

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР
БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

НОСИРОВ ФАХРИДДИН ЖАЙЛОВОВИЧ

**ЯНГИ КОНСТРУКЦИОН ВА ТЕХНОЛОГИК ЕЧИМЛАРНИ
ҚЎЛЛАГАН ҲОЛДА НАСОС СТАНЦИЯЛАРИ ЭКСПЛУАТАЦИОН
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.09.06-Гидротехника ва мелиорация қурилиши

**техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2022

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Носиров Фахриддин Жайлович

Янги конструкция ва технологик ечимларни қўллаган ҳолда насос станциялари эксплуатацион самарадорлигини ошириш 3

Носиров Фахриддин Жайлович

Повышение эффективности эксплуатации насосных станций с применением новых конструктивных и технологических решений 29

Nosirov Faxriddin Jaylovovich

Improving the efficiency of the pumping stations with using new design and technological solutions 55

Эълон қилинган ишлар руйхати

Список опубликованных работ
List of published works 59

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР
БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

НОСИРОВ ФАХРИДДИН ЖАЙЛОВОВИЧ

**ЯНГИ КОНСТРУКЦИОН ВА ТЕХНОЛОГИК ЕЧИМЛАРНИ
ҚЎЛЛАГАН ҲОЛДА НАСОС СТАНЦИЯЛАРИ ЭКСПЛУАТАЦИОН
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.09.06-Гидротехника ва мелиорация қурилиши

**техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2022

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.1.DSc/T211 рақам билан рўйх. олинган.

Диссертация И.Каримов номидagi Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.ttiame.uz) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	Мухаммадиев Мурадулла Мухаммадиевич техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Янгиев Аерор Абдихамидович техника фанлари доктори, профессор Шакиров Бахтиёр Махмудович техника фанлари доктори, доцент Ҳўжакулов Рустам техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	Тошкент архитектура қурилиш институти

Диссертация ҳимояси “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «18» март соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел. (+99871)-237-22-67, факс: 237-54-79, e-mail: admin@ttiame.uz).

Диссертация билан “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин. (2029 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўч., 39, тел.: (+99871)- 237-19-45, e-mail: admin@ttiame.uz.

Диссертация автореферати 2022 йил «25» февраль куни тарқатилди.
(2022 йил «25» февраль даги 209 рақамли реестр баённомаси).



И. Каримов
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор
Ф.А. Гаппаров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент
М.Р. Бакиев
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (докторлик диссертацияси (DSc) аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ирригация тизимларидаги насос станцияларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш, уларнинг ишончли ва кафолатли ишлашини таъминлаш масалалари етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида насос станциялар ишига салбий таъсир этувчи омилларни бартараф этиш, энергия ва ресурслар тежамкорлигига эришиш, сув етказиб бериш технологик жараёнини бошқаришнинг замонавий усулларида фойдаланиш устувор вазифалар ҳисобланади¹.

Жаҳоннинг етакчи илмий муассасаларида насос станциялари иш режимларини оптималлаштириш, сув қабул қилиш иншоотларида сув оқимининг гидравлик тузилмасини такомиллаштириш ва лойқа заррачалари чўкишининг олдини олиш, энергия истеъмолини минималлаштириш, янги техник ечимлар ва технологияларни ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада насос станциялар иншоотларида сув оқимининг оптимал гидравлик тузилмасини тадқиқ қилиш, насос станциялари аванкамераларида сув оқимини бошқариш, лойқа чўкишининг олдини олиш, насос агрегатларининг иш режимларини оптималлаштириш, бошқариш ва эксплуатацион самарадорлигини ошириш ҳамда илмий асослашга эътибор берилмоқда.

Республикамизда сув хўжалиги тизимидаги насос станцияларни модернизациялаш ва реконструкция қилиш, иншоотлар ва жиҳозларнинг эксплуатацион самарадорлигини ошириш, уларда эскирган жиҳозларни замонавий, энергия тежамкор жиҳозларга алмаштириш, насос станциялари иншоотларида сув оқимининг гидравлик тузилмасини бошқариш орқали унинг эксплуатацион режимини такомиллаштириш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда ва муайян натижаларга эришилди. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... мелиорация ва ирригация объектлари тармоқларини ривожлантириш, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариш соҳасига интенсив усуллари, энг аввало, сув ва ресурсларни тежайдиган замонавий агротехнологияларни жорий этиш...»² вазифалари белгиланган. Ҳозирги кунда республикамиздаги суғориладиган майдонларнинг 55 фоизидан ортиги, яъни 2,4 млн. гектар экин майдонлари насос станциялар билан суғорилмоқда ва бунинг учун 2020 йилда 7,172 млрд.кВт-соат электр энергияси (мамлакат бўйича энергия истеъмолининг 10,4 фоизи) сарф қилинди². Энергия истеъмолининг жуда юқорилиги насос станцияларда тежамкор технологияларни амалиётга кенг жорий этишга алоҳида аҳамият беришни талаб этмоқда, жумладан, энергияни тежайдиган янги конструкциялар ва технологик ечимларни тадқиқ қилиш ҳамда уларни жорий этиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

¹ Irrigation Pumping Plants. Irrigation National Engineering Handbook. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Washington, 2016, 206 pp

² <https://water.gov.uz/uz/page/1/4>

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”, 2019 йил 17 июндаги ПФ-5742-сон “Қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида” ги фармонлари, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3238-сон “Замонавий энергия самарадор ва энергия тежовчи технологияларни тадқиқ этишни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”, 2019 йил 9 октябрдаги ПҚ-4486-сон “Сув ресурсларини бошқариш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий – ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожланишининг IV “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, сув муаммолари, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи³.

Ҳозирги кунда суғориш насос станцияларининг эксплуатацион самардорлигини оширишга қаратилган янги технологик ечимлар ва конструкциялар бўйича тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказларида, жумладан Хитойнинг Yangzhou, Hohai, Буюк Британиянинг Sheffield, Nottingham, Канаданинг McMaster, Москва давлат қурилиш, Украина миллий сув хўжалиги ва табиатдан фойдаланиш, Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари” Миллий тадқиқот университетларида, Австралиянинг Institute Hydraulic Engineering, Мисрнинг International water Management (IWMI), Mechanical & Electrical Research, К.А.Тимирязев номидаги Россия давлат аграр университетининг А.Н. Костяков номидаги мелиорация, сув хўжалиги ва қурилиш, Сув муаммолари ва ирригация илмий-тадқиқот, Қарши муҳандислик – иқтисодиёт институтлари (Ўзбекистон), шунингдек илмий муассасалар - International Association for Hydro-Environment Engineeing and Research (IAHR) ассоциацияси (XXP), АҚШнинг American society of civil Engineers илмий жамиятида ва бошқа муассасаларда кенг қамровли илмий –тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Насос станциялар иншоотларида сув оқимининг оптимал гидравлик тузилмасини тадқиқ қилиш масалалари бўйича Yangzhou, Sheffield университетлари ва Австралиянинг Institute Hydraulic Engineering институти мутахассислари бир қанча янги техник ечимлар бўйича тадқиқотлар ўтказилган.

³ Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи куйидаги манбалар: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/8/1677/html>; <http://doi.org/10.1155/2018/6543109> ; <https://doi.org/10.1155/2018/2876980>; www.sciencedirect.com; <https://elibrary.ru/item.asp?id=29736742>; [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1996\)122:3\(179\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1996)122:3(179)); <https://cyberleninka.ru/article> ва бошқа манбалар асосида бажарилди

Насос станциялари аванкамераларида сув оқимини бошқариш ва унинг оптимал тузилмасини аниқлаш масалалари Нohaи университетида, А.Н. Костяков номидаги мелиорация, сув хўжалиги ва қурилиш ҳамда Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтларида олиб борилмоқда.

Аванкамераларда лойқа чўкишининг олдини олиш ва лойқа чўкмаларини тозалашнинг самарали усуллари бўйича илмий – тадқиқотлар Ислom Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети, Қарши мухандислик – иқтисодиёт институтларида бажарилмоқда.

Насос агрегатларининг иш режимларини оптималлаштириш ва бошқариш бўйича тадқиқотлар Буюк Британиянинг Sheffield, Nottingham, Канаданинг McMaster, Украина сув хўжалиги ва табиатдан фойдаланиш миллий университетларида, Мисрнинг Mechanical & Electrical Research Institute институтида бир қанча салмоқли ишлар амалга оширилган.

Дунёда насос станциялар эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича бажарилаётган илмий-тадқиқот ишларининг асосий йўналишлари сифатида насос станцияси иш режимини ресурслар ва электр энергияси истеъмоли минимизацияси бўйича оптималлаштириш, иншоотлар ва жиҳозларда сув оқимининг мақбул гидравлик тузилмасини аниқлаш, уларнинг ишига салбий таъсир кўрсатувчи омилларни бартараф қилиш ва насос станциясининг харажатлар минимумига олиб келадиган IT-технологияларга асосланган “ақлли” бошқарув тизимларини ишлаб чиқиш масалалари бўйича бажарилаётган илмий-тадқиқот ишларни келтириш мумкин.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги вақтда мелиоратив насос станцияларда уларнинг эксплуатацион самарадорлигини оширишга қаратилган янги технологик ечимлар ва конструкциялар бўйича тадқиқотлар дунёнинг етакчи олимлари, жумладан Виссарианов В.И, Гловацкий О.Я, Некрасов В.М, Накладов Н.Н, Кеберле С.И, Рычагов В.В., Подласов А.В, В.Я.Карелин, С.Х. Абальянц, Ю.А. Ибад-заде, Н.Т. Кавешников, И.И. Леви, И.Е. Михайлов, Е.А. Соколов, М. Зингер, Л.Г. Подвидз, Ю.С. Кирилловский, Б.Ф. Лямаев, М. Чианд, В. Сонд, Ж.Чжоу, Е.Цзу, С.Е.Суини, G. Fish, I.R. Teaima, G. Govatos ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Ўзбекистонда ирригация насос станциялари иншоотларида янги конструкциялар ва технологияларнинг насос станцияси самарадорлигига таъсири, шунингдек сув оқимидаги лойқа заррачаларининг ҳаракати, уларнинг иншоот тубига чўкишининг олдини олиш жараёнилари мамлакатимиз олимлари А.М. Арифжонов, О.Я. Гловацкий, М. Мамажонов, М.М. Мухаммадиев, Б.У. Уришев, Б.М. Шакиров ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Шу билан бир қаторда юқорида келтирилган олимлар изланишларида насос станциялар сув қабул қилиш иншоотларида лойқа чўкишининг олдини олишнинг самарали усулларида фойдаланиш, насос агрегатлари иш режимларини янги техник ечимлардан фойдаланган ҳолда оптималлаштириш, сарф бўладиган энергетик харажатларни ва ресурслар сарфини камайтириш муаммолари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университетининг ГНТП-13-014 “Насос станция иш режимларини бошқаришда энергия тежовчи тизимларни ишлаб чиқиш” (2009-2011), ИОТ-2012-5-11 “Насос станция аванкамерасида лойка босишининг олдини олиш учун мослама яратиш ва тадбиқ этиш” (2012-2013) ҳамда Қарши муҳандислик иқтисодиёт-институтида ИТД-3-26 “Насос станцияларда сув қабул қилиш иншоотининг янги конструкциялари асосида энергия ва сув тежаш технологиясини тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқиш” (2012-2014), F-ОТ-2021-235 «Гидроэнергетикани ривожлантиришда гидроэнергетик комплекслардан фойдаланишнинг назарий асослари» (2021-2025) мавзусидаги амалий тадқиқотлар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади насос станциялар эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича янги конструкция ва технологик ечимларни ишлаб чиқиш ва уларнинг техник, гидравлик, энергетик параметрларини асослашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

насос станциялар сув қабул қилиш иншоотида лойка чўкмаларининг юзага келиш жараёнини ўрганиш ва унинг олдини олишнинг мавжуд усуллари ва конструкцияларини таҳлил қилиш;

насос станциялар аванкамерасида лойка заррачаларининг чўкишини ҳисоблаш методикасини ишлаб чиқиш;

насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойка чўкишининг олдини олиш қурилмасини ишлаб чиқиш;

насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойка чўкишининг олдини олиш қурилмаси напор-сув сарфи характеристикасининг аналитик ифодасини ишлаб чиқиш;

сув оқимини турбулентлаш усули билан лойка чўкишининг олдини олиш қурилмасининг лаборатория қурилмасида ва насос станция аванкамерасида тажрибавий тадқиқотларини ўтказиш;

насос станцияси аванкамерасида лойка чўкмаларини грунт насос ёрдамида тозалаш қурилмасини ва унинг асосий насос билан биргаликда ишидаги эксплуатацион параметрларини аниқлаш схема ва методикасини ишлаб чиқиш;

насос станцияси аванкамерасини лойка чўкмаларидан эжектор ёрдамида тозалаш қурилмаси схемасини ва ундаги эжекторнинг параметрларини ҳамда иш режимини аниқлаш методикасини ишлаб чиқиш;

насос станциясининг сув бериш унумдорлигини гидрооқимчали насосдан фойдаланиш ҳисобига ошириш қурилмаси схемасини ва унинг асосий параметрларини аниқлаш методикасини ишлаб чиқиш;

насос станциялар эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича янги конструкция ва технологик ечимларнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида сўғориш насос станцияларининг

аванкамералари, насос агрегатлари ва босим қувурлари олинган.

Тадқиқотнинг предметини насос станциялар аванкамерасида таркибида лойқа бўлган сув оқими ва лойқа заррачаларининг чўкиши жараёни, насосларнинг ишчи характеристикалари ва параметрлари, қувурларда сув оқимининг напор-сув сарфи характеристикалари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида лойқа заррачаларининг чўкиши жараёнини гидравлик моделлаштириш, қурилмалар ва насос агрегатининг параметрларини аниқлашнинг графоаналитик усуллари, экспериментларни ўтказиш ва натижаларга ишлов беришда математик статистика, экспериментларни режалаштириш усуллари, иншоотларда сув оқимини моделлаштириш қонуниятларидан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

насос станциялар аванкамерасида лойқа заррачалари концентрациясини ва уларнинг ноаниқ шаклини ҳисобга оладиган заррачаларнинг чўкиш траекториясини ифодаловчи янги аналитик тенглама олинган;

насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойқа чўкишининг олдини олиш бўйича янги қурилма ишлаб чиқилди;

насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси напор-сув сарфи характеристикасини аниқлаш методикаси такомиллаштирилган ва оқимнинг турбулизацияси ҳосил қилинган майдон ўлчамининг лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси напор-сув сарфи қийматларига боғлиқлигини ифодаловчи янги тенглама олинди;

насос станцияси аванкамерасини лойқа чўкмаларидан грунт насос ёки эжектор ёрдамида тозалаш қурилмалари схемалари ишлаб чиқилган ва бу қурилмалар параметрларини аниқлаш методикалари асосий насос агрегати билан лойқа тозалаш қурилмасининг биргаликдаги ишини ҳисобга олиш асосида такомиллаштирилган;

насос станциясининг сув бериш унумдорлигини гидрооқимчали насосдан фойдаланиш ҳисобига ошириш қурилмаси схемаси ва унинг асосий параметрларини аниқлаш методикаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойқа чўкишининг олдини олиш бўйича янги қурилма ишлаб чиқилган;

назарий ва амалий тадқиқотлар натижалари асосида лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси ёрдамида иншоот тубида ҳосил қилган турбулизация майдони ўлчамининг қурилма напор-сув сарфи характеристикасига боғлиқлигини аниқлаш графиги таклиф этилган;

насос станцияси аванкамерасидаги лойқа чўкмаларини тозалашнинг янги техник ечимлари ва уларнинг параметрларини аниқлаш методикалари ишлаб чиқилган;

насос станциясининг сув бериш унумдорлигини гидрооқимчали насосдан фойдаланиш ҳисобига ошириш қурилмаси схемаси ва унинг асосий

параметрларини аниқлаш методикаси ишлаб чиқилган;

аванкамерада лойқа чўкишининг олдини олиш ва лойқа чўкмаларини тозалаш жараёнида насос станциясининг эксплуатацион параметрларини аниқлаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий изланишларнинг кенг қўлланиладиган математик ва физик қонуниятлар асосида бажарилганлиги, экспериментлар моделлаштириш қонунларига мос равишда ўтказилганлиги ва уларнинг натижалари олинган назарий натижаларга мослиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти насос станцияси аванкамерасида лойқа заррачаларининг чўкишини прогностлаш, унинг олдини олиш усулини ишлаб чиқиш ва бунда иншоот тубида оқимни турбулизациялаш жараёнининг заррачалар чўкишига ҳамда насос станцияси параметрларига таъсирини баҳолаш, кўриб чиқилган усуллар билан аванкамерани лойқа чўкмаларидан тозалаш жараёнида насос агрегати параметрларини аниқлаш, гидрооқимчали насос ёрдамида насос станцияси сув бериш самарадорлигини ошириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларнинг амалий аҳамияти насос станцияси аванкамерасида лойқа чўкишининг олдини олиш ва лойқа чўкмаларини тозалаш ишларини йил давомида, насос станцияси ишлаётган пайтда самарали ва кам харажатли усуллар билан амалга ошириш натижасида агрегатларнинг фойдали иш коэффициенти ошиши, электр энергиясининг ортиқча сарф бўлишини бартараф этиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Насос станцияларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш бўйича янги конструкциялар, технологияларни ишлаб чиқиш ва уларни тадқиқ қилиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

насос станциялари сув қабул қилиш иншоотида лойқа заррачалари чўкишининг олдини олиш конструкциясига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг фойдали моделига патент олинган (“Сув қабул қилиш иншооти” № FAP 00238 (РУз), Бюл. № 2, 2006 й.). Натижада насос станцияси сув қабул қилиш иншооти тубида лойқа чўкишининг олдини олиш ва агрегатларнинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш имконияти яратилган;

насос станцияси сув бериш унумдорлигини ошириш қурилмасига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг фойдали моделига патент олинган (“Сув қабул қилиш иншооти” № FAP № 01200, Бюл. №5, 2017. й.). Натижада насос станцияси сув бериш унумдорлигини 15 % гача ошириш имконияти юзага келган;

насос станциялари аванкамерасида лойқа заррачалари чўкишининг олдини олиш қурилмаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Сурхондарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси ҳузуридаги энергетика бошқармасига қарашли насос станцияларида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 18-ноябрдаги 03/27-3366-сон маълумотномаси).

