

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

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

БАЙМАТОВ ШАХРИДДИН ХУШВАҚТОВИЧ

**АНИЗОТРОП ГРУНТЛИ ТЎҒОНЛАРИДА НОТУРҒУН
ФИЛЬТРАЦИЯНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.09.06-Гидротехника ва мелиорация қурилиши

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси

АВТОРЕФЕРАТИ

**Техника фанлар бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
авторефератининг мундарижаси**

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

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

Байматов Шахриддин Хушвақтович

Анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун филтрацияни ҳисоблаш
усулларини такомиллаштириш..... 3

Байматов Шахриддин Хушвақтович

Совершенствование методов расчета неустановившейся филтрации в
плотинах с анизотропными грунтами..... 21

Baymatov Shakhriddin Khushvakhtovich

Improvement of methods of calculation of unstable filtration in dams with
anisotropic soils 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 43

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

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

БАЙМАТОВ ШАХРИДДИН ХУШВАҚТОВИЧ

**АНИЗОТРОП ГРУНТЛИ ТЎҒОНЛАРИДА НОТУРҒУН
ФИЛЬТРАЦИЯНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.09.06-Гидротехника ва мелиорация қурилиши

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг

АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2019

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PHD/T1228 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент архитектура-қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме), илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (tiame.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Файзиев Хомитхон
техника фанлари доктори, профессор.

Расмий оппонентлар:

Эшев Собир Саматович
техника фанлар доктори, профессор.

Рахматов Норқобил Рахматович
техника фанлар номзоди, доцент.

Етакчи ташкилот:

И.А.Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университети.

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc. 27.06.2017. Т. 10.02 рақамли илмий кенгашнинг «17» ноябрь 2020 йил соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Ташкент ш., Қори – Ниязий кўчаси 39-уй. Тел: (+99871) 237-19-61, 237-22-09, Факс: (+99871) 237-54-79, e-mail: (admin@tiame.uz).

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (121 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Ташкент ш., Қори Ниязий 39, Тел: (+99871) 237-19-45. e-mail: (admin@tiame.uz).

Диссертация автореферати 2019 йил «30» 12 тарқатилди.

(2019 йил «30» 12 даги 121 рақамли реестр баённомаси)



Т.З.Султанов

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

А.А.Янгиев

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

М.Р.Бакиев

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда кўплаб комплекс мақсадлардаги сув омборлари барпо этилмоқда. Уларни асосий сув димловчи иншооти грунтли тўғонлар ҳисобланади. Бундай иншоотларни лойиҳалаш ва қуришда уларни қиялиги турғунлигини таъминлаш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Шу жиҳатдан, грунтли тўғонларини мустаҳкамлиги ва турғунлигини таъминлаш алоҳида аҳамият касб этади. Бу борада, кўпгина мамлакатларда, жумладан АҚШ, Канада, Испания, Франция, Россия ва бошқа ривожланган мамлакатларда грунтли тўғонларини лойиҳалашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш, уларнинг қияликлари турғунлигини таъминлашга алоҳида эътибор қаратилган.

Жаҳонда грунтли тўғонларидаги нотурғун филтрация грунтларни анизотроплигини ҳисобга олиб тадбиқ қилиш, анизотропияни тўғон қиялиги турғунлигига таъсирини аниқлашга йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишларини олиб боришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан грунтли тўғон танаси ва заминида грунтларнинг таркибидаги анизотроплигини ҳисобга олиб, нотурғун филтрацияни ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш, анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун филтрацияни тўғон қиялиги турғунлигига таъсирини аниқлаш ва анизотроп грунтли тўғон қиялиги турғунлигини оширувчи конструктив тадбирларни ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ҳозирги кунда Республикамизда грунтли тўғонларидаги нотурғун филтрацияни грунтларни филтрацияга оид анизотроплигини ҳисобга олиб ўрганиш асосида уларни хавфсизлиги ва ишончилигини таъминлаш, уларни хизмат қилиш муддатини ошириш ва хавфсизлик мезонини ишлаб чиқишга қаратилган кенг қамровли тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...миллий иқтисодий тармоқларнинг ривожлантириш учун мелиорация ва ирригация объектлари тармоқларини ривожлантириш» вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан грунтли тўғонларидаги нотурғун филтрациянинг грунтларини филтрацияга оид анизотроплигини ҳисобга олиб, ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш ва уларни тўғон қиялиги турғунлигига таъсирини баҳолаш ва унга қарши чора-тадбирлар ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикасининг Президентининг 2017 йил 7-февралдаги “ПФ-4947-сонли Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги Фармони¹, 2017 йил 25-сентябрдаги ПҚ-3286-сонли “Сув объектларини муҳофаза қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлар тўғрисида”ги, 2013 йил 28

¹ Ўзбекистон Республикасининг Президентининг 2017 йил 7-февралдаги “ПФ-4947-сонли Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги Фармони.

февралдаги ПҚ-1926-сонли “Ўзбекистон Республикаси ҳудудлари ва аҳолисини, сел-тошқин ва кўчки ходисалари билан боғлиқ бўлган фавқулодда вазиятлардан химоя қилиш борасидаги кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”, 2017 йил 2 майдаги ПҚ-2947-сонли “2017 — 2021 йилларда гидроэнергетикани янада ривожлантириш чора-тадбирлари Дастури тўғрисида” Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VIII. “Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёни қайта ишлаш)” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Грунтли тўғонларидаги нотурғун фильтрациянинг грунтларини фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб ҳисоблаш масалаларига оид назарий ва амалий тадқиқотлар Республикамиз ва хориждаги: шу жумладан, Н.Н.Павловский, Н.Е.Жуковский, В.И.Аравин, С.Н.Нумеров, Н.А.Анискин, Н.Н.Веригин, М.И.Деткова, Г.Н.Кононенко, А.Л.Можевитинов, А.Г.Сулейманов, В.П.Недрига, П.Я.Полубаринова-Кочина, Л.Н. Рассказов, К.Н.Анахаев, Г.И.Покровский, В.В.Бухарцев, Р.А.Ляхевич, М.Мемарианфард, И.С.Теплицкий, И.А.Чарный, В.М.Шестаков, Г.Шниттер, Й.Целлер, С.М.Горюнов, М.Р.Бакиев, Э.Ж.Махмудов, Ф.Б.Абуталиев, И.К.Хужаев, С.Н.Бабакаев, Т.Хожиев, Х.Файзиев, И.Хажиев каби олимларнинг тадқиқот ишларида ўз аксини топган.

Грунтли тўғонлар мустаҳкамлиги ва турғунлигини тадқиқ қилиш, анизотроп грунтларда нотурғун фильтрацияни тўғон қиялиги турғунлигига таъсирини ўрганиш, бундай фильтрация жараёнида қиялик турғунлигини оширувчи чора-тадбирларни ишлаб чиқишга оид тадқиқотлар В.В.Соколовский, С.С.Голушкевич, В.Г.Березанцев, В.Феллениус, К.Терцаги, Г.Крей, А.А.Ничипорович, Д.Тейлор, И.В.Федоров, Н.Н.Маслов, А.Л.Можевитинов, Р.Р.Чугаев, М.М.Гришин, А.И.Иванов, Н.С.Моргунов, Л.Н.Рассказов, А.Л.Голдин, Н.А.Анискин, В.В.Бухарцев, В.С.Забавин, М.М.Мирсаидов, М.Р.Бакиев, К.Д.Салямова, Т.З.Султонов, Х.Файзиев ва бошқаларнинг тадқиқот ишларида батафсил ёритилган ва маълум ижобий натижаларга эришилган.

Бугунги кунда анизотроп грунтларда фильтрация масалаларига бағишланган ишлар кўплигига қарамасдан ушбу масала долзарб ва охиригача ўрганилмаган деб ҳисобланади. Грунтли тўғонларини мавжуд ҳисоблаш усуллари ҳозирги пайтгача тўғон танасидаги грунтларнинг анизотроплилигини тўлиқ ҳисобга олмайди, бу эса, тўғонни қуриш ва ундан фойдаланиш шароитига таъсир ўтказди, айрим ҳолларда эса уни талофат кўриши ва бузилишига сабаб бўлади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий ишлари режаси билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-14-30 рақамли «Грунтли тўғон танаси ва заминда грунтларни таркибини кўп жинслилиги ва анизотроплилигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш ва уларни тўғон қияликлари турғунлигига таъсирини аниқлаш» мавзусидаги лойиҳа доирасида (2015-2017 йй.) бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. Грунтли тўғон танаси ва заминда грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиб нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулини такомиллаштириш ва уларни тўғон қияликлари турғунлигига таъсирини аниқлаш.

Тадқиқотнинг вазифалари:

грунтли тўғонларининг танаси ва заминда грунтларни кўп жинслилиги ва фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олувчи мавжуд ҳисоблаш усуллари таҳлил қилиш;

грунтли тўғон танаси ва заминда грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулини такомиллаштириш;

грунтли тўғон танаси ва заминдаги грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғонда фильтрация режимини ҳосил бўлишига ва фильтрация оқими асосий параметрлари: депрессия эгри чизиғи ҳолатига, фильтрация градиенти ва сарфи миқдорига таъсирини таҳлил қилиш;

нотурғун фильтрацияда грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғон юқори қиялиги турғунлигига таъсирини баҳолаш;

нотурғун фильтрацияда грунтни анизотроплилигини ҳисобга олиб тўғон қиялиги турғунлигини оширувчи конструктив тадбирларни таҳлил қилиш ва танлаш.

Тадқиқот объекти сифатида Республикамиз сув омборларидаги грунтли тўғонлари олинган.

Тадқиқот предмети. Грунтли тўғонларидаги нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулидаги грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб такомиллаштириш ҳамда ушбу фильтрацияни тўғон қияликлари турғунлигига таъсирини баҳолаш масалалари ташкил этади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида нотурғун фильтрация тенгламаларини ечишда сонли усуллари ва ҳисоблашнинг компьютер дастурларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

грунтли тўғон танаси ва заминда грунтларнинг таркибини анизотроплилигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усули такомиллаштирилган;

грунтли тўғон танаси ва заминдаги грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғонда фильтрация режимини ҳосил бўлиши ва фильтрация оқими асосий параметрлари: депрессия эгри чизиғи ҳолати, фильтрация градиенти ва сарфи миқдорига таъсири асосланган;

нотурғун фильтрацияда грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғон қиялиги турғунлигига таъсири асосланган;

анизотроп грунтли тўғон қиялиги турғунлигини таъминловчи қурилмаларнинг конструктив ечимлари баҳоланган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

сув ўтказмайдиган ва ўтказадиган заминлардаги бир жинсли дренажсиз, дренаж призмали ва қатламли дренажли грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усули грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиб такомиллаштирилди;

грунтли тўғонларида грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш дастури ва алгоритми тузилди;

Анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни қиялик турғунлигига таъсири ўрганилди ва уларни турғунлигини оширувчи самарали тадбирлар танланди ва тавсия қилинди.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги ишлаб чиқилган ҳисоблаш усуллари ва ЭХМ дастурлари билан олинган натижалар аниқ ечимга эга бўлган маълум модели масалаларнинг ечимлари солиштирилганлиги, бошқа тадқиқотчиларнинг натижалари билан мослиги ҳамда тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сув ўтказмайдиган ва ўтказадиган заминларда бир жинсли дренажсиз, дренаж призмали ва қатламли дренажли грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулини грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб такомиллаштирилганлиги, анизотроп грунтлардаги нотурғун фильтрацияда грунтли тўғон танасидаги депрессия эгри чизиғи ҳолатига сув омборидаги сув сатҳининг пасайиш тезлигини, грунтларни фильтрация коэффициентини таъсирини ўрганилганлиги ва ушбу фильтрацияни тўғон юқори қиялиги турғунлигига таъсири баҳоланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини амалий аҳамияти ишлаб чиқилган анизотроп грунтли тўғонлардаги нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усули амалда лойиҳалаш амалиётида тўғонлардаги фильтрация оқимини параметрларини янада асосланган ҳолда аниқлаш ва тўғон қиялиги турғунлигини тўғри баҳолаш имкониятини яратганлиги ва бунинг натижасида иншоотни керакли мустаҳкамлиги ва турғунлиги таъминланганлиги ҳамда бунинг натижасида тўғон ҳажми ва қурилишнинг таннархи камайганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалари асосида:

грунтли тўғон танаси ва заминида грунтларнинг таркибини анизотроплилигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблашни такомиллаштирилган усуллари Ўзбекистон Республикаси Сув ҳўжалиги вазирилиги тасарруфидаги Ўздавсувхўжалик назорат инспекцияси томонидан

Чортоқ сув омбори грунтли тўғонини танаси ва заминидаги нотурғун фильтрацияни ҳисоблашга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 18 сентябрдаги 03/25-3602-сонли маълумотномаси). Натижада грунтли тўғонларда нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш вақти камайган ва грунтли тўғонларни ишончилиги ва хавфсизлигини баҳолаш аниқлиги ортган;

грунтли тўғон танаси ва заминидаги грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғонда фильтрация режимини ҳосил бўлишига ва фильтрация оқими асосий параметрларига таъсири Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Резаксой сув омборидан фойдаланиш бошқармаси томонидан Резаксой сув омбори грунтли тўғонидаги нотурғун фильтрацияни ҳисоблашга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 18 сентябрдаги 03/25-3602-сонли маълумотномаси). Натижада грунтли тўғонларни нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш вақти камайган ва грунтли тўғон юқори қиялик турғунлигига нотурғун фильтрация параметрларининг таъсирини баҳолаш аниқлиги ортган;

нотурғун фильтрацияда грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғон қиялиги турғунлигига таъсири Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги “UZGIP” МЧЖ лойиҳа институти томонидан Сардоба сув омбори грунтли тўғонини танаси ва заминидаги нотурғун фильтрацияни ҳисоблашга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 18 сентябрдаги 03/25-3602-сонли маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқилган сонли усул ва алгоритмлар грунтли тўғонларидаги нотурғун фильтрацияни грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб ҳисоблаш ва грунтларни анизотроплилигини тўғон юқори қиялиги турғунлига таъсирини аниқлаш имконини берган;

грунтли тўғон танаси ва заминида грунтларнинг таркибини анизотроплилигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблашни такомиллаштирилган усуллари ва грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғон қиялик турғунлигига таъсири Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Ирригация ва сув муаммолари институти томонидан Каттакўрғон сув омбори грунтли тўғонидаги нотурғун фильтрацияни ҳисоблашга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 18 сентябрдаги 03/25-3602-сонли маълумотномаси). Натижада грунтли тўғонларни нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш вақти камайган ва грунтли тўғонларни ишончилиги ва хавфсизлигини баҳолаш аниқлиги ортган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари халқаро, республика ва институт миқёсидаги 7 та анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, шу жумладан 3 та халқаро ва 3 та республика 1та институт миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 мақола, жумладан, 5 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр қилинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертациянинг таркиби кириш, тўртта боб, хулоса фойдаланилган адабиётлар руйхати ва иловалардан иборат.

