

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 03/30.12.2019. Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

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

НОРҚУЛОВ БАҲОДИР МУСУЛМАНОВИЧ

**СУВ ТАШЛАШ ИНШОТЛАРИДА ОҚИМ ЭНЕРГИЯСИНИ
СЎНДИРИШ УСУЛЛАРИ**

05.09.07 - Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

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

Тошкент – 2021

УЎК: 626-337: 626.83.838(043.3)

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

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

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

Норкулов Баходир Мусулманович

Сув ташлаш иншоотларида оқим энергиясини сўндириш усуллари 3

Норкулов Баходир Мусулманович

Методы гашения энергии потока водосбросных сооружений..... 23

Norkulov Bakhodir Musulmanovich

Methods of reducing energy of water spillway constructions..... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 46

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 03/30.12.2019. Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

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

НОРҚУЛОВ БАҲОДИР МУСУЛМАНОВИЧ

**СУВ ТАШЛАШ ИНШОТЛАРИДА ОҚИМ ЭНЕРГИЯСИНИ
СЎНДИРИШ УСУЛЛАРИ**

05.09.07 - Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

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

Тошкент – 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2021.1. PhD/Т2015-рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Базаров Дилшод Райимович,
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Эшев Собир Саматович,
техника фанлари доктори, профессор

Гаппаров Фурқат Ахматович,
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Тошкент архитектура қурилиш институти

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 рақамли илмий кенгашнинг «11» июнь 2021 йил соат 1400 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел: (+99871)-237-19-61, (+99871) 237-22-09; факс: (+99871) 237-54-79. e-mail: admin@tiiame.uz).

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида таништиш мумкин (165 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй. Тел: (+99871)-237-19-45.

Диссертация автореферати 2021 йил «25» май кuni тарқатилди.
(2021 йил «25» май даги 165 рақамли реестр баённомаси).



Т.З.Султонов,

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

А.А.Янгиев,

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

Э.Ж.Махмудов,

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда кўплаб гидротехника ва гидроэнергетика иншоотлари ва сув омборларидаги сув ташлаш иншоотларининг бьефлар тутатиш соҳасида сув оқимининг ортикча кинетик энергиясини камайтирувчи энергия сўндиргичларни қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё микёсида сув ташлаш иншоотларида сув оқими энергиясини қисқа масофаларда сўндириш, сув оқими уюрмавий ағдарилиш ҳодисасини олдини олиш самарали энергия сўндиргичларни амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан, сув ташлаш иншоотларида сув оқимининг ортикча кинетик энергиясини камайтирувчи самарали воситалар ва қурилмалардан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда сув ташлаш иншоотларида сув оқими кинетик энергиясини сўндириш, оқим энергиясини сўндирувчи конструкцияларини танлаш, сув оқимининг уюрмавий ағдарилишини бартараф этиш бўйича илмий асосланган ҳисоблаш услубларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада сув ташлаш иншоотларида оқимнинг критик параметрлари ҳисобий сарфлар динамикасининг нисбий катталикларини аниқлаш, сув ташлаш иншоотларида сув оқимининг кинетик энергиясини сўндириш бўйича иншоотларнинг конструктив ечимларини танлаш, сув оқимининг пастки бьеф иншоотларига гидродинамик зўриқишларини аниқлаш, сув ташлаш ва сув чиқариш иншоотларида бьефлар тутатиши бўйича янги экспериментал тадқиқотлар ўтказиш ҳамда уларни илмий асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда сув омборлари сув ташлаш иншоотларида пастки бьефи грунтининг таркиби, тузилишини инобатга олган ҳолда сув оқими энергиясини кичик масофаларда сўндириш, сув оқими уюрмали ағдарилиши олдини олиш учун эксплуатация тадбирларини қўллаш, иншоотнинг ишончлилик даражасини ва ишлаш муддатини ошириш бўйича иншоотнинг энергия сўндиргичлари такомиллаштирилган конструкцияларини ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш учун мелиорация ва ирригация объектларини ривожлантириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларини амалга оширишда, жумладан, ирригация ва қишлоқ хўжалиги иқтисодиётнинг барча соҳаларини сув билан барқарор ва ишончли таъминлаш мақсадида, сув хўжалиги ирригацияни ривожлантириш, сув ресурсларидан самарали ва оқилона фойдаланишни инобатга олиб, сув ташлаш иншоотларида энергия

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

сўндиргичлари такомиллаштирилган конструкцияларини яратиш муҳим аҳамият касб этмокда.

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

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Сув ташлаш иншоотининг пастки бьефидаги сув оқими характеристикаси ва гидравлик параметрлари талабларини бажарилишидан келиб чиққан ҳолда энергия сўндиргичларнинг кўриниши, ўлчамлари ва жойлаштирилиш вазиятлари гидротехника ва гидроэнергетика иншоотлари амалиётида экспериментал тадқиқотлар усули билан аниқланади. Бу усуллар И.И.Леви, А.А.Угинчус, М.Д.Чертоусов, А.Н.Раҳманов, Ф.Г.Гунько, Н.П.Розанов, С.М.Слисский, Н.Н.Беляшевский, Н.Г.Пивовар, Н.И.Калантыренко, И.И.Кондратьев, В.М.Лятхер, Н.Т.Кавешников, Э.Н.Кавешников, В.Г.Иванов, А.М.Прудовский, Рэнд, Харлиман, Л.А.Машкович, Г.И.Шишорина, М.Р.Бакиев, Д.Р.Базаров, А.А.Янгиев, Б.М.Обидов, С.К.Хидиров ва бошқаларнинг ишларида ўрганилган.

Кўпчилик тадқиқотчилар Д.И.Кумин, Н.Н.Беляшевский, Н.Г.Пивовар, И.И.Кондратьев, Д.Р.Базаров, А.А.Янгиев ва бошқалар таъкидлашича, энергия сўндиргичларининг кўриниши, ўлчамлари ва жойлаштириш ҳолати унинг қаршилиқ реакциясига мослаб аниқланиши, яъни гидравлик сакрашнинг иккинчи туташ чуқурлигининг зарар қийматини олиш учун сув оқими энергиясини сўндиришда конструктив ечимларини яратиш албатта зарурдир.

Ҳозирги вақтда сув ташлаш иншоотларида сув оқими энергиясини сўндиришнинг турли хил вариантларини қўллаш ҳамда энг мукамал конструкциясини танлаш учун экспериментал моделни ишлаб чиқиш ва уларни амалиётда қўллаш масалаларини ҳал қилиш муаммолари етарли даражада ўрганилмаган. Шу сабабли, сув ташлаш иншоотларида сув оқими энергиясини қисқа масофаларда сўндириш, сув оқими ағдарилишини олдини олишини инobatга олган ҳолда иншоотнинг ўзида турлича энергия сўндиргичларнинг конструктив ечимларини қўллаган ҳолда гидравлик жараёнларни ўрганиш ва муҳандислик амалиётида ишлаб чиқиш зарурияти пайдо бўлади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий ишлари режаси билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти илмий тадқиқот ишлари режасининг 17/2017-сонли «Сув омборларининг пастки бьефидаги ўзан жараёнларини олдини олиш бўйича тавсиялар» мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади сув ташлаш иншоотларида сув оқими энергиясини сўндириш усуллари ва иншоот мустаҳкамлиги учун конструктив элементларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

сув ташлаш иншоотларида сув оқимининг уюрмавий ағдарилишининг бартараф қилиш бўйича энергия сўндиргичлар жойлашишини экспериментал тадқиқотлар асосида асослаш;

сув ташлаш иншооти деворларининг ўлчамлари ва жойлашишига асосан сув оқими ортиқча кинетик энергиясини бьефлар туташиши соҳасигача ва шу соҳадаги сўндириш усуллариини такомиллаштириш;

сув оқими учун Фруд сони ва оқимнинг кинетик параметри, ҳисобий сарфлари динамикаси қонуниятларини инобатга олиб, оқимнинг гидравлик режимини баҳолаш;

сув сарфларининг турли қийматлари учун гидравлик параметрлар ва оқим ҳолати динамикасининг қонуниятларини экспериментал тадқиқотлар асосида такомиллаштириш;

сув ташлаш иншоотининг конструктив элементлари учун ҳисобий нисбий катталиклари қийматларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Қоратепа сув омбори сув ташлаш иншооти ва уларда жойлашган энергия сўндиргичлар олинган.

Тадқиқотнинг предметини сув ташлаш иншоотларида жойлашган энергия сўндиргичлар, сув оқимининг энергиясини сўндириш ва сув ташлаш иншоотларининг бьефлар туташиши ҳамда мустаҳкамлаш ҳудудининг узунлиги ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида экспериментал, дала кузатувлари усуллари, ҳамда гидравликада қабул қилинган қонуниятлар ва гидромеханика қонуниятлари асосида физик моделларни яратиш ҳамда улар ёрдамида илмий тадқиқот усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

сув ташлаш иншоотида энергия сўндиргичларнинг жойлашиш схемалари оқим ағдарилишини бартараф қилиш шартини инобатга олиб ишлаб чиқилган;

сув ташлаш иншооти пастки бьефида оқимнинг гидравлик режимлари сув сарфларининг ўзгариши асосида баҳоланган;

сув ташлаш иншоотлари узунлиги бўйича оқимнинг самарали гидравлик режими затворларни манёврлаш асосида ишлаб чиқилган;

оқим кинетик энергиясини қисқа масофаларда сўндириш усули энергия сўндиргичларнинг жойлашиш схемалари асосида такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

назарий, экспериментал ва дала кузатувлари тадқиқотлари натижалари сув ташлаш иншоотида бьефлар туташishi соҳасида оқимнинг ағдарилишини бартараф қилиш шартини инобатга олиб, энергия сўндиргичларнинг жойлашиш схемаларини танлаш ҳамда затворларни манёврлаш орқали оқимнинг самарали гидравлик режими ишлаб чиқилган;

тадқиқот натижалари Самарқанд вилояти Зарафшон магистрал тизимларидан фойдаланиш бошқармасига қарашли Оқдарё ва Қоратепа сув омборлари сув ташлаш иншоотларида энергия сўндиргичларни жойлаштириш схемалари ва конструктив ечимларини инобатга олиб, оқим динамикасини баҳолаш асосида илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги умумий қабул қилинган тадқиқот усулларида ҳамда олинган назарий натижаларнинг амалий маълумотларда тасдиқланганлиги, тажриба натижалари мазкур тадқиқот йўналишидаги бошқа муаллифлар олган натижалари билан таққосланганлиги ва тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилиши билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти паст ва ўрта напорли сув омборлари сув ташлаш иншоотларининг мустаҳкамланиш соҳасида оқим кинетик энергиясини қисқа масофаларда сўндириш усули, сув оқимининг энергия сўндиргичларга реактив таъсири ва сув ташлаш иншоотлари узунлиги бўйича ишлаб чиқилган оқимнинг самарали гидравлик режимини аниқлаш орқали сув ташлаш ва сув чиқариш иншоотлар қурилиши ва уларнинг ишлаш ишончлилигини ошириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти паст ва ўрта напорли сув омборларининг сув ташлаш иншооти пастки бьефига оқимнинг кинетик энергиясини сўндириш ҳамда иншоотнинг мустаҳкамланиш соҳаси узунлиги, энергия сўндиргичлар конструктив элементларининг рационал ўлчамлари ва оралиқ масофаларини аниқлаш, сув оқимининг гидравлик сакраш ҳаракати масофаси қисқалигини таъминлаш, оқим ағдарилишини олдини олиш ва қурилиш харажатларини камайтириш билан иқтисодий самарадорликка эришилгани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Сув ташлаш иншоотларида оқим энергиясини сўндириш усуллари бўйича олинган натижалар асосида:

турли сув сарфлари учун оқимнинг гидравлик режимлари оқимнинг ҳолати динамикасини аниқлаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Зарафшон магистрал тизимларидан фойдаланиш бошқармасига қарашли Оқдарё сув омборида жорий қилинган. (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 23 октябрдаги 04/20-3108-сон маълумотномаси). Натижада, бьефлар туташishiда пастки бьефда ювилиш жараёнининг олдини олиш имконияти яратилган;

сув ташлаш иншоотида оқимнинг ағдарилишини бартараф қилиш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Самарқанд вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармасига қарашли Қоратепа сув омборида жорий қилинган. (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 23 октябрдаги 04/20-3108-сон маълумотномаси). Натижада, энергия сўндиргичларнинг жойлашиш схемалари – сув ташлаш иншоотларининг пастки бьефидаги мустаҳкамлаш иншоотлари конструкцияларини лойиҳалаштиришда фойдаланиш имконияти яратилган;

сув ташлаш иншоотларидаги энергия сўндиргичларнинг самарали конструктив ечимлари Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Самарқанд вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармасига қарашли Қоратепа сув омборида жорий қилинган. (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 23 октябрдаги 04/20-3108-сон маълумотномаси). Натижада, сув ташлаш иншоотларининг сув урилма қудуғига бўлган соҳасида сув оқими ортиқча кинетик энергиясини қисқа масофаларда сўндириш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 8 та илмий-техник, шу жумладан 4 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Тадқиқот мавзуси бўйича 18 та илмий мақола чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий журналларда 14 та, жумладан 10 та республика ва 4 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхати ҳамда иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 118 саҳифа ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида Ўзбекистон Республикасида ва жаҳонда ўтказилган илмий тадқиқот ишлари асосида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлиги асосланди. Ишнинг мақсади, вазифалари, тадқиқот объектлари ва предметлари ифодаланди. Тадқиқот ишларининг Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқот ишининг илмий янгилиги ва амалий натижалари очиб берилди. Олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланди. Илмий ва амалий аҳамияти ёритилди. Тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилиши, ишнинг апробацияси, чоп этилган мақолалар, диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар берилди.

Диссертациянинг **«Сув ташлаш иншоотларининг пастки бьефларидаги сув оқими ҳаракатининг гидравлик шароитлари хусусиятлари»** деб номланган биринчи бобида хорижий ва Республикамиздаги сув ташлаш иншоотларидаги бьефлар туташishi худудида сув урилма қудуқлари ва мустаҳкамлаш худудларининг гидравлик

хисоблаш, лойихалаштириш ва конструкцияларини яратиш методикалари ишлаб чиқилган. Сув ташлаш иншоотининг пастки бьефидаги сув оқими характеристикаси ва гидравлик параметрлари талабларини бажарилишидан келиб чиққан ҳолда энергия сўндиргичнинг кўриниши, ўлчамлари ва жойлаштирилиши вазиятлари гидротехника ва гидроэнергетика иншоотлари амалиётида экспериментал илмий тадқиқотлар усуллари таҳлили келтирилди. Бу методлар И.И.Леви, А.А.Угинчус, М.Д.Чертоусов, А.Н.Рахманов, Ф.Г.Гуенько, Н.П.Розанов, С.М.Слиссский, Н.Н.Беляшевский, Н.Г.Пивовар, Н.И.Калантыренко, И.И.Кондратьев, В.М.Лятхер, Н.Т.Кавешников, Э.Н.Кавешников, В.Г.Иванов, А.М.Прудовский, Рэнд, Харлиман, Л.А.Машкович, Г.И.Шишорина, М.Р.Бакиев, Д.Р.Базаров, А.А.Янгиев, Б.М.Обидов, С.К.Хидиров ва бошқа бир қанча олимлар томонидан қўлланилган. Таъкидлаш лозимки, бу тадқиқотларнинг аксарияти сув урилма қудуғи ва деворида ўрнатилган энергия сўндиргичларнинг тадқиқотига қаратилган бўлиб, шу вазиятлар учун тавсия ва таклифлар ишлаб чиқилган. Лекин, энергия сўндиргичларнинг оқимга реактив таъсирига мўлжалланган услублар ҳам яратилган. Бунда сув оқими энергияси сўндиргичнини кўриниши, ўлчамлари ва жойлаштирилиш вазиятлари, унинг керакли реакциясига мослаб аниқланган, яъни гидравлик сакрашнинг иккинчи туташ чуқурлиги учун зарур катталигини олиш асосий мақсад сифатида қаралган.