Натижада насос станцияси аванкамерасини лойқа чўкмаларидан тозалаш харажатлари ва электр энергияси исрофининг камайиши ҳисобига насос станциясида йилига 40...250 млн. сўмни тежаш имкони юзага келган;

насос станциялари аванкамерасида лойқа заррачалари чўкишининг олдини олиш қурилмаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Сурхондарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси хузуридаги насос станциялари ва энергетика бошқармаси тасарруфидаги “Ёшлик” насос станциясида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 18-ноябрдаги 03/27-3366-сон маълумотномаси). Натижада насос станцияси аванкамерасини лойқа чўкмаларидан тозалаш харажатлари ва электр энергияси исрофининг камайиши ҳисобига насос станциясида йилига 5..15 % эксплуатация харажатларини тежаш имкони юзага келган;

насос станциялари аванкамерасида лойқа заррачалари чўкишининг олдини олиш қурилмаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Қарши магистрал каналдан фойдаланиш бошқармасида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 18-ноябрдаги 03/27-3366-сон маълумотномаси). Натижада насос станцияси аванкамерасини лойқа чўкмаларидан тозалаш харажатлари ва электр энергияси исрофининг камайиши ҳисобига насос станциясида 5...15 % эксплуатация харажатларини тежаш имкони юзага келган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 27 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларида 15 та мақола, жумладан 9 таси республика, 6 таси хорижий журналларда нашр этилган ҳамда Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг 2 та фойдали моделига патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олтига боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 192 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг республика фан ва техника ривожининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, диссертация мавзуси бўйича мамлакатимиз ва жаҳонда бажарилган илмий тадқиқотларнинг шарҳи, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти, усуллари келтирилган, илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, ишнинг апробацияси ва натижаларининг жорий қилиниши, ҳажми ва тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг “Суғориш насос станцияларидан фойдаланиш ҳолати ва уларнинг самарадорлигига таъсир қилувчи омиллар, янги техника ва технологияларни жорий қилиш зарурати” номли бобида суғориш насос станцияларидан фойдаланиш ва унинг самарадорлигини янада оширишдаги муаммолар, таҳлил қилинган станциялар аванкамераларининг амалда қўлланилаётган ва янги конструкциялари, уларда оқимнинг гидравлик тузилмасининг ўзгариши бўйича бажарилган илмий-тадқиқот ишлари ҳамда меъёрий ҳужжатларни кўриб чиқилган.

Мазкур таҳлиллар асосида ҳозирги кунда насос станцияларнинг сув қабул қилиш иншоотлари ва аванкамераларида бир қатор қуйидаги муаммолар мавжудлиги аниқланди:

а) ҳозирги кунда суғориш насос станцияларида қўлланилаётган кенгайиб борадиган аъъанавий аванкамералар насос станциясидаги барча сўриш камералари ва қувурларига сув оқимини бир хил тақсимлаб бера олмайди.

б) аванкамераларнинг янги конструкциялари ҳамда уларда оқимнинг гидравлик тузилмасини яхшилаш учун хизмат қиладиган жиҳозлар сув оқимини анча тартибга солиш имкониятини беради, лекин ишлайдиган насослар сони умумий насослар сонининг 30...40 % идан кичик бўлганда ҳар қандай ҳолатда ҳам аванкамерада сув айланиш зоналари пайдо бўлади ва лойқа заррачаларининг чўкиши кузатилади. Бу ҳолат оқимнинг гидравлик тузилмасининг бузилишига олиб келади, насос станциясининг ишига салбий таъсир кўрсатади, сув бериш унумдорлиги камаяди, насослар фойдали иш коэффициентини пасаяди.

в) суғориш насос станцияларида март - апрель ойларида, яъни вегетациянинг асосий даври бошлангунга қадар сув таркибида лойқа миқдори кўп бўлганлиги сабабли кўпгина станциялар аванкамералари тубида қалин лойқа қатламлари вужудга келади. Лойқа чўкмаларини вегетация пайтида тозалаш ишлари аксарият насос станцияларда олиб борилмайди, шу сабабли улар вегетация давомида паст кўрсаткичлар билан ишлашга мажбур бўлишади ва бунинг оқибатида насос станцияларда ортиқча электр энергияси сарфи юзага келади.

Таркибида лойқа бўлган сувни ҳайдаб берувчи суғориш насос станцияларнинг эксплуатация самарадорлигини ошириш масалаларига бағишланган илмий адабиётлар ва манбалар таҳлили қуйидаги йўналишларда илмий-тадқиқотлар қўламини янада ошириш зарурлигини кўрсатди:

а) насос станциялар аванкамераси тубига чўқадиган лойқанинг ҳажми, фракцион ва минераллар таркиби, чўкиш жойини башорат қилиш мақсадида лойқа заррачаларининг чўкиш жараёнини ўрганиш;

б) аванкамераларда лойқа заррачалари чўкишининг олдини олишнинг самарали усулларни ишлаб чиқиш;

в) аванкамералар тубида тўпланган лойқа чўкиндиларини тозалашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш.

Насос агрегатининг сув бериш унумдорлигини гидрооқимчали насосни қўллаган ҳолда ошириш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари таҳлили бу усул параметрларнинг баъзи бир чегараланган қийматлари доирасида энг

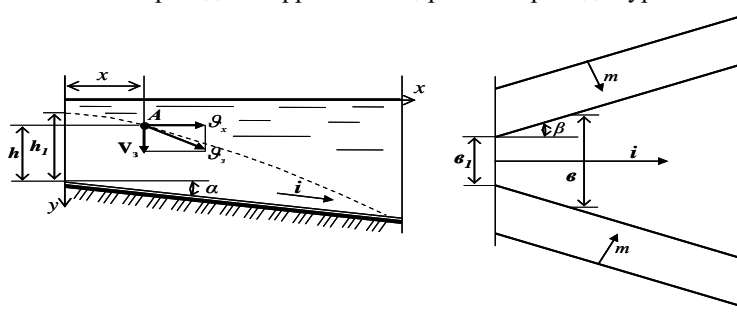
самарали усуллардан бири эканлигини кўрсатди. Лекин насос агрегати билан гидроқимчали насоснинг биргаликдаги ишидан нисбатан паст сатҳларда жойлашган майдонларга сув етказиб бериш бўйича тадқиқотлар етарли даражада ўтказилмаган.

Мазкур бобда амалга оширилган таҳлиллар асосида диссертация ишининг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертация ишининг **“Насос станциялар аванкамерасида лойқа чўкиши жараёни ва лойқа заррачаларининг чўкиш траекториясини аниқлашнинг назарий асослари”** деб номланган иккинчи бобда лойқа заррачаларининг чўкиш жараёни тўғрисидаги маълумотлар, назариялар чуқур таҳлил қилиниб, заррачаларнинг чўкиш траекториясига таъсир килувчи асосий кучлар ва омиллар аниқланди.

Лойқа заррачаларининг чўкиш траекторияси ва узунлигини аниқлаш бўйича бажарилган проф. И.Е Михайлов тадқиқотларида бир хил ўлчамга ва зичликка эга бўлган заррачалар иншоот тубига Гаусснинг меъёрий қонуни асосида чўқади ва сув оқимининг тезлиги ҳамда заррачанинг гидравлик йириклиги қийматлари билан аниқланади деб таъкидланган. Лекин юқорида кўрсатилганидек заррачаларнинг чўкиш траекторияси нафақат заррача зичлиги, гидравлик йириклиги, сув оқими тезлиги ва тузилмасига боғлиқ, шунингдек оқимдаги заррачалар концентрацияси ва заррача шаклига ҳам боғлиқ эканлиги аниқланди. Оқимда заррачалар концентрациясининг ошиши улар орасидаги ўзаро таъсир кучларининг пайдо бўлишига олиб келади, “тиқилинч” ҳолатда чўкиш режими пайдо бўлади, заррачаларнинг гравитацион коагуляцияси юзага келади.

Кўп тадқиқотлар натижалари заррачанинг чўкиш тезлигига лойқа концентрацияси катта таъсир кўрсатиши туфайли уни заррачанинг гидравлик йириклигига тенг қилиб олиш мумкин эмаслигини кўрсатмоқда. Насос станцияси аванкамерасида A заррачанинг ҳаракати 1-расмда кўрсатилган.



1 – расм. Аванкамерада лойқа заррачасининг ҳаракатланиш схемаси

Мазкур заррача dt вақт ичида сув оқими тезлиги ϑ_x таъсирида горизонтал йўналишда dx масофани босиб ўтади. Шу билан бир қаторда оғирлик кучи таъсирида заррача ϑ_y тезлик билан пастга қараб ҳаракатланади. Мазкур ҳолатда оқимга пульсацион тезликлар қиймати нолга тенг деб

ҳисобланади. Демак заррачанинг текисликдаги ҳаракатлиниш йўналишини горизонтал бўйича $dx = \mathcal{G}_x \cdot dt$, вертикал бўйича $dy = \mathcal{G}_y dt$ деб олинса, унда заррача траекторияси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$dy = \mathcal{G}_y \frac{dx}{\mathcal{G}_x} \quad (1)$$

Бу ифодадаги \mathcal{G}_x қийматини сув сарфи орқали аниқлаш мумкин:

$$\mathcal{G}_x = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{bh + mh^2} \quad (2)$$

бунда: b - аванкамера эни, h - сув чуқурлиги, m - қиялик коэффициенти.

(1) даги \mathcal{G}_y ни заррачалар чўкиш тезлигига алмаштириб, яъни $\mathcal{G}_y = V_3$ ва

(2) ни ҳисобга олиб қуйидагича ёзиш мумки:

$$\omega \cdot dx = \left(\frac{V_3}{Q} \right) dy \quad (3)$$

Бу ифодада $\omega = b \cdot h + m \cdot h^2$ ва b ва h қийматларини қуйидаги тарзда ёзилади (1-расм):

$$\begin{aligned} b &= b_1 + 2 \cdot x \cdot tg\beta; \\ b &= h_1 + x \cdot tg\alpha. \end{aligned}$$

Демак ω қийматини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\omega = x^2(2tg\alpha \cdot tg\beta + m \cdot tg^2\alpha) + x(b_1 \cdot tg\alpha + 2h_1 \cdot tg\beta + 2m \cdot h_1 tg\alpha) + bh_1 + mh^2 \quad (4)$$

бунда: $A = 2tg\alpha \cdot tg\beta + m \cdot tg^2\alpha$; $B = b_1 \cdot tg\alpha + 2h_1 \cdot tg\beta + 2m \cdot h_1 \cdot tg\alpha$;

$\omega_1 = b_1 \cdot h_1 + m \cdot h_1^2$ деб белгиланади, унда қуйидаги шаклдаги тенглама ёзилади:

$$\omega = Ax^2 + Bx + \omega_1 \quad (5)$$

(5) ифода (3) га қуйилади, олинган натижани интеграллаб қуйидаги тенглама ёзилади:

$$A \frac{x^3}{3} + B \frac{x^2}{2} + \omega_1 x = \frac{Q}{V_3} y + C \quad (6)$$

$x=0$ ва $y=0$ бўлганда $C=0$ бўлишини ҳисобга олинса, (6) тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$y = \frac{V_3}{Q} \left(A \frac{x^3}{3} + B \frac{x^2}{2} + \omega_1 x \right) \quad (7)$$

Бу тенгламада заррачанинг чўкиш тезлиги V_3 ни аниқлаш учун И.И.Студенов, Н.А.Шилвалар таклиф этган эмпирик тенгламадан фойдаланилди:

$$V_3^m = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{36 \cdot v_c}{d} \right)^2 + 7,25 \left(\frac{\rho_3}{\rho_c} - 1 \right) d \cdot g} - \frac{36 \cdot v_c}{d} \right) \quad (8)$$

бунда: v_c – оқимнинг кинематик ёпишқоқлик коэффициенти, ρ_3 , d – заррачаларнинг зичлиги ва диаметри, ρ_c – сувнинг зичлиги.

Лекин бу тенглама шарсимон ягона заррачанинг чўкиш тезлигини ифодалагани учун заррачанинг ношарсимон шакли ва лойка концентрацияси

таъсирини ҳисобга оладиган коэффициент K_3 ни (7) тенглама таркибига киритилди:

$$K_3 = K_1 \cdot K_2 \quad (9)$$

бунда: K_1 – заррачаларнинг ноаниқ шакли учун коэффициент, K_2 – заррачаларнинг концентрациясини ҳисобга олувчи коэффициент.

Демак (7) қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$y = \frac{V_3^{uu} \cdot K_3}{Q} \left(A \frac{x^3}{3} + B \frac{x^2}{2} + \omega_1 x \right) \quad (10)$$

Заррачаларнинг бир-бирига таъсири етарлича кенг ўрганилган ва зич жойлашган кўп миқдордаги заррачалар чўкиш тезлигини аниқлашда қуйидаги коэффициентдан фойдаланиш таклиф қилинган:

$$K_2 \approx (1 - \varphi)^n \quad (11)$$

бунда: φ – лойқанинг ҳажмий концентрацияси, n – зичлик коэффициенти.

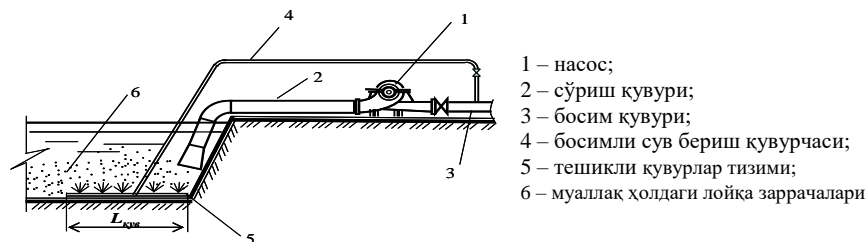
Зичлик коэффициенти заррачалар концентрациясига боғлиқ ҳолда қуйидаги боғланиш билан аниқлаш таклиф этилган

$$n = 1,75 - 1,25 \cdot \varphi^{8.5} \quad (12)$$

Мазкур тенгламанинг тажрибалар натижаларига мослиги Қашқадарё вилоятидаги М-II-2 насос станцияси аванкамерасида $\varphi=1,0..5,0$ % бўлган ҳолат учун ҳар хил масофада чўккан грунтлар намуналарининг фракцион таркибини тешириш орқали аниқланди. Текшириш натижалари (10) тенглама билан тажрибалар натижалари орасидаги тафовут 7...10% дан ошмаслигини кўрсатди.

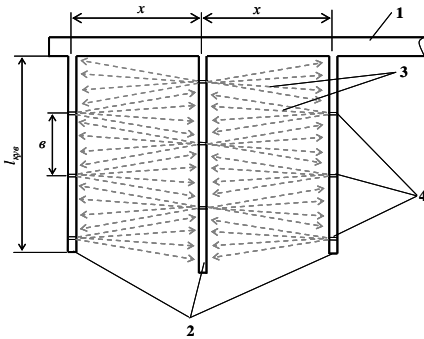
Диссертациянинг “**Насос станциялар аванкамерасида лойқа чўкмаларининг олдини олиш ва улардан тозалаш бўйича янги қурилмалардан фойдаланиш**” номли учинчи бобидан насос станцияси аванкамерасида лойқа чўкишининг сув оқимини турбулентлаш усули билан олдини олиш, лойқа чўкмаларини грунт насослари ва эжекторлар ёрдамида тозалаш бўйича янги техник ечимлар бўйича маълумотлар, ҳисоблар натижалари келтирилган.

Аванкамеранинг сўриш қувурлари ва сув қабул қилиш камераларига кириш зонасида лойқа заррачаларининг чўкишига йўл қўймайдиган тешикли қувурлар тизимига босимли сув оқимини бериш орқали сунъий турбулентлик ҳолатини юзага келтирадиган ихтиро патентига эга бўлган янги қурилма таклиф этилди (2 – расм).



2 – расм. Аванкамерада лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси

Қурилманинг напор – сарф параметрлари қувурлар орасидаги масофа x , тешиklar диаметри d_0 , тешиklar орасидаги масофа b ва тешикли қувурлар узунлиги $l_{кув}$ га боғлиқ бўлиб, 3 – расмда келтирилган қувурларнинг жойлашув схемаси кўрсатилган.



- 1 – босимли сув бериш қувури;
- 2 – тешикли қувурлар;
- 3 – сув оқими йўналиши;
- 4 – тешиklar

3 – расм. Тешикли қувурларнинг жойлашув схемаси

Қурилмага берилаетган сув оқими сарфи қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Q = 4,31 \left(\frac{2,5 \cdot D_{кур}}{x} + 1 \right) \left(\frac{l_{кув}}{b} - 1 \right) d_0^2 \cdot \sqrt{H} \quad (13)$$

бунда: $D_{кур}$ – сўриш қувури ёки камерасининг кириш қисмининг диаметри, H – қувурлар тизимига бериладиган сув оқимининг напори.

Бажарилган ҳисоблар натижалари ҳам шуни кўрсатадики, аванкамера тубида сувнинг турбулент ҳолатини юзага келтириш учун бериладиган сув миқдори насос станцияси меъёрий сув унумдорлигининг 0,5...1,5 % ини ташкил этади ва бу эса унинг эксплуатацион кўрсаткичларига сезиларли таъсир кўрсатмайди.

Насос станцияси аванкамерадаги махсус чуқурчада тўпланган лойка чўкмаларни грунт насоси ёрдамида насос станцияси босим қувурига ҳайдаб беради. Бу усулнинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

а) лойка заррачалари насос агрегати сув оқиш қисмига кирмасдан юқори бьефга чиқарилади ва бу эса насос қисмларини гидроабразив емирилишдан сақлайди;

в) насос қурилмасидаги тескари клапаннынڭ ёпилиши пайтида юзага келадиган гидравлик зарба пайтида босимнинг кескин ошиб кетишининг олдини олиш учун таклиф этилган қурилмадан фойдаланиш мумкин.

