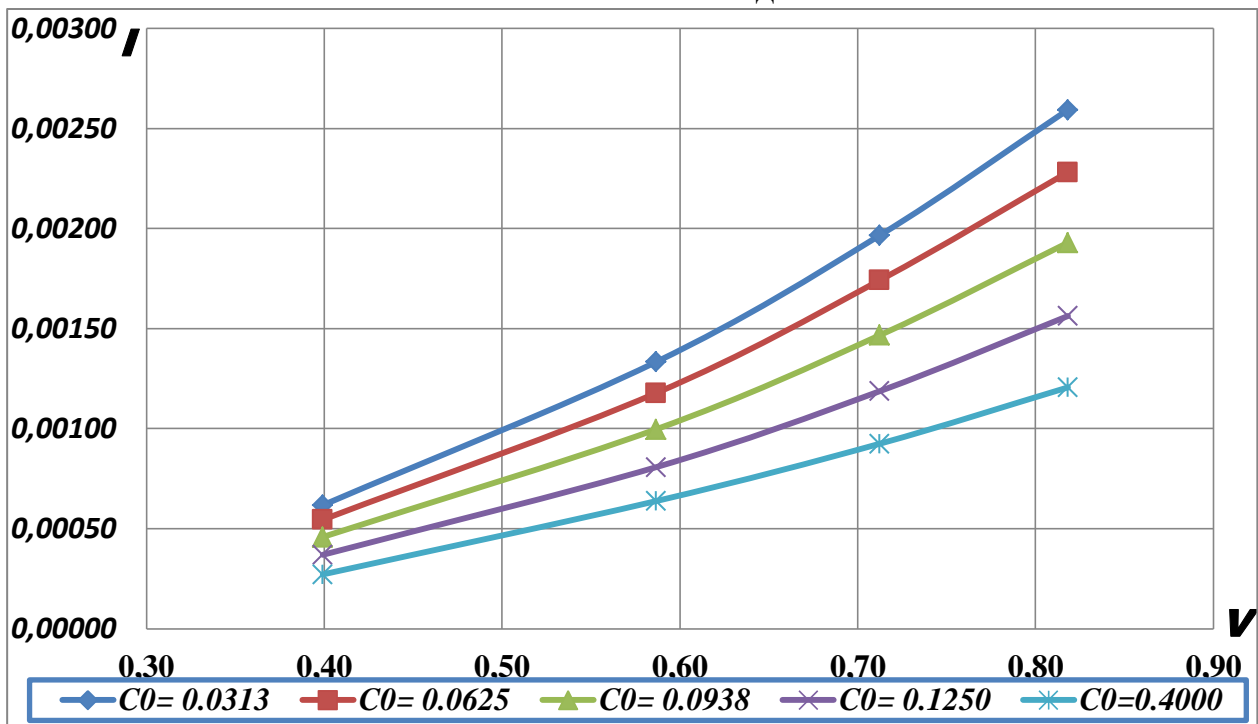


Рис.5. График удельных гидравлических сопротивлений в гидросмесях

Определив удельную потерю напора в напорных трубах, также выявим заданный расход для гидросмеси, и необходимый напор для гидротранспорта:

$$I = \frac{\lambda_z}{D} \cdot \frac{Q^2}{\omega^2 \cdot 2g} \quad (7)$$

На основе данных уравнений можно проследить изменения потери напора в результате изменения скорости гидросмеси (рис.5).

Как видно из данного графика, в результате повышения значения концентрации гидросмеси наблюдаются также и изменения между удельным гидравлическим сопротивлением потока и скоростью потока (рис.5).

В четвертой главе диссертации «**Рекомендации по использованию результатов исследования на практике**» приводятся рекомендации по способу гидравлического расчёта гидротранспорта гидросмеси по напорным трубам и практическому применению результатов данного исследования.