Ҳозирги даврда гидротехника амалиётида сув ташлаш иншоотлари пастки бьефларидаги оқим энергиясини сўндиргичлари жуда кўплаб кўринишлари ишлаб чиқилган бўлиб, уларни хисоблаш усуллари, жойлаштириш схемалари таклиф қилинган бўлсада, уларнинг кўпчилиги сув оқимининг текис ҳаракатдаги режимлари ҳолати учун қўрилган. Шу сабабли, ушбу йўналишда сув оқими энергия сўндиргичларини унумли ишлайдиган шакллари ишлаб чиқиш, мавжудларини фазовий сув оқимлари шароитларида тадқиқот қилиш, оқимнинг кинематик ва динамикаси структураси ва гидравлик режимларини баҳолаш, унинг энергия сўндиргичга, сув урилма қудуғи ва рисберма иншоотлари плиталарига сув оқимини гидродинамик таъсирини баҳолаш бўйича экспериментал илмий тадқиқотлар ўтказиш масаласи ўз долзарблигини кўрсатди.

Шу билан бирга сув ташлаш иншоотларида сув оқимини ҳаракатида уюрмавий оқимлар, оқимнинг ағдарилишига умуман йўл қуймаслик, сув қўйилиш fronti бўйлаб оқимнинг текис тақсимланиши учун сув ташлаш иншооти бўлимларининг кириш қисмидаги ҳаракатланувчи затворларни манёврлаш схемасини тўғри танланиши керак. Кўп бўлимли гидроузелларда ҳар бир бўлим учун затворларни кўтарилиши баландлигини ва уларнинг сув ўтказиш қобилиятини аниқлаш учун уларни ишчи графикларини тузиш керак. Берилган умумий сарф текис тақсимланган ҳолда барча бўлимдан ташланишини ташкил қилиниши лозим булади. Сув ташлаш иншоотларида рисбермагача сувнинг кинетик энергиясини сўндиришда энергия сўндиргичларнинг турли хил конструктив шакллари ишлаб чиқилган. Сув ташлаш иншоотларида сув оқими энергиясини сўндириш учун таклиф

қилинаётган сўндириш қурилмалари конструкцияларини экспериментал ва дала тадқиқотлари орқали асослаш илмий ишнинг асосий мақсадини белгилайди. Бажарилган таҳлилларга асосланиб, диссертация ишининг асосий мақсади ва вазифалари шакллантирилди.

Диссертация ишининг иккинчи боби «Сув ташлаш иншоотларида оқим ҳаракатини тадқиқот қилиш методикаси» деб номланиб, сув ташлаш иншоотларида сув оқимида гидравлик жараёнларини ифодаловчи гидравлик моделлаштиришга бағишланган.

Сув ташлаш иншоотлари пастки бьефларида бьефлар туташишини гидравлик моделлаштиришни амалга ошириш учун асосан гравитация кучлари нисбати, яъни оғирлик кучи ҳаракатни амалга оширишдаги асосий куч сифатида қабул қилинди. Бу ҳолатни Фруд сони ифодалайди. Фруд сони ўхшашлигига эришиш учун:

$$Fr_H \text{ ва } Fr_M = idem, \quad (1)$$

$$Fr_H = \frac{v^2}{gh_{\text{ўр}}} \quad (2)$$

бунда: Fr_H ва Fr_M – мос равишда натура ва моделда иншоотлар учун Фруд сони; v – оқимнинг ўртача тезлиги, $g=9,81 \text{ м/с}^2$ – бирлик массага нисбатан оғирлик кучи; $h_{\text{ўр}}$ – қаралаётган соҳадаги сув оқимининг ўртача чуқурлиги.

Сув ташлаш иншоотлари бьефлари туташиш соҳасида сув оқими динамикасини ўрганиш учун экспериментал тадқиқотлар ўхшашлик қонунлари Рейнольдс сони қуйидагича ёзилади;

$$Re_H \text{ ва } Re_M = idem \quad (3)$$

$$Re_M > Re_{\text{чег}} \quad (4)$$

бунда: Re_H ва Re_M – натура ва моделда оқаётган сув оқими учун Рейнольдс сони, $Re_{\text{чег}}$ – чегаравий Рейнольдс сони.

Сув ташлаш иншоотларида сувнинг оқиб ўтишини физик моделлаштиришда Фруд сони шартларини бажарилиши таъминланишига ва модел қурилмасининг натура билан ўхшашлик қонунларини таъминлаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади:

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad (5)$$

бунда: l – очик ўзанда ҳаракатланаётган оқимнинг характерловчи чизиқли ўлчами; v – Фруд сони қиймати аниқланадиган нуқтадаги оқим ўртача тезлиги; ν – кинематик ёпишқоқлик коэффициенти, $\text{м}^2/\text{с}$;

Рейнольдс сони ўхшашлигини таъминлашда автомоделлик таъминланиши керак. Таъкидлаш лозимки, автомоделлик шароити сув ташлаш иншоотларидаги кескин ўзгарувчан режимда оқимнинг юқори турбулент режимига тўғри келади.

Моделлар лойиҳалаштирилиши ва тажрибалар натижаларини реал объект учун қайта ҳисобловчи ўхшашлик қонунлари бажарилиши учун ўхшаш жараёнлар аналог кўринишдаги дифференциал тенгламалар билан ифодаланиш, шу билан биргаликда каналнинг геометрик ўлчамларини, чегаравий ва бошланғич шартларни, реал объект ва моделда ҳаракатланувчи

сув оқимининг физик хоссаларини таркибига олувчи бир хиллилик шarti бажарилиши кераклиги асосланди.

Ишқаланиш кучини моделлаштиришда оқим чегарасидаги қаршиликлар бир хиллигини таъминлайдиган Рейнольдс сони ҳам реал объект ва моделда бир хил қийматга эга бўлиши керак. Оқим ҳаракатига қаршилиқ кучининг ҳар қандай ўзгариш текис ҳаракатни ўзгартириб юборади ва Рейнольдс сонининг чегаравий қийматини ($Re_{чег}$) текис ҳаракатдагига нисбатан ўзгартиради. Бу соҳаларда гидравлик қаршилиқ ҳам динамикага эга бўлишлигини инобатга олсак, маҳаллий қаршиликлар пайдо бўлиб, Рейнольдс сонининг чегаравий қиймати $Re_{чег} = 50\ 000 \div 120\ 000$ ни ташкил этади.

Экспериментал моделда тадқиқотлар ўтказишда ишончли натижалар олинишини таъминлаш учун автомоделлик шarti сақланиб, Рейнольдс сони гидравлик қаршилиқка таъсир кўрсатмайди ёки таъсири сезиларсиз даражада кам бўлади.

Сув ташлаш иншоотидаги гидравлик жараёнларни физик моделлаштиришда бир вақтни ўзида Фруд сони ва Рейнольдс сонини шartлари бажарилиши учун юқоридаги шartларга асосланиб, қуйидагиларини бажарилишига эришиш керак:

$$M_L = \left(\frac{v_H}{v_M} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (6)$$

Лекин, бу анча мураккаб масала, шу сабабли бу шart амалий методик аҳамият касб этади. Бундан ташқари, Д.И.Кумин тадқиқотлари натижалари эътирофида, жараённи моделлаштиришда экспериментларда қуйидаги шartлари сақланиб қолиниши керак:

$$Fr_M = Fr_H = idem \quad (7)$$

$$Re_M = Re_H = idem \quad (8)$$

$$Re_M > Re_{чег} \quad (9)$$

Ушбу шartни бажарилишини таъминлашда, унинг модель параметрлари билан қуйидаги кўринишда боғлиқлигини кўрсатиш мумкин:

$$Re_{чег} = \frac{84 \cdot R_M}{\sqrt{\lambda_M} \cdot \Delta_M} \quad (10)$$

Моделлаштиришда қуйидаги формуладан фойдаланилди:

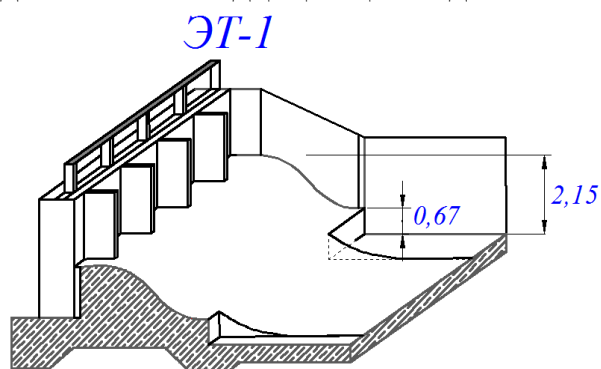
$$M_{l\ min} = \sqrt[3]{\left(\frac{Re_{чег} \cdot v}{q_H} \right)^2} \quad (11)$$

Рейнольдс сонининг чегаравий қиймати $Re_{чег}$ моделлаштиришда 50000 дан катта қабул қилинади; q_H - натурадаги сув ташлаш иншоотидан оқиб ўтаётган солиштирма оқим сарфи.

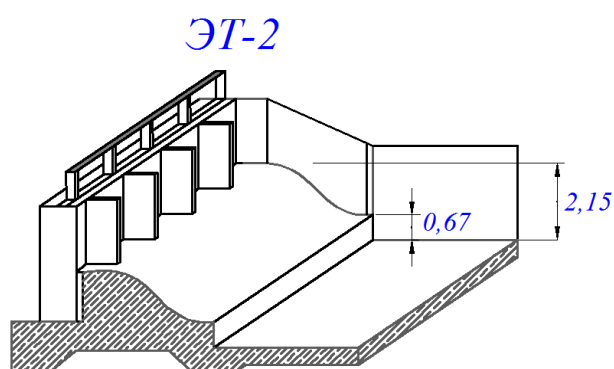
Таклиф этилган формулага асосан 1:60 масштаб қабул қилиш сув ташлаш иншоотларини моделлаштириш етарли натижа бериши эътироф этилган бўлиб, сарф коэффициентининг турли қийматлари учун махсус функционал боғлиқлик графиклари курилди.

Диссертация ишининг учинчи боби «Сув ўтказгичлари турли конструкцияларда сув ташлаш иншоотларининг эксплуатацияси режимлари ва оқимнинг гидравлик структурасини тадқиқ қилиш» деб номланиб, сув оқимининг гидравлик структураси ва режимларини ўрганиш бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилди.

Оқимнинг гидравлик структурасини тадқиқ қилиш жараёнида сиртки кўринишдаги гидравлик сакраш амалга ошадиган бьефлар туташishi конструктив элементлари ва шакллари гидравлик режимларининг таҳлили қилиниб, экспериментал тадқиқотлар учун кўп бўлимли амалий профили сув ўтказгичга эга сув ташлаш иншоотлари танланди (1, 2-расмлар). ЭТ-1 (экспериментал тадқиқот) деб номланган иншоотда (1-расм) турли сув сарфларида сув оқимининг гидравлик параметрлари ва оқимнинг ҳолати динамикаси тадқиқот қилинди.



1-расм. ЭТ-1 серия экспериментал тадқиқотлари олиб борилдиган сув ташлаш иншооти



2-расм. ЭТ-2 серия экспериментал тадқиқотлари олиб борилдиган сув ташлаш иншооти

ЭТ-2 серия тадқиқотларда сув оқими ҳаракатида девор бурун кўринишдаги тўсиқлар билан энергия сўндирилиши сув ташлаш иншооти бўйлаб амалга оширилиб борилди. Бунда тўсиқ деворларнинг ўлчами ва жойлашишига боғлиқ ҳолатда сув оқимининг қисқа каналдаги ҳаракатланиш динамикаси ва ортиқча кинетик энергиянинг бьефлар туташishi соҳасига ва соҳадаги сўниши динамикаси тадқиқот қилинди (2-расм).

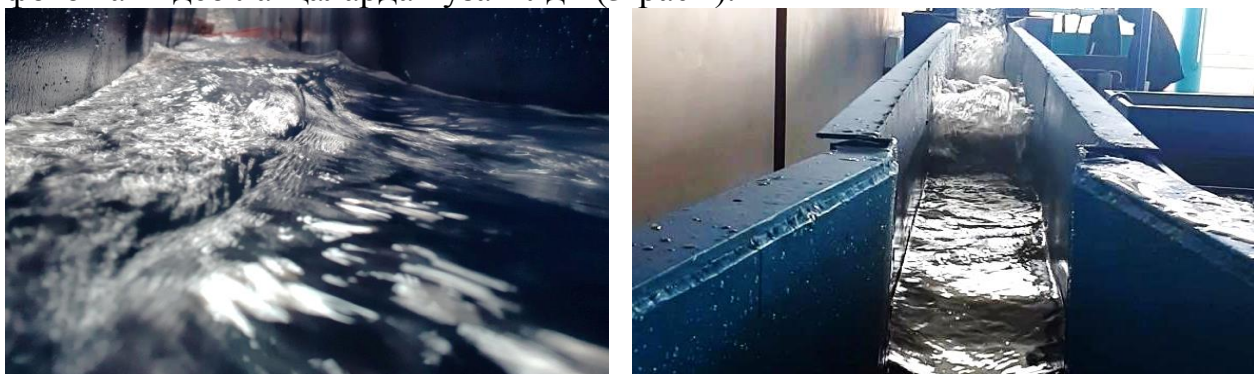
Тадқиқотларни олиб боришда конструктив элементлар ўлчамларини белгилашда шу йўналишдаги дала, лаборатория ва назарий тадқиқотлар олиб борган олимлар ишлари таҳлил қилинди. Эътироф этилган тадқиқотларнинг батафсил таҳлили иншоот сўнги соҳасидаги тўсиқ девор солиштирма баландлигини $c/h = 0,67$ ёки $c/P = 0,31$ қилиб белгилаш имкониятини берди, бунда: c – тўсиқ девор баландлиги; h – оқимнинг критик чуқурлиги; P – пастки бьефдаги сува баландлиги.

Сув ташлаш иншоотининг пастки бьефдаги туташishi соҳаси кўриниши куйидаги схемаларга асосан қабул қилинди.

Барча вариант тадқиқотларида ҳисобий сарфнинг турли қийматларида оқим кинематик структураси ва ҳаракат режимларининг ўзгариш диапазонлари ўрганилди. Тадқиқотлар давомида гидравлик сакрашнинг сиртки кўринишидаги бьефлар туташishi пастки бьеф томонидан ростланиш орқали эмас, балки иншоотнинг реал эксплуатация шароитида шаклланиши

таъминланди. Бунда асосан, Фруд сони ва оқимнинг кинетиклик параметрлари динамикаси ҳисобий сарфлар динамикаси, конструктив элементлар ҳисобий солиштирма катталикларига асосан тадқиқотлар йўналиши аниқланди.

Таққосланадиган вариантлар бўйича тадқиқотларда ҳисобий сарфлар диапазони, оқим ҳаракат режимини характерловчи параметрлар ва оқимнинг гидравлик параметрлари пастки бьефда ҳам ўлчаниши тўлақонли амалга оширилди. Олиб борилган тадқиқотларда створларда вертикал тезликлар доимо ўлчаб борилди. Гидрометрик ўлчовлар билан биргаликда визуал, фото ва видео кузатувлар амалга оширилди. Тадқиқотлар олиб боришда ҳар бир затворларнинг устки қисмига зичлиги сув зичлиги билан бир хил бўлган ранглардан фойдаланиб, оқим кинематик структурасини ўзгариши батафсил кузатилди. Олиб борилган тадқиқотларда оқимнинг трансформацияланиши фото ва видео лавҳаларда кузатилди (3-расм).