Диссертациянинг умумий ҳажми 117 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **«Грунтларни анизотропик хоссаларини ўрганилганлик даражаси. Анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни ҳисоблашдаги мавжуд усуллари таҳлил қилиш»** деб номланган биринчи бобида грунтларни анизотроплигини ўрганиш натижалари ва анизотроп грунтли тўғонларни мавжуд ҳисоблаш усуллари таҳлили келтирилган

Грунтларни анизотроплиги масалалари билан Ю.М.Абелев, М.Ю.Абелев, Л.С.Амарян, Н.Д.Банников, А.К.Бугров, М.Н.Гольдштейн, Л.И.Кульчицкий, Е.Е.Керкс, В.Д.Ломтадзе, А.А.Мустафаев, В.М.Павилонский, С.А.Роза, Ю.А.Соболевский ва бошқалар шуғилланишган. Уларни қайд этиши бўйича кўплаб грунтлар ўзини табиатига кўра анизотроп ҳисобланади. Амалда барча чўкувчан грунтлар у ёки бу даражада деформация, фильтрацияга ёки мустаҳкамликка оид анизотропияга эга. Уни ҳисобга олмасдан грунтли тўғонлар ва грунтли массивларни ҳисоблаш усулини такомиллаштиришни тасаввур қилиш мумкин эмас. Олиб борилган тадқиқот натижаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, грунтларни тадқиқ қилишда уларни физик-механик хоссалари билан бир қаторда уларни горизонтал ва вертикал йўналишдаги фильтрация коэффициентини ҳам ўрганиш кераклиги қайд этиб ўтилган.

Грунтли тўғонларидаги нотурғун фильтрациянинг грунтларни анизотроплигини ҳисобга олиб ўрганиш масалалари билан кўплаб тадқиқотчилар шуғулланишган. Шу жумладан, Н.Н.Павловский, Н.Е.Жуковский, В.И.Аравин, С.Н.Нумеров, Х.Абаджиев, Н.Н.Веригин, А.А.Можевитинов ва А.Г.Сулейманов, В.П.Недрига, П.Я.Полубаринова-

Кочина, Е.Рейниус, В.М.Шестаков, Л.Н.Рассказов, Н.А.Анискин, Анахаев, Р.А.Ляhevич, М.Мемарианфард, Ф.Б.Абуталиев, М.Р.Бакиев, Х.Файзиев, С.Н.Бабакаев ва бошқалар.

Грунтли тўғонларни фильтрация ҳисоблари бўйича бажарилган ишларни таҳлил қилиш натижалари ушбу масалага олимлар, лойиҳачилар, амалиётчилар томонидан қизиқиш катталигини кўрсатди.

Анизотроп грунтларда фильтрация масалаларига бағишланган ишлар кўплигига қарамасдан ушбу муаммо бугунги кунда жуда долзарб ва охиригача ўрганилмаган деб ҳисобланади. Грунтли тўғонларни мавжуд ҳисоблаш усуллари ҳозирги пайтгача тўғон танасидаги грунтларни анизотроплилигини тўлиқ ҳисобга олмайди, бу эса, тўғонни қуриш ва ундан фойдаланиш шароитига таъсир ўтказди, қатор ҳолларда эса уни талофат кўриши ва бузилишига сабаб бўлади.

Диссертациянинг «Анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни чекли айирмалар усулида ҳисоблаш» деб номланган иккинчи бобида анизотроп грунтли тўғонларда нотурғун фильтрация масалаларини чекли айирмалар усулида ечиш масалалари келтирилган.

Грунтли тўғонларида юқори бьефдаги сув сатҳи пастлаши билан боғлиқ бўлган нотурғун анизотроп фильтрация икки ўлчовли ҳолатда $\Omega = \{a \leq x \leq b, c \leq y \leq d, t_n \leq t \leq t_k\}$ областида қуйидаги параболик типдаги чизиксиз дифференциал тенглама билан ифодаланади:

$$A_0 \frac{\partial U}{\partial t} = A_1 \frac{\partial}{\partial x} \left(A_2 \frac{\partial U}{\partial x} \right) + A_3 \frac{\partial}{\partial y} \left(A_4 \frac{\partial U}{\partial y} \right) + A_5 \frac{\partial U}{\partial x} + A_6 \frac{\partial U}{\partial y} + F \quad \dots (1)$$

ва қуйидаги бошланғич

$$U(x, y, t)|_{t=0} = \psi(x, y) \quad (2)$$

ва чегара шартлари

$$g_{11} \frac{\partial U}{\partial x} + g_{12} U(x, y, t)|_{x=a} = \varphi_1(y, t), \quad c \leq y \leq d, \quad (3)$$

$$g_{21} \frac{\partial U}{\partial x} + g_{22} U(x, y, t)|_{x=b} = \varphi_2(y, t), \quad c \leq y \leq d, \quad (4)$$

$$g_{13} \frac{\partial U}{\partial y} + g_{14} U(x, y, t)|_{y=c} = \varphi_3(x, t), \quad a \leq x \leq b, \quad (5)$$

$$g_{23} \frac{\partial U}{\partial y} + g_{24} U(x, y, t)|_{y=d} = \varphi_4(x, t), \quad a \leq x \leq b, \quad (6)$$

остида ечиладиган тадбиқий масала билан ифодаланаши мумкин.

бунда: U – грунт сувлари сатҳи, м; t – вақт, суткада; a, b, c, d, t_n, t_k – x, y ва t бўйича мос равишда ҳисобий кесим области чегараси; $A_i (i = \overline{0, 6})$ – коэффициентлар, умумий ҳолда улар t, x, y, U функцияси бўлиши мумкин; $\psi, \varphi_i (i = \overline{1, 4})$ – берилган функция; $g_{ij}, (i = \overline{1, 2}; j = \overline{1, 4})$ қийматлари ёрдамида (3)-(6) чегара шартлари типи аниқланади.

Ушбу (1)-(6) масала умумий кўринишда махсус областда кўп жинсли муҳитда грунт сувларини тақсимланишини аниқлашда хусусан тўртбурчак, трапеция ва учбурчак шаклида кузатилади. Ушбу масалани сонли ечиш учун σ оғирлик коэффициентли ўзгарувчан йўналишли чекли айирмалар усули қўлланилган. (1) тенгламани A_i ва F бўйича чизигли эмаслигини ҳисобга

олиб, ҳисоблашларни битта олдинги вақтинчалик қатлам билан биргаликда итерациясиз ёки ҳар бир вақтинчалик қатламда итерацияни ҳисобга олиб бажариш мумкин.

Бизга маълумки, агарда битта олдинги вақтинчалик қатламда чизиксиз элементларни ҳисоблаш билан чеклансак, у ҳолда итерацияни қўллаш учун зарурият бўлмайди. Кетма-кет яқинлашувчи итерация усулини қўллаш учун (1) тенгламада чизиксиз элементларни чизиклаштиришнинг Пикар ва Ньютон усулларидадан фойдаланилади. Одатда, чизиксиз коэффициентлар Пикар бўйича чизиклаштирилади, F функция эса Ньютон бўйича чизиксизлаштирилади. Бундай ҳолларда ушбу итерация жараёнини тугаллаш учун олдиндан берилган етарли кичик бўлган $0 < \varepsilon < 1$ учун қуйидаги яқинлашиш шарти бажарилиши талаб қилинади:

$$\max_{ij} \left\{ \left| U_{ij}^{(k+1)s+1} - U_{ij}^{(k)s+1} \right| \right\} < \varepsilon \quad (7)$$

Тест масаласи.

Ушбу тенгламани

$$\mu \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \gamma f(x, y, U) \quad (8)$$

қуйидаги бошланғич

$$U(x, y, t)|_{t=0} = e^{a_1 x + a_2 y} \quad (9)$$

ва чегара шартларида:

$$U(t, x, y)|_{x=a} = e^{a_0 t + a_1 a + a_2 y} \quad (10) \quad U(t, x, y)|_{x=b} = e^{a_0 t + a_1 x + a_2 d} \quad (11)$$

$$\frac{\partial U}{\partial y} \Big|_{y=c} = a_2 e^{a_0 t + a_1 x + a_2 c} \quad (12)$$

$$\frac{\partial U}{\partial y} \Big|_{y=d} = a_2 e^{a_0 t + a_1 x + a_2 d} \quad (13)$$

кўриб чиқамиз,

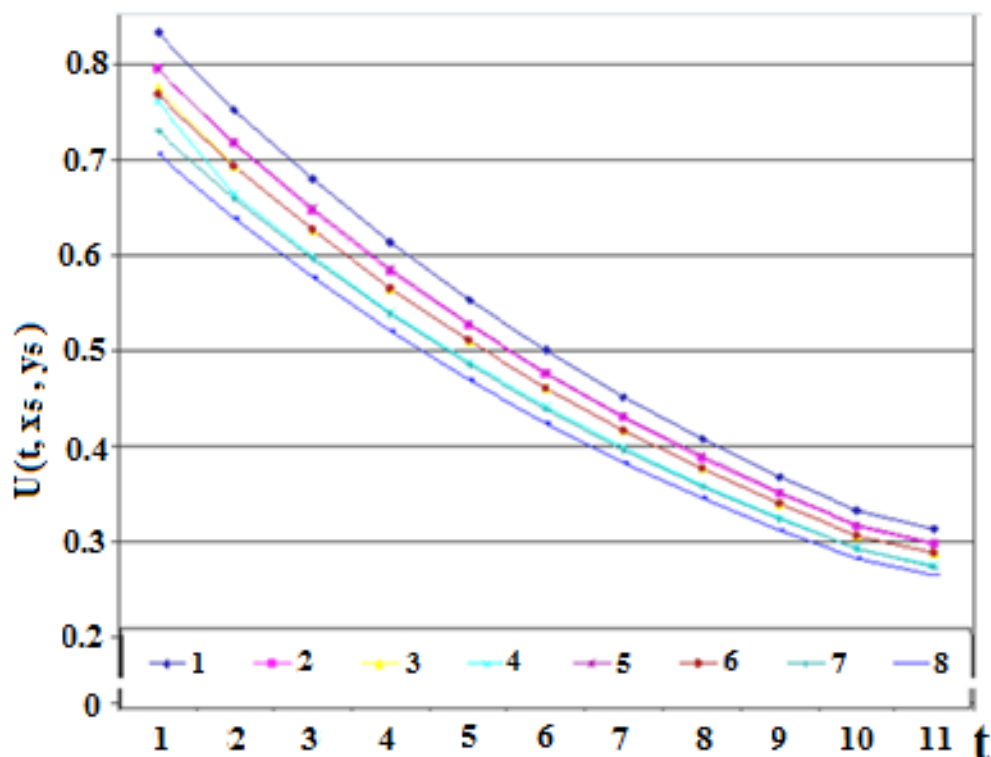
бунда: K_x, K_y – мос равишда горизонтал ва вертикал бўйича ўзгармас фильтрация коэффициенти, м/сутки; μ – сув берувчанлик коэффициенти; $\gamma, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ – маълум параметрлар. $\mu, K_x, K_y, \gamma, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ параметрларни ушбу масалани ечиш характериға таъсирини тадқиқ қилиш ҳар доим долзарб ҳисобланади ва бунинг учун ушбу параметрларни ҳар хил ўзгаришини ичига олган ҳисоблаш экспериментларини бажариш талаб этилади, айниқса

$1 \leq \frac{K_x}{K_y} \leq 10$ ва $1 \leq \frac{K_y}{K_x} \leq 10$ миқдорни нисбатларида қизиқарли ҳисобланади.