Расход гидросмеси в напорных трубах, на основании вышеупомянутых результатов, можно определить следующим образом:

$$Q_z = \omega \cdot S_{кр} \quad (8)$$

Таким образом, рекомендованы новые зависимости для критической скорости и расхода гидросмеси, приводящие к минимальному значению гидравлического сопротивления в напорных трубах.

При оценке режима работы гидротранспортной системы в напорных трубах вместе с увеличением концентрации гидросмеси наблюдается увеличение ее гидравлического сопротивления и количества электроэнергии. Поэтому в проведенном исследовании путем нахождения критической скорости, учитывающей твёрдые частицы, состоящих из различных фракций были определены при помощи графика (рис.6.), обеспечивающего минимальные значения для гидравлического сопротивления и энергии для гидросмеси.

Параметры потока в процессе гидротранспорта рассчитано следующим образом:

где:

$$\text{Напор гидросмеси: } N_{\Gamma} = H * \left(1 + \frac{C_0^{1.2}}{0.45}\right); \quad (9)$$

$$\text{Сравнительный вес гидросмеси: } \gamma_{\Gamma} = \gamma_{\text{в}} * \left(1 + \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{в}}} - 1\right) C_0\right); \quad (10)$$

$$\text{Мощность гидросмеси: } N_{\Gamma} = \gamma_{\Gamma} * N_{\Gamma} * Q_{\Gamma} \quad (11)$$

$$\text{Удельная энергия: } E = \frac{N_{\Gamma}}{Q_{\Gamma}} \quad (12).$$

В этой главе приведена также и экономическая эффективность, полученная для гидротранспорта, состоящего из предлагаемых напорных труб.

