

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

УТЕМУРАТОВ МАХСЕТ МАРАТОВИЧ

**МУАЛЛАҚ ЧЎКИНДИЛИ СУВ АРАЛАШМАСИНИ ЎЗАТИШ
ШАРОИТИДА НАСОС СТАНЦИЯЛАРИ ҚУВУР
ЎТКАЗГИЧЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ**

05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

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

Тошкент – 2018

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

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

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

Утемуратов Махсет Маратович

Муаллақ чўкиндили сув аралашмасини ўзатиш шароитида
насос станциялари қувур ўтказгичларининг гидравлик
ҳисоби..... 3

Утемуратов Махсет Маратович

Гидравлический расчет трубопроводов насосных станций
в условиях подачи смеси воды со взвешенными
наносами..... 21

Utemuratov Makhset Maratovich

Hydraulic calculation of pumping stations' pipelines under
condition of supply a mixture of water with suspended
sediments..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 41

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

УТЕМУРАТОВ МАХСЕТ МАРАТОВИЧ

**МУАЛЛАҚ ЧЎКИНДИЛИ СУВ АРАЛАШМАСИНИ ЎЗАТИШ
ШАРОИТИДА НАСОС СТАНЦИЯЛАРИ ҚУВУР
ЎТКАЗГИЧЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ**

05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

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

Тошкент – 2018

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2017.1.PhD/Т.134 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tiame.uz) ва “ZiyoNet” ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Махмудов Илхомжон Эрназарович
техника фанлари доктори, профессор.

Расмий оппонентлар:

Гловацкий Олег Яковлевич
техника фанлари доктори, профессор.

Рахимов Қудратжон Тошботирович
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD).

Етакчи ташкилот:

Тошкент архитектура-қурилиш институти

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc. 27.06.2017. Т.10.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 й. «_____» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.: (99871) 237-22-67, 237-22-09, факс: 237-54-79. e-mail: admin@tiame.uz)

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Тошкент, Қори-Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.: (99871) 237-22-67.

Диссертация автореферати 2018 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2018 йил «___» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

Т.З. Султонов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

А.А.Янгиев

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

А.М. Арифжанов

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

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда насос станцияларининг напорли қувурларида сув билан муаллақ чўкиндиларнинг напорли ҳаракати жараёнида вужудга келадиган гидравлик қаршилиқларни аниқлаш, биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик моделини такомиллаштириш усулларини яратиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Шу жиҳатдан қувур узунлиги бўйича чўкиндилар шаклланиши жараёнини ҳамда улар таъсирида вужудга келадиган гидравлик қаршилиқларни аниқловчи аналитик тенгламалар ҳисоблаш усулини такомиллаштириш алоҳида аҳамиятга эга. Бу борада, жумладан АҚШ, Германия, Россия, Хитой ва бошқа иқтисодий ривожланган давлатларда таркибида чўкиндилар миқдори кўп бўлган сувни кўтариш шароитларида ишлайдиган насос станцияларини лойиҳалаш ва уларнинг ишончли ишлашини таъминлаш мақсадида чўкиндиларнинг уларга таъсирини камайтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда насос станцияларининг напорли қувурларида сув билан муаллақ чўкиндиларнинг напорли ҳаракати жараёнида вужудга келадиган гидравлик қаршилиқларни аниқлаш, биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик моделини такомиллаштириш бўйича илмий асосланган ҳисоблаш услубларини ишлаб чиқишга йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишлари олиб бориш алоҳида аҳамият касб этади. Бу борада, қувур узунлиги бўйича чўкиндиларнинг қатлам қалинлигини аниқловчи аналитик тенгламалар ҳисоблаш усулини такомиллаштиришга қаратилган илмий тадқиқотларни амалга ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бирга, сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракатида босимли қувур ўтказгичга ишқаланишига таъсир этувчи гидравлик қаршилиқ қийматини ҳисоблаш, босимли сув қувурида барқарор напорли суюқлик ҳаракатининг тенгламаси асосида сув оқими ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг ҳаракатланиши шароитида босим йўқолишини аниқлаш, қувурларнинг ичидаги чўкинди чўкмаларини биокоррозиявий жараёнларнинг ривожланишига таъсирини асослаш зарур вазифалардан ҳисобланади.

Ҳозирги кунда республикада сув ресурсларидан, гидротехника иншоотлардан самарали фойдаланиш ва ирригация насос станциялари напорли қувурларининг мустаҳкамлигини таъминлаш, уларда биоген элементларнинг чўкиши натижасида вужудга келадиган биологик коррозиянинг олдини олиш, чўкиндиларнинг концентрациясини ҳисобга олган ҳолда напорли қувурлардаги гидравлик қаршилиқларни аниқлашда замонавий компьютер технологияларидан фойдаланиш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «.....миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш учун

мелиорация ва ирригация объектларини ривожлантириш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифани амалга ошириш, жумладан насос станцияларининг напорли қувурларида сув билан муаллақ чўкиндиларнинг ҳаракати жараёнида вужудга келадиган гидравлик қаршиликларни аниқлаш, биоген элементларнинг чўкиш динамикасининг гидравлик моделини такомиллаштириш бўйича илмий изланишлар муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 2 майдаги ПҚ-2947-сон «2017-2021 йилларда гидроэнергетикани янада ривожлантириш чора - тадбирлари дастури тўғрисида»ги ва 2017 йил 25 сентябрдаги ПҚ-3286-сон «Сув объектларини муҳофаза қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши нинг 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. Муаллақ чўкиндили табиий сув оқимларида сув оқими ҳаракатининг турғунлашиши масалалари билан А.М. Арифжанов, К.Ш. Латипов, Ж.Ф. Файзуллаев, А.А. Хамидов, С.И. Худайкулов ва бошқа олимлар изланишлар олиб боришган. Майда заррачаларнинг насос станциясининг асосий иншоотларининг ишлашига, насос агрегати ва қувур ўтказгич ва умуман унинг иш унумига негатив таъсири муаммоларини ўрганиш бўйича М.Р. Бакиев, М.А. Мамажанов, М.М. Мухаммадиев О.Я. Гловацкий, Р.А. Очилов, Ш.Х. Рахимов ва бошқа олимлар тадқиқотлар олиб боришган.

Кўп компонентли муҳит кўринишидаги муаллақ чўкинди аралашма учун гидродинамик тенгламалар тизимини тузиш масалалари билан Ф.И. Франкль, Г.И. Рабенблат ва бошқа олимлар тадқиқотлар олиб боришган. Кўп фазали напорли оқимларда сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг ишқаланишдаги ва маҳаллий гидравлик қаршилик миқдорларига таъсирини баҳолаш масалалари билан Х.А. Рахматуллин, Н. Rouse, S. Ince, С.Л. Съянов, С.Н. Харламов ва бошқалар изланишлар олиб боришган ва маълум даражада ижобий натижаларга эришилган.

Бугунги кунда таркибида жуда кўп миқдордаги муаллақ чўкиндилар бўлган сувни узатаётган насос станцияси напорли қувур ўтказгичида гидравлик қаршиликнинг ўзгаришини аниқлаш, сув оқими ва муаллақ чуқиндилар аралашмасининг ҳаракатланиши жараёнида босим йўқолишини аниқлайдиган гидравлик қаршиликлар қиймати ўзгаришининг сув сарфи

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

қийматига боғлиқлик тенгламасини ишлаб чиқиш, микробиологик тадқиқотлар натижасида қувурларнинг ички қисмидан олинган намуналарда темир кемирувчи биологик емириш хусусиятига эга микроорганизмлар мавжудлигини аниқлаш ҳамда напорли қувурларни реконструкция қилиш ҳаражатларини камайтириш мақсадида биокоррозиявий жараёнларнинг асосий манбаларини йўқотиш бўйича амалий тавсиялар бериш, насос станцияларининг напорли қувурларида биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик моделини ишлаб чиқиш ҳамда унинг сонли экспериментини натурада олинган натижалар билан таққослаш ва уларни инобатга олган ҳолда амалиётда ишлаб чиқаришга тавсияномалар бериш, ва уларни амалиётда қўллаш масалаларини ҳал қилиш каби муаммолари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг №13.88 “Сув объектларини ҳавфсиз фойдаланишнинг илмий методик асосларини ишлаб чиқиш” (2003-2005) ва №А7-ФА-1-15518 “Трансчегаравий Амударё ҳавзасида сув хўжалиги ҳолати мураккаблашганда Ўзбекистон Республикасини турғун сув билан таъминлашнинг илмий-услубий асосларни яратиш” (2012-2014) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади муаллақ чўкиндили сув аралашмасини ўзатиш шароитида насос станциялари қувур ўтказгичларининг гидравлик ҳисобини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракатида босимли қувур ўтказгичга ишқаланишига таъсир этувчи гидравлик қаршилик қийматини ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш;

босимли сув қувурида барқарор напорли суюқлик ҳаракатининг тенгламаси асосида сув оқими ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг ҳаракатланиши шароитида босим йўқолишини аниқлайдиган ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш;

қувурларнинг ички қисмидаги чўкиндиларнинг биокоррозиявий жараёнларнинг ривожланишига таъсирини асослаш;

насос станцияларининг босимли қувурларида биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик моделини яратиш;

яратилган модель асосида напорли қувур узунлиги бўйича чўкиндиларнинг қатлам қалинлиги миқдорини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Сурхондарё вилояти Жарқўрғон ва Қўмқурғон туманларида жойлашган “Аму-Занг-2”, “Боботоғ” ва “Шеробод” насос станцияларининг напорли қувурлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети насос станцияси напорли қувурлардаги транспорт қилинаётган сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси, аралашма таъсирида вужудга келадиган гидравлик қаршиликлар, сув аралашмаси таркибидаги биологик моддалар таъсирида қувур деворларининг емирилиши (коррозияси) ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида экспериментал, далакузатув усуллари, ҳамда гидравликада умумий қабул қилинган усуллар, гидромеханика қонунлари асосида математик ва гидравлик моделлар тузиш ва уларни сонли ҳисоблаш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

сув билан муаллақ чўкиндиларнинг напорли ҳаракати жараёнида вужудга келадиган гидравлик қаршиликларни аниқлаш усули эмпирик тенгламалари асосида такомиллаштирилган;

напорли қувурларда сув билан бирга муаллақ чўкиндилар ҳаракати жараёнидаги напор йўқолиши миқдорини ҳисоблаш усули текис ҳаракат қонунияти асосида такомиллаштирилган;

насос станцияларининг напорли қувурларида биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик модели сув ва лойқа аралашмаси массасининг гидродинамик тенгламалари асосида такомиллаштирилган;

қувур узунлиги бўйича чўкиндиларнинг қатлам қалинлигини ҳисоблаш усули конвектив диффузия назарияси асосида такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

напорли қувурларда сув билан бирга муаллақ чўкиндилар ҳаракати жараёнида вужудга келадиган гидравлик қаршилик ва босим йўқолишларини ҳисоблаш имконияти яратилган;

напорли қувурларда қувур узунлиги бўйича чўкиндиларнинг қатлам қалинлигини баҳолаш имконияти яратилган;

напорли сув қувурида сув оқими ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг ҳаракатланиши шароитида аралашма сарфи ва напор йўқолиши ўртасидаги график боғлиқликларини олиш имконияти яратилган;

насос станцияларининг напорли қувурларида биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик модели ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги муаллақ чўкиндилар сув аралашмасини ўзатиш шароитида насос станциялари қувур ўтказгичларининг гидравлик ҳисобини такомиллаштиришда гидравликанинг классик усулларида ҳамда тажриба натижаларини олишда математик статистика услубларидан фойдаланилиб тажриба таҳлил этилганлиги, олинган гидравлик боғлиқлик ифодаларнинг ва гидравлик моделларнинг сонли ечимлари “Аму-Занг-2”, “Боботоғ” ва “Шеробод” насос станциялари напорли қувур ўтказгичларининг маълумотлари асосида олинганлиги ва тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти цилиндрлик қувурдаги оқимнинг барқарор текис ҳаракати тенгламаси асосида сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракати шароитида напор йўқолишлари, барқарор текис ҳаракатнинг асосий тенгламасини қўллаш асосида сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг напорли қувурдаги гидравлик қаршилик ўзгаришининг сув сарфи ва чўкиндилар концентрацияси ўзгаришига нисбатан боғлиқлик қонуниятини аниқлаш ҳамда насос станцияларининг напорли қувурларида биоген

элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик моделини ишлаб чиқиш орқали напорли қувурлардан фойдаланишда уларнинг ишончлилигини ошириш имкониятини бериши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти лаборатория тадқиқотлари натижасида гидравлик қаршилиқлар қиймати ўзгаришининг сув сарфи қийматига нисбатан эмпирик боғлиқликлари ҳамда қувурларнинг ички қисмидан олинган намуналарда ўтказилган микробиологик тадқиқотлар натижасида кислота ҳосил қилувчи ва темир кемирувчи бактерияларнинг мавжудлигини аниқлаш ва напорли қувурларни реконструкция қилиш харажатларини камайтириш мақсадида биокоррозиявий жараёнларнинг асосий манбаларини йўқотиш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқиш асосида иқтисодий самарадорликка эришилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Насос станцияси напорли қувурларида сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг ҳаракатланиши шароитида текис ҳаракатнинг асосий тенгламаси бўйича олинган натижалар асосида:

сув билан муаллақ чўкиндиларнинг напорли ҳаракати жараёнида вужудга келадиган гидравлик қаршилиқларни аниқлаш имконини берадиган такомиллаштирилган гидравлик ҳисоблаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Сурхон ирригация тизими ҳавза бошқармаси “Аму-Занг-2”, “Боботоғ” ва “Шеробод” насос станциялари напорли қувурларига жорий қилинди (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 2 апрелдаги 02/30-193-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижалари насос станциялари напорли қувурларининг ишчи напорини аниқлаш имконини берган;

насос станцияларининг напорли қувурларида биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш жараёни динамикасини башорат қилувчи гидравлик модел асосида олинган такомиллаштирилган гидравлик ҳисоблаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Сурхон ирригация тизими ҳавза бошқармаси “Аму-Занг-2”, “Боботоғ” ва “Шеробод” насос станциялари напорли қувурларига жорий қилинди (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 2 апрелдаги 02/30-193-сон маълумотномаси). Натижада насос станциялари напорли қувурларда қувур узунлиги бўйича тақсимланган чўкиндиларнинг қатлам қалинлигини аниқлаш имкони яратилган;

напорли қувурларни биологик коррозиядан химоя қилишнинг катодли химоялаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Сурхон ирригация тизими ҳавза бошқармаси “Аму-Занг-2”, “Боботоғ” ва “Шеробод” насос станциялари напорли қувурларига жорий қилинди (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 2 апрелдаги 02/30-193-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида насос станциялари напорли қувурларида биологик коррозиянинг тезлигини 95%га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 14 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан 5 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 129 бетни ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Насос станциялари гидротехник иншоотларини ишлашига бағишланган тадқиқотлар ишларини кўриб чиқиш”** деб номланган биринчи бобида кўрсатилган муаммони ёритиш бўйича илмий адабиётларнинг тўлиқ таҳлили берилган. Сен Венан (С.Х. Абальянц, А.Б. Бегматов, И.Б. Бегимов, Э.Ж. Махмудов, Ш.Х. Рахимов ва бошқалар) нинг бир ўлчамли тенгламасидан фойдаланиб чўкиндиларни ўтказиш ва узан деформацияси масалаларининг қисман ечимлари мавжуд. Таркибида муаллақ чўкиндилар мавжуд бўлган табиий сув оқимларида сув оқимнинг барқарор ҳаракати А.М. Арифжанов, К.Ш. Латипов, Ж.Ф. Файзуллаев, А.А. Хамидов, С.И. Худайкулов ва бошқа олимларнинг ишларида тўлиқ ўрганилган бўлиб, у ишларда таркибида майда заррачалар бўлган сув оқимининг гидравлик параметрларини аниқлаш бўйича аналитик ифодалар тузилган.

Насос станциялари аванкамерасининг ишлаши О.Я. Гловацкий ва М.А.Мамажановларнинг тадқиқотларида ўз аксини топган, унда майда заррачали оқимнинг ҳаракат жараёнини моделлаштириш билан бирга сув қабул қилгичга сувни ўзатиш шароитини оширишга имкон берувчи бир қанча конструктив ечимлар таклиф этилган. М.А.Мамажанов Наманган вилоятидаги Турақўрғон-2 насос станцияси аванкамераси ишлашининг дала кўзатув тадқиқот натижаларини келтирган.

Гидравлика, насос ва насос станциялар бўйича чоп этилган дарсликларда насоснинг сўрувчи қувурнинг гидравлик ҳисоблаш схемаси таърифи берилган. Шунинг билан бир қаторда илмий адабиётларда насос станцияларнинг қувур ўтказгичларидаги гидравлик қаршилик катталигининг ўзгаришини аниқлаш ишларига эътибор берилмаган. Бу масала жуда муҳим ҳисобланади, чунки ўзатилаётган сув таркибида муаллақ чўкиндиларнинг бўлиши гидравлик қаршиликнинг ошишига олиб келиб, насоснинг напорини ва сув кўтариш қобилиятини камайтиради.

Иккинчи **“Муаллақ чўкинди ва сув аралашмасини кўтариш шароитларида насос станцияларидан фойдаланиш”** деб номланган бобида фонд материаллари ва адабиёт манбаларининг таҳлили асосида насос станцияларига сув олинадиган сув манбаларининг гидрогеологик шароитлари ўрганилган. Г.И. Баренблатт, М.Р. Бакиев, Н.В. Бернацкая, М.А. Великанов, В.Н. Гончаров, А.Н. Гостунский, К.В. Гришанин, А.М. Мухамедов ва бошқа олимларнинг ишларида насос станцияларининг асосий сув олиш манбаларининг гидрогеологик хусусиятлари етарлича ёритиб берилган. М.Р. Бакиев, О.Я. Гловацкий, Р.А. Очилов, И.Ф. Беглов,

Ю.А. Ибад-заде, Т.В. Колесникова, М.А. Мамажанов, М.М. Мухаммадиев ва бошқа олимларнинг ишларида насос станцияларнинг асосий иншоотларининг таркибида муаллақ чўкиндилар кўп бўлган сувни ўзатишдаги келтирувчи канал, аванкамера ва сув қабул қилиш иншоотларининг ишлаш шароитларининг тахлили келтирилган. Бу ишлар маълумоти бўйича 7354та насос станциялардан 5546таси ички хўжалик тизимдалиги кўрсатилиб, жуда кўп муаллақ чўкиндилари бўлган Амударё ва Зарафшон дарёлари сувларини юқорига узатиши аниқланган. Муаллақ чўкиндиларнинг кўпчилиги аванкамералар ва сув қабул қилиш иншоотларида чўкиб қолиши аниқланган. Бу сув ўтказиш имкониятини камайтириши билан боғланган бўлиб, ўз навбатида ҳаволи воронка ҳосил бўлишига, насос станциясини иш унумини пасайишига ва насос агрегатида кавитация ҳосил бўлишига олиб келган.

“Давсувхўжаликназорат” Давлат инспекцияси фонд материаллари ва М.Р. Бакиев, М.А. Мамажанов, М.М. Мухаммадиев ва бошқаларнинг илмий ишлари ўрганилиб, уларга кўра агар насос агрегатигача заррачаларнинг диаметри 0,01 мм дан катта муаллақ чўкиндилар чўкиб қоладиган бўлса, унда диаметри 0,01 мм дан кичик заррачалар напорли қувур ўтказгичга ва кейинчалик напорли бассейнга ўтади. О.Я. Гловацкий, М.А. Мамажанов, Р.А. Очилов, Ш.Х. Рахимов ва бошқаларнинг ишларида майда заррачаларни насос станциясининг асосий иншоотларининг ишлашига насос агрегати ва қувур ўтказгич ва умуман унинг иш унумига негатив таъсири ҳақида тадқиқот натижалари етарлича келтирилган. Уларга кўра сув таркибидаги муаллақ чўкиндилар насос станциясининг мустаҳкам ишлашининг пасайишига олиб келадиган муҳим фактор ҳисобланиши аниқланган. Шунинг билан бирга насос станциясидан ишончли фойдаланишда напорли қувур ўтказгичларнинг бузилиш сабаблари ўрганилмаган фактор бўлиб қолмоқда.

Учинчи **“Сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг напорли ҳаракатида напорнинг ишқаланишда йўқотилиши”** деб номланган бобида муаллақ чўкинди ва сув аралашмаси оқими ҳаракатида ишқаланиш кучининг таъсири кўриб чиқилган. Қувур ўтказгич деворларига сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси оқими томонидан кўндаланг ўринма ишқаланиш кучланиши ҳўлланган қувур периметри бўйлаб доимийлиги $\tau_0 = const$ шarti қабул қилинган.

Напорли қувур ўтказгичда $\mu_{см}$ ёпишқоқлик; $\rho_{см}$ зичлик; $V_{см}$ ўртача тезликга эга бўлган дисперсли аралашма ҳаракати кўриб чиқилади. Бунда

$$\mu_{см} = f_1\mu_1 + f_2\mu_2; \rho_{см} = \rho_1 + \rho_2; \rho_n = \rho_n f_n,$$

бу ерда: f_n ва ρ_{n_i} - концентрация ва фазаларнинг ҳақиқий зичликлари.

Аралашма ишқаланиши билан асосланган ўринма кучланиши қувур девори бўйлаб аралашма фазасини ташкил этадиган алоҳида ўринма кучланишидан иборат $\tau_o = \tau_{o1} + \tau_{o2}$.

Аралашманинг бир текис ҳаракати учун сув V_1 ва муаллақ чўкиндилар V_2 , шунингдек аралашма V ҳаракат тезликлари қувур бўйлаб доимийдир. Унда бундай ҳисоблаш мумкин

$$\left[\alpha_1 \frac{\rho_1 V_1^2}{2} + \alpha_2 \frac{\rho_2 V_2^2}{2} \right]_I = \left[\alpha_1 \frac{\rho_1 V_1^2}{2} + \alpha_2 \frac{\rho_2 V_2^2}{2} \right]_{II} \quad (1)$$

бунда α_1 ва α_2 (α_k ҳар доим >1) – кинетик энергия коэффициентлари ёки (Кориолис коэффициентлари) мос равишда сув ва майда заррачалар ҳаракат тезликларини нотекис тақсимланишини эътиборга олувчи тузатиш коэффициентлари; ρ_1 ва ρ_2 - мос равишда сув ва чўкиндиларнинг келтирилган зичликлари; V_1 и V_2 - мос равишда сув ва чўкиндиларнинг ўртача ҳаракат тезликлари.

Аралашманинг ўртача тезлиги учун маълум бўлган оқимни напорли бир текис ҳаракатини ҳисоблаш схемасидан фойдаланиб қўйидагини ёзамиз:

$$V_{cm} = \frac{V_1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} V_2}{1 + \hat{\rho} \frac{f_2}{f_1}}, \quad \hat{\rho} = \frac{\rho_{2i}}{\rho_{1i}}. \quad (2)$$

Энди аралашмани турбулент ҳаракатини кўриб чиқамиз, унинг учун аралашманинг уринма кучланиши қўйидаги кўринишда бўлади:

$$\tau_{cm} = \rho_{cm} L_T^2 \left(\frac{dV_{cm}}{dr} \right)^2, \quad (3)$$

бу ерда $L_T = \phi \sqrt{\frac{r}{R_0}} (R_0 - r)$. Инерция кучини катта таъсирини эътиборга олиб, қувурдаги аралашманинг ўртача тезлигини аниқлаш учун қўйидаги тенгламага келамиз:

$$\rho_{cm} \phi^2 (R_0 - r)^2 \frac{r}{R_0} \left(\frac{dV_{cm}}{dr} \right)^2 = \frac{\rho_{cm} g r J R_0}{2}, \quad (4)$$

бу ерда ϕ - Карман коэффициентлари, бунда $\phi = F \cdot \phi_0$.

$$F = \left(\frac{1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} \frac{V_{20}^2}{V_{10}^2}}{1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} \frac{Q_2^2}{Q_1^2}} \right)^{1/2}, \quad (5)$$

Сув учун $\phi_0 = 0.4$. Ўлчамсиз кўринишига келтириб оламиз

$$\frac{d\hat{V}_{cm}}{d\hat{r}} = \frac{1}{2\phi} \sqrt{\frac{J}{Fr}} \cdot \frac{1}{1-\hat{r}}.$$

Интеграллаб оламиз

$$\hat{V}_{cm} = \frac{1}{2\phi} \sqrt{\frac{J}{Fr}} \ln(1-\hat{r}). \quad (6)$$

Турли характердаги ҳаракатли иккита оқим орасидаги чегарани аниқлаш учун тенглама қўйидаги кўринишда бўлади:

$$1 - \hat{r}_* = \exp \left[\frac{2\phi \operatorname{Re}_{cm}}{16} \sqrt{\frac{J}{Fr}} \right]_0 (1 - \hat{r}_*^2) \quad (7)$$

Муаллақ чўкиндили аралашмани турбулент ҳаракатида горизонтал қувурдаги напор ва ишқаланиш йўқотиши бундай аниқланади

$$h_{mp} = \frac{\zeta_o}{2g} \left[V_1 + \frac{1-f_1}{f_1} V_2 \right]^2 - \left[\left(V_2 + \frac{f_2}{f_1} V_1 \right) \right]^2 \quad (8)$$