3-расм. Экспериментал моделдан олинган фотолавҳалар оқимнинг ҳаракати кўринишлари

Олиб борилган экспериментал тадқиқотларда сув ташлаш иншоотларидан тушаётган оқимнинг қуйидаги параметрлари тадқиқот қилинди:

- сув ташлаш иншооти сарфи $Q = 3,9 \div 18,6$ л/с;
- оқимнинг ўртача тезлиги $v = 15 \div 150$ см/с;
- пастки бьефдаги ўртача чуқурликлар $h = 8 \div 21$ см.

Бу режимларнинг солиштирма ўзгариши диапазони қуйидаги кўринишда қабул қилинди:

- солиштирма сарф $K_Q = Q/Q_x = 0,06 \div 0,95$ бунда Q ва Q_x – иншоотдан ўтаётган ва ҳисобий сарфлар;

- сув қуйилиш фронтининг ишлатилиш коэффиценти $\beta = b/B$ $0,35 \div 0,836$ бунда: b – ишлаётган бўлимлар кенглиги, B – пастки бьеф кенглиги;

- $Fr = \frac{v^2}{gh_{\text{ўр}}}$ – Фруд сони бўлиб, сиқилган кесим учун $Fr = 2 \div 11$.

Белгилаб олинган оқим параметрлари диапазони тадқиқотларда аниқланган қонуниятларнинг қўлланилиш чегараларини аниқлаш имкониятини берди.

Дастлаб, танланган вариантларда таққосланаётган конструкцияларда

ҳаракатланаётган оқим гидравлик режимларини таҳлил қилдик. Сув ташлаш иншоотидан сув сарфининг ўтиши, оқим чуқурлиги ва ўртача тезлигини ўзгариб бориши тартибида ўтказилган тадқиқотлар кейинчалик жараёнинг физик табиатини фазовий муҳитда тафсифлаш имкониятини берди.

Эксплуатация натижаларидан маълумки, сув ташлаш иншоотлари затворларининг манёврлашда носимметрик тарзда оқимнинг тақсимланиши, унинг ағдарилиши, сув айланмаларнинг шаклланиши ва пастки бьефдаги ўзаннинг пландаги ва чуқурлик деформациялари рўй беришига олиб келади. Шу сабабли, эксплуатация жараёнида солиштирма сарфнинг симметрик тарзда тақсимланиш ҳолатига олиб келувчи манёврлаш схемалари кенг қўлланилади. Диссертация ишида бу вазият инобатга олиниб, симметрик тарздаги манёврлаш жараёнидаги оқимнинг гидравлик режимлари тадқиқот қилинди. Юқоридагиларни инобатга олиб, сув ташлаш иншоотларида сув симметрик оқиб чиқиши кенг қўлланиладиган манёврлаш схемаларининг 10 та кўриниши қабул қилинди (1-жадвал).

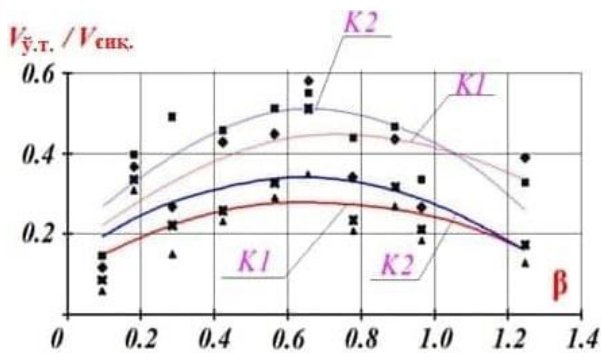
Сув ташлаш иншоотлари затворларининг маневрлаш схемалари

2-жадвал

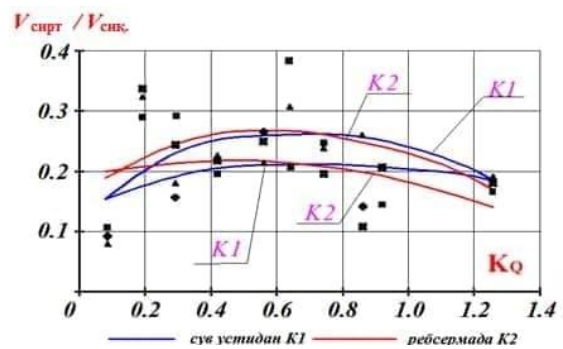
| № | Сув сарфи $Q, л/с$ | Солиштирма сарф, K_Q | Сув қуйилиш фронти- нинг фойдаланилиш коэффициенти, β | Очиқ бўлимлар тартиб рақами |
|----|-----------------------|---------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | 3,90 | 0,06 | 0.35 | 2, 4 |
| 2 | 6,90 | 0,185 | 0.35 | 3 |
| 3 | 10,07 | 0,296 | 0.47 | 1, 3, 5 |
| 4 | 11,60 | 0,42 | 0.47 | 2, 4 |
| 5 | 13,87 | 0,53 | 0.583 | 2, 4 |
| 6 | 14,39 | 0,67 | 0.583 | 2,3,4 ва 1,5 ($a=0,3H$) |
| 7 | 15,15 | 0,74 | 0.817 | 2,3,4 ва 1,5 ($a=0,5H$) |
| 8 | 17,42 | 0,878 | 0.7 | 1,2,3,4 |
| 9 | 18,16 | 0,93 | 0.817 | 2,3,4 ва 1,5 ($a=0,5H$) |
| 10 | 18,60 | 0,95 | 0.836 | 1,2,3,4,5 |

Турли вариантларда барпо этилган сув ташлаш иншооти пастки бьефидаги оқимнинг гидродинамик структураси функционал боғлиқликлар кўринишида таҳлил қилинди. Турли хил сув сарфларида ўзан туби бўйлаб оқим тезлиги тақсимланишининг эпюраси тадқиқ қилинган вариантлар учун гидравлик режимлар қонуниятларини аниқлаш имкониятини берди. Экспериментал тадқиқотлар натижасида сув сарфларининг турли қийматлари

учун ўзан туби ва оқим сиртининг сиқилиш тезлигига нисбатлари, яъни $\frac{v_{ў.т.}}{v_{сиқ}}$, $\frac{v_{сирт}}{v_{сиқ}}$ ва сув қуйилиш фронтининг фойдаланилиш коэффициенти $\beta = b/B$ графиклари қурилди (4, 5 расмлар).

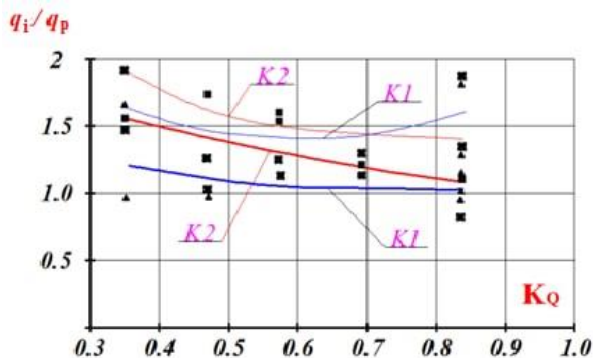


4-расм. Оқимнинг нисбий тезлиги ва сув қуйилиш фронтининг фойдаланилиш коэффициентининг боғланиш графиги

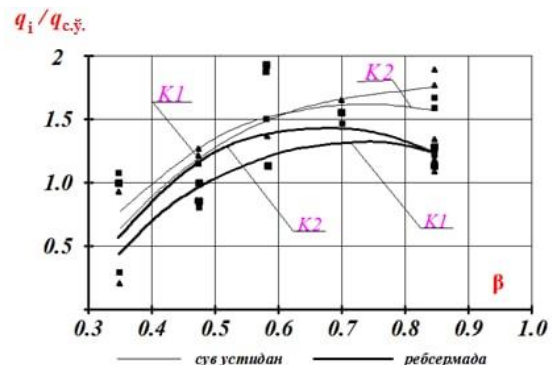


5-расм. Оқимнинг нисбий тезлиги ва солиштирма сарф коэффициентининг боғланиш графиги

Сув оқими солиштирма сарфлар нисбати – $\frac{q_i}{q_x}$, (бунда q_x – ҳисобий солиштирма сарф), $\frac{q_i}{q_{с.ў.}}$, (бунда $q_{с.ў.}$ – сув ўтказгич қиррасидан ўтаётган солиштирма сарф) эпюралари таҳлили иншоотнинг пастки бьефининг мустаҳкамланиш соҳаси кенглиги бўйлаб солиштирма сарфлар тақсимланиши қонуниятини ва узунлик бўйича катталигини аниқлаш имкониятини берди (6, 7 расмлар).



6-расм. Риберма ва сув урилмадаги оқимнинг солиштирма нисбий сарфларга боғлиқлик графиги



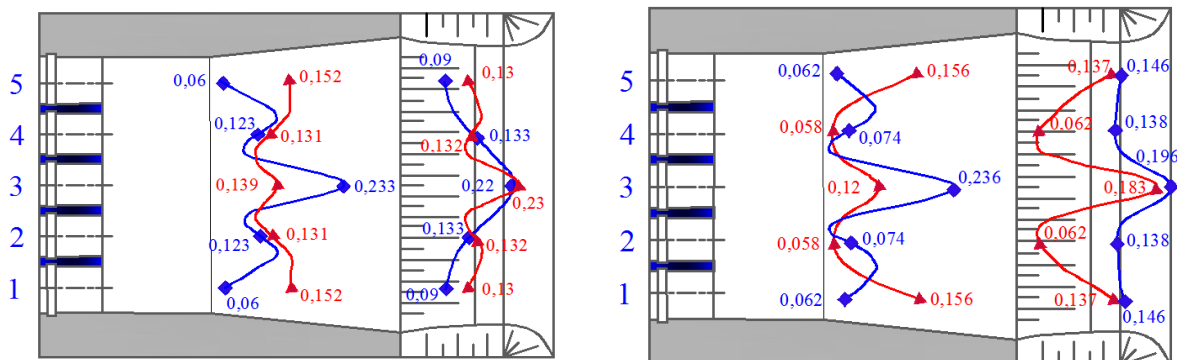
7-расм. Солиштирма сарфнинг сув қуйилиш фронтдан фойдаланилиш коэффициентига боғлиқлик графиги

Бу таҳлиллар сув ташлаш иншоотидан тушаётган сарф ошганда ва сув қуйилиш фронтининг фойдаланиш коэффициентининг қиймати бирга яқинлашганда сарф ва тезлик тақсимланишининг бир текислиги характери ва оқимнинг бир маромда ёйилиши даражаси ва унинг гидравлик структураси яхшиланди. Ишлаётган бўлимлар сони албатта, пастки бьеф кенглигига боғлиқ. Сув ташлаш иншоотидан ўтказилган сув сарфининг барча қийматларида иккинчи вариантдаги максимал оқим тезликлари биринчи тадқиқот қилинган вариантга нисбатан 5 ÷ 48% кўп бўлишини кўрсатди.

Таҳлил натижалари иккинчи вариантда оқимнинг кинематик структурасида ўзгариш рўй бериб ҳисобий сарфлар диапазонида транзит оқимнинг ўзан туби бўйлаб максимал тезликлари сув урилма қудуғида

тескари йўналган оқим ҳаракати чизиқлари тезлигидан $41 \div 86\%$ га, рисбермадаги $50 \div 76\%$ га юқори бўлди. Рисбермада транзит оқимнинг ўзан туби бўйлаб максимал ҳаракатланиш тезлиги биринчи тадқиқот вариантыда $7 \div 76\%$, иккинчи тадқиқот вариантыда $5 \div 83\%$ га камайди. Шу билан биргаликда тезликнинг камайиши билан рисберма соҳасида оқим сирти ва ўзан туби бўйлаб тезликлар эпюраларининг тенглашганлиги кузатилди. Шунингдек, эпюраларнинг шаклланиши табиий ҳолатдаги кўринишга яқинлашиши сув ташлаш иншоотининг бутун кенглиги бўйлаб сув ташланганда кузатилди.

Юқорида эътироф этилганидек, сув урилма қудуғи соҳасида биринчи вариант тадқиқотларида ўзан туби бўйлаб тезликнинг $5 \div 84\%$ га ошиши, иккинчи вариант тадқиқотларида $28 \div 84\%$ ошиши қайд этилди (8-расм). Биринчи вариант тадқиқотларида оқим тезлигининг вертикалдаги ҳолатини таҳлили сиртдаги тезликнинг ўзан туби соҳасидаги оқим тезлигидан $4 \div 54\%$ гача катта бўлганлиги кузатилди. Иккинчи вариант тадқиқотларида ўзан туби бўйлаб ёки ўзан сирт бўйлаб ва сиртки комбинациялашган гидравлик сакраш кўринишидаги бьефлар тутатиши режими тўсиқдан ошиб тушган оқим билан қўшилиб, ўзан туби режимида ҳаракатини давом эттириши билан изоҳланиши мумкин.



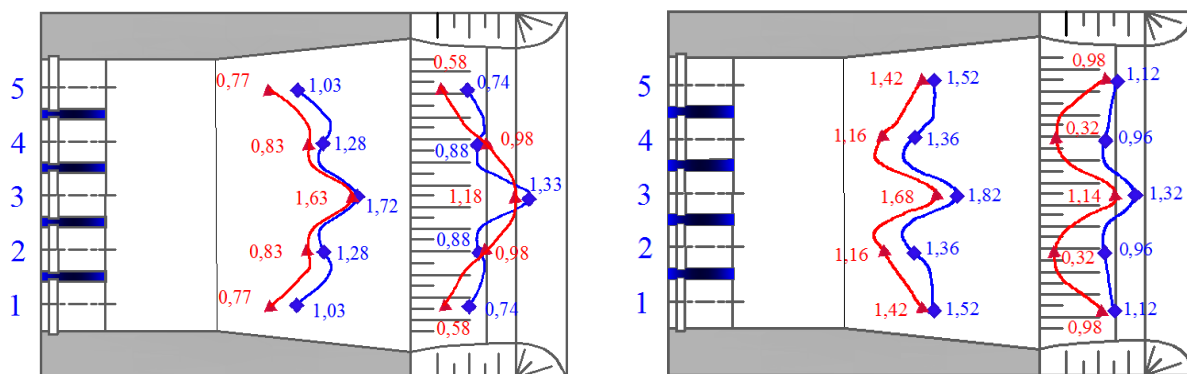
8-расм. Тадқиқот вариантларида ўзан туби бўйлаб ҳаракатланаётган оқимчанинг тезлик эпюралари биринчи вариантда сарф $Q = 18,16$ л/с, иккинчи вариантда сарф $Q = 18,60$ л/с

Бу тадқиқотларда ўзан туби бўйлаб оқимнинг тезлиги сиртдаги тезлигига нисбатан $3 \div 17\%$ юқори бўлди. Иккинчи вариант тадқиқотларида эса бу кўрсаткич $2 \div 22\%$ ташкил этди. Вертикал бўйлаб тезликнинг тақсимланишида сиртки тутатишида ўзан ости бўйлаб тезлик катталигидан $13 \div 23\%$ га катта бўлган. Рисберма соҳасида вертикал бўйича тезлик тақсимланишида оқимнинг ўзан бўйлаб тезлиги катталиги ёки камайди, ёки сиртки кўринишдаги каби трансформацияланди.

Нисбий солиштирма сарфлар таҳлили олдинги тадқиқотлар натижасини тасдиқлади. Таъкидлаш лозимки, биринчи вариант тадқиқотларида солиштирма сарфнинг максимал қиймати рисбермада сув урилма қудуғидагига нисбатан $1,5 \div 40\%$, иккинчи вариант тадқиқотларида $2 \div 30\%$ га

камайиши кузатилди. Нисбий солиштирма сарфлар эпюраларининг таҳлили биринчи вариант тадқиқотларида мос равишда сув урилма кудуғи ва рисберма соҳаларида 19÷85% ва 49÷89% га ошган бўлса, иккинчи вариант тадқиқотларида сув урилма кудуғида 7÷84% га ва рисбермада 52÷74% ораликда ошди.

