

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ**

**Н. ИСАНОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК КУРУЛУШ,
ТРАНСПОРТ ЖАНА АРХИТЕКТУРА УНИВЕРСИТЕТИ**

**Б.Н. ЕЛЬЦИН АТЫНДАГЫ
КЫРГЫЗ-РОССИЯ СЛАВЯН УНИВЕРСИТЕТИ**

Диссертациялык кеңеш Д 05.19.597

Кол жазма укугунда
УДК 624.04+ 699.84

Бегалиев Улугбек Турдалиевич

**ҮЙЛӨРДҮН ЖАНА ИМАРАТТАРДЫН
СЕЙСМОТУРУШТУУЛУГУН ЖОГОРУЛАТУУНУН
ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫК-ТЕОРЕТИКАЛЫК НЕГИЗДЕРИ**

05.23.01 – курулуш конструкциялары, имараттар жана курулмалар

Техника илимдеринин доктору окумуштуулук даражасын
изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын
АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек – 2021

Диссертациялык иш Эл аралык инновациялык технологиялар университетинин Курулуш жана инновациялык технологиялар институтунда жана Н. Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин «Имараттарды долбоорлоо, тургузуу жана жер титирөөгө туруктуу курулуш» кафедрасында аткарылды.

Илимий Абдыкалыков Акымбек

жетекчи: техника илимдеринин доктору, профессор,
Н. Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш,
транспорт жана архитектура университетинин ректору

Расмий Ведяков Иван Иванович

оппоненттер: техника илимдеринин доктору, профессор,
«Курулуш» илим-изилдөө борбору» акционердик коомунун
В.А.Кучеренко атындагы Борбордук курулуш
конструкцияларды илимий-изилдөө институтунун директору
Исаков Ондасын Абдирашидович

техника илимдеринин доктору, профессор,
М.Х. Дулати атындагы Тараз регионалдык университетинин
(Dulaty University) «Архитектура жана курулуштагы
өндүрүш» кафедрасынын профессору

Раззаков Собиржон Жураевич

техника илимдеринин доктору, профессор,
Наманган инженердик-курулуш институтунун курулуш-
технологиялык факультетинин деканы

Жетектөөчү К.И. Сатпаев атындагы Казак улуттук илим-изилдөө
мекеме: техникалык университети (Satbayev University),

Т.К. Басенов атындагы Архитектура жана курулуш институту,
дареги: 050013, Казахстан Республикасы, Алматы ш.,
Сатпаев көч., 22а

Диссертация 2021-ж. 8-октябрында саат 14:00дө Н. Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин алдындагы Д 05.19.597 диссертациялык кеңештин отурумунда корголот. Дареги: 720020, Бишкек ш., Малдыбаев көч., 34, б, 1/101 ауд., www.ksucta.kg, тел: 0(312) 548566, факс: 0(312) 543561. Диссертациялык ишти коргоого онлайн трансляциянын идентификациялык коду: <https://vc.vak.kg/b/05--a6k-h99-pgv>.

Диссертациялык иш менен Н. Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин китепканасынан, дареги: 720020, Бишкек ш., Малдыбаев көч., 34, б жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин китепканасынан, дареги: 720000, Бишкек ш., Киев көч., 44 жана www.ksucta.kg сайтынан таанышууга болот.

Автореферат 2021-ж. «_____» _____ жөнөтүлдү.

Диссертациялык кеңештин

окумуштуу катчысы, т.и.к., доцент

Н.Ж. Маданбеков

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Кыргыз Республикасынын курулуш нормалары жана жоболору сейсмикалык коопсуздуктуу камсыздоо деңгээли боюнча башка өнүккөн мамлекеттердин нормаларынан дээрлик 30 дан ашык жылга артта калды. Себеби, долбоорлоо этабында эл аралык нормалардын төмөнкү негизги жоболору каралбайт: грунттардын пиктеги ылдамдануулары; имараттардын регулярдуулук критерийлери; сейсмогенерлөөчү жер жаракасынан чыккан жер титирөөлөрдүн ылдамдануусунун таралышы; сейсмикалык коопсуздуктун талаптарына ылайык учурдагы имараттардын сейсмотуруктуулугун аныктоо жана күчтөндүрүү эске алынбай келет. Имараттардын жана курулмалардын сейсмотуруктуулугун аныктоодо төмөнкү комплекстүү иштер: активдүү сейсмокоргонуу системалары бар имараттарда сейсмикалык күчтөрдүн таралышын анализдөө жана табуу; Кыргыз Республикасынын аймагынын сейсмикалык өзгөчө шарттарында сейсмикалык аракетке карата имараттардын абалын эксперименталдык-теоретикалык изилдөө эсепке алынбайт.

Улуттук ченемдик-техникалык документтерди эл аралык стандарттарга шайкеш келтирүү актуалдуу, себеби, ал биздин өлкөнүн курулуш илимин, экономикасын жана өндүрүшүн өнүктүрүүгө өбөлгө түзөт. Кыргыз Республикасынын учурдагы курулуш нормаларын жана эрежелерин жаңыртуу жана тийиштүү деңгээлдеги адистерди даярдоо зарыл.

Каралып жаткан көйгөйдүн кээ бир актуалдуулары – бул грунттун пиктеги ылдамдануусун колдонуу менен имараттардын долбоорлоо жана эсептөөлөрүнүн илимий негиздерин жакшыртуу, колдонуудагы имараттардын тейлөө жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу шарттарын табуу, сейсмокоргонуу системасы жок же бар имараттардын абалын сейсмикалык күчтөрдүн таасирине эксперименталдык изилдөө маселелери болуп саналат. Сейсмикалык коопсуздукту жогорулатууга жана имараттар менен курулмалардын бекемдигине талап кылынган деңгээлди камсыз кылууга мүмкүндүктү чечүү актуалдуу көйгөй болуп саналат.

Диссертациянын темасынын ири илимий программалар (долбоорлор) жана негизги илим-изилдөө иштери менен байланышы. Иш Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн 29.08.2011-ж. №523 токтому менен бекитилген «2012-2019-жылдардагы Кыргыз Республикасындагы сейсмикалык коопсуздук» мамлекеттик программасынын алкагында аткарылды.

Иштин максаты. Кыргыз Республикасынын аймагынын шарттары үчүн учурдагы жана жаңы курулган имараттар менен курулмалардын көтөрүү жөндөмүнүн резервдерин аныктоо жана сейсмикалык коопсуздугун жогорулатуу.

Изилдөөнүн маселелери:

– конструкциялардын бузулуусун инженердик анализдөө, учурдагы имараттардын сейсмикалык алсыздыгын баалоо, сейсмикалык изоляцияланган имараттарды эсептөө;

– Кыргыз Республикасынын аймагынын сейсмикалык шарттарын эске алуу менен сейсмоизоляциялоочу резина-металл таянычтар системасы жок же бар имараттардын конструкцияларында сейсмикалык күчтөрдүн таралышынын өзгөчөлүктөрүн ачып берүү;

– Кыргыз Республикасында нукура эксперименталдык изилдөөнүн методикасын иштеп чыгуу жана имараттардын конструкцияларын, бирикмелерин жана фрагменттерин изилдөөчү учурдагы сыноо платформасынын динамикалык мүнөздөмөсүн аныктоо;

– учурдагы жана жаңы курулган имараттар менен курулмалардын сейсмикалык коопсуздугун жогорулатуу максатында эл аралык стандарттардын негизги жоболоруна ылайык келүү үчүн Кыргыз Республикасынын курулуш нормаларын жана жоболорун актуалдаштыруу.

Иштин илимий жаңылыктары:

– «инженердик чыңдоо» ыкмасы иштелип чыкты, ал иш жүзүндөгү С жана талап кылынган D эсептик көтөрүмдүүлүктү мүнөздөөчү параметрлери аркылуу системанын аналитикалык тандалып алынган конструктивдик элементтерин күчтөндүрүп эксплуатациялык жөндөмдүүлүгүн жана бекемдигин жогорулатат (КР КЧ 22-01:2018);

– Кыргыз Республикасынын аймагына эксперименталдык-теориялык негиздер түзүлдү, ал курулуштун сейсмикалык коркунучун грунттун пиктеги ылдамдануусу a_g менен жер жаракасына чейинки аралыкты эске алуу аркылуу аныктайт, ошондой эле регулярдуулук критерийлери, конструктивдик схеманын өзгөчөлүктөрү, имараттар менен курулмалардын жоопкерчилигинин негизинде долбоордук сейсмикалык жүктү аныктайт (КР КЧ 20-02:2018 жана КР КЧ 31-02:2018);

– сейсмоизоляцияланган резина-металл таянычтар системасы бар имараттардын сейсмотуруктуулук математикалык модели жука катмарлуу резина элементтеринин диссипативдик жана деформациялык касиеттеринин негизинде курулган;

– сейсмикалык таасирдеги минималдуу жана максималдуу жылыштарды аныктоо үчүн; имараттын массасына жана сейсмоизоляция системасынын катуулугуна жараша имараттын термелүүсүнүн эффективдүү мезгили үчүн ченемдер сунушталды (КР КНжЖ 20-03:2006);

– Кыргыз Республикасынын шартында сыноо платформасынын динамикалык мүнөздөмөлөрү, сызыксыз абалы жана буралуусу эксперименталдык түрдө аныкталды, ал КР КЧ 20-02:2018 боюнча 9 баллдуу

жыштыкка тең келүүчү 0,45g дан жогору сейсмикалык таасирине имараттын, конструкциялардын жана алардын бирикмелеринин бузулуусунун мыйзам ченемдүүлүгүн аныктай алат;

– резина-металл таянычтары жок жана бар шартында сыноо платформасын эксперименттөө жыйынтыгында термелүүнү басаңдатуу убактысы 10 сек. чейин, ылдамдануунун 0,2g га чейин кыскарышы жана амплитудасы 22 мм ден жогорулашы аныкталды.

Алынган жыйынтыктардын практикалык мааниси:

– иштелип чыккан «инженердик чыңдоо» ыкмасын колдонуу менен системанын аналитикалык тандалып алынган структуралык элементтерин күчтөндүрүү менен бирге имараттардын бекемдүүлүгү жана эксплуатацияга жөндөмдүүлүгү жогорулатылды;

– курулуш аянтынын сейсмикалуулугун баалоо, грунттун пиктеги ылдамдануусунун a_g анык маанисин жана курулуш аянты менен жер жаракасына чейинки аралык тандалды;

– имараттардын жана курулмалардын конструктивдик чечиминин абал коэффициентинин, сунушталган регулярдуулук критерийинин ылайык сейсмикалык жүктөмдү жана сейсмикалык туруктуу имараттардын долбоору аныкталды;

– резина элементтеринин диссипативдик жана деформациялык касиеттерин эске алуу менен жылыштарды, эффективдүү термелүү мезгилин жана сейсмоизоляцияланган имараттын иштелип чыккан математикалык моделин аныктоо үчүн сунушталган жөнөкөйлөтүлгөн теңдемелерге ылайык сейсмоизоляциялоочу резина-металл таянычтары конструкцияланды;

– модернизацияланган вибромашина аркылуу сыноо платформасында 0,45g ден жогору сейсмикалык таасирге эксперименталдык изилдөөнүн иштелип чыккан методикасы боюнча конструкциялардагы сейсмикалык күчтөрдүн таралышын, имараттардын, конструкциялардын жана алардын бирикмелеринин бузулушу табылды;

– имараттардын жана курулмалардын сейсмикалык коопсуздугунун белгилүү деңгээлин камсыз кылуу жана бекемдигин жогорулатуу үчүн сейсмотуруктуу курулуш тармагындагы нормалар актуалдаштырылды.

Алынган жыйынтыктардын экономикалык мааниси. Мурунку 2009-жылдын курулуш нормалары боюнча 400 калктуу пункт үчүн сейсмикалуулук коэффициентинин мааниси 0,7 g барабар болчу. Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Сейсмология институтунун адистери тарабынан иштелип жаңы КР КЧ 20-02:2018 бекитилген талаптарына ылайык ылдамдануулардын анык мааниси 6 калктуу пункту үчүн 0,59 g, 110 калктуу пункту үчүн 0,5 g жана 284 калктуу пункту үчүн 0,49g барабар кабыл алынат.

