И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ

ГЕОМЕХАНИКА ЖАНА КЕНДЕРДИ ӨЗДӨШТҮРҮҮ ИНСТИТУТУ КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ

Диссертациялык кеңеш Д.01.17.556

Кол жазма укугунда

УДК 539.4+628.36

Чукин Руслан Бектурович

БИР ӨҢЧӨЙ ЭМЕС КЫРТЫШТЫН КУМТӨР КЕНИНИН КАЛДЫККАНА ДАМБАСЫНЫН СЕЙСМИКАЛЫК ТУРУКТУУЛУГУНА БЕРГЕН ТААСИРИН САНДЫК МОДЕЛДЕШТИРҮҮНҮН НЕГИЗИНДЕ БААЛОО

Адистиги: 01.02.04 – «Деформацияланган катуу нерсенин механикасы»
25.00.20 – «Геомеханика, тектерди жардыруу менен талкалоо, кен чыга турган жерлердин аэрогазодинамикасы жана тоо жылуулук физикасы»

Техникалык илимдердин кандидатынын окумуштуу даражасына ылайык диссертациянын авторефераты

Бишкек 2019

Иш И.Раззаков атындагы Прикладдык математика жана информатика кафедрасында, жана КР УИА ИГиОН табигый-техногендик алааматтарды жоромолдоо лабораториясында аткарылды, Бишкек шаары

Илимий жетекчилер:

Джаманбаев Мураталы Жүзүмалиев

ф.-м.и.д, профессор,
КМТУнун ректору

Кожогулов Камчыбек Чонмурунович,

т.и.д., профессор.,
УИАнын чл.-корр.,
УИАсына караштуу ГжЖКӨ институтунун директору

Расмий оппоненттер:

Баймахан Рысбек Баймаханович, т.и.д., профессор, КР УИА акад. У.А. Джолдасбеков атындагы «Механика жана машинетаануу» ИИИнун «Геомеханикалык процесстерди матемитакалык моделдөө» тажрыйбаканасынын башчысы (Казахстан).

Абдылдаев Эркинбек Кыянович, техникалык илимдердин доктору, профессор, “Эл чарба университети” АКнун «Технология и экология» кафедрасынын профессору(Казакстан).

Жетектөөчү уюм:

Академик М.М. Адышев атындагы Ош технологиялык университети, 723503б Кыргыз Республикасы, Ош ш., Н. Исанов көч., 81

Коргоо 2019-жылы 15-мартта саат $13^{\underline{00}}$дө И.Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университетине жана Б.Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетине караштуу Д.01.17.556 диссертациялык кеңешинин отурумунда, 720044, Бишкек ш., Чынгыз Айтматов проспектиси, 66, И. Раззаков атындагы КМТУнун конференц залында (ауд. 1/314) өтөт.

Диссертация менен И.Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университетинин китепканасында, 720044, Бишкек ш., Чынгыз Айтматов проспектиси, 66, www.kstu.kg дареги боюнча жана Б.Ельцин атындагы Кыргыз-Российялык Славян университетинин китепканасында 720000, Кыргыз Республикасы, Бишкек шаары, Киев көчөсү, 44, www.krsu.edu.kg. дареги боюнча таанышса болот.

Автореферат «___»___________ 2019-жылы жөнөтүлдү.

Диссертациялык кеңештин окумуштуу катчысы, ф.-м.и.к., доцент Доталиева Ж.Ж.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Тоо кен өнөр жайынын өнүгүүсү Кыргыз Республикасынын экономикасынын өнүгүүсүндөгү маанилүү түзүүчүлөрүнөн болуп саналат. Эреже ылайык, пайдалуу кендерди иштетип чыгууда суюк таштандыларды сактоочу жайдын курулушу зарыл, алардын курамына тосуучу курулмалар да кирет - кыртыш дамбалары. Калдыканалардын кыртыш дамбалары азыркы учурда тирөөч курулмаларынын негизги тиби болуп саналат, алар жогорку сейсмикалык активдүүлүк райондорунда долбоорлонот жана курулат. Сейсмикалык таасирдин жыйынтыгында кыртыш дамбасынын туруктуулугунун бузулушу менен гидродинамикалык авария болушу мүмкүн, алар тосмо курулушту жырып отуп өнөр жай таштандылары калдыкканалардын сыртка чыгуу менен коштолот. Практика көргөзүп тургандай, гидродинамикалык авария алааматтык мүнөзгө ээ, анткени адамдардын курмандыктарына алып келиши мүмкүн, ошондой эле олуттуу экономикалык чыгымдарды жана узак мөөнөттөгү кыйын калыбына келген экологиялык кесепеттерди да жаратышы мүмкүн. Калдыкканалардын дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугуна таасир этүүчү маанилүү факторлордун бири болуп, курулуш аянтынын кыртыш шарттары жана курулуш аянтынын рельефи саналат. Жергиликтүү кыртыштык шарттар жер беттине сейсмикалык термелүү параметрлерине олуттуу таасир көргөзүүгө жөндөмдүү. Калдыкканалардын дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугуна жергиликтүү кыртыштардын шарттарынын таасири жана аларды долбоорлоо үчүн сунуштарды иштеп чыгуу актуалдуу жана маанилүү илимий изилдөөчү маселе болуп саналат.

Диссертациянын темасынын негизги илимий-изилдөө иштери менен байланышы. Диссертациялык иш төмөнкү долбоорлор боюнча Кыргыз Республикасынын УИА ИГиОН ИИИ планынын ылайык аткарылган. 1. "Кыргызстандын тоо аймактарын өздөштүрүү учурунда опурталдуу жаратылыш-техногендик процесстерди баалоо, жоромолдоо жана мониторинг жүргүзүү ыкмаларын иштеп чыгуу", "Сандык моделдештирүүнүн негизинде тоолуу аймактардагы карьерлердин бортторунун жана калдыкканалардын дамбаларынын туруктуулугун баалоо" бөлүмү (Мам каттоонун № 0005623, 2009-2011-жж); 2. "Кыргыз Республикасынын аймагында геоэкологиялык тобокелдиктерди жоромолдоо жана геотехникалык объекттердин туруктуулугун камсыз кылуу", "Геотехникалык объекттердин ишенимдүүлүгүн баалоого мүмкүн болгон ыкмалар" бөлүмү (Мам каттоонун № 0006582, 2012-2014-жж).

Диссертациялык иштин максаты болуп жергиликтуу кыртыштар шартынын сейсмоактивдүү аймактардагы катмардуу кыртыштардын устундо курулган калдыккананын кыртыш дамбалардын сейсмикалык туруктуулугуна тийгизген таасирин аныктоо болуп саналат.

Алдыга коюлган максатты ишке ашыруу үчүн диссертациялык иште төмөнкү негизги милдеттер аныкталган:

1. Кыртыш дамбаларындагы сейсмикалык туруктуулугун баалоонун теориялык жана методологиялык негиздерин талдоо;

2. Сандык тажрыйбалардын жардамы менен сейсмикалык таасир учурунда термелүүлөрдүн мүнөзүнүн өзгөрүшүнө (жогорку ылдамдануу, жыштык түзүүчүлөр жана узактыгы) жергиликтүү кыртыш шарттарынан таасирин изилдөө;

3. Сейсмикалык таасир учурунда катмардуу негиздин чыңалган-деформацияланган абалды сандык моделдештирүү үчүн жер титирөөлөрдүн акселерограммаларын тандоо, даярдоо жана изилдөө;

4. Ар кандай жыштыктагы акселерограммалардын таасири алдында бир өнчөй эмес катмардуу негиздин шартында Кумтөр кенинин Алтын алуу фабрика (ААФ) калдыкканасынын дамбасынын сейсмикалык туруктуулугун сандык моделдештирүү жана баалоо;

5. Алынган жыйынтыктарга анализ жүргүзүү жана катмардуу негиздеги калдыкаканын кыртыштык дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун жогорулатууга багытталган сунуштарды иштеп чыгуу.

Илимий жаңылыгы төмөнкүлөрдө турат:

<u>(25.00.20 – «Геомеханика, тектерди жардыруу менен талкалоо, кен чыга турган жерлердин аэрогазодинамикасы жана тоо жылуулук физикасы» адистиги.)</u>

1. Бир өңчөй эмес чөйрөдөгү сейсмикалык толкундун таралуу процессинин спецификасы аныкталды, ал эки ар кандай кыртыш чектеринен сейсмикалык толкундардын чагылуусунан улам келип чыккан "тузак" эффектисинин натыйжасында термелүүлөрдүн жыштыгынын өзгөрүшүндө жана алардын узактыгын көбөйтүүдө турат.

2. Кумтөр кенинин ААФынын калдыккана дамбасынын сейсмикалык туруктуулугунун баарынан жагымсыз көз карашынан алып караганда, төмөнкү жыштыктагы энергетикалык спектри менен акселерограмма саналат, анткени негиздин бетине көбүрөөк термелүүлөргө алып келет.

<u>(01.02.04 – «Деформацияланган катуу нерсенин механикасы» адистиги боюнча.)</u>

3. Доминантык жыштыктардын энергетикалык спектринин ыламданууcу боюнча акселерограммалардын классификациясы сунушталды, анткени энергетикалык спектрлеринин амплитудалык максимумдарынын жыштыгынын ылдамдануусу көп учурда 10-15 Гц дан ашпайт, энергетикалык спектрлердин жыштыгын үч диапазонго бөлүү сунушталган: 1 – 3 Гц, 3 – 6 Гц, 6 жана жогору Гц.

4. Туурасынан таралуучу сейсмикалык толкундардын импульсдарын изилдөөгө ылайык ар кандай эксперименттерди жүргүзүү үчүн катмарлардуу кыртыш колоннанын сандык модели түзүлгөн. Бул

модель бир өнчөй эмес чөйрөдө туурасынан таралуучу сейсмикалык толкундун өтүү процессин анализдөөгө мүмкүнчүлүк берет.

5. Катмардуу кыртышта курулган калдыккананын дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугуна сандык анализ жүргүзүүнүн методикасы иштелип чыкты, ал акселерограммалардын ар кандай жыштыктагы жазуусун колдонуу менен, адегенде дамбанын курулушун аскалуу негизде башталышын анан жергиликтуу катмардуу кыртыштын негизинде уландысын этап этабы менен моделдештирүүдө турат.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси. Диссертациялык иштин жыйынтыктары Кумтөр кенинин ААФ нын дамбасын өстүрүү боюнча үч долбоордо 2011– 2012 -жж, 2013-2014 -жж, 2015-2016-жж, дамбанын сейсмикалык туруктуулугу бөлүмүндө колдонулган. Бардык долбоордук чечимдер практикага киргизилген. Практикалык колдонууну тастыктаган документтер жана киргизүү актылары бар.

Диссертациянын коргоого чыгарылган негизги жоболору:

(25.00.20 – «Геомеханика, тектерди эардыруу менен талкалоо, кен чыга турган жерлердин аэрогазодинамикасы жана тоо жылуулук физикасы» адистиги.)

1. Сейсмикалык толкундун кыртыш катмарларынын чектеринен чагылып алардын арасында калып кайра кайра чагылуу менен термелүүнүн жаңы булагы («тузак» эффэктиси) болуусу астында катмардуу кыртыш устундөгу дамбанын негизинин горизонталдык жылмашуу ылдамдыгы жана катмардуу кыртыш бетинин термелүү убактысы туурасынан таралган сейсмикалык толкундун таасири менен көбөйөт.

2. Жергиликтүү кыртыш шарттарына ылайык кыртыш бетинин сейсмикалык термелүүсүнүн мүнөздөмөлөрүнүн мыйзамдуу өзгөрүүлөрү аныкталган. Мындй озгөрүүлөрду динамикалык жүктөмдүн өтө начар шарттарында дамбанын туруктуулугун камсыз кылуу максатында долбоорлоо стадиясында эске алууга зарыл.

(01.02.04 – «Деформацияланган катуу нерсенин механикасы» адистиги боюнча.)