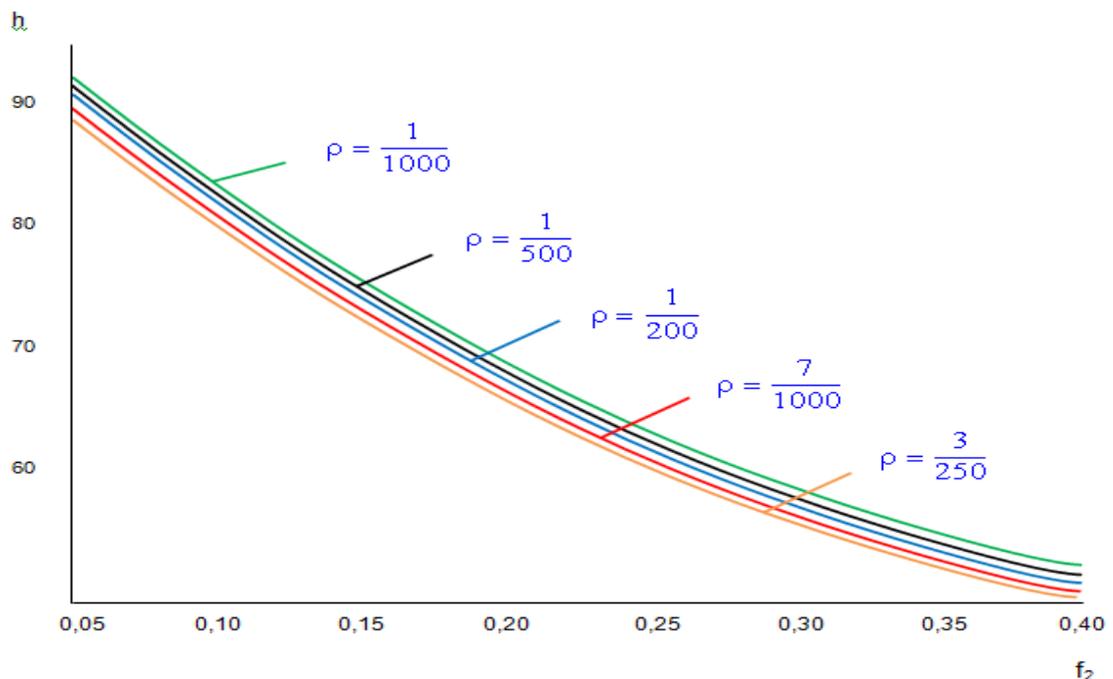
Унда напорни маҳаллий йўқотишлари қўйидагича аниқланади:

$$h_m = \zeta_m \cdot \frac{h_{mp}}{\zeta_{mp}} \quad (9)$$

Насос агрегатини тўлиқ напорини ўзгариши $J = \frac{dH}{dl}$ дан келиб чиққан ҳолда бу тенгликдан аниқланади

$$\frac{dH}{dl} = -\frac{d}{dl} \left(Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha_1^* V_1^2 + \alpha_2^* V_2^2}{2g} \right) \quad (10)$$

(10) тенгламани сонли ечими учун дастур ишлаб чиқилган, амалга ошириш учун эса таркибида жуда кўп муаллақ чўкиндилар бўлган сувни олиб узатадиган насос станцияларда ҳақиқий ўлчанган қийматлар ишлатилган. Ҳисоблар натижасида напор йўқотилишининг сув сарфи ва сув аралашмаси ҳамда муаллақ чўкиндилар концентрациясига боғлиқлиги графиги тузилди (1-расм).



1-расм. Аралашманинг турли концентрациялари учун напор йўқотилишининг ўзгариш графиги

Тўртинчи “Сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракатида напор йўқотилишини аниқлаш бўйича лаборатория тадқиқотлари” деб номланган бобида қувур ўтказгичлардаги напор йўқотилишини олинган назарий боғлиқликларнинг тўғрилигини текширишни аниқлаш ва тоза ҳамда

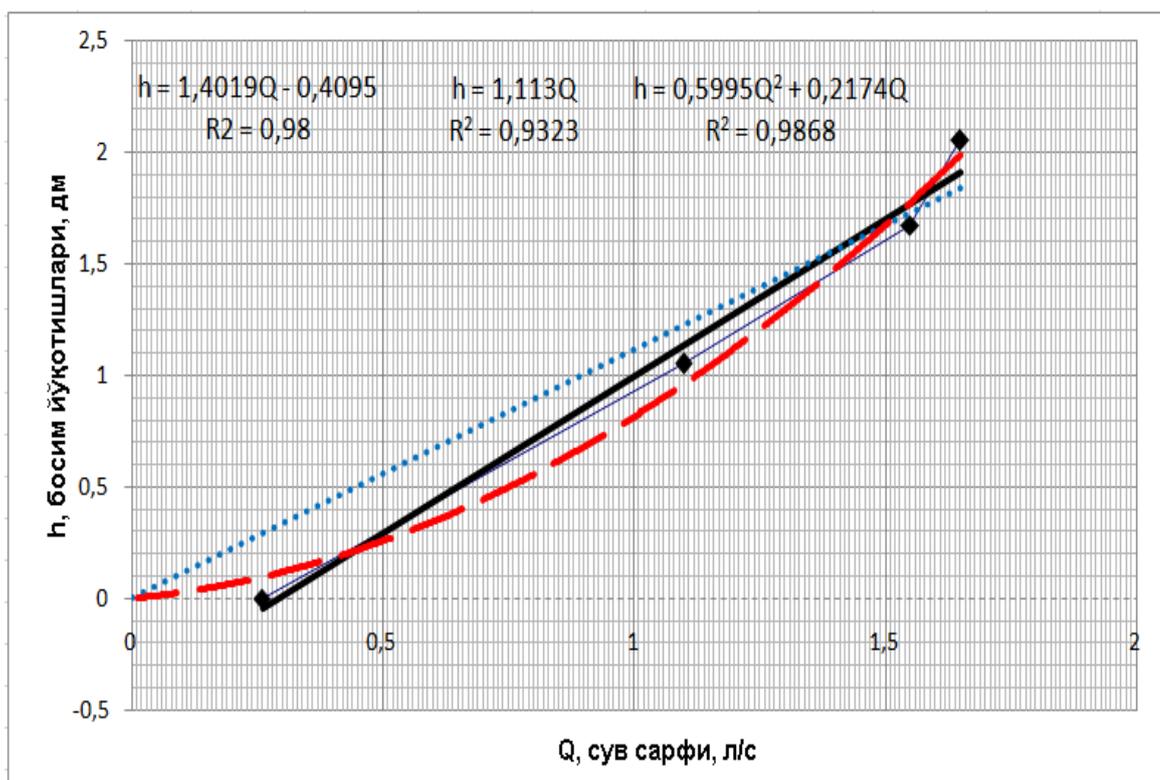
лойқали сув оқимлари учун қувур ўтказгичнинг характерли участкаларида напор йўқотилишининг ўзгариш характерини ўрганиш бўйича тадқиқотлар натижаси тахлил қилинган.

Кўйилган масалани амалга ошириш учун мавжуд бўлган гидравлик ускуналарни эътиборга олиб станд моделларида экспериментлар ўтказилган. Эксперимент ускунаси И.А.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети “Гидравлика ва гидроэнергетика” кафедрасининг гидравлика лабораториясида жойлашган. Напорли қувур ўтказгичнинг турли участкаларидаги гидравлик йўқотишларни аниқлаш масаласини тажрибада ўрганиш кўп факторли экспериментни ўтказишга олиб келади.

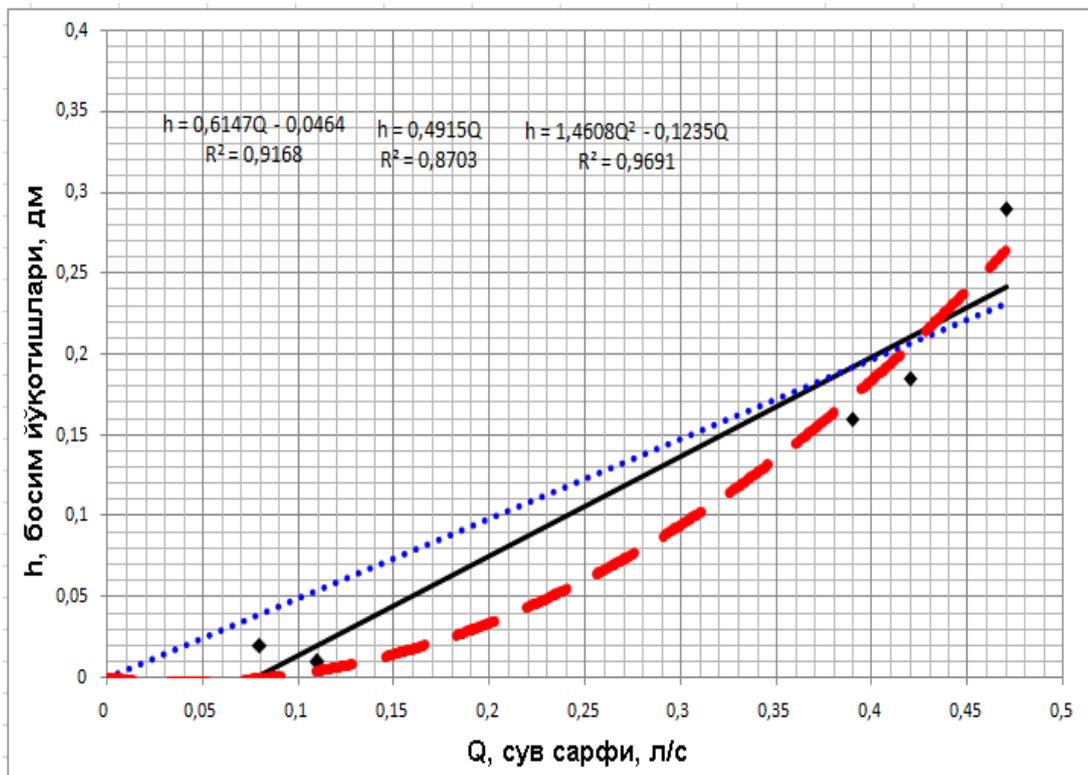
Тиниқ ва лойқа оқимли шароитлар учун напорли қувур ўтказгичнинг турли участкаларидаги напор ўзгаришининг умумий ҳолатини аниқлаш мақсадида олти серияда тажрибалар ўтказилди.

Ҳар бир серия модел қурилмадаги сарф қиймати ўзгарадиган минимум 4та тажрибани ўз ичига олади. Сарфлар қийматлари қўйидагича: $Q_1 = Q_{\max}$; $Q_2 = 0,6Q_{\max}$; $Q_3 = 0,3Q_{\max}$; $Q_4 = Q_{\min}$.

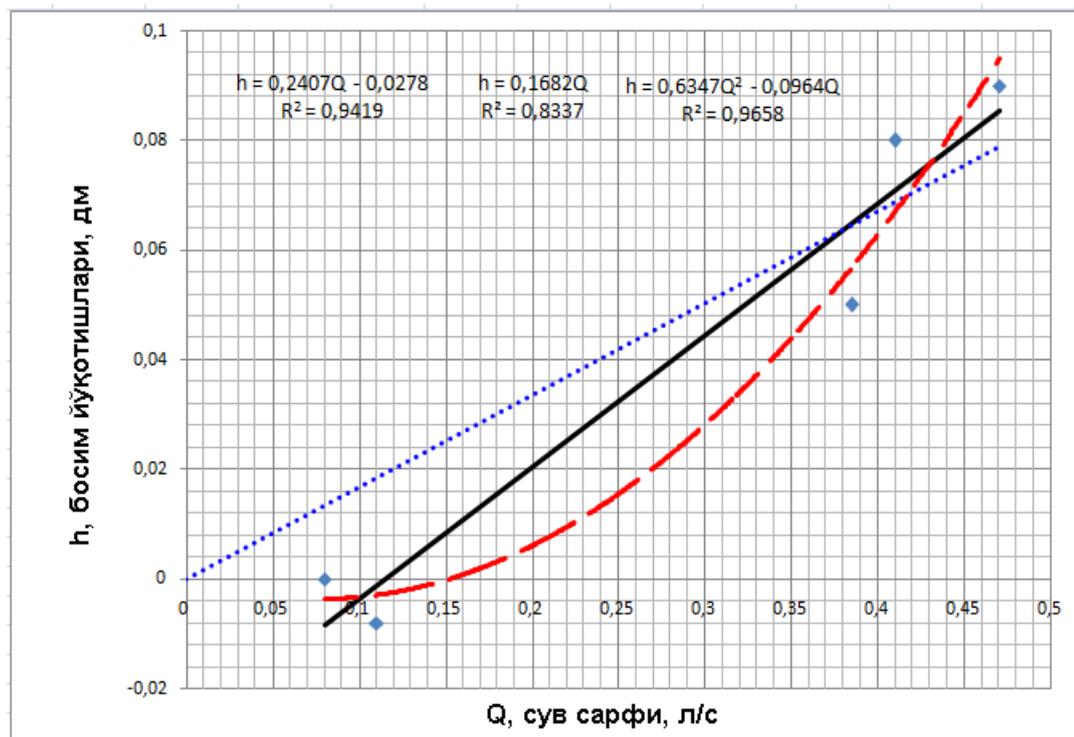
Ўтказилган тажриба тадқиқотлари натижалари бўйича гидравлик қаршилиқлар қийматининг ўзгариши сув сарфи қийматларига эмпирик боғлиқлиги 2, 3, 4, 5 расмларда келтирилган:



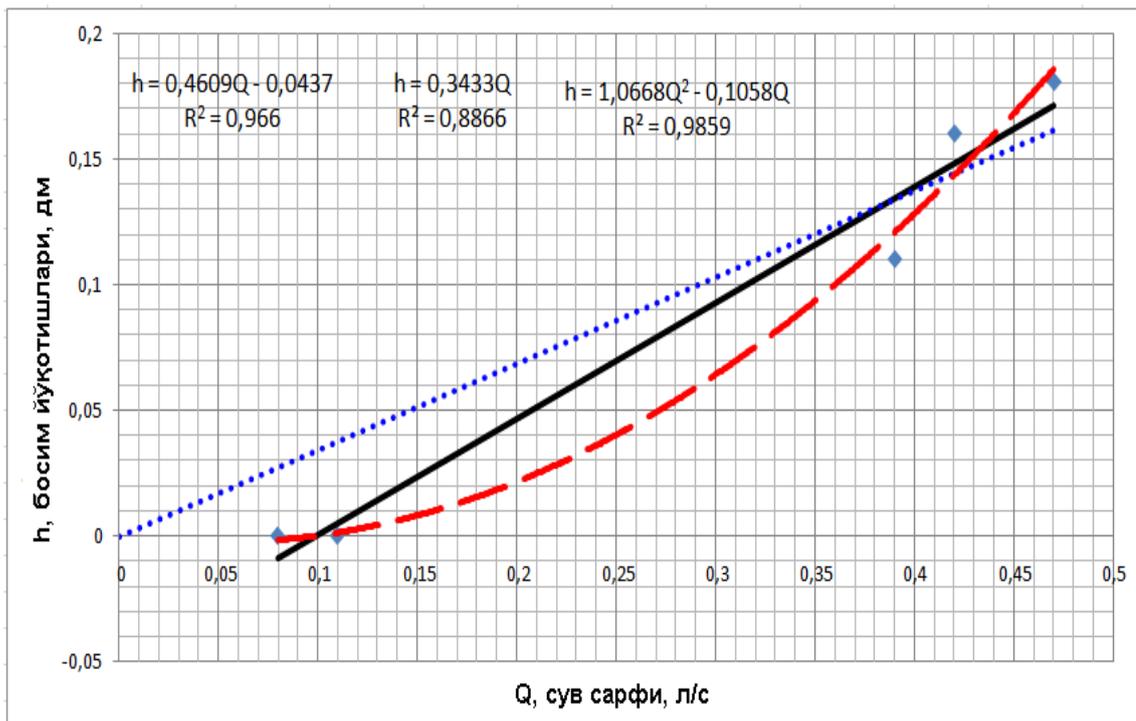
2-расм. Қувур ўтказгич узунлиги бўйича маҳаллий йўқотишлар



3-расм. Вентилдаги ишқаланишга кетган напор йўқотилиши



4-расм. Қувур бирданига кенгайганидаги напорнинг маҳаллий йўқотилиши



5-расм. Қувур бирданига торайганидаги напорнинг маҳаллий йўқотилиши

2, 3, 4, 5 расмларнинг тахлили бўйича эмпирик боғлиқликларнинг кўриниши:

- Қувур ўтказгич узунлиги бўйича гидравлик қаршиликлар учун:

$h = 1,4019 Q - 0,4095,$	$R^2 = 0,9800$
$h = 1,1130 Q,$	$R^2 = 0,9323$
$h = 0,5995 Q^2 + 0,2174 Q,$	$R^2 = 0,9868$
- Вентил учун:

$h = 0,6147 Q - 0,0464, Q > 0,0754,$	$R^2 = 0,9168$
$h = 0,4915 Q,$	$R^2 = 0,8703$
$h = 1,4608 Q^2 - 0,1235 Q,$	$R^2 = 0,9691$
- Қувур ўтказгичнинг бирданига кенгайиш жойи учун:

$h = 0,2407 Q - 0,0278, Q > 0,1155,$	$R^2 = 0,9419$
$h = 0,1682 Q,$	$R^2 = 0,8337$
$h = 0,6347 Q^2 - 0,0964 Q,$	$R^2 = 0,9658$
- Қувур ўтказгичнинг бирданига торайиш жойи учун:

$h = 0,4609 Q - 0,0437, Q > 0,0948,$	$R^2 = 0,9660$
$h = 0,3433 Q,$	$R^2 = 0,8866$
$h = 1,0668 Q^2 - 0,1058 Q,$	$R^2 = 0,9859$

бу ерда, R^2 – корреляция коэффиценти.

Келтирилган ҳолатларда тақсимлаш қонуни квадрат даражали боғлиқлик кўринишида бўлди. Тадқиқот натижаларининг корреляцияси нисбатан юқори бўлди ва келтирилган боғлиқликлар учун аппроксимация ҳақиқий катталиги 0,83 дан 0,98 оралиғида ўзгариб турди.

Бешинчи “Насос станциялар металл қувурлари ва бетон конструкцияларининг биологик коррозияси” деб номланган бобида дала кўзатув изланишлари ва лаборатория тахлил натижалари келтирилган бўлиб,

улар насос станцияларининг напорли қувур ўтказгичлари ва темир бетон конструкцияларининг биокоррозияли емирилишини ва бузилишини кўрсатади.

Муаллақ чўкиндиларнинг ҳаракатини ўрганиш шуни кўрсатди, сув оқимининг компонентлари таркибида абразив материаллар мавжуд эмас, чунки диаметри 0,01 мм дан юқори бўлган қумли материаллар насос станциясининг аванкамерасида чўкиб қолади, шунинг учун пўлат қувур ўтказгичнинг бутун ички юзасининг тўлиқ емирилиши кўзатилмади.

Тадқиқотнинг объекти бўлиб, қувур ўтказгичнинг алоҳида участкаларидан, яъни, сурувчи қувур ва отстойникдан олинган лойқа, қум, занг ва сув намуналари хизмат қилди. Назорат сифатида келаётган каналдан станцияга тушадиган сув хизмат қилди. Микробиологик таҳлил умум қабул қилинган тадқиқотларнинг классик усулларида ўтказилган. Лаборатория кўзатув ишларида коррозия жараёнида қатнашадиган микроорганизмларнинг физиологик фаол гуруҳини аниқлаш учун қуйидаги озукавий муҳитлар ишлатилди:

- 1) микроорганизмларни сапрофит шакли учун балиқли гидролизат;
- 2) кислота ҳосил қилувчи микроорганизмларни аниқлаш учун глюкоза-минералли муҳит;
- 3) денитрификацияловчи бактерияларни аниқлаш учун Гильтай муҳити;
- 4) нитрификацияловчи бактериялар учун Виноградский муҳити;
- 5) мицелиал замбуруғлар учун Чапека муҳити;
- 6) темир-оксидловчи бактериялар учун 9К муҳити;
- 7) сульфатни қайта тикловчи бактериялар учун муҳит.

Суюқ намуналарнинг рН қиймати 6,8-7,2, қаттиқ намуналарнинг намлиги 10-20%, хлоридлар таркибда бўлиши 100 г қумда 60 мг гача ташкил этади.

Лаборатория таҳлиллари натижасида намуналарнинг кўпчилигида барча кўрсатилган гуруҳлардаги микроорганизмлар аниқланган. Энг кўп тарқалганлари эса кислота ҳосил қилувчи, денитрификацияловчи ва нитрификацияловчи бактериялардир. Сапрофитларнинг умумий сони 10^5 - 10^6 кл/мл, сув намуналарида кислота ҳосил қилувчилар эса 10^2 - 10^3 кл/мл ва қаттиқ намуналарда 10^4 - 10^5 кл/г ташкил этиб, тадқиқот қилинаётган объектларда микробли коррозия жараёнларининг содир бўлаётганлигини исботлади.

Ўтказилган тадқиқотлар “Шеробод” насос станцияси гидротехник иншоотларини, жумладан, станция биноси ва бино фундаменти иншоотининг мустаҳкамлиги ва қаттиқлигига хавф туғдирувчи агрессив таъсирларга учраётганини кўрсатди. Шунга кўра, тўғри тадбирларни танлаш фақат бетондаги кимёвий жараёнлар жойини чўқур ўрганишдан кейин аниқ бўлиши мумкин.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида шикастланган бетоннинг асосий қисми (78%) кальций ва магний карбонат ангидридидан ташкил этиши аниқланди. Бетон таркибида гипснинг кам бўлиши бетоннинг емирилиши олтингугурт натрийли тузидан бўлмаганлигини кўрсатди. Бетонда ёриқлар ҳосил бўлиши ва емирилиши бетондан сув ёрдамида оҳак ва магнезияни

чиқариб олиш мумкин эмаслигини тушунтиради. Бу фақат карбонат ангидрид кислотасини карбонатларга таъсир этиш орқали сувда эрийдиган карбонат ангидридли оҳак олинади. Бетоннинг емирилиши ер ости суви таркибидаги карбонат ангидрид кислотаси таъсирида бўлмаслигини тушунтиради. Бетоннинг бу ҳолати учун бетоннинг емирилиш сабабини сув билан бирлашганда кристаллашадиган сульфоалюминат кальций, ёки “цемент бацилласи” деб номланадиган ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 + 3\text{OH}_2\text{O}$) бирикмадан қидириш керак, у сув билан бирикганда ўзининг ҳажмини 32 баробар оширади. Бу тахминлар кимёвий таҳлиллар ўтказиш натижасида тасдиқланди, бу эса бетон таркибида уларнинг цементга кўра 1,9 дан 5,9% оралиғида сульфат ангидриднинг мавжудлигини тасдиқлади, бинобарин портландцемент учун сульфат ангидриднинг максимал миқдори 2,5% дан ошмаслиги керак.

ХУЛОСАЛАР

“Гидравлический расчёт трубопроводов насосных станций в условиях подачи воды со взвешенными наносами” мавзуси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Цилиндрик қувурдаги оқимнинг барқарор текис ҳаракати тенгламаси асосида сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракати шароитида напор йўқолишини аниқлашга имкон берадиган боғлиқлик ифодаси олинди. Бу аналитик ифода напорли қувурнинг ишчи характеристикасини ўзгаришини аниқлаш имкониятини яратди.

2. Барқарор текис ҳаракатнинг асосий тенгламасини қўллаш асосида сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмасининг напорли қувурдаги гидравлик қаршилик ўзгаришининг сув сарфи ва чўкиндилар концентрацияси ўзгаришига нисбатан боғлиқлик $h = F(f, \rho, Q)$ қонунияти олинди. Бу қонуниятни амалиётда босимли қувурларда сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракати шароитида қўллаш мумкинлиги тасдиқланди.

3. Лаборатория тажрибаларининг натижалари асосида гидравлик қаршиликлар қиймати ўзгаришининг сув сарфи қийматига нисбатан қўйидаги кўринишлардаги эмпирик боғлиқликлари олинди:

- Вентиль учун:

$h = 0,6147 Q - 0,0464, Q > 0,0754,$	$R^2 = 0,9168$
$h = 0,4915 Q,$	$R^2 = 0,8703$
$h = 1,4608 Q^2 - 0,1235 Q,$	$R^2 = 0,9691$
- Қувур ўтказгичнинг бирданига кенгайган участкаси учун:

$h = 0,2407 Q - 0,0278, Q > 0,1155,$	$R^2 = 0,9419$
$h = 0,1682 Q,$	$R^2 = 0,8337$
$h = 0,6347 Q^2 - 0,0964 Q,$	$R^2 = 0,9658$
- Қувур ўтказгичнинг бирданига тораядиган участкаси учун:

$h = 0,4609 Q - 0,0437, Q > 0,0948,$	$R^2 = 0,9660$
$h = 0,3433 Q,$	$R^2 = 0,8866$
$h = 1,0668 Q^2 - 0,1058 Q,$	$R^2 = 0,9859$

Бу эмпирик боғлиқлик ифодалар лойқали сув оқимлари учун напорли қувурларда гидравлик қаршиликни аниқлаш имкониятини берди.

4. Қувурларнинг ички қисмидан олинган намуналарда ўтказилган микробиологик изланишлар натижасида темир кемирувчи "Callionella" ва "Sperotilus" туридаги бактериялар ҳамда "Aspergillus" туридаги кислота ҳосил қилувчи замбуруғлар мавжудлиги аниқланиб, напорли қувурларни биологик коррозиядан химоя қилишнинг катодли химоялаш усулини қўллаш таклиф этилди. Катодли химоялаш усулини дала кўзатув шароитида напорли қувурларда қўллаганда биологик коррозиянинг тезлигини сезиларли даражада камайтириш имконини берди.

5. Насос станцияларининг напорли қувурларида биоген элементларнинг чўкма ҳосил қилиш динамикасининг гидравлик модели яратилди ва бу эса напорли қувурларда қувур узунлиги бўйича тақсимланган чўкиндиларнинг қатлам қалинлигини аниқлаш имкониятини беради.

6. Тадқиқот натижалари сув ва муаллақ чўкиндилар аралашмаси ҳаракати шароитида ишлайдиган напорли қувурларнинг хавфсиз, самарали ишлашини таъминлаш ҳамда экологик ва иқтисодий хавфнинг олдини олиш имкониятини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И
ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ**

УТЕМУРАТОВ МАХСЕТ МАРАТОВИЧ

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСНЫХ
СТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПОДАЧИ СМЕСИ ВОДЫ СО
ВЗВЕШЕННЫМИ НАНОСАМИ**

05.09.07- Гидравлика и инженерная гидрология

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

Ташкент – 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.1.PhD/Т.134.