Оқим сарфининг ҳар-хил қийматлари ва бўлимларнинг турли даражадаги (биринчи вариант тадқиқотлари учун $K_Q=0,64$ ва иккинчи вариант тадқиқотлари учун $K_Q=0,8$) очилганликлари ҳолати учун ўтказилган тадқиқотлар натижасида оқимнинг гидравлик параметрлари ва динамикаси характери ҳақида маълумот олиш имкониятига эга бўлдик (9-расм). Бунда биринчи тадқиқотларда солиштирма сарф $K_Q=0,64$ гача оширилганда ва иккинчи вариантда бу кўрсаткич $K_Q=0,8$ гача кўтарилганда рисбермада ўзан сирти бўйлаб оқим ҳаракатида тезлик босқичма–босқич ошиб борган бўлса, сув урилма кудуғи соҳасида кескин ўзгариши кузатилди. Сарфни янада оширилишида ҳар иккала вариант тадқиқотларида бу соҳадаги тезлик камайиб, $K_Q=0,93÷0,95$ бўлганда иккинчи вариант тадқиқотларида ўзан туби бўйлаб оқимнинг ҳаракатланиши тезлиги жадал камайиши кузатилди.



9-расм. Нисбий солиштирма сарфларнинг эпюралари, биринчи вариантда $Q=18,16$ л/с, иккинчи вариантда $Q=18,6$ л/с

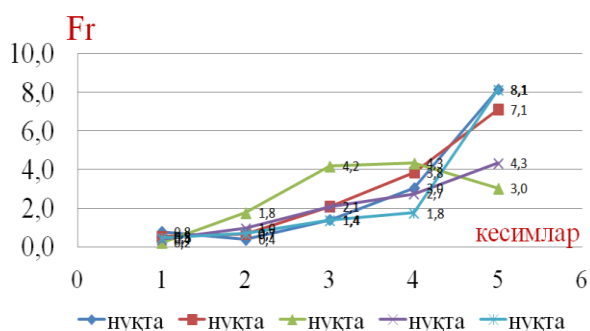
Кўп бўлимли сув ташлаш иншоотларида ҳамма бўлимлар очик кўринишида сув ташлаш амалга оширилганда бутун сув қўйилиш fronti кенглиги бўйлаб сув оқими ҳаракатланиб, тезлик ва сарф тақсимланиши бир маромда амалга ошиши тадқиқотлар натижалари билан асосланди. Бешта бўлимлар симметрик тарзда ишлатилганда ҳам шундай натижа кузатилди. Албатта, бошқа схемаларга асосан иншоот ишлатилганда пастки бьефда сув оқимнинг уярмавий ағдарилишини бартараф қиладиган ва бутун ўзан кенглиги бўйлаб оқимнинг текис тақсимланишини таъминлайдиган қўшимча конструктив элементларни (ёйувчи элементлар, пирслар, шашкалар, зигзаксимон ва бошқалар) ўрнатилиши таъминлаш лозим.

Тадқиқотларда қабул қилинган сарф қийматлари учун бьефлар тутатиши сиртки, ўзан туби бўйлаб кўринишда ёки ҳар иккаласининг комбинациялашган кўринишида иншоот пастки бьефининг мустаҳкамланган

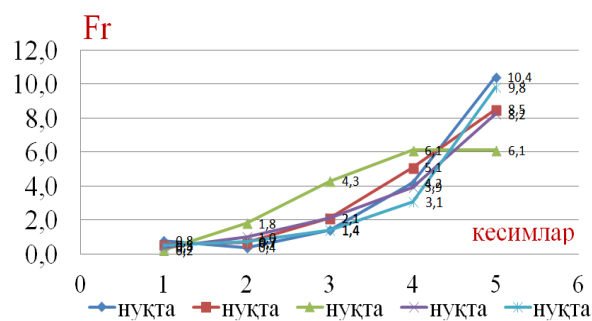
соҳасида амалга ошди. Иккинчи вариант тадқиқотларида ўзан тубига яқин соҳадаги тезликнинг тақсимланиши эпюрасининг кичиклашиши кўринишда амалга ошган бўлса, вертикал бўйича тезлик эпюраси деярли ўзгармасдан қолди.

Диссертациянинг «Сув ташлаш иншоотлари пастки бьефида оқимнинг кинематик структураси хусусиятлари тадқиқоти натижаларининг таҳлили» деб номланган тўртинчи бобда сув ташлаш иншоотларидаги энергия сўндиргичларнинг самарали конструктив ечимлар асосида оқим кинетик энергиясини қисқа масофаларда сўндириш усули тадқиқ қилинди.

Сув ташлаш иншоотлари пастки бьефида оқимнинг кинематик структураси хусусиятлари бўйича тадқиқот натижаларининг таҳлили ўзан туби бўйлаб ҳаракатланаётган оқимнинг тезликка боғлиқ равишда Фруд сонини сув ташлаш иншоотида энергия сўндиргичлари мавжуд бўлмаган ҳолатдаги гидравлик сакрашларнинг кўринишлари учун Фруд сони аниқланди ва графиклари келтирилди (10-12 расмлар).



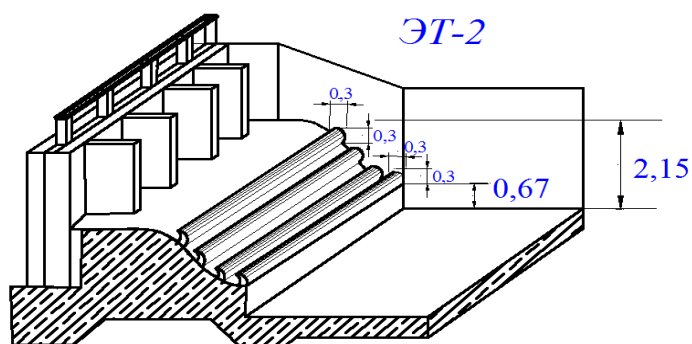
10-расм. $Q_m = 18,16$ л/с бўлганда сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиричлар мавжуд бўлмаган ҳолат



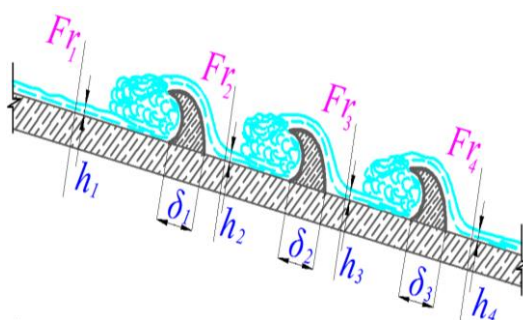
11-расм. $Q_m = 18,6$ л/с бўлганда сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиричлар мавжуд бўлмаган ҳолат

Сув ташлаш иншоотида ҳаракатланаётган оқимнинг сув сарфи $Q_m = 18,16$ л/с бўлганда сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиричлар мавжуд бўлмаган ҳолатда аниқланган Фруд сонинг қиймати $Fr = 0,5 \div 8,15$ тенг бўлиб, доимий гидравлик сакраш рўй берди (10-расм). 11-расмда эса $Q_m = 18,6$ л/с сув сарфида сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиричлар мавжуд бўлмаганда Фруд сонининг қиймати $Fr = 0,5 \div 10,4$ тенг бўлиб, тўлиқ амалга ошадиган гидравлик сакраш рўй берди.

Тўртбурчак, учбурчак ва ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичларни экспериментал қурилмада тадқиқот ишлари ўтказилди. Тадқиқот натижалари бўйича максимал даражада оқим энергиясини сўндирувчи конструкция қуйидаги 12 ва 13-расмларда келтирилди.



12-расм. ЭТ-2 да энергия сўндиргичларининг жойлашиши



13-расм. Экспериментал тадқиқотда ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар

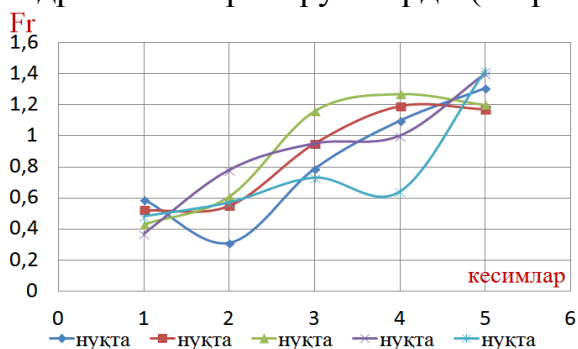
h_1, h_2, h_3, h_4 – сувнинг критик чуқурлиги, $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ – энергия сўндиргич деворининг қалинлиги.

Олинган маълумотлар асосида сакраш узунлиги, туташ чуқурликлар кўриниши билан чегараланиб қолмай, сакраш рўй бераётган шароитда оқим тезлигини тақсимланиши тезликларнинг ўзгариши, оқим ювувчанлик қобилятини ўзгариши тахлил қилинди.

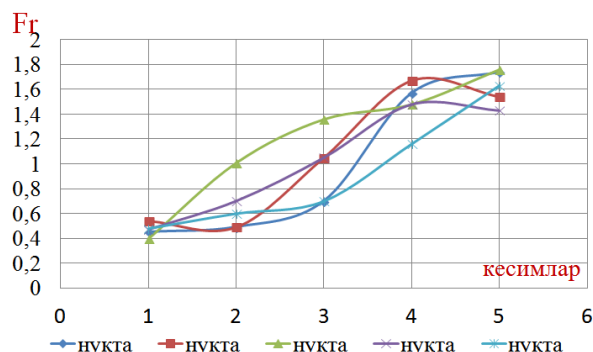
Экспериментал тадқиқотимизда натижалари асосида, сув ташлаш иншоотида оқим катта тезликда оқиб чиққанда асосан, ўзан тубига яқин соҳада ҳаракатланиш режимида пастки бьефдаги оқим билан туташини аниқланди.

Сув ташлаш иншоотида экспериментал моделдан аниқланган маълумотлар асосида, Фруд сонининг турли конструкцияли энергия сўндиргичларнинг ишлаши гидравлик шартлари режимларини таъсирини қийсий таққослаш графикларини келтириб ўтдик. Бу биринчи ҳолатда энергия сўндиргичлари мавжуд бўлмаган ҳолат, иккинчи ҳолатда энергия сўндиргичлари тўртбурчак шаклидаги ҳолат ва учинчи ҳолат ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар ҳолатларни корреляция усулида таққослаш графиклари аниқланди.

Сув ташлаш иншоотида ҳаракатланаётган оқимнинг сув сарфи $Q_m = 18,16$ л/с бўлганда сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиргичлар мавжуд бўлганда аниқланган Фруд сонинг қиймати $Fr = 0,38 \div 1,42$ тенг бўлиб, тўлқинсимон гидравлик сакраш рўй берди (14-расм).



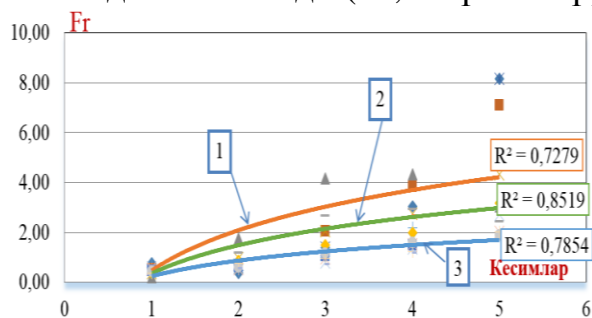
14-расм. $Q_m=18,16$ л/с бўлганда сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиргичлар мавжуд бўлган ҳолат



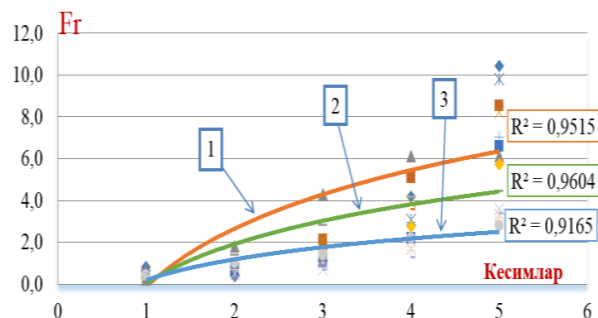
15-расм. $Q_m=18,6$ л/с бўлганда сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиргичлар мавжуд бўлган ҳолат

15-расмда эса $Q_m = 18,6$ л/с сув сарфида сув ташлаш қисмидаги энергия сўндиргичлар мавжуд бўлмаганда Фруд сонининг қиймати $Fr = 0,4 \div 1,8$ тенг бўлиб, султ гидравлик сакраш рўй берди.

Энергия сўндиргич мавжуд бўлмаган, тўртбурчак ва ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар билан олиб борилган экспериментал тадқиқотлар натижалари таққосланди ва энг самаралиси сифатида сўндиргич ярим ой шаклидаги танланди (16, 17-расмлар).



16-расм. $Q_m = 18,16$ л/с бўлганда таққослаш графикалари

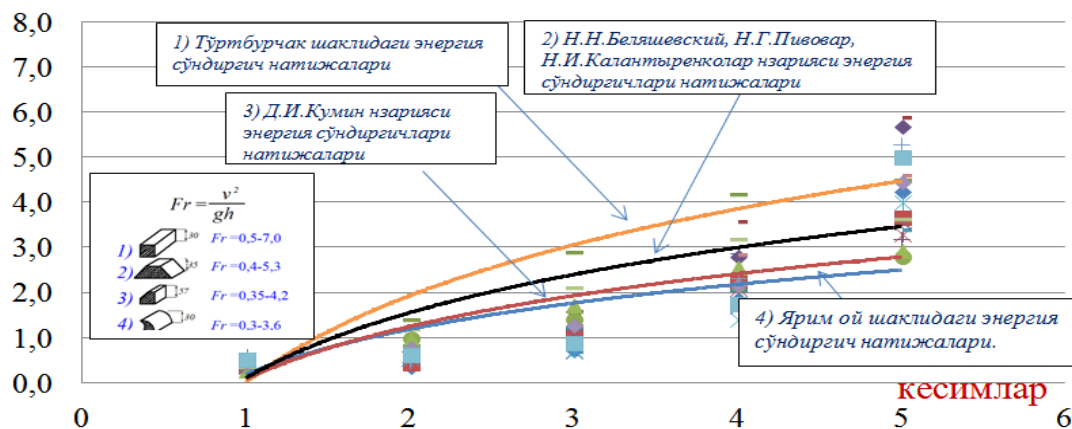


17-расм. $Q_m = 18,6$ л/с бўлганда таққослаш графикалари

1-энергия сўндиргичлар мавжуд бўлмаган ҳолат; 2-тўртбурчак шаклидаги энергия сўндиргичлар; 3 - ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар.

Тадқиқот натижаларини Д.И.Кумин тадқиқотида қабул қилинган конструктив схемалар билан солиштирилганда тўртбурчак энергия сўндиргичларга нисбатан қараганда Д.И.Кумин тадқиқотида қабул қилинган конструктив схемалари сувнинг кинетик энергиясини самарали сўндирди. Тадқиқот қилинган ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар эса Д.И.Кумин энергия сўндиргичларига нисбатан 5-10% самарали ишлаши кузатилди (18-расм).

Fr Сув ташлаш иншоотида канал узунлиги бўйлаб Фруд таққослаш графиги



18-расм. Энергия сўндиргичларни Фруд сони орқали таққослаш графиги

Сув ташлаш иншооти сув ташлаш қисмидаги бурун ёрувчи энергия сўндиргичлари билан солиштирган тўртбурчак энергия сўндиргичларга қараганда сувнинг кинетик энергиясидан самарали сўндирди. Тадқиқот қилинган ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар Н.Н.Беляшевский,

Н.Г.Пивовар, Н.И.Калантыренколар томонидан тадқиқот қилинган энергия сўндиргичларига нисбатан 10-22% самарали ишлаши аниқланди.