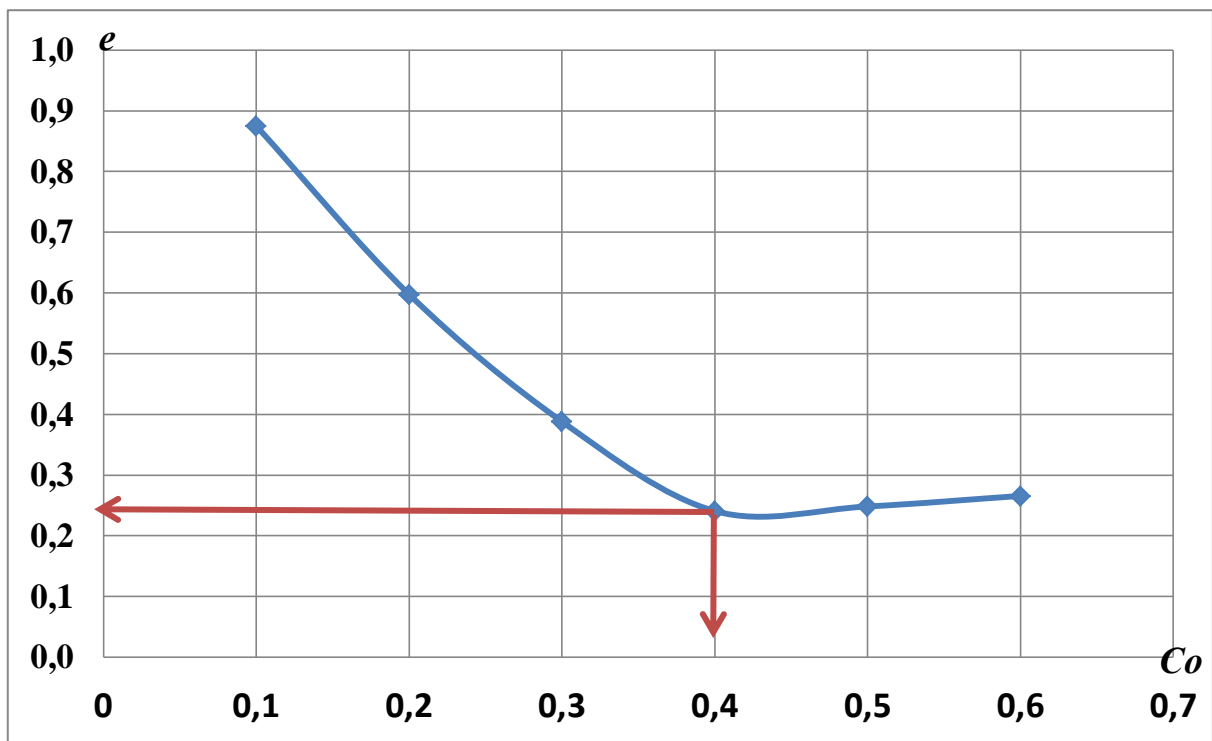


Рис. 6. График изменения сравнительной энергии вместе с изменением концентрации гидросмесей на гидротранспорте

В расчётный промежуток времени энергопотребление гидротранспорта обеспеченного параметрами и концентрацией гидросмесей уменьшится в среднем на 17%. Кроме того, в проведенных исследованиях в горнорудной отрасли, определён гидравлически наивыгоднейший диаметр труб. В результате расход металла уменьшен на 19 %.

Таким образом, экономическая эффективность системы гидротранспорта определяется уменьшением потребления энергии при данном процессе и расходом металла на изготовление труб. При осуществлении процесса гидротранспорта по напорным трубам гидросмеси с различной концентрацией возможно добиться экономической эффективности, а также экономии энергии за счет сокращения сопротивлений до минимальных значений путем учета движения как твердых частиц, так и самой жидкости. По результатам расчётов ожидаемая экономическая эффективность составила 75 млн сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рекомендована на основе аналитического анализа работ движения гидросмеси в цилиндрических трубах действующая модель, учитывающая концентрацию мутности в потоке и структурный состав гидросмеси.

2. Разработаны методы расчета в процессе гидротранспорта гидросмесей параметров потока для гидравлически наивыгоднейшего состояния с учетом изменчивости его концентрации.

3. Рекомендовано определение в лабораторных, так и в производстве в цилиндрических трубах удельных потерь напора для жидкости и твердого потока и влияние изменчивости механического состава частиц и концентрации мутности на расход и мощность гидросмеси.

4. Обоснована зависимость коэффициента гидравлического трения от режима движения потока с учетом изменчивости концентрации твердого потока в гидросмесьях. На основе статистического анализа данных, полученных в лаборатории, коэффициент корреляции составил ($r^2=0,83$), рекомендовано математическое выражение зависимости между коэффициентом расхода и числом Рейнольдса.

5. Рекомендован метод расчета, на основе теоретических и экспериментальных исследований, несущей способности потока, соответствующей минимальной удельной энергии в цилиндрических трубах в процессе напорного гидротранспорта.

6. Разработаны рекомендации по гидротранспорту гидросмесей на основе проведенных теоретических, лабораторных и производственных исследований и предложено применение на горно-рудном комбинате при транспорте гидросмеси с высокой концентрацией.

**TASHKENT INSTITUTE OF RAILWAY ENGINEERING
SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDED
SCIENTIFIC DEGREES DSc 15/27.02.2020.T.73.02**

**TASHKENT INSTITUTE OF RAILWAY ENGINEERING
TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS**

BABAYEV ASQAR RUZIBADALOVICH

**IMPROVING METHODS FOR CALCULATING FLOW PARAMETERS
IN HYDRAULIC TRANSPORT**

05.09.07– Hydraulics and Engineering Hydrology

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

Tashkent – 2020

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/T833 .

The dissertation has been prepared at the Tashkent Institute of railway engineering and Taskent Institute Of Irrigation And Agricultural Mechanization Engineers.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website www.tashiit.uz and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific supervisor: **Arifjanov Aybek Mukhammedjanovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Khujayev Ismatillo Khushaevich**
doctor of technical sciences, professor

Bakhodirov Azizbek Abdulazizovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Tashkent Institute of Architecture and Construction**

The defense will be take place « _____ » _____ 2020 at _____ at the meeting of Scientific Council DSc 15/27.02.2020.T.73.02 at Tashkent institute of railway engineering. Address: 1, Adilkhodjaev str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent Institute of railway engineers (Registered number №. _____). Address: 100167, Tashkent city, Mirabad district, Adilkhodjaev str.,1. Phone: (+99871) 299-05-66

Abstract of the dissertation sent out on « _____ » _____ 2020 y.
(mailing report №. _____ on « _____ » _____ 2020 y.).

