И.РАЗЗАКОВ атындагы
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ

Б.ЕЛЬЦИН атындагы КЫРГЫЗ-ОРУС СЛАВЯН УНИВЕРСИТЕТИ

Д.01.22.652 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда

УДК: 536.5.081+624.139.34 (043.3)

Шекеев Кубан Рыспаевич

ТҮБӨЛҮКТҮҮ ТОҢДУН ШАРТЫНДА ЖАЙГАШКАН КУРУЛУШТАРДЫН ТЕМПЕРАТУРАЛЫК РЕЖИМИ

01.02.05 – Суюктук, газ жана плазманын механикасы адистиги

Физика-математикалык илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын
авторефераты

Бишкек – 2023

Диссертациялык иш И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин Колдонмо математика жана информатика кафедрасында аткарылды.

Илимий жетекчи: **Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич**
Кыргыз Республикасынын УИАнын мүчө-корреспонденти, физика-математикалык илимдердин доктору, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин колдонмо математика жана информатика кафедрасынын профессору

Расмий оппоненттер: **Курбаналиев Абдыкерим Ырысбаевич**
физика-математикалык илимдердин доктору, доцент, Ош мамлекеттик университетинин табигый илимдер жана математика кафедрасынын башчысы
Дыйканова Айнура Тынчыбековна
физика-математикалык илимдердин кандидаты, доцент, К.Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университетинин жогорку математика жана математикалык үлгүлөө кафедрасынын башчысы

Жетектөөчү уюм: К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетинин матматика, информатика жана окутуунун технологиясы кафедрасы, 722200, Кыргыз Республикасы, Каракол шаары, Абдрахманов көч., 103

Диссертациялык ишти коргоо 2023-жылдын 29 сентябрында саат 16.00дө И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин, дареги: 720044, Бишкек ш., Ч.Айтматов проспекти, 66, www.kstu.kg жана Б.Ельцин атындагы Кыргыз-орус славян университетинин, дареги: 720044, Бишкек шаары, Киев көчөсү, 446, www.krsu.edu.kg. алдындагы Д.01.22.652 диссертациялык кеңешинин отурумунда өтөт.

Диссертациялык иш менен И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин жана Б.Ельцин атындагы Кыргыз-орус славян университетинин илимий китепканаларынан таанышууга болот.
Дареги: 720044, Бишкек шаары, Ч. Айтматов проспекти, 66 www.kstu.kg жана 720044, Бишкек шаары, Киев көчөсү, 44, www.krsu.edu.kg.

Автореферат 2023-жылдын 25 августунда таркатылды.

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы, ф-м.и.к. Кожошов Т.Т.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациялык изилдөө темасынын актуалдуулугу. Кендерди иштетүү, түбөлүк тоң шарттарында жайгашкан курулмаларды куруу, тоо тектеринин эришинин, тоңушунун жана техногендик таасирлердин курулуштардын коопсуздугуна жана айлана-чөйрөгө тийгизген таасирин изилдөө үчүн атайын изилдөөлөрдү талап кылат.

Тоо тектеринин жылуулук режими атмосфера менен жылуулук жана масса алмашуу процесстеринин, ошондой эле техногендик таасирлердин натыйжасында пайда болот. Түбөлүк тоң аймагында жайгашкан курулмалардын (жер туюккабынын, тогоон тулкусунун, алтын кен фабрикаларынын ж.б.) жылуулук режиминин бузулушу курулмалардын туруктуулугун жоготууга алып келиши мүмкүн, бул эбегейсиз экономикалык жана экологиялык кесепеттерди жаратат. Демек, физикалык процесстердин чыныгы факторлорун эске алуу менен түбөлүк тоң аймагында температуралык жана чыпкалоо процесстерин изилдөө, жылуулук жана масса алмашуу маселелерин чечүүнүн математикалык үлгүлөрүн жана методдорун өркүндөтүү - бул актуалдуу жана маанилүү илимий-изилдөө маселеси болуп саналат.

Диссертация темасынын илимий жана мамлекеттик программалар менен байланышы.

- КРнын Билим берүү жана илим министрлигинин Илим департаментинин «Масса жана жылуулук берүү процесстерин математикалык үлгүлөө жана аларды чечүү методдору» долбоору, 2012 - 2014-жж.
- «Кыргыз Республикасынын өнөр жайындагы физикалык жана техникалык көйгөйлөрдү чечүүнүн инновациялык технологиялары» илимий-изилдөө иштери боюнча отчет, 2013-ж.
- Россиялык фундаменталдык изилдөө фондунун эл аралык №14-05-90116 илимий долбоору (Россия Илимдер академиясынын Сибирдеги бөлүмүнүн Тоо-кен институтунун окумуштуулары менен биргеликте, Новосибирск шаары), 2014-2015-ж.

Диссертациялык изилдөөнүн максаты ар кандай климаттык жана техногендик факторлордун айкалышкан аракетинин таасири астында түбөлүк тоң шарттарында жайгашкан геотехникалык курулманын температуралык режимин изилдөө болуп саналат.

Бул максатка ылайык, негизги изилдөө милдеттери төмөнкүдөй түзүлдү:

- тоң кыртыштын температуралык режиминин өзгөрүшүнө климаттык жана техногендик факторлордун айкалышкан таасиринин ар кандай варианттары боюнча изилдөө жүргүзүү;
- тогоон тулкусунун эрүү жана тоңуу процесстерине жана түбөлүк тоң аймагында жайгашкан жер туюккабынын негизине сандык анализ жүргүзүү;
- көлмөдөгү суунун жана айлана-чөйрөнүн температурасынын таасири астында жер туюккабынын негизинин жана тогоон тулкусунун жогорку башынын эрүү

процессине суунун жана жылуулук өткөрбөй турган тасма каптамдын таасирин изилдөө жүргүзүү;

- тоң кыртыштын эрүү терендигин изилдөө үчүн жер туюккабынын негизине кошунду түрүндө салынган калдыктардын температуралык талааларын жана жер туюккабынын негизинин температуралык талааларын эсептөө.

Изилдөө ишинин илимий жаңылыгы төмөнкүлөр болуп саналат:

• кардын, өсүмдүктөрдүн катмарынын жана рельефтин изилдөө аймагындагы тоо тектердин тоңушуна жана эришине тийгизген таасири изилденди;

• суу сактагычтын негизинин эрүү процесси суунун температурасына жараша сан жагынан изилденди;

• көлмөдөгү суунун жана айлана-чөйрөнүн температурасынын таасири астында жер туюккабынын негизинин жана тогоон тулкусунун жогорку башынын эрүү процессине суунун жана жылуулук өткөрбөй турган тасма каптамдын таасири изилденди;

• суунун температурасы менен кошундунун жер туюккабынын негизинин эрүү процессине өз ара таасири изилденди.

Диссертациялык изилдөөнүн теориялык жана практикалык маанилүүлүгү. Сунушталган ыкма жана алгоритм ар кандай климаттык факторлорду эске алуу менен түбөлүк тоң аймагында жайгашкан курулмалардын температуралык режиминин колдонмо маселелерин чечүүдө негиз боло алат, бул түбөлүк тоң аймагында курулуштарды жана имараттарды долбоорлоо, куруу жана эксплуатациялоо үчүн негиз болуп саналат.

Диссертациялык изилдөөнүн коргоого чыгарылган негизги жоболору:

1. Ар кандай климаттык жана техногендик факторлордун тоң кыртыштын температуралык режимине тийгизген таасирин изилдөөнүн жыйынтыктары.

2. Көлмөдөгү суунун температурасына жараша суу сактагычтын негизинин эрүүсүнүн мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды.

3. Көлмөдөгү суунун жана айлана-чөйрөнүн температурасынын таасири астында жер туюккабынын негизинин жана тогоон тулкусунун жогорку башынын эрүү процессине суунун жана жылуулук өткөрбөй турган тасма каптамдын таасирин изилдөөнүн жыйынтыктары;

4. Эсептөө тажрыйбаларын жүргүзүү аркылуу математикалык моделге негизделген чектүү элементтик ыкма (Comsol) менен сандык үлгүлөө суунун, кошундунун температурасын жер туюккабынын эрүү процессине өз ара таасирин изилдөөгө мүмкүндүк берет.

Изденүүчүнүн жеке салымы. Климаттык жана техногендик факторлордун таасиринин өзгөчөлүктөрүн, кошундунун температуралык талаалары менен жер туюккабынын негизинин өз ара таасирин чагылдырган сандык талдоо жүргүзүлдү. Түбөлүк тоң шарттарында жайгашкан курулмалардын температуралык режимине таасир этүүчү олуттуу факторлор аныкталды.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын апробациялоо. Диссертациянын негизги жоболору И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинде өткөрүлгөн илимий-практикалык конференцияларда, Бишкек, 2012-2013-жж.; КР ВАКтын «Илим жана жаңы технологиялар» республикалык илимий-теориялык журналында, Бишкек, 2014; И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинде "Инновация - жаштар үчүн багыт" аттуу жаш окумуштуулардын эл аралык илимий-техникалык конференциясында, Бишкек, 2014-ж., КРнын Улуттук Илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өнүктүрүү институтунун «Туташ чөйрө механикасынын заманбап көйгөйлөрү» журналында, Бищкек, 2015-ж., «Заманбап илим. Актуалдуу көйгөйлөр жана аларды чечүү жолдору» журналында, Липецк, 2016, «Заманбап илимдин дарамети» журналында, Липецк, 2016, «Гуманитардык жана табигый илимдердин актуалдуу маселелери» журналында, Москва, 2016-ж, 2017-ж., И.Раззаков атындагы КМТУнун 65 жылдыгына эл аралык илимий-практикалык конференцияда - Бишкек, 2019, кафедранын илимий-техникалык семинарынын кеңейтилген отурумунда, Бишкек, 2020-ж. жарыяланган жана баяндалган.

Диссертациянын жыйынтыктарынын басылмаларда толук жарыяланышы. Изилдөөнүн натыйжалары жана диссертациялык иштин негизги жоболору изилденип жаткан тема боюнча ар түрдүү илимий басылмаларда жарык көргөн 10 илимий иште чагылдырылган. Анын ичинен 1 иш КРнын ЖАКтын илимий-теоретикалык журналында, 1 иш Жаш окумуштуулардын жарчысында, 3 иш КМТУнун Кабарларында, 4 баяндама РФнын ИЦИ тутумуна кирген журналдарда, ошондой эле эл аралык илимий-практикалык конференциялардын материалдарында чыгарылган.

Диссертациянын түзүмү жана көлөмү. Диссертациялык иш киришүүдөн, үч баптан, тыянактардан, 116 аталыштагы пайдаланылган адабияттардын тизмесинен турат. Иштин жалпы көлөмү 177 бетти түзөт, анын ичинде 22 жадыбалды, 47 сүрөттү камтыйт.

ИЗИЛДӨӨ ИШИНИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө изилдөө ишинин актуалдуулугу негизделген, изилдөөнүн максаттары жана милдеттери, коргоого чыгарылган негизги жоболору аныкталган.