Хулосалар

«Сув ташлаш иншоотларида оқим энергиясини сўндириш усуллари» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди.

1. Олиб борилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар таҳлилидан оқим ҳаракатида уюрмалар ҳосил бўлиши, оқимнинг ағдарилиши, кўп бўлимли сув ташлаш иншоотлари бўлимларининг кириш қисмидаги ҳаракатланувчи затворларни манёврлаш схемасини тўғри танланишига боғлиқлиги асосланди.

2. Кўп бўлимли сув ташлаш иншоотларида ҳамма бўлимлар очик ҳолатда ёки улар симметрик тарзда сув ташлаш амалга оширилганда бутун сув қуйилиш фронти кенглиги бўйлаб сув оқими ҳаракатланиб, тезлик ва сарф тақсимланиши бир маромда амалга ошиши тадқиқотлар натижалари билан асосланди.

3. Турли энергия сўндиргичларни таққослаш асосида сув ташлаш иншоотларида энергия сўндиргичларнинг самарали конструкцияси ишлаб чиқилди. Натижада сув ташлаш иншоотларининг сув урилма қудуғигача бўлган соҳасида сув оқими ортиқча кинетик энергиясини қисқа масофаларда сўндириш имкониятини яратилган.

4. ЭТ-1 ва ЭТ-2 вариант тадқиқотларида сув ташлаш иншоотининг қуйи қисмида тезлик ва солиштирма сарф қийматлари камайиши кузатилди. Тадқиқотлар давомида транзит оқимнинг солиштирма сарфи биринчи вариант тадқиқотларда 1,5-40%, иккинчи тадқиқотларида 2÷30% га, ўзан тубига яқин соҳада оқим тезлиги биринчи вариант тадқиқотларида 7-76% га, иккинчи вариант тадқиқотларида 5-83% га камайтириш имконияти яратилди.

5. Сув ташлаш иншоотидаги ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар ўрнатилганда оқимнинг самарали гидравлик режими шаклланиши имконияти яратилган.

6. Энергия сўндиргичларнинг таққосланган вариантлар бўйича оқим ҳаракат режимини характерловчи параметрлар аниқланди. Ишлаб чиқилган ярим ой шаклидаги энергия сўндиргичлар Д.И.Кумин энергия сўндиргичларига нисбатан 5-10%, Н.Н.Беляшевский, Н.Г.Пивовар, Н.И.Калантыренколар томонидан тадқиқот қилинган энергия сўндиргичларига нисбатан 10-22% самарали ишлаши асосланди.

7. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида сув ташлаш иншоотларидаги энергия сўндиргичларнинг конструкциясини такомиллаштириш, улардаги оқимнинг гидравлик режимларини баҳолаш бўйича ишлаб чиқилган тавсиялар Самарқанд вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармасига қарашли Қоратепа сув омборида фойдаланишга тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 03/30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

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

НОРКУЛОВ БАХОДИР МУСУЛМАНОВИЧ

**МЕТОДЫ ГАШЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПОТОКА ВОДОСБРОСНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

05.09.07- Гидравлика и инженерная гидрология

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2021.1.PhD/T2015.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

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

Научный руководитель: Базаров Дилшод Райимович
доктор технических наук, профессор

Рецензенты: Эшев Собир Саматович
доктор технических наук, профессор

Ганпаров Фуркат Ахматович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: Ташкентский архитектурно-строительный институт

Защита диссертации состоится «11» ИЮНЯ 2021 года в 1400 часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Адрес: 100000, г.Ташкент, ул. Кары-Ниязий, д. 39. Тел.: (+99871)-237-19-61; 237-22-09, факс: (+99871) 237-54-79; e-mail: admin@tiiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (зарегистрировано № 165). Адрес: 100000, Ташкент, Кары-Ниязий, 39, тел (+99871) 237-19-45.

Автореферат диссертации разослан «25» МАЯ 2021 года.
(реестр протокола рассылки № 165 «25» МАЯ 2021 года).



Т.З.Султанов

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

А.А.Янгиев

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

Э.Ж.Махмудов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философских наук (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире использование гасителей энергии, снижающих избыточную кинетическую энергию водного потока, занимает одно из ведущих мест в области сопряжения бьефов водосбросных сооружений водохранилищ, гидротехнических и гидроэнергетических сооружений. По всему миру гашение энергии потока воды на малых расстояниях водосбросных сооружений, предотвращение явления вихревого опрокидывания потока воды требует внедрения на практике эффективных гасителей энергии. В связи с этим, использование эффективных средств и устройств, снижающих избыточную кинетическую энергию водного потока водосбросных сооружений имеет особое значение.

В мире проводятся научно-исследовательские работы, направленные на разработку научно-обоснованных методик гашения кинетической энергии потока воды, выбору конструкций, гасящих энергию потока, устранению вихревых опрокидываний потока воды, сопряжению бьефов на водосбросных сооружениях. В этой связи, особое внимание уделяется определению относительных величин критических параметров расположения гасителей энергии, выбору конструктивных решений сооружений по гашению кинетической энергии потока воды на водосбросных сооружениях, определению гидродинамических напряжений потока воды в нижних бьефах сооружения, проведению новых экспериментальных исследований по сопряжению бьефов водосбросных сооружений, а также их научному обоснованию.

В нашей Республике осуществляются широкомасштабные мероприятия, и достигаются определенные результаты, направленные на гашение энергии водного потока на малых расстояниях, внедрению эксплуатационных мер по предотвращению явлений опрокидывания водного потока, совершенствованию конструкций энергогасящих сооружений с целью повышения уровня надежности и срока службы сооружений с учетом состава, структуры грунта нижнего бьефа водосбросных сооружений водохранилищ. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, намечены важные задачи по «...развитию мелиоративных и ирригационных объектов для повышения конкурентоспособности национальной экономики»¹. Для реализации данных задач, в том числе, с целью устойчивого и надежного обеспечения водой всех отраслей экономики ирригационного и сельскохозяйственного назначения, важное значение имеет развитие ирригации водного хозяйства, создание усовершенствованных конструкций гасителей энергии в водосбросных сооружениях, с учетом эффективного и рационального использования водных ресурсов.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлении от 25 сентября 2017 года № ПП-3286 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов», а также в других нормативно-правовых документах, касающиеся этой деятельности.

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

Степень изученности проблемы. Внешний вид, размеры и особенности размещения энергогасителей определяются методом экспериментальных исследований в практике гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, исходя из требований к характеристике и гидравлическим параметрам водного потока в нижнем бьефе водосбросного сооружения. Эти методы изучены в работах И.И.Леви, А.А.Угинчус, М.Д.Чертоусова, А.Н.Рахманова, Ф.Г.Гунько, Н.П.Розанова, С.М.Слисского, Н.Н.Беляшевского, Н.Г.Пивовара, Н.И.Калантыренко, И.И.Кондратьева, В.М.Лятхер, Н.Т.Кавешникова, Э.Н.Кавешникова, В.Г.Иванова, А.М.Прудовского, Рэнд, Харлиман, Л.А.Машкович, Г.И.Шишориной, М.Р.Бакиева, Д.Р.Базарова, А.А.Янгиева, Б.М.Обидова, С.К.Хидирова и других.

Большинство исследователей Д.И.Кумин, Н.Н.Беляшевский, Н.Г.Пивоваров, И.И.Кондратьев, Д.Р.Базаров, А.А.Янгиев и другие отмечают, что внешний вид, размеры и расположение энергогасителей должны определяться в соответствии с их реакцией на сопротивление, то есть для получения величины потерь второй глубины гидравлического скачка, безусловно необходимо создавать конструктивные решения для гашения энергии потока воды.

В настоящее время недостаточно изучены проблемы применения различных вариантов гашения энергии потока воды в водосбросных сооружениях, решения вопросов разработки экспериментальной модели и применения их на практике для выбора наиболее совершенной конструкции. В связи с этим возникает необходимость изучения и разработки в инженерной практике гидравлических процессов с применением конструктивных решений различных типов энергогасителей в самом сооружении с учетом того, что в водосбросных сооружениях энергия потока воды гасится на небольших расстояниях, предотвращая явления опрокидывания потока воды.

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта плана научно - исследовательских работ Ташкентского института инженеров ирригации и

механизации сельского хозяйства на тему «Рекомендации по предотвращению русловых процессов в нижних бьефах водохранилищ» №17/2017.

Целью исследований является совершенствование методов гашения энергии потока воды в водосбросных сооружениях и прочности конструкции его элементов.

Задачи исследований:

обоснование размещения энергогасителей по устранению явления опрокидывания потока воды в водосбросных сооружениях на основе экспериментальных исследований;

совершенствование методов гашения избыточной кинетической энергии потока воды до области захвата газов в зависимости от размеров и расположения стенок водосбросного сооружения;

оценка гидравлического режима потока, числа Фруда и параметра кинетичности с учетом закономерностей динамики расчетных расходов;

совершенствование гидравлических параметров и закономерностей динамики потока при различных значениях расхода воды на основе экспериментальных исследований;

определение значений расчетных относительных размеров конструктивных элементов водосбросного сооружения.

Объектом исследования выбраны водосбросное сооружение Каратепинского водохранилища и расположенные на них энергогасители.

Предмет исследований: энергогасители расположенные на водосбросных сооружениях, гашение энергии водного потока и сопряжение бьефов водосбросных сооружений, а также протяженность крепления нижнего бьефа.

Методы исследований. В процессе исследований использованы методы экспериментальных и научных исследований полевых наблюдений, а также разработка физических моделей на основе закономерностей, принятых в гидравлике и гидромеханике.

Научная новизна исследований состоит в следующем:

разработаны схемы расположения энергогасителей с учетом исключения явления опрокидывания потока на водосбросном сооружении;

оценены гидравлические режимы в нижнем бьефе водосбросного сооружения по изменению расхода воды;

разработан эффективный гидравлический режим потока по длине водосбросных сооружений был на основе маневрирования затворами;

усовершенствован метод гашения кинетической энергии потока на малых расстояниях на основе эффективных конструктивных решений энергогасителей на водосбросных сооружениях.

Практические результаты исследований заключаются в следующем:

по результатам теоретических исследований, экспериментальных и полевых наблюдений, разработан эффективный гидравлический режим потока, выбор схем расположения энергогасителей и маневрирования

затворов с учетом устранения явления опрокидывания потока в зоне сопряжения бьефов водосбросного сооружения;

по результатам исследований разработаны научно - обоснованные рекомендации, основанные на оценке динамики потока, с учетом схем и конструктивных решений по размещению энергогасителей на водосбросных сооружениях Акдарьинского и Каратепинского водохранилищ, подведомственных Зарафшанскому управлению по эксплуатации магистральных систем Самаркандской области

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов исследований обоснованы общепринятыми методами исследований и подтверждением полученных теоретических результатов с практическими данными, сопоставлением результатов эксперимента с результатами, полученными другими авторами в данном направлении исследования, и внедрением результатов исследования на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследований. Научная значимость результатов исследований заключается в методе гашения кинетической энергии потока на малых расстояниях в области укрепления водосбросных сооружений водохранилищ низкого и среднего напора, реактивного воздействия потока воды на гасители энергии и определение по длине напорных сооружений путем достижения эффективного гидравлического режима потока, с повышением эксплуатационной надежности и строительства в водовыпускных и водосбросных сооружениях.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что экономическая эффективность достигается за счет гашения кинетической энергии донного потока в водосбросных сооружениях водохранилищ низкого и среднего напора и определения прочностных расстояний и функциональных размеров, сооружений, промежуточных расстояний конструктивных элементов энергогасителей, обеспечения минимального расстояния до гидравлического прыжка потока воды, предотвращения явления опрокидывания потока и снижения затрат на строительство.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных результатов по методам гашения энергии потока в водосбросных сооружениях:

метод определения динамики состояния и гидравлического режима потока для различных расходов воды внедрен на Акдарьинском водохранилище Зарафшанского управления эксплуатации магистральных систем при Министерстве водного хозяйства (справка Министерства водного хозяйства №04/20-3108 от 23 октября 2020 года). В результате, была создана возможность предотвращения процесса размыва в нижнем бьефе при сопряжении бьефов.

метод предотвращения явления опрокидывания потока на водосбросных сооружениях внедрен на Каратепинском водохранилище Управления эксплуатации водохранилищ Самаркандской области при Министерстве

водного хозяйства (справка Министерства водного хозяйства №04/20-3108 от 23 октября 2020 года). В результате была создана возможность использования схемы расположения гасителей энергии – при проектировании конструкций, повышающие эксплуатационную надежность в нижнем бьефе водосбросных сооружений.

эффективные конструктивные решения энергогасителей на водосбросных сооружениях внедрены на Каратепинском водохранилище Управления эксплуатации водохранилищ Самаркандской области при Министерстве водного хозяйства (справка Министерства водного хозяйства от 23 октября 2020 г. № 04/20-3108). В результате, на участке водобоя водосбросных сооружений создана возможность гашения избыточной кинетической энергии потока воды на коротких расстояниях.

Апробация результатов исследований. Результаты исследования обсуждались на 8 научно-технических, в том числе на 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме исследования опубликовано 18 научных статей. Из них, по диссертации доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистана опубликовано 14 научных работ в журналах, рекомендованных для публикации, в том числе 10 в республиканских и 4 зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы, также приложений. Объем диссертации составляет 118 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность и необходимость темы диссертации на основе научных исследований, проведенных в Республике Узбекистан и в мире. Сформулированы цель работы, задачи, объекты и предметы исследований. Раскрыто соответствие научно-исследовательских работ приоритетным направлениям развития науки и техники Республики, научная новизна и практические результаты научно-исследовательских работ. Обоснована достоверность полученных результатов. Их научное и практическое значение исследования. Представлена информация о внедрении результатов исследований в практику, апробации работы, о опубликованных работах, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации **«Особенности гидравлических условий движения потока воды в нижних бьефах водосбросных сооружений»** разработана методика гидравлического расчета, проектирования и создания конструкций водобоев и участков крепления в зоне сопряжения бьефов на зарубежных и отечественных водосбросных сооружениях. Проведен анализ экспериментальных методов научных исследований в практике

гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, внешнего вида, размеров и размещения энергогасителей на основании выполнения требований к характеристике и гидравлическим параметрам водного потока в нижнем бьефе водосбросного сооружения. Настоящие методы применены И.И.Леви, А.А.Угинчус, М.Д.Чертоусовым, А.Н.Рахмановым, Ф.Г.Гунко, Н.П.Розановым, С.М.Слисским, Н.Н.Беляшевским, Н.Г.Пивоваром, Н.И.Калантыренко, И.И.Кондратовым, В.М.Лятхерем, Н.Т.Кавешниковым, Э.Н.Кавешниковой, В.Г.Ивановым, А.М.Прудовским, Рэнд, Харлиман, Л.А.Машковичем, Г.И.Шишориной, М.Р.Бакиевым, Д.Р.Базаровым, А.А.Янгиевым, Б.М.Обидовым, С.К.Хидировым и рядом других ученых.

Необходимо отметить, что большая часть настоящих исследований была сосредоточена на исследовании водобоя энергогасителей установленных на его стенах, и разработке рекомендаций и предложений для них. Также разработаны методы, предназначенные для реактивного воздействия энергогасителей на поток. При этом в качестве основной цели рассматривался внешний вид, размеры и условия размещения энергогасителей, соответствующие требуемой реакции, то есть получение необходимого размера второй глубины сопряженной гидравлическому прыжку.