3. Катмардуу кыртыш мамычадагы толкундардын таралуу процесинин математикалык моделинин чектелген айырма методду менен сандык моделин тузуунун негизинде (FLAC) жана математикалык статистиканын аппаратын эсептөө эксперименттерине колдонуунун натыйжасында чакан сейсмикалык аймакташтырууну жүргүзүүдө кыртыштын бетине бериле турган сейсмикалык жуктөмгө таасирин тийгизе турган абдан маанилу факторлор алынды.

4. Негизи аска тек болгон дамбанын сандык моделине эсептик акселерограммаларды масштабдоону пайдалануу, ага жергиликтүү кыртыш шартарын киргизүү менен сандык моделди модификациялоо, ошондой эле кыртыш бетине болгон сейсмикалык эффекттик өзгөрүүсүн аныктоо жана ага баа беру менен - түздөн түз курулуш аянтындагы жер титирөөлөрдүн

жазуусу жок болгон учурда, катмардуу негизде курулган кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун баалоого мүмкүндүк берет.

Талапкердин жеке салымы төмөнкүлөрдө турат: сандык эксперименттердин жардамы менен катмарлуу кыртыштык негиз аркылуу сейсмикалык толкундун өтүшүн изилдөө боюнча изилдөөлөрдү аткаруу; Кумтөр кенинин ААФ калдыккана дамбасынын мисалында катмардуу негизге көп факторлуу анализ жүргүзүү; сейсмикалык эффектке болгон катмардуу негиздин баалоонун эсебинин методикасын түзүү; ар кандай доминанттык жыштыктар менен эсептик акселерограммаларды тандоо жана даярдоо; динамикалык эсептөөлөргө катмардуу негизди эсептөөнүн зарылдыгын негиздөө; Кумтөр кенинин ААФ калдыккана дамбасынын сейсмикалык туруктуулугуна баа берүү жана долбоордук документацияга изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын киргизүү; кыртыштык дамбалардын сейсмикалык туруктуулугун баа берүүгө жеке ыкманы негиздөө.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын апробациялоо. Изилдөөнүн жыйынтыктары үч эл аралык симпозиумдарда келтирилген жана талкууланган:

– Геомеханика жана Инженерия Кытай коому менен биргеликте жүргүзүлгөн FLAC коддорунда сандык моделдештирүү маселелерине арналган симпозиум (www.csrme.com/en), Кытай Илимдер Академиясынын, «FLAC Үчүнчү Эл аралык симпозиум» (Китай, Хангжу, 2013-ж.);
– Чоң Плотиналар жана Дамбалар боюнча Комитеттин эл аралык симпозиуму (ICOLD), «Дамбалардын чөйрөго болгон глобалдуу көйгөйлөрү» (Индонезия, Бали, 2014г.);
– ITASCA компаниянын 35-жылдыгына арналган эл аралык симпозиум, «Геомеханикадагы сандык моделдештирүү» (Перу, Лима, 2016-ж.);
– Москва Мамлекеттик Курулуш Университетинин эл аралык окуу-практикадык конференциясында, илимий макала ардактуу экинчи орунду алган (Россия, Москва, 2017-ж).

Диссертациялык иштин жыйынтыктары жана негизги жоболору жыл сайын (2010-2014-жж) КР УИА Геомеханика жана Кендерди Өздөштүрүү Институтунун жаш окумуштууларынын отчетунда доклад берилген жана талкууланган, ал эми иш аяктаган түрүндө И.Раззаков атындагы КМТУ нун Прикладдык математика жана информатика кафедрасынын биргелешкен отурумунда жана КР УИА ИГиОН "Геомеханика" Окумуштуу кеңешинин секциясында талкууланган жана жактырылган.

Диссертациянын жыйынтыктары басылмаларда чагылдырылышынын толуктугу. Диссертациянын негизги мазмуну 13 басма иште чагылдырылды.

Диссертациянын структурасы жана көлөмү Диссертациялык иш кириш сөздөн, төрт баптан, корутундудан, колдонулган адабияттын тизмесинен, тиркемеден турат, 151 барак текст камтыйт, 6 таблица, 106 сүрөт, 138 аталыштагы колдонулган булактардын тизмесин камтыйт.

ИШТИН МАЗМУНУ

Кириш сөздө проблеманын актуалдуулугу негизделет, максаттары жана изилдене турган маселелер берилген, ошондой эле коргоого алып чыккан диссертациялык иштин негизги жоболору аныкталган.

Биринчи бапта кыртыштык дамбалардын сейсмикалык туруктуулугун баалоо ыкмалары жана маселелердин изилденген анализи жүргүзүлдү, сейсмикалык аймакташтыруунун түрлөрү изилденди, ири масштабдуу сейсмикалык платформада кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугуна эксперименталдык изилдөөлөрүнө анализ жүргүзүлдү.

70-жылдын ортосуна чейин кыртыштардын динамикасын изилдөө жана сейсмикалык туруктуу кыртыштык дамбаларды долбоорлоо дээрлик изоляцияланган. Бул эки багыттын негизги иштеринин ортосундагы байланыш каралбай калган. Динамикалык таасирдин шарттарында кыртыштын жүрүш турушунун мыйзам ченемдүүлүгү изилденет, кыртыштык дамбалардын сейсмикалык туруктуулук маселелеринде аларды эске алышпайт. Кырдаал акыркы 20 жылда өзгөрөт. Кыртыш дамбаларын долбоорлоо милдетине багытталган кыртыштардын динамикалык реакциясынын эсептик моделдери түзүлөт. 1975-жылдан баштап, Чоң Плотина жана Дамба боюнча Эл аралык Комиссия тарабынан бул проблематика боюнча эл аралык тажрыйбаны жалпылаган биринчи серептик басылмалар жарыяланат. 1989-жылга чейинки публикацияларда, дүйнөнүн көптөгөн мамлекеттеринде кыртыштык дамбалардын сейсмикалык туруктуулугун баалоо практикасы болгон, алар 0,1g горизонталдык ылдамдануусу үчүн жалган статикалык анализди колдонгон. Мурда белгилүү болгондой, жер титирөөлөр ылдамдануунун чоң маанилерин пайда кылышы мүмкүн. Динамикалык эсептөөлөр дамбанын негизин эске алуу зарылдыгын таап чыгышты. Себеби дамбанын негиздери - катуу бир түрдүү кыртыш эмес, татаал структура, ал сейсмикалык таасирдин мүнөздөмөсүн өзгөртө ала турган өзүнүн динамикалык корсоткучтору менен болот.

Кыргыз окумуштууларынын ичинен кыртыштардын динамикасы тармагында К.А. Кожобаевдин ишин белгилеп кетүүгө болот. Анын илимий иштери тиксотропия, дилатансияга жана дисперстик кыртыштарды суюлтууга арналган. Кыргыз Республикасындагы жер титирөөлөр учурунда көчкүлөрдү активдештирүүнү болжолдоодо В.Э. Матыченков, Ш.Э. Усупаев, Дж.Ш. Кожобаев, Дж.А. Шаимбетов жана башкалардын илимий иштеринин жыйынтыгы болуп саналат.

Кыргыз Республикасында сандык моделдештирүүнүн геотехникалык объекттеринин чыңалуу-деформацияланган абалынын эсептери менен И.Т Айтматов, К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, К.Ж. Усенов, С.Ф. Усманов, Э.К. Абдылдаев, А. Алибаев, Б.А. Чукин, К.А. Абдыгазиев, Э.А. Ким, Г. Исаева, З. Шамбетов жана башкалар алектенишет.

Чыпкаланган жана жылуулук процесстерин изилдөө М. Дж. Джаманбаев, Ч. Дж. Джаныбеков, А.И. Исманбаев, Б.И. Бийбосунов жана башкалардын илимий багыты болуп саналат.

Геотехникалык объекттеринин чыңалуу-деформацияланган абалын аналитикалык ыкма менен баалоо менен Б.Ж. Жумабаев, А.А. Аманалиев ж.б. алектенишет.

Кыргыз Республикасынын аймагындагы сейсмикалык коркунучту жоромолдоо жана баалоо К.Е. Абдырахматов, Э. Мамыров, М. Омуралиев, В.Н. Погребной, Дж.Ж. Кендирбаев, К. Джанузаков, А.Т. Турдукулов, М.П. Камчыбеков жана башкалардын илимий изилдөө иштери болуп саналат.

Динамикалык жүктөм учурунда кыртыштардын жүрүш турушунун мыйзам ченемдүүлүгүн түшүнүү жана кыртыштык дамбалардын сейсмикалык туруктуулугун камсыз кылуу проблемаларын чечүүдө төмөнкү көрүнүктүү окумуштуулар олуттуу салым кошушкан: Д.Д. Баркан, О.Я. Шехтер, О.А. Савинов, Н.Н. Маслов, Б.М. Гуменской, И.М. Горькова, П.Л. Иванова, Л.К. Танкаева, Е.Н. Зарецкий, Л.Н. Рассказов, Е.Н. Беллендир, В.Н. Ломбардо, А.С. Бестужев, В.Г. Мельник, Е.А. Вознесенский жана башкалар, ошондой эле чет элдик окумуштуулар К. Терцаги, Т. Лэмб, Е. Рейсснер, Г. Фрейндлих, Г.Б. Сид, К. Чен, Н.М. Ньюмарк, Т.К. Сай, Дж. Лайсмер, Ф. Ричарт, К. Ли, А. Казагранде, Г. Кастро, К. Ишихара, Т.Л. Яуда, Дж. Митчелл, В.Д.Л. Финн жана башкалар.

Сейсмикалык аймакташтыруунун түрлөрүнө анализ аткарылды. Курулуш аянтынын сейсмикалык коркунучу төмөнкү изилдөөлөрдүн негизинде жүргүзүлөт: Жалпы сейсмикалык аймакташтыруу (ЖСА), деталдуу сейсмикалык аймакташтыруу (ДСА) жана сейсмикалык чакан аймакташтыруу (СЧА). ЖСА боюнча иштер картаны түзүү менен өлкөнүн бардык аймагын камтыйт. Картанын градациясынын негизги элементи болуп жер титирөөнүн интенсивдүүлүгү болуп саналат. Кыргыз Республикасынын ЖСА картасын куруу менен КР УИАнын Сейсмология Институту алектенет. ДСАнын милдети болуп сейсмикалык генерацияланган аймактарды изилдөө болуп саналат. Очокторду бөлүштүрүү, жылышуулардын тиби, максималдуу магнитудалар ж.б. изилденет. СЧА жергиликтүү шарттардын сейсмикалык таасирдин очогуна тийгизген таасирин баалайт. Акыркы жылдарда СЧА нын комплексинде маанилүү ролду сандык ыкмалар, тактык ойнойт, алардын тактыгы көп фактордуулукту, чөйрөнүн чек арасынын формасынын кескин өзгөргүчтүгүн сүрөттөө мүмкүнчүлүгү, жер алдындагы суулардын деңгээлин эске алуу, ошондой эле кыртыштардын ылдамдык жана бышыктык касиеттерин өзгөртүү менен шартталган.

Кыртыш дамбанын сеймикалык туруктуулугун эксперименталдык изилдөөлөр тармагындагы баарынан көп белгилүүлүктү Нурек ГЭСинин плотинасын куруу үчүн жүргүзүлгөн иштер болгон. Каптал боорлордун сейсмикалык туруктуулугун аныктоо үчүн сейсмоплатформа курулган. Сейсмикалык платформадагы эксперименттер Нурек карьерлеринин шагыл-майда таш аралашмасы менен жүргүзүлгөн. Бардыгы болуп 100 дөн ашык

тажрыйба жүргүзүлгөн, алар 0,1g дан 0,5g га чейинки таасирин тийгизген ылдамдануулар менен айырмаланып турат. Каптал боордун тузулушу m = 2,25 , аны тургузган кыртыш тыгыздыгы ρ = 1,9 – 2,27 т/м^3.

Жүргүзүлгөн тажрыйбалар көргөзүп тургандай, курулманын сейсмикалык деформацияларынын чоңдугу төмөнкүлөрдөн көз каранды:

– жер титирөөнүн динамиканын параметрлери;
– дамбанын кыртышынын физикалык-механикалык касиети;
– дамбанын бийиктигинен дээрлик аз көз каранды.