$f(x, y, U) = U, \quad \gamma = \mu \alpha_0 - (K_{yx} a_1^2 + K_y a_2^2)$ шартида (8-13) тест масаласи қуйидаги кўринишдаги аниқ ечимга эга

$$U = e^{a_0 t + a_1 x + a_2 y} \quad (14)$$

Шу муносабат билан юқоридаги алгоритм бўйича турли айирмалар усулида итерациясиз ва итерацияли усулда сонли ҳисоблар бажарилган, айнан: $\sigma = 0.5, 0.7, 1$ ва 1.2 қийматларида. $x_5 = y_5 = 0.08$, тугунли нуқталарида аниқ ечим (14)ни (8)-(13) масала билан таққослаш бўйича параметрларни қуйидаги миқдорларида $\mu = 0.05; K_x = 0.4; K_y = 0.2;$ ва $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = -1$ бажарилган сонли ҳисоблар натижалари қуйидаги графикда келтирилган (1- расм).



1-расм. $U(t, x_5, y_5)$ тугун нуқталарини ўзгаришини (8)-(13) тенгламаларни аниқ ечимини сонли ечими билан σ хар-хил кийматларида таққослаш графиги. 1-аниқ аналитик ечим; 2,3,4-итерациясиз сонли ечим мос равишда $\sigma = 0.5; 0.7$ ва 1 миқдорларида; 5,6,7,8- итерацияли сонли ечим мос равишда $\sigma = 0.5, 0.7, 1$ ва 1.2 миқдорларида.

(14) кўринишдаги аниқ ечимга эга бўлган (8)-(13) тест масаласини ечиш учун бажарилган ҳисоблаш экспериментлари шуни кўрсатяптики σ миқдори 0.5 дан 1.2 гача ошганда нисбий хато 4% дан 15% гача ортмоқда, лекин итерациялар сони 243 тадан 3 тагача камаймоқда.

Шуни қайд қилиш мумкинки, грунт сувларини нотурғун фильтрация ҳисобларини таклиф қилинган сонли усули ҳар хил йўналишда грунтларни анизотроплилигини ва кўп жинслилигини ҳисобга олади. Ундан ташқари ишлаб чиқилган дастурни ҳар хил чегара шартларида чизиқсиз ҳолатга ҳам осонгина мослаштириш мумкин. Бажарилган тест масалалари шуни кўрсатдики абсолют ва нисбий хатолик йўл қўйилган чегарадан ошмайди. Ушбу ҳолат сонли усулларда бажарилган ҳисобларни ишончлилигини кўрсатади.

Диссертациянинг «Грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғон фильтрация режимини ҳосил бўлишига ва фильтрация оқими асосий параметрларига таъсирини ўрганиш» деб номланган учинчи бобида нотурғун фильтрацияни ишлаб чиқилган дастур асосида бажарилган ҳисоблар натижасига кўра фильтрация оқими асосий параметрларига таъсирини ўрганиш натижалари келтирилган ва таҳлил қилинган.

Ишлаб чиқилган нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усулуби дастурини имкониятлари ва олинган натижаларни ишончлилигини баҳолаш қуйидаги фильтрация мисолида кўрсатилмоқда.

Берилган $\Omega = \{0 < x < L, 0 < y < B, 0 < t < T\}$ областида фильтрация жараёнини ифода этувчи тенгламани кўриб чиқамиз.

$$K_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = \mu \frac{\partial H}{\partial t} \quad (15)$$

(15) тенгламани қуйидаги шартлар асосида ечамиз:

бошланғич шарт

$$H(x, y, t)|_{t=0} = f(x, y), \quad (16)$$

ва чегара шартлари

$$\begin{aligned} H(x, y, t)|_{x=0} &= \varphi_1(y, t), H(x, y, t)|_{x=L} = \varphi_2(y, t), \\ H(x, y, t)|_{y=0} &= \psi_1(x, t), H(x, y, t)|_{y=B} = \psi_2(x, t), \end{aligned} \quad (17)$$

$H(x, y, t)$ функцияни (16) ва (17) шартни қаноатлантирувчи қийматини топиш талаб этилади.

Босимсиз фильтрация масалаларини ечиш учун алоҳида хусусиятлар шундан иборатки, бунда тадқиқ қилинаётган фильтрация областида (тўғонда, уни қирғоғида ва заминида) фильтрация оқими депрессия эгри чизигини ҳолати олдиндан маълум эмас ва ушбу масалани сонли усулда ечиш учун чегара шартларидан бири етишмайди. Шунинг учун ушбу масалани ечиш даврида депрессия эгри чизигини турғун фильтрациядаги анизотропияни ҳисобга олиб, аниқланган бошланғич ҳолати олдиндан ҳар бир тўғон тури учун бизга маълум формулалар ёрдамида аниқланади.

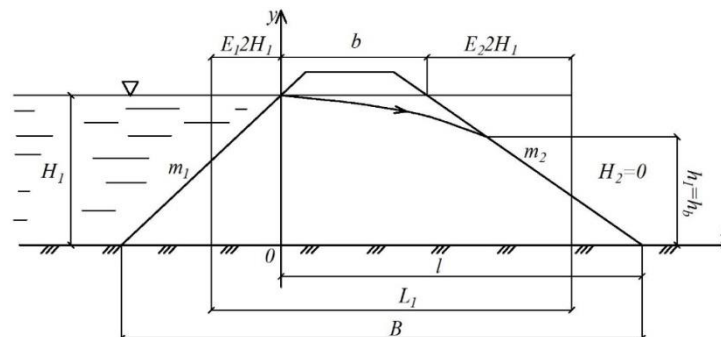
Грунтли тўғонлар учун турғун фильтрацияда грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб депрессия эгри чизигини ҳолатини проф.К.Анахаев ва Р.Ляхевич формулаларидан аниқланди. Анизотроп грунтли нотурғун фильтрация масалаларини ечими тўғонларни қуйидаги турлари учун қуйидаги бошланғич шартларда бажарилди:

Бир жинсли дренажсиз тўғон учун (2-расм).

$t=0$, бўлганда

$$L_1/\lambda H_1 > 1,1 \text{ бўлганда } y = \sqrt{H_1^2 - \frac{(H_1^2 - h_1^2)(x + \varepsilon)}{L - h_1 m_2 + \varepsilon}} \quad (18)$$

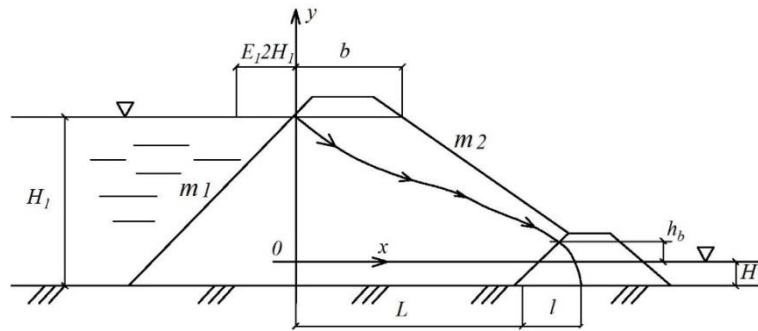
$$L_1/\lambda H_1 \leq 1,1 \text{ бўлганда } y = \sqrt{H_1^2 - \frac{x \cdot (H_1^2 - h_1^2)}{L - h_1 \cdot m_2}} \quad (19)$$



2- расм. Бир жинсли анизотроп грунтли тўғонни фильтрация ҳисобининг схемаси.

Дренаж призмали тўғон учун (3 -расм).

$$t=0 \text{ бўлганда } y = H \sqrt{1 - \frac{x + \varepsilon}{L + m_{\partial p} \cdot H_2 + l_{\partial p} + \varepsilon}}; \quad (20)$$



3- расм. Дренаж призмали грунтли тўғонни фильтрация ҳисобининг схемаси.

Қатламли дренажли тўғон (4-расм).

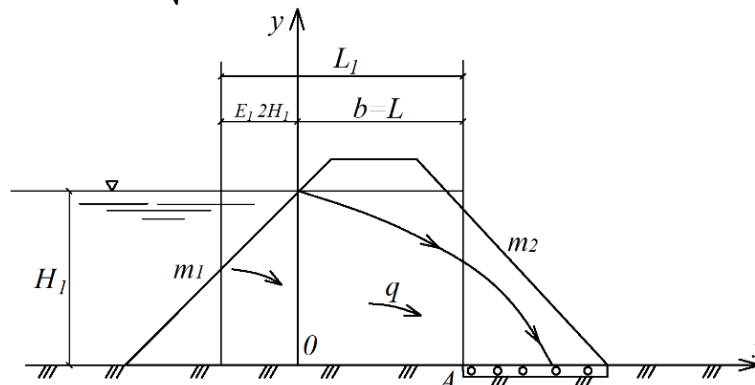
Ҳисобий схема қилиб пастки қиялиги вертикал ($m_2=0$) бўлган дренажни бошланғич А нуқтасидан ўтадиган А. тўғонни қабул қиламиз

$L_1/\lambda H_1 > 1,1$ бўлганда

$$y = H_1 \sqrt{1 - \frac{x+0,5\varepsilon_1\lambda H_1}{L+l_{др}+0,5\varepsilon_1\lambda H_1}} \quad (21)$$

$L_1/\lambda H_1 \leq 1,1$ бўлганда

$$y = H_1 \sqrt{1 - \frac{x}{L+l_{др}}} \quad (22)$$



4-расм. Қатламли дренажли анизотроп грунтли тўғонни фильтрация ҳисобининг схемаси.

Нотурғун фильтрациянинг грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиб, ишлаб чиқилган усулини имкониятлари ва олинган натижаларни тўғрилиги қуйидаги фильтрация мисоли асосида келтирилган.

Сув ўтказмайдиган заминдаги бир жинсли дренаж призмали тўғон учун қуйидаги маълумотлар асосида ҳисоблар бажарилди. Юқори бьефдаги сувни бошланғич чуқурлиги 22 м га тенг; юқори қиялик миқдори $m=3$; пастки қиялик миқдори $m_2=2$. Масала грунтни сув ўтказувчанлигини иккита ҳолати учун ечилди: грунтни изотроп ҳолати $K_x / K_y = 1$ учун ва анизотроп ҳолати $K_x/K_y=2,0; 4,0; 8,0$ учун тўғон танаси грунтини сув берувчанлик коэффиценти $\mu=0,02; 0,2$; сув омборидаги сувни пасайиш тезлиги $\theta= 0,5; 1,0$ м/сут, пастки бьефдаги сув сатҳи ўзгармас ва $H_2=3$ м га тенг деб қабул қилинган. Бошланғич шарт сифатида юқори ва пастки бьефдаги сувни сатҳи

мос равишда 22 ва 3 м га тенг бўлган турғун фильтрация ҳолати қабул қилинган.

Ҳисоблаш натижаларга кўра нотурғун фильтрацияда грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини тўғон танасида депрессия эгри чизиғи ҳолати ва фильтрация оқими параметрларига таъсири ўрганилди.

Ушбу ҳисобларни тахлили шуни кўрсатдики, анизотроп грунтли тўғонларида сув сатҳини пасайиш тезлиги 0.5, 1.0 м/сут бўлганда депрессия эгри чизиғини пасайиши, дастлабки ҳолатларда сув сатҳидан бир оз орқада қолади ва пасайишни кейинги ҳолатларида сув сатҳи билан деярли бир хил ҳолатга келади. Бунда горизонтал йўналишда фильтрация коэффиценти миқдорини ортиши фильтрация оқими депрессия эгри чизиғи ҳолатига етарли таъсир ўтказади. Бу эса ҳисобий областда фильтрация градиенти миқдорини бир текис тақсимланиши ва градиент максимал миқдорини камайишига олиб келади. Ушбу ҳолат анизотроп фильтрацияда юқори қиялик турғунлиги учун изотроп грунтларга нисбатан қулай вазиат юз берганини кўрсатади. Лекин, юқори бьефда сув сатҳининг пасайишини катта тезликларида (3-5 м/сут ва ундан кўпроқ) депрессия эгри чизиғини пасайиши сув сатҳидан анча орқада қолади ва бунинг натижасида юқори қиялик томонга йуналган сувни гидродинамик босими юз беради. Лекин, сув омбори тўғонларида сувни сатҳини бундай тезликда пасайиши амалда деярли юз бермайди, бундай ҳолат фақат авария натижасида юз бериши мумкин.

Тўғоннинг пастки қиялигида аксинча анизотропия натижасида депрессия эгри чизиғини ҳолати изотропга нисбатан анча кўтарилади. Анизотропия натижасида депрессия эгри чизиғи ҳолатини ортиши дренаж қурилмаларини сув қабул қилувчи юзаларини оширишга олиб келади.

Диссертацияни «**Нотурғун фильтрацияда грунтларни анизотроплилигини грунтли тўғоннинг юқори қиялиги турғунлигига таъсирини баҳолаш**» деб номланган тўртинчи бобида нотурғун фильтрацияда анизотроп грунтли тўғонлари қиялигининг турғунлигини аниқлаш ва анизотропияни қиялик турғунлигига таъсирини баҳолаш масалалари кўриб чиқилган. Нотурғун фильтрацияда фильтрация кучларини ҳисобга олиш усуллари тахлил қилинган.