Бул маалыматтарды колдонуу менен анык курулуш аянтчасы үчүн имараттарды эсептөөдө сейсмикалык жүктөмдөрдүн азайышына алып келет.

«Инженердик чыңдоо» ыкмасын колдонуу имараттын аналитикалык тандалып алынган структуралык элементтерин бекемдөө менен бирге сейсмикалык туруктуулукту жогорулатууга мүмкүндүк берет. Балыкчы жана Токтогул шаарларында 4 мектеп жана 2 бала бакчанын мисалында имараттын конструкцияларын «инженердик чыңдоо» ыкмасы менен бекемдөөгө курулуш-монтаждоо иштеринин баасы салттуу ыкмага караганда 2 эсе төмөн экени аныкталган. «Инженердик чыңдоо» ыкмасы менен күчтөндүрүү наркы 1 чарчы метрге 15,0 миң сомдон ашык төмөндөдү.

Резина катмарларынын диссипативдик жана демпфирлөөчү касиеттерин эске алган резина-металл таянычтуу сейсмоизоляция системасы бар имараттар менен курулмаларга сейсмикалык таасирлерди 1,5 - 2 баллга чейин төмөндөтөт. Белгилүү болгондой, мындай имараттар үчүн курулуш чыгымдары 12-15% га чейин төмөндөйт.

Коргоого сунуш кылынган диссертациянын негизги жоболору:

- имаратты «инженердик чыңдоо» ыкмасы: имараттын сейсмикалык туруктуулугун жогорулатуу үчүн аналитикалык тандалып алынган структуралык элементтерди бекемдөө жөнүндө;

- эксперименталдык-теориялык негиздер: Кыргыз Республикасынын аймагынын шартында грунттун пиктеги ылдамдануусун a_g жана сейсмогендик жаракасына чейинки аралыкты эске алуу менен курулуштун сейсмикалык коркунучун баалоо; регулярдуулук критерийин, конструктивдик схеманын өзгөчөлүктөрүн жана имараттар менен курулмалардын жоопкерчилигин эске алуу менен сейсмикалык жүктөмдү эсептөө жөнүндө;

- модернизацияланган платформанын эксперименталдык жол менен белгиленген динамикалык мүнөздөмөлөрү;

- 0,45 g ашык сейсмикалык таасирдин күчүнө сызыксыз кыймылдоочу жана буралуучу менен модернизацияланган сыноо платформасында натуралдык имаратты толук масштабдуу эксперименталдык изилдөө ыкмасы.

Автордун жеке салымы:

- имараттын сейсмикалык туруктуулугун жогорулатуу үчүн аналитикалык тандалып алынган структуралык элементтерди күчтөндүрүү боюнча имаратты «инженердик чыңдоо» ыкмасын сунуштоодо;

- еврокоддорго шайкеш келтирилген сунуштарды негиздөөдө; Кыргыз Республикасынын аймагындагы шарттарда грунттун пиктеги ылдамдануусу менен курулуштун сейсмикалык коркунучун баалоо үчүн эксперименталдык-теориялык негиздерди түзүүдө жана эсептелген сейсмикалык жүктөмдү аныктоодо серпилгич реакциялардын спектрлери, конструктивдик системанын

өзгөчөлүктөрүн жана имараттар менен курулмалардын жоопкерчилигин эске алууда;

– түрдүү комбинациядагы имараттардын динамикалык жүктөмдөрүн эксперименталдык текшерүү учурунда платформанын абалын изилдөө методикасын иштеп чыгууда, анын ичинде конструкциялардын деформациясынын жана бузулушунун мыйзам ченемдүүлүгүнө мүмкүндүк жаралат. Жеңил болот жука дубалдуу конструкциялардан курулган эки кабаттуу имараттын анык сыноосунда методика тастыкталган;

– резина катмарларынын диссипативдик жана демпфердик касиеттерине негизделген резина-металл таянычтар түрүндөгү сейсмоизоляция системасы бар имараттын математикалык моделин иштеп чыгууда.

Диссертациянын жыйынтыгынын апробацияланышы. Иштин негизги жыйынтыктары төмөнкү эл аралык, республикалык, жана регионалдык илимий-практикалык конференцияларда баяндалды: сейсмотуруктуу курулуш боюнча, сейсмикалык коркунуч боюнча, сейсмотуруктуулукту аныктоо боюнча, сейсмикалык тобокелчилиги жана сейсмикалык алсыздыгы боюнча (Алматы-2006-2019, Стамбул-2007-2011, Бишкек-2012-2021, Салоники-2018); серпилгич жана серпилгич-пластикалык толкундун жайылышы, газ жана толкун динамикасы боюнча (Бишкек-2009-2017); инновациялык технологиялар жана алдыңкы чечимдер жөнүндө (Бишкек-2013-2020); глобалдык шаар куруу жана турак жай имараттарынын соода жагымдуулугун жогорулатуу боюнча (Сеул-2015); сейсмотуруктуу курулуш боюнча (Бишкек-2016, 2018); сейсмикалык микрорайондоштуруу жана сейсмотуруктуу курулуш боюнча Россиянын улуттук илимий конференциясы (Сочи-2015, Санкт-Петербург-2019); «Орто Азияда жерди дистанттык жана жер үстүндө изилдөө» эл аралык конференциясы (Бишкек-2014); ФПИ-КМКТАУ инженер-архитекторлорун даярдоонун башталышынын 65 жылдыгына арналган «Биздин доордун чакырыктары: курулуш индустриясынын инновациялык өнүгүүсү, аны санариптештирүү жана стандартташтыруу көйгөйлөрү», «Имараттарды жана курулмаларды куруунун заманбап технологиялары эл аралык илимий-практикалык конференциясы. Көйгөйлөр жана чечимдер» республикалык илимий-практикалык конференция (Бишкек-2019).

Иштин жыйынтыктарынын ишенимдүүлүгү. Эксперименталдык-теориялык изилдөөлөрдү жана имараттарды математикалык моделдөөдө ыктымалдуу методдору колдонулду; программалык системалары аркылуу изилдөөлөрдүн жыйынтыктары иштелип далилденди; деформациялануучу катуу заттардын механикасынын жана имараттар менен курулмалардын сейсмотуруктуулук теориясы божомолдору эске алынды; конкреттүү мисалдар алынган жыйынтыктарды белгилүү окумуштуулардын мурда белгилүү болгон чечимдери менен салыштырылды; башка авторлордун мурунку изилдөөлөрү

менен алынган эксперименталдык жыйынтыктарды канааттандырууларлык деңгээлде салыштырылды.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын жайылтуу. Жумуштун жыйынтыктары Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетине караштуу Архитектура, курулуш жана турак жай-коммуналдык чарба мамлекеттик агенттигинин Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту (КР Мамкурулуштун ЖТТКИДМИ), «Промпроект» Ачык акционердик коому жана «Каркас.KG» («Seido Systems» ЖЧК) курулуш компаниясы тарабынан курулуш нормаларын иштеп чыгууда жана имараттардын жана курулмалардын долбоорлорун түзүүдө колдонулду.

Диссертациянын жыйынтыгын жарыялоодо чагылдыруунун толуктугу. Диссертациялык иштин жыйынтыгы боюнча 44 илимий эмгек, анын ичинде 2 монография, 2 патент, Web of Science жана Scopus базаларында индекстелген журналдарда 7 публикация жарык көргөн.

Диссертациянын көлөмү жана структурасы. Диссертация киришүүдөн, 6 бөлүмдөн, корутундулардан, 356 аталышка чейин колдонулган адабияттардын тизмесинен, анын ичинде 174 чет тилдеринде, машинада жазуу түрүндөгү 300 беттен турган текст, 137 сүрөт, 43 таблица жана тиркемелерден турат.

Ишти аткарууда баалуу кеңештери жана колдоосу үчүн илимий жетекчи, техника илимдеринин доктору, профессор А.А. Абдыкалыковго автор терең ыраазычылыгын билдирет.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө теманын актуалдуулугу, максаты жана милдеттери, илимий жаңылыгы, коргоонун негизги жоболору, практикалык жана теориялык мааниси, диссертациянын авторунун жеке салымы тууралуу керектүү маалыматтар камтылган. Тандалган изилдөөлөрдүн жыйынтыктары каралган. Чечилүүчү мисалдар белгиленген.

Биринчи бөлүм «Имараттардын жана курулмалардын сейсмикалык туруктуулугун баалоо жана жогорулатуу көйгөйлөрү» адабий серепти камтыйт, анда болгон жер титирөөлөрдүн кесепеттери, учурдагы имараттардын аярлуу жери, аймактын жана курулуш аянтынын сейсмикалык коркунучун аныктоо, сейсмикалык жүктөмдөрдү эсептөө, сейсмокүчтөндүрүү методдору, активдүү сейсмоизоляция системасын колдонуу боюнча КМШ жана алыскы чет өлкөлөрдөгү заманбап түшүнүктөр камтылган. Кыргыз Республикасынын аймагынын сейсмологиялык өзгөчөлүктөрүнө, грунттун пиктеги ылдамдануусун эсепке алуунун теориялык негиздерине, учурдагы имараттардын сейсмикалык туруктуулугунун бузулушунун жана кемчиликтеринин окшоштук мүнөзүнө, сейсмикалык таасирде имараттардын

термелүүсүн басаңдатууга эластомерлерди эсептөө ыкмаларына арналган маселелер каралган. Айрым өлкөлөрдүн нормативдик талаптарынын өзгөчөлүктөрү да каралган.

Илимий-техникалык адабияттарды анализдөө көрсөткөндөй, имараттардын сейсмотуруктуулугу курулуш аянтынын сейсмикалуулугун туура тандоодон, эсептик сейсмикалык жүктөмдү аныктоодон, квалификациялуу долбоорлоодон жана курулуш-монтаждоо жумуштарынын сапаттуу аткарылышынан көз каранды.

Учурдагы курулуш сейсмотуруктуулугу түрдүү деңгээлин бар имараттар менен көрсөтүлгөн, анткени алар ар кайсы убакта курулган жана сейсмикалык аймактарда курулуш нормаларынын мурда иштеген талаптарын чагылдырат жана олуттуу өзгөрүүлөргө дуушар болгон.

Имараттардын жана курулмалардын сейсмотуруктуулугун жогорулатуу боюнча изилдөөлөргө төмөнкү окумуштуулар чоң салым кошушкан: Я.М. Айзенберг, С.В. Поляков, Т.Ж. Жунусов, Т.Р. Рашидов, Дж. Хаузнер, Н. Ньюмарк, Дж. Келли, Т. Фузуки, А. Вада, С.Николич-Бржев, С. Джейн, М. Фардис, Э. Карвало, Е. Бут, А. Мартелли, К. Фуллер, М. Ердик, А. Ансал, Э. Хачиян, М. Мелкумян, Г.Н. Ашкинадзе, Г.А. Шапиро, И.Е. Ицков, М.У. Ашимбаев, Ш.А. Хакимов, Ю.И. Немчинов, В.А. Ржевский, И.Ф. Ципенюк, И.И. Ведяков, А.Г. Тяпин, Т.А. Белаш, А.М. Уздин, Ю.П. Назаров, А.А. Беспаяев, Т.О. Ормонбеков, В.С. Семенов, М.М. Деглина, М.К. Абдыбалиев, С.К. Уранова, Е.К. Калашников, Л.Л. Солдатова, М.Ч. Апсеметов ж.б.