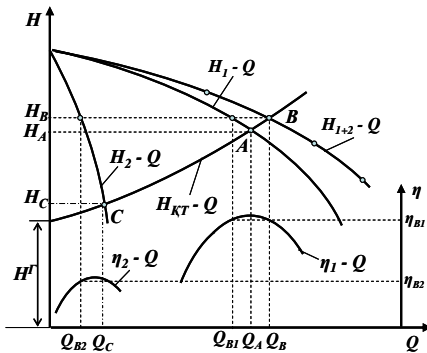
Мазкур лойка тозалаш қурилмасининг эксплуатацион параметрларини аниқлаш учун ушбу қурилма ва насос агрегатининг иш режимини аниқлашнинг янги графоаналитик услубияти таклиф этилди (4-расм).

Лойка тозалаш насоси алоҳида ишлаганда унинг S ишчи нуқтаси бўлиб, $Q_{за} = Q_c$ миқдордаги гидроаралашмани насос босим қувурига чиқаради ва бунда $Q_{за} = Q_{суб} + Q_{лоя}$, яъни гидроаралашма таркиби сув ва лойка

аралашмасидан иборат.

Асосий насос билан лойқа тозалаш насосининг биргаликдаги иш $H_{1+2} - Q$ напор характеристикаси билан ифодаланади, бу ҳолда юзага келган ишчи нукта B H_B ва Q_B параметрларга эга, бунда:

$$Q_B = Q_{B1} + Q_{B2} = Q_{\text{суб}} + Q_{B1} + Q_{\text{лой}}.$$



$H_1 - Q$ – насоснинг напор характеристикаси;
 $H_2 - Q$ – грунт насоснинг напор характеристикаси;
 $H_{1+2} - Q$ – иккала насоснинг умумий напор характеристикаси;
 $H_{КТ} - Q$ – қувурлар тизимининг напор характеристикаси;
 $\eta_1 - Q, \eta_2 - Q$ – насос ва грунт насосларнинг ф.и.к. характеристикалари

4 – расм. Насос агрегати ва грунт насоснинг биргаликдаги иш режими графиги

Лойқа тозалаш насоси иш мобайнида зарур бўлган электр энергия миқдори қуйидагига тенг.

$$\mathcal{E}_{\text{лой}} = 9,81 \cdot Q_{B2} \cdot H_B / \eta_{B2} \cdot T_{\text{лой}} \text{ кВт} \cdot \text{соат}$$

бунда $T_{\text{лой}}$ – лойқа тозалаш насосининг ишлаш вақти, соат.

Насоснинг ф.и.к. қуйидаги тарзда аниқланади: $\eta_B = \frac{(Q_{B1} + Q_{B2}) \cdot \eta_{B1} \cdot \eta_{B2}}{Q_{B1} \cdot \eta_{B2} + Q_{B2} \cdot \eta_{B1}}$.

Ушбу методика бўйича D1600-90M-0 маркали насослар билан жиҳозланган насос станцияси аванкамерасидаги 30 м^3 лойқа чўкмаларини ГраТ 85/40/1-1,6 маркали грунт насоси тозалашда қурилма параметрлари аниқланди. Ҳисоблар натижалари грунт насос учун зарур бўлган электр энергияси миқдори насос станцияси истеъмоли электр энергияси миқдорининг 0,05% и дан ошмаслигини, лойқа билан аралашган ҳолда $15 \text{ м}^3/\text{соат}$ қўшимча миқдорда сув хайдаб бериш мумкинлигини кўрсатди.

Эжекторли лойқа тозалаш қурилмаси билан насос агрегатининг биргаликдаги иш режимини аниқлашнинг графоаналитик усули келтирилди (5-расм).

Бу параметрлар орасидаги боғлиқликни солиштирма кўрсаткичлар орқали қуйидаги эмпирик боғланиш билан ифодаланади:

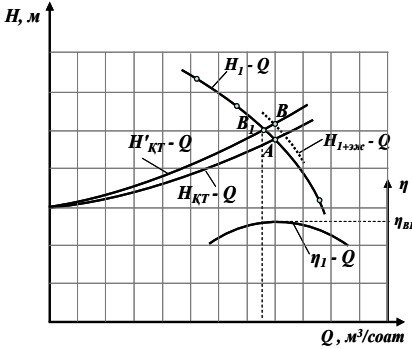
$$\alpha_m = 0,779 \sqrt{\frac{0,242}{\beta}} \quad (14)$$

бунда: α_m – лойқа сўрилишининг массаси (сарфини) ифодаловчи коэффи-

циент, $\beta = \frac{H^r}{H_H}$ - насос напорини ифодаловчи коэффициент. Эжектордан чиқаётган гидроаралашма сарфи куйидаги боғланиш билан аниқланади:

$$Q_{ca} = \alpha_m \frac{\rho_{cye} \cdot Q_H}{\rho_{loy}} \quad (15)$$

бунда: ρ_{loy} - лойка чўкмасининг зичлиги, ρ_{cye} - сувнинг зичлиги, Q_H - насоснинг сув бериш унумдорлиги.



$H_1 - Q$ - насос напор характеристикаси;
 $H_{КТ} - Q$ - кувурлар тизими напор характеристикаси;
 $H'_{КТ} - Q$ - кувурлар тизимининг эжектор ишлаганда юзага келган напор характеристикаси;
 $H_{1+эж} - Q$ - эжектор + насос напор характеристикаси;
 $\eta - Q$ - насос ф.и.к. характеристикаси

5 – расм. Насос ва эжекторнинг биргаликдаги иш режими графиги

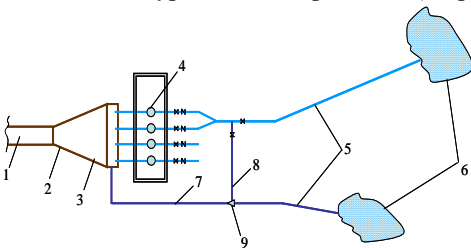
Демак, B ишчи нуктасида насос эжектор билан биргаликда Q_{ca} гидроралашма сарфига эга бўлади.

Сопло диаметрини куйидаги формула билан аниқланади:

$$d_c = 0,55 \sqrt{\frac{Q_H}{\sqrt{H_H - h}}} \quad (16)$$

бунда: Q_H , H_H - насос сув бериш унумдорлиги ва напори 5 – расмдаги графикдан (B_1 нукта бўйича) аниқланади, h - пастки бьефдаги минимал сув сатҳи билан сопло ўқи орасидаги масофа.

Паст напорга эга бўлган майдонларга сув хайдаб берадиган насослар ўрнига гидрооқимчали насослардан (эжекторлардан) фойдаланиш таклиф этилади. Шунини ҳисобга олиб гидрооқимчали аппарат (эжектор) билан жиҳозланган қурилма таклиф этилди (6 - расм).



1 - сув келтириш канали,
 2 - аванкамера; 3 - сув қабул қилиш камераси; 4 - насослар; 5 - босим кувурлари; 6 - суғориш майдонлари;
 7 - қўшимча сувни сўриш кувури;
 8 - босимли сув бериш кувури;
 9 - гидрооқимчали насос

6 – расм. Гидрооқимчали насос билан жиҳозланган насос станцияси схемаси

Юқорида келтирилган схема бўйича насос станцияда ўрнатилган иккита марказдан қочма насос ўрнига эжектор (гидрооқимчали насос)дан фойдаланиш параметрлари ва электр энергия, эксплуатация, капитал харажатлари ҳисобланиб, ушбу қурилманинг самарадорлиги аниқланди.

Диссертациянинг **“Насос станция аванкамерасида лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмасининг лаборатория тадқиқотлари”** номли тўртинчи бобида аванкамерада лойқа заррачаларининг муаллақ ҳолати ва чўкиши, уларнинг қувурлар орқали транспортини ташкил қилиш жараёнини моделлаштириш масалалари, лойқа заррачаларининг чўкиш узунлигини, лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмасининг параметрларини аниқлаш бўйича бажарилган лаборатория тадқиқотлари натижалари келтирилган.

Проф. И.И. Леви тавсияларига таянган ҳолда лойқа заррачаларининг чўкишини қуйидаги тартибда моделлаштириш таклиф этилди.

1) кинематик ва геометрик ўхшашликни таъминлаш.

$$\alpha_v = \alpha_w = \sqrt{\alpha_h} \quad (17)$$

2) гидродинамик ва геометрик ўхшашликни таъминлаш

Агар $Re_n \geq Re_c$ бўлса, унда $Re_m = Re_c = 150$ ва лойқа ўлчами миқёси қуйидагича аниқланади

$$\alpha_d = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha_p}} \left(\frac{150}{Re_n} \right)^{2/3} \quad (18)$$

бунда: Re_n -насос станция аванкамераси натура (табiiй) шароити учун

$Re_n = \frac{\rho_n d_n}{\nu_n}$ формуласи билан аниқланади.

Агар $Re_n < Re_c$ бўлса:

$$\alpha_d = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha_p}} \quad (19)$$

3) лойқа заррачалари материални танлаш 1 ва 2 шартлар бир вақтда бажарилган ҳол учун аниқланади;

4) лойқалик даражаси миқёси $\alpha_\varphi = 1$ бўлиши керак.

Лойқа заррачаларнинг транспортини ташкил қилишни моделлаштириш қуйидаги маълум мезонлар асосида амалга оширилади

$$d_{\text{кв}}/d_{\text{ўр}} = idem; \quad \vartheta/w = idem, \text{ яъни } \alpha_\vartheta = \alpha_w \quad (20)$$

бунда: $d_{\text{кв}}$ – қувур диаметри, $d_{\text{ўр}}$ – заррачаларнинг ўртача диаметри.

Шу билан бир қаторда гидродинамик ўхшашлик шартини бажариш учун Рейнольдс сонининг автoмoдeль зонасидаги қийматларига риоя қилиш керак, яъни $Re > Re_c$.

Лойқа ташувчи қувурларда гидравлик режимининг турғун сақлаш учун қувурдаги гидроаралашманинг тезлигини қуйидаги миқдорда қабул қилиш лoзим:

$$\vartheta = (1,1 \dots 1,15) \vartheta_{\text{кр}} \quad (21)$$

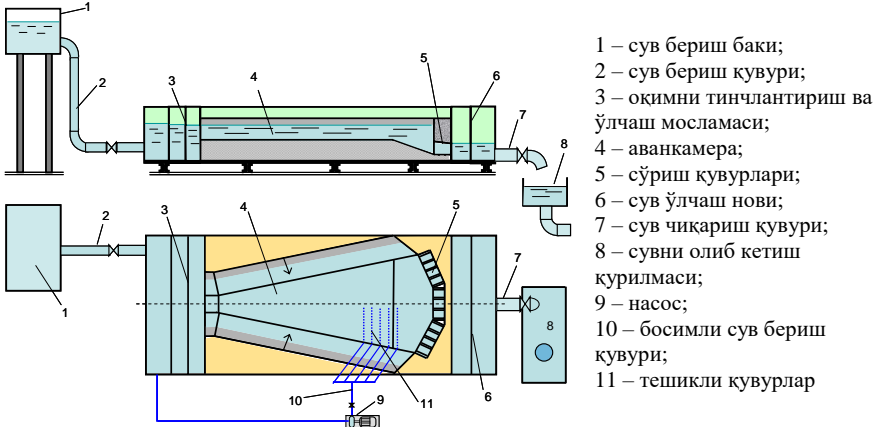
бунда: $\vartheta_{\text{кр}}$ - лойқа заррачаларнинг критик тезлиги:

$$g_{sp} = w + 3\sqrt{\rho \cdot \varphi \cdot g \cdot d_{кув}} \quad (22)$$

бунда: $d_{кув}$ – кувур диаметри.

Лаборатория қурилмасининг схемаси 7-расмда кўрсатилган.

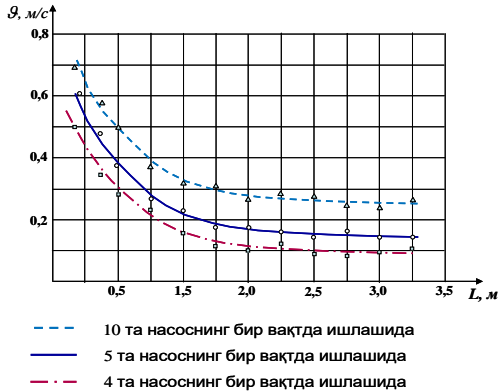
Лабораторияда ўтказилган экспериментал тадқиқотларнинг асосий мақсади аванкамерада лойка чўкиш жараёни параметрларини ҳамда лойка чўкмалари ҳосил бўлишининг олдини оладиган қурилманинг сув сарфи – напор характеристикаларини аниқлаш ҳисобланади.



7 – расм. Лаборатория қурилмасининг схематик кўриниши

Экспириментал тадқиқотлар натижалари қуйидагилардан иборат.

Оқим тезлигининг аванкамера узунлиги бўйича ўзгариши 8 – расмда келтирилган.

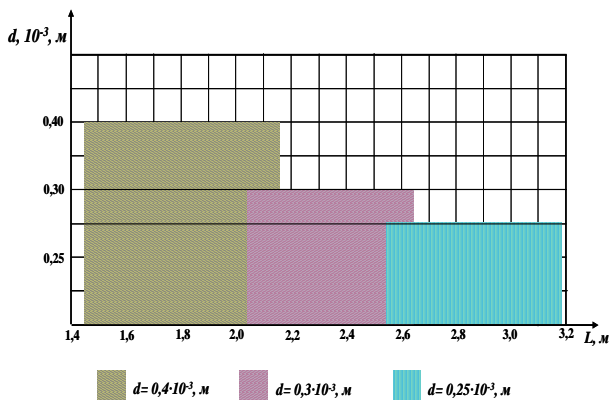


8 – расм. Сув оқими тезлигининг аванкамера узунлиги бўйича тақсимланиши

Насос станциясида учта насоснинг бир вақтда ишлаши ҳолатида лойка чўкмалари эгаллаган майдон аванкамера умумий майдонининг 35,2% ни

ташқил этади. Насослар сони ошиши билан бу кўрсаткич камаяди, яъни тўртта насос бир вақтда ишлаганда 26,4 % га, бешта насос ишлаганда 18,4 % га, 6 та насос ишлаганда 7,8 % га тенг бўлади (ўрнатилган насослар сони 11 та).

Лойқа заррачалари ўлчамларининг чўкиш жараёнига таъсирини аниқлаш мақсадида заррачаларнинг аванкамера узунлиги бўйича тақсимланиши ўрганиб чиқилди (9 – расм).



9 – расм. Лойқа заррачаларининг аванкамера узунлиги бўйича тақсимланиши

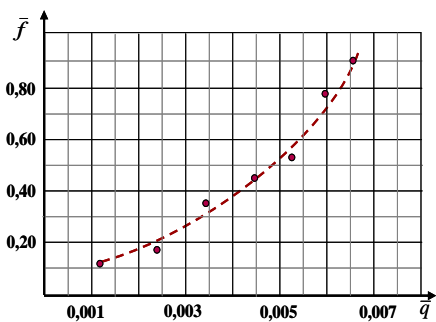
Лойқа заррачаларининг чўкиш узунлигини аниқлаш бўйича олинган ва 9 – расмда келтирилган лаборатория тадқиқотлари натижалари (10) тенглама бўйича ҳисобланган натижаларига солиштириб кўрилганда, улар бир-бирига деярли мос эканлиги, орадаги фарқ 7...8 % дан ошмаслиги аниқланди.

Лойқа концентрациясининг заррачалар чўкишига таъсирини аниқлаш учун $d=0,25 \cdot 10^{-3}$ м ва $d=0,4 \cdot 10^{-3}$ м заррачаларнинг $\varphi = 0,1...0,45$ концентрация коэффициентлари қийматларига мос келувчи чўкиш зонасининг ўртача масофалари аниқланди.

Лойқа концентрациясининг ошиши заррачаларнинг чўкиш тезлигини камайтиради, натижада уларнинг аванкамера бошидан ҳисобланган чўкиш масофаси ошади.

Масалан, концентрация коэффициенти $\varphi = 0,1$ бўлганда $d=0,4 \cdot 10^{-3}$ м ўлчамли заррачалар 2,0...2,1 метр масофада, $\varphi = 0,4$ бўлганда эса 3,0 метр масофага бориб чўқади.

Назарий тадқиқотларда турбулизация майдони ўлчамига таъсир кўрсатувчи асосий параметрлар берилётган сув оқимининг напори ва сарфи ҳамда тешиқлар диаметри масофа кўрсатилган эди. Лаборатория тадқиқотларида ушбу параметрларнинг узаро таъсири кўриб чиқилди, масалан, сув сарфининг турбулизация майдонига таъсири 10 – расмда келтирилган.



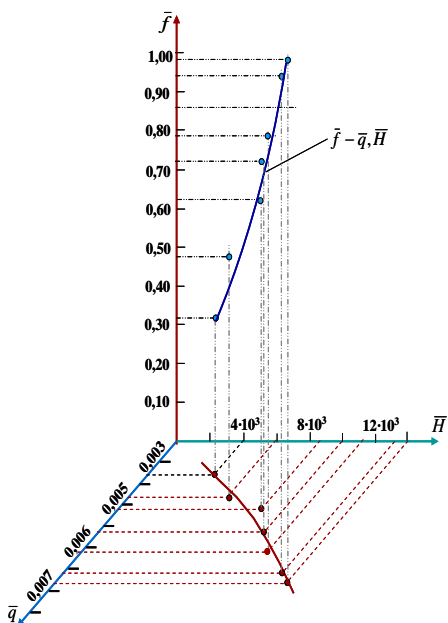
10 – расм. Сув сарфининг турбулизация майдонига таъсири

$\bar{q} = \frac{Q_{m.к.}}{Q_1}$ - сув сарфининг нисбий киймати,

бунда $Q_{m.к.} = Q_m \cdot n$ - тешикли қувурларга берилётган сув сарфи, Q_m - тешикдан чиқаётган сув оқими сарфи, n - тешиклар сони; Q_1 - аванкамерага берилган умумий сув сарфи.