Тўғон қиялигининг турғунлиги ҳисоблари «РУЗО» дастури асосида бажарилди, ушбу дастур Харьков сув оқова лойиҳа институти томонидан ВНИИ ВОДГЕО илмий-услубий ёрдами орқали тузилган.

Дастур ҳисоблашларни К.Терцаги, И.В.Федоров, А.А.Ничипорович ва Р.Р.Чугаев формулалари орқали бажарилади.

Турғунликнинг минимал захира коэффиценти аниқловчи «РУЗО» дастуридаги умумлашган формулани қуйидаги кўринишда ёзилди:

$$K_3 = \sum_{i=1}^{i=0} \frac{(\mu_i G_i \cos \alpha_i - v_i N_i - U_i) \operatorname{tg} \varphi_i + \frac{c_i \Delta b_i}{\cos \alpha_i}}{\frac{1}{R} \sum M_{akm}} \quad (23)$$

бунда: R – силжиш юзасининг радиуси;

$\sum M_{акт}$ - ўпирилиш призмасига таъсир этувчи ҳажмий ва юзадаги кучларни моментлар йиғиндиси;

G_i - i -нчи элементар бўлинмани оғирлиги;

$N_i = (\gamma_b h_b) \frac{\Delta b_i}{\cos \alpha_i}$ - i -бўлинма тубида гидродинамик босимни тенг таъсир этувчи кучи;

μ_i, v_i – қабул қилинган усулда қаттиқ ва суюқ фазалар учун ҳисоблаш элементлари орасида ўзаро таъсирни ҳисобга олувчи коэффициентлар.

Ҳисоблашлар юқори бьефдаги сув сатҳини ҳар хил пасайиш тезликларида нотурғун фильтрация ҳолати учун бажарилди.

Анизотроп грунтли тўғонларида сув сатҳини ҳар хил пасайиш чуқурлигига тўғри келадиган депрессия эгри чизиғини ҳолати диссертациянинг 2-бобида келтирилган ҳисоблаш усули ёрдамида аниқланди.

Юқори бьефдаги сув сатҳи пасайишини ҳар хил тезликларида юқори қиялик турғунлигини ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатдики (1-жадвал), грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олиш сув сатҳини пасайиш тезлиги $v=0,5$ ва $1,0$ м/сут бўлганда депрессия эгри чизиғини бир текисда ўзгариши ҳисобига юқори қиялик миқдорини (5-10%) оширади. Сув сатҳининг пасайишини катта тезликларида $v=3,0-5,0$ м/сут бўлганда, юқори қиялик турғунлиги 3-5%га камаяди.

1-жадвал

Юқори қиялик турғунлигини аниқлаш натижалари

Юқори бьефдаги сув сатҳини пасайиш тезлиги м/сут	Сув сатҳини пасайиш вақти сут.	$K_x/K_y=1$ изотроп	$K_x/K_y=4$ анизотроп	$K_x/K_y=8$ анизотроп
V=0.5	T=0	1,75	1,75	1,75
	T=8	1,7	1,72	1,74
	T=12	1,67	1,7	1,71
	T=24	1,48	1,49	1,51
	T=36	1,40	1,41	1,42
	T=44	1,26	1,28	1,30
V=1	T=0	1,75	1,75	1,75
	T=4	1,54	1,56	1,59
	T=6	1,52	1,53	1,55
	T=10	1,44	1,46	1,48
	T=18	1,36	1,38	1,39
	T=22	1,19	1,21	1,25
V=5	T=0	1,75	1,75	1,75
	T=0,8	1,51	1,46	1,47
	T=1,2	1,50	1,42	1,44
	T=2,4	1,46	1,43	1,46
	T=3,6	1,33	1,19	1,27
	T=4,4	1,054	0,93	0,96

Грунтларни анизотроплилигини тўғон пастки қиялиги турғунлигига таъсирини баҳолаш учун диссертациянинг 3 бобида келтирилган маълумотлар асосида изотроп $K_x/K_y=1$ ва анизотроп $K_x/K_y = 8,0$ бўлган

ҳолдаги грунтлар учун депрессия эгри чизиғини ҳолатини аниқлаш натижаларидан фойдаланилди. Қиялик турғунлик ҳисоблари РУЗО дастури асосида бажарилди.

Ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатдики, грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиш пастки қиялик турғунлигини сезиларли даражада камайтиради, бу депрессия эгри чизиғи ҳолатини ортиши ҳисобига юз беради. Бунда анизотроп фильтрацияда қияликни турғунлиги 1,04 га тенг. Изотроп фильтрацияда эса ушбу миқдор 1,35 ни ташкил қилади. Яъни анизотроп фильтрацияда пастки қиялик турғунлиги изотроп фильтрацияга нисбатан 18%га камайди.

Бу эса тўғон пастки қиялигига грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини таъсири катта эканлигини кўрсатмоқда. Бунда грунтли тўғонларини лойиҳалашда грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиш керак бўлади.

Диссертацияда юқори бьефдаги сув сатҳи пасайганда қияликни бузилишдан ҳимоя қилиш ва дренажларни ҳар хил усуллари таҳлил қилинган.

Ҳозирги пайтда анизотроп грунтли тўғонларида юқори қиялик турғунлигини ошириш бўйича тадбирлар сифатида конструкцияси ҳар хил бўлган фильтрация стаканларидан фойдаланилмоқда. Бундай стаканларнинг уч хил конструкциясига Х.Файзиев томонидан патент олинган. Ушбу стаканларнинг самарадорлиги бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ушбу соҳада бажарилган ишларни таҳлил қилиб, дастлабки олинган натижалар шуни кўрсатдики, анизотроп грунтли тўғонларида тўғон қиялиги турғунлигини оширувчи тадбирларни танлаш грунтларни қайси йўналишда анизотроплилигига боғлиқ экан. Агарда $K_{гор} > K_{вер}$ бўлганда вертикал дренажлар ва фильтрация стаканларидан, $K_{гор} < K_{вер}$ бўлганда эса бир қаватли ва кўп қаватли горизонтал қатламли дренажлардан фойдаланиш юқори самара беради.

Пастки қиялик турғунлигини ошириш учун грунтли тўғон танасида фильтрацияга қарши тадбирлар амалга ошириш тавсия этилади. Шундай тадбирлардан бири Ўрта-тўқай сув омбори грунтли тўғонида қўлланилган. Ушбу тўғон танасида грунтларни фильтрацияга оид анизотроплилигини ҳисобга олмаслик натижасида пастки бьефга сизиб чиқаётган депрессия эгри чизиғини ҳолати кўтарилиб тўғон қиялиги турғунлигига катта ҳафв туғдирган. Ушбу ҳолатни бартараф этиш учун тўғон марказида фильтрация коэффиценти грунт танасидагига нисбатан 40 марта кичик бўлган грунтдан фильтрацияга қарши завеса (тўсиқ) қилинган ва депрессия эгри чизиғининг ҳолати пасайтирилган ва бунинг натижасида иншоотдан нормал фойдаланишга эришилган.

Шундай қилиб грунтларни анизотропик хоссалари ҳисобга олмаслик натижасида фильтрация оқимини ўзгариши (депрессия эгри чизиғи ҳолати, босимни кесим бўйича тарқалиши, босим градиенти ва фильтрация тезлигини) тўғон қиялиги турғунлигига таъсир кўрсатган.

Шунинг учун грунтли тўғонларининг пастки қиялиги турғунлигини ҳисоблашда грунтларни фильтрацияга оид анизотроплигини ҳисобга олиш катта аҳамиятга эга бўлади.

ХУЛОСА

“Анизотроп грунтли тўғонларида нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усуллари тақомиллаштириш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Бугунги кунда шу нарса маълум бўлдики, кўпгина грунт қатламлари ўзини табиатига кўра анизотроп ҳисобланади. Амалда барча чўқувчан грунтлар у ёки бу даражада деформация, фильтрация ёки мустаҳкамликка оид анизотропияга эга. Уни ҳисобга олмасдан грунтли тўғонлар ва грунтли ҳудудларни ҳисоблаш усулини тақомиллаштиришни тасаввур қилиш мумкин эмас.

2. Кўплаб олимларни олиб борган экспериментал тадқиқотлари шуни кўрсатдики, барча тадқиқ қилинган гилли ва лёссимон грунт намуналари фильтрацияга оид анизотропияга эга. Тадқиқотларда грунтни сув ўтказувчанлиги вертикал йўналишда, горизонтал йўналишдагидан $1,18 \div 8,32$ марта каттароқ экан. Шунинг учун грунтларни тадқиқ қилишда уларни физик-механик хоссалари билан бир қаторда уларни горизонтал ва вертикал йўналишдаги фильтрация коэффицентини ҳам ўрганиш кераклиги қайд этиб ўтилган.

3. Анизотроп грунтлардаги фильтрация масалаларига кўплаб ишлар бағишланганига қарамасдан ушбу муаммо бугунги кунда охиригача ечилмаган ва долзарб ҳисобланади. Грунтли тўғонларни мавжуд фильтрацияга ҳисоблаш усуллари ҳозирги пайтгача тўғон танаси грунтлари анизотроплигини тўлиқ ҳисобга олмайди бу эса тўғонларни қуриш ва ундан фойдаланиш шароитларига таъсир қилади айрим ҳолларда эса уларни халокатга учраши ва бузилишига сабабчи бўлади.

4. Чекли айирмалар усули асосида грунтли тўғон танаси ва заминида грунтларни анизотроплигини ҳисобга олиб, нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усули тақомиллаштирилди. Ҳисоблаш дастури ва алгоритми тузилди. Ишлаб чиқилган ҳисоблаш усули ва дастурини аниқлиги тест масалаларини ечиш орқали амалга оширилди. Тест масалаларини ечиш натижалари шуни кўрсатдики босимли ва босимсиз фильтрация масалаларини ечишда ушбу усул етарли аниқликдаги натижаларни олиш имкониятини беради.

5. Сув омборида сув сатҳи пасайиш ҳолати учун грунтларни анизотроплигини фильтрация оқими ҳолати ва параметрларига таъсири ўрганилди. Шу нарса аниқландики, сув омборидаги сув сатҳини пасайиш тезлиги ошганда фильтрация градиенти ва мос равишда фильтрация кучлари миқдори ортади. Бу эса анизотроп грунтли тўғон элементлари фильтрацияга

қарши мустақамлигини баҳолаш ва уларни қияликларининг турғунлигини текшириш имкониятини беради.

6. Анизотроп грунтли тўғон қиялигини турғунлигини нотурғун фильтрацияда ҳисоблаш жараёнида фильтрация кучлари таъсирини тўғри ҳисобга олиш катта аҳамиятга эга эканлиги асосланган. Мавжуд усулларни тахлили шуни кўрсатдики фильтрация кучларини ҳисобга олишда И.Федоров ва В. Забавин таклиф қилган усуллардан фойдаланиш аниқроқ натижаларга эришиш имкониятини яратади.

7. Грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиб юқори қиялик турғунлигини ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатдики, сув сатҳини пасайиш тезлигини 2 м/суткагача бўлган кичик миқдорларида ҳисобий областда фильтрация босимини бир текисда тарқалиши ҳисобига юқори қиялик турғунлиги изотроп грунтли тўғонлариникига нисбатан ортади. Сув сатҳини пасайиш тезлигини катта миқдорларида (3-5м/сут ва ундан каттароқ) депрессия эгри чизиғи сув сатҳидан сезиларли даражада орқада қолиши ва сувни юқори қиялик томонга йўналган гидродинамик босими ҳосил бўлиши мумкин. Бу эса ўз навбатида юқори қиялик турғунлигини камайишига олиб келади.

8. Грунтларни анизотроплилигини ҳисобга олиш пастки қиялик турғунлигини сезиларли даражада камайтиради, бу депрессия эгри чизиғи ҳолатини ортиши ҳисобига юз беради.

9. Сув сатҳи бирданига пасайганда қиялик миқдори турғунлигини оширувчи конструктив чора тадбирлар ишлаб чиқиш зарурлиги асосланди. Анизотроп грунтли тўғонларида бундай тадбирлар сифатида $K_{гор.} > K_{вер}$ бўлганда вертикал дренажлар ва фильтрация стаканларидан, $K_{гор.} < K_{вер}$ бўлганда эса горизонтал кўп қаватли қатламли дренажлардан фойдаланиш тавсия этилди. Тўғон таянч призмаларини дренажлаш схемаларидан рационал фойдаланиш кўп ҳолларда қурилиш ҳажми ва қийматини кескин равишда камайтиради.

10. Диссертация натижаларидан Сардоба грунтли тўғонини лойиҳалашда ва Резаксой, Чортоқ ва Каттақўрғон сув омборлари грунтли тўғонларини эксплуатация қилиш жараёнида фойдаланилди.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ**

БАЙМАТОВ ШАХРИДДИН ХУШВАКТОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА
НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ ФИЛЬТРАЦИИ В ПЛОТИНАХ С
АНИЗОТРОПНЫМИ ГРУНТАМИ**

05.09.06- Гидротехническое и мелиоративное строительство

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

Ташкент – 2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2019.2.PhD/T1228

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу tiame.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziynet.uz.)