Чет өлкөлөрдө объект жайгашкан зонанын сейсмикалык коркунучу жер титирөө учурунда грунттун пиктеги ылдамдануусунун мааниси менен бааланат (PGA) жана адатта курулуш нормалары менен белгиленет. Белгилүү бир аймак үчүн PGA мааниси жер титирөөнүн пайда болуу булактарынын жакындыгына жана болжолдуу жогорулоо ыктымалдыгына көз каранды, мисалы, АКШ менен Канадада 50 жылдан кийин 2% дан жогору ыктымалдуулугу колдонулат. Жер титирөөнүн жыштыгынын деңгээлдерин дүйнөдө PGAнын тиешелүү мааниси менен салыштыруу үчүн ар кандай шкалалар колдонулат: 9 даражадагы Рихтер шкаласы; Японияда - 10 баллдык Шиндо шкаласы; АКШ, Европа жана КМШ өлкөлөрүндө 12 баллдык Меркалли шкаласы (MM), европалык макросейсмикалык шкала (EMS) жана Медведев-Спонхейер-Карник шкаласы (MSK-64) колдонулат. Акыркы шкала КМШ өлкөлөрүнүн, анын ичинде Кыргыз Республикасынын бардык курулуш нормаларынын жана эрежелеринин негизи болуп саналат. Белгилей кетсек, интенсивдүүлүк шкаласы айтылган шкала бекитиле электе болгон жер титирөөлөрдүн кесепеттерин иликтөөнүн жыйынтыгы боюнча иштелип чыккан жана эски курулуштун имараттарына таандык. Дүйнөдө таштуу кыртыштын PGA мааниси өзгөрбөйт. Ошондуктан, курулуш нормалары курулуш аянтынын

сейсмикалуулугун аныктоодо жана сейсмикалык жүктөмдөрүн долбоорлоодо олуттуу өзгөртүүлөрдү талап кылган. Таштуу кыртыш грунтунун пиктеги ылдамдануусу өзгөрбөйт жана түрдүү шкалалар ПГА маанилерин өз диапозонуна камтыйт.

Мисалы, ММ боюнча IX жыштык деңгээли (MSK-64 шкаласы боюнча жыштыгы 9 баллдан бир аз төмөн) ПГА маанисинде кеминде 0,65g түзөт. Салыштыра кетсек, Аляскадагы Анкоридждеги эсептик жер титирөөнүн ПГА мааниси 0,4 g (Анкоридж Америка Кошмо Штаттарынын күчтүү жер титирөө коркунучу бар пункттарынын бири). Болжол менен MSK-64 шкаласы боюнча жыштыгы 9 балл деңгээлине туура келүүчү Кыргыз Республикасынын айрым аймактарында күчү 0,5g дан ашкан, Рихтер шкаласы боюнча кеминде 7,5 га жеткен жер титирөөлөр болушу мүмкүн.

Буга байланыштуу, 2018-жылы Кыргыз Республикасынын жаңы сейсморайондоштуруу карталарында келтирилген ПГА маанилери жана жер титирөөлөрдүн жыштыгы сейсмологдор менен геологдордун мурунку иштеп чыгууларынан абдан айырмаланат.

Илимий-техникалык адабияттарды талдоонун негизинде *илимий гипотезага* негизделген, изилдөөнүн максаты жана милдеттери аныкталган. Мунун маңызында, Кыргыз Республикасынын шарты үчүн грунттун пиктеги ылдамдануу маанилери аркылуу курулуш аянтынын сейсмикалуулугу так аныкталат, имараттардын регулярдык критерийлерин жана «инженердик чыңдоо» ыкмасын эске алганда сейсмикалык коопсуздукту жогорулатууга гана эмес, сейсмикалык таасирлерге дуушар болгон имараттар менен курулмалардын керектүү деңгээлин камсыз кылуучу конструкциялардын сейсмикалык жүктөмдөрүнүн жана көтөрүмдүүлүк резервдери туура эсептелет.

Диссертациянын экинчи бөлүмү «Эксперименталдык-теориялык изилдөөлөрдү жүргүзүү методикасы» сеймотуруктуу курулуш тармагындагы эксперименталдык-теориялык изилдөөлөрдүн методдорун ачып берүүгө, конструкцияларды сейсмокүчтөндүрүү үчүн имараттарды «инженердик чыңдоо» ыкмасын колдонуу, «грунт-таяныч-имарат» моделинин негизинде сейсмоизоляцияланган имараттардын конструкцияларында күчтөрдүн таралышын аныктоого, динамикалык жүктөмгө эксперименттерди жүргүзүүгө арналган. Резина-металл таянычтар түрүндөгү сейсмоизоляция системасы бар имараттын математикалык моделин иштеп чыгуу, резина-металл элементтери бар имараттардын термелүү эффекттерин изилдөө, түрдүү конструктивдүү чечимдеги имараттарды изилдөө үчүн платформанын динамикага эксперименти сүрөттөлгөн.

Изилдөөнүн объектиси катары имараттардын ар түрдүү конструктивдүү системалары жана алардын сейсмикалык таасирдеги абалы каралат. Изилдөөнүн предмети катары грунттун пиктеги ылдамдануусу аркылуу эсептик

сейсмикалык күчтөрдү аныктоодо эксперименталдык-теоретикалык негиздер эсептелет.

ПГАнын g өлчөмүндө референттик маанилерин эске алуу менен курулуш аянтчасынын сейсмикалуулугун аныктоо, көнүмүш болгон учурдагы жана жаңы имараттардын сейсмотуруктуулугун эсептөө жана долбоорлоо механизмдин өзгөртөт. Башка өлкөлөрдө ыктымалдуу сейсморайондоштуруу карталары колдонулса, Кыргызстанда детерминисттик карталар бекитилген. Ал аркылуу курулуш аянтынын сейсмикалуулугу ылдамдануу жана балл аркылуу аныкталат. Горизонталдык пиктеги ылдамдануунун мааниси кыртыштын IА тиби үчүн берилген. Башка грунттук шарттар үчүн жердин механикалык касиеттерине жана сейсмикалык толкундардын таралышына жараша тиешелүү сейсмикалык жүктөмдү жогорулатуучу коэффициенттер колдонулат.

Горизонталдык ылдамдануулардын мааниси сейсмогенерлөөчү жаракалардан көз каранды, алардын саны Кыргызстандын аймагында 100дөн ашык. Эгер мурда аянттын сейсмикалуулугу ылдамдануунун маанилерин топтоо аркылуу аныкталса, сунушталган ыкма сейсмикалуулукту активдүү жаракалардан алыстыгына жараша курулуш аянтындагы ылдамданууну аныктоого мүмкүндүк берет. Вертикалдык бир компоненттүү жана горизонталдык эки компоненттүү сейсмикалык таасирлер үчүн ылдамдануу жана жылышуу боюнча серпилгич реакциялардын спектрлерин эки башка спектр менен аныктоо сунушталган.

Учурдагы имараттардын сейсмикалык коопсуздугунун көйгөйлөрүн эске алуу менен имаратты «инженердик чындоо» ыкмасы сунушталууда: учурдагы имараттардын аялуулугун жана сейсмотуруктуулугун масштабдуу баалоо, сейсмотуруктуулугун жогорулатуу максатында имараттардын конструкциялык типтерин аныктоо; сунушталган ыкма боюнча экономикалык эффективдүү күчтөндүрүү (мисалы, чыңалган жана бузулган көтөрүүчү конструкцияларды бекемдөө, вертикалдуу байланыштарды, катуулук диафрагмаларды, сейсмоизоляцияторлорду орнотуу ж.б.); активдүү сейсмокоргонуу системасы бар жана жок имараттардын конструкцияларында сейсмикалык толкундардын таралышын аныктоо.

Комплекстүү визуалдаштырууга негизделген интегралдык баалоонун жыйынтыктары ЕМСА (Борбордук Азиядагы Жер титирөө Модели) конструктивдик чечимдеринин алты түрүнө жана калктуу пункттагы имараттардын жайгашуусуна жараша сейсмикалык аялуулукту чагылдырууга мүмкүндүк берди (1 - таблица). Эки вариант тандалды: 50,0 миңден ашуун калкы бар шаарлар (шаар) жана 50,0 миңден аз калкы (аймак борбору), алар Бишкек шаарынын мисалында жана Кара-Суу райондук борбордун мисалында.

Таблица 1 – Шаардагы жана райондун борборундагы учурдагы имараттардын конструктивдик чечимдеринин ЕМСА типологиясынын катнашы

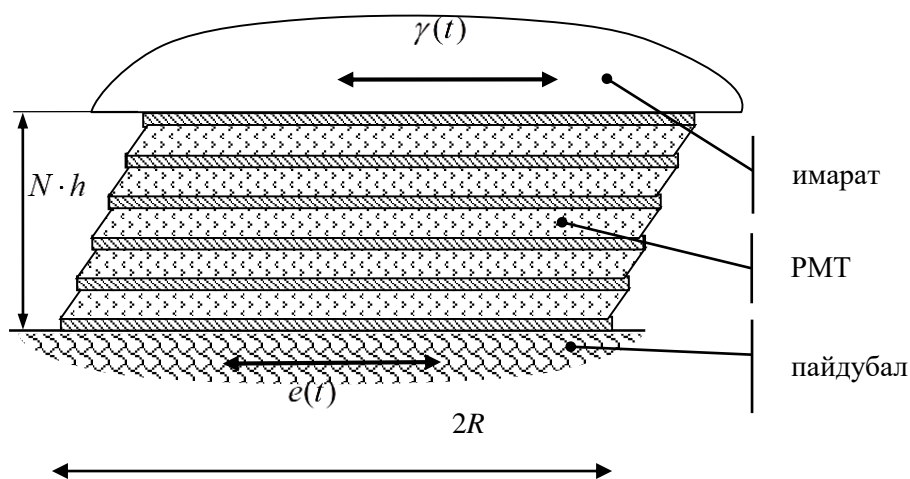
| ЕМСА тиби | Имараттын конструктивдик чечими | Конус пунктунун жайгышуусу | |
|--------------|--|-------------------------------|---------|
| | | % шаар | % район |
| ЕМСА-1 | Көтөрүүчү кирпич дубалдуу имараттар | 35% | 8% |
| ЕМСА-2 | Монолиттүү темир бетон дубалдуу имараттар | 7% | - |
| ЕМСА-3 | Курама темир-бетон конструкциялардан имараттар | 39% | 4% |
| ЕМСА-4 | Топурак дубалдары бар имараттар | 15% | 77% |
| ЕМСА-5 | Жыгачтан имараттар | 3% | 11% |
| ЕМСА-6 | Металл конструкциялардан имараттар | 1% | - |

Эгерде ЕМСА-1 жана 4 конструктивдик типтеги жер титирөөгө туруштук бере албаган имараттарды карасак, анда шаардын аймагынын 50% нан кем эмеси жана райондук борбордо учурдагы имараттардын 85% дан кем эмеси сейсмотуруксуз, күчтөндүрүп эксплуатациялык мөөнөтүн жогорулатууну талап кылат (1-таблицаны караңыз). Мында салттуу нормативдик ыкманы жана сызыктуу динамикалык анализдин жөнөкөйлөтүлгөн туюнтмаларын колдонуу менен курулуш конструкцияларынын иш жүзүндөгү жана талап кылынган көтөрүмдүүлүк жөндөмдүгүнүн эсептик маанилерин аныктоо сунушталган.

Жогорудагы сунуштарды киргизүү үчүн сейсмикалык күчтөрдү конструкцияларга берилишин аныктоо керек, мында сейсмикалык таасир пайдубалдан же сейсмоизоляциялык таяныч аркылуу имараттын жогорку бөлүгүнө өтүүчү сейсмикалык толкундар конструкцияларга таралышын аныктоону талап кылат. Конструктивдик системага жараша тирөөчү бөлүгүн бекемдебестен учурдагы имаратка сейсмоизоляция орнотуу мүмкүн жана инженердик чыңдоо ыкмаларынын бири болуп саналат.

Долбоорлоодо имараттын жогорку бөлүгү бекем болушу керек. Ийкемдүү конструктивдик система үчүн, учурдагы имараттын көтөрүүчү структураларын бекемдөө талап кылынат жана абал коэффициентинин мааниси имараттын конструктивдик тибине жараша параллель өзгөрөт.

Резина-металл таянычы (РМТ) бар имараттын математикалык моделин түзүү жана SAP2000 программасында эсептөө үчүн бир ыраатта изилдөө сунушталат, ошол эле учурда РМТнын демпфердик жана диссипативдик касиеттерин SAP2000 программасында модели түзүлөт. «Грунт-таяныч-имарат» моделинде РМТ металл катмарлары менен бөлүнгөн, h калыңдыкта резина N катмарларынан турган, радиусу R тегерек кесилиштин ийкемдүү көп катмарлуу резина-металл колоннасы түрүндө болот (1-сүрөт).). Бир гана резина катмары деформацияланат, металл катмарлары таптакыр катуу, мында серпилгич сызыктуу теория колдонулат.