$\bar{f} = \frac{f_{мыр}}{f_{сур}}$ - турбулизация майдонининг

нисбий киймати; $f_{мыр}$ - турбулизация майдони; $f_{сур}$ - қурилма ётқизилган майдон.



11 – расм. Турбулизация майдонининг сув оқими напори ва сарфининг нисбий кийматларига боғлиқлиги

$\bar{f} = f(\bar{H}, \bar{q})$ га мос келадиган жараёни аппроксимацияловчи аналитик ифода қуйидаги эмпирик тенглама кўринишида олинди.

$$\bar{f} = 3,22 \cdot \bar{q} \cdot \bar{H}^{0.4} \quad (23)$$

Ушбу тенгламанинг эксперимент натижаларига мослиги Фишер мезони ёрдамида текшириб кўрилиб, унинг адекватлик даражаси талабларга жавоб бериши аниқланди.

Лаборатория тадқиқотлари натижасида турбулизация майдонининг ўлчамларига асосан иккита параметр - \bar{H} ва \bar{q} таъсир кўрсатиши маълум бўлди, қолган параметрлар - тешиклар диаметри, сони ва улар орасидаги масофа, қувурлар диаметрини \bar{H} ва \bar{q} қийматларидан келиб чиққан ҳолда гидравлик ҳисоблар билан аниқлаш мумкин. Шунинг учун \bar{f} , \bar{H} ва \bar{q} орасидаги боғлиқликни аниқлаш учун уч ўлчамли координаталар тизимида акс эттирилган $\bar{f} = f(\bar{H}, \bar{q})$ графигидан фойдаланилди (11 – расм).

График ва жадвал кўринишидаги экспериментал маълумотлар математик статистиканинг маълум қоидалари асосида қайта ишланиб ва дисперсион таҳлил қилиниб юқорида келтирилган функция

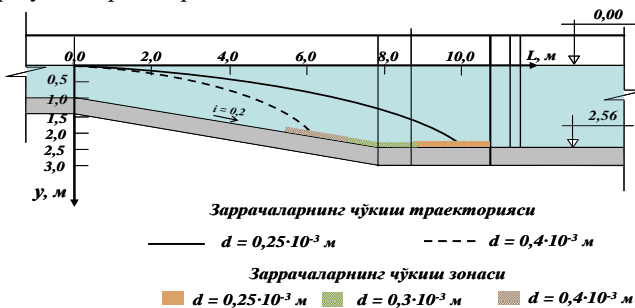
Диссертация ишининг “Насос станцияси аванкамерасида лойқа чўкиши ва унинг олдини олиш бўйича дала шароитида бажарилган тажрибалар натижалари” номли бешинчи бобида дала шароитида, ишлаб турган насос станциялар аванкамераларида лойқа чўкиш жараёнини ўрганиш, олинган назарий ва лаборатория тадқиқотлари натижаларининг, жумладан лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмасининг параметрларининг мослигини текшириб кўриш бўйича бажарилган ишлар натижалари келтирилган.

Тажрибаларни ўтказиш учун Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли аванкамераларида ҳар йили кўп миқдорда лойқа чўкадиган М-II-2 ва Йўлдош насос станциялари танлаб олинди.

Лойқа заррачаларининг ҳар хил фракциялари аванкамеранинг узунлиги бўйича чўкиши кўриб чиқилганда маълум бўлдики, М-II-2 насос станцияси аванкамерасининг бошидан 19,0 метрдан 22,8 метр масофагача 0,3...0,45 мм ўлчамга ва 0,049 – 0,068 м/с гидравлик йирикликка эга бўлган заррачалар чўқади, 22,8 метрдан 34,9 метргача бўлган масофада заррачалар параметрлари $d = 0,15...0,25$ мм ва $w = 0,035...0,053$ м/с га тенг. Йўлдош насос станциясида ҳам аванкамера бошидан 6,0...8,0 метр масофада $d = 0,1-0,15$ мм ва $w = 0,036 - 0,041$ м/с кўрсаткичларга эга бўлган заррачалар чўқади, 8,0...10,0 метр масофада бу кўрсаткичлар $d = 0,05... 0,08$ мм ва $w = 0,025...0,033$ м/с га тенг.

Йўлдош насос станцияси аванкамерасидаги лойқа чўкмаларининг турли масофада жойлашган намуналари лаборатория таҳлилидан ўтказилганда аванкамера бошидан 5,4...7,1 метр масофада ўлчами $d=0,4...0,5$ мм, бўлган 6,9...9,2 метр масофада $d = 0,3...0,4$ мм ўлчамли, 9,0...10,7 метр масофада $d = 0,2...0,25$ мм ўлчамга эга бўлган заррачалар учраши аниқланди (12 – расм).

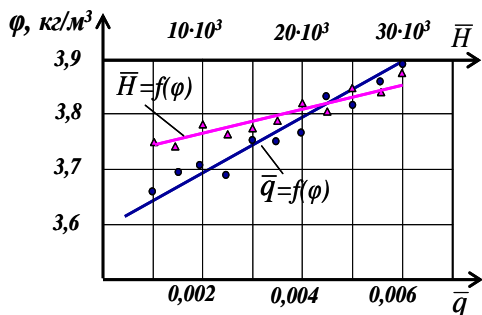
Ушбу кўрсаткичларнинг (10) тенгламага мос келиши масаласини аниқлаш учун Йўлдош насос станциясининг параметрлари, яъни $Q=0,97$ м³/с, аванкамера бошидаги сув чуқурлиги $h_1 = 1,0$ метр ва иншоот бирламчи эни $v_1 = 1,5$ метр бўлган ҳолатлар учун $d = 0,4$ мм ва $d = 0,25$ мм ўлчамли заррачалар чўкиш траекторияси ҳисоблаб чиқилди.



12 – расм. Йўлдош насос станцияси аванкамерасида лойқа заррачаларининг тақсимланиш схемаси

Ҳисоблар натижаларига кўра $d = 0,25$ мм ўлчамли заррачалар аванкамера бошидан 9,9 метр масофага бориб чўқади, $d = 0,4$ мм ўлчамга эга бўлган заррачалар эса 6,0 метр масофага бориб чўқади. Бундан кўриниб турибдики, ҳисоблар билан экспериментлар орасидаги тафовут ўртача 7,0...9,0 % ни ташкил этган.

Мазкур тадқиқотлар натижалари 13-расмда кўрсатилган. Расмда кўрсатилган график лойқа микдорининг тешикли қувурларга берилаётган нисбий сув сарфи ва унинг напорига боғлиқлигини акс эттирган. Қурилма ишга тушгунга қадар лойқа микдори $3,6 \text{ кг/м}^3$ бўлган бўлса, қурилма ишга тушгандан кейин лойқа микдори $3,9 \text{ кг/м}^3$ гача кўтарилди.



13 – расм. Йўлдош насос станциясида насослар ҳайдаб бераётган сувдаги лойқа концентрацияси ва оқим напорининг лойқа чўқишининг олдини оладиган қурилмага берилаётган сув оқими сарфига боғлиқлик графиги

Бундан кўриниб турибдики, оқимнинг турбулизацион ҳолатининг юзага келиши сўрилаётган сув оқими таркибидаги лойқа микдорининг $0,3 \text{ кг/м}^3$ га ошишига ($\bar{q} = 0,006$ ҳолатида), бу эса насос станцияси $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ сув сарфи билан бир соатда 1080 кг лойқани чиқариб юборишини англатади.

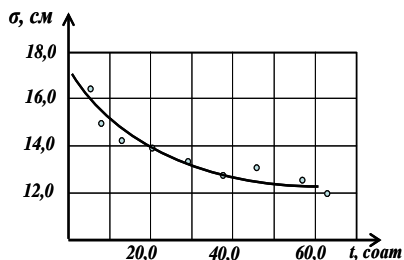
Лойқа чўқишининг олдини олиш қурилмасига берилаётган сув оқими напорининг лойқа концентрациясининг ўсишига таъсирини аниқлаш бўйича тадқиқотлар натижалари ҳам 13 – расмда келтирилган. Тадқиқотлар $\bar{q} = 0,003$ сув сарфининг нисбий қийматида ва нисбий напорнинг $5 \cdot 10^3 \dots 30 \cdot 10^3$ оралиғидаги қийматлари бўйича ўтказилди, натижалар шуни кўрсатдики, напор қийматларининг ошиб бориши ҳайдаб берилаётган сув оқимида лойқа микдорининг ошиб боришига олиб келади, масалан \bar{H} қийматининг $5 \cdot 10^3$ дан $30 \cdot 10^3$ гача ошиши лойқанинг $0,1 \text{ кг/м}^3$ га ошишига олиб келади.

Йўлдош насос станцияси аванкамерасида лойқа чўқишининг олдини олиш қурилмасининг синов ишлари 14 – расмдаги фотосуратда, лойқа чўқмалари қалинлигига таъсири 15 - расмда берилган.

Бундан хулоса шуки, турбулизация натижаида мустаҳкам ўрнаша олмаган юзадаги чўқмалар кўзгатилиб, муаллақ ҳолга ўтказилади ва насос сўриш қувурига сўрилиши учун имкон яратилади.

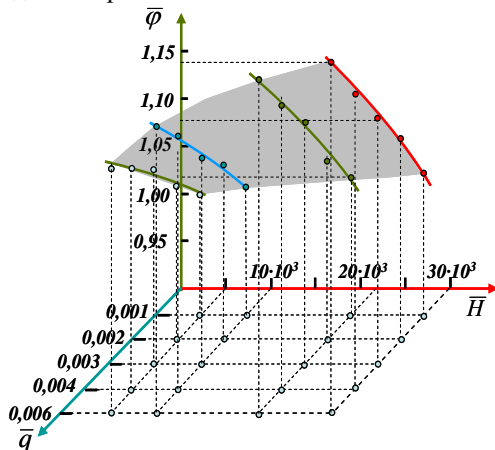


14 – расм. Йўлдош насос станцияси аванкамерасида тешикли қувурларга босимли сув оқимининг берилиши



15 – расм. Лойқа чўкмалари қалинлигининг лойқа чўкишининг олдини оладиган қурилманинг ишлаш вақтига боғлиқлик графиги

Йўлдош насос станциясида ўтказилган лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси параметрлари бўйича тадқиқотлар натижаларининг умумлашган графиги 16 – расмда келтирилган.



16 – расм. Лойқа нисбий концентрацияси $\bar{\varphi}$ миқдорининг \bar{H} ва \bar{q} қийматларига боғлиқлик графиги

Графикдан кўриниб турибдики, напор қийматларининг чегараси насос босим қувуридаги напорга боғлиқ ва уни ҳаддан ташқари ошириш электр энергиясининг ортиқча сарф бўлишига олиб келади, сув сарфи қийматининг $\bar{q}=0,006\dots 0,01$ қийматларидан ошиши ҳам мақсадга мувофиқ эмас. Шу сабабли мазкур график насос станцияларда кўп учрайдиган $H=10,0\dots 60,0$ метр ва $\bar{q}=0,006$ гача бўлган қийматлар учун қурилди.

Графикда лойқа концентрациясининг нисбий қийматини қуйидаги боғланиш орқали ифодалаш мумкин:

$$\bar{\varphi} = \varphi / \varphi_0 \quad (24)$$

бунда: φ_0 – лойқа концентрациясининг қурилма ишга тушгунча қадар бўлган қиймати, φ – лойқа концентрациясининг қурилма ишга тушгандан кейинги қиймати.

Мазкур график параметрларнинг белгиланган қийматларида лойқа концентрациясини прогноз қилиш учун қўлай, бунинг учун мураккаб ҳисоб-китоб ишлари талаб қилинмайди.

Диссертация ишининг “**Насос станциялар фойдаланиш жараёнида янги техник ечимларнинг самарадорлигини аниқлаш**” номли олтинчи бобда насос станциялар фойдаланиш жараёнида янги техник ечимларининг иқтисодий самарадорлиги ва техник иқтисодий кўрсаткичлари аниқланган.

Мазкур ҳисоблар янги техника самарадорлигини аниқлашда кенг қўлланиладиган вариантлар бўйича йиллик ҳисобий харажатлар минимумини аниқлаш усули билан амалга оширилди. Йиллик ҳисобий харажатлар минимуми куйидаги тенглама билан аниқланади:

$$\Phi_i + \lambda K_i = X_{min} \quad (25)$$

бунда: Φ_i – ҳар бир вариант бўйича фойдаланиш (эксплуатация) харажатлари, K_i – ҳар бир вариант учун сарф бўлган капитал маблағлар,

λ - қиймати иқтисодий самарадорлик кўрсаткичларига, инвестициянинг қоплаш муддатига катта таъсир кўрсатади ва унинг оптимал қийматини инвестор талабларидан, инфляция миқдоридан ва банк шартларидан келиб чиқиб танланади, бошқача айтганда кўп ҳолларда λ нинг қиймати оптимал дисконт ставкасини ташкил қилади. Унинг миқдорини куйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$\lambda = (b+r+i)/100 \quad (26)$$

бунда: b – банк ставкаси (фоизи); r – дисконтланган даромадни тўлиқ олишда юзага келадиган баъзи бир хавфларнинг олдини олиш фоизи ($r=3...10\%$), i – прогноз қилинаётган йиллик инфляция миқдори, фоиз.

Суғориш насос станциялари фойдаланиш жараёнида қўлланишга тавсия этилаётган куйидаги янги техник ечимларнинг иқтисодий самарадорлиги ва техник иқтисодий кўрсаткичлари аниқланди (1 – жадвал):

1. насос станцияси аванкамерасида лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси.

2. насос станцияси аванкамерасидадаги лойқа чўкмаларини эжектор билан тозалаш қурилмаси.

3. насос станцияси аванкамерасидаги лойқа чўкмаларини грунт насослар билан тозалаш қурилмаси.

4. насос станцияси аванкамерасидаги лойқа чўкмаларини ер қазиш механизмлари ёрдамида тозалаш.

Ҳисоблар натижалари бўйича энг иқтисодий самарадор вариант насос станцияси аванкамерасида лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси эканлигини кўрсатди. Бу вариант ва эжектордан фойдаланиш варианты ҳозирги кунда амалда қўлланилаётган ер қазиш механизмлари ёрдамида тозалашга нисбатан деярли 3.28...3,6 баробар, грунт насослар билан тозалаш қурилмасига нисбатан 2 баробар кам харажат талаб этади ва сарф бўлган капитал маблағлар 1...2 йилда қопланади.

Техник – иқтисодий кўрсаткичлар

Вариантлар	Капитал маблағлар миқдори, минг сўм	Амортизация харажатлари, минг сўм	Жорий таъмирлаш харажатлари, минг сўм	Электр энергия харажатлари, минг сўм	Кредит тўловлари, минг сўм	Жами, минг сўм
1	1130,996	391	59	96,288	30053,69	3553,657
2	11898,0	420,0	63,000	188,0	3212,5	3 883 500
3	16 680,0	1486,188	483,720	11,800	4503,600	6485,308
4						12 760,0

Ҳар хил сув ҳайдаш баландликларида жойлашган майдонларга сув етказиб берадиган насос станциясининг нисбатан пастликдаги майдонларга гидрооқимчали насос орқали сув етказиб бериш қурилмасининг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш бўйича ҳисоблар натижалари амалда қўлланилаётган марказдан қочма насосларга нисбатан гидрооқимчали насослардан фойдаланиш варианты 1,16 баробар иқтисодий самарадор эканлигини, қурилмага сарф бўлган маблағларни қоплаш муддати 6,0 йилдан ошмаслигини кўрсатди

ХУЛОСАЛАР

1. Суғориш насос станцияларининг тўғри нишабликка эга бўлган, кенгайиб борадиган аванкамераларида лойқа заррачаларининг ноаниқ шакли ва концентрациясини ҳисобга олувчи заррачаларнинг чўкиш траекториясини ифодаловчи тенглама таклиф этилди.

2. Насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойқа чўкишининг олдини олиш бўйича янги қурилма конструкцияси ишлаб чиқилди.

3. Насос станцияси аванкамерасида сув оқимини турбулентлаш усули билан лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмаси напор-сув сарфи характеристикасининг аналитик ифодаси ишлаб чиқилди.

4. Насос станцияси аванкамерасини лойқа чўкмаларидан грунт насос ёки эжектор ёрдамида тозалаш қурилмасининг схемалари ишлаб чиқилди ва қурилмаларнинг параметрлари ҳамда иш режимини аниқлаш методикаси такомиллаштирилди.

5. Насос станциясининг сув бериш унумдорлигини гидрооқимчали насосдан фойдаланиш ҳисобига ошириш қурилмаси схемаси ва унинг асосий параметрларини аниқлаш методикаси ишлаб чиқилди.

6. Насос станциялар аванкамерасида лойқа заррачаларининг чўкиш узунлигини аниқлаш бўйича лаборатория тадқиқотлари бажарилди ва бу тадқиқотлар натижалари асосида лойқа заррачалари траекториясини ифодалаш бўйича таклиф этилган тенгламанинг ҳисоблаш натижаларига 7,0...8,0 % фарқ билан мос келиши аниқланди.

7. Аванкамера тубидаги оқимни турбулизациялаш орқали лойқа заррачаларининг чўкишининг олдини олиш қурилмасининг лаборатория тадқиқотлари ўтказилди ва оқимни турбулизациялаш самараси асосан икки

параметр – тешикли қувурлардан чиқаётган сув сарфи ва унинг босимиға боғлиқлиги аниқланди.

8. Лаборатория тадқиқотлари натижалари асосида лойқа заррачалари чўкишининг олдини олиш қурилмаси напор-сув сарфи характеристикасининг эмпирик тенгламаси таклиф этилди.

9. Насос станцияларида ўтказилган экспериментлар натижалари лойқа заррачаларининг чўкиш узунлиги заррачанинг ўлчами, зичлиги, гидравлик йириклиги қийматларига ҳамда лойқа концентрациясига боғлиқлигини кўрсатди ва таклиф этилган тенглама бўйича бажарилган ҳисоблар натижаларига мос келиши аниқланди.