Диссертация выполнена в Научно–исследовательском институте Иригации и водных проблем.

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

Научный руководитель:

Махмудов Илхомжон Эрназарович
доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Гловацкий Олег Яковлевич
доктор технических наук, профессор.

Рахимов Кудратжон Тошботирович
доктор философии по техническим наукам (PhD)

Ведущая организация:

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Защита диссертации состоится «___» _____ 2018 года в ___ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.Т.10.02 при Ташкентском институте инженеров иригации и механизации сельского хозяйства (Адрес: 100000, Ташкент, Кари-Ниязий, 39. тел./факс: тел.: (99871) 237-22-67; 237-22-09, факс: (99871) 237-54-79; e-mail: admin@tiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров иригации и механизации сельского хозяйства (зарегистрировано № _____). Адрес: 100000, Ташкент, Кари-Ниязий, 39. тел (99871) 237-22-67.

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2018 года.

(реестр протокола рассылки № ___ от «___» _____ 2018 года).

Т.З.Султанов

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

А.А.Янгиев

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

А.М.Арифжанов

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, важными вопросами считаются: определение значений гидравлического сопротивления, возникающих при напорном движении смеси воды и взвешенных наносов; создание методов усовершенствования гидравлического моделирования динамики отложения биогенных элементов. В связи с этим, определение процесса формирования наносов по длине трубопровода, а также, усовершенствование метода расчета гидравлических сопротивлений аналитическими уравнениями имеет особое значение. По данному направлению в США, Германии, России, Китае и других экономически-развитых странах, особое внимание уделяется проектированию насосных станций работающих в условиях подачи воды с взвешенными наносами и уменьшению влияния на них взвешенных наносов потока в целях обеспечения безопасной работы.

В мире особое значение имеет проведение целевых научно-исследовательских работ, направленных на разработку научно-обоснованных методов определения гидравлических сопротивлений в напорных трубопроводах насосных станций в условиях подачи воды со взвешенными наносами и усовершенствования гидравлической модели отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах. В этой связи, одной из важных задач является проведение научных исследований по определению толщины отложений по длине трубопровода и совершенствованию методов их расчета аналитическими уравнениями. Вместе с этим, необходимыми задачами являются расчет значений гидравлического сопротивления, влияющего на трение напорных трубопроводов при движении смеси воды и взвешенных наносов, расчет величины потерь напора при движении потока воды с взвешенными наносами на основе уравнений установившегося равномерного напорного движения жидкости в водоводе, обоснование влияния отложений во внутренней части трубопроводов на развитие биокоррозионных процессов.

На сегодняшний день в республике осуществляются широкие комплексные мероприятия по использованию современных компьютерных технологий для обеспечивающих эффективное использование водных ресурсов, гидротехнических сооружений и надежность напорных трубопроводов насосных станций, по предотвращению биологической коррозии, обусловленную отложением биогенных элементов и определению гидравлических сопротивлений с учетом концентрации наносов в трубопроводах. В стратегии действий по развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в частности определены задачи по "... развитию мелиоративных и ирригационных объектов для повышения конкурентоспособности национальной экономики"¹. Осуществление этих мероприятий, в том числе определение гидравлических сопротивлений в условиях подачи воды со взвешенными наносами и научные изыскания по

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. УП-4947 "О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан".

совершенствованию гидравлического моделирования динамики отложения биогенных элементов играют важную роль.

Данное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 2 мая 2017 года ПП-2947 «О программе мер по дальнейшему развитию гидроэнергетики на 2017-2021 годы» и в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 25 сентября 2017 года ПП-3286 «О мерах по дальнейшему совершенствованию систем охраны водных объектов» и других нормативно-правовых документов, касающихся данной 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 защита окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Вопросы установившегося движения потока воды со взвешенными наносами в естественных водотоках достаточно подробно рассмотрены в работах А.М. Арифжанова, К.Ш. Латипова, Ж.Ф. Файзуллаева, А.А. Хамидова, С.И. Худайкулова и др. Исследованиями посвященным проблемам негативного влияния взвешенных частиц на функционирование основных сооружений насосной станции - насосного агрегата и трубопроводов и в целом на их производительность занимались М.Р. Бакиев, М.А. Мамажанов, М.М. Мухаммадиев, О.Я. Гловацкий, Р.А. Очилов, Ш.Х. Рахимов и другие учёные.

Вопрос построения системы гидродинамических уравнений взвесенесущего потока в многокомпонентной фазе рассмотрен в трудах Ф.И. Франкль, Г.И. Рабенבלата и других учёных. Исследованиями по оценке влияния смеси воды и взвешенных частиц в многокомпонентной фазе в напорной системе на величину местных гидравлических сопротивлений и на трение, занимались Х.А. Рахматуллин, Н. Rouse, S. Ince, С.Л. Сьянов, С.Н. Харламов и в известной степени были достигнуты определенные результаты.

На сегодняшний день недостаточно изучены такие проблемы как, определение изменения величины гидравлического сопротивления при движении потока воды с взвешенными наносами в напорных трубопроводах насосных станций, разработка зависимости гидравлического сопротивления от изменения расхода воды и концентрации наносов для определения потери напора, по результатам микробиологических исследований установление наличия микроорганизмов в отложениях во внутренней части трубопроводов, способствующие развитию биологической коррозии, разработка практических рекомендаций по устранению основных источников биологических коррозий в целях уменьшения затрат на реконструкцию трубопроводов, разработка гидравлической модели динамики отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах насосных станций и

проведение сопоставления результатов натуральных и численных экспериментов и с учетом этого, разработка рекомендаций и применение их в производственной практике.

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках реализации проектов в 2003-2005 годы за №13.88 «Разработка научно-методических основ безопасной эксплуатации водных объектов» и в 2012-2014 годы за №А7-ФА-1-15518 «Разработка научно-методических основ устойчивого водообеспечения Республики Узбекистан в условиях обострения водохозяйственной обстановки на трансграничной реке Амударья» в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем.

Целью исследования является усовершенствование гидравлического расчета напорных трубопроводов в условиях подачи воды с взвешенными наносами.

Задачи исследований:

совершенствование методов расчета значений гидравлического сопротивления, влияющего на трение напорных трубопроводов при движении смеси воды и взвешенных наносов;

совершенствование методов расчета величин потерь напора при движении потока воды с взвешенными наносами на основе уравнений установившегося равномерного напорного движения жидкости в напорном водоводе;

обоснование влияния отложений во внутренней части трубопроводов на развитие биокоррозионных процессов;

создание гидравлической модели динамики отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах насосных станций;

оценка величины толщины наносов по длине трубопроводов на основе созданной модели.

Объектом исследований являются напорные трубопроводы насосных станций «Аму-Занг-2», «Бабатаг» и «Шерабад», расположенные в Жаркурганском и Кумкурганском районах Сурхандарьинской области.

Предметом исследований являются: транспортируемая смесь воды и взвешенных наносов в напорных трубопроводах насосных станций, гидравлические сопротивления, обусловленные движением смеси, разрушение (коррозия) стенок трубопроводов, вследствие влияния биологических веществ.

Методы исследования. В процессе исследований были использованы экспериментальные методы, методы полевого наблюдения, а также общепринятые методы в гидравлике, методы составления математических моделей на основе законов гидромеханики и их численных расчетов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствован метод определения значений гидравлического сопротивления, влияющего на трение напорных трубопроводов при движении смеси воды и взвешенных наносов на основе эмпирических уравнений;

усовершенствован метод расчета величин потерь напора при движении потока воды с взвешенными наносами на основе уравнения установившегося равномерного движения жидкости в напорном водоводе;

усовершенствована гидравлическая модель динамики отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах на основе гидродинамических уравнений массы наносов;

усовершенствован метод расчета толщины наносов по длине трубопровода на основе теории конвективной диффузии.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

создана возможность расчёта значений гидравлического сопротивления и потерь напора при движении потока воды с взвешенными наносами;

создана возможность определения толщины отложений наносов по длине трубопровода;

создана возможность получения графических зависимостей между потерями напора и расходом смеси воды с взвешенными наносами в напорных трубопроводах;

разработана гидравлическая модель динамики отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах насосных станций.

Достоверность результатов исследований. Достоверность результатов исследований обоснована классическими методами гидравлики, а также использованием методов математической статистики при проведении анализов экспериментов, полученными численными решениями гидравлических уравнений и гидравлической модели с использованием натуральных параметров напорных трубопроводов насосных станций “Аму-Занг-2”, “Бабатаг” и “Шерабад” и внедрением результатов исследований в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследований заключается в определении значений потерь напора на основе применения основного уравнения установившегося равномерного движения потока смеси воды и взвешенных частиц в цилиндрической трубе и уравнений зависимостей для расчета гидравлического сопротивления в зависимости от изменения расхода воды и концентрации мутного потока, а также в разработке гидравлической модели динамики отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах насосных станций, такие исследования позволяют повысить надежность эксплуатации напорных трубопроводов насосных станций.

Практическая значимость результатов лабораторных исследований заключается в определении эмпирических зависимостей изменения величины гидравлических сопротивлений от расхода воды, а также в определении наличия кислотообразующих и железоядных бактерий на основе проведенных микробиологических исследований на пробах взятых из внутренней части трубопровода и разработке практических рекомендаций по устранению основных очагов биологической коррозии в целях сокращения расходов связанных с реконструкцией напорных трубопроводов, в результате которого повышается экономическая эффективность за счет уменьшения расходов на реконструкцию напорных трубопроводов.

Внедрение результатов исследований. На основе применения основного уравнения установившегося равномерного движения потока смеси воды и мелких частиц в напорных трубопроводах насосных станций:

внедрен усовершенствованный метод гидравлического расчета для определения величин гидравлических сопротивлений при движении смеси воды и взвешенных наносов при расчёте напорных трубопроводов насосных станций «Аму-Занг-2», «Бабатаг» и «Шерабад» Аму-Сурханского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве сельского и водного хозяйства (справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-193 от 2 апреля 2018 года). Результаты научных исследований дали возможность определить рабочий напор напорных трубопроводов насосных станций;

внедрен усовершенствованный метод гидравлического расчета, позволяющего определить толщину отложения биогенных элементов на основе разработанного гидравлического моделирования при расчёте напорных трубопроводов насосных станций «Аму-Занг-2», «Бабатаг» и «Шерабад» Аму-Сурханского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве сельского и водного хозяйства (справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-193 от 2 апреля 2018 года). В результате достигнута возможность определения толщины отложения биогенных элементов по длине трубопровода;

внедрен метод катодной защиты от биологической коррозии напорных трубопроводов насосных станций «Аму-Занг-2», «Бабатаг» и «Шерабад» Аму-Сурханского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве сельского и водного хозяйства (справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-193 от 2 апреля 2018 года). В результате научных исследований достигнута возможность уменьшения скорости биологической коррозии на 95%.

Апробация результатов исследований. Результаты исследований были обсуждены на 2 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликованы 14 научных статей, из них в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан по защите диссертации доктора философии (PhD) - 6 статей, в том числе, 5 - в республиканских и 1 - в зарубежном журнале.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 129 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследований, определено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены перечень внедрений в практику результатов исследований, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе «Обзор работ, посвященных исследованию функционирования гидротехнических сооружений насосных станций» дается подробный анализ научной литературы по освещению указанной проблемы. Имеются частные решения задачи транспорта наносов и деформации русла с использованием одномерного уравнения Сен Венана (С.Х. Абальянц, А.Б. Бегматов, И.Б. Бегимов, Э.Ж. Махмудов, Ш.Х. Рахимов и др.). Установившееся движение потока воды со взвешенными наносами в естественных водотоках достаточно подробно рассмотрено в работах А.М. Арифжанова, К.Ш. Латипова, Ж.Ф. Файзуллаева, А.А. Хамидова, С.И. Худайкулова и др., где составлены аналитические выражения для установления гидравлических характеристик взвесенесущего потока воды.

Гидравлическое функционирование аванкамеры насосных станций нашло свое отражение в исследованиях О.Я. Гловацкого и М.А. Мамажанова, где наряду с моделированием процесса движения взвесенесущего потока предложен ряд конструктивных решений, способствующих повышению условий подачи воды к водоприемнику. М.А. Мамажанов приводит результаты натурного обследования функционирования аванкамеры насосной станции Туракурган-2 в Наманганской области.

В известных учебниках по гидравлике, насосам и насосным станциям дается описание схемы гидравлического расчета всасывающей трубы насоса.

Между тем в научной литературе недостаточно уделено вопросу определения изменений величины гидравлического сопротивления в трубопроводах насосных станций. Этот вопрос очень важен, так как, наличие в составе перекачиваемой воды взвешенных наносов приводит к увеличению гидравлического сопротивления, что способствует уменьшению напора и подачи насоса.