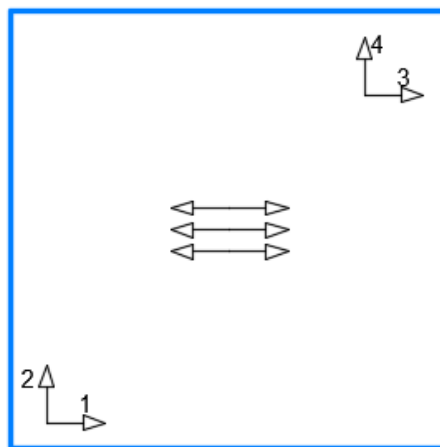
1-сүрөт – Таянычтын деформациясы: R – таянычтын сызыктуу ченеми; $e(t)$ – горизонталдуу түздүктө пайдубалдын жылышуусунун убакыттуу туюнтмасы; $\gamma(t)$ – сейсмикалык күчтүн таасиринде имараттын жылышы; N – РМТдагы резина катмарларынын саны; h – резина катмарынын калыңдыгы

Математикалык моделде имараттын үстүнкү структурасы катуу деп болжолдонот, мында сейсмикалык таасирдин күчтөрү конструкцияларга таралышы белгилүү. Сейсмоизоляция системасы бар имараттын математикалык модели куралган, мында жер түздүгүнүн жылышынын убакыттагы көз карандылыгы $e(t)$ берилген жана резинанын илешчээк серпилгич касиеттерин эске алуу менен M массасынын жылышын $\gamma(t)$ табуу талап кылынат. РМТнын горизонталдык катуулугу вертикалдуулуктан болжол менен $\sim 10^3$ эсе аз экендиги далилденди, бул имараттарды туурасынан сейсмикалык таасирлерден коргоо үчүн таянычтарды колдонууга мүмкүндүк берет.

Ошол эле учурда резинанын негизги параметрлерин эске алуу зарыл: $10^{-4} \div 10^{-3}$ чегинде G/K көлөмдүк кысуу модулуна карата катнаштын мааниси; калыңдыктын кесилишке болгон катышынын ε мааниси бир нече пайызды түзөт; Пуассондун ν коэффициенти 0,49 га жакын; катуулуктун C өлчөмү $0,1 \div 1$ чегинде.

Сунушталган теориялык гипотезаларды негиздөөгө эксперименттерди талап кылат. Ошондуктан, автор динамикалык таасирге платформаны эксперименталдык сыноого жаңы методикасын сунуштайт.

Автордун катышуусу менен иштелип чыккан, салмагы 3 тонна болгон В-2 вибромашинанын жардамы менен 40 жыл мурун курулган, жалпы салмагы 69,0 тонна болгон КР Мамкурулуштун ЖТТКИДМИ платформасын динамикалык күчтөргө эксперименталдык сыноолору жүргүзүлгөн. Акыркы 30 жылдын ичинде толук масштабдуу имараттар жана курулмалардын сейсмоструктуруулугун эксперименталдык изилдөө үчүн Кыргыз Республикасында биринчи машина болгон (2-сүрөт).



2-сүрөт – Мобилдүү вибромашинанын жалпы көрүнүшү жана акселерометрлерди платформанын үстүнө орнотуу схемасы

Вибромашина платформанын жабуусуна катуу бекитилген, андыктан сыноо учурунда козголтуу күчтөр платформанын горизонталдык огуна асимметриялуу таасир эткен. Объекттин конструкциялары менен ишенимдүү байланышты камсыз кылуу үчүн рама В25 классындагы бетон менен куюлган.

Инструменталдык маалыматтарды каттоо 8 акселерометр датчиктеринин жана РС-16 жазуучу аппараттык комплексинин жардамы менен жүргүзүлдү.

Текшерилүүчү объекттин даярдыгына жараша регистрациялоочу датчиктер диагональ боюнча эки жерге орнотулган. Колдо болгон сейсмикалык датчиктер эки каналдуу, жазууларды горизонталдык компоненттин эки багыты боюнча алууга болот, ошондой эле вертикалдык жана горизонталдык багытта деформацияны бир убакта алууга болот.

Кабыл алынган датчиктердин орнотуу схемасы динамикалык таасирлердин бардык этаптарында каттоого мүмкүндүк берди:

- сыналуучу объекттин деформациясынын мейкиндик формалары;
- вибраторлордун рычагдарына илинген жана кошумча салмаксыз жана кошумча вибратордун интенсивдүү аракеттенүү багытында термелүүлөрдүн амплитудалары жана которуулары;
- платформанын пайдубалы менен жогоруда колдоого алынган бөлүгүнүн ортосундагы жылчыктарда РМТ менен жана ансыз термелүүлөрдүн амплитудасы жана которуулары;
- сейсмикалык таасири астында платформанын буралуу вибрациясынын амплитудасы жана которуулары;
- КР КЧ 20-02:2018 берилген шкала боюнча грунттун пиктеги ылдамдануусуна шайкеш максималдуу амплитудалар.

Кыргыз Республикасынын аймагынын сейсмологиялык өзгөчөлүктөрүнүн жана таштуу грунттун пиктеги ылдамдануусунун референттүү мааниси 0,19дан

0,45g чейинки диапазондо эксперименталдык платформанын үстүнө толук масштабдуу имаратты сыноо мүмкүнчүлүгү далилденди.

Үчүнчү бөлүмдө «Сейсмикалык таасир этүүгө имараттардын жана курулмалардын эсептөөсүнүн эксперименталдык-теоретикалык негизи» грунттун пиктеги ылдамдануусундагы курулуш аянттарынын сейсмикалуулугун жана эсептелген сейсмикалык күч келүүлөрдү, жана дагы аларды нормативдик документтерге киргизүүнүн жыйынтыктарын аныктоо боюнча жоболор Кыргыз Республикасынын шарттары үчүн иштелип чыккан негиздемелерди ичине камтыйт.

Сейсмикалык кооптуулук салттуу ыкмалардан сырткары КР аймактарын карта боюнча сейсмикалык микрорайондоштуруу горизонталдык ылдамдануусунда төмөнкү формула боюнча аныкталат

$$a_g = a_{gR} \cdot S(a_{gR}) \cdot S_T, \quad (1)$$

Ал жерде a_g – мааниси курулуш аянтындагы анын кыртыштык жана топографиялык шартында пиктеги ылдамдануусу; a_{gR} – референттик мааниси IА тибиндеги аска кыртышы үчүн курулуш аянтында каралып жаткан вертикалдык пиктеги ылдамдануусу; $S(a_{gR})$ – туурасынан сейсмикалык таасир этүүлөрдүн жыштыгына курулуш аянтынын кыртыштык шарттарынын таасирин мүнөздөөчү коэффициент; S_T – негиздерде жана бийиктиктерде $S_T = 1,0 \div 1,4$ кабыл алган негиздин жана бийик кыркалардын же жантаймалардын ортосунда жайгашкан курулуш аянттарына туурасынан сейсмикалык таасир этүүлөрдүн күчтөнүүсүнүн топографиялык натыйжаларын эске алуучу коэффициент.

Горизонталдык сейсмикалык таасир этүүлөр көз карандысыз жана бирдей реакция спектрлери менен мүнөздөлүүчү эки ортогоналдык компоненттер менен түшүндүрүлөт. Имараттарды жана курулмаларды эсептөөдө эске алынуучу сейсмикалык таасир этүүлөрдүн горизонталдык жана вертикалдык компоненттери үчүн эсептик реакциялардын спектри $S_d(T)$ төмөнкү теңдемелер аркылуу аныкталат:

$$0 \leq T \leq T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (2)$$

$$T \geq T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \text{ но не менее } \beta \cdot a_g, \quad (3)$$

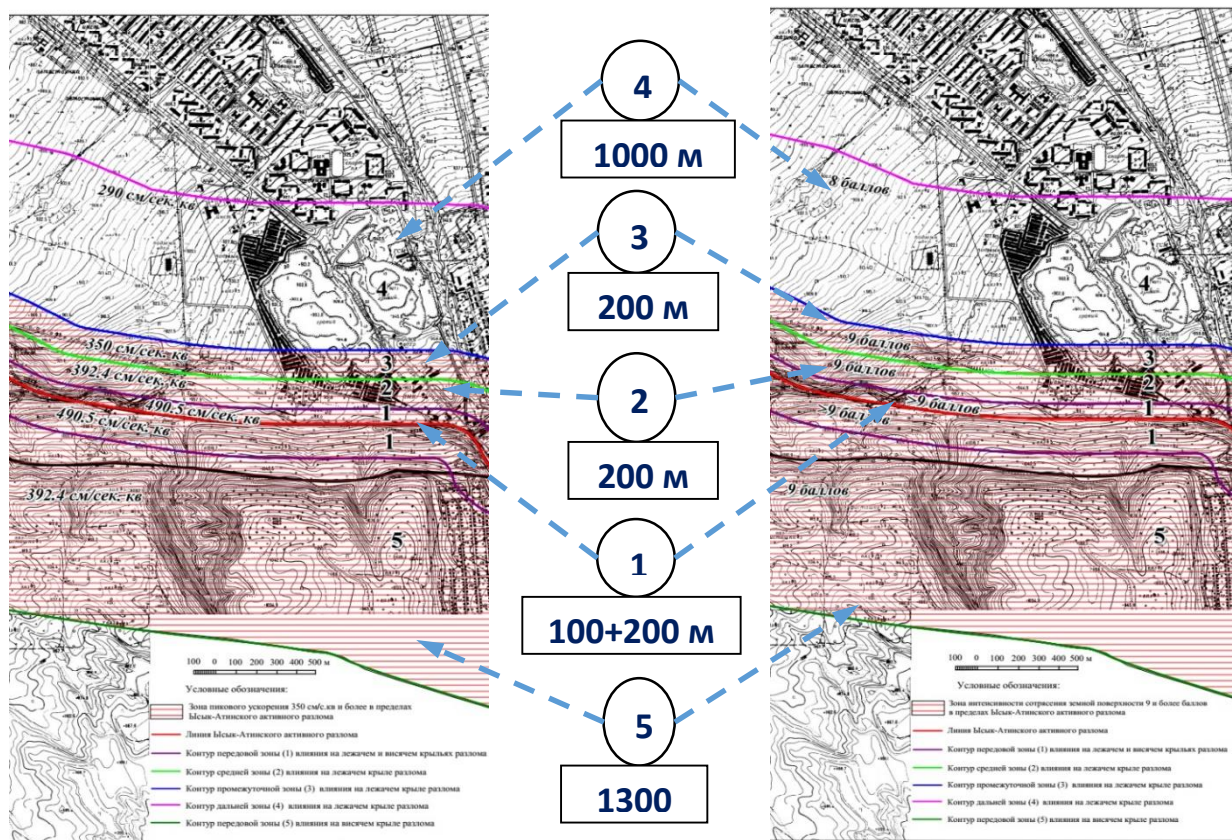
Анда $S_d(T)$ – сейсмикалык таасир этүүлөрдүн горизонталдык жана вертикалдык компоненттерин мүнөздөөчү эсептик реакциялардын спектри; T_C – спектралдык ылдамдануу графигинин туруктуу тилкесинде мезгилдин максималдык мааниси; T – бир даражалуу эркиндиги менен сызыктуу системанын горизонталдык же вертикалдуу термелүү мезгили; a_g – курулуш аянтындагы эсептөөнүн горизонталдык же вертикалдуу ылдамдануусу; β –

горизонталдык компоненттер үчүн эсептик реакциялардын спектринин төмөнкү чектеринин көрсөткүчү, $\beta = 0,2$; q – жүрүм-турум коэффициенти; k – даража көрсөткүчү.

Активдүү жарака таасириндеги аймакта жайгашкан (Ысык-Ата активдүү жарака таасириндеги аймактын мисалы (3-сүрөт), курулуш аянттары үчүн кыртыштык шарттардын тибинен көз каранды $S(a_{gR})$ коэффициенттин мааниси, курулуш аянтынан жараканын магистралдык сызыгына чейин аралыкты эске алуучу k_{gF} коэффициентине көбөйтүү зарыл, ал өз кезегинде КР КЧ 31-02:2018 кабыл алынган айтым аркылуу аныкталат:

$$1,0 \leq k_{gF} = 1,25 - 0,0002R \leq 1,2. \quad (4)$$

Ошол эле кезде курулуш аянтынан башка жараканын магистралдык сызыгына чейин аралыкты эске алуучу k_{gF} коэффициенттин маанисин, жараканын ар бир тиби жана анын сегменттери үчүн максималдуу көз ирмемдик магнитуданын бааланган чоңдугуна жараша чектик маанисини өзгөртүү аркылуу колдонсо болот.