Биринчи бапта түбөлүк тоң аймагындагы курулмалардын температуралык режимин изилдөө маселелерине жана методдоруна талдоо жүргүзүлдү, түбөлүк тоң шарттарындагы курулмалардын температуралык режимине таасир этүүчү негизги факторлор изилденди, кыртыштын тоңушунун тереңдиги эсептелди жана кыртыштын тоңуу тереңдигине жана эришине эң чоң таасирин тийгизген факторду аныктоо боюнча талдоо жүргүзүлдү. Кыртыштын тоңушунун тереңдигине шамалдын жүктөмүнүн таасири изилденди жана эсептөөлөр аткарылды.

Кыргыз Республикасында пайдалуу кен чыккан жерлердин көпчүлүгү бийик тоолуу, климаттык шарттары татаал аймактарда, түбөлүк тоң аймагында

жайгашкан. Бийик тоолуу аймактарда алтынды жана башка пайдалуу кендерди казып алуунун өнүгүшүнө байланыштуу Кыргызстандын окумуштууларынын конкреттүү объектилер боюнча илимий-колдонмо изилдөөлөрү ал объектилердин өзгөчөлүктөрүнө жана изилденбегендигине карата өзгөчө ыкмаларды талап кылат. Тоо-кен тармагы жана технологиялары өнүккөн башка өлкөлөрдө бул багыттагы көйгөйлөр боюнча иликтөөлөр жетиштүү деңгээлде изилденген.

Гидроэнергетика, суу менен камсыздоо, жер туюккаптарын түзүү үчүн түндүк аймактарда гидротехникалык курулуш маселелерине Г.Ф.Биянов, Н.А.Бучко, Я.А.Кроник, Г.И.Кузнецов, В.Л.Куперман, И.А. Максимов, Ю.Н. Мызников, Б.А.Оловин, М.П.Павчич, Г.А.Распопина, Е.А.Смирнов, Н.Г.Трупак, Р.В.Чжандын эмгектери арналган.

Түбөлүк тоң аймагындагы гидротехникалык курулмалардын температуралык режимин эсептөө Анискин Н. А., Биянов Г. Ф., Горохов Е. Н., Горохов М. Е., Кочубиевская Р. Л., Соболь С.В., Клейн И. С., Битюрин А. К., Оловин Б. А., Цвик А. М., Максимов И. А., Цыбина А.М., Шугаева Р.Т. , Чукин Б.А., Чукин Р.Б. ж.б. окумуштуулардын эмгектеринде жүргүзүлгөн.

Чыпкалоочу жана жылуулук процесстерин изилдөө маселелерин Кыргыз Республикасында илимпоздор М.Ж. Джаманбаев, Ч.Дж Джаныбеков, А.И. Исманбаев, Б.И. Бийбосунов, Чукин Б.А., Чукин Р.Б. жана башкалар изилдеп келишет.

Түбөлүк тоң аймагындагы курулмалардын температуралык режимин изилдөө боюнча эл аралык илимий долбоордун алкагында Россия Илимдер академиясынын Сибирь филиалынын Тоо-кен институтунун окумуштуулары Л.А. Назарова, Л.А. Назаров жана кыргыз окумуштуулары Джаманбаев М.Ж., Чыныбаев М.К. тарабынан зор иш жүргүзүлгөн. Биргелешкен изилдөө түбөлүк тоң аймагындагы гидротехникалык курулуштардын чет жакасында жылуулук жана масса алмашуу процесстерин үлгүлөө маселелерине арналган.

Тоо тектеринин тоңуу процессине климаттык факторлордун таасирин изилдөө натыйжалары мисал келтирилген.

Белгилүү бир объект үчүн, кыртыштын тоңуу процессине кар катмарынын тийгизген таасири Крылов формуласы боюнча сан жагынан көрсөтүлгөн [7].

1. Кар катмары эсепке алынбаган шарттагы кыртыш – чопо-кумдуу топурак τ = 5040 саат (210 күн же 7 ай); θ = 13.4 °C; i = 0.9; α = 20.0 ккал/м^2·г·саат; W (чопо-кумдуу топурак) = 15%; $\gamma_{ск}$ = 1540 кг/м^3; $\lambda_т$ = 2.2 ккал/м·град·саат (4-жадыбалда көрсөтүлгөн); q = 8.3 ккал/м^2·саат. Кыртыштагы бардык муздарды эритүү үчүн керектелүүчү жылуулуктун өлчөмү

$$Q = \lambda_{ск} \frac{W}{100} \cdot i \cdot 80 = 16632 \text{ ккал/м}^3$$

Чоңдугу боюнча жылуулук каршылыгына барабар болгон топурак кыртышынын калыңдыгы

$$S = \lambda / \alpha = 0.11 \text{ м.}$$

Тоңдурулган абалда топурактын көлөмдүк жылуулук сыйымдуулугу

$$C = \gamma_{ск} \cdot 0.20 + \gamma_{ск} \frac{W}{100} \cdot i \cdot 0.50 + \gamma_{ск} \frac{W}{100} (1-i) \cdot 1.0 = 435.05 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{град.}$$

7 ай ичинде кар жаабаган шарттарда, топурак 2.61 м. ге чейин тоңот.

2. Кар катмары эсепке алынган шарттагы кыртыш – чопо-кумдуу топурак буга чейин көрсөтүлгөн эсептөөлөргө окшош: τ = 5040 саат; θ = 13.4 °C; i = 0.8; α = 20.0 ккал/м^2·г·саат; W (чопо-кумдуу топурак) = 15%; $\gamma_{ск}$ = 1540 кг/м^3; $\lambda_т$ = 2.2 ккал/м·град·саат; q = 8.3 ккал/м^2·саат.

Бул учурда, топурак ошол эле убакыт аралыгында h = 0.92 м тереңдикке чейин тоңот. Алынган натыйжалардын ишенимдүүлүгү башка илимпоздор тарабынан алынган эсептөөлөрдүн натыйжалары менен тастыкталат (Лукьянов В.С., Головко М.Д.). Жыйынтык көрсөткөндөй, кар катмары топурактын тоңушунун тереңдигине олуттуу жылуулук таасирин тийгизет.

Эсептөө тажрыйбаларынын негизинде тоңдуруу тереңдигине башкалардан көбүрөөк таасир тийгизген климаттык фактор аныкталды. Топурактын тоңушуна тереңдиктен жылуулук агымынын чоңдугу көбүрөөк таасир этет (ылдый жактагы жылуулук агымынын коэффициентинин маанисинин 24% га төмөндөшү, тоңуу тереңдигинин 12,8% га (2,99 м) көбөйүшүнө алып келет).

Топурактын тоңушунун тереңдигине эң чоң таасирин тийгизген экинчи фактор - бул топурактын нымдуулугу (топурактын нымдуулугунун 29% га төмөндөшү топурактын тоңуп калышынын тереңдигинин 8,7% га (2,85 м) көбөйүшүнө алып келет. Талдоонун жыйынтыгы боюнча, кыртыштын жылуулук коэффициенти кыртыштын тоңушунун тереңдигине эң аз таасирин тийгизери аныкталды (топурактын жылуулук берүү коэффициентинин 20% га төмөндөшү тоңдуруу тереңдигинин 4,2% га (2,50 м) азайышына алып келет)).

Шамалдын ылдамдыгынын тоңуу тереңдигине тийгизген таасирин эске алуу үчүн Антарктида изилдөөчүлөрү Пол Сейплдин жана Чарльз Пасселлдин формуласы колдонулду [5].

Эсептөөнүн натыйжалары көрсөткөндөй, шамалдын ылдамдыгы 5 км / саат болгондо, топурактын тоңуп калуу тереңдиги шамалды эсепке албай тереңдикти эсептөөгө караганда 17% га жогорулайт. Шамалдын ылдамдыгы 10 км/саат болгондо, топурактын тоңуу тереңдиги тынч аба-ырайы менен салыштырганда баштапкы маанисинен 44.7% га жогорулайт.

Өсүмдүк катмарынын температуралык режимге тийгизген таасирин баалоо үчүн жогоруда каралган объект боюнча эсептөө тажрыйбасы жүргүзүлдү.

Эсептөө жыйынтыктары көрсөткөндөй, өсүмдүк катмарынын таасири астында 210 күн (7 ай) кыш мезгилинде топурак h = 0.89 м тереңдикке чейин тоңот. Бул жылуулук касиетине байланыштуу өсүмдүк катмары топурактын тоңуу тереңдигин азайтарын билдирет. Өсүмдүктөр жок болгон учурда, тоңуу тереңдиги 2.61 м түзгөндүктөн, өсүмдүк катмарынын болушу жылаңач аймактан айырмаланып, тоңуу тереңдигин 66% га төмөндөтөт.

Тоолуу аймактарда рельефтин бийиктигинин өзгөрүшүнө чөкмөлөрдүн курамындагы жана алардын нымдуулугундагы айырмачылык байланыштуу болот, кар катмарынын калыңдыгы, өсүмдүктөрдүн туташтыгы жана түрдүк

курамы ж.б. өзгөрөт, б.а. тоо тектеринин мезгилдүү тоңуу (эрүү) түрлөрүнүн бардык классификациялык көрсөткүчтөрүндө өзгөрүү жүрөт.

2.61 метрге барабар тоңуу тереңдигинин мааниси шамал учурган кардын куюлган капталдарына (дөңсөлүү рельеф формалары бар жантаймаларга) туура келет. Шамалдын таасири менен ойдуңдарда кар массасы жетиштүү көлөмдө топтолгондуктан, мындай жерлерде тоңуу тереңдиги 64.75% га (0.92 м) төмөндөйт. Өсүмдүктөрдүн катмары, кыртыштын жылаңач бетинен айырмаланып, карды топтойт, анткени өсүмдүктөр менен кар катмарларынын биргелешкен аракети менен тоңуу тереңдиги 65.9% га (0.89 м) төмөндөйт.

Экинчи бапта климаттык факторлордун кыртыштын эришинин температуралык режимине тийгизген таасирин изилдөөнүн колдонулуп жаткан ыкмалары келтирилген.

Кыртыштын эришине таасир этүүчү негизги климаттык мүнөздөмөлөр катары изилдөөчүлөр төмөнкүлөрдү эсептешет: абанын температурасы, күн нуру, кар катмарынын бийиктиги, ошондой эле рельеф, кыртыштын курамы жана нымдуулугу.

Кыртыштын эрүү процессине ар кандай климаттык факторлордун таасирин баалоо. Топурактын эришинин тереңдигин эсептөө үчүн В.В. Докучаев, И.А. Золотарь, В.Т. Балобаевдердин методикасы пайдаланылды, анткени ал жылуулук теңдеминин эң маанилүү компоненттерин, мисалы, R нурлануу теңдемин, LE буулануу үчүн жылуулукту, топурактын жана абанын температурасын, ошондой эле атмосфера менен кыртыш бетинин ортосундагы жылуулук коэффициентин эске алат.