Во второй главе «Эксплуатация насосных станций в условиях подъема воды, содержащей взвешенные наносы» на основе анализа фондовых материалов и литературных источников изучены гидрологические условия водных источников, осуществляющих водозабор в насосные станции. Гидрологические особенности рек - основных источников забора воды насосными станциями достаточно подробно изложены в работах Г.И. Баренблатт, М.Р. Бакиева, Н.В. Бернацкой, М.А. Великанова, В.Н. Гончарова, А.Н. Гостунского, К.В. Гришанина, А.М. Мухамедова и др. В работах М.Р. Бакиева, О.Я. Гловацкого, Р.А. Очилова, И.Ф. Беглова,

Ю.А. Ибад-заде, Т.В. Колесниковой, М.А. Мамажанова, М.М. Мухаммадиева и др. сделан анализ условий функционирования основных сооружений насосной станции: подводящего канала, аванкамеры и водоприемника при транспортировке воды с большим содержанием взвешенных наносов. По данным этих работ установлено, что из 7354 шт. насосных станций внутрихозяйственной системы 5546 шт. перекачивали воду рек Амударья и Зарафшана, которые в большом количестве содержат взвешенные наносы. Было установлено, что самое большое количество взвешенных наносов осаждаются в аванкамерах и водоприемниках. Это обусловило снижение их пропускной способности, что в свою очередь привело к образованию воздушной воронки, снижению производительности насосной станции и проявлению кавитации насосного агрегата.

Изучением фондовых материалов Государственной инспекции «Госводхознадзора» и научных работ М.Р. Бакиева, М.А. Мамажанова, М.М. Мухаммадиева, и др. выявлено, что если до насосного агрегата осаждаются взвешенные наносы диаметром частиц более 0,01 мм, то частицы диаметром менее 0,01 мм через проточные части попадают в напорные трубопроводы и далее в напорный бассейн. Результаты исследований негативного влияния взвешенных частиц на функционирование основных сооружений насосной станции - насосного агрегата и трубопроводов и в целом на его производительность достаточно подробно изложены в трудах О.Я. Гловацкого, М.А. Мамажанова, Р.А. Очилова, Ш.Х. Рахимова и др. Согласно им становится очевидным, что наличие в составе воды взвешенных наносов служит серьезным фактором, приводящим к снижению надежности функционирования насосных станций. Вместе с тем остаются не изученными факторы снижения надежности эксплуатации насосных станций вследствие нарушения гидравлического функционирования напорных трубопроводов.

В третьей главе «Потери напора на трение при напорном движении смеси воды и взвешенных наносов» рассмотрено влияние сил трения при движении потока воды с взвешенными наносами. Были приняты условия, при которых продольное касательное напряжение трения со стороны потока смеси воды и взвешенных наносов к стенкам трубопровода постоянное $\tau_0 = const$ вдоль смоченного периметра трубы.

В напорном трубопроводе рассматривается движение дисперсной смеси с вязкостью $\mu_{см}$; плотностью $\rho_{см}$; средней скоростью $V_{см}$. При этом

$$\mu_{см} = f_1\mu_1 + f_2\mu_2; \rho_{см} = \rho_1 + \rho_2; \rho_n = \rho_{n_i} f_n,$$

где: f_n и ρ_{n_i} - концентрация и истинные плотности фаз.

Касательное напряжение, обусловленное трением смеси состоит из отдельных касательных напряжений, составляющих фазы смеси вдоль стенки трубы $\tau_o = \tau_{o1} + \tau_{o2}$.

Для равномерного движения смеси средние скорости движения воды V_1 и взвешенных частиц V_2 , а также смеси V постоянны вдоль трубы. Тогда можно считать, что

$$\left[\alpha_1 \frac{\rho_1 V_1^2}{2} + \alpha_2 \frac{\rho_2 V_2^2}{2} \right]_I = \left[\alpha_1 \frac{\rho_1 V_1^2}{2} + \alpha_2 \frac{\rho_2 V_2^2}{2} \right]_{II} \quad (1)$$

где α_1 и α_2 (α_k всегда >1)- коэффициенты кинетической энергии (коэффициенты Кориолиса) - поправочные коэффициенты, учитывающие неравномерность распределения скоростей движения воды и взвеси, соответственно; ρ_1 и ρ_2 - приведенные плотности воды и наносов, соответственно; V_1 и V_2 - средние скорости движения воды и наносов соответственно.

Пользуясь известной схемой расчета равномерного напорного движения потока, для средней скорости смеси записываем

$$V_{см} = \frac{V_1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} V_2}{1 + \hat{\rho} \frac{f_2}{f_1}}, \quad \hat{\rho} = \frac{\rho_{2i}}{\rho_{1i}}. \quad (2)$$

Теперь рассмотрим турбулентное движение смеси, для которого касательное напряжение смеси имеет вид:

$$\tau_{см} = \rho_{см} L_T^2 \left(\frac{dV_{см}}{dr} \right)^2, \quad (3)$$

где $L_T = \phi \sqrt{\frac{r}{R_0}} (R_0 - r)$. Учитывая сильное воздействие инерционной силы, имеем следующее уравнение для определения средней скорости смеси в трубе:

$$\rho_{см} \phi^2 (R_0 - r)^2 \frac{r}{R_0} \left(\frac{dV_{см}}{dr} \right)^2 = \frac{\rho_{см} g r J R_0}{2}, \quad (4)$$

где ϕ - коэффициент Кармана, здесь $\phi = F \cdot \phi_0$.

$$F = \left(\frac{1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} \frac{V_{20}^2}{V_{10}^2}}{1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} \frac{Q_2^2}{Q_1^2}} \right)^{1/2}, \quad (5)$$

Для воды $\phi_0 = 0.4$. Переводя в безразмерный вид, имеем:

$$\frac{d\hat{V}_{см}}{d\hat{r}} = \frac{1}{2\phi} \sqrt{\frac{J}{Fr}} \cdot \frac{1}{1 - \hat{r}}.$$

Интегрируя, получим

$$\hat{V}_{см} = \frac{1}{2\phi} \sqrt{\frac{J}{Fr}} \ln(1 - \hat{r}). \quad (6)$$

Уравнение для определения границы между двумя потоками с различными характерами движения примет вид

$$1 - \hat{r}_* = \exp \left[\frac{2\phi \text{Re}_{см}}{16} \sqrt{\frac{J}{Fr}} \right]_0 (1 - \hat{r}_*^2) \quad (7)$$

Потери напора на трение в горизонтальной трубе при турбулентном движении смеси с мелкими наносами определяются следующим образом:

$$h_{mp} = \frac{\zeta_0}{2g} \left[V_1 + \frac{1-f_1}{f_1} V_2 \right]^2 - \left[\left(V_2 + \frac{f_2}{f_1} V_1 \right) \right]^2 \quad (8)$$

Тогда местные потери напора определяют по выражению:

$$h_m = \zeta_m \cdot \frac{h_{mp}}{\zeta_{mp}} \quad (9)$$

Изменение полного напора насосного агрегата, исходя из $J = \frac{dH}{dl}$, определяется равенством

$$\frac{dH}{dl} = - \frac{d}{dl} \left(Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha_1^* V_1^2 + \alpha_2^* V_2^2}{2g} \right) \quad (10)$$

Для численного решения уравнения (10) разработана программа, а для ее реализации использованы натурные измеренные величины на насосных станциях, перекачивающие воду с большим содержанием взвешенных наносов. По результатам расчетов построены графики зависимости потери напора в зависимости от расхода воды и концентрации смеси воды и взвешенных наносов (рис.1).

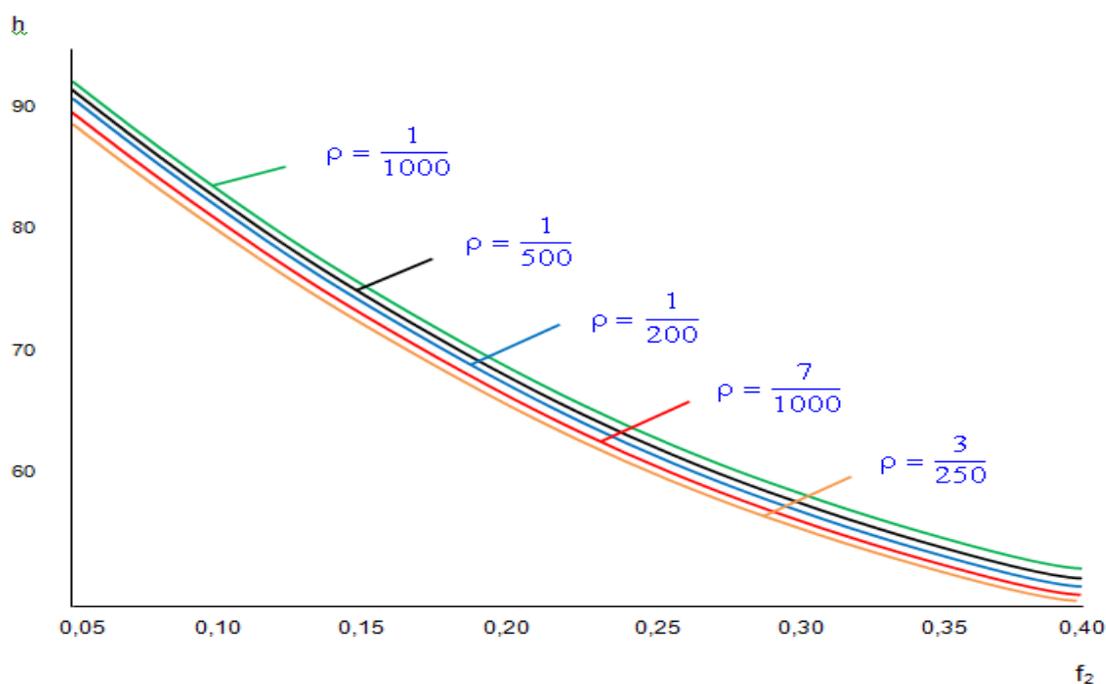


Рис. 1. График изменения потерь напора при различных концентрациях смеси

В четвертой главе «Лабораторные исследования по определению потерь напора при движении смеси воды и взвешенных наносов» анализируются результаты исследований по проверке достоверности полученных теоретических зависимостей определения потерь напора в трубопроводах и изучению характера изменения потерь напора на характерных участках трубопроводов для условий чистого и мутного водных потоков.

Для осуществления поставленной цели с учетом имеющихся гидравлических установок на стендовых моделях проведены эксперименты. Экспериментальная установка расположена в гидравлической лаборатории кафедры «Гидравлика и гидроэнергетика» Ташкентского государственного технического университета имени И.А.Каримова. Лабораторное изучение вопроса определения гидравлических потерь на разных участках напорного трубопровода сводится к постановке многофакторного эксперимента.

С целью выяснения общей картины изменения напора на различных участках напорного трубопровода для условий чистого и мутного потоков проведено шесть серий опытов.

Каждая серия включала как минимум 4 опыта, различающихся величиной расхода, подаваемого на модельную установку. Величины расходов были следующими: $Q_1 = Q_{\max}$; $Q_2 = 0,6Q_{\max}$; $Q_3 = 0,3Q_{\max}$; $Q_4 = Q_{\min}$.

По результатам проведенных экспериментальных исследований были получены эмпирические зависимости изменения величины гидравлических сопротивлений от величины расхода воды (рис. 2, 3, 4, 5).