10. Насос станцияси аванкамераси тубида оқимнинг турбулизицион ҳолатини юзага келтириш бўйича ўтказилган тажрибалар натижалари нисбий сув сарфини $\bar{q}=0,006...0,01$, тешиклар диаметрини $2,0...3,0 \cdot 10^{-3}$ метр, тешикли қувурдаги напорни эса 20 метрдан кам бўлмаган қийматларда қабул қилиш мақсадга мувофиқ эканлигини кўрсатди.

11. Насос станцияси аванкамерасида лойқа чўкишининг олдини олиш қурилмасининг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш бўйича натижалари мазкур қурилма ҳозирги кунда амалда қўлланилаётган лойқа чўкмаларини ер қазиш механизмлари билан тозалаш усулига нисбатан 3,28...3,6 баробар, грунт насослари билан тозалаш усулига нисбатан 2,0 баробар иқтисодий самара беришини кўрсатди. Насос станцияларда нисбатан пастликда жойлашган майдонларга гидрооқимчали насос орқали сув етказиб бериш қурилмасининг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш бўйича ҳисоблар натижалари мазкур қурилма амалда қўлланилаётган марказдан қочма насосларга нисбатан 1,16 баробар арзон харажатларга эғалигини ва унга сарф бўлган маблағлар 6,0 йилда қопланишини кўрсатди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

НОСИРОВ ФАХРИДИН ЖАЙЛОВОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ
СТАНЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ КОСТРУКТИВНЫХ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

05.09.06-Гидротехническое и мелиоративное строительство

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора технических наук (DSc)**

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора наук (DSc) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2018.1.DSc /Т211

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

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

Научный консультант: Мухаммадиев Мурадулла Мухаммадиевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Янгиев Асрор Абдихамидович
доктор технических наук, профессор

Шакиров Бахтияр Махмудович
доктор технических наук, доцент

Хўжакулов Рустам
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: Ташкентский архитектурно-строительный институт

Защита диссертации состоится «18» марта 2022 г. в 14⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» по адресу: 100000, г.Ташкент, ул. Кары Ниязий, 39, тел. (+99871)-237-22-67, факс: 237-54-79, e-mail: admin@ttiame.uz.

С докторской диссертацией (DSc) можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрационный номер 209). Адрес 100000, г. Ташкент, Кары Ниязий, 39, тел. (+99871)-237-19-45, e-mail: admin@ttiame.uz

Автореферат диссертации разослан «25» февраля 2022 г.
(протокол рассылки № 209 от «25» февраля 2022 г.)



Э. С. Ситанов
Председатель научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

Ф. А. Гаппаров
Учёный секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., доцент

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире повышение эффективности работы насосных станций, обеспечение их надежной и гарантированной работы являются одними из главных вопросов. В связи с этим в мировом масштабе приоритетными задачами считается устранение факторов, негативно влияющих на работу насосных станций, достижение энерго- и ресурсосбережения, использование современных методов управления технологическим процессом водоподачи¹.

В ведущих мировых научных учреждениях проводятся научно-исследовательские работы, направленные на оптимизации режима работы насосных станций, улучшение гидравлической структуры потока воды и предотвращение осаждения наносов в водоприемных сооружениях, минимизации энергозатрат, разработку новых технических решений и технологий. В этом аспекте особое внимание уделяется вопросам исследования и научного обоснования оптимальной гидравлической структуры потока воды в сооружениях, управления потоком воды в аванкамерах насосных станций, оптимизации, повышения эксплуатационной эффективности и управления режимами работы насосных агрегатов.

В водном хозяйстве нашей Республики проводятся широкомасштабные меры и достигнуты определенные результаты по модернизации и реконструкции насосных станций, повышению эксплуатационной эффективности сооружения и оборудования, замене устаревшего оборудования на современное энергоэффективное оборудование, совершенствованию режима работы сооружений за счет регулирования гидравлического режима водотока. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи, в том числе «...развитие сети мелиоративных и ирригационных объектов, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий...». Сегодня в Республике более 55 % орошаемых земель, т.е. 2,4 млн. гектар пашни орошаются насосными станциями, на которые в 2020 году израсходовано 7,172 млрд кВтч (10,4% энергопотребления страны)².

Чрезвычайно высокий уровень потребления электроэнергии требует особого внимания к повсеместному внедрению энергосберегающих технологий на насосных станциях, включая исследование и внедрение новых энергосберегающих конструкций и технических решений.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан УП- № 4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлением Президента Республики Узбекистан УП- № 5742 от 17.06.2019 «О мерах по

¹ Ирригационные насосные установки. Национальный технический справочник по ирригации. Служба охраны природных ресурсов Министерства сельского хозяйства США. Вашингтон, 2016, 206 с.

² <https://water.gov.uz/uz/page/1/4>

эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве», ПП- №3238 от 23 августа 2017 г. «О мерах по развитию внедрения современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий», ПП - №4486 от 9 октября 2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами» и другими нормативно – правовыми документами.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Диссертационная работа выполнена в рамках приоритетного направления развития науки и технологий IV «Сельское хозяйство, биотехнология, водные проблемы, экология и охрана окружающей среды».

Обзор зарубежных исследований по теме диссертации ³.

В настоящее время исследованиями новых технических решений и разработок, направленных на повышение эксплуатационной эффективности оросительных насосных станций занимаются в ведущих мировых исследовательских центрах, в том числе в университетах Yangzhou, Hohai, (КНР), Sheffield, Nottingham (Великобритания), McMaster (Канада), Московском государственном строительном, Национальном университете водного хозяйства и природопользования (Украина), Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова, Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (Узбекистан), а также в институтах: Institute Hydraulic Engineering (Австралия), International water Management Institute (IWMI), Mechanical & Electrical Research Institute (Египет), институте водного хозяйства и строительства им. Костякова А.Н. при Российском государственном аграрном университете им. А.Н. Тимирязева, Научно-исследовательском институте водных проблем и ирригации, Каршинском инженерно – экономическом институте (Узбекистан), а также в исследовательских центрах – ассоциации International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR) КНР, в научном сообществе American society of civil Engineers и в других учреждениях.

Специалисты из университетов Yangzhou, Sheffield и Австралийского института Institute Hydraulic Engineering провели исследования ряда новых технических решений для изучения оптимальной гидравлической структуры потока воды в сооружениях насосных станций. Управление потоком воды и вопросы определения его оптимальной структуры в аванкамерах насосных станций проводятся в университете Hohai, в институтах мелиорации, водного хозяйства и строительства им. Костякова А.Н., а также в НИИ ирригации и водных проблем.

Исследования эффективных методов предотвращения и очистки наносов

³ Обзор зарубежных исследований по теме диссертации из следующих источников: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/8/1677/html>; <http://doi.org/10.1155/2018/6543109>; <https://doi.org/10.1155/2018/2876980>; www.sciencedirect.com; <https://elibrary.ru/item.asp?id=29736742>; [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1996\)122:3\(179\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1996)122:3(179)); <https://cyberleninka.ru/article> и на основе других источников

в аванкамерах проводятся в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова, Каршинском инженерно-экономическом институте. Исследования по оптимизации и управлению режимами работы насосных агрегатов проводятся в Sheffield, Nottingham (Великобритания), McMaster (Канада), Национальном университете водного хозяйства и природопользования (Украина) и институте Mechanical & Electrical Research Institute (Египет).

Основными направлениями научно-исследовательских работ по повышению эффективности работы насосных станций в мире являются оптимизация работы насосных станций с целью минимизации потерь ресурсов и энергии, определение оптимальной гидравлической структуры потока воды в сооружениях, устранение факторов, негативно влияющих на их работу, разработка «умных» управляющих систем на базе IT-технологий, приводящих к минимизации затрат по насосной станции.

Степень изученности проблемы. В настоящее время вопросам исследования новых технических решений и разработок, направленных на повышение эксплуатационной эффективности мелиоративных насосных станций посвящены работы ведущих ученых мира, в том числе Виссарианова В.И., Гловацкого О.Я., Некрасова В.М., Накладова Н.Н., Кеберле С.И., Рычагова В.В., Подласова А.В., В.Я.Карелина, С.Х. Абальянца, Ю.А. Иббазде, Н.Т. Кавешникова, И.И. Леви, И.Е. Михайлова, Е.А. Соколова, М. Зингер, Л.Г. Подвидз, Ю.С. Кирилловского, Б.Ф. Лямаева, М. Чианда, В. Сонда, Ж.Чжоу, Е. Цзу, С.Е.Суини, G. Fish, I.R. Teaima, G. Govatos и других.

Влияние новых конструкций и технологий на эффективность работы насосных станций при строительстве оросительных насосных станций в Узбекистане, предотвращение движения частиц наносов в потоке воды, процесса их оседания на дно конструкции, рассмотрены в работах ученых нашей страны А.М. Арифжонова, О.Я. Гловацкого, М. Мамажонова, М.М. Мухаммадиева, Б.У. Уришева, Б.М. Шакирова и других.

Кроме того, в упомянутых научных исследованиях недостаточно изучены вопросы использования эффективных методов предотвращения отложения наносов в водоприемных сооружениях, оптимизации режимов работы насосных агрегатов с использованием новых технических решений, снижения энергозатрат и расхода ресурсов.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ ВУЗа, в котором выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ, выполненных в Ташкентском государственном техническом университете по темам ГНТП-13-014 «Разработка энергосберегающих систем управления режимами работы насосных станций» (2009-2011 гг.), ИОТ-2012-5-11 «Разработка и внедрение устройства предотвращения осаждения наносов в аванкамере насосной станции» (2012-2013 гг.) и в Каршинском инженерно-экономическом институте по теме ИТД-3-26 «Разработка и исследование энерго- и водосберегающей технологии насосных станций с применением новых конструкций водоприемного сооружения» (2012-2014 гг.),

F-OT-2021-235 «Теоретическая основы развития гидроэнергетики с использованием гидроэнергетических комплексов» (2021-2025).

Целью исследования является разработка новых конструктивных и - технологических решений по повышению эксплуатационной эффективности насосных станций и обоснование их технических, гидравлических, энергетических параметров.

Задачи исследования:

изучение процесса осаждения наносов в водоприемных сооружениях насосных станций и анализ существующих методов и конструкций для предотвращения отложений наносов на дне сооружения;

разработка методики расчета осаждения частиц наносов в аванкамерах насосных станций;

разработка устройства для предотвращения отложения наносов в аванкамере насосной станции методом турбулизации потока воды;

разработка аналитического выражения напорно-расходной характеристики устройства для предотвращения осаждения наносов в аванкамере насосной станции методом турбулизации потока воды;

проведение лабораторных и натуральных исследований устройства для предотвращения осаждения наносов методом турбулизации потока воды в аванкамере насосной станции;

разработка схемы и методики определения эксплуатационных параметров устройства по удалению отложений из аванкамеры насосной станции с использованием грунтового насоса при его совместной работе с основным насосом;

разработка схемы устройства для очистки отложений из аванкамеры насосной станции с использованием эжектора и методика определения параметров и режима работы эжектора;

разработка схемы и методики определения параметров устройства для повышения производительности насосной станции за счет использования гидроструйного насоса;

определение экономической эффективности новых конструктивных и технологических решений по повышению эксплуатационной эффективности насосных станций.

В качестве объекта исследования приняты аванкамеры насосных станций, насосные агрегаты и напорные трубопроводы.

Предметом исследования является процесс течения взвешенной воды и отложения частиц наносов в аванкамере насосных станций, рабочие характеристики и параметры насосов, напорно-расходные характеристики потока воды в трубопроводах.

Методы исследования. В исследовании использованы гидравлическое моделирование процесса осаждения частиц наносов, графоаналитические методы определения параметров устройств и насосных агрегатов, математическая статистика при проведении экспериментов и обработки результатов, методы планирования экспериментов, законы моделирования течений воды в сооружениях.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

получено новое аналитическое уравнение, описывающее траекторию осаждения частиц с учетом концентрации наносов в аванкамерах насосных станций и неопределенной формы частиц;

разработано новое устройство для предотвращения отложений наносов методом турбулизации потока воды в аванкамере насосной станции;

усовершенствована методика определения напорно-расходной характеристики устройства для предотвращения осаждения наносов и получено новое уравнение, выражающее зависимость размера площади турбулизации потока в аванкамере от напорно-расходных характеристик устройства;

разработаны новые схемы устройств по удалению отложений наносов из аванкамеры насосной станции с последующей подачей их в напорный трубопровод с помощью грунтового насоса и эжектора и усовершенствована методика определения параметров предложенных устройств при их совместной работе с основным насосом;

разработаны схема устройства повышения эффективности водоподачи насосной станции за счет использования гидроструйного насоса и методика определения его основных параметров.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

разработано новое устройство для предотвращения отложений наносов методом турбулизации потока воды в аванкамере насосной станции;

по результатам теоретических и практических исследований предложен график для определения зависимости размера зоны турбулентности, образующейся на дне аванкамеры при использовании нового устройства от напорно-расходных характеристик потока воды;

разработаны новые технические решения по очистке отложений наносов в аванкамере насосной станции и методы определения их параметров;

разработана схема устройства повышения эффективности водоподачи насосной станции за счет применения гидроструйного насоса и методика определения его основных параметров;

разработаны рекомендации по определению эксплуатационных параметров насосной станции в процессе предотвращения осаждения наносов в аванкамере и очистки отложений.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследований подтверждается тем, что теоретические исследования выполнены на основе широко используемых математических и физических законов, эксперименты проведены в соответствии с законами моделирования исследуемых процессов и их результаты согласуются с полученными теоретическими результатами.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в возможности прогнозирования осаждения частиц наносов в аванкамере насосной станции и разработке нового метода для его предотвращения, с оценкой при этом, влияния турбулентности потока на дне сооружения на

параметры насосной станции и процесс осаждения частиц, разработке методов очистки аванкамеры от отложений и методики определения параметров при использовании данных методов и нового метода повышения эффективности подачи воды насосной станцией с использованием гидроструйного насоса.

Практическая значимость результатов исследований заключается в повышении КПД агрегатов, устранении излишних энергозатрат в результате эффективных и малозатратных методов предотвращения отложения и очистки наносов в аванкамере насосной станции в период эксплуатации насосной станции.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов, полученных при разработке и исследовании новых конструкций, технологических решений по повышению эффективности работы насосных станций:

получен патент на полезную модель Агентства Интеллектуальной собственности («Водоприёмное сооружение» №FAP 00238 (РУз), Бюл. №2, 2006 г.) конструкцию для предотвращения осаждения частиц наносов в водоприёмном сооружении. В результате достигается предотвращение отложения наносов на дне водоприёмных сооружений насосных станций и улучшаются эксплуатационные показатели агрегатов;

получен патент на полезную модель Агентства Интеллектуальной собственности на устройство для повышения эффективности водоподдачи насосных станций («Водоприёмное сооружение» № FAP № 01200, Бюл. №5, 2017 г.). В результате насосная станция имеет возможность повысить эффективность подачи воды до 15%;

устройство для предотвращения отложения частиц наносов в аванкамере насосных станций внедрено на насосной станции «Ёшлик» Аму-Сурхандарьинского бассейнового управления ирригации Министерства водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства № 03/27-3366 от 18 ноября 2021 г.). В результате за счет снижения затрат на очистку аванкамеры насосной станции от иловых отложений и потерь электроэнергии удалось сэкономить 40-250 миллионов сумов в год.

устройство для предотвращения отложения частиц наносов в аванкамере насосных станций было внедрено на насосной станции «Йулдош» Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригации Министерства водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства № 03/27-3366 от 18 ноября 2021 г.). В результате можно сэкономить 5,0...15% эксплуатационных расходов на насосной станции за счет снижения затрат на очистку аванкамеры насосной станции от отложений наносов и снижения потерь электроэнергии.

устройство для предотвращения отложения частиц наносов в аванкамере насосных станций внедрено в управлении по эксплуатации Каршинского магистрального канала Министерства водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства № 03/27-3366 от 18 ноября 2021 г.). В результате можно сэкономить 5,0...15,0 % эксплуатационных расходов на

насосной станции за счет снижения затрат на очистку аванкамеры насосной станции от отложений и снижения потерь электроэнергии.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 4 международных и 3 республиканских научных конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 27 научных трудов, из них 15 статей в журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, из них 9 статей в республиканских изданиях, 6 статья в зарубежном журнале, получено 2 патента на полезную модель Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации 192 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обоснованы актуальность и необходимость диссертации, показана соответствие исследований приоритетным направлениям научно-технического развития республики в диссертации, приведены обзор научных исследований ученых нашей страны и мира, сформулированы цели и задачи, указаны объект, методы, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность, научная и практическая значимость результатов, приведены сведения об апробации работы и внедрения, объеме и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Состояние использования оросительных насосных станций и факторы, влияющие на их эффективность, необходимость внедрения новых методов и технологий»** проанализированы проблемы при эксплуатации оросительных насосных станций и дальнейшего повышения их эффективности, существующие и новые конструкции аванкамеры, результаты научно-исследовательских работ по изменению гидравлической структуры потока в аванкамерах, а также рассмотрены некоторые нормативные документы по водоприемным сооружениям.

На основе данных анализов было выявлено, что в настоящее время в водоприемных сооружениях и аванкамерах насосных станций имеется ряд следующих проблем:

а) расширяющиеся традиционные аванкамеры, используемые в настоящее время на ирригационных насосных станциях, не могут равномерно распределять поток воды по всем всасывающим камерам и трубам насосной станции.

б) новые конструкции аванкамер и используемое оборудование для изменения гидравлической структуры потока позволяют существенно улучшить условия растекания потока воды, но в случае, когда количество работающих насосов составляет менее 30...40 % от общего количества

насосов, в аванкамере появляются водоворотные зоны и наблюдаются осадение частиц наносов. Такая ситуация приводит к ухудшению гидравлической структуры потока, отрицательно влияет на работу насосной станции, снижается производительность и КПД насосов.

в) перед началом основного вегетационного периода, т.е. в марте-апреле месяцах, из-за большого количества наносов в воде на дне аванкамер многих насосных станций образуются толстые слои отложений. Очистка отложений в вегетационном периоде на большинстве насосных станций не проводится, поэтому они вынуждены работать в течение всего сезона с более низкими показателями, что приводит к лишним энергозатратам на насосных станциях.