Научный руководитель: **Файзиев Хомитхон**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Эшев Собир Саматович**
доктор технических наук, профессор

Рахматов Норкобил Рахматович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: Ташкентский государственный технический университет им. И.А.Каримова (ТГТУ)

Защита диссертации состоится « 17 » января 2020 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017. Т. 10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации, сельского хозяйства (Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары – Ниязова, 39, Тел: (+99871) 237-19-61, 237-22-09 Факс: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiim.uz.

С диссертацией (PhD) можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (зарегистрирована № 121). Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары – Ниязова, 39. Тел: (+99871) 237-19-45. e-mail: (admin@tiame.uz).

Автореферат диссертации разослан « 30 » 12 2019 года.
(реестр протокола рассылки № 121 от « 30 » 12 2019 г.)



Т.З.Султонов
Председатель научного совета по присуждению ученой степени, д. т.н.

А.А.Янгиев
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученой степени, д.т.н., профессор

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии(PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации.

В мире активно возводятся крупные гидроузлы, которые имеют в своём составе многочисленные грунтовые плотины. При проектировании и строительстве таких гидроузлов, одной из важнейших задач является обеспечение их безопасности. В связи с этим, вопросы повышения эксплуатационной надёжности гидротехнических сооружений, обеспечение прочности и устойчивости их имеет особо важное значение. В частности во многих странах мира, например в США, Англии, Испании, Франции, России, Японии, Индии и других развитых государствах особое внимание уделяется разработке эффективных методов проектирования грунтовых плотин, повышения их прочности и устойчивости, а также обеспечения их эксплуатационной надёжности.

В мире особое внимание уделяется целенаправленным научным исследованиям, изучением неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с учетом анизотропности грунтов, и влияние анизотропности грунтов на устойчивость верхового откоса грунтовых плотин. В связи с этим, одной из важных задач является совершенствование методов расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин, оценка влияния анизотропности грунтов на устойчивость верхового откоса грунтовых плотин и разработка мероприятий повышающих устойчивость их откосов.

В настоящее время, в Республике ведутся обширные исследования, направленные на изучение неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с учетом фильтрационной анизотропности грунтов, обеспечение надёжности и безопасности, увеличение их срока службы, и разработке критерии безопасности. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 гг. поставлены задачи, в том числе «развитие мелиоративных и ирригационных объектов для повышения конкурентоспособности национальной экономики»¹. В решении данных задач, важное значение имеет проведение научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование методов расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин с учетом фильтрационной анизотропности грунтов, оценка влияния анизотропности грунтов на устойчивость верхового откоса плотин и разработка мероприятий по повышению устойчивости их откосов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан и Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-3286 от 25 сентября 2017 года «О

¹Постановление Президента Республики Узбекистан ПФ -4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов», ПП-1926 от 28 февраля 2013 года «О дополнительных мерах по защите населения и территории Республики Узбекистан от чрезвычайных ситуаций, связанных с селевыми и оползновыми явлениями», ПП-2947 от 2 мая 2017 года «О программе мер по дальнейшему развитию гидроэнергетики на 2017 — 2021 годы» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследованию с приоритетными направлениями развития науки и технологии Республики Узбекистан.

Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии Республики: VIII «Наука о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы.

Теоретические и экспериментальные исследования посвященные расчетам неустановившейся фильтрации с учетом анизотропности грунтов отражены в работах зарубежных и республиканских ученых в том числе: Н.Н.Павловского, Н.Е.Жуковского, В.И.Аравина, С.Н.Нумерова, Н.А.Анискина, Н.Н.Веригина, М.И.Детковой, Г.Н.Кононенко, А.Л.Можевитинова, А.Г.Сулейманова, В.П.Недрига, П.Я.Полубаринова-Кочиной, Л.Н.Рассказова, К.Н.Анахаева, Г.И.Покровского, В.В.Бухарцева, Р.А.Ляхевича, М.Мемарианфарда, И.С.Теплицкого, В.М.Шестакова, Г.Шниттера, С.М.Горюнова, М.Р.Бакиева, Э.Ж.Махмудова, О.М.Арифжанова, И.К.Хужаева, С.Н.Бабакаева, Т.Хожиева, Х.Файзиева, И.Хажиева и др.

Работы, посвященные исследованиям прочности и устойчивости грунтовых плотин, изучению влияния анизотропности грунтов при неустановившейся фильтрации на устойчивость откосов плотин, разработке конструктивных мероприятий, повышающих устойчивость откосов подробно изложены в работах В.В.Соколовского, С.С.Голушкевича, В.Г.Березанцева, В.Феллениуса, К.Терцаги, Г.Крей, А.А.Ничипоровича, Д.Тейлора, И.В.Федорова, Н.Н.Маслова, А.Л.Можевитинова, Р.Р.Чугаева, М.М.Гришина, А.И.Иванова, Н.С.Моргунова, Л.Н.Рассказова, А.Л.Голдина, Н.А.Анискина, В.В.Бухарцева, В.С.Забавина, М.М.Мирсаидова, М.Р.Бакиева, К.Д.Салямовой, Т.З.Султанова, Х.Файзиева и других и достигнуты некоторые положительные результаты.

Несмотря на многочисленные исследования посвященные задачам фильтрации в анизотропных грунтах на сегодняшний день эти вопросы считаются актуальным и до конца нерешенными.

Существующие методы фильтрационного расчета земляных плотин до настоящего времени не в полной мере учитывают анизотропные свойства грунта тела плотины, что сказывается на условиях строительства и эксплуатации плотин, а в ряде случаев является причиной их разрушений и аварий.

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

Диссертационные исследования выполнены в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского архитектурно-строительного института: А-14-30 «Разработка методов расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин с учетом неоднородности и анизотропности грунтов и влияние их на устойчивость откосов» (2015-2017 гг.).

Цель исследований: совершенствование методов расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин с учетом их анизотропности и определения влияния их на устойчивость откосов.

Задачи исследований:

анализ существующих методов расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин с учетом неоднородности и анизотропности грунтов;

совершенствование методов расчета неустановившейся фильтрации в теле и основания грунтовых плотинах с учетом анизотропности грунтов;

анализ влияния неоднородности и анизотропности грунта на формирование фильтрационного режима грунтовых плотин и основные параметры фильтрационного потока: положение депрессионной поверхности, величины фильтрационных градиентов и расходов;

оценки влияния анизотропности грунта на устойчивость верхового откосов грунтовых плотин при неустановившейся фильтрации;

анализ и выбор конструктивных мероприятий повышающих устойчивость откосов при неустановившейся фильтрации с учетом фильтрационной анизотропности грунтов.

Объектом исследований являются грунтовые плотины водохранилищ Республики Узбекистан.

Предметом исследований является совершенствование методов расчета неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с учетом фильтрационной анизотропности грунтов, а также вопросы оценки влияния анизотропности на устойчивость откосов.

Методы исследований. В процессе исследований были использованы численные методы решения уравнения неустановившейся фильтрации, и расчеты на компьютерных программах.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

усовершенствованы методы расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин с учетом анизотропности грунтов;

обосновано влияния неоднородности и анизотропности грунта на формирование фильтрационного режима грунтовых плотин и основные параметры фильтрационного потока: положение депрессионной поверхности, величины фильтрационных градиентов и расходов;

определено влияние анизотропности грунтов на устойчивость откосов грунтовых плотин при неустановившейся фильтрации;

выбраны и рекомендованы конструктивные мероприятия обеспечивающие устойчивость откосов грунтовых плотин с анизотропными грунтами при неустановившейся фильтрации;

Практические результаты исследований заключаются в следующем:

усовершенствована методика расчета неустановившейся фильтрации в однородных грунтовых плотинах без дренажа, с дренажной призмой и пластовым дренажом с непроницаемым и проницаемым основанием с учетом анизотропности грунтов;

составлена программа и алгоритм расчета неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с учетом фильтрационной анизотропности грунтов;

изучено влияние неустановившейся фильтрации на устойчивость откоса в анизотропных грунтовых плотинах, выбраны и рекомендованы эффективные мероприятия, повышающие их устойчивость.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов исследований, разработанных методик расчетов и программ на ЭВМ сопоставлена и подтверждена решением задач известных моделей, имеющих точные решения, сравнением их с результатами других авторов и внедрением результатов исследований в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследований заключается в усовершенствовании методов расчета неустановившейся фильтрации однородных грунтовых плотин без дренажа, с дренажной призмой и пластовым дренажом с непроницаемым и проницаемым основанием с учетом анизотропности грунтов; изучением влияния скорости снижения воды в водохранилище, коэффициентов фильтрации грунтов на положение кривой депрессии в теле грунтовых плотин с анизотропными грунтами и оценке влияния этих фильтрации на устойчивость верхового откоса плотин.

Практическая значимость работы заключается в том, что применение разработанного метода расчета неустановившейся фильтрации в анизотропных грунтовых плотинах, на практике проектирования даёт возможность более обоснованно определять параметры фильтрационного потока и правильно оценивать устойчивость откосов плотин, и в результате этого, обеспечивать необходимую прочность и устойчивость плотины, уменьшая её объем и стоимость строительства.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных результатов по усовершенствованной методикой расчета неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами:

усовершенствованная методика расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотинах с анизотропными грунтами была использована при расчете неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовой плотины Чартокского водохранилища, инспекцией Узгосводхознадзор при Министерстве Водного хозяйства (Справка Министерства Водного хозяйства РУз за №03/25-3602 от 18 сентября 2019 года). Разработанная программа и алгоритмы дают возможность рассчитать

неустановившуюся фильтрацию в плотинах с анизотропными грунтами, и определить влияние анизотропности грунтов на устойчивость верхового откоса грунтовых плотин, в результате которого значительно сокращается время расчета неустановившейся фильтрации и повышается точность определения надежности и безопасности грунтовых плотин.

Влияния неоднородности и анизотропности грунта на формирование фильтрационного режима грунтовых плотин и основные параметры фильтрационного потока в теле и основания грунтовых плотин были использованы при расчете неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин Резаксайского водохранилища Управлением эксплуатации Резаксайского водохранилища при Министерстве Водного хозяйства (Справка Министерства Водного хозяйства РУз за №03/25-3602 от 18 сентября 2019 года). В результате которого значительно сокращается время расчета неустановившейся фильтрации и повышается оценка точности влияния параметров неустановившейся фильтрации на устойчивость верхового откоса грунтовых плотин.

Влияние анизотропности грунтов на устойчивость откосов грунтовых плотин при неустановившейся фильтрации были использованы при проектировании грунтовой плотины Сардобинского водохранилища проектным институтом ООО “UZGIP” при Министерстве Водного хозяйства (Справка Министерства Водного хозяйства РУз за №03/25-3602 от 18 сентября 2019 года). В результате разработанная программа и алгоритм дает возможность расчета неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами и определить влияние анизотропности грунтов на устойчивость оверхового откоса грунтовых плотин. в результате которого значительно сокращается время расчета неустановившейся фильтрации и повышается точность определения надежности и безопасности грунтовых плотин.

Усовершенствованная методика расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотинах с анизотропными грунтами и влияние анизотропности грунтов на устойчивости откосов грунтовых плотин была использована при расчете неустановившейся фильтрации грунтовой плотины Каттакурганского водохранилища институтом Ирригации и водных проблем” при Министерстве Водного хозяйства (Справка Министерства Водного хозяйства РУз за №03/25-3602 от 18 сентября 2019 года). В результате значительно сокращается время расчета неустановившейся фильтрации и повышается точность определения надежности и безопасности грунтовых плотин.

Апробация результатов исследований. Результаты данных исследования обсуждены и одобрены на 7 конференциях международного, республиканского и институтского значения, в том числе в 3-х международных, 3-х республиканских и 1 институтского значения.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликованы 15 научных работ, из них в научных издательствах, рекомендованных Высшей атестационной комиссией Республики

Узбекистан по защите диссертации доктора философии (PhD)- 6 статей, из них 5 в республиканских журналах и 1 в зарубежном журнале.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновывается актуальность и востребованность проведенных исследований, цель и задачи исследований, характеризуются объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследований, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, достоверность полученных результатов, внедрение в практику результатов исследований, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Степень изученности анизотропных свойств грунтов. Анализ существующих методов расчета неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами» приведены степени изученности анизотропных свойств грунтов и анализ существующих методов расчета неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами.

Вопросами изучению анизотропных свойств грунтов занимались Ю.М.Абелев, М.Ю.Абелев, Л.С.Амарян, Н.Д.Банников, А.К.Бугров, М.Н.Гольдштейн, Л.И.Кульчицкий, Е.Е.Керкнс, В.Д.Ломтадзе, А.А.Мустафаев, В.М.Павилонский, С.А.Роза, Ю.А.Соболевский и другие.

Как отмечают ими большинство грунтовых отложений по своей природе анизотропны. Практически все грунты осадочного происхождения в той или иной степени обладают деформационной, фильтрационной или прочностной анизотропией. Без ее учета невозможно, представить дальнейшее совершенствование методов расчета грунтовых плотин и грунтовых массивов.