Аткарылган эксперименталдык иштердин жыйынтыктары анализденди, төмөнкү корутундулар чыгарылды: шагылдуу-майда таштуу аралашмадан жасалган плотиналар 0,5g га чейинки жогорку динамикалык туруктуулукка ээ, эгер материалды коюунун тыгыздыгы 2,15 т/м^3 кем болбосо. Борпоң салынган майда таш ρ < 1,95 т/м^3, кургак абалында жетиштүү динамикалык туруктуулукка ээ, сууга каныккан абалында кескин төмөндөтүлгөн динамикалык туруктуулукка ээ. Маанилүү корутунду болуп, курулманын сейсмикалык деформацияларынын чоңдугу жер титирөөнүн динамикалык параметрлеринен көз каранды экендиги саналат, ал жердин бетиндеги термелүү түрүндө болуп, ага жергиликтүү кыртыш шарттары таасир этет.

Экинчи бапта кыртыштык дамбалардын сейсмикалык туруктуулугунун баалоо ыкмалары келтирилген.

Спектралдык ыкманын негизине, убакыттын функциясындагы курулманын сейсмикалык термелүүлөрүн сүрөттөөнүн ордуна максималдык ылдамданууну, ылдамдыкты, жылышууларды аныкташат,алар динамикалык параметрлерди анализдөөнүн негизинде алынган (өздүк термелүү мезгили, энергияны чачыратуу көрсөткүчү ж.б.). Бул чоңдуктарды аныктоо үчүн мурда болуп өткөн жер титирөөлөрдүн акселерограммалары колдонулат. Натыйжада спектралдык ийри сызыктар тургузулат, алар эркиндиги бир даражасы менен болгон системанын өздүк термелүүнүн мезгилин мүнөздөөчү функцияга кирген максималдык сейсмикалык ылдамданууну, ылдамдыктарды жана жылышуусу менен сүрөттөлөт. Бул ыкма КР КНжЭ 20-02:2009 тарабынан жоопкерчиликтин I жана II класстан төмөн кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун баалоо үчүн сунушталган. Кыртыштык дамбалар үчүн k чекитиндеги максималдык ылдамдануу $u_{ik}(t)$ төмөнкү туюнтмадан улам аныктала алат:

$$max_t\,|u_{ik}(t)| = a_p\beta_i\eta_{ik}$$

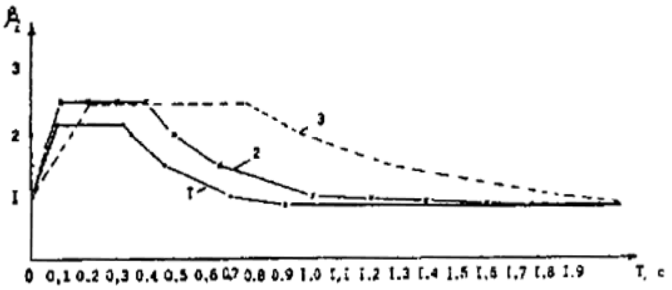
мында, a_p – колдонуудагы ылдамдануунун максималдуу амплитудасы; η_{ik} – курулманын деформацияларынын формасынын коэффициенти; β_i – динамикалуулук коэффициенти, T_i өздүк термелүүлөрүнүн мезгилине катталган басаңдоо менен системанын максималдык ылдамдануунун абсолюттук маанисинин көз карандылыгы. Курулманын T_i өздүк термелүүлөрүнүн мезгилине β_i мааниси 1-сүрөттө көргөзүлгөн спектралдык графиктер боюнча аныкталат. 1ийри сызык – сейсмикалык касиеттери боюнча I категориядагы кыртыштар үчүн; 2 ийри сызык – ≤ 30 м катмардын кубаттуулугу учурундагы II жана III категориялары үчүн ; 3 ийри

сызык – катмардын кубаттуулугу > 30 м болгон учурда II жана III категориядагы кыртыштар үчүн. Кыртыштык материалдардан курулган дамбалар үчүн линейлүү-спектралдык теорияда эсептик сейсмикалык жүктөмдөр курулманын k чекитинде a_{pkj} эсептик ылдамдануу аркылуу аныкталат

$$a_{pkj} = AK_1K_2\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left[K_{\psi}\beta_i\eta_{ikj}\right]^2}$$

мында: A – сейсмикалык тездөөнү мүнөздөгөн коэффициент, β_i – динамикалуулук коэффициенти, η_{ikj} – термелүү формасынын коэффициенти, K_1 – мумкун болгон жабыркоолордун коэффициенти, K_2 – конструктивдүү чечимдерди эске алуучу коэффициент, K_{ψ} – сейсмикалык таасирдин интенсивдүүлүгүн жана курулуштун тибинин коэффициенти, детерминацияланган жана ченемдик документтерге ылайык кабыл алынат. Кыртыш дамбанын туруктуулугуна баа беруу сейсмикалык жуктомдорду тапкандан кийин жургузулот. Сейсмикалык жуктомдор сыймалануу беттерин табуу ыкмасы менен табылат. Бул учурда сейсмикалык жүктөмдөр статикалык катары эске алынат.

Кыртыш дамбаларына сейсмикалык туурктуулукту баалоо акселерограмма тарабынан таасир берилген учурда, жол берилген деформациялар боюнча жүзөгө ашырылат. Бул жагынан кеңири пайдаланууга Н. Ньюмарктын динамикалык ыкмасы ээ болгон. Бул



1-сүрөт. Динамикалуулук коэффициентинин маанилеринин графиктери β_i T_i өздүк термелүү мөөнөтүнөн алып караганда.

эсептөө ыкмасы сейсмикалык таасир учурунда катталган сыйгалануу беттер аркылуу каптал боорлордун кайтарымсыз жылышуусун аныктайт. Н. Ньюмарк тарабынан жогорку чектеги ылдамдануну жана каптал боорлордун же жалпы эле дамбанын кайтарымсыз жылышуусуна алып келе турган тийиштүү күчтү баалоо үчүн көз карандылыктар алынган. Эгер каптал боордун туруктуулугун аныктоо учурунда бөлүктүн коэффициенти запасы бирден азыраак болуп калса, анда бул бөлүк бүтүн катары жылдырылат.

Илимий жетишкендиктер кыртыш дамбаларынын сейсмикалык эсептөөлөрүндө жаңы, заманбап ыкмаларды табууга мүмкүндүк берди. Кыртыштын жүрүш турушун сүрөттөө үчүн эсептөөнүн заманбап ыкмалары пластикалуулук теориясынын теңдемесин пайдаланат. Төмөндө кыртыштык дамбалардын сейсмикалык чыңалган абалын түз динамикалык ыкма менен эсептөөнүн баштапкы өбөлгөлөрү келтирилет:

– кыртыштын чыңалуусу менен деформациясынын ортосундагы байланыш пластикалуулук теориясынын негизинде аныкталат;
– кыртыштын математикалык модели лабораториялык изилдөөлөрдүн маалыматтарын талдоо менен такталат;
– эсептөө учурунда курулуш жана эксплуатациялык мөөнөттө жана сейсмикалык таасирин тийгизуу процессинде дамбанын чыңалган-деформацияланган абалын аныктаган бардык негизги факторлор эске алынат;
– курулушка мумкун болгон жүктөмдөрду бааллоо деформациалар, же курулуштун тосмо фронтунун жарылышы боюнча бааланат;

Курулуштарга жүктөмдун чеги катары дамбанын бузулушунун мүмкүн болгон аймактарын таба турган, өчпөгөн пластикалык деформациялар болуп жаткан деңгээл кабыл алынат.

Үчүнчү бапта кыртыштардын динамикалык туруксуздугу сүрөттөлгөн, эсептик акселерограммалардын мүнздөмөлөрүн тандоо методикасы сунушталган, катмардуу негиздеги сейсмикалык толкундардын тароо процессинин жаңы изилдөөлөрү аткарылды, негизинин үч катмарлуу кыртыш модель үчүн факторд‌ук анализ жүргүзүлдү, акселерограмманын эсептөөлөргө даярдоо методикасы каралды.

Негизи кумдуу кыртыш учурунда динамикалык жүктөмдөргө болгон реакциясынын мүнөздүү формалары болуп төмөнкулөр саналат:

1. каалагандай нымдуулуктагы борпоң кумдарды бекемдөө;

2. кыртыштарды бекемдөө фонунда поровой (тешиктүү) басымды көбөйтүү менен сууга каныккан кумдун натыйжалуу чыңалууларын жоготууга чейин суюлтуу;

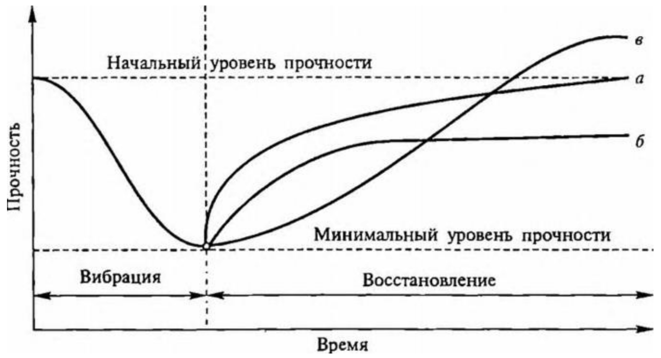
3. нымдуулугу аз кумдарды борпондоштуруу жана аларды жумшартуу.

Узакка созулган улам улам берулуучу (пульсирующие) жүктөмдөр сууга каныккан кумдардын жылышуусуна каршылык көргөзүүго мүмкүндүк бербейт, бул кумдардын дандарын өзүнчө топтолушуна жана бошондогон аймактарда кыртыштын суюлушуна алып келет.

Ири кесектүү кыртыштарды динамикалык сыноолорду жургузуунун кажети жок, анткени мындай кыртыштар динамикалык жүктөмдөрго туруктуулугун сактайт. Катуу жер титирөө учурунда мындай кыртыштардын динамикалык суюлуу учурлары белгилүү. Бул кыырдаалдарды талдоо көргөзгөндөй, сууга каныккан кыртыштардын суюлуусу төмөнкүлөрдөн улам келип чыгат: кыртыштардын арасында чаңдуу-кумдуу материалдардын өтө көп болу учурунда шагылдуу жана майда таштуу бөлүктөр "калкып" калышат, эгерде шагылдуу кыртыш өзүнүн үстүндө суу откорумдуулугу аз кыртыш катмары бар болсо, анда сейсмикалык термелүүлөр учурунда ашыкча поровой басымдын диссипациясына тоскоолдук кылганы менен түшүндүрүлөт. Таза шагылдуу-майда таштуу кыртыштар суу алдында жаткан учурунда да динамикалык ишенимдүү болот.

Тиксотропия - динамикалык жүктөмдүн таасири алдында жана алардын тынч абалдагы калыбына келтирилишинде структуралык байланышты

бузууда чагылдырылган дисперстик системаларга таандык көрүнүш. Тиксптроптуу системалардын маанилүү касиети болуп алардын кайтарымдуулугу саналат, башкача айтканда бышыктыгын баштапкы деңгээлге чейин калыбына келтирүү. Тиксоптроптуу системанын схематикалык ийри сызыгы 2, а-сүрөттө келтирилген. Табигый байланыш кыртыштар бул касиеттерге ээ эмес. Алардын бышыктыгы калыбына келүүсү аяктагандан кийин баштапкы деңгээлге жетпейт (2,б-сүрөт), же андан ашып кетет (2,в-сүрөт). Ошондуктан, мындай кыртыштардын квазитиксотроптуулугу туурасында айтышат, башкача айтканда, айрым өзгөчөлүктөр менен татаалданган тиксптроптуу процесстер.



2-сүрөт Тиксптроптуу системанын (а) жана квазитиксотроптуу жаратылыш кыртыштарынын (б,в) бышыктыгын калыбына келтирүү схемасы.