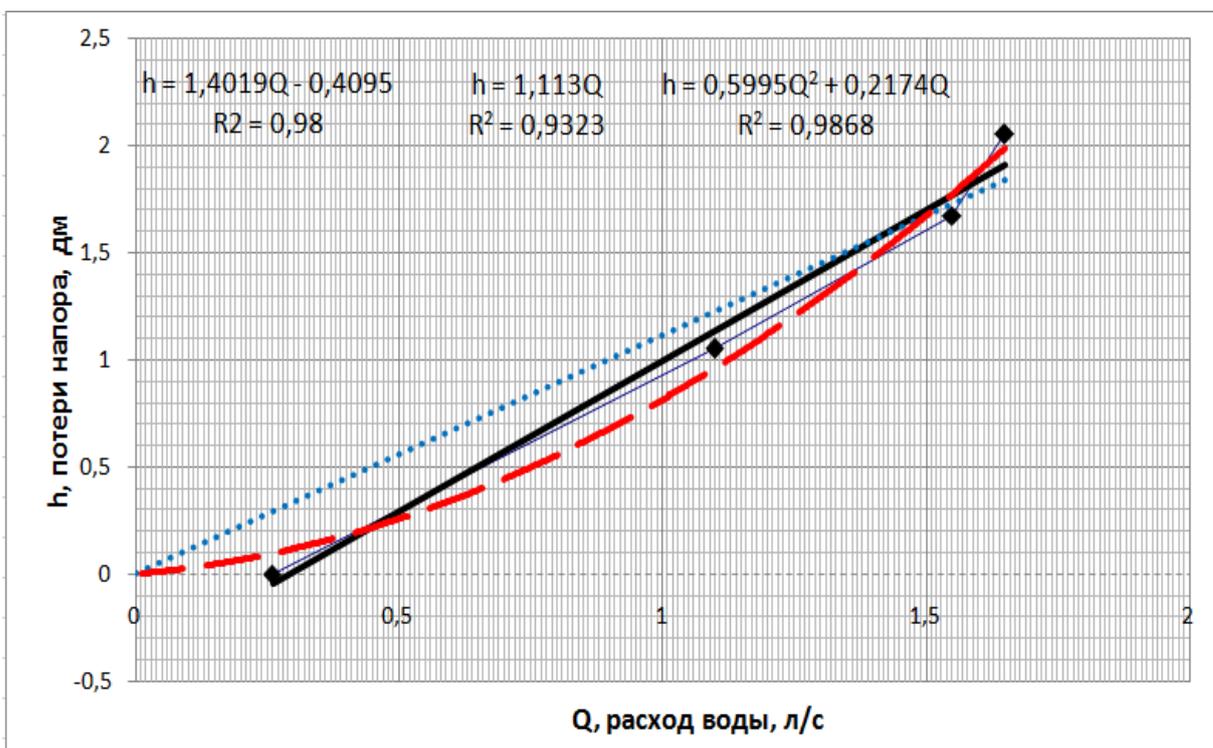


Рис. 2. Местные потери напора на трение по длине трубопровода

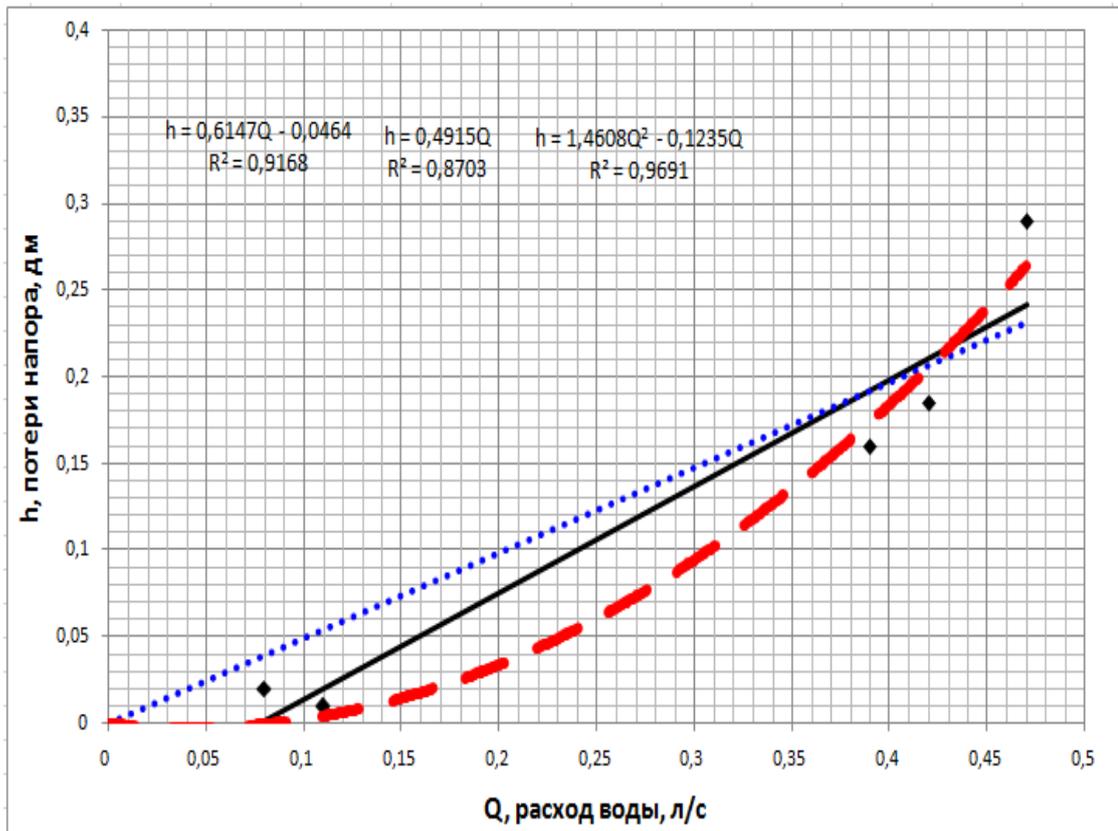


Рис. 3. Местные потери напора на вентиле

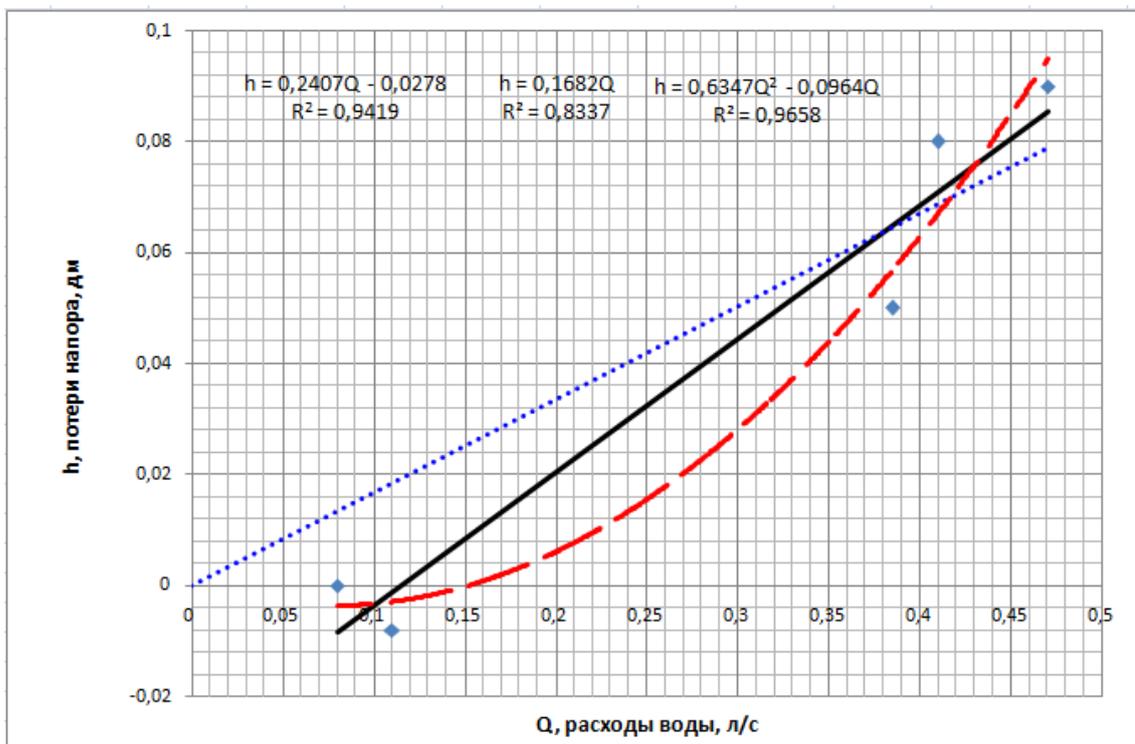


Рис. 4. Местные потери напора при резком расширении трубы

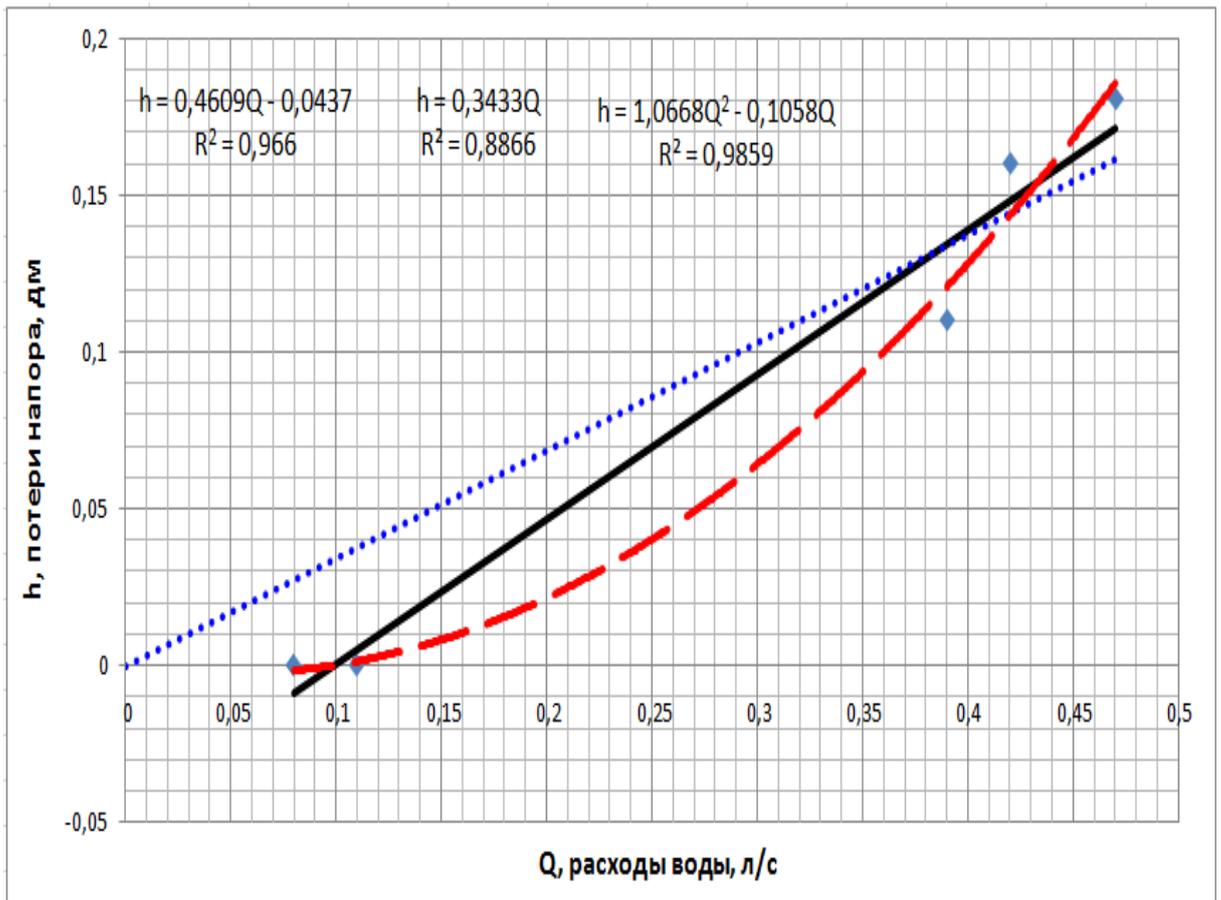


Рис. 5. Местные потери напора при резком сужении трубы

Эмпирические зависимости по анализу рис. 2, 3, 4, 5 имеют следующий вид:

- Для гидравлических сопротивлений по длине трубопровода:

$h = 1,4019 Q - 0,4095,$	$R^2 = 0,9800$
$h = 1,1130 Q,$	$R^2 = 0,9323$
$h = 0,5995 Q^2 + 0,2174 Q,$	$R^2 = 0,9868$
- Для вентиля:

$h = 0,6147 Q - 0,0464,$ для $Q > 0,0754,$	$R^2 = 0,9168$
$h = 0,4915 Q,$	$R^2 = 0,8703$
$h = 1,4608 Q^2 - 0,1235 Q,$	$R^2 = 0,9691$
- Для участка резкого расширения трубопровода:

$h = 0,2407 Q - 0,0278,$ для $Q > 0,1155,$	$R^2 = 0,9419$
$h = 0,1682 Q,$	$R^2 = 0,8337$
$h = 0,6347 Q^2 - 0,0964 Q,$	$R^2 = 0,9658$
- Для участка резкого сужения трубопровода:

$h = 0,4609 Q - 0,0437,$ для $Q > 0,0948,$	$R^2 = 0,9660$
$h = 0,3433 Q,$	$R^2 = 0,8866$
$h = 1,0668 Q^2 - 0,1058 Q,$	$R^2 = 0,9859$

где: R^2 - корреляционный коэффициент

В данных случаях закон распределения имел зависимость квадратной степени. Корреляция результатов исследований оказалась относительно высокой и величины достоверности аппроксимации с данными зависимостями изменялись в пределах от 0,83 до 0,98.

В пятой главе «Биологическая коррозия металлических труб и бетонных конструкций насосных станций» рассматриваются результаты натурных обследований и лабораторных анализов, которые показывают биокоррозионный износ, разрушение напорных трубопроводов и железобетонных конструкций насосных станций.

Исследования движения взвешенных частиц показали, что в составе твердых компонентов потока воды отсутствуют абразивные материалы, так как песчаный материал диаметром более 0,01 мм оседает в аванкамерах насосной станции, поэтому сплошного износа всей внутренней поверхности стального трубопровода не наблюдалось.

Объектом исследований служили пробы ила, песка, ржавчины и воды, отобранные из отдельных участков трубопровода, всасывающего патрубка и отстойника, в качестве контроля служила вода, поступающая на станцию из подводящего канала. Микробиологический анализ проведен согласно общепринятым классическим методам исследований. В работе использовались питательные среды для выявления физиологически активных групп микроорганизмов, участвующих в процессе коррозии:

- 1) рыбный гидролизат для сапрофитных форм микроорганизмов;
- 2) глюкозо-минеральная среда для выявления кислотообразующих микроорганизмов;
- 3) среда Гильтая для выявления денитрифицирующих бактерий;
- 4) среда Виноградского для нитрифицирующих бактерий;
- 5) среда Чапека для мицелиальных грибов;
- 6) среда 9К для железоокисляющих бактерий;
- 7) среда для сульфатовосстанавливающих бактерий.