Топурактын эришинин тереңдиги төмөнкү формула боюнча эсептелди:

$$\frac{\lambda_T}{Q_з}\cdot t'\cdot\tau=\frac{\lambda_T}{\alpha_k}h+\frac{h^2}{2} \qquad (2.1)$$

где

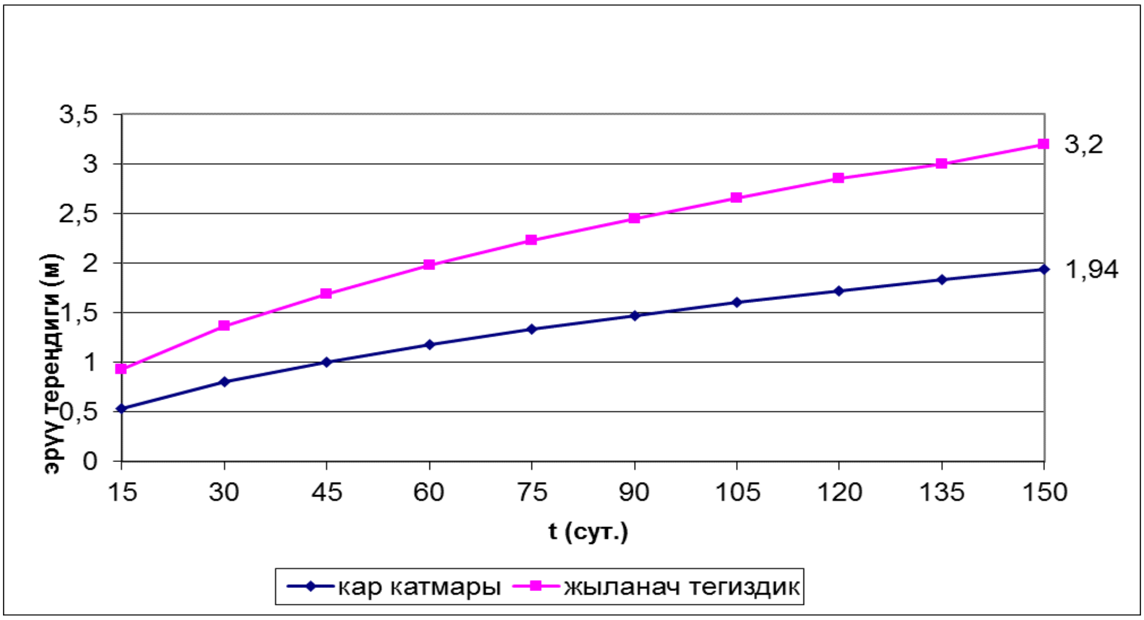
$$t'=t+\frac{R-LE}{\alpha_k} \qquad Q_з=L\cdot g\cdot\left(\frac{w-w_Н}{100}\right) \qquad (2.2)$$

Бул жерде: $Q_з$ – кыртыштын бети аркылуу өткөн жылуулуктун көлөмү; t – абанын орточо температурасы; R – нурлануу теңдеми; LE – буулануу көлөмү; α_k – конвективдик жылуулук берүү коэффициенти; λ_T – кыртыштын жылуулук өткөрүмдүүлүгүнүн коэффициенти; τ - эсептөө мезгили (убакыт); L – фазалык өтүүнүн жылуулугу; g – көлөм салмагы; W – нымдуулук; $W_Н$ – тоңбогон суунун курамына туура келген нымдуулук.

Сандык тажрыйба жүргүзүү үчүн баштапкы маалыматтар катары рельефке байкоо жүргүзүү маалыматтары жана жадыбалдык маалыматтар болгон [7].

1-сүрөттө нурлануу теңдеминин бирдей маанисинде кар катмарынын кыртыштын эрүү тереңдигине тийгизген таасирин көрсөткөн эсептөө тажрыйбасынын натыйжалары келтирилген.

Объектиде кардын болушу кыртыштын температурасын төмөндөтөт жана ошого жараша кыртыштын эрүү тереңдиги төмөндөйт. Графиктен көрүнүп тургандай, беш айдын ичинде кардын жаашы эрүү тереңдигин 39.4% (130 см) төмөндөтөт.



1-сүрөт. Кар катмарынын кыртыштын эрүү тереңдигине тийгизген таасири

Өсүмдүктөрдүн катмарынын кыртыштын эрүү тереңдигине тийгизген таасирин баалоодо кыртыштын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти үчүн төмөнкү маанилер кабыл алынды: 0.64; 0.38; 0.27; 0.2 (λ_T = 1.91 ккал/ м·град·саат – кыртыштын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти).

Сандык тажрыйба жүргүзүү үчүн баштапкы маалымат катары алдыңкы мисалдын берилиштерин пайдаландык.

Сандык тажрыйбанын маалыматтарына жана өсүмдүктөрдүн катмарынын топурактын температуралык режимине тийгизген таасири жөнүндө байкоо маалыматтарына таянып, төмөнкүдөй тыянак чыгарууга болот:

1. Өсүмдүктөрдүн катмары жыланач тегиздиктине салыштырмалуу кыртыштын эрүү терендигин төмөндөтөт. Өсүмдүк кыртышынын жылуулук өткөрүмдүүлүгү төмөн деп кабыл алынган шартта эрүү тереңдиги 64,6% га (2,07 м.) төмөндөгөн.

2. Кар жана өсүмдүктөр катмарларынын бириккен таасири кыртыштын эрүү тереңдигин азайтууга жардам берет. Кыртыштын жылуулук өткөрүмдүүлүгү төмөн деп кабыл алынган шартта эрүү тереңдиги жыланач тегиздикке салыштырмалуу 58.76% га (1,88 м. ге) төмөндөгөн.

Кыртыштын эрүү тереңдигине рельефтин тийгизген таасири. Мурунку эсептөөлөрдүн натыйжалары горизонталдуу тегиздиктинин натыйжалары катары кабыл алынган.

2.1 формула боюнча мындай баштапкы маалыматтарга ээ горизонталдуу тегиздик шартында жыланач тегиздик үчүн эрүү тереңдиги 3.2 метрге, кар жааган аянт үчүн 1.94 метрге жеткен. Эгерде горизонталдуу тегиздикти

өсүмдүктөр каптаса, анда эрүү тереңдиги жылаңач жер үчүн 1.36 метрге, кар жааган жер үчүн 0.8 метрге жетмек.

Эксперименталдык маалыматтарга ылайык [4], ≈ 40° жантайыңкы тоо боорлору үчүн нурлануу теңдеми горизонталдык тегиздикке караганда 30% га жогору болот.

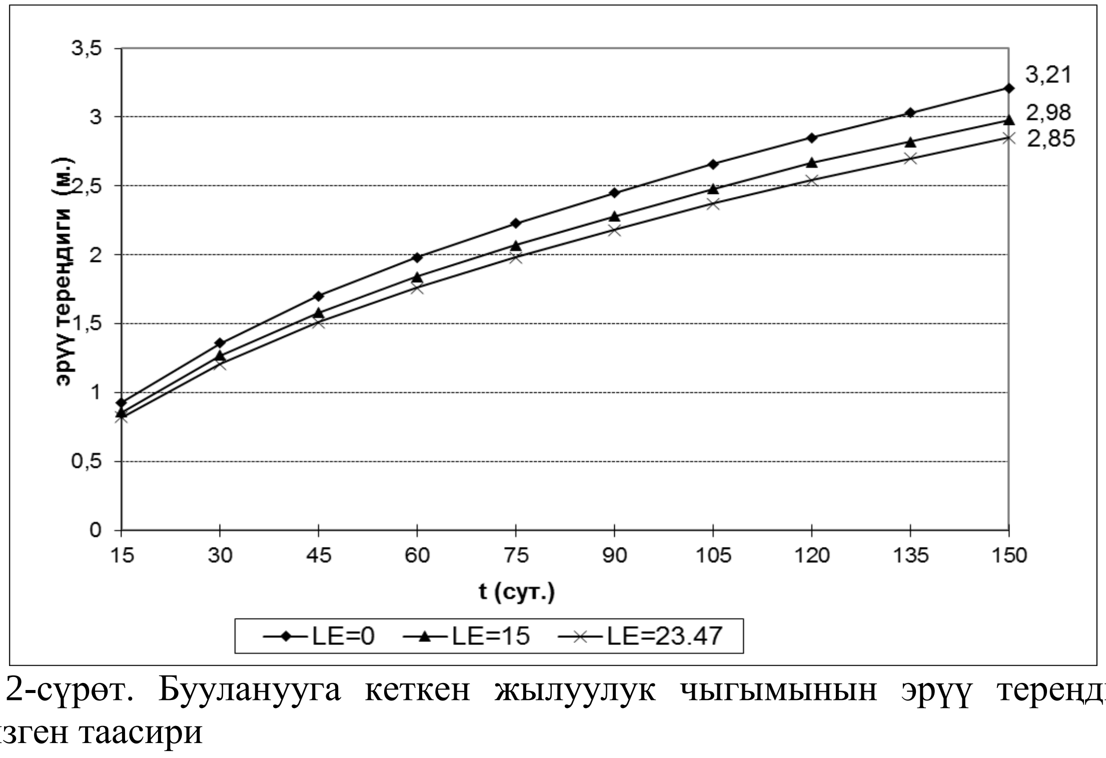
Бул маалыматтарды колдонуп, ≈ 40° жантайыңкы тоо боорлору үчүн эрүү тереңдигин эсептесек болот, ал үчүн горизонталдуу тегиздик үчүн эсептөөдө пайдаланылган нурлануу теңдеминин маанисин 30% га ашыгыраак, б.а. R=115 тин ордуна R=149.5 ке барабар кылып эсептөө керек. Эсептөөнүн жыйынтыгында эрүү терендиги жылаңач жер кыртышы үчүн 3.68 метрге жана нурлануу теңдеминин мааниси R = 88.4 барабар болгон шартта кар каптамы бар аянт үчүн 2.35 метрге барабар деп болжолдоого болот.

Эгерде жантайыңкы эңкейиш өсүмдүктөр менен капталса, анда эрүү тереңдиги R = 149.5ке барабар болгон нурлануу теңдеминин маанисинде 1.57 м. ге жана R = 88.4ке барабар болгон нурлануу теңдеминин маанисинде 0.98 м. ге жетет.

Тоолуу аймактарда күндүн нурлануусунун агымы жана кар массасынын бөлүштүрүлүшү тегиз эмес шарттарда ар кандай багыттагы жана формадагы тоо капталдары үчүн эрүү тереңдиги ар кандай болот.

Буулануу үчүн жылуулуктун чыгымы аймактын геофизикалык касиеттерине, анын нымдуулугуна, географиялык жагдайына, атмосферанын абалына жана өсүмдүктөрдүн катмарынын мүнөзүнө жараша болот.

Бууланууга жылуулуктун сарпталышынын кыртыштын эрүү терендигине таасирин баалоо. Эсептөө үчүн буга чейинки объектинин мүнөздөмөлөрү жана эсептөө методу колдонулган.



2-сүрөт. Бууланууга кеткен жылуулук чыгымынын эрүү терендигине тийгизген таасири

2-сүрөттө жылуулук чыгымынын өзгөрүшүнүн буулануга, тогоондун кырында жайгашкан жылаңач тегиздик үчүн эрүү тереңдигине тийгизген таасирин аныктоо боюнча сандык тажрыйбанын натыйжалары келтирилген. Графиктен көрүнүп тургандай, бууланоо (жылуулоо) үчүн жылуулук чыгымынын төмөндөшү эрүү тереңдигинин көбөйүшүнө алып келет.

Тасма каптамы менен жылуулоо шартында буулануу үчүн жылуулук чыгымынын маанисине туура келген LE=0 чекиттүү абалда эрүү тереңдиги сезон ичинде 3.21 м ге жетет.