3-сүрөт – Ысык-Ата активдүү жаракасынын таасир этүү аймактары, метр менен

Эсептик сейсмикалык жүктөмдөр F_{ik} курулуш аймагынын сейсмикалуулугуна, сейсмикалык касиеттери боюнча грунттук шарттын тибине, курулуш аянтчасынын сейсмикалуулугуна, грунттун пиктеги

ылдамдануусунун маанисине, жана дагы имараттардын жана курулмалардын конструктивдик схемалардын өзгөчөлүгүнө жана жоопкерчилигине жараша аныкталат.

Имараттардын багытталгандыгы жана кабаттуулугу ар бир жоопкерчилик класстарынын айкалышы боюнча эсептик горизонталдык жана вертикалдык сейсмикалык жүктөмдөрдү аныктоодо эске алынуучу жоопкерчилик коэффициент мааниси γ_{Ih} жана γ_{Iv} ыйгарылган. Имараттар үчүн жоопкерчилик коэффициент мааниси класстардын айкалышуусунан, алардын багыттары жана кабаттуулугу боюнча жоопкерчилигине жараша кабыл алынат.

Сейсмикалык таасир этүүгө имараттарды долбоорлоодо конструктивдүү схемалары төмөнкү категорияларга бөлүнөт: жөнгө салынган, жөнгө салынбаган жана планда жана бийиктик боюнча өзгөчө жөнгө салынбаган.

Мындай бөлүштүрүүнүн жыйынтыгы болуп сейсмотуруштуу курулуш нормаларынын талаптары боюнча имараттарды долбоорлоонун талапка ылайык өзгөчөлүктөрү эсептелет. Эсептөө жана долбоорлоо үчүн конструкциянын регулярдуулугунун жыйынтыгынын таасири, имараттын регулярдуулугунун мүнөздөмөсү планда жана бийиктиги боюнча өз-өзүнчө каралат.

Регулярдуулуктун атайын критерийлерин канааттандырбаган имараттардын эсептөөлөрү алкактык моделди колдонуу менен жүргүзүлөт. Ошону менен катар эле сейсмикалык таасир этүү бардык маанилүү туурасынан багыттарды жана алардын ортогоналдык туурасынан багыттарын бойлото берилет. Эки перпендикулярдык багыттагы күч келүүнү кабылдоочу элементтери менен имараттар үчүн бул эки багыт негизги катары каралат.

Жүрүм-турум коэффициентинин мааниси q имараттардын жана курулмалардын бийиктик боюнча регулярдуулукта туурасынан сейсмикалык күч келүүлөрдүн эсептерин аныктоодо эске алынат. Сейсмикалык таасир этүүнүн туурасынан компоненттери имараттар же курулмалар үчүн бир убактагы аракетинин таасирин эсепке алуу үчүн модалдык реакциянын комбинациясы төмөнкүдөй болушу мүмкүн: имараттардын же курулмалардын сейсмикалык таасир этүүнүн ар бир өзүнчө компонентине максималдык реакциясы бааланган; эки компонентте сейсмикалык таасир этүүнүн таасиринин максималдуу чоңдугун аныктоо үчүн сейсмотуруштуу курулуш боюнча курулуш нормаларынын талаптарына ылайык аралаштыруу эрежесин колдонуу зарыл.

Имараттардын кабаттарынын горизонталдык бирикмелери адамдардын жана дубалдык толтурулмалардын, тосмолордун, витраждардын жана башка бириктирүүчү эмес конструкциялардын жана конструкциялык эмес

элементтердин коопсуздуктарын камсыздоо үчүн чектелет. Кабаттардын туурасынан бирикмелеринин чоңдугу d_{rs} шарттарга дал келиши зарыл

$$d_{rs} \leq \frac{h \cdot \varepsilon}{q}, \quad (5)$$

d_{rs} – имараттарда эсептик сейсмикалык күч келүүлөрдө кабаттын бирикмеси; h – кабаттын бийиктиги; ε – имараттын көтөргүч эмес дубалдары жана көтөргүч конструкцияларынын ортосундагы бирикмелердин түрүнөн көз каранды болгон коэффициент, 0,020, 0,015 же 0,010 тең кабыл алынат.

Курулган имараттардын сейсмотуруктуулугун жогорулатуу үчүн автор тарабынан «инженердик чыңдоо» ыкмасы сунушталат, ал жерде сейсмикалык коопсуздук коэффициенти r_s төмөнкү формула боюнча аныкталат:

$$r_s = \frac{C}{D}, \quad (6)$$

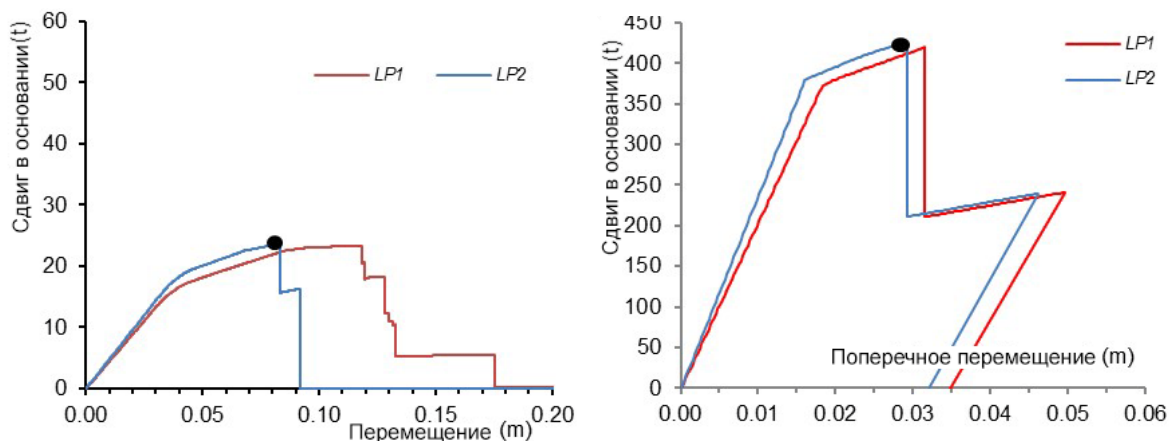
C – каралып жаткан конструктивдүү системаларынын же анын элементтеринин негизги эсептик жөндөмүн мүнөздөөчү көрсөткүч; D – каралып жаткан конструктивдүү системаларынын же анын элементтеринин аракеттеги нормалар боюнча негизги эсептик жөндөмүн мүнөздөөчү көрсөткүч.

C жана D көрсөткүчтөрү катары төмөнкүлөр колдонулушу мүмкүн: а) жалган бет маңдай жүктөмдөр; имаратка кабаттар боюнча сейсмикалык жүктөмдөрдүн чоңдугу; б) имараттын негизиндеги же каралып жаткан кабаттын бет маңдай күчүнүн чоңдугу; в) конструкциялардын бирикмелериндеги сейсмикалык жүктөмдөрдөн күчтөнүүнүн чоңдугу; г) вертикалдуу негизги конструкциялардын жылышууга каршы туруусу; д) сейсмикалык таасир этүүдө конструкциянын түйүндөрүнүн бузулушунун чоңдугу.

C жана D көрсөткүчүнүн маанисин аныктоодо сейсмотуруштуу курулуш боюнча аракеттеги нормалардын талаптарынын негизинде спектралдык анализдин ыкмасы менен аныкталат.

Имараттын жалпы көтөргүч жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу жана кабаттардын горизонталдык кыйшаюусун азайтуу үчүн чогултулган темирбетон каркасын сейсмокүчтөндүрүү вертикалдык темирбетон диафрагмасын куруу аркылуу мүмкүн болот (4-сүрөт).

Темирбетон диафрагмасынын ордуна «инженердик чыңдоо» ыкмасынын алкагында чогултулган темирбетон каркасын күчтөндүрүү үчүн катуулуктун вертикалдуу болот байланыштары аппаратына уруксаат берилет. Ошону менен катар эле күчтөндүргөнгө чейин жана андан кийин эки анализ жүргүзүлөт. C накта эсептик көтөргүч жөндөмдүүлүгү жана D талап кылынган эсептик көтөргүч жөндөмдүүлүгү аныкталат.



4-сүрөт – ИИС-04 сериясындагы курулган имараттын кайчылаш алкактын күчтөндүргөнгө чейинки ийри сызыгы(LP2: максималдык күч 23,65 т жана жылышуу 83,4 мм) жана күчтөндүргөндөн кийин вертикалдык диагоналдык болот катуулук байланышы (LP2: максималдык күч 425,6 т жана жылышуу 29 мм)

Төртүнчү бөлүмдө “Курулуштардын динамикалык мүнөздөмөсүн моделдөөнүн негизинде имаратты куруу” имараттарды курууларды изилдөөнүн жыйынтыктары жана динамикалык мүнөздөмөлөрдүн аныктамалары берилген.

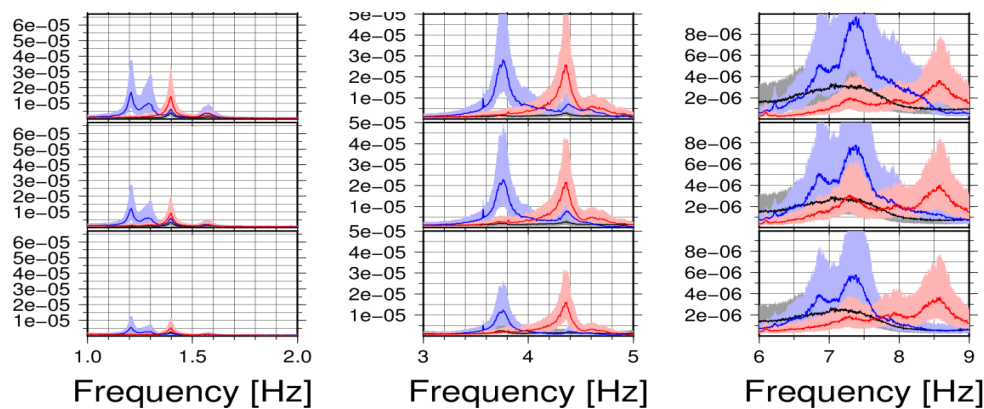
Ар кандай курулуш схемалуу имараттардын үлгүлөрү иштелип чыкты. Ал үчүн Бишкек шаары боюнча курулуп жаткан имаратка өлчөөчү аспаптарды орнотуу үчүн бир ай ичинде күнү-түнү тыныгуусу менен имараттардын өзү термелүүлөрүнө жазуу жүргүзүлдү.

Өзү термелүүлөр тандалып алынган ар кандай курулуштагы: үстүнкү панелдери менен темир бетондуу негиздеги; 105 жана 464 сериясындагы ири панелдүү; катуу диафрагмалуу темир бетондуу негиздеги; кыш менен толтурулган негиздеги - беш имаратта сейсмикалык станцияларды колдонуу менен белгиленди. Имараттар Бишкек шаарынын ар кайсы жерлеринде жайгашкан. Ар бир станция үч компоненттүү 4,5 Гц сейсмоприёмникке кошулган 24-биттүү DSS-CUBE3 дигитайзер менен жазуу жүргүздү. Үлгү алуунун жыштыгы 400 Гц коюлган, имараттын ичинде GPS антеннасынын белгилери дайыма эле жеткиликтүү болбогондуктан, байланыш, орнотулган GPS-түзүлүшү менен камсыздалган. Убакытты синхрондоштуруу жазууга чейин жана жазуудан кийин да жүргүзүлдү.

Колдонулган датчиктердин жана жазуулардын убактысы имараттын жазып туруучу аппаратка чейинки аралыгына жараша кайталанып турду. Мүмкүнчүлүккө жараша ар бир тандалып алынган кабатта үчтөн датчик жана имараттын сыртында бирөө орнотулган.