Чополуу кыртыштардын динамикалык реакциясына болгон жүктөөнүн жыштыгынын таасири баарынан көп аныкталбагандардын бири болуп саналат. Окумуштуулардын тажрыйбасы көргөзүп тургандай, буга окшогон көз карандылык бар. Мисалы, Сан-Франциско куймасынжагы шилендилер (чыла)үчүн, динамикалык сыноолорду жүргүзүү учурунда термелүүлөрдүн жыштыгын 1 ден 2 Гцга чейин көбөйткөн учурда, үлгүлөрдү бузуу үчүн зарыл болгон таасир этүү циклдеринин санын бир топ өзгөртөт. Чополуу кыртыштардын динамикалык реакциясынын жыштык көз карандылыгы резонанс натыйжасы, тиксотроптуу калыбына келтирүү жана агуучулугу менен кыйындатылган. Чополуу кыртыштын нымдуулугу канчалык жогору болсо, анын жүрүш турушуна болгон динамикалык жүктөмдүн жыштыгынын таасири ошончо көрүнүп турат.

Тоо тектери чарчоо (алсыроо) талкалануу менен мүнөздөлөт. Алсыроо - динамикалык жүктөмдөр учурунда материалдын бекемдигинин төмөндөшү. Тоо тектеринин алсыросунун бирдиктүү теориясынын жоктугу металдардын теориясын колдонууга алып келет. Бирок бир түрдүү эмес чөйрө үчүн колдоонуда ар кандай чектөөлөр бар. Металлдагыларга окшош эле, тоо тектеринин алсыроосу алардын бир өңчөй эмес чөйрөлөрү менен аныкталат. Аларга жүктөө учурунда чыңалуу талаалары келип чыгат, ал эми алардын концентрациясы коп аймактарда майда жаракалар башталат. Колдонуудагы жүктөмдүн параметрлери алсыроонун пайда болуу даражасын аныктайт. Ар

кайсы авторлор тарабынан келтирилген эмпирикалык теңдемелер N циклинин көбөйүүсү менен ар кандай тектердин бекемдигинин төмөндөшүн сүрөттөйт, ал кысылуу шартында да чоюлуу учурунда да болот, жана төмөнкү түргө ээ:

$$\frac{\sigma_{\max N}}{\sigma_{cm}} = a - b\, lgN\ ,$$

мында $\sigma_{ст}$ - статикалык шарттагы бышыктыктын чеги, $\sigma_{\max N}$ – жүктөөнүн N циклинен кийин талкалоочу чыңалуусу, а жана b – константтар. $\sigma_{\max}$ чоңдугу тоо тектеринин бекемдик мүнөздөмөлөрүнө өтө чоң таасир тийгизет. Бул чоңдук канчалык чоң болсо, жүктөөнүн циклдеринин санынын көбөйүшү менен деформациялардын өсүшү ошончо жогору.

Кыртыштардын динамикалык туруксуздугу туурасында топтолгон тажрыйбанын анализинин негизинде абдан маанилүү кыртыштын тибине жараша жана конкреттүү учур үчүн баарынан начар сейсмикалык таасирдерге жараша эсептик акселерограммалардын мүнөздөмөлөрүн тандоо методикасы сунушталган. Мисалы, сууга каныккан кумдарды камтыган негиздер үчүн эсептик жазууну тандоодо анын узактыгына негизделүүнү сунуш кылган, анткени жада калса тыгыз кумдар да узакка созулган сейсмикалык жүктөмдөн кийин суюлуп кетет. Узактыгы 60 секунддан көп болгон акселерограммаларды колдонуу сунушталган. Чополуу кыртыштар үчүн, резонанстуу натыйжаларды табуу жана алардын курулманын туруктуулугуна болгон таасирин аныктоо сунушталган. Аскалуу тектерде, андан кийинк жараңкалардын пайда болуусу менен чыңалуучу аймактарды табуу үчүн, максималдууга жакын жогорку чектөөлөрүн камтыган акселерограммаларды колдонуу сунушталган.

Термелүүлөрдүн мүнөздөмөсүн ченөөгө катмардуу негиздин таасири - бул сейсмикалык толкундарды таратуунун татаал процесси. Аныкталган бир кыртыштык шарттарда бул таасир күчөтүү формасын алышы мүмкүн, ал эми башка шарттарда азайтуу формасын алат. Катмарлуу негизде сейсмикалык толкундун өтүү процессин изилдөө үчүн бийиктиги 50 м жана туурасы 1 м болгон кыртыштык мамыча модели менен сандык эксперименттер аткарылган:

1. 50 м бийиктиги менен бир тектүү аска негиз;
2. 35 м аска тек катмарынан жана 15 м чополуу кыртышштын катмарынан алынган эки катмардуу негиз;
3. 35 м аска тек катмарынан жана бийиктиги 10 м жана 5 м менен кумдуу кыртыштын чополуу катмарынан алынган үч катмардуу негиз;

Төмөндө жаткан кыртыштын горизонталдык гормоникалык кыймылы 3-сүрөттө көргөзүлгөндөй, кыртыштын үстүдө жаткан кыртышындагы туура толкундан вертикалдуу өтүүсүнө келет. Жыйынтыктоочу горизонталдык жылышуу Г. Кольскийдин туюнтмасы менен сүрөттөлүшү мүмкүн:

$$u(z,t) = Ae^{i(\omega t+kz)} + Be^{i(\omega t-kz)},$$

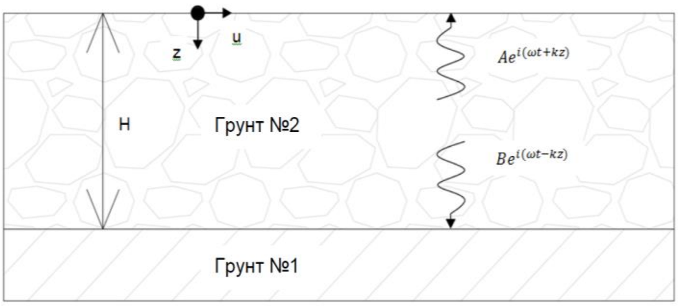
мында ω – термелүүлөрдүн айланта жыштыгы, k – толкундуу сан (=ω/V_s), V_s – кыртыштагы серпилгич туура толкундун өтүү ылдамдыгы; А жана В –

өйдө (+z) жана ылдый (-z) багыттары боюнча өткөн толкундун амплитудасы; i – комплекстик бирлик(=$\sqrt{-1}$), ал Эйлердин мыйзамында колдонулат:

$$e^{i\alpha} = cos\ \alpha + i\ sin\alpha$$

Эгер A=B болсо, анда жыйынтыктоочу горизонталдык жылышуу төмөнкү туюнтма түрүндө жазылышы мүмкүн:

$$u(z,t) = 2A\frac{e^{ikz} + e^{-ikz}}{2}e^{i\omega t} = 2A\cos kz\, e^{i\omega t}$$



3-сүрөт. Катмарлуу чөйрөдөгү туура толкундун вертикалдык өтүү схемасы.

Бул туюнтма горизонталдык жайгашкан кыртыш катмарынын каалаган эки чекитинде жылышуулардын амплитудасын сүрөттөгөн коэффициентин алып өтүү функциясынын оңойлотулган жазуусу үчүн колдонулат:

$$F(\omega) = \frac{u_{max}(0,t)}{u_{max}(H,t)} = \frac{2Ae^{i\omega t}}{2A\cos kHe^{i\omega t}} = \frac{1}{\cos kH} = \frac{1}{\cos(^{\omega H}/_{v_s})}$$

Г. Кольский өзүнүн «Волны напряжения в твердых телах» (Катуу нерседеги чыңалуу толкундары) ишинде комплекстүү толкундук санга аныктама берет:

$$k^* = \omega\sqrt{^{\rho}/_{G^*}}\ ,$$

мында ρ – кыртыштын тыгыздыгы, G^*– кыртыштын жылышуусунун серпилгичтигинин комплекстүү динамикалык модулу, ал төмөнкүдөй аныкталат:

$$G^* = G(1+2iD)\ ,$$

мында G – кыртыштын жылышуусунун серпилгичтигинин динамикалык модулу, D – кыртышты демпфирлөө коэффициенти.

Туура серпилгич толкундун жылышуу серпилгичтигинин тыгыздыгы жана модулу менен өтүү ылдамдыгын байланыштырган белгилүү көз карандылыктан, серпилгич толкундун өтүүсүнүн комплекстүү ылдамдыгы чыгарылат:

$$v_s^* = \sqrt{\frac{G^*}{\rho}} = \sqrt{\frac{G(1+i2D)}{\rho}} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}(1+iD) = v_s(1+iD)$$

Анда комплекстүү толкундук сан төмөнкүдөй чагылдырылышы мүмкүн:

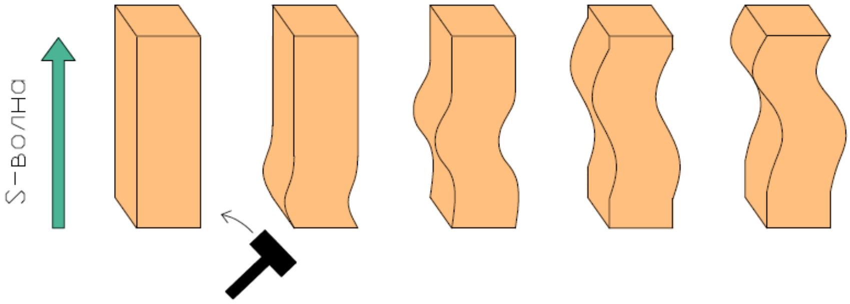
$$k^* = \frac{\omega}{v_s^*} = \frac{\omega}{v_s(1+iD)} = \frac{\omega}{v_s}(1-iD) = k(1-iD)$$

Буга ылайык, салынган жүктөмдүн жыштыгын эске алган, кыртыштын геометриялык жана динамикалык мүнөздөмөлөрүн эске алуу менен алып өтүү функциясы жөнөкөйлөтүлүп, мындай чагылдырылат:

$$F(\omega) = \frac{1}{\cos k(1 - iD)H} = \frac{1}{\cos[\omega H/v_s\,(1 + iD)]}$$

Колоннанын негизине чыңалуунун импульсу берилген, ал негиздин горизонталдык жылышуусунун ылдамдыгын (ГЖЫ) пайда кылган: V=1м/сек. Чыңалуу импульсунун тиркелген схемасы 4-сүрөттө көргөзүлгөн. ГЖЫ мааниси моделдин үч контролдук чекитинде байкалган: 1 - негизинде, 2 - ортосунда жана 3 - чокусунда.

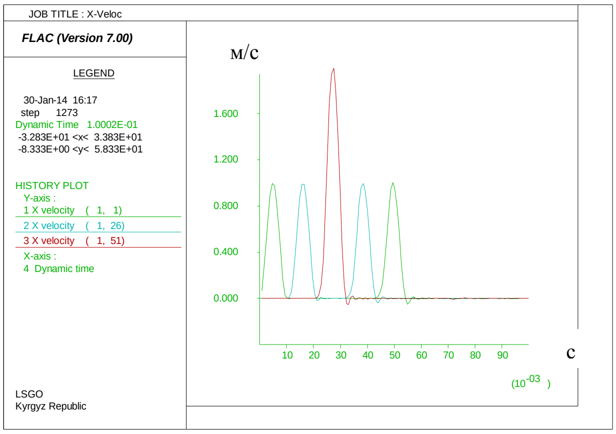
1-тажрыйбанын жыйынтыктары. 5-сүрөттө убакыттагы S-толкундун өтүү учурундагы ГЖЫ өзгөртүү графиги көргөзүлгөн. S-толкун негизинен чокуга чейин 0,0275 секундда өткөн. 1 жана 2 чекиттериндеги ГЖЫ амплитудасы бирдей, 3 чекитте эки эсеге көбөйгөн жана 2 м/с ны түздү.



4-сүрөт Чыңалуу импульсунун тиркелген схемасы.