A.V. Umarov

Chairman of Scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

E. U.Teshabayeva

Scientific secretary of Scientific council
on awarding degrees,
Candidat of technical sciences

Sh.S. Fayzibayev

Chairman of this scientific seminar under Scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to improve the method for calculating the kinematic and dynamic parameters of hydraulic mixtures in pressure pipes, taking into account the variability of the mechanical composition and the number of hydraulic mixtures.

Objects of the research work are the hydraulic processes occurring in pressure pipelines of "Sarykkorgan pumping station" in the management of Rishtan Fergana pumping stations and in the pressure pipelines of enterprises at the Almalyk mining and metallurgical combine.

The scientific novelty of the research is as follows:

a model of the movement of the hydraulic mixture in pressure pipelines is developed taking into account the component part of the hydraulic mixture;

improved method for calculating the kinematic parameters of the hydraulic mixture in pressure pipelines taking into account the amount of turbidity and its fractional composition;

improved method for calculating the flow carrying capacity based on the model of the movement of hydraulic mixture in pressure pipelines;

improved method for calculating the energy parameters of pressure pipelines, taking into account the influence of the hydraulic mixture on the hydraulic resistance.

Implementation research results.

Based on the results to improve the method of calculating the flow parameters in the process of hydrotransport:

introduced the method of calculation of kinematic parameters of the slurry in the pressure pipe 2-copper concentrator AMMC (reference no.AA-08344 of November 18, 2019 JSC Almalyk mining and metallurgical combine). As a result, the possibility of achieving of 25% process of transferring solid particles through pressure pipes is proved;

a method for calculating kinematic parameters was introduced, taking into account the fractional composition of the hydraulic mixture in the pressure pipes at the 2-copper processing plant of Almalyk MMC (reference no.AA-08344 of November 18, 2019 of Almalyk mining and metallurgical combine JSC). As a result, a critical velocity was found that takes into account the fractional composition of the hydraulic mixture and this made it possible to calculate the exact volume of the hydraulic mixture;

implemented a method for calculating the energy settings based on the hydraulic resistance of the slurry in the pressure pipe 2-copper concentrator AMMC (reference no. AA-08344 of November 18, 2019 JSC Almalyk mining and metallurgical combine). As a result, it is possible to save 20% of energy by minimizing the hydraulic resistance of the hydraulic mixture.

The structure and volume of the dissertation.

The dissertation work consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the dissertation is 110 pages.

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

I бўлим (I часть; I part)