Спектрлер имараттын негизги огун түзгөн горизанталдуу жана вертикалдуу болгон эки кыймылды көрсөттү. Спектрлер өзүнө негизги (түз

жана түз эмес режимдеги) резонанстык чокуну камтыган, ар кандай жыштыктуу аралыктагы (1-2 Гц; 3-5 Гц; 6-9 Гц), узунунан кеткен сызыктын бири боюнча колоннада орнотулган, датчиктердин жазуулары боюнча анализденди. (5-сүрөт)

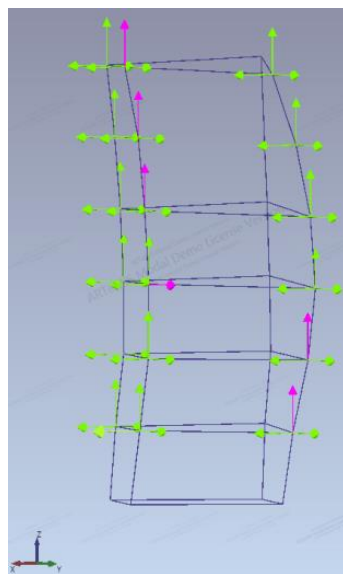


5-сүрөт – (1-2 Гц; 3-5 Гц; 6-9 Гц) жыштыктардын аралыктарын эске алуу менен узунунан коюлган датчиктер боюнча спектрлердин жазууларынан бир көрүнүш.

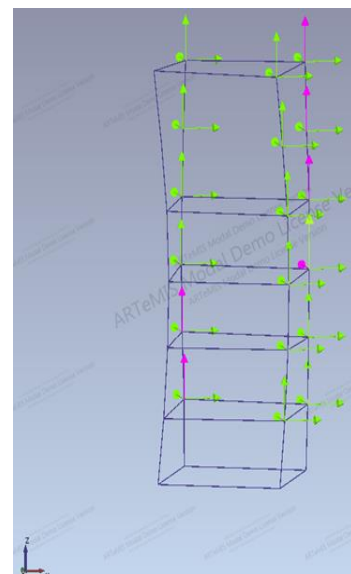
Спектрлерди чечмелөө үчүн FDD жыштыктуу чөйрөсүндө ыкчам ажырымдоо усулу колдонулду. Резонанстардагы негизги жыштыктар термелүүлөрдүн алгачкы алты түрү (биринчи жана экинчи ийилген жана айланган түрлөрү) үчүн жекече аныкталды. Термелүүнүн 4, 5 жана 6 түрлөрү 6-сүрөттө көрсөтүлгөн.



ийилүү, $f = 4.81 \text{ Hz}$



ийилүү, $f = 4.83 \text{ Hz}$



айлануу, $f = 4.92 \text{ Hz}$

6-сүрөт – Имараттын термелүү түрлөрү

Модалдык анализдин алгачкы жазуулары жана жыйынтыктары катуу диафрагмалуу монолиттик темир бетондуу негиздеги имараттар үчүн жасалды. Билдиргичтер улам бир кабаттан кийин жайгаштырылгандыктан,

билдиргичтердин жайгашуу ордун жана алардын бузулууларды (сары жана кызыл түстөр менен) көрсөтүүсүн көргөзүү менен рамалык шарттуу схемасы түзүлдү.

Р.Бринкердин модалдык анализи боюнча имараттын негизги динамикалык белгилери катары ω_i өз жыштыктары жана Φ_i термелүү түрлөрү эсептелинип чыккан. Математикалык көз караш боюнча бул кадам М массалардын матрицасы жана $(n \times n)$ жыштыктарынын квадраттарынын диагоналдык матрицасы жана $(N \times n)$ термелүүлөрдүн түрлөрүнүн матрицасы менен К катуулук матрицасы үчүн өз маанилерине карай жалпы маселени аныктайт:

$$(K - \Omega \cdot M) \cdot \Phi = 0, \quad (7)$$

$$\Omega = \text{diag}\{\omega_i^2\}, i = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$\Phi = \{\Phi_1, \dots, \Phi_n\}. \quad (9)$$

Бул жерде n – түрлөрдүн саны жана N – боштук даражасынын жалпы саны. Жазуулар менен салыштыруу үчүн айлануучу жыштыктарды

$$f = \frac{\omega}{2\pi} [Hz] \text{ түрүндө көрсө болот.} \quad (10)$$

Тийиштүү өзүнүн жыштыктары менен термелүүлөрдүн эсептик түрлөрү көрсөтүлгөн. Төмөнкү жыштыктар ийилүүлөргө жана айланта термелүүлөрдүн режимине туура келет. Симметриялык схема үчүн ошол эле жыштыктагы эки ортогоналдуу ийилген термелүү болот. Симметрия тепкичтердин жана таштан коюлган ички дубалдардын жайгашуусу менен бузулат.

Анализдин жыйынтыктары, өзү термелүүлөрдүн жазуулары боюнча имараттын курулушун жана имаратты компьютердик үлгүлөөнүн негизинде 8,3Гц жыштыгында ылдыйкы кабаттарда чыңалуу пайда болоорун, жана 2,24 Гц жыштыкта дубалдуу негиздеги курулуш схемасындагы имараттарда айлануучу аракеттер байкалгандыгын эске алуу менен толкундардын таралышын чечмелөөгө болоорун көрсөттү. Мындай анализ жөнөкөй имараттар үчүн да мүмкүн.

РМТ (Резинометаллдык түркүктүү) сейсмоизоляциялык имараттар үчүн курулуштардагы күчтөрдү аныктоо алдындагы бир катар башка маселелерди чечүү зарыл. Боштуктун бир даражалуу үлгүсүндө көрсөтүлгөндөй биринчи жакындодо, башкача айтканда имараттын курулушундагы деформацияларды эске албоо менен $\gamma(t)$ имараттын жылышуусу сейсмикалык күч келүүлөрдүн таасиринде төмөнкү тендеме менен аныкталат:

$$\ddot{\gamma}(t) + \omega_0^2 \cdot \left[(\gamma(t) - e(t)) - \int_{-\infty}^t R(t - \tau) \cdot (\gamma(\tau) - e(\tau)) d\tau \right] = 0, \quad (11)$$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{SG_0}{N \cdot h \cdot M}}$ - системанын мүнөздүү жыштыгы, $e(t)$ - берилген жердин жылышуусунун убактылуу көз карандылыгы.

Бул тендеме сан жагынан интегралдык кайра түзүү усулу менен чыгарылышы мүмкүн. Фурье – тендеменин берилиши (11) төмөндөгү түргө ээ:

$$-\omega^2 \gamma(\omega) + \omega_0^2 \cdot [1 - R(\omega)] \cdot (\gamma(\omega) - e(\omega)) = 0, \quad (12)$$

$\gamma(\omega)$, $e(\omega)$, $R(\omega)$ турган жерде - Фурье-берилиштер $\gamma(t)$, $e(t)$, $R(t)$. Бул $\gamma(\omega)$ карата алгебралык тендемени чыгаруу менен $\gamma(\omega) = e(\omega) \cdot \frac{(1 - R(\omega))}{(1 - R(\omega)) - (\omega/\omega_0)^2}$

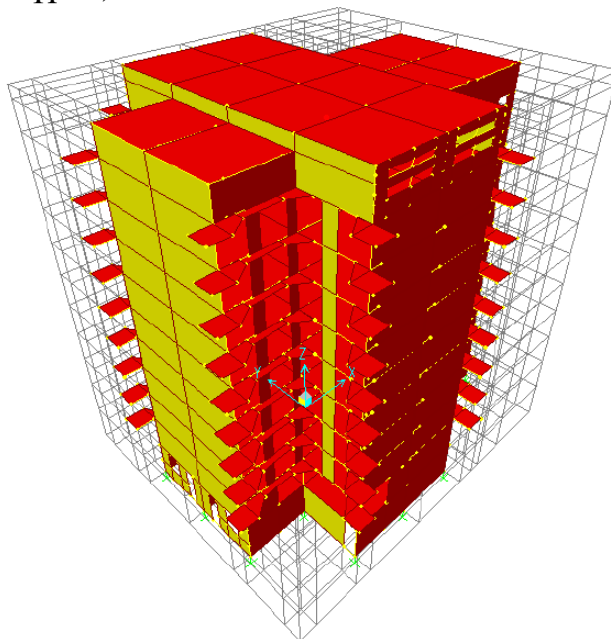
алабыз, бул жерде $R(\omega) = \frac{1}{(i\omega)^{(1+\alpha)} + \beta}$ же

$$\gamma(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega \cdot \exp(i\omega t) \cdot e(\omega) \cdot \frac{1 - R(\omega)}{1 - R(\omega) - (\omega/\omega_0)^2} \text{ болот.} \quad (13)$$

Эгерде $e(\omega)$ жер кыртышынын жылышуу убактысы боюнча спектрлердин жазуусу белгилүү болсо бул берилиш квадраттарда $\gamma(t)$ көз карандылыгын табууга мүмкүндүк берет.

Чыныгы жер титирөөдө $e(t)$ жылышуусу убакыттын өтө татаал, өтө баш аламандуу функциясын ошондой эле татаал жыштыктуу спектр менен көрсөтөт.

Курулуштагы имараттын түркүктүү бөлүгүндөгү толкундардын таралышын анализдөө боюнча маселелерди чечүүнү PMT моделин куруудан башташкан. SAP-2000 программасы акыркы элементтер усулунун жардамы менен имараттын үлгүсүндөгү Nlink element тибиндеги Damper element элементтерин колдонуу аркылуу үлгүлөөгө боло турчу курулуштардагы демпфирлеген элементтер алдында сейсмикалык таасирлерди эске алууга мүмкүндүк берди. (7-сүрөт).



7-сүрөт – Пайдубалдык плитанын өйдөнкү жана ылдыйкы бөлүктөрүнүн ортосундагы колоннанын алдында жайгашкан PMT моделиндеги имараттын жалпы көрүнүшү.

Акыркы-элементтик куруу алкагындагы демпфирлөө элементинин бул тиби жумшалган күчтөр менен боштуктун ар бир даражасы үчүн Максвелла ийкемдүү үлгүсү аркылуу жылышуу ортосундагы көз карандылыкты аныктайт.

Жумшалган күч f жана d катыштык жылышуу ортосундагы көз карандылык төмөнкүчө берилет:

$$f_1(t) = c \cdot \dot{d}_d(t) \quad f_2(t) = c \cdot d_s(t). \quad (14)$$

PMT үлгүсү SAP-2000 каражаттары менен ушул типтеги катар бириктирилген элементтер түрүндө курулган. Негизинен, колдонулган демпфирлеген элементтердин саны кайталанышы мүмкүн.

Катар бириктирилген Максвелла элементтер түрүндөгү SAP-2000 каражаттары аркылуу PMT үлгүсүн куруунун тандалып алынган усулу төмөнкү кемчиликтерге ээ: статикалык күч келүүлөрдө резинанын бышыктыгын эске албайт.

Чындыгында, эгерде

$$d(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ d^* = const, & t > 0 \end{cases} \quad (15)$$

түрүнүнүн $d(t)$ түйүндөрдүн катыштык жылышуусун алсак релаксациянын $K(t)$ огу үчүн

$$\left[1 - \int_0^\infty d\tau \cdot K(\tau) \right] = 0 \quad \text{ээ болобуз.} \quad (16)$$

Ошол эле учурда, PMT маалыматтык үлгүсү нөлгө барабар эмес катуулуктун статикалык модулуна ээ. Анткени $f(t)|_{t \rightarrow \infty} = C_\infty \cdot d^*$,

$$C_\infty = C \cdot \left[1 - \int_0^\infty d\tau \cdot R(\tau) \right] \quad \text{болсо.} \quad (17)$$

жана $C_\infty \neq 0$. Албетте, SAP-2000 де курулган PMT модели статикалык эсептөөлөрдө колдонулушу мүмкүн эмес. Бирок, бизди акыркы узактыктын таасири алдындагы курулуштун динамикалык абалы кызыктырып жаткандыктан релаксациянын аз максималдык учурундагы убакыт ортосундагы Максвелла уячасынан түзүлгөн үлгүнүн акыркы статикалык ийкемдүүлүгүнүн жоктугун көңүлгө албаса болот.