Андан кийинки эки тилке 2 жана 1 чекиттериндеги ГЖЫны мүнөздөйт жана колоннанын чокусунан чагылдырылган S-толкун менен пайда болгон. S-толкун колоннанын негизине кайтып келет, анда берилген жабышкак чек шартттары аны сиңирип алат да, чексиз чөйрөнү имитациялайт. Гранттик колона термелүүчү кыймылдарды жасабайт, буга олуттуу терс маанилерге ээ эмес ГЖЫ графигин көргөзүп турат

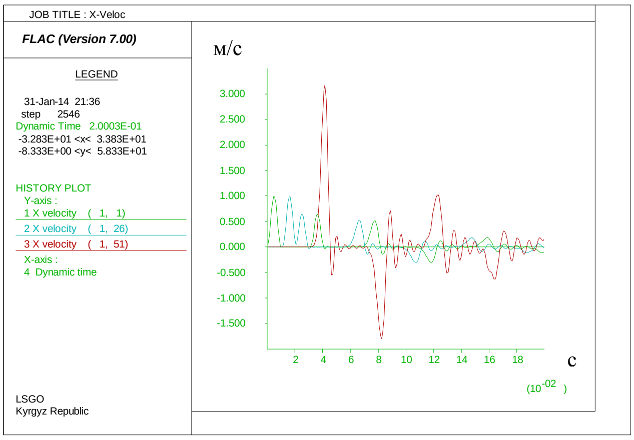
2-тажрыйбанын жыйынтыктары. 6-сүрөттө убакыттагы S-толкундун өтүү учурундагы ГЖЫ өзгөртүү графиги көргөзүлгөн. S-толкундун өтүү убактысы негизден баштап чокуга чейин 0,042 секунданы түздү. 1 жана 2 чекиттериндеги ГЖЫ амплитудасы 1-тажрыйбага окшош жана 1 м/с га барабар. S-толкун чополуу катмардан чагылат жана экиге бөлүнөт. Биринчиси кайрадан негизди көздөй жылса, экинчиси чокуга жылат. Андан кийинки эки кыйшаюулар бул негиздеги өчүп бараткан, чагылдырылган толкундун ГЖЫ. Колоннанын чокусунда ГЖЫ 3,17 м/секундага чейин өсөт. S-толкун чокуга жеткенден кийин кайрадан колоннанын негизине кайтып келет жана, чополуу катмардын негизине жетип туруп, кайрадан экиге бөлүнөт.

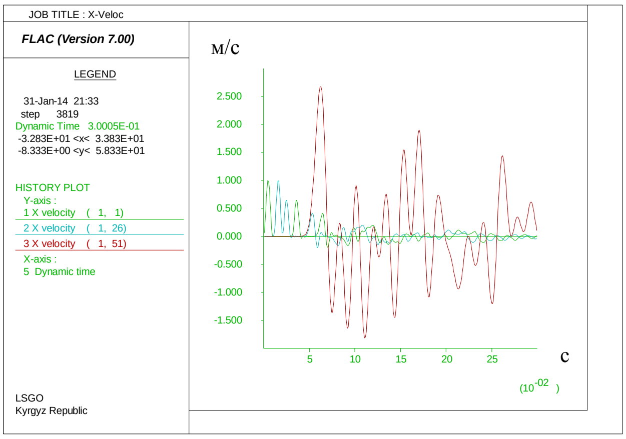


5-сүрөт ГЖЫнын өзгөрүү графиги, 1-чи тажрыйба.

Колоннанын чокусу акырындап өчүү менен эркин термелип турат. Ар кандай жыштыктагы термелүүлөр келип чыгат, тиркелген жүктөмдөн баштап бир жыштыкка чейин. Колоннанын чокусунун термелүүсүнүн узактыгы 0,5 секундду түзөт.

3-тажрыйбанын жыйынтыктары. 7-сүрөттө эсептөөнүн 0,3 секундуна убакыттагы S-толкундун өтүү учурундагы ГЖЫ өзгөртүү графиги көргөзүлгөн. Чокудагы ГЖЫнын жогорку мааниси 2-тажрыйбага караганда 2,67 м/секундага азыраак, бирок андан кийинки термелүүлөрдүн ГЖЫ амплитудасы бир топ жогору. "Тузак" эффектиси табылды - материалдын бөлүмүнүн чегинен жана чокудан баштаган S-толкундар. Бул эффекттин бар экендиги туурасында толкундардын моделинин негизине кайтып келген ГЖЫ анча чоң эмес амплитудасы айтып турат, ал эми ал убакта ГЖЫ амплитудасы чокуда жогору. Термелүүлөрдүн жалпы узактыгы бир топ көбөйгөн жана 10 секунддан ашык убакытты түзөт.





6-сүрөт ГЖЫ өзгөрүү графиги, 2-чи эксперимент.

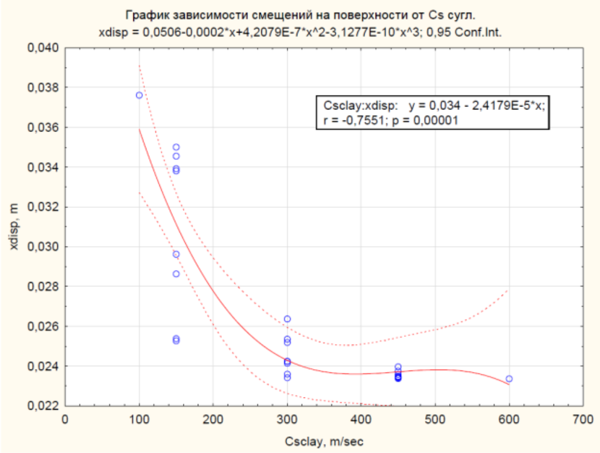
7-сүрөт ГЖЫ өзгөрүү графиги, 3-чи эксперимент.

Серпилгич толкундардын таралуу ылдамдыгынын азыраак мааниси менен түпкү тектерден жогору болгон кыртыштын катмардуу негизинин болушу сейсмикалык таасир учурунда үстүңкү бетке динамикалык жүктөмдүн өзгөрүүсүнө алып келиши мүмкүн.

Кыртыштык катмарлардын кубаттуулугунун таасирин жана алардагы жылышууга болгон туура серпилгич толкундардын өтүү ылдамдыгын, жылышуу ылдамдыгын жана беттин жогорку чектеги ылдамдыгын баалоо үчүн үч катмардуу кыртыштык колоннага көп факторлуу анализ аткарылды. Бул үчүн экспериментти пландаштыруунун математикалык теориясы пайдаланылды, ал STATISTICA программасында ишке ашырылган. Өткөрүлгөн сандык эксперименттердин жыйынтыгында тандалып алынган параметрлерге болгон баарынан чоң таасирди серпилгич туура толкундардын чополуу катмарда таралуу ылдамдыгы жана анын кубаттуулугун көргөзүп турат. 8-сүрөттө колоннанын чокусунун максималдуу жылышуусунун мамилеси үчүн Парето картасы көргөзүлдү. 9-сүрөттө колоннанын чокусунун жылышына жараша чополуу катмардагы серпилгич туура толкундардын таралуу ылдамдыгы (Csclay). Графиктен көрүнүп тургандай, бул көз карандылык туз сызыктуу эмес. Серпилгич толкундардын таралуу ылдамдыгынын маанисинин көбөйүшү менен чокунун жылышы азаят.

Мисал катары Суусамыр жер титирөөсүнүн афтершогунун акселерограммасын даярдоо аткарылды, ал интенсивдүүлүктүн 8 баллдык аймагында жайгашкан курулуш аянты үчүн эсептелет. Даярдоо методикасы өзүнө камтыйт: ченөө бирдигин конвертациялоо, чоку мааниси боюнча акселерограмманы масштабдоо, 10 Гц жогору жыштыктан акселерограмманы чыпкалоо, нөлдүк тилкеге карай эсептик сейсмограмманы тууралоо жана негиздин моделинин бетине зарыл болгон тездөөнү алуу үчүн текшерүүчү эсептөөлөрдү жүргүзүү.

8-сүрөт Колоннанын чокусунун жылышынын мамилеси үчүн Парето картасы.



9-сүрөт Колоннанын чокусунун жылышына жараша чополуу катмардагы серпилгич туура толкундардын таралуу ылдамдыгы.

Курулуш аянтынан алынган акселерограммалар жок болгон учурда,сейсмикалык туруктуулуктун эсептөөсүн жүргүзүүгө мүмкүндүк берген кыртыштын локалдуу шарттарына таасирин каттоонун методикасы иштелип чыкты, ал төмөнкүдө турат:

1. ЖСА картасындагы райондун интенсивдүүлүгүнө ылайык курулуш аянтынын мүмкүн болгон жогорку ылдамдануу анализденет жана кошумча изилдөөлөр жүргүзүлөт;

2. Маанилүү кыртыштарды табуу менен геологиялык кесик анализденет;

3. кыртыштардын динамикалык туруксуздугунун тибин каттоонун сунушталган методикасына ылайык, зарыл болгон мүнөздөмөлөр менен эсептик акселерограммалар тандалып алынат;

4. тандалып алынган жазууларды даярдоо аткарылат - масштабдоо, чыпкалоо ж.б.

5. негиз моделденет, биринчи этапта аскалык материалдан турган жана динамикалык эсептөө жүргүзүлөт;

6. Аскалык негиздеги беттердеги жылышуу, ылдамдык жана горизонталдык ылдамдануу аныкталат, ошондой эле мамилелердин спектри курулат;

7. негиздин моделине чыныгы кыртыштык шарттар киргизилет жана эсептөө кайталанат;

8. бардык алынган чоңдуктар жана таасирди баалоо жана начар шарттарда курулманын сейсмикалык туруктуулугун андан кийин эсептөө үчүн спектрлер анализденет.

Төртүнчү бапта иштелип чыккан методикага ылайык Кумтөр кенинин ААФ калдыккананын негизинин локалдык кыртыштык шарттарынын таасирин изилдөө аткарылды, акселерограммаларды жыштык диапазондоруна бөлүү методикасы сунушталды, Кумтөр кенинин ААФ калдыккананын кыртыштык дамбасынын сейсмикалык туруктуулугу баалануууда

Кумтөр кенинин ААФ калдыкканасынын дамбасы түбөлүк тоңуп турган кыртыштардан, чополуу катмардан жана үстүңкү кыртыштардан турган кыртыштык катмардуу негизде курулган. Дамбанын курулушунун аянты Кыргыз Республикасынын ЖСА картасына ылайык иентенсивдүүлүктүн 8 баллдык аймагына кирет. Кумтөр кенинин долбоорун техникалык-экономикалык негиздөө боюнча отчеттордо ДСР анализи жүргүзүлөт. Бул анализ активдүү жаракалар жана алардын параметрлеринин абалы (узундугу, жатуу тереңдиги, кыймылынын багыты, кыймылынын ылдамдыгы), жер титирөөнүн мүмкүн болгон очогунун аймагынын абалы, курулуш аянтын жараканын борборунан алып кетүү же мүмкүн болгон очоктун аймактары ж.б. сыяктуу факторлорду баалоо методологиясына негизделген. Натыйжада мүмкүн болгон жогорку тездөө 0,33g түздү. Сейсмикалык натыйжаны изилдөө үчүн баарынан чоң кызыкчылыкты чополуу катмар берет. Иште бетке болгон термелүүнүн үч мүнөздөмөсү анализденет: жогорку горизонталдык ылдамдануу, негиздин резонанстуу жыштыгы жана термелүүнүн узактыгы.

Жер титирөөнүн акселерограммаларына компелкстүү анализ жүргүзгөндөн кийин , горизонталдык ылдамдануунун спектрин энергетикалык түзүүчүсү 1 ден 12 Гц га чейинки диапазондо тураары

аныкталды. Бул диапазонду үчкө бөлүү методикасы сунушталды: төмөн жыштыктагы – 3 Гц га чейин, орто жыштыктагы – 3 төн 6 Гц га чейин, жогорку жыштыктагы – 6 Гцдан жогору.