Анализ результатов выполненных исследований показал, что при исследованиях наряду с обычными физико-механическими характеристиками следует определять коэффициент фильтрации в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Изучением неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах, с учетом их анизотропной водопроницаемости, занимались многие исследователи, среди которых: Н.Н.Павловский, В.И.Аравин и С.Н.Нумеров, П.Я.Полубаринова-Кочина, В.П.Недрига, Л.Н.Рассказов, Н.А.Анискин, К.Н.Анахаев, Р.А.Ляhevич, М.Мемарианфард, Ф.Б.Абуталиев, Х.Файзиев, С.Н.Бабакаев, Т.Хожиев, И.Хажиев и др.

Анализ результатов выполненных работ по расчетам неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах показала большой

интерес к этой проблеме со стороны ученых, проектировщиков и эксплуатационников.

Несмотря на множество работ, посвященных вопросу фильтрации в анизотропных грунтах, эта проблема является на сегодняшний день весьма актуальной и до конца не решенной. Существующие методы фильтрационного расчета земляных плотин до настоящего времени не в полной мере учитывают анизотропные свойства грунта тела плотины, что сказывается на условиях строительства и эксплуатации плотин, а в ряде случаев является причиной их разрушений и аварий.

Во второй главе диссертации «**Численное решение неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами методом конечных разностей**» приведено численное решение краевой задачи неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами методом конечных разностей.

Расчеты нестационарной анизотропной фильтрации, связанных с снижением уровня воды верхнем бьефе грунтовой плотины в двумерном случае сводятся к решению нелинейного дифференциального уравнения параболического типа в области $\Omega = \{ a \leq x \leq b, c \leq y \leq d, t_n \leq t \leq t_k \}$ [1]:

$$A_0 \frac{\partial U}{\partial t} = A_1 \frac{\partial}{\partial x} \left(A_2 \frac{\partial U}{\partial x} \right) + A_3 \frac{\partial}{\partial y} \left(A_4 \frac{\partial U}{\partial y} \right) + A_5 \frac{\partial U}{\partial x} + A_6 \frac{\partial U}{\partial y} + F \quad (1)$$

с начальным условием

$$U(x, y, t)|_{t=0} = \psi(x, y) \quad (2)$$

и граничными условиями, при значениях $t_n \leq t \leq t_k$:

$$g_{11} \frac{\partial U}{\partial x} + g_{12} U(x, y, t)|_{x=a} = \varphi_1(y, t), \quad c \leq y \leq d, \quad (3)$$

$$g_{21} \frac{\partial U}{\partial x} + g_{22} U(x, y, t)|_{x=b} = \varphi_2(y, t), \quad c \leq y \leq d, \quad (4)$$

$$g_{13} \frac{\partial U}{\partial y} + g_{14} U(x, y, t)|_{y=c} = \varphi_3(x, t), \quad a \leq x \leq b, \quad (5)$$

$$g_{23} \frac{\partial U}{\partial y} + g_{24} U(x, y, t)|_{y=d} = \varphi_4(x, t), \quad a \leq x \leq b, \quad (6)$$

где U – уровень грунтовых вод, м; t – время, в сутках; a, b, c, d, t_n, t_k – границы области расчетного профиля по x, y и t , соответственно; $A_i (i = \overline{0, 6})$ – коэффициенты, в общем случае они могут быть функциями t, x, y, U ; $\psi, \varphi_i (i = \overline{1, 4})$ – заданные функции; с помощью значений $g_{ij}, (i = \overline{1, 2}; j = \overline{1, 4})$ определяется тип граничного условия в (3)-(6). Предполагается, что все эти функций, удовлетворяют требуемые условия, при которых существует единственное решение поставленной задачи.

Данная задача общего вида (1)-(6) встречается в определении распределения грунтовых вод в неоднородной среде в специальных областях, в частности как прямоугольник, трапеция и треугольник. Для численного решения данной задачи применен метод переменных направлений с весовым коэффициентом σ , с использованием метода прогонки [2]. Учитывая нелинейность уравнения (1) относительно по A_i и F , расчеты можно

организовать без итерации, сочетанием на предыдущем временных слоях или с итераций на каждом временном слое.

Известно, что если ограничимся с вычислениями нелинейных членов на предыдущих временных слоях, то нет необходимости для применения метода итерации. Для применения итерационного метода последовательных приближений, используются различные способы линеаризации нелинейных членов в уравнение (1) по методам Пикара и Ньютона. Обычно, коэффициенты производных, имеющие нелинейности линеаризуются по Пикару, а функция F линеаризуются по Ньютону. В таком случае для завершения данного итерационного процесса требуется выполнение условия сходимости для заранее заданных достаточно малых $0 < \varepsilon < 1$:

$$\max_{ij} \left\{ \left| U_{ij}^{(k+1)s+1} - U_{ij}^{(k)s+1} \right| \right\} < \varepsilon \quad (7)$$

Тестовая задача.

Рассмотрим уравнение

$$\mu \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \gamma f(x, y, U) \quad (8)$$

с начальным условием

$$U(x, y, t)|_{t=0} = e^{a_1 x + a_2 y} \quad (9)$$

и граничными условиями:

$$U(t, x, y)|_{x=a} = e^{a_0 t + a_1 a + a_2 y} \quad (10) \quad U(t, x, y)|_{x=b} = e^{a_0 t + a_1 x + a_2 d} \quad (11)$$

$$\left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{y=c} = a_2 e^{a_0 t + a_1 x + a_2 c} \quad (12) \quad \left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{y=d} = a_2 e^{a_0 t + a_1 x + a_2 d} \quad (13)$$

где K_x, K_y – постоянные коэффициенты фильтрации по вертикали и горизонтали соответственно, м/сутки; μ – недостаток насыщения или свободная водоотдача; $\gamma, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ – известные параметры. Исследования влияний параметров $\mu, K_x, K_y, \gamma, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ на характер решения данной задачи всегда является актуальной и для этого требуется вести вычислительные эксперименты, учитывающие всевозможные вариации этих же параметров, особенно представляют интерес при соотношениях значений

$1 \leq \frac{K_x}{K_y} \leq 10$ и $1 \leq \frac{K_y}{K_x} \leq 10$. При условии $f(x, y, U) = U, \quad \gamma = \mu \alpha_0 - (K_{yx} \alpha_1^2 + K_y \alpha_2^2)$

тестовая задача (8)-(13) имеет точное решение вида

$$U = e^{a_0 t + a_1 x + a_2 y} \quad (14)$$

В связи с этим, по выше изложенному алгоритму получены численные решения по методам без итераций и с итераций при различных разностных схемах расчетов, а именно: $\sigma = 0.5, 0.7, 1$ и 1.2 . Сравнительные результаты численных расчетов в узловой точке $x_5 = y_5 = 0.08$, относительно точного решения (14) задачи (8)-(13), приведены в виде графики (рис.1.) при значениях параметров $\mu = 0.05; K_x = 0.4; K_y = 0.2;$ и $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = -1$.

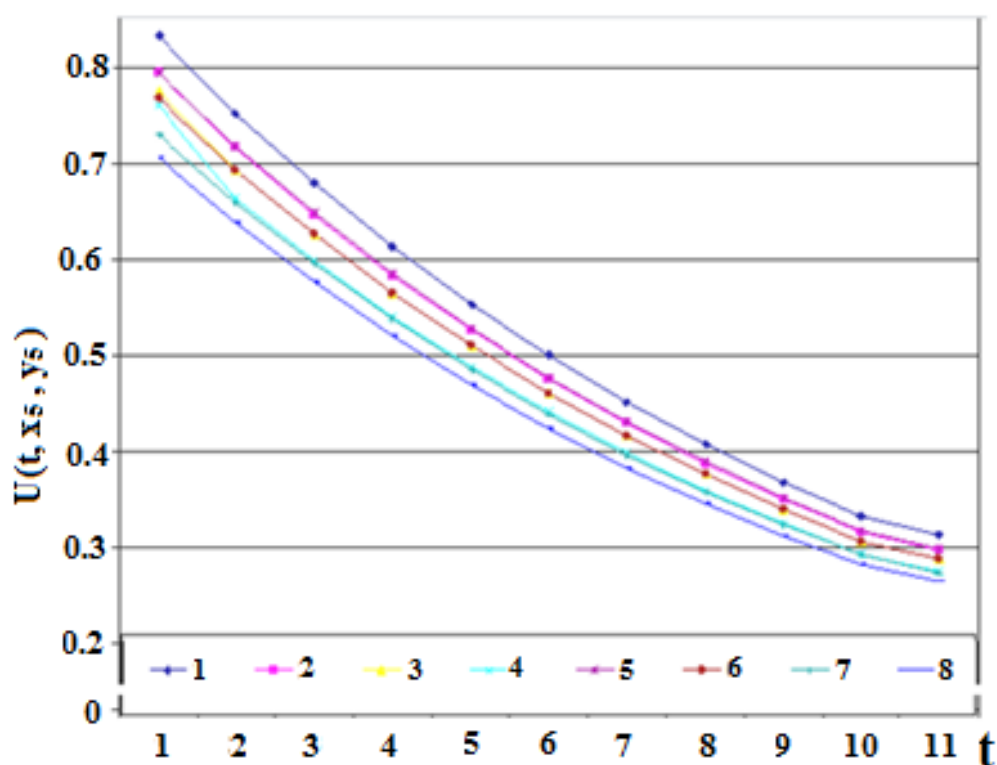


Рис.1. Графический вид перемещений узловой точки $U(t, x_5, y_5)$ в решениях точных, численных без итераций и с итерациями задачи (8)-(13) при различных весовых значениях σ : 1-точное аналитическое решение; 2,3,4- численные решения без итераций соответственно при $\sigma = 0.5$; 0.7 и 1 ; 5,6,7,8- численные решения с итерациями соответственно при $\sigma = 0.5$, $0.7, 1$ и 1.2 .

Вычислительные эксперименты, проведенные для решения тестовой задачи (8)-(13), которая имеет точное решение вида (14) показывают, что при увеличении значений σ от 0.5 до 1.2 относительные ошибки увеличиваются от 4% до 15%, но количество итераций уменьшаются от 243 до 3.

Можно отметить, что предложенный численный метод расчета нестационарной фильтрации грунтовых вод учитывает неоднородность среды и анизотропность грунтов в различных направлениях. Кроме этого, разработанную программу легко можно приспособить к нелинейным случаям при различных граничных условиях. Выполненные тестовые расчеты показали, что абсолютные и относительные ошибки не превышает допустимые пределы, что свидетельствует о достоверности результатов, полученных численным методом.

В третьей главе диссертации **«Изучение влияния анизотропности грунта на формирование фильтрационного режима грунтовых плотин и основные параметры фильтрационного потока»** приведены результаты изучения влияния анизотропности грунта на формирование фильтрационного режима грунтовых плотин и основные параметры фильтрационного потока выполненные с помощью разработанных программ.

Возможности разработанной методики, программы расчета неустановившейся фильтрации и оценка достоверности получаемых результатов иллюстрируются ниже на примере фильтрационных задач.

В заданных $\Omega = \{0 < x < L, 0 < y < B, 0 < t < T\}$ областях рассмотрим уравнения описывающие фильтрационные процессы

$$K_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = \mu \frac{\partial H}{\partial t} \quad (15)$$

Уравнения (15) решим в следующих :
начальных

$$H(x, y, t)|_{t=0} = f(x, y), \quad (16)$$

и граничных условиях

$$\begin{aligned} H(x, y, t)|_{x=0} &= \varphi_1(y, t), H(x, y, t)|_{x=L} = \varphi_2(y, t), \\ H(x, y, t)|_{y=0} &= \psi_1(x, t), H(x, y, t)|_{y=B} = \psi_2(x, t), \end{aligned} \quad (17)$$

Найти значения функции $H(x, y, t)$ удовлетворяющий условия (16) и (17) Особенностью решения задачи безнапорной фильтрации является то, что положение свободной поверхности фильтрационного потока в исследуемой области заранее неизвестно и для численного решения не хватает одного из граничных условий. Поэтому начальное положение кривой депрессии при установившейся фильтрации с учетом фильтрационной анизотропности грунтов определяются для каждого типа плотины, известными формулами.

Положения депрессионной кривой в грунтовых плотинах при установившейся фильтрации с учетом фильтрационной анизотропности грунтов определены с помощью формулы проф.К.Анахаева и Р.Ляхевича. Решения задачи неустановившейся фильтрации с анизотропными грунтами выполнены при следующих начальных условиях:

Для однородных плотин без дренажа(рис.2).