Жумшалган чыналуунун таасири алдындагы PMTнун жүрүм-турумун эсепке алуу жүргүзүлдү. PMT болжолдуу үлгүсүнүн тактыгын баалоо жогоруда каралган бир даражалуу боштуктун негизинде жасалышы мүмкүн. Бул учурда M массасынын жылышуусун болжолдуу эсептөөгө жана аны болжолдуу курулган PMT үлгүсү үчүн SAP-2000 программасында аткарылган эсеп менен салыштырууга болот.

Мисал катары $N \cdot h = 0.1$ м резина катмарынын суммардык калыңдыгы жана $S = 0.25$ м² үстүнкү аянты менен жердин үстүнөн бөлүнгөн РМТны $M = 10^6$ кг массасын карайбыз, түркүктү толтуруучу катары

$$G_0 = 1,76 \cdot 10^2 \text{ Т/м}^2, G_\infty = 0,74 \cdot 10^2 \text{ Т/м}^2, \alpha = -0.6, \beta = 1.062 \quad (18)$$

параметриндеги резина каралат.

G_0 - катуулуктун ыкчам модулу; G_∞ - катуулуктун статикалык модулу; α, β - параметрлери резинанын реологиялык сапатын көрсөтөт.

$e(t)$ пай дубалдын үстүнкү бетинин жылышуусу кийинки көз карандылык менен болжолдонот:

$$e(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ t^3 e^{-t} \cdot \cos(t), & t > 0 \end{cases} \quad (19)$$

Анда РМТ маалыматтык үлгүсү үчүн M массасынын жылышуусу Кошинин төмөнкү маселеси менен аныкталат:

$$\begin{cases} M \cdot \ddot{\gamma}(t) = - \left(\frac{S \cdot G_0}{N \cdot h} \right) \cdot \left[(\gamma(t) - e(t)) - \int_0^t d\tau \cdot (\gamma(\tau) - e(\tau)) \cdot R(t - \tau) \right], \\ e(t) = t^3 e^{-t} \cdot \cos(t), \quad t > 0, \quad \gamma(0) = 0, \quad \dot{\gamma}(0) = 0 \end{cases} \quad (20)$$

$\left(\frac{S \cdot G_0}{N \cdot h} \right)$ - жылышууга карай РМТ «ыкчам» катуулук, $\gamma(t)$ - M массасынын жылышуусу. РМТ үчүн кийинки параметрлер табылды $\{\alpha_i, p_i\}$, үч демпфирлөөчү элементтерден турган:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 0.037628, & \alpha_2 &= 1.83345, & \alpha_3 &= 25.4101, \\ p_1 &= 0.471758, & p_2 &= 0.288093, & p_3 &= 0.24015. \end{aligned} \quad (21)$$

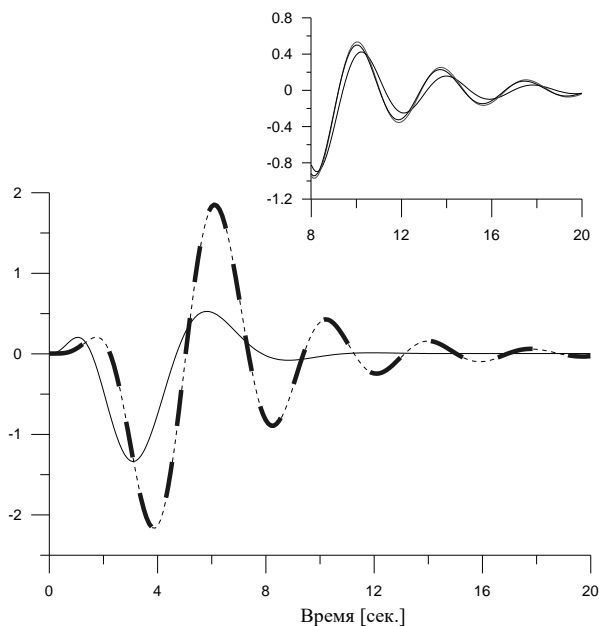
$\{\alpha_i, p_i\}$ параметрлерин эсептөөдө $\{k_i, c_i\}$ демпфирлөөчү элементтердин параметрлеринде алардын төмөнкү мааниси келип чыкты:

$$\begin{aligned} k_1 &= 2.07 \cdot 10^2 \text{ м/м}, & k_2 &= 1.27 \cdot 10^2 \text{ м/м}, & k_3 &= 1.06 \cdot 10^2 \text{ м/м}, \\ c_1 &= 55.16 \cdot 10^2 \text{ м/м}, & c_2 &= 0.69 \cdot 10^2 \text{ м/м}, & c_3 &= 0.041 \cdot 10^2 \text{ м/м}. \end{aligned} \quad (22)$$

Алар SAP-2000 программасында РМТ үлгүсү үчүн жана SAP-2000 де шифрлөө аркылуу $\gamma(t)$ көз карандылыгын андан ары эсептөө үчүн баштапкы маалыматы болгон. Эсептөөнүн жыйынтыгы маселени чечүү жыйынтыгында келип чыккан жана SAP-2000 программасында эсептелген $\gamma(t)$ көз карандылык графиги тартылган 8-сүрөттө көрсөтүлгөн.

8-сүрөттө көрүнүп тургандай, SAP-2000 боюнча эсептөө, дээрлик маалыматтык чыгаруудан айырмаланбайт. РМТ үлгүсүнүн тактыгын баалоо үчүн ар кандай сандагы демпирлөөчү элементтерди эсептөөлөр аткарылды. 8-сүрөттүн үстүнкү бөлүгүндө үч, төрт жана беш демпфирлөөчү элементтер үчүн эсептөөлөрдүн жыйынтыктары келтирилген. Бир катар бузулган тармакта ($t < 9$ с) каралган варианттар үчүн жыйынтыктар дээрлик дал келет. t чоң мааниде

айырмачылык бир нече пайызга жогорулабайт, а термелүүнүн амплитудасы бул тармакта дээрлик аз болот.



8-сүрөт – $\gamma(t)$ бир даражалуу боштуктун үлгүсү үчүн убакыттан M массасынын жылышуусунун көз карандылыгы;

— — маселени чыгаруу (20); - - - - PMT үлгүсү менен SAP-2000 деги эсептөөнүн жыйынтыгы; — пайдубалдын үстүнкү бетиндеги жылышуу $e(t)$

Эсептөөнүн жыйынтыктарынын канааттандыраарлык дал келиши жана үлгүлөө SAP-2000 программасында курулган PMT үлгүсүнүн адекваттуулугун көрсөтөт, мында жетишээрлик тактык менен үч элементтен турган демпфирлөөчү элементтердин үлгүсү менен чектелсе болот.

Резинанын реологиялык сапатын аппроксимациялоонун алгоритмин колдонуу жалгыз гана жол болуп саналбайт. Кээ бир учурларда резинанын сапатын жыштыктык көрсөтүүдө аппроксимациялоо ыңгайлуу. “28Э” маркасындагы резинанын мисалында жыштыктык көрсөтүүдө аппроксимациялоо автор тарабынан каралган. Резинанын реологиялык сапаттарын сунушталган жолдордун алкагында аппроксимациялоо, резинанын сапаты жетишээрлик тактыкта, анча чон эмес сандагы Максвелла уячасынан турган демпфирлөөчү элементтин жөнөкөй үлгүсү менен көрсөтүүгө боло тургандыгын билдирет. Чыныгы эсептөөлөрдө жетишээрлик тактыкты камсыз кылган, үч Максвелла уячасынан турган элементтерди демпфирлөөчү үлгүлөр колдонулду.

Автор тарабынан сунушталган SAP-2000 программасындагы PMT үлгүсү катуу жер титирөөнүн сейсмологиялык обочолонгон имаратка карай таасирин үлгүлөштүрүүгө мүмкүндүк берет. Сейсмо коргоочу системанын иш аракетин

көрсөтүү үчүн Борбордук Азия үчүн типтүү болгон катуу жер титирөөнүн таасирин эсептөөлөр жүргүзүлдү. Ал үчүн 24 РМТда турган сейсмологиялык коргонуу системасы үлгүлөнүп чыкты. Имараттын курулушуна ылайык түркүктөр пайдубал менен негизги көтөрүп турган колонналар ортосунда жайгаштырылган. Имараттын сейсмологиялык коргонуу системасынын элементи катары тегерек кесилиштеги РМТ тандалып алынды.

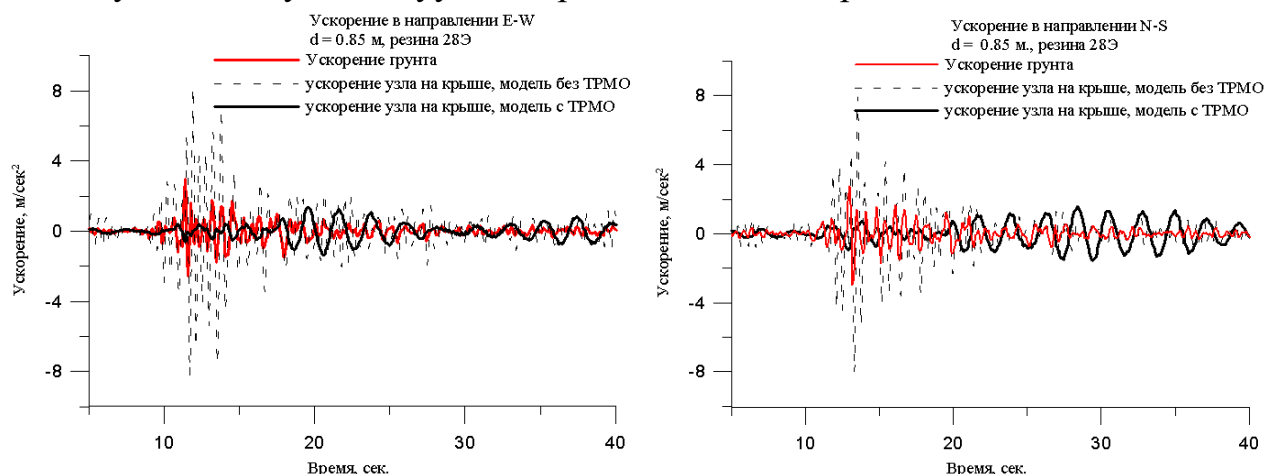
SAP-2000 программасы боюнча эсептөө, сейсмологиялык обочолонгон имараттын термелүү мүнөздөмөсү РМТсыз үлгүдөн бир кыйла айырмаланат экендигин көрсөттү. Үлгүнүн сейсмологиялык коргонуусунун элементтери менен өзү термелүү мезгилдери 2-таблицанын биринчи катарында көрсөтүлдү.

2-таблица – РМТ менен имараттын өзү термелүүсүнүн мезгилдери.

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| t [с] | 1.99 | 1.98 | 1.83 | 0.27 | 0.26 | 0.16 |
| t _{v3} [с] | 0.460 | 0.423 | 0.280 | 0.144 | 0.125 | 0.112 |

Алар тирөөчү жок үлгүлөрдүн өзү термелүү мезгилдеринен дээрлик айырмаланат (экинчи катар). Ушундай эле маанилүү өзгөрүүлөр өзү термелүүлөрдүн түрлөрүндө болот. РМТ үлгүлөрдүнүн өзү термелүүлөрүнүн түрлөрү пайдубалдын кыймылынан четтетилген имараттардын кыймылына дал келет.

Ушундай эле РМТ менен имараттардын үлгүлөрүнүн кыймылы жана РМТсыз имараттардын кыймылы бир кыйла айырмаланат. 9-сүрөттө имараттын чатырында жайгашкан эки үлгүнүн бир эле түйүнү үчүн тездетүү амплитудасынын убактылуу көз карандылыгы келтирилген.