Локалдуу кыртыштык шарттардын таасирин изилдөөнү аткаруу үчүн Кумтөр кенинин ААФ туюк кабынын негизине үч жыштыктуу диапазонго ылайык келген үч акселерограммасы тандалып алынган:

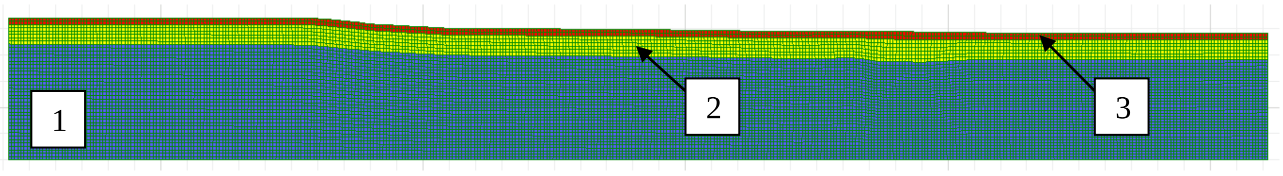
– «Northridge» жер титирөөсүнүн афтершогу- АКШ, Калифорния, 17-январь 1994-жыл, магнитуда 6,7, жогорку ылдамдык 0,16 м/сек, жогорку ылдамдануу 0,57g, узактыгы 39,88 сек, горизонталдык ылдамдануу доминанттык жыштыгы 1,2 Гц;
– «Trinidad» - Тринидад жана Табаго, 9-июль 1997-жыл, магнитуда 7, жогорку ылдамдык 0,077 м/сек, жогорку ылдамдануу 0,19g, узактыгы 21,4 сек, горизонталдык ылдамдануу доминанттык жыштыгы 2,7 ден 3,4 кө чейин Гц;
– «Landers»- АКШ, Калифорния, 28-июнь 1992-жыл, магнитуда 7,3, жогорку ылдамдык 0,072 м/сек, жогорку ылдамдануу 0,78g, узактыгы 48,09 сек, горизонталдык ылдамдануунун доминанттык жыштыгы 11,4 Гц;

Негиздин сандык модели 10-сүрөттө көргөзүлгөн. Анализде колдонулган геотехникалык касиеттер 1-таблицада келтирилген. Жылышуунун серпилгичтигинин динамикалык модулдары жана көлөмдүк деформациялар төмөнкү формуладан алынып, аныкталды:

$$Cp = \sqrt{\frac{K + 4G/3}{\rho}}$$

$$Cs = \sqrt{G/\rho}$$

мында c_p – узата толкундун өтүү ылдамдыгы, K – көлөмдүк деформациялардын серпилгичтигинин динамикалык модулу, G – жылышуунун серпилгичтигинин динамикалык модулу, ρ – тыгыздыгы, c_s – туура толкундун өтүү ылдамдыгы.



10-сүрөт Эсептик кыртыштардын элементтерин көргөзүү менен дамбанын негизинин сандык модели: 1 – аскалык негиз; 2 – чополуу катмар;
3 – үстүңкү кыртыштар.

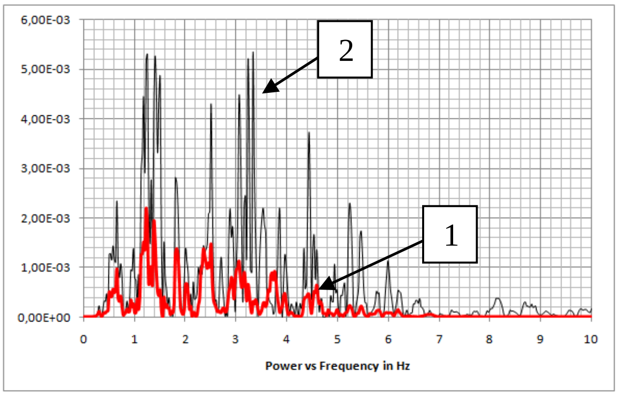
Негизди моделдештирүү учурунда, дамбанын ылдыйкы боорунда орнотулган пьезометрлердин маалыматтарына ылайык анын табигый деңгээлиндеги кыйшык депрессиясынын (кыртыштагы суунун денгелии) абалы эске алынды.

Изилдөөнүн натыйжасында төмөнкү корутундулар чыгарылды:

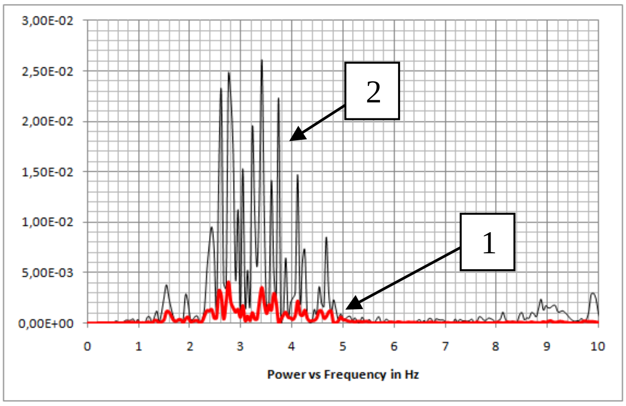
Таблица 1 – Дамбанын негизинин эсептик кыртыштык элементтеринин касиеттери

	Үстүңкү кыртыштар.	Чополуу катмар	Аскалуу негиз (эсептик)
Тыгыздыгы, ρ [кг/м^3]	2000.0	2105.0	2141.0
Биригиши, С [Па]	0.0	15000.0	0.0
Ички сүрүлүү бурчу, ϕ [градус]	35.0	1.5	38.0
Жылышуунун серпилгичтигинин динамикалык модулу, G [МПа]	80	84.2	535.25
Көлөмдүк деформациялардын динамикалык модулу, K [МПа]	213.3	224.53	1427.3

1. Төмөнкү жыштыктагы акселерограмманы жазууну колдонуу учурунда, горизонталдык ылдамдануунун чоңдуктары табылган жок. Ылдамдануу энергиясынын спектрлери 11 сүрөттө көргөзүлгөн, 1 тилке - жазуу менен кошо тиркелген, 2 тилке - жер бетиндеги отклик. Спектрдин биринчи чокусу жазуунун 1,2 Гц доминанттык жыштыгына шайкеш келет, ал эми экинчи чокусу 2,4 төн 3,4 кө чейинки Гц жеке диапазонуна туура келет. Термелүүнүн узактыгынын көбөйүшү табылган жок.
2. Орто жыштыктагы акселерограмманы жазууну колдонуу учурунда, горизонталдык ылдамдануунун 0,36g га чейинки чоңдуктары табылды. Ылдамданнуу энергиясынын спектрлери 12 сүрөттө көргөзүлгөн, 1 тилке - жазуу менен кошо тиркелген, 2 тилке - беттеги отклик. Спектрдин чокусу 2,6 дан 4,2 ге чейинки жыштык диапазонго туура келет. Термелүүнүн узактыгынын көбөйүшү табылган жок.
3. Жогорку жыштыктагы акселерограмманы жазууну колдонуу учурунда, горизонталдык ылдамдануунун чоңдуктары табылган жок. Ылдамдануу энергиясынын спектрлери 13 сүрөттө көргөзүлгөн, 1 тилке - жазуу менен кошо тиркелген, 2 тилке - беттеги отклик. Спектрдин биринчи чокусу 2,8 дан 4,6 га чейинки, экинчиси 11,6 дан 13,4 кө чейин Гц жыштык диапазонго туура келет. Термелүүнүн узактыгынын көбөйүшү табылган жок.
4. Негиздер үчүн 2,6-4,2 Гц жыштык резонанстуу болуп саналат, анткени горизонталдык ылдамдануулардын энергиясынын спектрин кескин көбөйтүүнү пайда кылат. Ошондой эле 10 дөн 14 Гц га чейинки жогорку жыштыктар берилген жүктөмдү бир топ көбөйтөт. Мүмкүн, амплитудалардын бул аракети "тузак" эффектиси менен чакырылган.
5. Салынган жүктөмдүн спектринин жана жер бетинен болгон откликтердин жыштыгынын айырмасы жергиликтүү кыртыштык шарттардын таасири, тагыраак айтканда, термелүү жыштыгынын көбөйүшү тууарасында айтып турат.

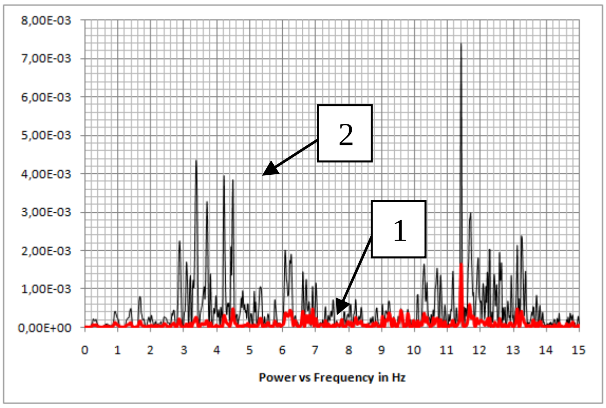


11-сүрөт Тездөө энергиясынын спектрлери:
1– жазуулар, 2 беттеги.



12-сүрөт Тездөө энергиясынын спектрлери:
1– жазуулар, 2 беттеги.

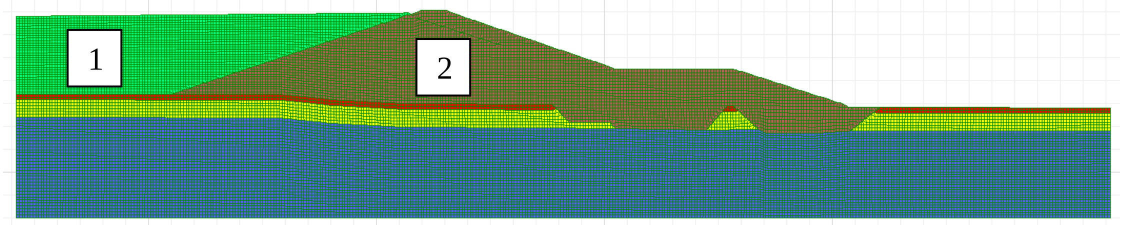
Жазуулардын үч тибин колдонуу менен Кумтөр кенинин ААФ калдыккана дамбасынын сейсмикалык туруктуулугуна баалоо жүргүзүлдү. Баалоо сейсмикалык туруктуулуктун эки критерийи боюнча жүзөгө ашырылды: 1 – дамбанын басырылышы 1,5 м барабар болгон үстүңкү бьефтин суу деңгээлинен ашпашы керек; 2 – сызыктуу эмес динамикалык анализдин жыйынтыгында алынган деформациялардын чоңдуктары лабораториялык сыноолордун жыйынтыктары менен салыштырылат, ошондой эле бекемдик касиеттерин баалоо же деформациянын деңгээлин алган учурда кыртыштын туруктуулугунун жоголушун салыштырышат.



13-сүрөт Ылдамдануу энергиясынын спектрлери: 1– жазуулар, 2 беттеги.

Эсептөөлөр курулуш этаптары жана калдыкканаңы эксплуатациялоого ылайык жүргүзүлдү. Динамикалык эсептөөлөрдү аткаруу үчүн, чыпкалоочу процесстерди эске алуу менен дамбанын статикалык абалына эсептөө жүргүзүлдү. Чыпкалык эсептөөлөр сууга каныккан кыртыштардагы поровый басымын ченөө үчүн аткарылды. Дамбанын эсептик кесилишинин сандык модели 12-сүрөттө көргөзүлгөн. Анализде колдонулган, дамбанын тулкусунда жана куйругундагы кыртыштар үчүн геотехникалык касиеттер 2-таблицада келтирилген.

Негиздин жүктөмүнүн 2,6 Гцдан 4,2 Гц га чейинки резонанстык күчөшү дамбанын сейсмикалык туруктуулугунун начарлашына алып келген жок. Сейсмикалык туруктуулуктун тандалып алынган критерийлери боюнча баарынан начар жыйынтыктар төмөнкү жыштыктагы жазууну колдонуу учурунда алынды.



12-сүрөт Дамбанын сандык модели: 1 – дамбанын куйругу; 2 – дамбанын тулкусу.

15-сүрөттө көргөзүлгөндөй, төмөнкү жыштыктагы жазуунун сейсмикалык таасиринин 39,88 секундасынан кийин горизонталдык жылышуу бөлүштүрүлөт. Үстүңкү боору жагынан алардын чоңдугу 25 см, ал эми ылдый жагынан - 15 см ны түзөт.