Эсептөө натыйжалары көрсөткөндөй:

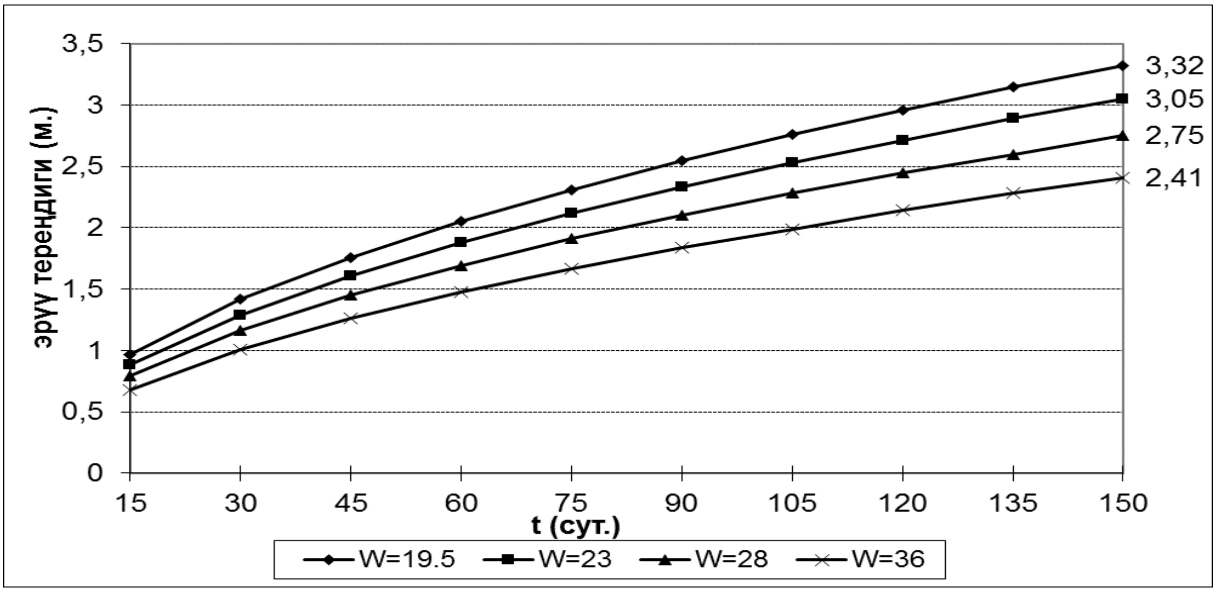
• тасма каптамы салынбаган жерге салыштырганда, тасма каптамынын болушу кыртыштын эришинин тереңдигин жогорулатат. Бул айырмачылык 12.6% ды түзөт.

• тегиздик өсүмдүктөр менен капталса, эрүү тереңдиги λ_T=0.64 маанисинде 1.8 м. ге жана λ_T= 0.38 маанисинде 1.36 м ге жетет. Бул башка илимпоздор алган натыйжаларга салыштыруу менен тастыкталат [96].

• Эгерде тегиздикти кар жааган шарты менен карасак, бул учурда кыртыштын эриши 1.94 мге жетет. Кыртыш үчүн ар кандай учурларды талдоо көрсөткөндөй, кар менен өсүмдүктөрдүн катмарынын айкалышкан иш-аракетинде эрүү тереңдиги эң аз болот.

Тоң кыртыштын эрүү тереңдигине **кыртыштын нымдуулук таасиринин даражасын** аныктоо үчүн эсептөө тажрыйбалары жүргүзүлдү.

3-сүрөттө нымдуулуктун эрүү тереңдигине тийгизген таасирин көрсөткөн эсептөө жыйынтыктары берилген. Графиктен көрүнүп тургандай, кыртыштын нымдуулугунун жогорулашы эрүүнүн басаңдашына алып келет. Бул кургак топуракка караганда нымдуу топурактын жылуулук сыйымдуулугу жогору экендиги менен түшүндүрүлөт. Эсептөөлөр (2.1) жана (2.2) формулалардын жардамы менен жүргүзүлдү.



3-сүрөт. Нымдуулуктун тоң кыртыштын жылаңач бетинин эрүү тереңдигине тийгизген таасири

Эсептөө жыйынтыктарын талдоо көрсөткөндөй, кыртыштын нымдуулугунун көбөйүшү эрүү тереңдигинин төмөндөшүнө алып келет. Нымдуу топурактын жылуулук сыйымдуулугу кургак топурактын жылуулук сыйымдуулугунан ар дайым жогору болот. Демек, нымдуу топурак кургак топуракка караганда жайыраак ысып, жай муздайт.

Топурактын нымдуулугунун жогорулашы кыртыштын термофизикалык мүнөздөмөсүнө таасир этет, анткени бул кыртыштын массасы гана өзгөрбөстөн, суу эң майда тешикчелерди толтуруп, кыртыштын тыгыздыгын жогорулатат жана жылуулук өткөрүү бир кыйла жакшырат. Бул мыйзам ченемдүү көрүнүш эксперименталдык маалыматтарда дагы байкалат

Үчүнчү бапта тоң кыртыштын эрүү тереңдигин жана көлмөдөгү суунун температурасына жараша алардын өз ара таасирин изилдөө үчүн жер туюккабынын негизине кошунду түрүндө жайгаштырылган комбинаттын калдыктарынын температуралык талааларын, жер туюккабынын негизин жана тогоондун тулкусун изилдөө мштери аткарылды.

Бул бапта түбөлүк тоң шарттарында жайгашкан жер туюккабынын негизинин жана тогоондун тулкусунун температуралык режимин, ошондой эле суунун, кошундунун жана жер туюккабынын негизинин температуралык талааларынын өз ара таасирин изилдөө маселелери каралат. Жер туюккабынын температуралык режимин изилдөө төмөнкү схема боюнча жүргүзүлдү: адегенде, жер туюккабынын температуралык режими тоң кыртышта пайда болгон суу сактагыч катары изилденет. Анан жер туюккабынын негизин жана тогоондун тулкусунун үстүңкү жагын тасма каптамы менен жаап салган учур, андан кийин суу сактагычтын негизин ар кандай бийиктиктеги кошунду түрүндөгү фабриканын калдыктары каптаган учур изилдөөгө алынат.

Математикалык эсептөөлөрдүн сапатына, ошондой эле программалык камсыздоого карата заманбап талаптар жыл сайын жогорулоодо. Изилдөөбүздө Microsoft Excel электрондук жадыбал процессорун пайдалануу менен эсептөө тажрыйбалары, ошондой эле Comsol Multiphysics 3.5 программалык топтому колдонулду.

Изилдөө методу. А.И. Воейков, В.Н. Будыко, Г.М. Фельдман, Н.А. Цытович, А.В. Павлов сыяктуу окумуштуулардын белгилүү эмгектеринде тоң кыртышта жылуулук берүү процесси фазалык өтүүнү эсепке албастан, туруктуу чөйрөдө жылуулук берүү модели түрүндө иштелип чыккан.

Баштапкы учурда негиздин астындагы кыртыш тоң деп эсептелгендиктен, бул чөйрөдөгү жылуулуктун берилиши теңдеме менен үлгүлөнөт.

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\,\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda\,\frac{\partial T}{\partial y}\right), \qquad (3.1)$$

t=0, T(0,x,y) = Ti =const, (x,y)€ D_1 болгон баштапкы шартта жана чектик шарттарда:

$$\lambda \ \frac{\partial T_{\Gamma}}{\partial x} = 0, \ (x, \ y) \in \Gamma_1, \Gamma_3, \Gamma_{11},;$$

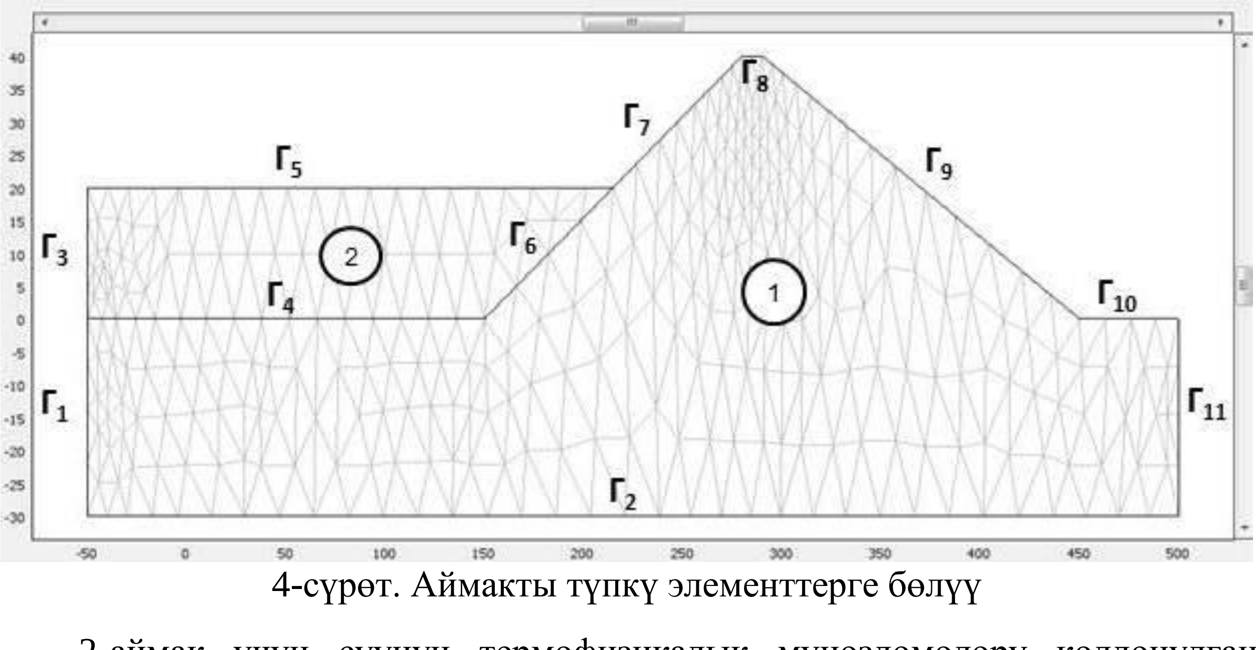
$$T_{\Gamma} = -2^{\circ} C, \ \ x \in \Gamma_2;$$

$$T_{\Gamma} = T_{в} = 4^{\circ} C, \ (x, \ y) \in \Gamma_4, \Gamma_6; \qquad (3.2)$$

$$T_{\Gamma} = 8^{\circ} C, \ \ (x, \ y) \in \Gamma_7, \Gamma_8, \Gamma_9, \Gamma_{10}$$

Кен боюнча техникалык отчеттон [3] көрүнүп тургандай, жер туюккабынын тогоону кен чыккан жердеги түбөлүктүү тоң шарттарын жөнгө салуу максатында долбоорлонгон жана курулган, ошондой эле аймактагы сейсмикалык активдүүлүк боюнча стандарттарга ылайыкташтырылган. Жер туюккабынын тогоону болжол менен үч чакырымга созулган тыгыздалган толтургучтан турат. Тогоондун чокусунун туурасы он метр, ал эми капталдары болжол менен горизонталдык жагынан 3 м жана тигинен 1 м түзөт (3Н: 1V). Эсептөө схемалык түрдө 4-сүрөттө көрсөтүлгөн.