Анализ научной литературы и источников, посвященных вопросам повышения эксплуатационной эффективности оросительных насосных станций, перекачивающих взвесенесущую воду, показал необходимость дальнейшего увеличения масштабов исследований по следующим направлениям:

а) изучение процесса осаждения частиц наносов с целью прогнозирования объема, фракционного и минерального состава, мест скопления отложений наносов на дне аванкамеры насосных станций;

б) разработка эффективных устройств предотвращения осаждения частиц наносов в аванкамерах;

в) разработка эффективных методов очистки аванкамер от отложений наносов.

Анализ результатов исследований по повышению эффективности подачи воды насосной установки с помощью гидроструйного насоса показал, что данный метод является одним из наиболее эффективных методов при определенных ограниченных значениях параметров. Тем не менее, вопросы использования гидроструйного насоса для подачи воды на орошаемые площади, используя при этом, рабочий напор насосов, подающих воду в выше расположенные отметки, были исследованы недостаточно.

На основе результатов анализа, выполненного в данной главе определены цели и задачи диссертации.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Теоретические основы определения процесса осаждения и траектории осаждения частиц наносов в аванкамере насосных станций**», дается углубленный анализ процесса осаждения частиц под влиянием основных сил и факторов, от которых зависит траектория осаждения частиц.

В исследовании проф. И.Е. Михайлова отмечено, что частицы одного размера и плотности опускаются на дно сооружения по нормативному закону Гаусса и определяются значениями скорости потока воды и гидравлической крупности частиц. Однако, как показано выше, установлено, что траектория осаждения частиц зависит не только от плотности частиц, гидравлической крупности, скорости и структуры потока воды, но также от концентрации и формы частиц в потоке. Увеличение концентрации частиц в потоке приводит к образованию сил взаимодействия между ними, в «стесненном» состоянии возникает режим оседания, происходит гравитационная коагуляция частиц.

Результаты многих исследований показывают, что из-за большого влияния концентрации наносов на скорость осаждения частиц невозможно принимать равной ее гидравлической крупности.

Движение частицы A в аванкамере насосной станции показано на рисунке 1.

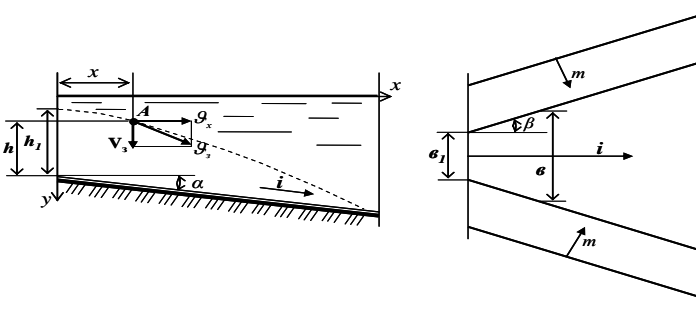


Рис. 1. Схема движения частицы наносов в аванкамере

Эта частица преодолевает расстояние dx в горизонтальном направлении под действием скорости потока воды g_x во времени dt . Вместе с этим частица под действием силы тяжести со скоростью g_y движется вниз. В этом случае считается, что значение пульсационных скоростей в потоке равны нулю. Следовательно, горизонтальное направление движения частицы в плоскости принимаем $dx = g_x \cdot dt$, по вертикали $dy = g_y dt$, тогда траектория частицы рассчитывается по следующей формуле:

$$dy = g_y \frac{dx}{g_x} \quad (1)$$

В этом выражении значение g_x можно определить по расходу воды:

$$g_x = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{bh + mh^2} \quad (2)$$

где: b - ширина аванкамеры, h - глубина воды, m - коэффициент откоса. Принимая $g_y = V_3$ зависимость (2) можно записать в следующем виде:

$$\omega \cdot dx = \left(\frac{V_3}{Q} \right) dy \quad (3)$$

Значения $\omega = b \cdot h + m \cdot h^2$ и b и h определяются следующим образом (рис. 1).

$$b = b_1 + 2 \cdot x \cdot tg\beta;$$

$$b = h_1 + x \cdot tg\alpha.$$

Отсюда можно записать значение ω в следующем виде:

$$\omega = x^2(2tg\alpha \cdot tg\beta + m \cdot tg^2\alpha) + x(b_1 \cdot tg\alpha + 2h_1 \cdot tg\beta + 2m \cdot h_1 tg\alpha) + bh_1 + mh^2 \quad (4)$$

Если принять $A = 2tg\alpha \cdot tg\beta + m \cdot tg^2\alpha$; $B = b_1 \cdot tg\alpha + 2h_1 \cdot tg\beta + 2m \cdot h_1 \cdot tg\alpha$; $\omega_1 = b_1 \cdot h_1 + m \cdot h_1^2$, то получается уравнение следующего вида:

$$\omega = Ax^2 + Bx + \omega_1 \quad (5)$$

Подставив (5) в (3) и интегрируя полученный результат, можно получить следующее уравнение:

$$A \frac{x^3}{3} + B \frac{x^2}{2} + \omega_1 x = \frac{Q}{V_3} y + C \quad (6)$$

Предполагая, что $C = 0$, когда $x = 0$ и $y = 0$, уравнение (6) выглядит следующим образом:

$$y = \frac{V_3}{Q} \left(A \frac{x^3}{3} + B \frac{x^2}{2} + \omega_1 x \right) \quad (7)$$

В этом уравнении для определения V_3 воспользовались эмпирическим уравнением, предложенным Студеновым И.И. и Шиловой Н.А.

$$V_3^m = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{36 \cdot \nu_c}{d} \right)^2 + 7,25 \left(\frac{\rho_3}{\rho_c} - 1 \right) d \cdot g} - \frac{36 \cdot \nu_c}{d} \right) \quad (8)$$

где: ν_c - коэффициент кинематической вязкости потока, ρ_3 , d - плотность и диаметр частиц, ρ_c - плотность воды.

Поскольку это уравнение представляет скорость осаждения отдельной частицы сферической формы, то в уравнение (7) подставляется коэффициент K_3 , который учитывает влияние несферической формы и концентрации частиц наносов:

$$K_3 = K_1 \cdot K_2 \quad (9)$$

где: K_1 - коэффициент неопределенной формы частиц, K_2 - коэффициент, учитывающий концентрацию частиц.

Уравнение (7) представлено в следующем виде

$$y = \frac{V_3^m \cdot K_3}{Q} \left(A \frac{x^3}{3} + B \frac{x^2}{2} + \omega_1 x \right) \quad (10)$$

Взаимное влияние частиц изучено достаточно широко, и при определении скорости осаждения частиц в зависимости от их концентрации предложено учитывать следующим коэффициентом:

$$K_2 \approx (1 - \varphi)^n \quad (11)$$

где: φ - объемная концентрация ила, n - коэффициент плотности.

Коэффициент плотности частиц в зависимости от концентрации частиц предложено определять по следующей ссылке:

$$n = 1,75 - 1,25 \cdot \varphi^{8,5} \quad (12)$$

Соответствие уравнения (10) результатам экспериментов было определено путем исследования фракционного состава образцов почвы, отложенных на разных расстояниях для условий $\varphi = 1,0 \dots 5,0 \%$ в аванкамере насосной станции М-II-2 в Кашкадарьинской области. Результаты проверки показали, что разница между уравнением (10) и результатами экспериментов не превышает 7,0 ... 10,0 %.

В третьей главе диссертации «**Использование новых устройств для предотвращения заиления и очистки аванкамеры насосной станции**» приведена информация о новых технических решениях по предотвращению отложения наносов методом турбулизации потока воды в аванкамере

насосной станции и результаты расчётов новых технических решений по очистке отложений наносов с использованием грунтовых насосов и эжекторов.

Предложено новое устройство с запатентованным изобретением, которое создает состояние искусственной турбулентности, предотвращающее осаждение частиц наносов в конце аванкамеры в зоне входа во всасывающие трубы и водоприемные камеры (рис. 2).

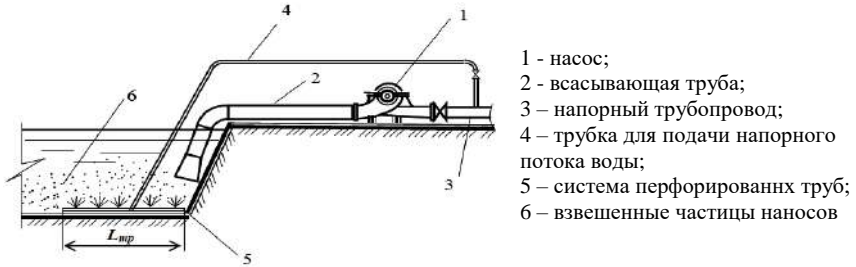


Рис. 2. Устройство для предотвращения заиливания аванкамеры

Напорно-расходные параметры устройства зависят от расстояния x между трубами, диаметра отверстий d_0 , расстояния b между отверстиями и длины перфорированных труб $l_{мп}$, которые показаны на схеме расположения труб (рис. 3).

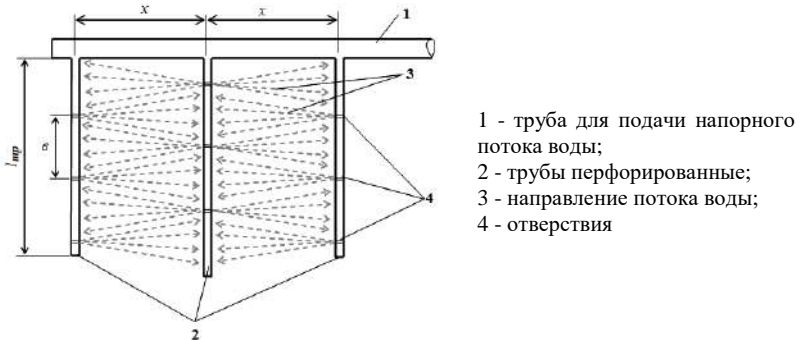


Рис. 3. Схема расположения перфорированных труб

Расход воды, подаваемой в устройство, определяется по следующему уравнению:

$$Q = 4,31 \left(\frac{2,5 \cdot D_{вх}}{x} + 1 \right) \left(\frac{l_{мп}}{b} - 1 \right) d_0^2 \cdot \sqrt{H} \quad (13)$$

где: $D_{вх}$ - диаметр входной части всасывающей трубы или камеры, H - расход воды, подаваемой в систему трубопроводов.

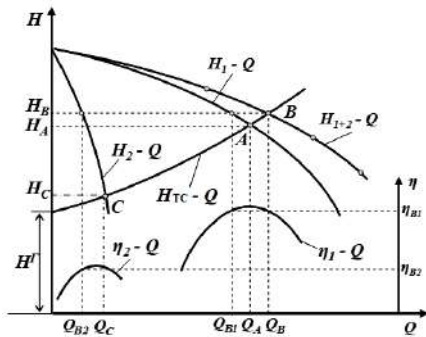
Результаты расчетов показывают, что количество подаваемой воды для создания турбулентного состояния потока на дне аванкамеры составляет 0,5...1,5 % от нормальной производительности насосной станции, что существенно не влияет на ее эксплуатационные характеристики.

Предложено устройство для удаления отложений наносов с помощью грунтовых насосов, предназначенных для перекачки специальных шламов, пульпы и других многофазных жидкостей. Это устройство взрыхляет отложение наносов из специального колодца, расположенного в конце аванкамеры и перекачивает его в напорный трубопровод грунтовым насосом. Основными преимуществами данного метода являются:

- а) наносы подаются в верхний бьеф минуя проточный тракт насосного агрегата, что защищает его от возможной гидроабразивной эрозии;
- в) предлагаемое устройство может быть использовано для предотвращения внезапного повышения давления при гидравлическом ударе, возникающем во время закрытия обратного клапана насосной установки.

Для определения рабочих параметров предлагаемого устройства предложен новый графоаналитический метод определения режима работы данного устройства и насосного агрегата (рис. 4).

При индивидуальной работе грунтового насоса в рабочей точке *C* он нагнетает гидросмесь с расходом $Q_{ca} = Q_c$ в напорный трубопровод, при этом $Q_{ca} = Q_{вода} + Q_{нан}$, т.е. состав гидросмеси состоит из смеси воды и наносов.



- $H_1 - Q$ - напорная характеристика насоса;
- $H_2 - Q$ - напорная характеристика грунтового насоса;
- $H_{1+2} - Q$ - общие напорные характеристики обоих насосов;
- $H_{ТС} - Q$ - напорная характеристика трубопроводной системы;
- $\eta_1 - Q, \eta_2 - Q$ - характеристики КПД насоса и грунтового насоса.

Рис. 4. График совместной работы насосного агрегата и грунтового насоса

Совместная работа основного насоса с грунтовым насосом представлена напорной характеристикой $H_{1+2} - Q$ положением рабочей точки *B* с параметрами H_B и Q_B , и соответственно значение Q_B равно:

$$Q_B = Q_{B1} + Q_{B2} = Q_{вода} + Q_{B1} + Q_{нан}.$$

Количество электроэнергии, необходимое для работы насоса очистки определяется следующим образом:

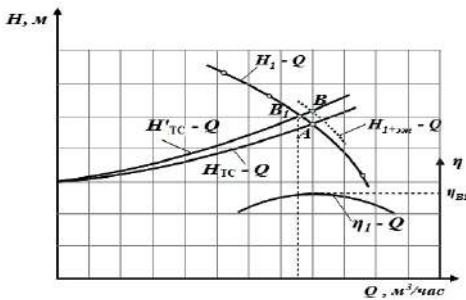
$$\mathcal{E}_{нан} = 9,81 \cdot Q_{B2} \cdot H_B / \eta_{B2} \cdot T_{нан}, \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

где: $T_{\text{нан}}$ - продолжительность работы грунтового насоса, час.

$$\text{КПД насоса определяется следующим образом: } \eta_B = \frac{(Q_{B1} + Q_{B2}) \cdot \eta_{B1} \cdot \eta_{B2}}{Q_{B1} \cdot \eta_{B2} + Q_{B2} \cdot \eta_{B1}}$$

По данной методике определялись параметры устройства с грунтовым насосом ГрАТ 85/40/1-1,6 для удаления отложений наносов в объёме 30 м³ в аванкамере насосной станции, оснащенной насосами марки Д1600-90М-0. Результаты расчетов показали, что количество электроэнергии, необходимой для работы грунтового насоса, не превышает 0,05 % от количества электроэнергии, потребляемой насосной станцией, вместе с тем, появляется возможность дополнительно перекачивать 15 м³/час гидросмеси.

Приведен графоаналитический метод определения режима работы насосного агрегата с эжектором для очистки аванкамеры от наносов (рис. 5).



- $H_1 - Q$ - напорная характеристика насоса
- $H_{KT} - Q$ - напорная характеристика трубопроводной системы;
- $H'_{ТС} - Q$ - напорная характеристика трубопроводной системы при работе эжектора;
- $H_{1+эж} - Q$ - общая напорная характеристика насоса с эжектором;
- $\eta_I - Q$ - характеристика КПД насоса

Рис. 5. График совместной работы насоса и эжектора

Связь между этими параметрами выражается следующей эмпирической зависимостью:

$$\alpha_M = 0,779 \sqrt{\frac{0,242}{\beta}}, \quad (14)$$

где: α_M - коэффициент, представляющий массу (расход) наносов,

$\beta = \frac{H^r}{H_H}$ - коэффициент, выражающий напор насоса.

Расход гидросмеси определяется следующей связью

$$Q_{ca} = \alpha_M \frac{\rho_{вод} \cdot Q_H}{\rho_{нан}} \quad (15)$$

где: $\rho_{нан}$ - плотность наносов, $\rho_{вод}$ - плотность воды, Q_H - производительность насоса.

Следовательно, в рабочей точке В насос вместе с эжектором будет иметь расход гидросмеси Q_{ca} .

Диаметр сопла определяется по следующей формуле:

$$d_c = 0,55 \sqrt{\frac{Q_H}{\sqrt{H_H - h}}} \quad (16)$$

где: Q_H, H_H - производительность и напор насоса определяются по графику на рис. 5 (в точке B_I), h - расстояние между минимальным уровнем воды в нижнем бьефе и осью сопла.

Предложено вместо насосов, подающих воду в нижерасположенные участки, использовать гидроструйный насос (эжектор). С учетом этого предложено устройство, оснащенное гидроструйным насосом (рис. 6).

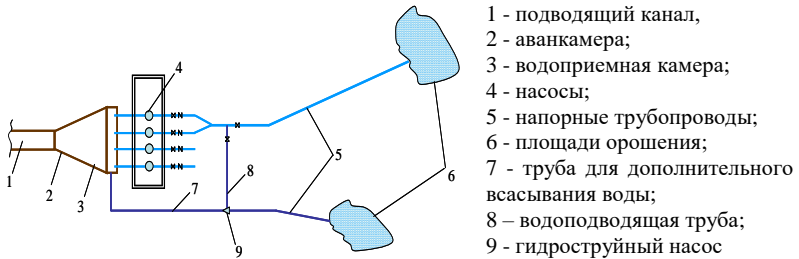


Рис. 6. Схема насосной станции с гидроструйным насосом

Согласно вышеприведенной схеме были рассчитаны параметры устройства с гидроструйным насосом, заменяемого два центробежных насоса и определена эффективность данного устройства путем сравнения затрат на электроэнергию, эксплуатацию и капитальных расходов.

В четвертой главе диссертации «**Лабораторные исследования устройства для предотвращения отложений наносов в аванкамере насосной станции**» приведены сведения о моделировании взвешенного состояния и осаждения частиц наносов в аванкамере, их транспортировки по трубопроводам, результаты лабораторных исследований по определению длины осаждения частиц наносов, параметров устройства для предотвращения отложения наносов.

На основании рекомендаций проф. И.И. Леви предложено моделировать осаждение частиц наносов в следующем порядке.

1) обеспечение кинематического и геометрического сходства:

$$\alpha_v = \alpha_w = \sqrt{\alpha_n} \quad (17)$$

2) обеспечение гидродинамического и геометрического подобия.