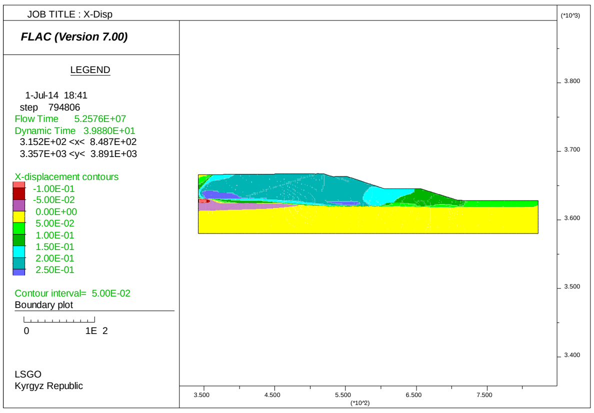
16-сүрөттө кырлардын горизонталдык жана вертикалдык жылышуулары көргөзүлгөн. Горизонталдык жылышуулардын максималдык чоңдугу 22 см, вертикалдык жылышуулар 1,4 см. Сейсмикалык туруктуулуктун биринчи критерийине ылайык, бул басырылуу ашыкча куюлуунун эсебинен гидродинамикалык аварияга алып келбейт.

Максималдык пластикалык деформациялардын бөлүштүрүлүшү 17-сүрөттө көргөзүлгөн. Динамикалык эсептин жыйынтыктары боюнча максималдуу пластикалык деформациялар 2,5% дан баштап 15% га чейинки мааниси менен чополуу кыртыштагы жылышуунун бетин калыптандырышкан, ал тирооч шынааларынан жасалган конструкцияга барып такалат.

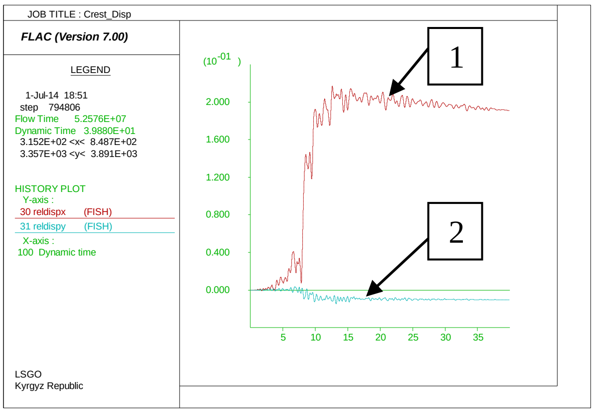
Таблица 2 – Дамбанын тулкусунун жана куйругунун эсептик кыртыштык элементтеринин касиеттери

	Майда таштар (Дамбанын тулкусу)	Куйрук тары
Тыгыздыгы, ρ [кг/м^3]	2100.0	1887.0
Биригиши, C [Па]	0.0	0.0
Ички сүрүлүү бурчу, ϕ [градус]	38.0	24.0
Жылышуунун серпилгичтигинин динамикалык модулу, G [МПа]	131.25	42.4575
Көлөмдүк деформациялардын динамикалык модулу, K [МПа]	350	113.22

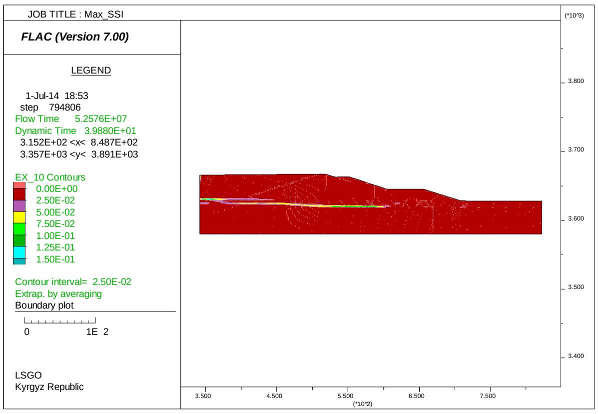
Бул маани чополуу катмардын материалынын бузулушу туурасында айтып турат. Жылышуунун калыптанган бети дамбанын тулкусун кесип өтпөйт жана боорду бетинен чыкпайт.



13-сүрөт Горизонталдык жылышууларды бөлүштүрүү.



14-сүрөт. Дамбанын кырымынын жылышуу графиги: 1 – горизонталдык;
2 – вертикалдык.



15-сүрөт Максималдык пластикалык деформациялардан сыйгалануу бети.

КОРУТУНДУ

Диссертациялык иштин абдан олуттуу илимий жана практикалык жыйынтыктары төмөнкүлөрдөн турат:

1. Кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун баалоого теориялык негиздердин жана методологиялык мамилелердин азыркы абалын изилдөө учурда төмөнкүлөр аныкталды:

– СЧА ыкмасы сыяктуу сандык моделдештирүү бир катар артыкчылыктарга ээ: экономикалык азыраак үнөмдүү; изилдөө жүргүзүү үчүн азыраак убакыт зарыл; көп факторлуулукту эске алуу менен кыртыштардын чыңалуучу-деформациялык абалын баалоого жөндөмдүү (динамикалык жүктөм учурунда кыртыштардын сызыктуу

эмес негизи, рельефти өзгөртүү, кыртыш сууларынын абалын эске алуу ж.б.);

– сейсмикалык пластформада кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун изилдөөнүн жыйынтыктарын изилдөө убагында, сейсмикалык деформациялардын чоңдугуна таасир этүүчү башкы фактор болуп, сейсмикалык жүктөм мүнөздөмөсү саналат, аларга негиздин кыртыштарынын таасир берип турат, бул алардын сейсмикалык туруктуулугун эсептөөлөрдү каттоодогу маанилүүлүгү туурасында айтып турат;

– кыртыштар алардын динамикалык туруксуздугунун тиби боюнча классификацияланат: аскалуу тектер алсыроо тиби менен мүнөздөлөт; байланышпаган кыртыштар ар кандай белгинин дилатансиясын пайда кылышат; байланышкан кыртыштар динамикалык жүктөмгө болгон квазитиксотроптуу реакцияга ээ;

– катмарлуу негиздеги кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун эсептөөнүн сапатын жогорулатуу үчүн геологиялык курулушту эске алуу жана кыртыштын баарынан маанилүү тибин табуу сунушталат, андан кийин динамикалык туруксуздуктун аныкталган бир түрүнө таасир этүү үчүн берилген мүнөздөмөлөр менен акселерограммаларды кабыл алуу керек.

2. Катмарлуу негиздеги сейсмикалык толкундун таралуу процессине жаңы изилдөөлөр аткарылды, ал 50 метрлик кыртыштуу колоннаны сандык моделдештирүүнүн жардамы менен, анын негизине чыңалууга жана кыртыш шарттарын өзгөртүүгө тийиштүү импульсту тиркөө менен жүргүзүлдү. Бул изилдөөлөр кыртыштын бөлүмүнүн чегинен жана эркин беттен толкундардын чагылышы менен байланышкан өзгөчөлүктөрдү тастыкташты. "Тузак" эффектиси аныкталды - сейсмикалык толкун кыртыштардын бөлүмүнүн чегинен чагылуу менен, кыртыштын катмарынын ичинде калуусун улантат, жана сейсмикалык термелүүлөрдүн булагы болуп кала берет, акырындап алардын узактыгын көбөйтүп, мүнөзүн өзгөртүп турат. Аткарылган сандык эксперименттер серпилгич толкундардын таралуу ылдамдыгынын төмөнкү мааниси менен кыртыштардын түпкү тектеринен жогорку негизде болгон шартта, бетке болгон динамикалык жүктөмдүн өзгөрүшүн тастыктайт. Түпкү тектерден, чополуу катмардан жана кумдуу кыртыштан турган кыртыштык негиздин үч катмарлуу модели үчүн фактордук анализ, горизонталдык жылышуулардын чоңдугунун көбөйүшүн, горизонталдык жылышуулардын ылдамдыгын жана чополуу катмардагы туура серпилгич толкундун таралуу ылдамдыгынын төмөндөтүлгөн мааниси менен негиздин бетине болгон ылдамдануусун тапты. Чополуу катмардын бийиктигин көбөйтүү негиздин бетине болгон бул динамикалык параметрлердин көбөйүшүнө алып келет. Бул анализ сейсмикалык жүктөмгө таасир эткен, ар бир конкреттүү учурда кыртыш дамбасына берилген сейсмикалык жүктөмгө таасир эткен абдан маанилүү факторлорду орнотуу үчүн сандык моделдештирүүнүн мүмкүнчүлүктөрүн көргөздү.

3. Жер титирөөлөрдү жазуунун комплекстүү анализинин жыйынтыгында жыштык диапазондорго жазууларды бөлүштүрүү методикасы сунушталды. Жер титирөөлөрдү горизонталдык ылдамдануу энергиясынын спектрин баарынан көп түзүүчүсү 1 ден 12 Гцга чейинки жыштык диапазондо турат. Бул диапазонду жыштыктардын үч деңгээлине бөлүштүрүү сунушталат: төмөн жыштыктагы – 3 Гц га чейин, орто жыштыктагы – 3 төн 6 Гц га чейин, жогорку жыштыктагы – 6 Гцдан жогору. Ар кадай жыштыктагы жүктөмдүн негизине болгон реакцияларды изилдөө үчүн аталган градация боюнча акселерограммалардын үч тибин колдонуу боюнча сунуштар иштелип чыкты. Бул изилдөөлөр катмарлуу негиздин резонанстуу жыштыгын табууга жана максималдык жүктөм учурунда кыртыштык дамбанын сейсмикалык туруктуулугуна эсептөө жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

4. Этаптардан турган сейсмикалык толкундардын мүнөздөмөлөрүн өзгөртүүгө болгон жергиликтүү кыртыш шарттарынын таасирин баалоонун методикасы иштелип чыкты:

- Негизи аска тек болгон сандык моделине эсептик акселерограммаларды масштабдоо менен, Кыргыз Республикасынын сейсмикалык райондоштуруусунун картасына ылайык курулуш аянтынын аймагынын тийиштүү интенсивдүүлүгүн эске алуу менен кыртыш бетиндеги жогорку ылдамдануу чоңдуктарын алуу;
- Дамбанын негизин эсептоочу сандык моделине чыныгы кыртыштык шарттарга киргизүү;
- Кыртыш бетине болгон сейсмикалык өзгөрүү эффекттисин аныктоо жана баа беруу үчүн, чыныгы кыртыш шарттарын жана негизи аска тектен турган эсептөөлордон алынган жыйынтыктарына анализ жүргүзүү жана салыштыруу.

Бул методика жергиликтүү кыртыш шарттарын эске алуу менен, курулуш аянтынан жер титирөөлөрдүн түздөн түз жазуулары жок болгон учурда, кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун эсептөөлөрдү жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

5. Сейсмикалык эффектке болгон жергиликтүү кыртыш шарттарынын таасиринин иштелип чыккан баалоо методикасына жана акселерограммалардын үч тибин тандоо боюнча иштелип чыккан сунуштарга ылайык, Кумтөр кенинин ААФ нын калдыккана дамбасынын сейсмикалык туруктуулугун сандык моделдештирүү аткарылды. Сейсмикалык туруктуулуктун эсептөөлөрүндөгү катмарлуу негизди эсептөөнүн мааниси тастыкталды:

- чополуу катмар орто жыштыктагы жазууну тиркеген учурда, 0,33g дан 0,36g га чейинки горизонталдык жылуунун жогорку маанисин көбөйтө турганы табылды, бул маани 9 баллдык интенсивдүүлүккө жакындайт;
- Катмардуу негиздин 2,6 - 4,2 Гц резонанстуу жыштык диапазонун табууга мүмкүндүк берген, иштелип чыккан методика негиздеди, ал

бардык үч ар кандай жыштыктагы жазууларды тиркеген учурда өзгөрүүсүз болуп кала берет.