1. А.Арифжанов., К.Рахимов., А. Бабаев., Д. Абдураимова Движение речных наносов в напорных системах// ADAD PLYUS 2019. С.140.
2. А. Arifjanov., U. Dalabaev, D. Abduraimova, A. Babaev Motion of particles in shear flows taking into account connected mass // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020. №2. ((40)- RG impact factor=1.08.
3. Арифжанов А.М., Латипов Н.К., Бабаев А.Р. К формированию поля концентрации взвешенного потока в трубопроводах // Вестник Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. 2018. №1, С. 49-54. (05.00.00;11).
4. Арифжанов А.М., Рахимов Қ.Т., Жонқобилов У.У., Бабаев А.Р. Сув ҳавзаларини лойқадан тозаловчи гидроэлеваторнинг гидравлик ҳисоби // Тошкент темир йўл муҳандислари институти ахборотномаси. 2018. №2, 41-46 бет. (05.00.00;11).
5. Арифжанов А.М., Бабаев А.Р., Абдураимова Д.А., Латипов Н.К. Напорли қувурларда дарё чўқиндиларини тақсимотига доир тадқиқотлар // Механика муаммолари журнали. 2019. №1, 13-17 бет. (05.00.00; 06).
6. Арифжанов А.М., Рахимов Қ.Т., Абдураимова Д.А., Бабаев А.Р. Определение гидравлических параметров трубопровода при движении двухфазного потока // Фарғона Политехника институти илмий техник журнали 2018. 169-172 бет. (05.00.00;20).
7. Арифжанов А.М. Бабаев А.Р. Determination of hydraulic parameters of hydrotransport in pressure pipelines // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2019. №6. Pages 9855-9859. (05.00.00; 08).
8. Абдураимова Д., Бабаев А. Calculation of the resources saving water lifters with low pressure // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2019. №6. Pages 9864-9868 (05.00.00; 08).
9. Жонқобилов У.У., Самиев Л., Исаков Х. Бабаев А.Р., Неустановившееся напорное движение газожидкостной смеси в напорных трубопроводах насосных станций // Фарғона Политехника институти илмий техник журнали 2018. С. 172-176. (05.00.00; 20).
10. А. М. Арифжанов., А.Р. Бабаев., У.У. Жонқобилов , К определению максимального давления в трубах при неустановившемся движении // Тошкент темир йўл муҳандислари институти ахборотномаси. 2018. №4. С. 61-65. (05.00.00;11).
11. Самиев Л., А.Р. Бабаев Насос станциянинг напорли қувурларида лойқали оқимлар ҳаракати тадқиқоти // Тошкент темир йўл муҳандислари институти ахборотномаси. 2019. №1. 161-64 бет. (05.00.00;11).

12. Қ.Т. Рахимов., А.Р. Бабаев., Д.А. Абдураимова Струяли аппарат кинематик параметрларини аниқлашнинг назарий асослари // Тошкент темир йўл муҳандислари институти ахборотномаси. 2019. №4 20-23 бет. (05.00.00;11).

II бўлим (II часть; II part)

13. Қ.Т. Рахимов., А.Р. Бабаев., Д.Аллаёров., Дарё чўкиндиларининг гидротранспорти учун напорли системанинг гидравлик ҳисоби // ТИҚХММИ «Деформацияланувчи қаттиқ жисмлар механикаси» мавзусидаги Республика илмий амалий конференцияси. Тошкент. 2018. 259-264 бет.

14. А. Arifjanov., А. Babaev Variable under-pressure movement of gas-liquid mixture in the pressurized pipelines of pump stations. // Pокonferencyjna science, research, development technics and technology. Berlin 2019. С. 68-71.

15. Бабаев А.Р., Определение гидравлических параметров гидротранспорта в напорных трубопроводах // Ваку science, research, development (наука, исследования, развитие) конференция. Баку.2019. С.285-288.

16. Бабаев А.Р., Определение гидравлических параметров трубопровода при движении двухфазного потока // XXI асрда илм-фан тараққиётининг ривожланиш истиқболлари ва уларда инновацияларнинг тутган ўрни мавзусидаги Республика 5-илмий онлайн конференцияси., 2019 й, 250-251 бет.

17. Ибадуллаев А.С., Ёқубов Б.Б., Бабаев А. Р. Структура и свойства, составляющих полимер битумных композиции. International scientific journal «Global science and innovations 2020: central asia» Nur-Sultan, Kazakhstan, 2020, feb-march s.63-68.

Автореферат «ГТЙМИ ахборотномаси» илмий-амалий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларнинг мослиги текширилди
(25.06.2020 йил).

Қоғоз бичими 60x84 ¹/₁₆ Рақамли босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табағи: 3 б.т. Адади: 100 нусха. Буюртма № 95
Нашрга рухсат этилди: 25.06.2020 й.

Гувоҳнома reestr №10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент шаҳар, Навоий кўчаси, 32 уй.