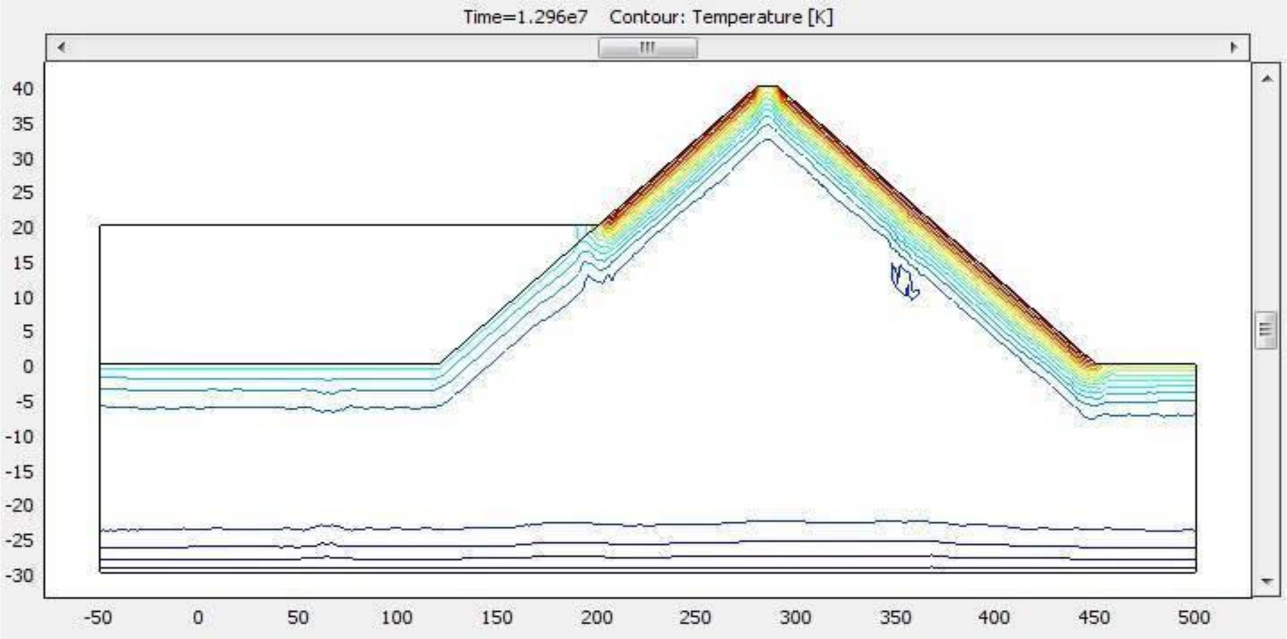
1. **Түбөлүк тоң аймагында жайгашкан көлмөнүн негизинин температуралык режимин изилдөө**. Тогоондун материалы үчүн шагыл толтургучтун термофизикалык мүнөздөмөсү колдонулган: жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти = 00,4÷0,93 Вт/(м*град), тыгыздыгы = 1850 кг / м3, жылуулук сыйымдуулугу = 850 Дж / (кг * град). (3.2-сүрөттөгү 1-аймак). Тогоондун өлчөмдөрү дагы анык маалыматтарга жакындатылган.



4-сүрөт. Аймакты түпкү элементтерге бөлүү

2-аймак үчүн суунун термофизикалык мүнөздөмөлөрү колдонулган: жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти = 0.57 Вт / (м * градус), тыгыздыгы = 1000 кг / м3, жылуулук сыйымдуулугу = 4204 Дж / (кг * градус). Тогоондун аймагынын жана суу сактагычтын негизинин баштапкы температурасы 0°С, ал эми суунун температурасы + 2°С барабар. Эки чөйрөнүн ортосундагы чекте температуранын үзгүлтүксүздүк шарты коюлган. Эсептөөлөр математикалык үлгүнүн (3.1), (3.2) негизинде COMSOL программасын колдонуп, түпкү элементтер методу менен (ТЭМ) жүргүзүлдү. Аянты 70х500 м өлчөмүндөгү

төрт бурчтуу формада суу сактагычтагы суунун деңгээли 20 мге барабар деп эсептелген.



5-сүрөт. Температуранын градиент талаасы

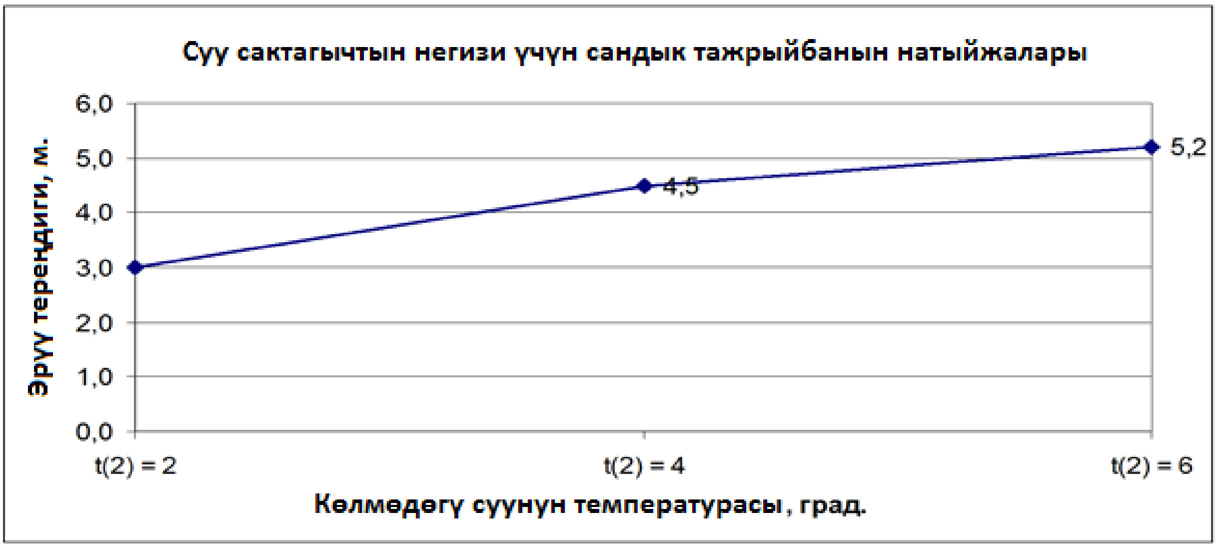
Суу сактагычтагы суунун температурасынын жана тогоондун тулкусунун негизинин өз ара таасирин изилдөө үчүн сандык эксперимент жүргүзүлдү (3.3-сүрөт): тогоондун тулкусунун негизинин баштапкы температура талаасы 0°C дан -2°C барабар деп алынды. Суу сактагычтагы суунун температурасынын тогоондун тулкусуна тийгизген таасирин (2-аянт) изилдөө үчүн суу сактагычтын негизиндеги чектик шарты катары суу сактагычтагы суунун температурасынын ар кандай мааниси (+ 2°C, + 4°C жана + 6°C) кабыл алынды. Эсептөөлөр 5 айдын ичинде жүргүзүлдү.

Көлмөдөгү суу температурасын ар кандай баштапкы мааниси үчүн эсептөө

Көлмөдөгү суунун температурасы + 2°C барабар болгондо, жылуу температура $Г_4$ суу сактагычынын негизинен болжол менен 3.0 метрге чейин (5 айда) көтөрүлгөн, ал эми атмосфера менен чектешкен $Г_7$ жогорку баш жагында температурасы 8°C ге барабар деп кабыл алынганда 7.2 мге жетти, ошондой эле суу сактагыч менен чектешкен $Г_6$ жогорку дөңсөөсүндө жылуу температура 3.8 м. ге жетти, тогоондун $Г_8$ чектик кырында жылуу температура 6.5 мге чейин жайылып, айлана-чөйрөнүн температурасы T = 8°Cке барабар болду. (тогоондун кыртышынын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентинин мааниси 0.93 Вт / (м * град) барабар болгон учурда).

Экинчи бапта аналитикалык формулалар боюнча ушундай эле мезгил ичинде эсептөө окшош натыйжаларды берди. Баштапкы маалыматтар буга окшош болгон учурда формула (2) боюнча эрүү терeңдиги горизонталдуу жылаңач тегиздик үчүн 3.2 метрге жеткен, ал эми нурлануу теңдеминин мааниси R = 149.5 барабар болгон жантайма үчүн 3.68 метрди түзгөн. Аналитикалык формуланын жана программалык топтомдун жардамы менен алынган натыйжалардын айырмасы 3-6% дан ашпайт.

Көлмөдөгү суунун температурасынын башка маанилери боюнча эсептөө жыйынтыктары 6 жана 7-сүрөттөрдө көрсөтүлгөн.



6-сүрөт. Суу сактагычтын негизи үчүн суунун температурасынын ар кандай баштапкы мааниси боюнча сандык тажрыйбанын натыйжалары

7-сүрөт. Каптал жантайышы үчүн суунун температурасынын ар кандай баштапкы мааниси боюнча сандык тажрыйбанын натыйжалары

Эсептөө жыйынтыктары көрсөткөндөй, тогоондун негизи ($Г_4$ чеги) үчүн көлмөдөгү суунун баштапкы температурасынын 2° (+ 4°С) жогорулашы эрүү тереңдигинин 46.7% га (4.4 м.) жогорулашына алып келет. 5 айдын ичинде көлмөдөгү суунун температурасынын кийинки 2° (+ 6°) жогорулашы эрүү тереңдигинин 18.2% (5.2 м) көбөйүшүнө алып келет.

Суу сактагычка жанаша турган жогорку көлмө ($Г_{10}$ чеги) үчүн көлмөдөгү суунун баштапкы температурасынын 2° (+ 4°С) жогорулашы эрүү тереңдигинин 36.8% (5.2м) көбөйүшүнө алып келет. Кийинчерээк бул чек үчүн температуранын 2° (+ 6°) жогорулашы жылуулук мезгилинин 5 айына барабар эсептелген убакыты ичинде эрүү тереңдигин 5.9 мге чейин жогорулатат.

2. Жер туюккабынын температуралык режимин тасма каптамынын таасири менен иликтөө. Тасма каптамы тоң кыртышты камтыйт, ошондо эрүү учурунда суу тогоондон өтпөйт. Тийиштүү чектерде ($Г_4$, $Г_6$ жана $Г_7$) эрүү тереңдигине тасма каптамынын таасирин эске алуу үчүн үчүнчү түрдөгү чектик шарты колдонулган.

$$q|_w = \alpha\left(T_f - T_w\right) \qquad (3.3)$$

где α – жылуулук берүү коэффициенти; T_f – флюиддин температурасы; T_w – тулку бетинин температурасы.

Адатта жылуулук берүү коэффициенти эксперименталдык жол менен табылат. Демек, абанын эркин конвекция шарттары үчүн: $5 \leq \alpha \leq 25$ (Вт/м^{2}К), суу: $20 \leq \alpha \leq 100$ (Вт/м^{2}К).