Величина рН жидких проб составляла 6.8 - 7.2, влажность твердых проб - 10-20%, содержание хлоридов - до 60 мг на 100 г песка.

Согласно результатам лабораторных анализов, в подавляющем большинстве проб обнаружены микроорганизмы всех указанных групп. Наиболее распространенными были кислотообразующие, денитрифицирующие и нитрифицирующие бактерии. Общее число сапрофитов составляло 10^5 - 10^6 кл/мл, а кислотообразующих бактерий - 10^2 - 10^3 кл/мл в водных пробах и 10^4 - 10^5 кл/г в твердых пробах, что свидетельствует о микробной коррозии в исследуемых объектах.

Проведенные обследования гидротехнических сооружений насосной станции Шерабад, в частности здания станции показали подверженность бетонной кладки и фундамента здания насосных станций химически агрессивным воздействиям, угрожающим прочности и устойчивости сооружений. В связи с этим, выбор тех или иных мероприятий требует детального изучения имевших место химических процессов в бетоне.

Тщательно проведенными исследованиями поврежденного бетона установлено, что основная часть разрушенного бетона (78%) состоит из углекислого кальция и магния. Незначительное содержание гипса свидетельствует о том, что разрушение бетона не было вызвано серно-натриевой солью. Образование гнезд и разъедание бетона нельзя объяснить выщелачиванием из него водой извести и магнезии. Это могло произойти только при агрессивном воздействии углекислоты на карбонаты и получении при этом углекислой извести, растворимой в воде. Разрушение бетона не могло быть объяснено воздействием углекислоты, содержащейся в грунтовой воде. Состояние бетона заставило искать причину его разрушения сульфоалюминатом кальция, так называемой «цементной бациллой», которая кристаллизуется в соединении с водой ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 + 3\text{OH}_2\text{O}$) и увеличивает свой объем в 32 раза. Это предположение подтвердилось химическими анализами, показавшими повышенное содержание в бетоне серного ангидрида в пределах от 1.9 до 5.9% к содержанию цемента, в то время как максимально допустимое содержание серного ангидрида для портландцемента не должно превышать 2,5%. Содержание серного ангидрида было наибольшим в нижней части фундамента и оно уменьшалось кверху.

ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований по теме: «Гидравлический расчёт трубопроводов насосных станций в условиях подачи воды со взвешенными наносами» представлены следующие выводы:

1. На основе применения основного уравнения равномерного движения смеси воды и взвешенных частиц в круглоцилиндрической трубе получена закономерность способствующая установлению потерь напора в напорных трубопроводах насосных станций, перекачивающих воду с большим содержанием взвешенных наносов. Данная аналитическая зависимость позволила определить изменения рабочих характеристик напорных трубопроводов насосных станций.

2. На основе применения основного уравнения установившегося движения смеси воды и взвешенных частиц в напорном водоводе получена зависимость $h = F(f, \rho, Q)$ изменения гидравлического сопротивления от изменения расхода воды и концентрации наносов. Обоснована возможность применения полученной закономерности на практике при движении смеси воды и взвешенных наносов в напорных трубопроводах.

3. На основе лабораторных опытов получены зависимости изменения величины гидравлических сопротивлений от величины расхода воды для мутного потока следующих видов:

- Для вентиля:

$$h = 0,6147 Q - 0,0464, \text{ для } Q > 0,0754, \quad R^2 = 0,9168$$

$$h = 0,4915 Q, \quad R^2 = 0,8703$$

$$h = 1,4608 Q^2 - 0,1235 Q, \quad R^2 = 0,9691$$

- Для участка резкого расширения трубопровода:

$$h = 0,2407 Q - 0,0278, \text{ для } Q > 0,1155, \quad R^2 = 0,9419$$

$$h = 0,1682 Q, \quad R^2 = 0,8337$$

$$h = 0,6347 Q^2 - 0,0964 Q, \quad R^2 = 0,9658$$

- Для участка резкого сужения трубопровода:

$$h = 0,4609 Q - 0,0437, \text{ для } Q > 0,0948, \quad R^2 = 0,9660$$

$$h = 0,3433 Q, \quad R^2 = 0,8866$$

$$h = 1,0668 Q^2 - 0,1058 Q, \quad R^2 = 0,9859$$

Полученные эмпирические зависимости позволили определить гидравлические сопротивления в напорных трубопроводах в условиях мутного водного потока.

4. Проведенные микробиологические исследования проб, взятых из внутренней части трубопроводов показали, что в подавляющем большинстве проб обнаружены железоядные бактерии видов «Callionella» и «Sperotilus», а также кислотообразующие грибы вида «Aspergillus». Для защиты от биологических коррозий предложено применить метод катодной защиты. Применение катодной защиты напорных трубопроводов на натуральных условиях дало возможность существенно снизить скорость развития биологической коррозии.

5. Разработана гидравлическая модель динамики отложения биогенных элементов в напорных трубопроводах насосных станций, которая дает возможность определить толщину отложения наносов по длине трубопровода.

6. Результаты исследования дают возможность обеспечения безопасной, эффективной работы напорных трубопроводов насосных станций, а также предотвратить экологическую и экономическую опасность.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.09.01 AT THE TASHKENT INSTITUTE
OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION
ENGINEERS**

**THE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE
OF IRRIGATION AND WATER PROBLEMS**

UTEMURATOV MAKHSET MARATOVICH

**HYDRAULIC CALCULATION OF PUMPING STATIONS'
PIPELINES UNDER CONDITION OF SUPPLY A MIXTURE OF WATER
WITH SUSPENDED SEDIMENTS**

05.09.07 – Hydraulics and Engineering Hydrology

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL
OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2018

The theme of doctoral dissertation (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under No. B2017.1.PhD/T.134.

The doctoral dissertation has been prepared at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.tiame.uz) and information-educational portal "ZiyoNet" at the address (www.ziyo.net.uz).

Scientific supervisor: **Ilkhomjon Mahmudov**
doctor of technical sciences, professor.

Official opponents: **Oleg Glovatskiy**
doctor of technical sciences, professor.

Kudratjon Rakhimov
doctor of technical sciences (PhD).

Leading organization: **Tashkent architecture and construction Institute**

The defense will take place « ____ » _____ 2018 at ____ at the meeting of Scientific council No.DSc.27.06.2017.T.10.02 at the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers. (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyaziy, 39, Tel./fax: Tel: (99871) 237-22-67; fax: (99871) 237-38-79; e-mail: admin@tiame.uz.

The doctoral dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (is registered under No.____). Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyaziy, 39 h., Tel: (99871) 237-22-67.

Abstract of dissertation send out on « ____ » _____ 2018 y.
(mailing report No. ____ on « ____ » _____ 2018 y).

T.Z. Sultanov

Chairman of the scientific council for awarding
of scientific degrees, doctor of technical sciences.

A.A. Yangiev

Scientific secretary of the scientific council for awarding of
scientific degrees, doctor of technical sciences.

A.M. Arifjanov

Chairman of the academic seminar under the
scientific council for awarding of scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research work is to improve the hydraulic design of pressure pipelines in the conditions of water supply with suspended sediments.

The object of the research is the pressure pipelines of the Amu-Zang-2, Babatag and Sherabad pumping stations located in the Zharkurgan and Kumkurgan districts of the Surkhandarya region.

The scientific novelty of research is as follows:

on the basis of empirical dependence, it has been improved the method of determining the value of hydraulic resistance affecting the friction of pressure pipelines during the movement of a mixture of water and suspended sediment;

based on the equation of steady-state uniform fluid flow in the pressure conduit, it has been improved the method for calculating the magnitude of the pressure loss during the movement of water with suspended sediments;

based on the hydrodynamic equations of sediment mass, it has been improved the hydraulic model of the dynamics of the deposition of biogenic elements in pressure pipelines;

based on the theory of convective diffusion, it has been improved the method for calculating the thickness of sediment along the length of the pipeline.

Implementation of research results. Based on the application of the basic equation of steady-state uniform flow of a mixture of water and small particles in the pressure pipelines of pump stations:

it is introduced an improved method of hydraulic calculation to determine the value of hydraulic resistance during the movement of a mixture of water and suspended sediment in the pressure pipelines of Amu-Zang-2, Babatag and Sherabad pumping stations of the Amu-Surkhan basin management of irrigation systems under the Ministry of Agriculture and Water Resources (certificate of the Ministry of Agriculture and Water Resources No.02/30-193 dated April 2, 2018). The research results made it possible to determine the working pressure of the pressure pipelines of pumping stations;

an improved method of hydraulic calculation was introduced, which allows determining the thickness of biogenic deposits based on the developed hydraulic modeling in the pressure pipelines of Amu-Zang-2, Babatag and Sherabad pumping stations of the Amu-Surkhan basin management of irrigation systems under the Ministry of Agriculture and Water Resources (certificate of the Ministry of Agriculture and Water Resources No.02/30-193 dated April 2, 2018). As a result, it was possible to determine the thickness of the deposits of biogenic elements along the length of the pipeline;

the method of cathodic protection of pressure pipelines against biological corrosion was introduced into the pressure pipelines of the Amu-Zang-2, Babatag and Sherabad pumping stations of the Amu-Surkhan basin management of irrigation systems under the Ministry of Agriculture and Water Resources (reference of the Ministry of Agriculture and Water Resources No.02/30-193 dated April 2, 2018). As a result of scientific research, it has been achieved the possibility of reducing the rate of biological corrosion by 95%.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Шаазизов Ф.Ш., Утемуратов М.М. Гидрохимическое разрушение бетонных сооружений и коррозия железобетонных конструкций на крупных насосных станциях Узбекистана // Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2005. – № 3. С. 85-88. (05.00.00; №18).
2. Махмудов Э.Ж., Утемуратов М.М. Потери напора на трение при напорном движении смеси воды и взвешенных наносов // Узбекский журнал «Проблемы механики». – Ташкент, 2007. – № 6. – С.66-71. (05.00.00; №6).
3. Утемуратов М.М. Установление гидравлического сопротивления напорных трубопроводов насосных станций для перекачивания смеси воды и наносов // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз – Нукус, 2009. – № 4. - С.14-16. (05.00.00; №19).
4. Утемуратов М.М. К вопросу обеспечения безопасной и надежной работы насосных станций // Журнал «Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги». – Ташкент, 2012. - № 8. - С. 33. (05.00.00; №8).
5. Кучкарова Д.Х., Утемуратов М.М. Устойчивое управление водными ресурсами речных бассейнов (на примере бассейна реки Кашкадарья). Проблемы механики. (3) 2012. – С.28-31. (05.00.00; №6).
6. Utemuratov M. Corrosion of pressure pipelines and concrete structures of large pumping stations in Uzbekistan. Журнал «European science review». – Австрия, 2017. – № 7-8 - С.122-126. (05.00.00; №3).
7. Утемуратов М.М. О микробной коррозии металлических напорных трубопроводов крупных насосных станций // Сборник тезисов докладов к международной конференции «Проблемы и пути формирования экономических взаимоотношений водного и сельского хозяйства в условиях рыночных реформ». – Ташкент, 2004. – С. 115.
8. Махмудов И.Э., Утемуратов М.М. Исследование изменения концентрации бактерий в системах питьевого водоснабжения // Мат-лы межд. науч.-прак. конф. «Математические проблемы технической гидромеханики, теории фильтрации и орошаемого земледелия» - Душанбе, 2008. - С. 35-36.
9. Utemuratov M., Bekmamadova G. Actual issues of sediment's transport in agricultural water reservoirs // Мат-лы межд. науч.-прак. интернет конф. «Направления развития сельскохозяйственных систем». – Херсон, 2013. – С.249-252.
10. Шаазизов Ф.Ш., Утемуратов М.М., Палуанов Д.Т. Современное состояние и проблемы эксплуатации крупных гидротехнических сооружений // Мат-лы респ. науч.-прак. конф. «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений» – Ташкент, 2006. - С.91-94.
11. Утемуратов М.М. Определение гидравлического сопротивления на трение в трубопроводе при движении смеси воды и взвешенных наносов // Мат-лы респ. науч.-прак. конф. «Проблемы и задачи целевого и

эффективного использования водных ресурсов фермерскими хозяйствами». – Ташкент, 2009. - С.33-37.

12. Утемурастов М.М. Исследование местного сопротивления на напорных трубопроводах насосных станций // Материалы респ. науч. прак. конф. «Актуальные проблемы водного хозяйства и мелиорации орошаемых земель». – Ташкент, 2011. – С.230-233.

13. Махмудов И.Э., Утемурастов М.М. Разработка научно-методических мер по повышению эффективности и надежности управления использованием водных ресурсов в ирригационных системах (на примере Каршинского магистрального канала) // Журнал «Экология плюс». – Полтава, 2013. – № 1. – С.28-30.

14. Утемурастов М.М., Палуанов Д.Т. Исследование биокоррозии в напорных трубопроводах насосной станции // Журнал «Вестник Прикаспия». – Астрахань, 2013. – № 3 – С.36-42.

Автореферат «ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (25.10.2018 й.).

Босишга рухсат этилди: ____ .11.2018 йил
Бичими 60x45 ¹/₈, «Times New Roman»
гарнитурада рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3,2. Адади: 100. Буюртма: № ____ .

ТТЕСИ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шохжаҳон кўчаси, 5-уй.