В настоящее время в гидротехнической практике разработано огромное количество видов энергогасителей потока в нижних бьефах водосбросных сооружений, и несмотря на то, что были предложены методы их расчета и схемы размещения, большинство из них построены для случая равномерного режима движения водного потока. В связи с этим, в данном направлении актуальной является разработка эффективных энергогасителей водного потока, исследований, существующих в условиях пространственных водотоков, проведение экспериментальных научных исследований по оценке кинематической и динамической структуры и гидравлических режимов течения, оценки его гидродинамического воздействия на энергогасители плиты водобоя и рисбермы.

При этом должна быть правильно подобрана схема маневрирования затворами на входе водосбросного сооружения, при движении потока воды в водосбросных сооружениях не допускается явления опрокидывания вихревых потоков, поток в целом, должен обеспечить равномерное распределение по фронту водосброса. В многоотраслевых гидроузлах для определения высоты подъема затворов и их пропускной способности, необходимо составить рабочие графики. Необходимо организовать сброс со всех участков при равномерном режиме движения потока.

Разработаны различные конструкции энергогасителей для гашения кинетической энергии воды в водосбросных сооружениях до рисбермы. Обосновано использование предложенных конструкции гасителей энергии потока воды в водосбросных сооружениях экспериментальными и полевыми исследованиями что является основной целью научной работы. Основываясь

на проведенные анализы были сформулированы основная цель и задачи диссертационной работы.

Вторая глава диссертационной работы под наименованием «**Методика исследования движения потока в водосбросных сооружениях**», посвящена гидравлическому моделированию, представляющая гидравлические процессы потока в водосбросных сооружениях.

Для гидравлического моделирования нижних бьефов водосбросных сооружений, в качестве основных сил тяжести приняты гравитационные силы, то есть сила тяжести. Это состояние характеризуется числом Фруда. Для достижения сходства чисел Фруда должно быть:

$$Fr_n \text{ ва } Fr_m = idem, \quad (1)$$

$$Fr_n = \frac{v^2}{gh_{cp}} \quad (2)$$

где: Fr_n и Fr_m – числа Фруда для сооружений соответственно в натуре и модели; v – средняя скорость потока, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – сила веса по отношению к единичной массе; h_{cp} – средняя глубина потока воды в рассматриваемом участке.

Подобие чисел Рейнольдса и его закономерностей с экспериментальными исследованиями по изучению динамики потока воды в районе сопряжения бьефов водосбросных сооружений записываются следующим образом:

$$Re_n \text{ ва } Re_m = idem \quad (3)$$

$$Re_m > Re_{гран} \quad (4)$$

где: Re_n и Re_m – числа Рейнольдса для потока воды натурального и модельного. $Re_{гран}$ – граничный числа Рейнольдса.

При физическом моделировании движения потока в водосбросных сооружениях необходимо обеспечить выполнение условий числа Фруда и подобия модели с натурой:

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad (5)$$

где: l – линейная величина, характеризующая поток, движущийся в открытом русле; v – средняя скорость течения в точке определения значений числе Фруда; ν – коэффициент кинематической вязкости, $\text{м}^2/\text{с}$;

При обеспечении подобия числа Рейнольдса должны быть в автомодельной. Следует отметить, что условие автомодельности соответствует высокотурбулентному режиму течения в резко изменяющемся режиме на водосбросных сооружениях.

Было обосновано, что для выполнения закономерностей подобия пересчет результатов экспериментов и проектирования моделей должен вестись для реального объекта, аналогичные процессы должны быть представлены дифференциальными уравнениями аналогового вида, при этом должно быть выполнено условие однородности, учитывающее геометрические размеры канала, граничные и начальные условия,

физические свойства потока воды, движущегося в реальном объекте и модели.

Числа Рейнольдса, обеспечивающие равномерность сопротивлений на границе тока при моделировании сил трения, также должны иметь одинаковое значение на реальном объекте и модели. Любое изменение силы сопротивления движению потока изменяет плоское движение и гранично значению числа Рейнольдса ($Re_{гран}$) относительно равномерного движения. Учитывая, что в этих областях гидравлическое сопротивление также имеет динамику, возникают местные сопротивления, и граничное значение числа Рейнольдса составляет ($Re_{гран}$) = 50 000 ÷ 120 000.

Для обеспечения получения достоверных результатов при проведении исследований на экспериментальной модели, должно быть сохранено условие автомодельности, при котором числа Рейнольдса не оказывает влияние на гидравлическое сопротивление или эффект будет незаметно низким.

При физическом моделировании гидравлических процессов необходимо одновременно выполнять условия числа Фруда и числа Рейнольдса, основываясь на вышеприведенных условиях, и добиться выполнения следующего:

$$M_L = \left(\frac{v_H}{v_M} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (6)$$

Но это довольно сложный вопрос, поэтому данное условие имеет практическое методическое значение. Кроме того, по результатам исследований Д.И.Кумина, при моделировании процесса должны быть сохранены следующие условия при экспериментах:

$$Fr_M = Fr_H = idem \quad (7)$$

$$Re_M = Re_H = idem \quad (8)$$

$$Re_M > Re_{гран} \quad (9)$$

При выполнении этих условий можно показать его связь с параметрами модели следующего вида:

$$Re_{гран} = \frac{84 \cdot R_M}{\sqrt{\lambda_M} \cdot \Delta_M} \quad (10)$$

При моделированиях использовалась следующая формула:

$$M_{l\ min} = \sqrt[3]{\left(\frac{Re_{гран} \cdot v}{q_H} \right)^2} \quad (11)$$

Граничное значение числа Рейнольдса $Re_{гран}$ при моделировании принимается больше, 50000; q_H - удельный расход воды в натуре.

На основании предложенной формулы установлено, что моделирование водосбросных сооружений в масштабе 1:60 дает приемлемый результат,

построены специальные графики функциональных зависимостей для различных значений коэффициента расхода.

Третья глава диссертационной работы под наименованием «Исследование режимов эксплуатации и гидравлической структуры потока в различных конструкциях водосбросных сооружений», посвящена экспериментальным исследованиям по изучению гидравлической структуры и режимов потока воды.

В ходе исследования гидравлической структуры потока, был проведен анализ гидравлических режимов конструктивных элементов и форм бьефов, в которых происходит гидравлический прыжок поверхностного вида, и выбраны водосбросные сооружения с многосекционным профилированным водосбросом для экспериментальных исследований (рис. 1, 2). В сооружении под названием ЭИ-1 (экспериментальные исследования) (рис. 1) были исследованы гидравлические параметры расхода воды и динамика состояния потока при различных расходах воды.

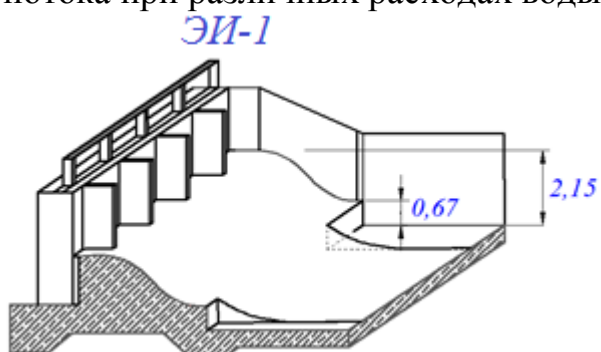


Рисунок 1. Установка серии ЭИ-1, на которой велись экспериментальные исследования водослива

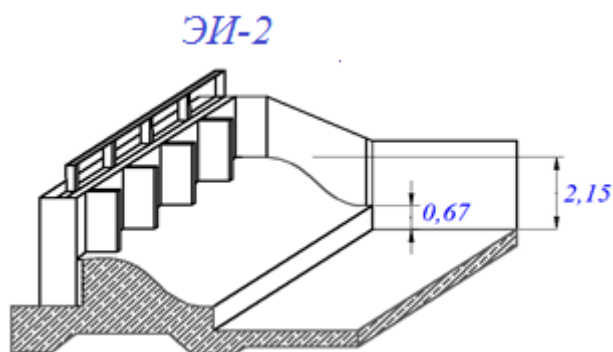


Рисунок 2. Установка серии ЭИ-2, на которой велись экспериментальные исследования водослива

В исследованиях серии ЭИ-2 показано, гашение энергии осуществляется барьерами в виде носовой стены при движении потока воды вдоль водослива. При этом исследована динамика движения потока воды на коротком участке в зависимости от размеров и расположения барьерных стенок, а также динамика затухания избыточной кинетической энергии до зоны сопряжения бьефов и в самой зоне (рис. 2).

При определении размеров конструктивных элементов в ходе проведения исследований, анализировались работы ученых, проводивших полевые, лабораторные и теоретические исследования в этом направлении. Детальный анализ положительных исследований дал возможность установить относительную высоту ограждающей стены в последней зоне сооружения как $c/h = 0,67$ или $c/P = 0,31$, где: c – высота ограждающей стены; h – критическая глубина потока; P – высота уступа в нижнем бьефе.

Внешний вид участка сопряжения водосбросного сооружения в нижнем потоке был принят на основании следующих схем.

Во всех вариациях исследований изучались диапазоны изменения кинематической структуры потока и режимов движения при различных

значениях расчетного расхода. В ходе исследований установлено, что сопряжение бьефов в виде поверхностного гидравлического прыжка происходит не путем сопряжения с нижним бьефом, а в реальных эксплуатационных условиях сооружения. При этом, определено основное направление исследований, на основании расчетов числа Фруда и динамики кинетических параметров потока, динамики расчетных расходов, расчетных удельных величин конструктивных элементов.

В сравниваемых вариантах исследований в полной мере осуществлены измерения диапазона расчетных расходов, параметров, характеризующих режим движения потока, и гидравлических параметров потока в том числе и в нижнем бьефе. В проведенных исследованиях постоянно измерялись вертикальные скорости в стволах. Вместе с гидрометрическими измерениями проводились визуальные, фото и видео наблюдения. В ходе исследований подробно наблюдалось изменение кинематической структуры потока с использованием цветов, плотность которых совпадает с плотностью воды, нанесенной на верхнюю часть каждого из затворов. В проведенных исследованиях трансформация потока наблюдалась на фото - и видеоматериалах (рис. 3).



Рисунок 3. Фотоснимки с экспериментальной модели. Изображения движения потока

В проведенных экспериментальных исследованиях были исследованы следующие параметры потока, водосбросных сооружений:

расход водосброса $Q = 3,9 \div 18,6$ л/с;

средняя скорость течения $v = 15 \div 150$ см/с;

средние глубины в нижнем бьефе $h = 8 \div 21$ см.

Сравнительный диапазон изменения этих режимов был принят в следующем виде:

- сравнительный расход $K_Q = Q/Q_p = 0,06 \div 0,95$ где: Q и Q_p – расчетные и сбросные расходы;

- коэффициент использования фронта слива воды $\beta = b/B = 0,35 \div 0,836$ где: b – ширина работающих секций, B – ширина нижнего бьефа;

- $Fr = \frac{v^2}{gh_{cp}}$ – число Фруда, для сжатого сечения $Fr = 2 \div 11$.

Диапазон определенных параметров потока, дал возможность

определить границы применения закономерностей, выявленных в исследованиях.

В начале анализировались гидравлические режимы движения потока в сравниваемых конструкциях в выбранных вариантах. Исследования, проведенные в порядке изменения расхода, глубины и средней скорости течения из водосбросного сооружения, позволили в дальнейшем выявить физический характер процесса в пространственной среде.

Из эксплуатации водосбросных сооружений известно, что при маневрировании затворами несимметричное распределение потока, появление явления опрокидывания, приводит к образованию водоворотов и угловых и глубинных деформаций русла в нижнем бьефе. Поэтому в процессе эксплуатации широко используются схемы маневрирования, затворами приводящие к симметричному распределению удельного расхода. В диссертационной работе с учетом этого исследованы гидравлические режимы потока в процессе симметричного маневрирования затворами.

Учитывая вышеизложенное, были приняты 10 схем маневрирования, в которых широко применялась симметричное распределение потока в водосбросных сооружениях (таблица 1).

Схемы маневрирования затворами водосбросных сооружений

Таблица 2

| № | Расход воды Q , л/с | Сравнительный расход, K_Q | Коэффициент использования фронта водослива, β | Порядковые номера открытия затворов |
|----|-----------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | 3,90 | 0,06 | 0.35 | 2, 4 |
| 2 | 6,90 | 0,185 | 0.35 | 3 |
| 3 | 10,07 | 0,296 | 0.47 | 1, 3, 5 |
| 4 | 11,60 | 0,42 | 0.47 | 2, 4 |
| 5 | 13,87 | 0,53 | 0.583 | 2, 4 |
| 6 | 14,39 | 0,67 | 0.583 | 2,3,4 и 1,5 ($a=0,3H$) |
| 7 | 15,15 | 0,74 | 0.817 | 2,3,4 и 1,5 ($a=0,5H$) |
| 8 | 17,42 | 0,878 | 0.7 | 1,2,3,4 |
| 9 | 18,16 | 0,93 | 0.817 | 2,3,4 и 1,5 ($a=0,5H$) |
| 10 | 18,60 | 0,95 | 0.836 | 1,2,3,4,5 |

Произведен анализ гидродинамической структуры потока в нижнем бьефе водосбросного сооружения, построенного в различных вариантах, в виде функциональных зависимостей. Эпюра распределения скоростей потока по дну русла при различных расходах воды, позволила выявить закономерности гидравлических режимов для исследованных вариантов. В результате экспериментальных исследований получены соотношения глубин русла и поверхности течения к скорости сжатия при различных значениях расхода воды, т.е. $\frac{v_{г.р.}}{v_{сж}}$, $\frac{v_{пов}}{v_{сж}}$ и построены графики коэффициента использования фронта водослива $\beta = b/B$ (рис. 4 и 5).

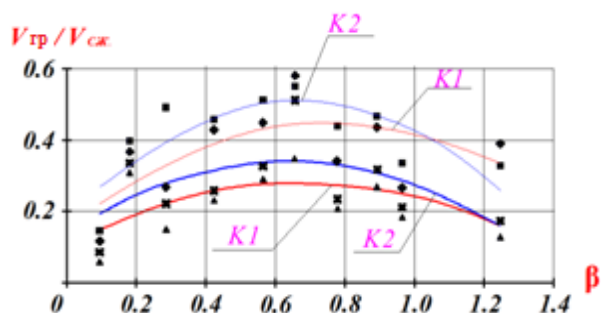


Рисунок 4. График зависимости относительной скорости потока и коэффициента использования фронта водослива

Эпюры соотношений удельного расхода водного потока – q_i/q_p , (где: q_p – расчетный удельный расход), $q_i/q_{в.т.}$ (где: $q_{в.т.}$ – сравнительный расход воды, проходящей через водослив), позволили определить закономерность распределения удельных расходов по ширине зоны и крепления (рис. 6 и 7).

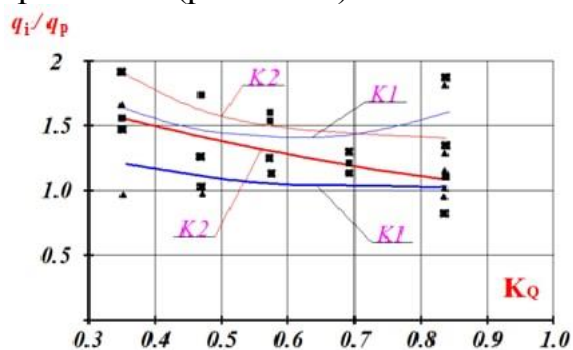


Рисунок 6. График зависимости сравнительных относительных расходов потока на рисберме водобое

Анализы показали, что при увеличении сбрасываемого расхода воды и близкого значения коэффициента использования фронта водослива, происходит равномерное распределение расхода и скоростей, уровень равномерного распределения потока и его гидравлической структуры. Количество работающих секций зависит, конечно, от ширины нижнего бьефа. При всех значениях расхода воды водосбросного сооружения максимальные скорости потока во втором варианте были на 5 - 48% больше, чем в первом варианте.