Көлмөдөгү суунун бийиктигинин жана тогоондун негизинин чектеринде тасма каптамы болгон шартта алардын өз ара таасирин изилдөө үчүн сандык эксперимент жүргүзүлдү, мында тогоондун негизинин баштапкы температура талаасы алдынкы мисалдагыдай эле кабыл алынды, суунун температурасынын таасирин изилдөө үчүн көлмөдөгү суунун температурасынын мааниси + 2°С, + 4°С жана + 6°С барабар катары алынган жана ар бир учур үчүн эсептөөлөр жүргүзүлгөн.

Көлмөдөгү суунун температурасы + 2°Сге барабар болгон учурда жүргүзүлгөн эсептөөлөрдүн натыйжасы боюнча жылуу температура көлмөнүн $Г_4$ негизинен болжол менен 3 метрге жайылды, $Г_6$ суу сактагычы менен чектешкен жогорку чекте жылуу температура 3.9 мге жетти, атмосфера менен чектешкен жогорку $Г_7$ чекте температура +8°С барабар деп алынганда жылуу температура 7.8 мге чейин тараган.

Эсептөөлөр көрсөткөндөй, кыска убакыттын ичинде тасма каптамынын таасири бир кыйла байкалаарлык. Узак убакыт аралыгында (5 ай) тасма каптамынын тогоондун температуралык режимине тийгизген таасири дээрлик минимумга чейин төмөндөйт. Муну башка изилдөөчүлөрдүн жыйынтыктары дагы тастыктайт [7].

Сандык тажрыйбанын натыйжаларын талдоо төмөнкүлөрдү көрсөттү:

1. тасма каптамы менен жабылышын эске албаганда көлмөдөгү суунун температурасынын жогорулашы суу аймагы менен байланышкан чектерде эрүү тереңдигинин жогорулашына алып келет:

а) суу сактагычтын негизи үчүн

- суунун температурасынын 2 эсе жогорулашы (2°С дан 4°С га) эрүү тереңдигинин 50% көбөйүшүнө (3м. ден 4,5 м. ге) алып келет;
- суунун температурасынын 3 эсе жогорулашы (2°С дан 6°С га) эрүү тереңдигинин 73.3% көбөйүшүнө (3м. ден 5,25 м. ге) алып келет;

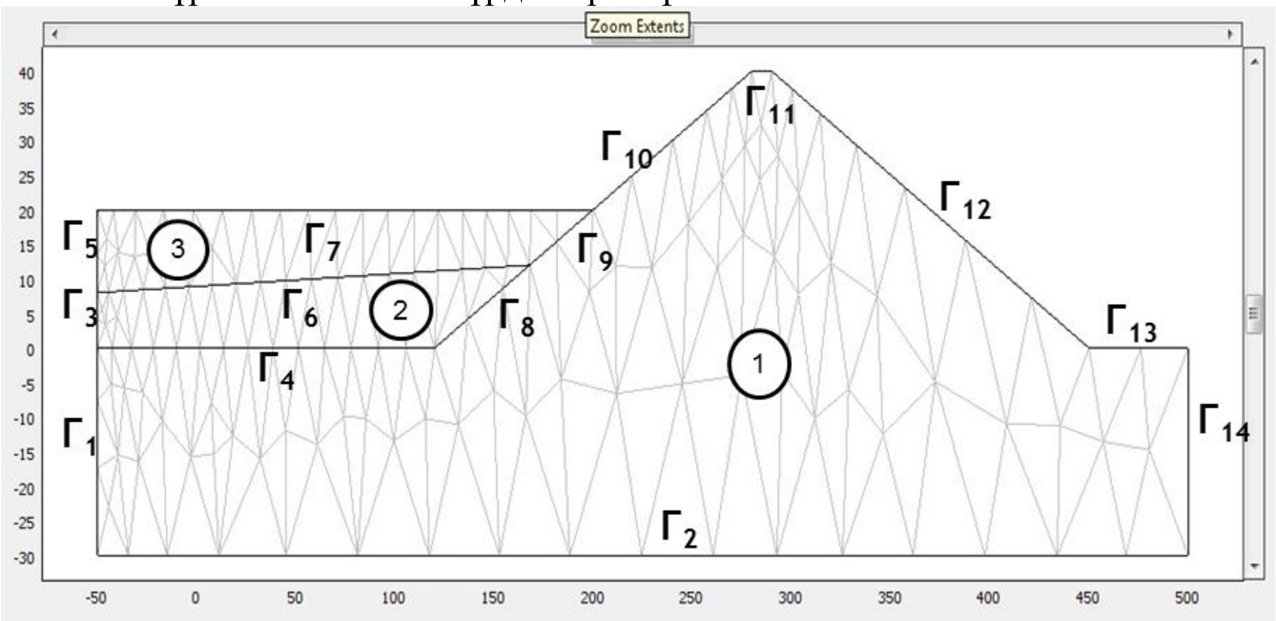
б) сууга чектеш каптал жантаймасы үчүн

- суунун температурасынын 2 эсе жогорулашы эрүү тереңдигинин 35.8% көбөйүшүнө (3,9 м. ден 5,3 м. ге) алып келет
- суунун температурасынын 3 эсе жогорулашы эрүү тереңдигинин 55.3%

көбөйүшүнө (3,9 м. ден 6,0 м. ге) алып келет.

3. Кошунду температурасын эске алуу менен кошундунун температура талаасынын жана тогоондун негизинин өз ара таасирин эсептөө

Суунун төмөнкү катмарынын оң температурасынын таасири менен кошунду катмарынан жана тоң кыртыштан турган эки катмарлуу чөйрөдө температуралык талааны куруу талап кылынат. Андан кийин кошундунун баштапкы температурасынын жана жер туюккабынын түпкү кыртышынын температурасынын ар кандай маанисине эсептөөлөр жүргүзүлөт. Эсептөө аймагы 8-сүрөттө схемалык түрдө көрсөтүлгөн.



8-сүрөт. Үлгүнүн эсептөө аймагы

Бул эсептөөдө жылуулук берүү кошунду топтолгон аймак үчүн өзүнчө жана жер туюккабынын негизиндөгү топурак аймагы үчүн өзүнчө каралат, ал эми аймактын чектеринин кошулган жеринде топурак температурасынын үзгүлтүксүздүк шарты коюлган. Математикалык модель төмөндө көрсөтүлөт.

$$C_П \rho_П \frac{\partial T_П}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_П \frac{\partial T_П}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_П \frac{\partial T_П}{\partial y}\right) \quad (3.4)$$

$$C_Г \rho_Г \frac{\partial T_Г}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_Г \frac{\partial T_Г}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_Г \frac{\partial T_Г}{\partial y}\right) \quad (3.5)$$

$$C_В \rho_В \frac{\partial T_В}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_В \frac{\partial T_В}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_В \frac{\partial T_В}{\partial y}\right) \quad (3.6)$$

Баштапкы шарт

$$\begin{aligned} &T_г(x,y,0) = T_{г0}, && (x,y) \in D_1 \\ &T_п(x,y,0) = T_{п0} && (x,y) \in D_2 \\ &T_в(x,y,0) = T_{в0} && (x,y) \in D_3 \end{aligned} \quad (3.7)$$

Жана чектик шарттары

$$
\begin{aligned}
&\lambda \frac{\partial T_{\Gamma}}{\partial t} = 0 && (x,y) \in \Gamma_1, \Gamma_3, \Gamma_5, \Gamma_{14} \\
&T_{\Gamma}(x, y) = T_1 && (x,y) \in \Gamma_2 \\
&T_{\Gamma}(x, y, t) = T_{воды} && (x,y) \in \Gamma_7 \\
&T_{\Gamma}(x, y) = T_2(x, y) && (x,y) \in \Gamma_4, \Gamma_6, \Gamma_8, \Gamma_9 \\
&T_{\Gamma}(x, y, t) = T_{возд} && (x,y) \in \Gamma_{10}, \Gamma_{11}, \Gamma_{12}, \Gamma_{13}
\end{aligned}
\tag{3.8}
$$

Аймактын аянты 70x500 м өлчөмүндө, жер туюккабынын негизинин астындагы терендик 30 м, көлмөдөгү кошунду менен суунун чөгүү бийиктиги ар кандай варианттарда (5 м., 10 м., 15 м., 20 м жана 25 м) кабыл алынган. Эки чөйрөнүн чектеринде температуранын үзгүлтүксүздүк шарты (Γ_4, Γ_6, Γ_8, Γ_9), аймактын каптал чектеринде жылуулук агымынын (Γ_1, Γ_3, Γ_5, Γ_{14}) жок болуу шарты коюлган. Жер туюккабынын түбүндөгү суунун температурасы + 4°C (Γ_7), (Γ_{10}, Γ_{11}, Γ_{12}, Γ_{13}) чектеринде температура + 8°C барабар, ал эми 30 м терендикте жер туюккабынын негизинен түбөлүк тоң абалы коюлган (Γ_2).

Кыртыштын орточо температурасы жергиликтүү метеорологиялык маалыматтардан алынган. Жай мезгилинде тоо тектеринин температурасынын жогору болушу күн нурларына перпендикулярдуу эңкейиштерге мүнөздүү (болжол менен 30 ^{o}), бул аларга тоо тектеринин мезгилдүү эрүү терендигин камсыз кылат. Отчетто каптал жантаймалары болжол менен 3 горизонталдык жана 1 тигинен (3H: 1V) экендиги айтылгандыктан, биз капталдагы жантайымдар үчүн горизонталдык тегиздиктеги температурадан 2 эсе жогору температура койдук.

Бул математикалык үлгүнүн сандык жүзөгө ашырылышы Comsol Multiphysics топтомунда аткарылды. Жүргүзүлгөн сандык тажрыйбада кыртыштардын физикалык касиеттери төмөнкүдөй жол менен эске алынды: тогоондун тулкусу шагыл толтургучтан турат, жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти = 0.4÷0.93 Вт/(м*град), тыгыздыгы = 1850 кг / м3 , жылуулук сыйымдуулугу = 850 Дж / (кг * градус).

Кийинки эсептөөлөрдө тогоондун тулкусунун топурагынын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти үчүн орточо 0.93 Вт / (м*градус) мааниси алынды. Кошундунун физикалык касиеттери калдыктын физикалык касиеттеринин орточо мааниси катары жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти = 0.29 Вт/(м*градус), тыгыздыгы = 1000 кг / м^3, жылуулук сыйымдуулугу = 700 Дж/ (кг*град) деп алынды.

Кургак топурактан айырмаланып, нымдуу топурактын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти 4-5 эсе жогору экендиги булактардан белгилүү. Кошунду суюк масса түрүндө келгендиктен, кошунду үчүн 1.5 Вт / (м*градус) маанисин алабыз. Топурактардын термофизикалык мүнөздөмөсү белгилүү жадыбалдык маалыматтардан алынган. D_2 аймагы кошунду топтолуучу аймакты билдирет.

Кошундунун температуралык талаалары менен жер туюккабынын

негизинин өз ара таасирин изилдөө үчүн төмөнкү сандык тажрыйба жүргүзүлдү.

Аймактын топурак температурасынын талаасы эң башында, кошунду кире элек жана аймактын топурак температурасынын баштапкы мааниси 0 гө барабар кезде эсептелип чыкты. Капталдын жантайыңкы температурасы + 8°С, ал эми күндүзгү тегиздикте Т = 4°С барабар деп каралды.