Дамбанын сейсмикалык туруктуулук көз карашынан алып караганда баарынан жаман жыйынтыктарды, төмөнкү жыштыктагы термелүүлөр учурунда көргөздү, ал орто жыштыктагы компоненттердин негиз кыртыштарынан күчөтүүгө реакция берген жок. Бул төмөнкү диапазондо жаткан дамбанын тулкусунун өздүк жыштыгындагы айырма менен түшүндүрүлөт. Баарынан горизонталдык жылышуулар чополуу катмарда жана жогорку боор тарабынан дамбанын тулкусунда бөлүштүрүлдү. Алардын мааниси болжол менен бирдей жана 25 см ны түзөт, бул чополуу катмарды деформациялоо жана ал боюнча дамбанын кыймылы менен тушундурулот. Чополуу катмардын жыла турган деформациясынын мааниси 2,5% дан 15% га чейин түзөт. Чопонун материалынын бузулуусу жана көтөрүүчү жөндөмдүүлүгүнүн жоголушу менен болуп өтөт. Жылышуунун калыптанган бети тирөөч шынааларынан жасалган конструкцияга барып такалат жана жер бетине чыга албай калат. Дамбанын чокусунун отурушу 1,5 метрден ашпайт жана 1,4 см ны түзөт. Сейсмикалык туруктуулугуна карата тандалып алынган критерийлерине ылайык, дамбанын сейсмикалык туруктуулугу камсыздалат.

6. Аткарылган диссертациялык иштин негизинде төмөнкүлөр сунушталат:

- кыртыштардын ар кандай динамикалык жүктөмдөрдүн мүнөздөмөлөрүнө болгон динамикалык туруксуздугунун жана сезимталдыгынын ар кандай түрлөрүнө байланыштуу, негиздин геологиялык тилкесиндеги курулмасынын туруктуулугуна баарынан көп таасир эткен кыртыштын тибин табуу;
- инженердик-геологиялык изилдөөлөрдү жүргүзүү учурунда, түз динамикалык ыкма боюнча эсептөөлөрдү аткаруу үчүн кыртыштардын динамикалык касиетин аныктоо боюнча лабораториялык тесттерди жүргүзүү зарыл;
- динамикалык мүнөздөмөлөрдү өзгөртүүгө жана баарынан начар сейсмикалык эффектти табууга катмардуу негизди изилдөө;
- иштелип чыккан сунуштарга ылайык, ар кандай жыштыктагы жазуулар учурунда кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун баалоо.
- Кыртыш дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугун баалоо үчүн сейсмикалык туруктуулуктун деформациялык критерийлерин колдонуу.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөр ар бир гидротехникалык объект боюнча жеке мамилеин зарылдыгы туурасында күбөлөндүрүп турат.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ИШТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. Чукин Р.Б. Разжижение грунтов при сейсмическом воздействии. // Современные проблемы механики сплошных сред №18, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2013. 222-237-беттер.
2. Чукин Р.Б. Сейсмическая устойчивость дамб хвостохранилищ возводимых по методу верхнего бьефа. / Чукин Б.А., Ким Э.А. // Современные проблемы механики сплошных сред №19, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2014. 88-98-беттер.
3. Чукин Р.Б. Подготовка расчетных акселерограмм для моделирования сейсмических воздействий на грунтовые плотины в программе FLAC. // Современные проблемы механики сплошных сред №19, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2014. 191.-203-беттер.
4. Чукин Р.Б. Численное моделирование прохождения поперечной сейсмической волны через грунтовое слоистое основание. // Наука и новые технологии №1, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2014. 6-9-беттер.
5. Чукин Р.Б. Обоснование наращивания дамбы хвостохранилища с учетом разжижения хвостов при сейсмическом воздействии. / Кожогулов К.Ч. // Современные проблемы механики сплошных сред №20, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2014. 84-104-беттер.
6. Чукин Р.Б. Особенности динамической неустойчивости грунтов и скальных пород и их учет при выборе расчетной акселерограммы. // Современные проблемы механики сплошных сред №20, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2014. 185-204-беттер.
7. Чукин Р.Б. Современные подходы к оценке сейсмической устойчивости грунтовых дамб хвостохранилищ. // Известия Вузов №1, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2015. 40-44-беттер.
8. Чукин Р.Б. Оценка статической и сейсмической устойчивости грунтовой дамбы хвостохранилища ЗИФ рудника Кумтор. / Кожогулов К.Ч. // Горный журнал Казахстана, г. Алматы, Научно-технический и производственный журнал. №4, 2015. 14-18-беттер.
9. Чукин Р.Б. Static and seismic stability analysis of Kumtor’s tailings dam (Анализ статической и сейсмической устойчивости дамбы хвостохранилища Кумтор). // Известия Кыргызского государственного технического университета им. А. Раззакова №1 (34), 2015. 77-84-беттер.
10. Чукин Р.Б. Исследование процесса прохождения поперечной сейсмической волны через грунтовое слоистое основание. // Международный научно-исследовательский журнал, г. Екатеринбург. №4 (46) Часть 6, 2016. 115-124-беттер.
11. Чукин Р.Б. Оценка влияния местных грунтовых условий на сейсмическую устойчивость дамбы хвостохранилища ЗИФ рудника

Кумтор. // Гидротехническое строительство, г. Москва. №6, 2016. 53-59-беттер.
12. Чукин Р.Б. Применение численного моделирования для обоснования расчетной сейсмичности площадки строительства и оценки сейсмической устойчивости грунтовых дамб. / Джаманбаев М.Дж. // Известия КГТУ им. А. Раззакова №1 (45), 2018. 319-324-беттер.
13. Чукин Р.Б. Разжижение хвостов при сейсмическом воздействии. / Джаманбаев М.Дж. // Наука и новые технологии №5, г. Бишкек, Кыргызская Республика, 2018. 21-25-беттер.

01.02.04 – майышуучу катуу нерсенин механикасы, 25.00.20 – геомеханика, тоо тектерин жардыруу менен бузуу, кендик аэрогазодинамика жана тоо жылуулук физикасы адистиктери боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн Чукин Руслан Бектуровичтин «Сандык үлгүлөөнүн негизинде Кумтөр кениндеги калдыккана дамбасынын сейсмикалык туруктуулугуна бир тектүү эмес негиздин тийгизген таасирин баалоо» темасындагы диссертациясынын

КЫСКАЧА КОРУТУНДУСУ

Негизги сөздөр: акселерограмма, жыштык, импульс, горизонталдык жылуулардын ылдамдыгы, термелүү, сандык үлгүлөө, динамикалык жүктөм, сейсмикалык эффект, катмардуу жер негизи, толкундардын чагылышуусу, жер туюккап дамбасы, жылуунун пластикалык майышуусу, туруктуулук.

Изилдөө объектиси болуп катмардуу жер негизи аркылуу сейсмикалык толкундардын өтүү процесси эсептелет.

Изилдөө предмети болуп сандык үлгүлөөнүн жардамы менен бир тектүү эмес катмардуу жер негизи аркылуу жогорку ылдамдануу, жыштык жана термелүүлөрдүн узактыгы сыяктуу сейсмикалык толкундардын өтүүсүндө сейсмикалык толкундардын негизги мүнөздөмөлөрүнүн өзгөрүүсүн изилдөө.

Диссертациянын максаты: сейсмикалык активдүү аймактардагы катмардуу негиздерге курулган калдыккана дамбаларынын сейсмикалык туруктуулугуна жергиликтүү жер шарттарынын тийгизген таасирин аныктоо.

Изилдөө ыкмасы: диссертациялык иште философиялык, теориялык, атайын (сандык үлгүлөө, тажрыйба жүргүзүүнү пландоонун матрицасы, көп фактордуу анализ) ыкмалар колдонулду, диссертациялык иште изилдөө ыкмаларынын арасында өзгөчө маанилүү болуп тажрыйба жүргүзүү эсептелет.

Изилдөөнүн илимий жактан жаңычылдыгы: сандык үлгүлөөнүн негизинде сейсмикалык толкундун өтүүсүнөн улам негиз кыртышынын термелүү мүнөзүнүн өзгөрүүсүнө жергиликтүү жер шарттарынын тийгизген тассирин изилдөөдө жаңы ыкма, мамиле иштелип чыкты.

Колдонуу жааты: илимий жоболор, алынган жыйынтыктар жана иштелип чыккан методикалар практикалык жана теориялык мааниге ээ, жалпы теориялык жана практикалык инженерия деңгээлинде илимдин бул жаатындагы кийинки изилдөөлөрдү жүргүзүүгө пайдасын тийгизет, алынган жыйынтыктарды, бүтүмдөрдү жана сунуштарды нормативдик документацияда жана долбоордук ишмердүүлүктө колдонууга болот.

РЕЗЮМЕ

Диссертации Чукина Руслана Бектуровича на тему: «Оценка влияния неоднородного основания на сейсмическую устойчивость дамбы хвостохранилища рудника Кумтор на основе численного моделирования» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, 25.00.20 – геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Ключевые слова: акселерограмма, частота, импульс, скорость горизонтальных смещений, колебание, численное моделирование, динамическая нагрузка, сейсмический эффект, слоистое грунтовое основание, отражение волн, грунтовая дамба хвостохранилища, пластическая деформация сдвига, устойчивость.

Объектом исследования диссертации является процесс прохождения сейсмической волны через слоистое грунтовое основание.

Предметом исследования является изучение изменения основных характеристик сейсмической волны, таких как пиковое ускорение, частота и продолжительность колебаний при ее прохождении через неоднородное слоистое грунтовое основание с помощью численного моделирования.

Целью диссертации является установление влияния местных грунтовых условий на сейсмическую устойчивость дамб хвостохранилищ, возведенных на слоистом основании в сейсмоактивных зонах.

Методы исследования: в диссертационной работе использовались философские, общенаучные, теоретические, специальные (численное моделирование, матрица планирования эксперимента, многофакторный анализ), особое значение среди методов исследования в диссертационной работе имеет эксперимент.

Научная новизна исследования: разработан новый подход исследования влияния местных грунтовых условий на изменение характера колебаний поверхности основания от прохождения сейсмической волны на основе численного моделирования; выявлен «эффект ловушки» увеличивающий время сейсмического воздействия и изменяющий частоту колебаний; разработана методика проведения многофакторного анализа, для оценки особенностей геологического строения основания на сейсмический эффект; разработана методика проведения численного анализа сейсмической устойчивости грунтовых дамб хвостохранилищ, на основе учета инженерно-геологической информации и подбора разночастотных акселерограмм.

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 инженерном уровнях, сформулированные выводы и предложения могут быть использованы в нормативной документации и проектной деятельности.

SUMMARY

Dissertation of Chukin Ruslan Bekturovich on the topic: “Assessment of influence of a heterogeneous foundation on the seismic stability of the Kumtor mine tailings dam based on numerical modelling” for the degree of candidate of technical sciences in specialties 01.02.04 – mechanics of deformable solid material, 25.00.20 – geomechanics, destruction of rocks by explosion, mining aerogasdynamics and rocks thermophysics

Key words: accelerogram, frequency, impulse, horizontal displacement velocity, motion, numerical simulation, dynamic loading, seismic effect, layered soil foundation, wave reflection, embankment tailings dam, plastic shear strain, stability.

The object of the research is the process of seismic wave propagation through a layered soil foundation.

The subject of the research is the study of changes in the basic characteristics of a seismic wave, such as peak acceleration, frequency and duration of motion as it passes through a no uniform layered soil foundation using numerical simulations.

The goal of the research is to establish the influence of local soil conditions on the seismic stability of tailings dams built on a layered foundation in seismic active zones.

Research methods: in the research philosophical, general scientific, theoretical, special (numerical modelling, experiment planning matrix, multifactor analysis) were used, experiment has particular importance among the research methods in the dissertation.

Scientific novelty of the research: a new approach has been developed to study the influence of local soil conditions on the changing of character of ground surface motion due to the propagation of seismic wave based on numerical modelling; revealed a “trap effect” that increase the seismic impact duration and changes the motion frequency; a method for conducting multivariate analysis has been developed to assess the characteristics of the geological structure of the foundation on the seismic effect; a technique has been developed to conduct a numerical analysis of the seismic stability of embankment tailings dams, based on engineering geological data and the selection of accelerograms with different frequencies.

Scope: scientific statements, the obtained results and the developed methodologies have practical and theoretical significance, and can serve for further research in this field of science at the general theoretical and practical engineering levels, and the formulated conclusions and suggestions can be used in regulatory documentation and project and design activities.