Результаты анализа второго варианта исследований показали, что произошло изменение кинематической структуры потока и в диапазоне расчетных расходов максимальные скорости транзитного потока по дну русла оказались на 41 - 86% выше, чем скорости движения обратного потока

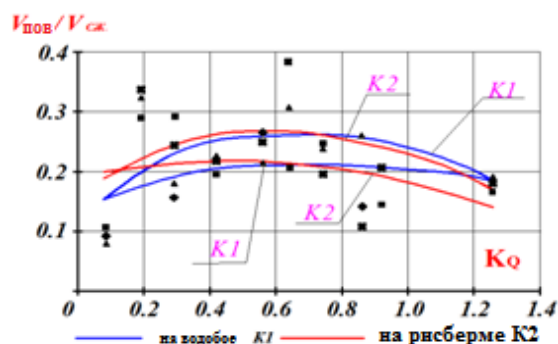


Рисунок 5. График зависимости относительной скорости потока и коэффициента удельного расхода

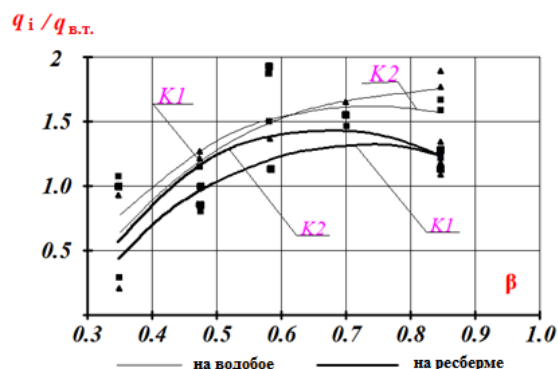


Рисунок 7. График зависимости коэффициента использования фронта водослива в рисберме и водосбросном сооружении от относительного расхода

на водобое, на 50 - 76% выше, чем в рисберме. Максимальная скорость движения транзитного потока по дну русла в рисберме в первом варианте исследований уменьшилась на 7-76%, во втором варианте на 5-83%. Наряду с этим, при уменьшении скорости наблюдалось выравнивание эпюр скоростей по поверхности течения и по дну русла в районе рисбермы. Также отмечено, что форма эпюр приближается к естественному виду при сбросе воды по всей ширине водосливного фронта.

Как было указано выше, в районе водобоя в исследованиях первого варианта отмечено увеличение скорости движения по дну русла на 5 - 84%, втором варианте - на 28-84% (рис. 8). Анализ скоростей потока по вертикали в исследованиях первого варианта показал, что скорости на поверхности на 4-54% больше скоростей течения русла. Второй вариант исследований можно объяснить тем, что режим сопряжения бьефов в виде гидравлического прыжка по дну русла или поверхности русла в сочетании с потоком, сливающимся через барьер, может продолжать свое движение в режиме дна русла.

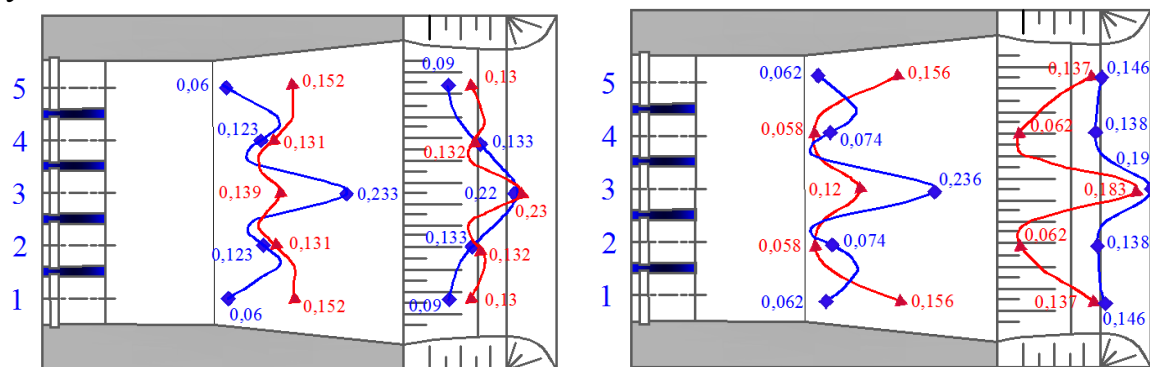


Рисунок 8. Исследования скоростных эпюры потока, по дну русла, показали, что расход составлял: в первом варианте $Q=18,16$ л/с, во втором варианте $Q=18,60$ л/с

В исследованиях скорость течения по дну русла была на 3-17% выше, чем скорость на поверхности. Во втором варианте этот показатель составлял 2-22%. Скорости потока по вертикали на 13-23% больше, чем их величина под руслом. При распределении скоростей по вертикали в области рисбермы, скорость потока по руслу увеличилась или уменьшалась, либо трансформировалась, как при поверхностном виде сопряжения.

Анализ относительных удельных расходов подтвердил результаты предыдущих исследований. Следует отметить, что в исследованиях первого варианта максимальное значение удельного расхода на рисберме по сравнению с расходом водобоя снижено на 1,5-40%, а во втором варианте - на 2-30%. Анализ эпюр относительных удельных расходов показал, что, если в исследованиях первого варианта удельный расход увеличился на 19-85% и 49-89%, соответственно во втором варианте произошло увеличение на водобое 7-84%, на рисберме - на 52-74%.

В результате исследований, проведенных по различным значениям расхода потока и состоянию участков на разных уровнях ($K_c=0,64$ для

исследований первого варианта и $K_Q=0,8$ для исследований второго варианта), получена информация о характере гидравлических параметров и динамике потока (рисунок 9). При этом, при увеличении удельного расхода в первом варианте до $K_Q=0,64$, а во втором варианте - до $K_Q=0,8$, скорость потока на поверхности рисбермы, постепенно увеличивалась, наблюдалось резкое изменение площади водобоя. Дальнейшее увеличение расхода привело к тому, что скорость движения потока по дну русла в обоих вариантах исследования уменьшилась, а во втором варианте исследований, при $K_Q=0,93\div 0,95$ наблюдалось резкое уменьшение скорости движения потока по дну русла.

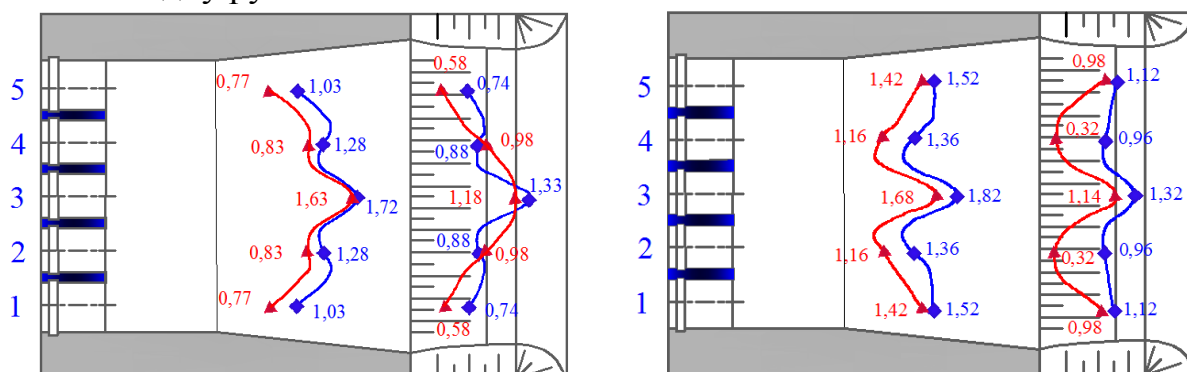


Рисунок 9. Эпюры относительных удельных расходов, в первом варианте $Q=18,16$ л/с, во втором варианте $Q=18,6$ л/с

В многосекционных водосбросных сооружениях равномерность распределения скорости и расхода воды по всей ширине фронта водослива полном открытии затворов во всех секциях была обоснована результатами проведенных исследований. Такой же результат наблюдался при симметричной работе пяти секций. Разумеется, при работе водосбросных сооружений по другим схемам необходимо предусмотреть установку на дне дополнительных конструктивных элементов (расширяющих элементов, пирсов, шашек, зигзагообразных и др.), исключающих явление опрокидывания потока воды и обеспечивающих равномерное распределение потока по всей ширине русла.

Сопряжение бьефов для принятых в исследованиях значений расхода осуществлялось на укрепленном участке дна конструкции в виде выступа по поверхности, или дна русла или в их комбинации. В то время, когда в исследованиях второго варианта распределение скоростей в области, близкой ко дну русла выглядело в виде уменьшения эпюры. По вертикали эпюра скорости оставалась практически неизменной.

В четвертой главе диссертации под наименованием «**Анализ результатов исследования кинематических особенностей структуры нижнего бьефа водосбросных сооружений**», исследована методика гашения кинетической энергии потока на малых расстояниях на основе эффективных конструктивных решений энергогасителей в водосбросных сооружениях.

Анализом результатов исследований кинематической структуры течения на дне водосбросных сооружений в зависимости от скорости течения,

движущегося по дну русла, определено число Фруда для появлений гидравлических прыжков в состоянии, когда на водосбросной установке отсутствуют энергогасители, и приведены графики (рис. 10 и 11).

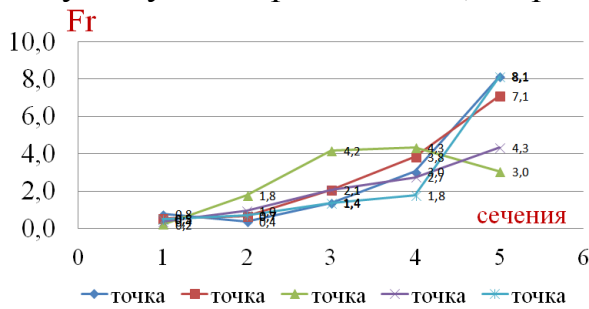


Рисунок 10. Состояние отсутствия энергогасителей на водсбросном участке, когда $Q_m=18,16$ л/с

При расходе воды потока в водосбросном сооружении $Q_m = 18,16$ л/с, значение числа Фруда, определяемое при отсутствии, возникает энергогасителей в водосбросном сооружении, равно $Fr = 0,5 \div 8,15$, при этом непрерывный гидравлический прыжка (рисунок 10). На рисунке 11 при расходе воды $Q_m = 18,6$ л/с и в отсутствии энергогасителей на водобое, значение числа Фруда равно $Fr = 0,5 \div 10,4$ при этом возник полностью осуществляемый гидравлический прыжок.

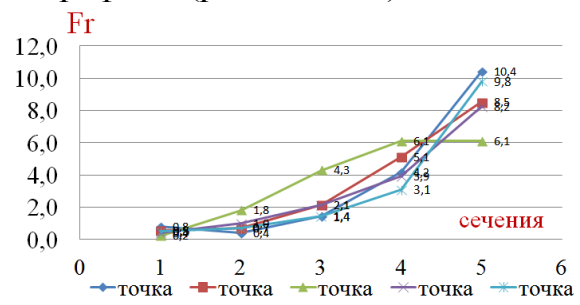


Рисунок 11. Состояние отсутствия энергогасителей на водсбросном участке, когда $Q_m=18,6$ л/с

Проведены исследовательские работы энергогасителей на экспериментальной установке в форме прямоугольника, треугольника и полумесяца. По результатам исследовании конструкции, максимального энергогашения, приведена на рисунках 12 и 13.

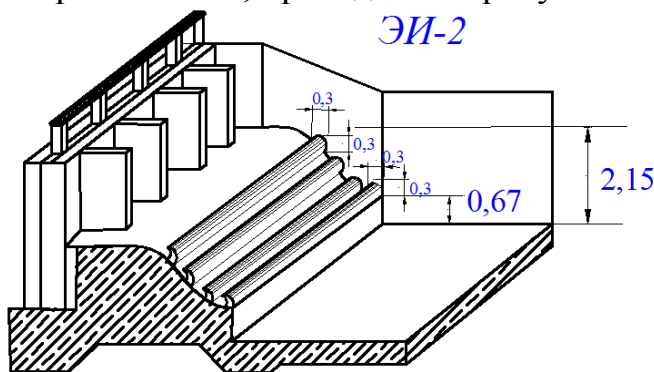


Рисунок 12. Расположение энергогасителей в ЭИ-2

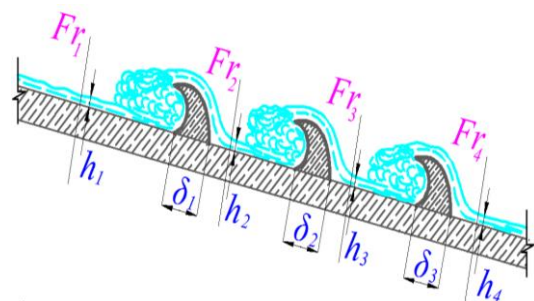


Рисунок 13. Энергогасители в форме полумесяца в экспериментальном исследовании

h_1, h_2, h_3, h_4 – критическая глубина воды; $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ – толщина стенок энергогасителей.

Согласно полученным данным проанализирована длина прыжка вне, зависимости от вида сопряженных глубин, изменение скоростей распределения размыва потока в условиях прыжка, изменение размыва потока.

На основании результатов экспериментальных исследований установлено, что в водосбросном сооружении, когда поток движется с большой скоростью, он сливается с нижним течением в донном режиме движения.

На основании данных, выявленных при помощи экспериментальной модели на водосбросном сооружении, приведены графики сравнения влияния числа Фруда на режимы гидравлических условий работы энергогасителей различной конструкции. При этом, составлены графики сравнения при отсутствии энергогасителей в первом случае, состоянии энергогасителей прямоугольной формы во втором случае, состоянии энергогасителей в форме полумесяца корреляционным способом.

При расходе потока в водосбросном сооружении $Q_m=18,16$ л/с, значение числа Фруда, определяемого при наличии энергетических гасителей, равно $Fr = 0,38 \div 1,42$ при этом произошел волнообразный гидравлический прыжок (рисунок 14). На рисунке 15 при расходе воды $Q_m=18,6$ л/с и при отсутствии энергетических гасителей на участке сброса воды значение числа Фруда равно $Fr = 0,4 \div 1,8$ и при этом произошел слабый гидравлический прыжок.

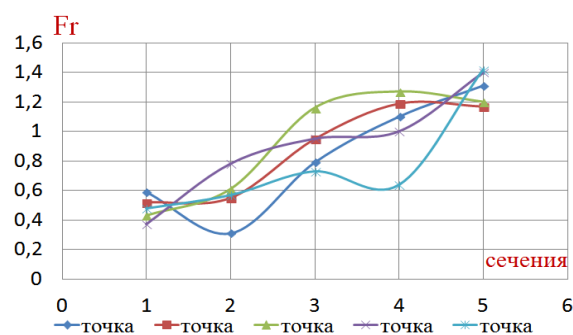


Рисунок 14. Состояние наличия энергетических гасителей в водосбросной части, при $Q_m=18,16$ л/с

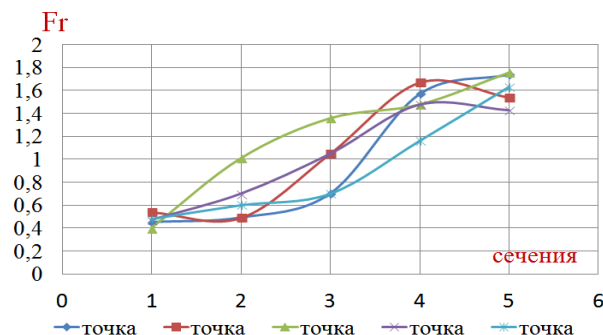


Рисунок 15. Состояние наличия энергетических гасителей в водосбросной части, при $Q_m=18,6$ л/с

Были сопоставлены экспериментальные исследования, проведенные с энергогасителями прямоугольной, состоянии отсутствия энергогасителей и формы полумесяца, результаты и в качестве наиболее эффективного энергогасителя, выбран энергогаситель в форме полумесяца (рис. 16, 17).