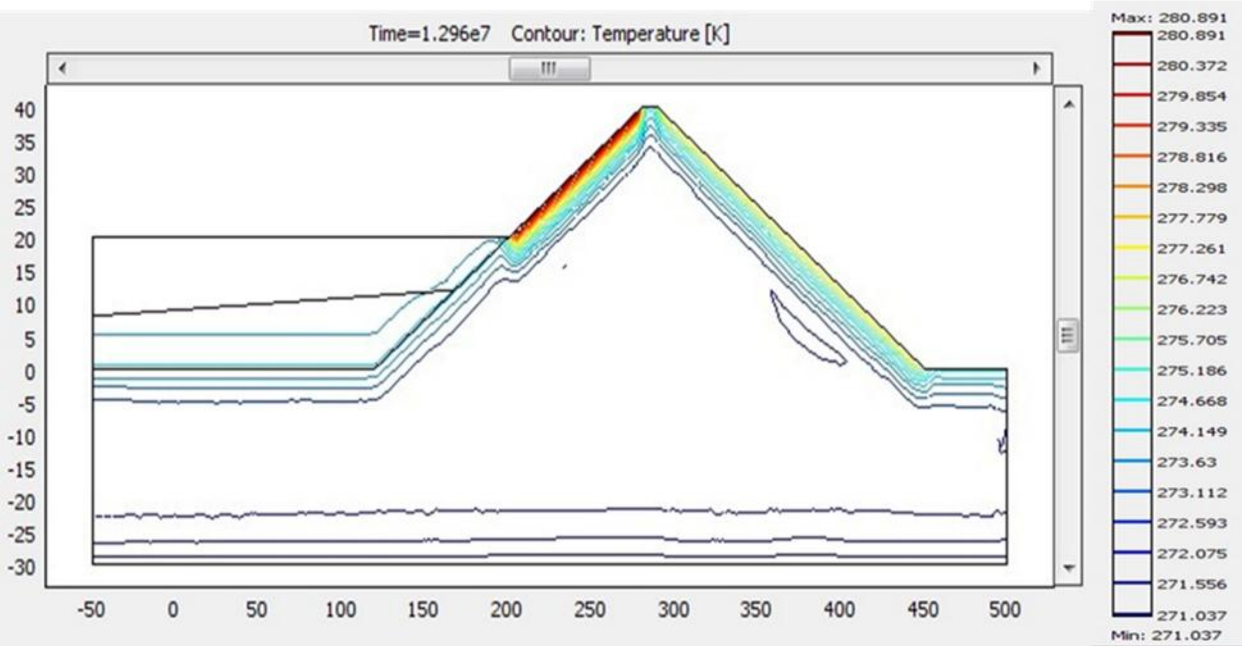
Бул учурда, беш ай бою (жылуулук мезгилинде) жогорку нөлдүк температура (эрүү аймагы) суунун температурасынын таасири менен негизден ($Г_4$) 9.6 метрге чейин узартылды (көлмөдөгү суунун бийиктиги 10 м). Эрүү тереңдиги суу менен чектеш каптал жантаймасында ($Г_6$) 10.1 мге, капталында ($Г_7$) 11.0 м. ге жеткен.

Тогоондун негизинин температурасынын баштапкы мааниси -2°С дан 0°С, ошондой эле көлмөдөгү суунун температурасынын баштапкы мааниси +2°С, +4°С жана +6°Сге (2-аянт) барабар болгон учурда төмөнкүдөй натыйжаларды берет:

Суунун температурасы +2°С болгон учурда беш ай бою (жылуулук мезгилинде) жылуу температура (эрүү аймагы) суунун температурасынын таасири менен негизден ($Г_8$) 3.0 метрге чейин таралган. Капталында ($Г_7$) 7.2 мге жеткен.

Суунун температурасы + 4°С болгон учурда жылуу температура (эрүү аймагы) негизден ($Г_4$) 4.4 метрге узарды, ал эми суу менен чектеш ($Г_6$) каптал жантаймасында эрүү тереңдиги 5.2 мге жетти.

Суунун температурасы + 6°С болгон учурда жылуу температура (эрүү аймагы) негизден ($Г_4$) 5.2 метрге узарды, ал эми суу менен чектеш ($Г_6$) каптал жантаймасында эрүү тереңдиги 5.9 мге жетти.



9-сүрөт. Температуранын градиент талаасы

Кошунду температурасынын ар түрдүү маанилери үчүн эсептөөнүн жыйынтыгы 9-сүрөттө схемалык түрдө көрсөтүлгөн.

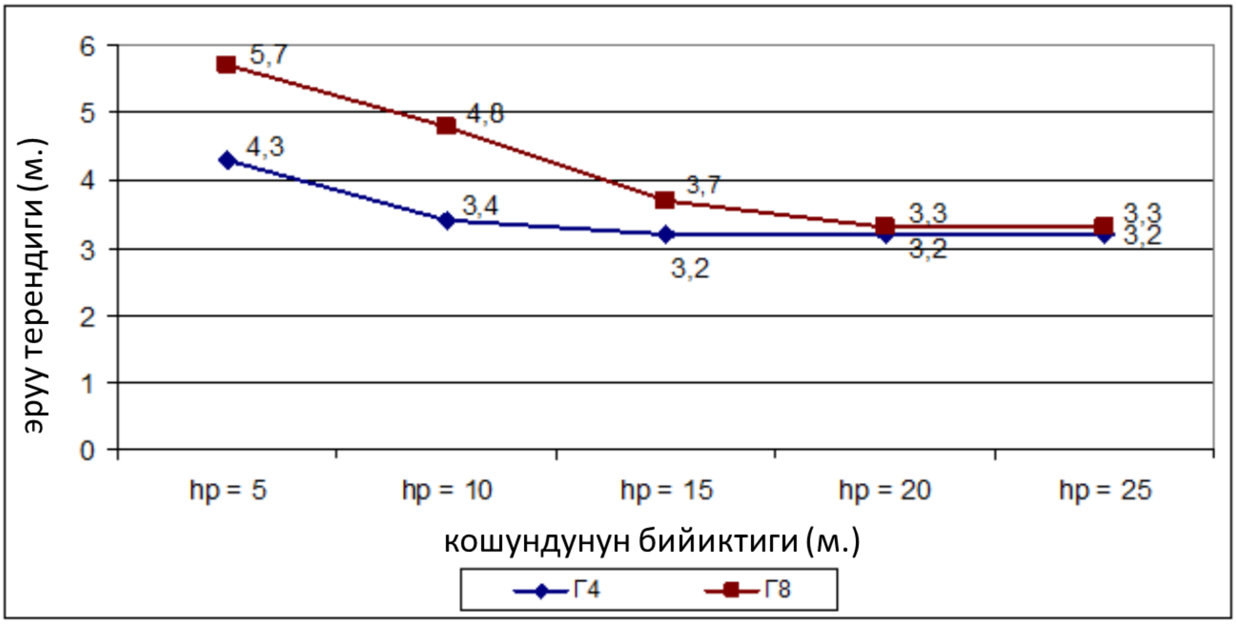
Кошунду температурасынын бийиктиги менен баштапкы маанисинин өз ара таасирин изилдөө үчүн төмөнкү өбөлгөлөр кабыл алынды:
а) кошунду топтолушунун бийиктиги 5 м ден 25 м ге чейин өзгөрдү;
б) кошунду температурасынын баштапкы мааниси + 2°С, + 4°С жана + 6°С;
в) тогоондун температурасынын баштапкы мааниси -2°С дан 0°С ка барабар болгон (D_1 аймагы).

Кошунду температурасынын ар түрдүү баштапкы мааниси үчүн эсептөө

Тогоон негизинин температурасынын баштапкы мааниси -2°С дан 0°С га барабар болгон (D_1 аймагы) жана кошунду температурасынын баштапкы мааниси +2 °С, + 4°С жана + 6°С (D_2 аймагы) барабар болгон эсептөө варианты.

Кошундунун температурасы + 2°Сге барабар болгондо, кошундунун топтолуу бийиктиги $Г_4$ чеги (тогоондун негизи) үчүн 5м ден 10 м чейин жогорулашы эрүү тереңдигинин 20.9% га төмөндөшүнө алып келет (10-сүрөт), кошундунун топтолушунун андан ары 15 мге чейин жогорулашы кошундунун 10 м бийиктигинде эрүү тереңдигинин мааниси 5.9% га төмөндөшүнө алып келет.

Кошундунун бийиктигин андан ары 15 м ден 25 метрге чейин жогорулатуу менен эрүү тереңдиги 15 м бийиктиктеги кошундуда туруктуу (3.2 м) бойдон калат.



10-сүрөт. Кошунду бийиктигинин (кошундунун t 2°С барабар) ар кандай маанисиндеги сандык эксперименттин натыйжалары

Кошунду температурасы + 2°Сге барабар болгондо, кошундуга чектеш жантайыңкы $Г_8$ чеги үчүн кошундунун топтолуу бийиктиги 5мден 10 м чейин жогорулашы эрүү тереңдигинин 15,7% га (0,9м) төмөндөшүнө алып келет. Кошундунун чөгүү бийиктигинин андан ары 15мге чейин өсүшү кошундунун 10 м (1,1м.) бийиктиктеги эрүү тереңдигинин маанисинин 22,9% төмөндөшүнө алып келет.

Кошундунун бийиктиги 15м ден 20 м чейин жогорулашы кошундунун

бийиктиги 15 метрге (0,4 м) барабар учурдагы эрүү тереңдигинин маанисинен 10,8% жогорулашына алып келет. Кошундунун бийиктигинин андан ары 20 м ден 25 метрге чейин жогорулашында эрүү тереңдигинин мааниси тенделип калгандыгы байкалат (3.3м).

Кошундунун температурасы +6°Сге барабар болгондо, кошунду катмарларынын бийиктигинин 5 метрден 10 м чейин жогорулашы $Г_4$ чек арасы (тогоондун негизи) үчүн эрүү тереңдигинин 6.0% га (5.3 м) көбөйүшүнө алып келет. Кошундунун бийиктиги 10метрден 15 м чейин жогорулашы менен кошундунун бийиктиги 10 м (5.4м) учурда эритиндинин тереңдигинин мааниси 1.9% га жогорулагандыгы байкалат. Кошундунун бийиктиги 15м ден 25 метрге чейин жогорулашы менен 15 м бийиктикте эрүү тереңдиги туруктуу бойдон калат (5.4 м).

Кошундунун температурасы +4°С барабар болгондо, кошунду катмарларынын бийиктигинин 5 метрден 10 м чейин жогорулашы $Г_4$ чек арасы (тогоондун негизи) үчүн эрүү тереңдиги 2.1% га төмөндөшүнө алып келет. Кошундунун бийиктиги 10метрден 25 м чейин жогорулашы менен кошундунун бийиктиги 10 м учурда эрүү тереңдиги туруктуу бойдон калат (4,6 м).

Кошунду температурасы + 4°Сге барабар болгондо, кошундуга чектеш жантайыңкы $Г_8$ чеги үчүн кошундунун топтолуу бийиктиги 5мден 10 м чейин жогорулашы эрүү тереңдигинин 15.5% га төмөндөшүнө алып келет. Кошундунун чөгүү бийиктигинин андан ары 10 метрден 20 м чейин өсүшү менен кошундунун бийиктиги 10 м учурда эрүү тереңдиги туруктуу бойдон калат (4.6 м).