Если $Re_n \geq Re_c$, тогда $Re_m = Re_c = 150$ и масштаб размера наноса определяется следующим образом:

$$\alpha_d = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha_p}} \left(\frac{150}{Re_n} \right)^{2/3} \quad (18)$$

в данном случае Re_n - определяется по формуле $Re_n = \frac{g_n d_n}{v_n}$ для натуральных

условий аванкамеры насосных станций

если $Re_n < Re_c$ тогда

$$\alpha_d = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha_p}} \quad (19)$$

3) выбор частиц наносов определяется для случая, когда условия 1 и 2 выполняются одновременно;

4) масштаб степени концентрации частиц наносов $\alpha_\varphi = 1$

Моделирование транспортировки частиц наносов по трубам осуществляется на основе следующих известных критериев.

$$d_{mp}/d_{cp} = idem; \vartheta/w = idem, \text{ т.е. } \alpha_g = \alpha_w \quad (20)$$

где: d_{mp} – диаметр трубы, d_{cp} - средний размер частицы.

Вместе с тем для выполнения условий гидродинамического подобия необходимо соблюдать режим автомодельности по числу Рейнольдса, т.е.

$$Re > Re_c$$

Для поддержания устойчивого гидравлического режима в трубопроводах с содержанием наносов скорость гидросмеси в трубопроводе следует принимать согласно нижеприведенной зависимости:

$$\vartheta = (1,1 \dots 1,15) \vartheta_{кр} \quad (21)$$

где: $\vartheta_{кр}$ - критическая скорость частиц наносов:

$$\vartheta_{кр} = w + 3\sqrt{\bar{\rho} \cdot \varphi \cdot g \cdot d_{mp}} \quad (22)$$

где: d_{mp} - диаметр трубы.

Схема лабораторной установки представлена на рисунке 7.

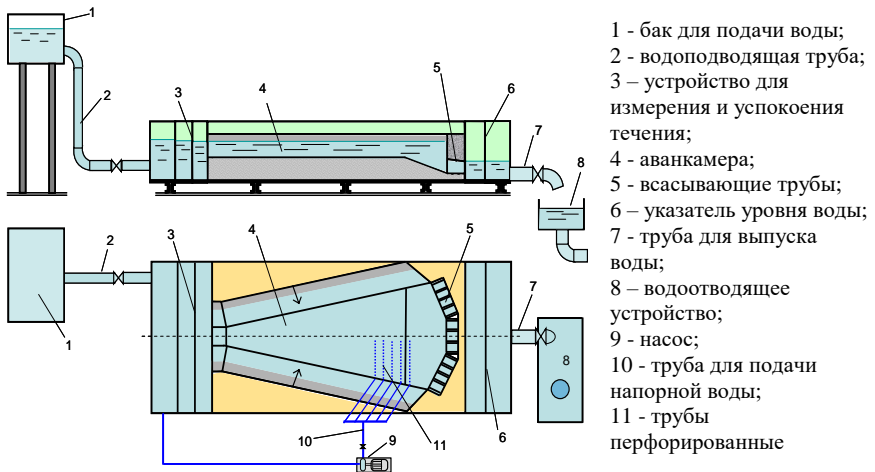


Рис. 7. Схема лабораторной установки

Основной целью лабораторных экспериментальных исследований, является определение параметров процесса осаждения наносов в аванкамере, а также расходно-напорных характеристик устройства для предотвращения образования отложений наносов. Результаты экспериментальных исследований показаны нижеприведенными графиками.

Изменение скорости потока по длине аванкамеры показано на рис. 8.

При одновременной работе трех насосов площадь, занятая отложениями наносов, составляет 35,2 % от общей площади аванкамеры. По мере увеличения количества насосов этот показатель уменьшается до 26,4 % при работе четырех насосов, 18,4 % при работе пяти насосов и 7,8 % при работе шести насосов (количество установленных насосов - 11).

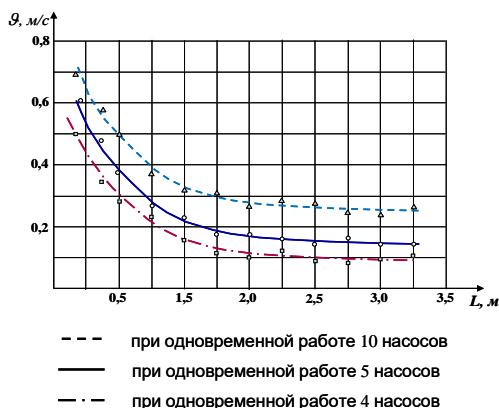


Рис. 8. Распределение скоростей потока воды по длине аванкамеры

Для определения влияния размера частиц наносов на процесс их осаждения было изучено распределение частиц по длине аванкамеры (рис. 9).

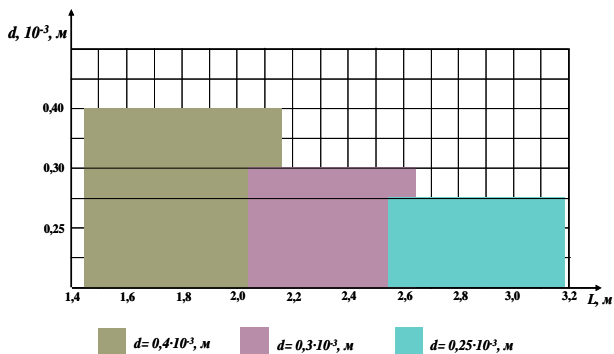


Рис. 9. Распределение частиц наносов по длине аванкамеры

Сопоставление результатов лабораторных исследований по определению длины осаждения частиц наносов, приведенных на рис. 9 с результатами расчетов по уравнению (10) показало, что они почти соответствуют и различие между ними не превышает 7 ... 8 %.

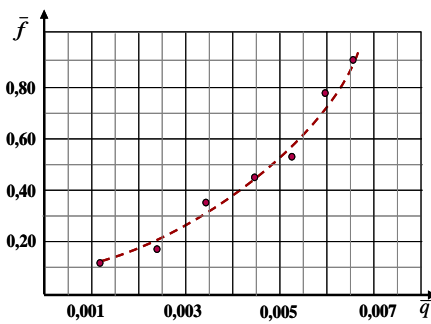
Для определения влияния концентрации наносов с диаметрами

$d=0,25 \cdot 10^{-3}$ м и $d=0,4 \cdot 10^{-3}$ м на осаждение частиц были определены средние расстояния зоны осаждения, соответствующие значениям коэффициентов концентрации $\varphi = 0,1 \dots 0,45$.

Увеличение концентрации наносов снижает скорость осаждения частиц, что приводит к увеличению их расчетного расстояния осаждения от начала аванкамеры.

Например, при коэффициенте концентрации $\varphi = 0,1$ частицы $d=0,4 \cdot 10^{-3}$ м оседают на расстоянии 2,0 ...2,1 метра, а при $\varphi = 0,4$ на расстоянии 3,0 метра.

Результаты теоретических исследований показали, что основными параметрами, влияющими на размер зоны турбулентности, являются напор и расход подаваемой воды, а также диаметр отверстий. В лабораторных исследованиях учитывалось взаимодействие этих параметров, например, влияние расхода воды на площадь турбулентности показано на рис. 10.



$\bar{q} = \frac{Q_{o.m.}}{Q_l}$ - относительная величина расхода

воды, где: $Q_{o.m.} = Q_o \cdot n$ - расход воды, подаваемой в перфорированные трубы, Q_o - расход воды из отверстия, n - количество отверстий; Q_l - общий расход воды, подаваемой в аванкамеру.

$\bar{f} = \frac{f_{mnp}}{f_{ycm}}$ - относительное значение

площади турбулентности; f_{mnp} - площадь турбулентности; f_{ycm} - площадь, на которой установлено устройство (перфорированные трубы)

Рис. 10. Влияние расхода воды на размер площади турбулентности

В результате лабораторных исследований определены две основные параметры \bar{H} и \bar{q} , которые напрямую влияют на размер площади турбулентности, а остальные параметры – диаметр отверстий, их количество и расстояние между ними, диаметр перфорированных труб могут быть определены гидравлическими расчетами на основе значений \bar{H} и \bar{q} . Имея это в виду и для определения взаимосвязи между \bar{f} , \bar{H} и \bar{q} используем график $\bar{f} = f(\bar{H}, \bar{q})$, изображенного в трехмерной системе координат (рис. 11).

Экспериментальные данные в виде графиков и таблиц были обработаны на основе определенных правил математической статистики и подвергались дисперсионному анализу, и в результате получено следующее эмпирическое уравнение, аппроксимирующее процесс, описываемой функцией $\bar{f} = f(\bar{H}, \bar{q})$:

$$\bar{f} = 3,22 \cdot \bar{q} \cdot \bar{H}^{0,4} \quad (23)$$

Соответствие данного уравнения экспериментальным результатам проверено с использованием критерия Фишера, и определено, что уровень его адекватности соответствует требованиям.

В пятой главе диссертационной работы «**Результаты природных экспериментов по предотвращению отложения наносов в аванкамере насосной станции**» приведены результаты природных исследований в условиях процесса отложения наносов в аванкамерах существующих насосных станций, сопоставления результатов теоретических и лабораторных исследований, в том числе и параметров устройства по предотвращению отложений наносов.

Для проведения экспериментов были выбраны насосные станции М-П-2 и Йулдош Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем, традиционно имеющие большое количество отложений наносов в аванкамерах.

При рассмотрении отложения различных фракций частиц наносов по длине аванкамеры установлено, что в аванкамере насосной станции М-П-2 на расстоянии 19,0...22,8 м оседаются частицы размером 0,3 ... 0,45 мм и гидравлической крупностью 0,049 - 0,068 м/с, а на расстоянии 22,8...34,9 м, частицы с размерами $d = 0,15... 0,25$ мм и $w = 0,035...0, 053$ м/с.

На насосной станции Йулдош на расстоянии 6,0 ... 8,0 м от начального створа аванкамеры отлагаются частицы с параметрами $d = 0,1 - 0,15$ мм и $w = 0,036 - 0, 041$ м/с, а на расстоянии 8,0 ... 10,0 м, эти значения составляют $d = 0,05... 0,08$ мм и $w = 0,025...0, 033$ м/с.

При лабораторном анализе проб отложений наносов, взятых на разных расстояниях от начала аванкамеры насосной станции Йулдош установлено, что частицы с размерами $d=0,4...0,5$ мм располагаются на расстоянии 5,4 ... 7,1 метра, частицы с размерами $d = 0,3...0,4$ мм на расстоянии 6,9 ... 9,2 метра, а на расстоянии 9,0 ... 10,7 метров встречаются частицы с размерами $d = 0,2 ... 0,25$ мм (рис. 12).

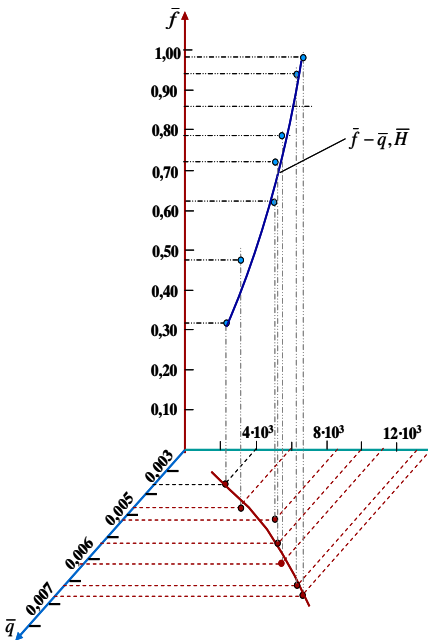


Рис. 11. Зависимость площади турбулентности от относительных значений расхода воды и напора

выбраны следующие параметры насосной станции Йулдош: производительность $Q = 0,97$ м³/с, при этом глубина воды в головной части аванкамеры $h_1 = 1,0$ метр и ширина сооружения $b_1 = 1,5$ метра. Расчеты выполнены для частиц с размерами $d = 0,4$ мм и $d = 0,25$ мм.

Для определения соответствия данных параметров результатам расчетов по уравнению (10) были

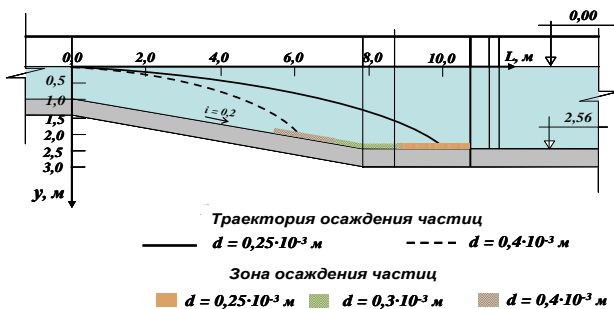


Рис. 12. Схема распределения частиц наносов в аванкамере насосной станции Йулдощ

Согласно расчетам частицы размером $d = 0,25 \text{ мм}$ оседают на расстоянии 9,9 метра от головной части аванкамеры, а частицы с размером $d = 0,4 \text{ мм}$ на расстоянии 6,0 метров. Видно, что разница между расчетами и экспериментами составляло в среднем 7,0 ... 9,0 %.

Результаты исследований приведены на рис. 13. Графики показывают, что концентрация наносов зависит от относительного напора и расхода воды, подаваемой в перфорированные трубы. До применения устройства объем наносов в перекачиваемой воде составлял $3,6 \text{ кг/м}^3$, а после запуска устройства количество наносов увеличивалось до $3,9 \text{ кг/м}^3$, что позволяет сделать вывод о том, что возникновение состояния турбулентности потока увеличивает концентрацию наносов во всасываемом потоке. Повышение количества наносов в потоке на $0,3 \text{ кг/м}^3$, означает, что насосной станцией удаляется 1080 кг наносов в течение часа при расходе воды $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$.

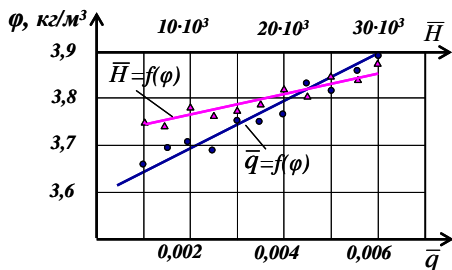


Рис. 13. График зависимости количества наносов в перекачиваемой воде от расхода и напора потока воды, подаваемой в устройство

Результаты исследований по определению влияния напора потока воды, подаваемой в устройство для предотвращения оседания наносов на увеличение концентрации наносов показаны на рис. 13. Исследование проводилось при относительном значении расхода воды $\bar{q} = 0,003$ и напора в диапазоне с $5 \cdot 10^3$ по $30 \cdot 10^3$, результаты показали, что увеличение напора

приводит к увеличению объема наносов в потоке перекачиваемой воды на $0,1 \text{ кг/м}^3$.

Ход испытания устройства для предотвращения отложений наносов на дне аванкамеры насосной станции Йулдош показан на снимке, приведенным на рис. 14.



Рис. 14. Подача напорной воды к перфорированным трубам в аванкамере насосной станции Йулдош

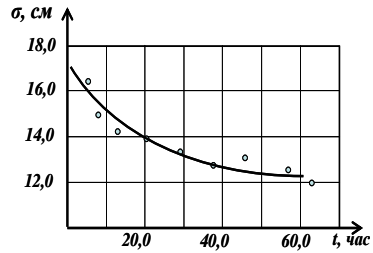


Рис. 15. График зависимости толщины отложений наносов от времени работы устройства

Это позволяет сделать вывод о том, что в результате турбулизации потока на дне сооружения прочно незакрепленная часть наносов, отрывается и переходит во взвешенное состояние и засасывается всасывающим трубопроводом.

Обобщенный график результатов исследований параметров устройства для предотвращения осаждения наносов, проведенных на насосной станции Йулдош, представлен на рис. 16.

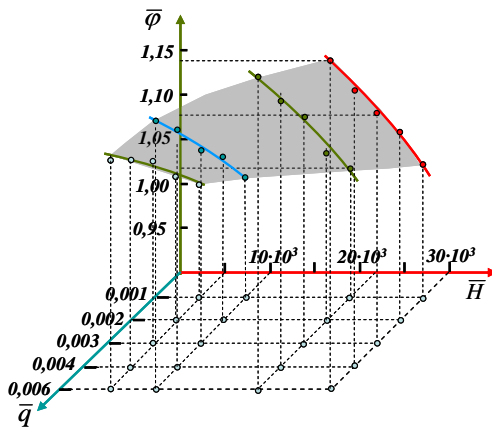


Рис. 16. График зависимости значений \bar{H} и \bar{q} от относительной концентрации наносов

Как видно из графика, изменение концентрации наносов в результате турбулизации потока в нижней части сооружения напрямую связано с расходом и напором воды, подаваемой в перфорированные трубы, но предел значений напора зависит от давления в напорном трубопроводе насоса, с другой стороны не желательно превышать расход воды больше значений $\bar{q}=0,006\dots 0,01$, чтобы не увеличивать потерь энергии. Поэтому данный график построен для значений $\bar{H}=5\cdot 10^3\dots 30\cdot 10^3$ метров и $\bar{q}=0,001\dots 0,006$, которые более характерны для насосных станций оросительных систем.

На графике относительное значение концентрации наносов можно выразить следующей зависимостью:

$$\bar{\varphi} = \varphi / \varphi_0 \quad (24)$$

где: φ_0 - значение концентрации наносов перед включением устройства,
 φ - значение концентрации наносов после включения устройства.

Концентрацию наносов удобно прогнозировать при заданных значениях графических параметров, что не требует сложных расчетов.

В шестой главе диссертации «**Определение эффективности новых технических решений при эксплуатации насосных станций**» приведены результаты расчетов по определению экономической эффективности и технико-экономических показателей новых технических решений при эксплуатации насосных станций.

Расчеты выполнены по методу определения минимума годовых расчетных затрат, широко используемых при определении эффективности наиболее лучшего из рассматриваемых вариантов нового оборудования и технических решений.