При $t=0$

при $L_1/\lambda H_1 > 1,1$
$$y = \sqrt{H_1^2 - \frac{(H_1^2 - h_1^2)(x + \varepsilon)}{L - h_1 m_2 + \varepsilon}} \quad (18)$$

при $L_1/\lambda H_1 \leq 1,1$
$$y = \sqrt{H_1^2 - \frac{x*(H_1^2 - h_1^2)}{L - h_1 * m_2}} \quad (19)$$

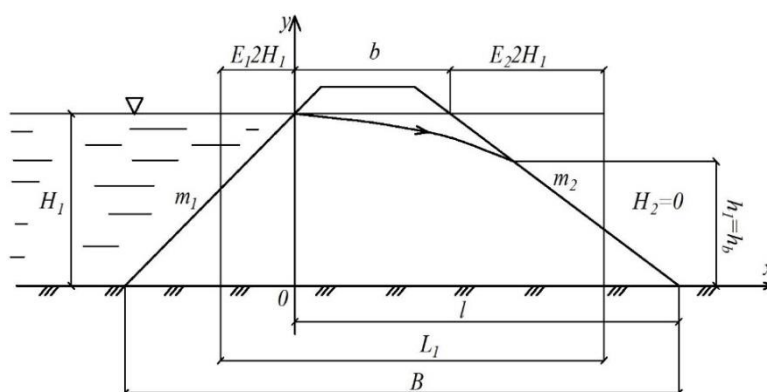


Рис. 2. Расчётная схем фильтрации в анизотропной грунтовой плотине без дренажа.

Для плотин с дренажной призмой (рис.3).

При $t=0$

$$y = H \sqrt{1 - \frac{x+\varepsilon}{L+m_{др} \cdot H_2 + l_{др} + \varepsilon}}; \quad (20)$$

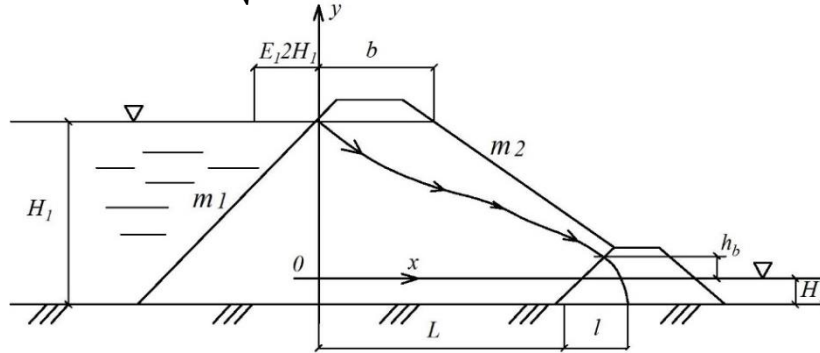


Рис.3. Расчетная схема фильтрации в грунтовой плотине с дренажной призмой.

Для плотин с пластовым дренажем (рис.4).

За расчетную принимаем схему плотины с вертикальным низовым откосом ($m_2=0$), проходящим через начало дренажа-точку А.(рис.4.).

При $L_1/\lambda H_1 > 1,1$

$$y = H_1 \sqrt{1 - \frac{x+0,5\varepsilon_1\lambda H_1}{L+l_{др}+0,5\varepsilon_1\lambda H_1}} \quad (21)$$

При $L_1/\lambda H_1 \leq 1,1$

$$y = H_1 \sqrt{1 - \frac{x}{L+l_{др}}} \quad (22)$$

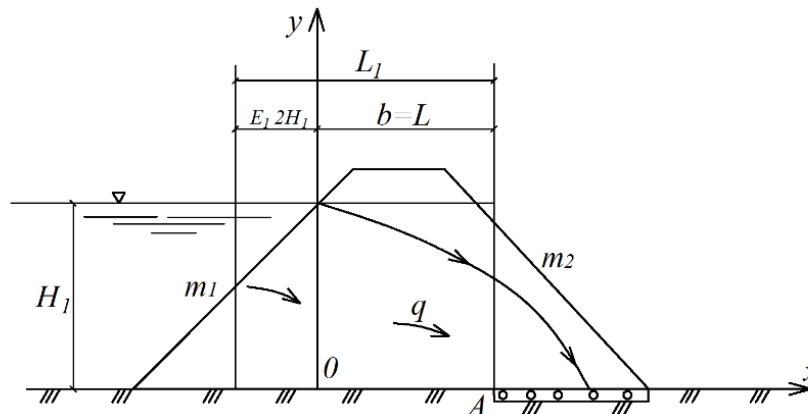


Рис.4. Расчетная схема фильтрации в грунтовой плотине с пластовым дренажом.

Возможности разработанной методики, программы расчета неустановившейся фильтрации и оценка достоверности получаемых результатов иллюстрируются ниже на примере фильтрационных задач.

Рассмотрена однородная земляная плотина с дренажной призмой с непроницаемым основанием. Начальная глубина верхнего бьефа равна 22 м; заложении верхового откоса $m=3$; заложении низового откоса $m_2=2$. Задача решалась для двух вариантов проницаемости грунта: для варианта изотропного грунта с $K_x / K_y = 1$ и анизотропного с $K_x / K_y = 4,0; 8,0; 10,0$, коэффициент водоотдачи грунта тела плотины $\mu=0,02; 0,2$; скорость сработки уровня воды в водохранилище $\vartheta = 0,5; 1,0; 5,0$ м/сут, уровень нижнего бьефа

принимался неизменным и равным $H_2=3\text{м}$. В качестве начального условия принималось решение фильтрационной задачи для установившегося режима при глубинах верхнего и нижнего бьефа равных соответственно 22 и 3м.

По результатам расчетов изучено влияние фильтрационной анизотропности грунтов при неустановившейся фильтрации на положения депрессионной кривой и параметров фильтрационного потока в теле плотины.

Анализ этих расчетов показал, что в плотинах с анизотропными грунтами при скорости снижения уровня воды на 0,5, 1,0 м/сут снижения положения депрессионной кривой в первоначально немножко отстаёт от уровня воды а случае дальнейшего снижения она сравнивается с уровнями в одинаковом положения. При этом увеличения значения коэффициента фильтрации в горизонтальном направлении оказывают значительное влияние на положения депрессионной кривой. Это приводит в расчетной области равномерного распределения градиента напора и уменьшения их максимальных величин. Этот случай показывают для устойчивости верхового откоса создание более благоприятного случая по сравнению с изотропными грунтами.

Однако, при больших скоростях сработки уровня воды в верхнем бьефе (3-5м/сут и более) возможно значительное отставание кривой депрессии от уровня воды верхнего бьефа и появления опасного гидродинамического давления воды направленного в сторону верхового откоса. Однако в водохранилищных плотинах снижения воды с такими скоростями практически не бывают (кроме аварийных случаев).

В низовом откосе наоборот в анизотропных грунтах положения кривой депрессии повышаются по сравнению с изотропными грунтами.

Повышения депрессионной кривой в результате анизотропии приводит к увеличению поглощающей площади дренажных устройств.

В четвертой главе диссертации **«Исследование влияния анизотропности грунтов на устойчивость верхового откоса плотин при неустановившейся фильтрации»** приведены вопросы определения устойчивости откосов в анизотропных грунтовых плотинах при неустановившейся фильтрации и оценка влияние анизотропности на устойчивость грунтовых плотин. Проанализированы методы учета фильтрационных сил при неустановившейся фильтрации.

Расчеты устойчивости откосов плотины проводились по программе "РУЗО", составленной Харьковским Водоканал-проектом при научно-методической помощи ВНИИ ВОДГЕО.

Программа включает расчет по формулам: К.Терцаги, И.В.Федорова, А.А.Ничипоровича и Р.Р.Чугаева. Выражение для коэффициента запаса устойчивости, обобщающее все формулы, введенные в программу "РУЗО", может быть записано в следующем виде:

$$K_3 = \sum_{i=1}^{i=0} \frac{(\mu_i G_i \cos \alpha_i - v_i N_i - U_i) \operatorname{tg} \varphi_i + \frac{c_i \Delta b_i}{\cos \alpha_i}}{\frac{1}{R} \sum M_{akm}} \quad (23)$$

где: R - радиус поверхности скольжения;

$\sum M_{акт}$ - суммарный момент объемных и поверхностных сил, действующих на призму обрушения;

G_i - вес i -го элементарного столбика;

$N_i = (\gamma_b h_b) \frac{\Delta b_i}{\cos \alpha_i}$ - равнодействующая сил гидродинамического давления по подошве i -го столбика;

μ_i, v_i - коэффициенты, которые отражают в принятых методах учет взаимодействия между расчетными элементами для твердой и жидкой фаз.

Расчеты неустановившейся фильтрации были выполнены при различных скоростях снижения уровня воды в верхнем бьефе.

В плотинах с анизотропными грунтами положения кривой депрессии соответствующий различным глубинам снижения уровня воды были определены методами приведенный в главе 2.

Результаты расчетов выполненные при различных скоростях снижения уровня воды в верхнем бьефе

Как показали результаты расчетов устойчивости верхового откоса при различных скоростях снижения уровня воды в верхнем бьефе (табл.1). учет анизотропности грунта (5-10%) повышают устойчивость откосов при $\vartheta = 0,5$ и 1,0 м/сут за счет равномерного изменения положения кривой депрессии. При больших скоростях снижения $\vartheta = 3,0-5,0$ м/сут. Устойчивость откосов понижаются на 3-5%.

Таблица 1.

Результаты расчета устойчивости верхового откоса

Скорость сработки уровня воды в верхнем бьефе в м/сут	Уровень воды в верхнем бьефе, м	K_3 при изотроп.	K_3 при анизотроп. $K_x/K_y=4$	K_3 при анизотроп. $K_x/K_y=8$
V=0.5	T=0	1,75	1,75	1,75
	T=8	1,7	1,72	1,74
	T=12	1,67	1,7	1,71
	T=24	1,48	1,49	1,51
	T=36	1,40	1,41	1,42
	T=44	1,26	1,28	1,30
V=1	T=0	1,75	1,75	1,75
	T=4	1,54	1,56	1,59
	T=6	1,52	1,53	1,55
	T=10	1,44	1,46	1,48
	T=18	1,36	1,38	1,39
	T=22	1,19	1,21	1,25
V=5	T=0	1,75	1,75	1,75
	T=0,8	1,51	1,46	1,47
	T=1,2	1,50	1,42	1,44
	T=2,4	1,46	1,43	1,46
	T=3,6	1,33	1,19	1,27
	T=4,4	1,054	0,93	0,96

Для определения влияния анизотропности грунтов на устойчивость низового откоса грунтовых плотин были использованы результаты определения положения кривой депрессии для изотропного $K_x/K_y=1$ и анизотропного $K_x/K_y=8$ грунта приведенные в главе 3 диссертации. Расчеты устойчивости низового откоса были выполнены по программе РУЗО.

Как показали результаты расчетов учет анизотропности значительно понижают устойчивость низового откоса, это происходит за счет повышения положения кривой депрессии. В этом случае устойчивость низового откоса при анизотропном фильтрации $K_z=1,04$. При изотропном фильтрации устойчивость откоса составляют величины $K_z=1,35$. То есть при анизотропной фильтрации устойчивость низового откоса понижается по сравнению с изотропном состоянии на 18%.

Это показывает о большом влияние фильтрационной анизотропности грунта на устойчивость низового откоса а также о необходимости учета анизотропности грунтов при проектировании грунтовых плотин.

В диссертации проанализированы различные методы дренирования и защиты откосов от разрушения при быстром снижении уровня воды в верхнем бьефе.

В настоящее время в плотинах с анизотропными грунтами в качестве мероприятий для повышения устойчивости верхового откоса используются фильтрационные стаканы различных конструкции. Для трёх видов конструкции таких стаканов Х.Файзиевым получен патент РУз. В настоящее время проводится исследования для определения эффективности этих стаканов.

Анализ выполненных работ и полученные предварительные результаты по этому направлению показало, что выбор мероприятий повышающий устойчивости откосов в анизотропных грунтах зависит от направления анизотропности грунтов. При $K_{гор.} > K_{вер}$ использования вертикальных дренажей и фильтрационные стаканы ,а при $K_{гор.} < K_{вер}$ однослойные и много слойные горизонтальные пластиковые дренажи даёт высокий эффект.

Для повышения устойчивости низового откоса предлагаются выполнить противофильтрационные мероприятия в теле грунтовых плотин. Одно из таких мероприятий использованы в грунтовых плотинах Урта-тукайского водохранилища. В результате не учета анизотропности грунтов в теле этой плотины возникло выклинивания фильтрационного потока на на низовом откосе на уровне, близком к верхнему бьефу. Возникли опасения относительно устойчивости низового откоса плотины и пришлось создавать противофильтрационное ядро инъекцией в грунт глинисто-цементного раствора с коэффициентом фильтрации в 40 раз меньше по сравнению с грунтом тела плотины и в результате положение кривой депрессии была понижена и достигнута дальнейшая его нормальная эксплуатация.

Таким образом, изменения фильтрационного потока(положения кривой депрессии, распределения давления по сечениям, градиент напора и скорости фильтрации) в результате не учета анизотропных свойств грунтов оказало влияние на устойчивость откосов плотин.

Поэтому при расчете устойчивости низового откоса грунтовых плотин большие значения имеют учет фильтрационной анизотропности грунтов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Совершенствование методов расчета неустановившейся фильтрации в плотинах с анизотропными грунтами» представлены следующие выводы:

1. На сегодняшний день доказано, что большинство грунтовых отложений по своей природе анизотропны. Практически все грунты осадочного происхождения в той или иной степени обладают деформационной, фильтрационной или прочностной анизотропией. Без ее учета невозможно, представить дальнейшее совершенствование методов расчета грунтовых плотин и грунтовых массивов.