Белгилей кетүүчү нерсе, иштөөнүн баштапкы мезгилинде эрүү аймагы эң чоң, б.а. чегине жеткен болот, анткени таштандылардын негизинин (кошундунун) таасири эске алынган эмес. Чындыгында, кошундунун төмөнкү катмары өсүп, суу сактагычтын негизиндөгү температура процессине таасир этет. Андан кийин, иштөө мөөнөтү аяктаганда, суу сактагычтын негизинин эрүү аймагы күндүзгү тегиздикке топтолот, анткени жылуулук булагы күндүзгү тегиздиктен алыстап, катмардын калыңдыгы жогорулайт.

4. Кошунду температурасынын ар түрдүү баштапкы маанисинде тасма каптамын эске алуу менен эсептөө

Тогоон негизинин температурасынын баштапкы мааниси -2°С дан 0°С га барабар болгон (D_1 аймагы) жана кошунду температурасынын баштапкы мааниси +2 °С, + 4°С жана + 6°С барабар болгон эсептөө варианты.

Эсептөөлөр көрсөткөндөй, эки чек үчүн, кошунду бийиктиги жогорулаганда, эрүү тереңдигинин маанилеринин бир аз өзгөрүшү (0.1 м ден 0.3 мге чейин) байкалат, б.а. узак убакыт бою тасма каптамынын болушу кыртыштардагы температура режимин турукташтырат.

Кошундунун баштапкы температурасынын 2°С ден 6°С ге чейин жогорулашы узак убакыт бою (5 ай) тиешелүү чектерде тасма каптамы болгондо жылуулук берүү процесси турукташат жана эрүү тереңдигинин маанилери бирдей болот.

ТЫЯНАКТАР

Диссертациялык иштин эң маанилүү илимий жана тажрыйбалык жыйынтыктары төмөнкүлөр:

1. Шамалдын, ар кандай катмарлардын, жана алардын өз-ара бирге таасиринин жер кыртышынын температуралык режимине тийгизген таасиринин даражасы аныкталды;

2. Жер туюккабынын негизи аркылуу калдыктардын чыпкаланып кетишине жол бербөө үчүн таштандыларды жер туюккаптарына сактоо ишин жер туюккабынын тоң абалында баштоо максатка ылайыктуу;

3. кошундунун бийиктигинин 5 метрден 25 м ге чейин жогорулашы жер туюккабынын негизинин жана кошунду менен чектеш каптал жантаймасы үчүн эрүү тереңдигинин 25.6% дан 42.1% га чейин төмөндөшүнө алып келет;

4. кошундунун бийиктиги жогорулаган чектерде тасма каптамы менен жылуулоону эске алып эсептөөлөр тасма каптамы жок кезде эрүү тереңдигинин маанилерин 9% га чейин (0.1 м ден 0.7 м ге чейин) өзгөртөт;

5. тасма каптамын эске алып жүргүзүлгөн эсептөөлөр көрсөткөндөй, тасма каптамы менен температуралык режим узак убакыт аралыгында өзгөрбөйт, бирок тасма каптамы тогоондун бузулушуна алып келген чыпкалоо агымдарынын таасиринен тогоонду сактайт.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. Шекеев К.Р. Тоң кыртыштар менен курулмалардын өз ара аракеттенүү процессин башкаруу. // И.Раззаков атындагы КМТУнун Кабарлары, №30, Бишкек, 2013, 183-188-б.
2. Шекеев К.Р. Кыртыштын температуралык режимине нымдуулуктун таасири. // Илим, жаңы технологиялар жана инновациялар №1, Бишкек, 2014, 10-12-б.
3. Шекеев К.Р. Жер туюккабынын негизинин астында тоңгон кыртыштын эришин сандык үлгүлөө. // И.Раззаков атындагы КМТУнун Кабарлары №31, Бишкек, 2014, 329-331-б.
4. Шекеев К.Р. Кошундунун температуралык талааларынын жана жер туюккабынын негизинин өз ара таасирин сандык үлгүлөө. // Туташ чөйрө механикасынын заманбап маселелери, № 21, Бишкек, 2015, 141-148-б.
5. Шекеев К.Р. Кыртыштын тоңушунун тереңдигине факторлордун таасирин изилдөө. // Заманбап илимдин дарамети, №3, Липецк, 2016, 45-49-б.
6. Шекеев К.Р. Түбөлүк тоңдун эришине жер кыртышынын жылуулук алмашуу түрү менен курчап турган чөйрөнүн таасири. // Заманбап илим. Актуалдуу көйгөйлөр жана аларды чечүү жолдору №2 (24), Липецк, 2016, 8-11-бб.
7. Шекеев К.Р. Кыртыштардын температуралык режимине климаттык жана техногендик факторлордун таасирин изилдөө./Джаманбаев М.Ж.// Гуманитардык жана табигый илимдердин актуалдуу маселелери №08, Москва, 2016, 7-11-бб.
8. Шекеев К.Р. Кыртыштын эрүү аймагында чыпкалоо агымынын таасирин изилдөө. // Гуманитардык жана табигый илимдердин актуалдуу маселелери No1-1, Москва, 2017, 30-33-бб.
9. Шекеев К.Р. Табигый факторлордун кыртыштын тоңушуна таасир этүү деңгээлин баалоо. / Джаманбаев М.Ж., Дюшенова У.Ж. // И.Раззаков атындагы КМТУнун Кабарлары, 2 (50)-чыгарылыш, Бишкек, 2019, 163-168-б.

01.02.05 – суюктук, газ жана плазманын механикасы адистиги боюнча физика-математикалык илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн Шекеев Кубан Рыспаевичтин «Түбөлүктүү тоңдун шартында жайгашкан курулуштардын температуралык режими» темасындагы диссертациясынын

КЫСКАЧА КОРУТУНДУСУ

Негизги сөздөр: температура, температуралык режим, түбөлүктүү тоң, кар катмары, өсүмдүк катмары, шамал, тоңуу тереңдиги, эрүү тереңдиги, тогоон, жер туюккап, жер катмары, жер туюккабынын негизи, каптал жак жантаймасы.

Изилдөө объектиси болуп түбөлүктүү тоң шартында жайгашкан курулуштар эсептелет.

Изилдөө предмети болуп сандык үлгүлөөнүн жардамы менен суунун жана кошундунун температураларынын жер туюккабынын температуралык режимине эки жактан бирдей болгон таасир этүүсүн окуп үйрөнүү эсептелет.

Диссертациянын максаты: ар түрдүү климаттык жана техногендик факторлордун биргелешип таасир этишинин натыйжасында түбөлүктүү тоңдун шартында жайгашкан геотехникалык курулуштардын температуралык режимин изилдөө.

Изилдөө ыкмасы: диссертациялык иште философиялык, теориялык, атайын (сандык үлгүлөө, көп фактордуу талдоо) ыкмалары колдонулду.

Изилдөөнүн илимий жактан жаңычылдыгы: кар катмарынын, өсүмдүк катмарынын жана аймактын рельефинин жер туюккабынын тоңушуна жана эришине тийгизген таасири изилденди; сандык үлгүлөөнүн жардамы менен суунун температурасына жараша жер туюккабынын негизинин эриши изилденди; суу өткөрбөгөн жана жылуулук сактоочу тасма каптамынын жер туюккабынын негизинин жана абанын температурасы менен суунун температурасынын таасири астында жер туюккабынын каптал жак жантаймасынын эрүү процессине тийгизген таасири изилденди; суунун, кошундунун температурасынын бирдей аракеттенишинин жер туюккабынын негизинин эрүү процессине тийгизген таасири изилденди.

Колдонуу жааты: илимий жоболор, алынган жыйынтыктар жана иштелип чыккан методикалар практикалик жана теориялык мааниге ээ, жалпы теориялык жана практикалык деңгээлде илимдин бул жаатындагы кийинки изилдөөлөрдү жүргүзүүгө пайдасын тийгизет, алынган жыйынтыктарды, бүтүмдөрдү жана сунуштарды ченемдик иш кагаздарында жана долбоордук ишмердүүлүктө колдонууга болот.

РЕЗЮМЕ

Диссертации Шекеева Кубана Рыспаевича на тему: «Температурный режим сооружений, расположенных в условиях вечной мерзлоты» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Ключевые слова: температура, температурный режим, вечная мерзлота, снежный покров, растительный покров, ветер, глубина промерзания, глубина протаивания, дамба, хвостохранилище, грунт, основание хвостохранилища, боковой откос.

Объектом исследования диссертации являются сооружения, расположенные в условиях вечной мерзлоты.

Предметом исследования является изучение взаимовлияния температуры воды, пульпы на температурный режим хвостохранилища с помощью численного моделирования

Целью диссертации является исследование температурного режима геотехнического сооружения, расположенного в условиях вечной мерзлоты, под влиянием совместного действия различных климатических и техногенных факторов.

Методы исследования: в диссертационной работе использовались философские, общенаучные, теоретические, специальные (численное моделирование, многофакторный анализ).

Научная новизна исследования: изучено влияние снежного, растительного покрова и рельефа местности на промерзание и протаивание тела плотины хвостохранилища; численно исследовано протаивание основание водоема в зависимости от температуры воды; исследовано влияние водонепроницаемой и теплоизоляционной пленки на процесс протаивания основание хвостохранилища и верхнего бъефа тела плотины под влиянием температуры воды в пруде и температуры окружающей среды; исследованы взаимовлияния температуры воды, пульпы на процесс протаивания основание хвостохранилища.

Область применения: научные положения, полученные результаты и разработанные методики имеют практическое и теоретическое значение, и могут служить для дальнейших исследований в данной области науки на общетеоретическом и практическом уровнях, сформулированные выводы и предложения могут быть использованы в нормативной документации и проектной деятельности.

SUMMARY

dissertations of Shekeev Kuban Ryspaevich on the topic: "Temperature regime of structures located in permafrost conditions" for the degree of candidate of physical and mathematical sciences in specialty 01.02.05 - mechanics of liquid, gas and plasma

Key words: temperature, temperature regime, permafrost, snow cover, vegetation cover, wind, freezing depth, thawing depth, dam, tailing dump, soil, tailing dump base, side slope.

The object of research of the dissertation is structures located in permafrost conditions.

The subject of the research is the study of the mutual influence of water temperature, pulp on the temperature regime of the tailing dump using numerical modeling

The aim of the dissertation is to study the temperature regime of a geotechnical structure located in permafrost conditions, under the influence of the combined action of various climatic and technogenic factors.

Research methods: in the dissertation work, philosophical, general scientific, theoretical, special (numerical modeling, multivariate analysis) were used.

Scientific novelty of the research: the influence of snow, vegetation cover and terrain on the freezing and thawing of the body of the tailings dam; the thawing of the base of the reservoir was numerically investigated depending on the temperature of the water; the influence of a waterproof and heat-insulating film on the thawing process of the base of the tailing dump and the upper head of the dam body under the influence of the temperature of the water in the pond and the ambient temperature was investigated; investigated the mutual influences of water temperature, pulp on the thawing process of the tailing dump base.

Scope: scientific provisions, the results obtained and the developed methods have practical and theoretical significance, and can serve for further research in this field of science at the general theoretical and practical levels, the formulated conclusions and proposals can be used in normative documentation and project activities.