Минимум расчетных годовых затрат определяется по следующему уравнению:

$$\Phi_i + \lambda K_i = X_{min} \quad (25)$$

где: Φ_i - эксплуатационные затраты каждого варианта, K_i - капитальные вложения, каждого варианта,

λ - значение которого оказывает значительное влияние на экономическую эффективность, срок окупаемости инвестиций, оптимальное его значение зависит от требований инвестора, инфляции и условий банковского обслуживания, другими словами, в большинстве случаев значение λ является оптимальной ставкой дисконтирования. Его количество можно определить по следующей формуле:

$$\lambda = (b+r+i)/100 \quad (26)$$

где: b - ставка (процент) банка; r - процент предотвращения определенных рисков, обеспечивающих гарантированного получения дисконтированной прибыли ($r=3\dots 10\%$), i - прогнозируемый годовой уровень инфляции, %.

Определена экономическая эффективность и технико-экономические показатели следующих новых технических решений, рекомендуемых к применению при эксплуатации оросительных насосных станций (таблица 1):

1. устройство для предотвращения осаждения наносов в аванкамере насосной станции.
2. устройство для очистки наносов в аванкамере насосной станции с помощью эжектора.
3. устройство для очистки наносов в аванкамере насосной станции с использованием грунтовых насосов.
4. очистка отложений наносов в аванкамере насосной станции с использованием землеройных механизмов.

Таблица 1

Технико-экономические показатели

Варианты	Количество капитальных средств, тыс.сум	Амортизационные расходы, тыс.сум	Текущие затраты на ремонт, тыс.сум	Затраты на электроэнергию, тыс.сум	Выплаты по кредиту, тыс.сум	Итого, тыс.сум
1	1130 996	391	59	96 288	30053,69	3553, 657
2	11898,0	420,0	63 000	188,0	3212,5	3 883, 500
3	16 680,0	1486 188	483 720	11 800	4503 600	6485, 308
4						12 760,0

Расчеты показали, что наиболее экономичным вариантом является устройство для предотвращения осаждения наносов в аванкамере насосной станции. Эффективность данного варианта и варианта очистки аванкамеры с помощью эжектора составляют почти в 3,28 ... 3,6 раза больше, чем варианта с использованием землеройных механизмов, который используется в настоящее время, почти 2,0 раза больше, чем вариант с использованием грунтовых насосов, а окупаемость капитальных затрат составляет 1 ... 2 года.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности установок в насосных станциях, предназначенных для орошения площадей, расположенных на разных высотах показали, что эффективность подачи воды на относительно небольшие высоты с использованием гидроструйного насоса показывают, что данная установка в 1,16 раза экономичнее чем, центробежные насосы, а срок окупаемости затраченных средств не превышает более 6,0 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложено новое уравнение, описывающее траекторию осаждения частиц наносов и учитывающее их форму и концентрацию в потоке расширяющихся аванкамер оросительных насосных станций с прямым уклоном.

2. Разработана конструкция нового устройства для предотвращения осаждения наносов методом турбулизации потока воды на дне аванкамеры насосной станции.

3. Разработано аналитическое выражение напорно-расходной характеристики устройства для предотвращения осаждения наносов методом турбулизации потока воды в аванкамере насосной станции.

4. Разработаны схемы для очистки аванкамеры насосной станции от отложений наносов с помощью грунтового насоса или эжектора, усовершенствована методика определения параметров устройств и режима их работы.

5. Разработана схема устройства повышения эффективности подачи воды насосной станцией за счет использования гидроструйного насоса и методика определения его основных параметров.

6. Для определения длины осаждения частиц наносов в аванкамерах насосных станции были проведены лабораторные исследования, которые показали, что отклонение результатов экспериментальных исследований от результатов расчетов предложенного уравнения траектории частиц наносов не превышает 7,0 ... 8,0 %.

7. Проведены лабораторные исследования устройства для предотвращения осаждения частиц наносов за счет турбулизации потока на дне аванкамеры и установлено, что эффективность турбулентности потока зависит в основном от двух параметров – расхода и напора воды, подаваемой в перфорированные трубы.

8. По результатам лабораторных исследований предложено эмпирическое уравнение напорно-расходной характеристики устройства для предотвращения осаждения наносов.

9. Результаты натуральных исследований, проведенных на насосных станциях, показали, что длина оседания частиц наносов зависит от размеров, плотности, гидравлической крупности, концентрации наносов и согласуется с результатами расчетов, выполненных по предложенному уравнению траектории осаждения частиц.

10. Результаты экспериментов по формированию состояния турбулизации потока на дне аванкамеры насосной станции показали, что относительный расход воды должен быть в пределах $\bar{q} = 0,006...0,01$, диаметр отверстий $2,0...3,0 \cdot 10^{-3}$ метра, а напор воды, подаваемой в перфорированные трубы должен составлять не менее 20 метров.

11. Расчеты по определению эффективности устройства, обеспечивающего режим без отложений наносов показали, что наиболее экономичным вариантом является устройство для предотвращения

осаждения наносов в аванкамере насосной станции, эффективность данного устройства и эжектора по очистке отложений в 3,3 ... 3,6 раза выше, чем у метода очистки отложений наносов, применяемого в настоящее время землеройными механизмами, в 2,0 раза по сравнению с методом очистки грунтовыми насосами. Результаты расчетов по определению эффективности гидроструйного насоса для подачи воды в относительно ниже расположенные участки показали его эффективность в 1,16 раза больше, чем существующие центробежные насосы и окупаются за 6,0 лет.

**THE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDS FOR THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc.03/30.12.2019.T.10.02 AT THE “TASHKENT INSTITUTE
OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION
ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

NOSIROV FAXRIDDIN JAYLOVOVICH

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF PUMPING
STATIONS USING NEW STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL
SOLUTIONS**

05.09.06 – Hydrotechnical and meliorative construction

**DISSERTATION ABSTRACT
OF THE DOCTOR (DSc) OF TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2022

The topic of the doctoral dissertation (DSc) is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under №. B2018.1.DSc /T211

The doctoral dissertation was carried out at the Tashkent State Technical University

The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website (www.tiiame.uz), Information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

- Scientific consultant:** **Mukhammadiev Muradulla Mukhammadievich**
doctor of technical sciences, professor.
- Official opponents:** **Yangiev Asror Abdikhamidovich**
doctor of technical sciences, professor
- Shakirov Bakhtiyor Makhmudovich**
doctor of technical sciences, dosent
- Khujakulov Rustam**
doctor of technical sciences, professor
- Leading organization:** **Tashkent University of Architecture and Civil Engineering**

Defense of the thesis will be held « 18 » march 2022 14⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.10.02 at the “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National research university at the address: 100000, Tashkent, st. Kari Niyaziy, 39, tel. (+99871) 237-22-67, fax: 237-54-79, e-mail: admin@tiiame.uz.

Doctoral dissertation can be reviewed in the Information and Resource Center of the “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National research university (registration № 209). Address: 100000, Tashkent, Kari Niyaziy, 39, tel. (+99871) -237-19-45.

The thesis abstract was sent out « 25 » february 2022
(protocol of distribution №. 209 from «25» february 2022)



T.Z. Sultanov
Chairman of the scientific council
forwarding of academic degrees
doctor of technical sciences, professor

E.A. Gapparov
Scientific secretary of the scientific
council forwarding of academic
degrees, doctor of technical sciences, docent

M.R. Bakiev
Chairman of the scientific seminar of the
scientific council forwarding of academic
degrees, doctor of technical sciences,
professor

INTRODUCTION (abstract of the DSc thesis)

The aim of the research. The purpose of the research is to development of new design and technological solutions to improve the efficiency of pumping stations and substantiation of their technical, hydraulic, and energy parameters.

The objects of research. The pre-chambers of pumping stations, pumping units and pressure pipelines are accepted as the object of research.

The scientific novelty of the research is the following:

a new analytical equation was obtained that describes the trajectory of particle settling, taking into account the concentration of sediments in the fore chambers of pumping stations and an indefinite particle shape;

a new device was developed to prevent sedimentation by the method of water flow turbulence in the fore chamber of the pumping station;

the method for determining the pressure-flow characteristic of a device for preventing sedimentation has been improved and a new equation has been obtained expressing the dependence of the size of the flow turbulence area in the fore-chamber on the pressure-flow characteristics of the device;

new schemes of devices for removing sediment deposits from the fore chamber of a pumping station with their subsequent supply to a pressure pipeline using a soil pump and an ejector have been developed and methods for determining the parameters of the proposed devices have been improved when they work together with the main pump;

a scheme of a device for increasing the efficiency of water supply at a pumping station through the use of a hydraulic jet pump and a method for determining its main parameters were developed.

Implementation of research results.

On the basis of scientific results obtained in the development and research of new designs, technologies to improve the efficiency of pumping stations:

Obtained patent for utility model Agency for Intellectual property ("water Intake structure" No. 00238 FAP (RHA), bull. No. 2, 2006) on the design to prevent deposition of particles sediment to the receiving facility. As a result, sediment deposition is prevented at the bottom of water intake structures of pumping stations and the operational performance of aggregates is improved;

A patent has been obtained for a utility model of the Intellectual Property Agency for a device for improving the efficiency of pumping station water output ("Water intake facility" No. FAP No. 01200, Byul. No. 5, 2017). As a result, the pumping station has the ability to increase the efficiency of water supply up to 15%;

A device to prevent the deposition of silt particles in the pumping station's ante-chamber was introduced at the Yeshlik pumping station of the Amu-Surkhandarya Basin Irrigation Department of the Ministry of Water Management (Reference of the Ministry of Water Management No. 03/27-3366 dated November 18, 2021). As a result, 40-250 million soums were saved per year by reducing the cost of cleaning the pumping station's ante-chamber from silt deposits and electricity losses.

A device to prevent the deposition of sediment particles in the ante-chamber of pumping stations was introduced at the pumping station "Yuldosh" of the Amu-Kashkadarya Basin Irrigation Department of the Ministry of Water Management (Reference of the Ministry of Water Management No. 03/27-3366 dated November 18, 2021). As a result, 5.0 can be saved... 15% of the operating costs at the pumping station due to the reduction of the cost of cleaning the pump station's ante-chamber from silt deposits and reducing electricity losses.

A device for preventing the deposition of silt particles in the ante-chamber of pumping stations was introduced in the Karshi Main Canal Operation Department of the Ministry of Water Management (Reference of the Ministry of Water Management No. 03/27-3366 dated November 18, 2021). As a result, 5.0...15% can be saved of the operating costs at the pumping station by reducing the cost of cleaning the pump station's pre-chamber from sediment deposits and reducing electricity losses.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation 192 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У., Носиров Ф.Ж. Осаждение частиц наносов в аванкамере насосной станции// Журнал «Гидротехническое строительство», №10, Москва, Россия, 2012. С. 33-36. (05.00.00; №24).
2. Гловацкий О.Я., Носиров Ф.Ж., Рустамов Ш.Р., Жураев С.Р. Основные пути снижения потребления энергетических ресурсов в водном секторе// Журнал «Проблемы энерго- и ресурсосбережения», № 3-4, Ташкент, 2013. С. 45-49. (05.00.00; №21).
3. Мухаммадиев М.М., Носиров Ф.Ж., Уришев Б.У. Предотвращение отложения наносов на дне аванкамеры насосной станции// Журнал «Вестник ТашГТУ», №3, Ташкент, 2013. С. 65-69. (05.00.00; №16).
4. Уришев Б.У., Носиров Ф.Ж. Моделирование рабочего процесса течения взвесенесущего потока в аванкамере насосной станции// Журнал «INNOVATION TECHNOLOGICALAR», №4, Карши, 2014. С. 39-43. (05.00.00; №38).
5. Уришев Б.У., Носиров Ф.Ж. Напорно-расходные параметры трубопроводной системы, используемой для предотвращения заиливания в аванкамере насосной станции// Журнал «Вестник ТашГТУ», №4, Ташкент, 2014. С. 83-88. (05.00.00; №16).
6. Уришев Б.У., Носиров Ф.Ж., Рахимкулов М. Повышение энергоэффективности насосных станций// Журнал «INNOVATION TECHNOLOGICALAR», №2, Карши, 2015. С. 18-22. (05.00.00; №38).
7. Гловацкий О.Я., Носиров Ф.Ж., Эргашев Р., Тураева У. Новые конструкции и технологии для водо и энергосбережения в системах машинного водоподъема// Журнал «O'zbekiston qishloq xo'jaligi», №10, Тошкент, 2015. С. 38. (05.00.00; №8).
8. Мухаммадиев М.М., Гловацкий О.Я., Носиров Ф.Ж. Некоторые методы экономии энергосбережения при эксплуатации гидравлических машин// Журнал «INNOVATION TECHNOLOGICALAR», №4, Карши, 2017. С. 36-40. (05.00.00; №38).
9. Уришев Б., Носиров Ф.Ж., Дўсмуродов Ж., Холяров П. Суғориш насос станцияларида сув бериш унумдорлигини оширишнинг янги усули// “Агро Илм” журнали, № 6(63), Тошкент, 2019. 76 б. (05.00.00; №3).
10. Носиров Ф.Ж. Технологические основы энергосбережения при эксплуатации систем машинного водоподъема// Фаргона политехника институти илмийтехника журнали, №6, Фаргона, 2020. С. 239-242. (05.00.00; №20).
11. Matkarimov S.T., Yavkochiva D.O., Berdiyarov B.T., Nosirov F.Dj. Hydrometallurgical Processing of Copper-Smelting Dust// International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, Volume 8, No. 7, July 2020. Pp. 1-9.

12. Urishev B., Artikbekova F., Kuvvatov D., Nosirov F. and Kuvvatov U. Trajectory of sediment deposition at the bottom of water intake structures of pumping stations// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020. - Volume 1030. Pp. 1-9. DOI:10.1088/1757-899X/1030/1/012137. (www.scopus.com).

13. Urishev B., Eshev S., Nosirov F., Kuvvatov U. A device for reducing the siltation of the front chamber of the pumping station in irrigation systems// E3S Web of Conferences, , 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE-2021), Volume 274, 18 June 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127403001>.

14. Nosirov F., Urishev B., Juraev A. Using Hydraulic Jet Pumps in Pumping Stations. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET), Vol. 8, Issue 12, Indian, December 2021. Pp. 3480-3482. (05.00.00; №8)

II бўлим (II часть; II part)

15. Muxammadiyev M.M., Nosirov F.J., Urishev B.U., Djurayev K.S. Hidroenergetik qurilmalarni ishlatish. O'quv qo'llanma. – Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti. 2015. 240 b.

16. Мухаммадиев М.М., Уришев Б., Носиров Ф.Ж., Эшев С.С., Жураев С.Р., Гаимназаров И.Х., Джураев К.С., Бекмуродов С.С. Унумдорлигини ошириш қурилмаси бўлган насос қурилмаси// Фойдали модель учун патент FAP 01200, 07.04.2017, Тошкент.

17. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У., Носиров Ф.Ж. Сув қабул қилиш иншооти// Фойдали модель учун патент № FAP 00238. – 2006.

18. Носиров Ф.Ж., Уришев Б., Дузмуродов Ж.М. Куватов У.Ж. Насос қурилмасининг оптимал иш режимини аниқлаш дастури. ЭХМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтганлиги тўғрисидаги гувоҳнома № DGU 20200669, 09.07.2020, Тошкент.

19. Nosirov F., Urishev B.U, Ulugov B., Dustmurodov J., Khaliyarov P. Reduced Pump Power Consumption Micro Accumulating Power Plants// International journal of Advanced Science and technology, Vol. 29, No. 7, Publisher: Science and engineering research support society. Colorado Technical University – USA, 2020. Pp. 2128-2136. ISSN: 2005-4238.

20. Уришев Б.У., Мухаммадиев М.М., Носиров Ф.Ж., Жураев С.Р. Снижение заиления аванкамеры мелиоративных насосных станций// Журнал “Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура”, Выпуск №4, Самара, Россия, 2013. С. 49-53.

21. Носиров Ф.Ж., Мансурова Н.Ш. Разработка энергосберегающих мероприятий для крупных насосных станций// Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова», №5, Белгород, 2016. С. 35-38.

22. Насырова Н.Р., Носиров Ф.Ж., Юсупов Н.И. Использование новых технических решений для оптимизации режимов систем машинного

водоподъема // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», Выпуск №1(65), Новочеркасск, 2017. С. 170-174.

23. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У., Носиров Ф.Ж. Влияние конструкции восходящей части всасывающей трубы на энергогидравлические показатели насосного агрегата// «Мелиорация, атрофмухит экологиясини яхшилаш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланишни такомиллаштириш масалалари» Республика миқийсидаги илмий-амалий анжуман материаллари. – Тошкент, САНИИРИ, 2012. С. 63-66.

24. Гловацкий О.Я., Носиров Ф.Ж., Низамов О.Х., Рустамов Ш.Р. Энергогидравлические исследования новых типов водоподводящих сооружений насосных станций// “Ўзбекистон республикаси сув ресурслари таъминоти, сифати ва суғориладиган ерларнинг мелиорациясини яхшилаш муаммолари” Республика миқийсидаги илмий-амалий анжуман материаллари. – Тошкент, САНИИРИ, 2013. С. 65-69.

25. Носиров Ф.Ж. Насос станциялари жиҳозларининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш// “Техника ва технологик фанлар соҳаларининг инновацион масалалари” Республика илмий-амалий анжуман материаллари. – Термиз, 30 ноябрь 2019. – Б. 214-216.

26. Уришев Б., Носиров Ф.Ж., Куватов У.Ж. Использование солнечной энергии для питания насосных установок при орошении сельскохозяйственных растений// International Conference “Solar energy: Trends of researchs and developments” Academy of Sciences of Republic of Uzbekistan, Physical-Technical Institute, Tashkent, 20-21 December 2019. С.35

27. Носиров Ф.Ж. Суғориш насос курилмасининг оптимал иш режимини аниқлаш усули//“Техника ва технологик фанлар соҳаларининг инновацион масалалари” Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. – Термиз, 22 сентябрь 2020. Б. 249-252.

Автореферат «IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (23.01.2022 й.).

Босишга рухсат этилди 17.02.2022 йил
Бичими 60x84¹/16, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 3,75. Адади: 100 дона.

Гувоҳнома реестр №10-4088

“SABRINA ART MEDIA” МЧЖ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Сергели 1 мавзеси, 32-уй, 27-хонадон.