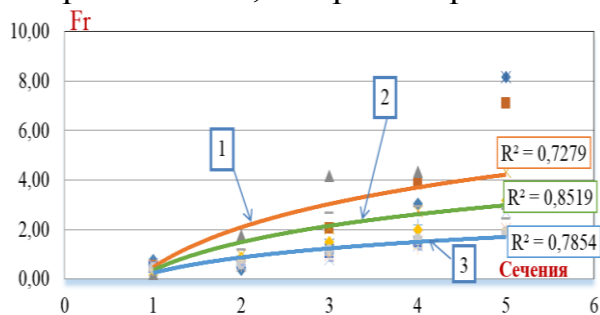


Рисунок 16. Графики сравнения при $Q_m=18,16$ л/с

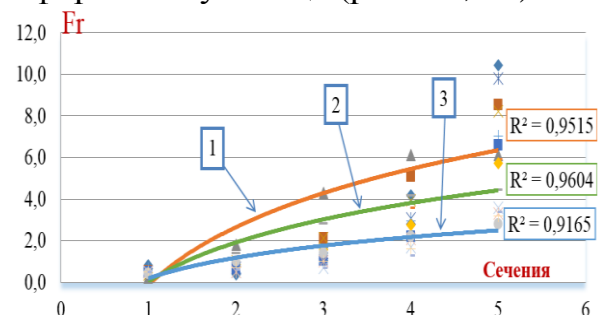


Рисунок 17. Графики сравнения при $Q_m=18,6$ л/с

1-состояние отсутствия энергогасителей; 2-энергогасители в форме четырехугольника; 3 – энергогасители в форме полумесяца.

При сравнении результатов конструктивными схемами, принятыми в исследовании Д.И.Кумина, было определено, что конструктивные схемы, принятые в исследованиях Д.И.Кумина, эффективно гасили кинетическую энергию потока по сравнению с прямоугольными энергогасителями. Наблюдалась эффективная работа исследованного энергогасителя в форме полумесяца на 5-10% по сравнению с энергогасителями Д.И.Кумина (рис. 18).

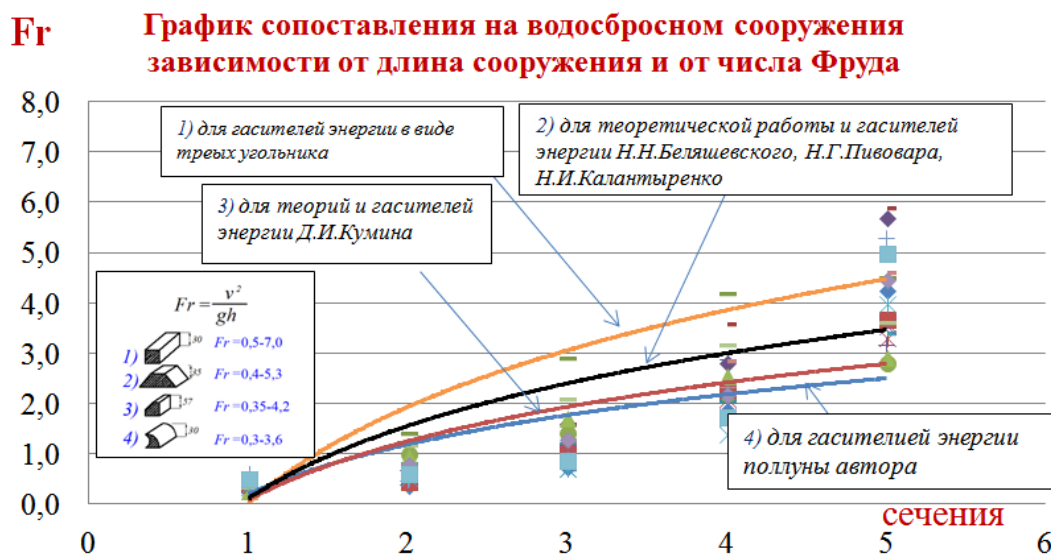


Рисунок 18. График сравнения энергогасителей по числу Фруда

При сравнении с электрогасителями на носке прямоугольной формы на водосливе водосбросного сооружения, определено, что они эффективнее гасили кинетическую энергию воды по сравнению с энергогасителями прямоугольной формы. Определено, что исследованные энергогасители в форме полумесяца работают эффективнее на 10-22% по сравнению с энергогасителями исследованными Н.Н.Беляшевским, Н.Г.Пивоваровым, Н.И.Калантыренко.

Заключение

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему: «**Методы гашения энергии потока водосбросных сооружений**» представлены следующие выводы:

1. Анализ проведенных теоретических и экспериментальных исследований показал, что формирование вихрей и свал потока зависят от правильного выбора схемы маневрирования открытия затворов на входе в пролётах водосбросных сооружений.

2. На основе результатов исследований установлено, что в многосекционных сбросных сооружениях при открытии всех пролетов или при симметричном открытии, поток воды движется по всей ширине фронта слива, равномерно распределяется скорость и расход потока.

3. На основе сопоставления различных гасителей, разработана эффективная конструкция гасителя энергии в водосбросных сооружениях. В результате появилась возможность гашения избыточной кинетической

энергии водного потока на небольших расстояниях в зоне водосбросной части сооружений.

4. В вариантах исследования ЭИ-1 и ЭИ-2 наблюдалось снижение значений скорости и удельного расхода в нижней части водосбросных сооружений. В ходе исследования удалось снизить удельный расход транзитного потока в первом варианте исследования 1,5-40%, во втором варианте исследования 2÷30%, скорость потока в зоне близкой к дну русла на 7-76% в первом варианте исследования и на 5-83% во втором варианте исследования.

5. При установке гасителей энергии с полукруглым сечением, создана возможность формирования потока эффективного гидравлического режима водосбросных сооружений.

6. Определены параметры, характеризующие режим движения потока по сопоставленным вариантам гасителей энергии. Обосновано, что разработанные гасители энергии с полукруглым сечением эффективнее разработанных Д.И. Кумином на 5-10%, Н.Н. Беляшевским, Н.Г. Пивоваром, Н.И. Калантыренко на 10-22%.

7. Разработанные рекомендации, на основе проведенных исследований по совершенствованию конструкции гасителей энергии и их гидравлический режим внедрены для использования в Коратепинском водохранилище при управлении водохранилищ Самаркандской области.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREES
DSc. 03/30.12.2019. T.10.02 AT THE TASHKENT INSTITUTE OF
IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

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

NORKULOV BAKHODIR MUSULMANOVICH

**METHODS OF REDUCING ENERGY OF WATER SPILLWAY
CONSTRUCTIONS**

05.09.07 – Hydraulics and Engineering Hydrology

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

Tashkent – 2021

The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2021.1. PhD/T2015.

The dissertation has been prepared at Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on website Scientific Council (admin@tiiame.uz) and Information-educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser: **Dilshod Raimovich Bazarov**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Sobir Samadovich Eshev**
doctor of technical sciences, professor

Furkat Axmatovich Gapparov
doctor of technical sciences, DSc.

Leading organization: **Tashkent architecture-construction institute**

The defense of the thesis will be « 11 » June 2021 at 14⁰⁰ hours at the meeting of the Scientific council DSc. 03/30.12.2019. T.10.02 at the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyaziy street 39. Tel.: (+99871)-237-19-61, 237-22-09, Fax: (+99871)-237-54-79. e-mail: admin@tiiame.uz).

The doctoral dissertation can be found at the Information resource centre of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (registered with № 165) at the address: 100000, Tashkent, Kari-Niyaziy street 39. Tel: (+99871) 237-19-45.

Abstract of dissertation was sent « 25 » May 2021.
(register of the distribution protocol № 165 from « 25 » May 2021).



T.Z.Sultanov

Chairman of the scientific council awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

A.A.Yangiev

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

E.J. Maxmudov

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

INTRODUCTION (abstract of the dissertation of doctor of (PhD) philosophy)

The aim of the study is to improve the methods of extinguishing the energy of water flow in water discharge structures and the structural elements for the strength of the structure.

The object of the study was the Qoratepa Reservoir drainage facility and the power extinguishers located in them.

The scientific novelty of the research is:

layout diagrams of power extinguishers at the discharge facility have been developed taking into account the condition of overcoming the overflow;

the hydraulic regimes of the downstream of the drainage structure were assessed on the basis of changes in water consumption;

the effective hydraulic mode of flow along the length of the discharge structures is developed on the basis of maneuvering the barriers;

the method of extinguishing the kinetic energy of the current over short distances has been improved on the basis of the layout diagrams of the energy extinguishers.

Implementation of research results. Based on the results obtained on the methods of extinguishing the flow of energy in water disposal facilities:

hydraulic regimes of flow for different water consumption The method of determining the dynamics of the flow status was introduced in the Akdarya reservoir under the Zarafshan Department of Main Systems Use under the Ministry of Water Resources. (Reference No. 04/20-3108 of October 23, 2020 of the Ministry of Water Resources). As a result, it is possible to prevent the washing process in the lower bef at the bef connection;

The method of overcoming the overflow at the discharge facility was introduced at the Qoratepa Reservoir under the Samarkand Regional Reservoir Use Department under the Ministry of Water Resources. (Reference No. 04/20-3108 of October 23, 2020 of the Ministry of Water Resources). As a result, it is possible to use the layout diagrams of power extinguishers in the design of reinforcement structures at the bottom of the discharge structures;

Effective design solutions for power extinguishers at water discharge facilities have been introduced at the Qoratepa Reservoir under the Samarkand Regional Reservoir Management Department under the Ministry of Water Resources. (Ministry of Water Resources 2020 Reference No. 04/20-3108 of October 23). As a result, it is possible to extinguish the excess kinetic energy of the water flow over short distances in the area of the discharge structures up to the impact well.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion and a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 118 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РУЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I-бўлим (I-часть; I-part)

1. Норкулов Б.М., Курбанова У.У., Артикбекова Ф.К., Нишанбаев Х.А., Улжаев Ф.Б., Эшонкулов З.М. Динамика морфометрических и гидравлических параметров русла реки Амударья в условиях зарегулированности стока // Меъморчилик ва қурилиши муаммолари – №4, – 2018. – С 126-135. (05.00.00, №14).

2. Норкулов Б.М., Хидиров С.К., Рахманов Ж.Д., Курбанова У.У., Эшонкулов З. Сув ўтказиш иншоотлари пастки бьефидаги оқим ҳаракатининг гидравлик режимлари // Меъморчилик ва қурилиши муаммолари, – №4, – 2018. – Б 86-92. (05.00.00, №14).

3. Базаров Д.Р., Норкулов Б.М., Муаллем Н., Нишанбаев Х.А., Улжаев Ф., Курбанова У.У., Эшонкулов З. Влияние двойного регулирования стока на морфометрические и гидравлические параметры русла реки Амударья// «Аграрная наука», – №11-12, – 2018. – С 70-78. (06.00.00 МДХ №1).

4. Bazarov D.R., Norkulov B.M., Shodiev B., Kurbanova U.U., Ashirov B. Aspects of the extension of forty exploitation of bulk reservoirs for irrigation and hydropower purposes// E3S Web of Conferences 97, – 05008 (2019) doi: 10.1051 / e3sconf / 20199705008. (www.scopus.com).

5. Базаров Д.Р., Норкулов Б.М., Шодиев Б.Н., Улжаев Ф.Б., Курбанова У.У. Сув ташлаш иншоотини гидравлик ҳисоблаш // Irrigatsiya va Melioratsiya, – №1(15), – 2019. – Б 32-37. (05.00.00, №22).

6. Базаров Д.Р., Норкулов Б.М., Бердиев М. Результат численных исследований пропускной способности водослива с широким порогом // Irrigatsiya va Melioratsiya, – №2(16), – 2019. – С 28-34. (05.00.00, №22).

7. Норкулов Б.М., Хидиров С. Гидротехника амалиётида қўлланиладиган энергия сўндиргичлар // Меъморчилик ва қурилиши муаммолари, – №3, – 2019. – Б 84-90. (05.00.00, №14).

8. Уралов Б., Норкулов Б.М., Шоазизов Ф., Хидиров С.Қ. «Влияние формы живого сечения машинных каналов на потери напора при равномерном турбулентном движении жидкости // Меъморчилик ва қурилиши муаммолари, – №3, – 2019. – С 81-84. (05.00.00, №14).

9. Д.Р.Базаров, Б.М.Норкулов., Б.Р.Уралов., Б.М.Саидов Влияние формы безнапорного трапецеидального канала и шероховатости на потери напора машинных каналов насосных станции // Меъморчилик ва қурилиши муаммолари, – №2, 2020. – С 21-24. (05.00.00, №14).

10. Isobaev K., Berdiev M., Norkulov B.M., Tadjieva D., Axmadi M. The dynamics of channel processes in the area of damsels water intake // CONMECHYDRO – 2020, doi:10.1088/1757-899X/883/1/012033. (www.scopus.com).

11. Uralov B., Xidirov S., Norkulov B., Matyakubov B., Eshonkulov Z. River channel deformations in the area of damsels water intake // International CONMECHYDRO – 2020. doi:10.1088/1757-899X/869/7/072014. (www.scopus.com).

12. Xidirov S., Norkulov B., Ishankulov Z., Nurmatov P., Gayur A. Linked pools culverts facilities // CONMECHYDRO – 2020. doi:10.1088/1757-899X/883/1/012004. (www.scopus.com).

13. Базаров Д.Р., Норкулов Б.М., Артикбекова Ф., Ташханова М.П. Исследование движения водного потока в русле Аму-Бухарского машинного канала // Irrigatsiya va Melioratsiya. – №2(20), – 2020. – С 15-20. (05.00.00, №22).

14. Норкулов Б.М. Сув ташлаш иншоотларида сув оқимининг гидравлик режимлари // Меъморчилик ва қурилиш муаммолари, – №3, – 2020. – С 72-75. (05.00.00, №14).

II бўлим (II часть; II part)

1. Норкулов Б.М., Курбанова У.У., Аширов Б.Ш., Шодиев Б. Сув ташлаш иншоотини гидравлик лойиҳалаштириш // МАТЕРИАЛЫ IV Международной научно-практической конференции «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA» – Астана, – 2019. – Б 143-147.

2. Базаров Д.Р., Норкулов Б.М., Курбанова У., Рахманов Ж.Д. Сув ўтказиш иншоотларида оқим ҳаракатини тадқиқот қилиш методикаси// МАТЕРИАЛЫ V Международной научно-практической конференции «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA» – Астана. – 2019. – Б 270-277.

3. Б.М.Норкулов, Б.М.Саидов Сув ташловчи ва сув чиқарувчи иншоотлар турлари ва уларни қўлланиш соҳалари // «Мухандислик коммуникациялари соҳасида инновацион технологияларини жорий қилишнинг муаммо ва ечимлари» мавзусида халқаро илмий–амалий анжуман материаллари. – №1, – Самарқанд. – 2020. – Б 211-215.

4. Норкулов Б.М., Таджиева Д.О., Артикбоев Х. Сув таъминоти тизимларида қўлланиладиган қувурларда босим камайишини аниқлаш формулалари // «Мухандислик коммуникациялари соҳасида инновацион технологияларини жорий қилишнинг муаммо ва ечимлари» мавзусида халқаро илмий–амалий анжуман материаллари – №1, – Самарқанд. – 2020. – Б 215-220.

Автореферат «IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (17.01.2021 й.).

Босишга рухсат этилди: 12.05.2021 йил
Бичими 60x45 $\frac{1}{8}$, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 80. Буюртма: № 15.

“Innovatsiya-Ziyo” МЧЖ нашриётида чоп этилди.
Манзил: Тошкент шаҳри, Фарход кўчаси, 6-а уй.