2. Экспериментальные исследования многочисленных ученых показали, что все исследованные образцы грунтов особенно, глинистые и лёссовые грунты обладают фильтрационной анизотропией. Установлено, что водопроницаемость грунта в вертикальном направлении превышает водопроницаемость в горизонтальном направлении в 1,18... 8,32 раз. Поэтому отмечена необходимость при исследованиях наряду с обычными физико-механическими характеристиками определять коэффициент фильтрации в вертикальном и горизонтальном направлении.

3. Несмотря на множество работ, посвященных вопросу фильтрации в анизотропных грунтах, эта проблема является на сегодняшний день весьма актуальной и до конца не решенной. Существующие методы фильтрационного расчета земляных плотин до настоящего времени не в полной мере учитывают анизотропные свойства грунта тела плотины, что сказывается на условиях строительства и эксплуатации плотин, а в ряде случаев является причиной их разрушений и аварий.

4. На основе метода конечных разностей усовершенствована методика расчета неустановившейся фильтрации в теле и основании грунтовых плотин с учетом анизотропности грунтов. Составлена программа и алгоритм расчета. Достоверность усовершенствованного метода и программ расчета определено решением тестовых задач. Результаты решения тестовых задач показали, что при решении задач напорной и безнапорной фильтрации эта методика даёт возможность более точного определения параметров неустановившейся фильтрации.

5. Изучено влияние анизотропии грунтов на положения депрессионной кривой и на характер фильтрационного потока при возможной сработке водохранилища. Установлено, что при увеличении скорости сработки водохранилища возрастают градиенты фильтрации и, соответственно, фильтрационные гидродинамические силы. Это необходимо для оценки фильтрационной прочности элементов грунтовых плотин и для определения устойчивости откосов в анизотропных грунтах.

6. Обосновано, что при расчете устойчивости откосов при неустановившейся фильтрации в анизотропных грунтах правильный учет фильтрационных сил имеет большое значение. Анализ существующих

методов показало, что при учете фильтрационных сил использование метода И.Федорова и В.Забавина, даёт возможность получения более точных результатов.

7. Расчеты устойчивости верхового откосов с учетом анизотропности грунтов показало, что при небольших скоростях снижения откосов до 2 м/сут устойчивость верхового откоса повышается по сравнению с плотиной с изотропными грунтами за счет более равномерного изменения фильтрационного напора в расчетной области. При больших скоростях сработки уровня воды (3-5м/сут и более) возможно значительное отставание кривой депрессии от уровня воды верхнего бьефа и появления опасного гидродинамического давления воды направленного в сторону верхового откоса. Это в свою очередь приводит к понижению устойчивости верхового откоса.

8. Учет анизотропности грунтов значительно снижает устойчивость низового откоса, это происходит в результате повышения положения кривой депрессии в анизотропных грунтах.

9. Доказано о необходимости разработки конструктивных мероприятий повышающий устойчивость откосов при снижения уровня воды в верхнем бьефе. В плотинах с анизотропными грунтами в качестве таких мероприятий можно рекомендовать: при $K_{гор.} > K_{вер}$ вертикальные дренажи и фильтрационные стаканы, а при $K_{гор.} < K_{вер}$ многоярусные горизонтальные дренажи. Рациональное использование схемы дренирования в упорных призмах грунтовых плотин в анизотропных грунтах даёт возможность значительного снижения объёма и стоимости строительства.

10. Результаты исследований внедрены при проектировании грунтовых плотин Сардобинского и при эксплуатации грунтовых плотины Резаксайского, Чартокского и Каттакурганского водохранилища.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES DSc
27.06.2017.T.10.02AT TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND
AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

**TASHKENT INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CIVIL
ENGINEERING**

BAYMATOV SHAKHRIDDIN KHUSHVAKHTOVICH

**IMPROVEMENT OF METHODS OF CALCULATION OF
UNSTABLE FILTRATION IN DAMS WITH ANISOTROPIC SOILS**

05.09.06 – Hydrotechnical and meliorative construction

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

TASHKENT – 2019

The theme of doctoral dissertation (PhD) was registered at the Main Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with number No. B2019.2.PhD/T1228

Dissertation was done at Tashkent institute of architecture and civil engineering
The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website (www.tiim.uz) and on the information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Fayziev Khomitkhon

Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Eshev Sobir Samatovich

doctor of technical sciences, professor.

Rakhmatov Norkobil Rakhmatovich

candidate of technical sciences, associate professor.

Leading organization:

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

Defense of the thesis will be held « 17 » 20 January 2020 at 14⁰⁰ house at a meeting of Scientific council DSc.27.06.2017.T.10.02 at the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers at the address: 100000, Tashkent, st. Qori Niyoziy, 39, tel. (+99871) 237-19-61, 237-22-09 fax: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@www.tiame.uz

The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Center of the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (registration No 121). Address: 100000, Tashkent, Qori Niyoziy, 39, tel. (+99871) 237-19-45. e-mail: (admin@tiame.uz).

Abstract of dissertation was sent « 30 » 12 2019 y.
(of the registry protocol No. 121 from « 30 » 12 2019 y)



T.Z.Sultanov

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

A.A.Yangiev

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

M.R.Bakiev

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

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The aim of research: improving methods for calculating transient filtration in the body and foundation of soil dams, taking into account their anisotropy and determining their effect on the stability of slopes.

The object of research are soil dams of reservoirs of the Republic of Uzbekistan.

The scientific novelty of the research is as follows: Improved methods for calculating transient filtration in the body and foundation of soil dams, taking into account the anisotropy of soils; the influence of heterogeneity and anisotropy of the soil on the formation of the filtration regime of soil dams and the main parameters of the filtration flow are substantiated: the position of the depression surface, the values of the filtration gradients and costs; the influence of soil anisotropy on the stability of slopes of soil dams with unsteady filtration is determined; design measures were selected and recommended to ensure the stability of slopes of soil dams with anisotropic soils with unsteady filtration.

Implementation of the research results. Based on the results obtained by an improved methodology for calculating transient filtration in dams with anisotropic soils: An improved methodology for calculating transient filtration in the body and foundation of soil dams with anisotropic soils was used to calculate transient filtration in the body and base of the soil dam of the Chartok Reservoir, the Inspectorate Uzgosvodkhoznadzor under the Ministry of Water Resources (Certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 03/25-3602 of September 18, 2019). The developed program and algorithms make it possible to calculate transient filtration in dams with anisotropic soils, and to determine the effect of soil anisotropy on the stability of the uphill slope of soil dams, which significantly reduces the calculation time of transient filtration and improves the accuracy of determining the reliability and safety of soil dams.

The effects of heterogeneity and anisotropy of the soil on the formation of the filtration regime of soil dams and the main parameters of the filtration flow in the body and base of soil dams were used to calculate unsteady filtration in the body and base of soil dams of the Rezaksai reservoir by the Operation Department of the Rezaksai reservoir under the Ministry of Water Resources (Information from the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 03/25-3602 of September 18, 2019). As a result of which the calculation time for transient filtration is significantly reduced and the accuracy of the influence of transient filtration parameters on the stability of the uphill slope of soil dams is increased.

The influence of soil anisotropy on the stability of slopes of soil dams during transient filtration was used in the design of the soil dam of the Sardoba reservoir by the design institute UZGIP LLC under the Ministry of Water Resources

(Certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 03/25-3602 of September 18, 2019). As a result, the developed program and algorithm makes it possible to calculate transient filtration in dams with anisotropic soils and determine the effect of soil anisotropy on the stability of over-slope of soil dams. as a result of which the calculation time for transient filtration is significantly reduced and the accuracy of determining the reliability and safety of soil dams is increased.

An improved methodology for calculating transient filtration in the body and foundation of soil dams with anisotropic soils and the effect of soil anisotropy on the stability of slopes of soil dams was used to calculate the transient filtration of the soil dam of the Kattakurgan reservoir by the Irrigation and Water Problems Institute under the Ministry of Water Resources (Information from the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan for No. 03 / 25-3602 of September 18, 2019). As a result, the calculation time for transient filtration is significantly reduced and the accuracy of determining the reliability and safety of soil dams is increased.

Dissertation composition and volume. The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHEDWORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Файзиев Х., Байматов Ш.Х., Рахимов Ш.А., Хожиев Т.К., Хажиев И.О. Численный метод расчета нестационарной фильтрации в грунтовых плотинах с учетом неоднородности среды и анизотропности грунтов. Архитектура. Қурилиш. Дизайн илмий амалий журнал. ТАҚИ 2018.-№ 3-4.-Б 121-124 [05.00.00 №4]

2. Файзиев Х., Байматов Ш.Х., Рахимов Ш.А. Расчет неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с пластовым дренажом с учетом фильтрационной анизотропности грунтов. Архитектура. Қурилиш. Дизайн илмий амалий журнал. ТАҚИ 2018.-№ 3-4.-Б 170-173 [05.00.00 №4]

3. Файзиев Х., Байматов Ш.Х., Рахимов Ш.А. Оценка влияние неустановившейся фильтрации на устойчивость верхового откоса грунтовых плотин. Архитектура. Қурилиш. Дизайн илмий амалий журнал. ТАҚИ 2019.-№ 1.-Б 134-138 [05.00.00 №4]

4. Файзиев Х., Рахимов Ш.А., Байматов Ш.Х. Нотурғун филтрацияда грунтли тўғонлар қиялиги турғунлигини ҳисоблашда филтрация кучларини ҳисобга олиш. Архитектура. Қурилиш. Дизайн илмий амалий журнал. ТАҚИ 2019.- № 1.-Б 138-140 [05.00.00 №4]

5. Файзиев Х., Байматов Ш.Х., Рахимов Ш.А. Грунтларни филтрацияга оид анизотроплигини ҳисобга олиб нотурғун филтрацияни ҳисоблашни мавжуд усулларини таҳлил қилиш. Архитектура. Қурилиш. Дизайн илмий амалий журнал. ТАҚИ 2019.- Махсус сон.-Б 252-254 [05.00.00 №4]

6. Fayziev Kh., Baymatov Sh, Rakhimov Sh., Khodjiev T., Khadjiev I., The Calculation of Unsteady Filtration in Uniform Ground Dams Taking into Account Filtration Anisotropic Grounds. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 7, July 2019. Pp. 10284-10288. [05.00.00 №8] ijarset.com

II бўлим (II часть; II part)

7. Файзиев Х., Байматов Ш., Боходирова М. Грунтли тўғон дренажланган юқори таянч призмасида нотурғун филтрацияга оид тадқиқотлар. ТАҚИ «Архитектура-қурилиш фани ва давр» мавзусидаги XXII анъанавий конференция материаллари. 2013, 81-82б.

8. Файзиев Х., Хусанходжаев У., Байматов Ш., Рахимов Ш. Исследования и разработка конструкции, гидротехнических сооружений на слабоустойчивых грунтах. “Бионоларни лойиҳалашнинг функционал асослари” Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. 2015. 182-185б.

9. Хусанходжаев У.И., Байматов Ш., Рахимов Ш. Хошимов Т. Опыт использования метода «стена в грунте» на примере строительства противодиффузионной завесы (пфз) султансанджарской дамбы Туямуюнского гидроузла. “Биноларни лойиҳалашнинг функционал асослари” Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. 2015. 159-160б

10. Файзиев Х., Байматов Ш.Х., Рахимов Ш.А. Методы дренирования и защиты откоса от оползания при неустановившейся фильтрации. Сборник статей по материалам XLIII-XLIV международной научно-практической конференции. Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке. Новосибирск Изд. “Сибак” 2019. № 13-14(39) С. 36-45

11. Файзиев Х., Байматов Ш.Х., Рахимов Ш.А. К расчету неустановившейся фильтрации в анизотропных грунтовых плотинах без дренажа. Сборник статей по материалам XXXII-XXXIII международной научно-практической конференции. Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке. Новосибирск Изд. “Сибак” 2019. № 2-3(31) С. 32-34

12. Fayziev Kh., Khozhiev T. K., Baymatov Sh. Kh., Rakhimov Sh.A., Numerical solution of the boundary value problem of unsteady filtering in earth dams with account of filtration anisotropy in soils by the method of finite differences. European science review, 2019.- № 1–2 January–February.- Pp.130-134.

13. Fayziev Kh., Baymatov Sh. Kh., Rakhimov Sh.A. Estimation of the effect of filtration anisotropy of grounds on the sustainability of ground dams under unsteady filtering. International Journal of scientific & technology research. Vol. 8, Issue 06, June 2019. Pp. 317- 318.

14. Байматов Ш. Грунтларни филтрацияга оид анизотроплиги. Актуальные вопросы повышения энергоэффективности гражданских зданий и сельских жилых домов. Сборник научных трудов международной научно-технической конференции. 10-11-апреля 2019г. Б 236-237

15. Файзиев Х., Байматов Ш.Х. Оценка влияния анизотропности грунтов на устойчивости низового откоса грунтовых плотин. Материалы конференции инновационные технологии в строительстве, ТАСИ. 2019. 35-36С.

Автореферат “Архитектура.Қурилиш.Дизайн” илмий-амалий журнал
таҳририятидан ўтказилди ва матнларини мослиги текширилди
(09.12.2019 йил)

Бичими 60x84¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи: _____ Адади _____. Буюртма №_____.
АКТИВ PRINT босмаҳонаси.
Босмаҳона манзили: 100100, Тошкент ш., Чилонзор 25, Лутфий кўчаси 1а-уй