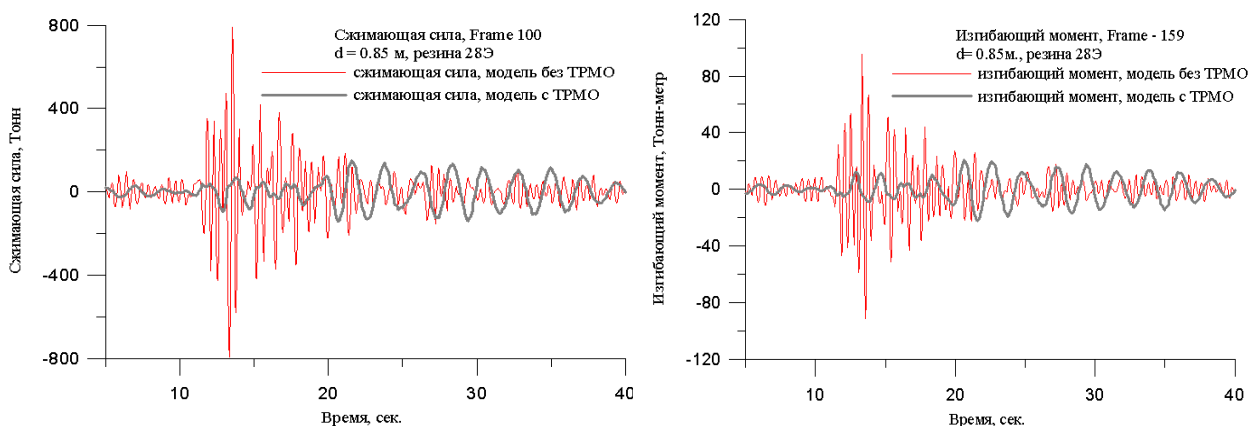
9-сүрөт – В-3 жана С-Ю багытындагы ылдамдоонун убактылуу көз карандылыгы

Имараттын сейсмологиялык коргонуусу жок учурда ылдамдоонун ылдамдыгы 3 эсе жогорулайт, а РМТ менен дээрлик 2 эсе азаят. Эгерде С-Ю

огу боюнча жер кыртышынын ылдамдоосунун максималдуу чондугу ~ 3 м/сек² түзсө, РМТсыз имарат үчүн чатырдагы максималдуу чондук $\sim 8,5$ м/сек² түзөт, а РМТ менен имарат үчүн $\sim 1,6$ м/сек түзөт.

Аракеттерди бөлүштүрүү анализине, б.а. сейсмикалык күч келүүлөрдүн таасири астында имараттын элементтеринин чыңалуу абалына анализ жүргүзүүгө өтөбүз. Сейсмокоргонуу системасынын таасирдүүлүгүнүн маанилүү мүнөздөмөсү болуп жер титирөөдө пайда болгон имараттын курулушундагы элементтердеги чыңалуунун азаюу даражасы саналат. 10-сүрөттө РМТ менен жана РМТсыз эки үлгүдөгү имарат үчүн курулуштун бир кыйла күч келген келген элементтериндеги узунунан кеткен күчтүн жана ийилүү учурунун көз карандылыгы келтирилген.

Көрүнүп тургандай келтирилген жыйынтыктарда коргоо системасы чыңалуунун бир кыйла азаюусун камсыздады. Узунунан кеткен күчтүн чондугу 5 эседен да көбүрөөк азаюуда, а ийилүү учурунун чондугу 4 эсе. Коргоосуз имаратта пайда болгон чыңалуу коркунучка жакыныраак экендигин белгилейбиз. Корголгон имарат үчүн күч келүү дээрлик чоң, бирок мүмкүн болгон СНиП КР 20-02:2006 ченемдеринен ашпайт.



10-сүрөт – Frame 100 үчүн узунунан кеткен күчтүн убактылуу көз карандылыгы жана Frame 159 үчүн ийилүү мезгилинин убактылуу көз карандылыгы

Ылдамдоо жана чыңалуу үчүн келтирилген жыйынтыктарга анализ жүргүзүү сеймокоргонуунун таасирдүүлүгүн далилдейт. Бирок, имарат байкаларлык амплитуда менен жер кыртышынын бир кыйла ыкчам силкинүү аракеттеринен кийин да термелүүсүн улантат. Ушундан улам сейсмоизоляциялоо түркүгүнүн резина катмарын демпфирлөө жана диссипативдүү сапаты эске алынат.

Сейсмоизоляциялоо системасынын негизги параметрлери болуп: массанын чондугу жана инерция учуру, катуулук коэффициенти жана сейсмоизоляциялоо системасын демпфирлөө саналат. Негизги маанилерди тандап алууда көтөрүп

турган курулушка берилген динамикалык күч келүүлөр курулуштун термелүү амплитудасы КР КЧ 20-02:2018. талаптарына туура келген деңгээлге чейин түшүүсү зарыл.

Сейсмоизоляциялоо системасын долбоорлоодо изоляцияланган имараттын же курулуштун өзү термелүүсүнүн жыштыгына таасир этүүсүн эске алуу менен сейсмоизоляцияторлордун жайгашуусу каралат. Сейсмоизоляцияторлорду кандай багыт болбосун масса борбордон алып салуу изоляцияланган имараттын же курулуштун жыштыгын жогорулатат, а аларды борборго жакындатуу бул жыштыкты азайтат.

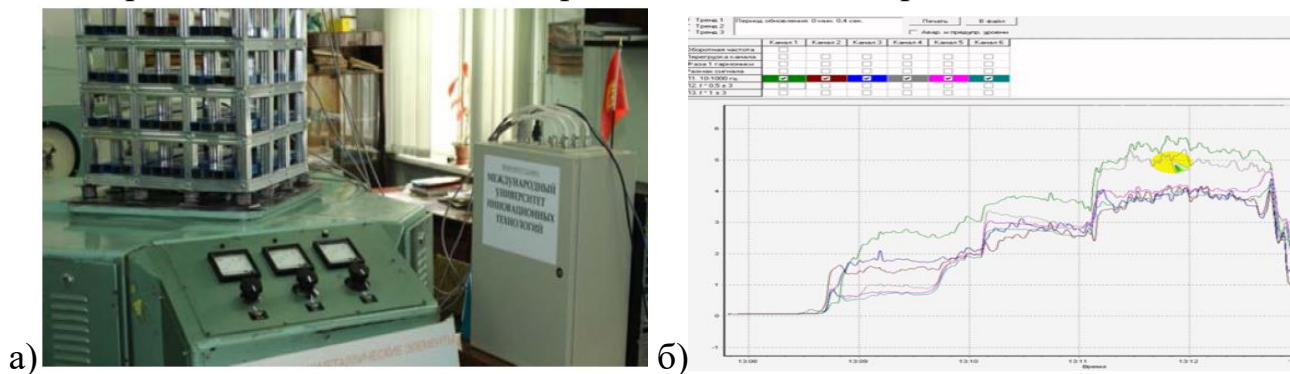
Сейсмоизоляция системасы менен имаратты эсептөөнү ылдамдыгы эсептелген жер титирөөнүн цифралаштырылган жазуусун колдонуу менен убактылуу ажырымдоо боюнча сейсмикалык таасир этүүсүндө аткарууга болот.

Бешинчи бөлүм «Имараттын жана сыноо платформасынын сейсмикалык таасирине эксперименталдык-теориялык изилдөөлөр» лабораториядагы жана сыноо платформасында имараттардын эксперименталдык изилдөөлөрүнүн жыйынтыктары камтылган.

И. Раззаков атындагы КМТУнун лабораториялык вибрация стендинде вибрациянын таасирине резина-металл таянычы (PMT) бар имараттын моделинин абалы изилденген (11-сүрөт, а).

Вибрациянын жыштыгы жана амплитудасы ар кандай кыймылдаткыч ылдамдыкта жүргүзүлгөн.

6 датчик ар кандай бийиктикте орнотулган: столдун үстүндө; 3-, 6- жана 9- кабаттарда; 2- жана 5- кабаттын вертикалдык элементтеринде.



11-сүрөт – Вибростенддеги имараттын моделинин жалпы көрүнүшү (а), анда башкаруу пульту жана СТД 2060 регистрация модулу бар; X-Y жана X окторундагы вибрациянын (б), вибростенддеги жыштык 35 Гц

Компьютерде орнотулган Vibroscope программасы термелүүчү которгучтардан сигналды алууга мүмкүндүк берди. Реалдуу убакыт режиминде вибрациясын жазуу X-Y, Y-Z, X-Z окторунда эки компоненттүү багыттар боюнча X-Y жана X окторундагы айрым жазууларга ылайык жана X жана Y огунда бир компоненттүү багыттар боюнча жүргүзүлгөн (11-сүрөт, б).

Үстөлдүн үстүнкү жана кабаттардын деңгээлиндеги кыймылдар таасирдин күчүнө жараша айырмаланып турду.

Вибрациялык эффекттерден келген толкундардын таралышы колдоочу бөлүккө бирдей жеткирилген жана 3, 6 жана 9-деңгээлдердин жылыштары имараттын каттуу конструктивдик системасынын эсебинен 2-3 мм чегинде болгон. Вибрация жазуулары көрсөткөндөй, РМТнын эластомердик касиеттери термелүүнү 0,15 g азайтат, бул 1-2 баллдык интенсивдүүлүккө туура келет.

Математикалык моделдин шайкеш келиши жүргүзүлгөн изилдөөлөр аркылуу көрсөтүлгөн, мында конструкциялардагы күчтөрдүн таралышы 0,12-0,23 g азаят. Сейсмоизоляциялоочу элементтердин критикалык орун которууларын жана термелүү мезгилдерин эсептөө жана имараттын үстүнкү бөлүгүнө вибрация күчтөрүнүн таралышы үчүн сунушталган теңдемелер кабаттардын горизонталдуу кыйшайышына туура келет.

Ири масштабдуу изилдөөлөр үчүн жана РМТ түрүндө активдүү сейсмоизоляция системасын практикалык колдонуу үчүн кошумча сыноолор талап кылынган.

ПГАны эсепке алуу үчүн курулуш нормаларына жаңы жоболор киргизилгенден кийин, ылдамданууга ылайыктуу жана сейсмотуруктуу курулуш нормалары менен салыштыруу үчүн эксперимент өткөрүү зарыл болгон.

КР Мамкурулуштун ЖТТКИДМИ караштуу платформасы динамикалык жүктөмдөргө беш этапта сыналган:

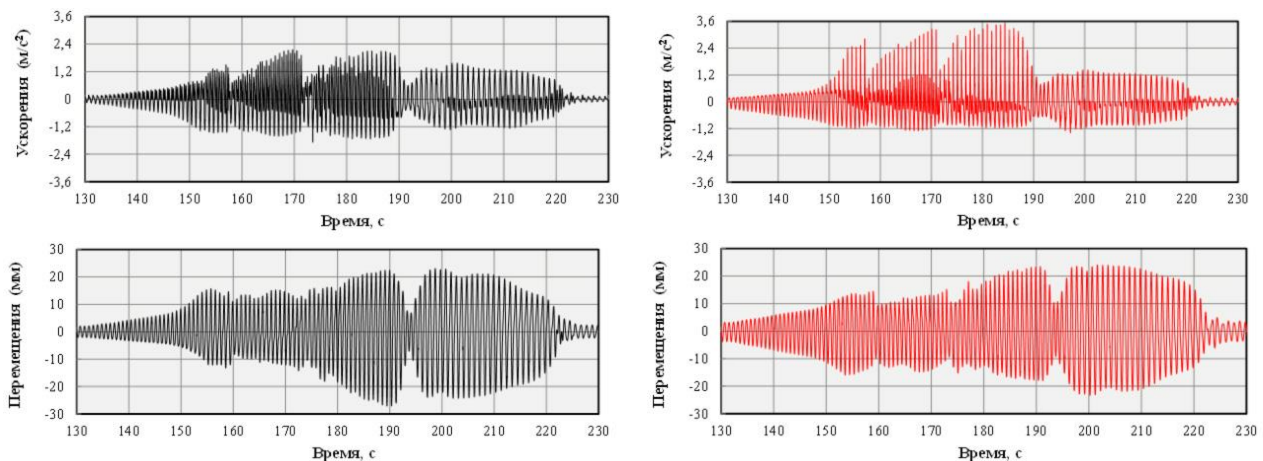
1. Салмагы жок дебаланссыз вибратордун жыштык таасирине;
2. Ар бир рычагга салмагы 0,46 тонна болгон 6 дебаланс-жүктүү вибратордун жыштык таасирине;
3. Жалпы салмагы 1,23 тонналык жүк менен толук жүктөлгөн вибрациялык машинанын жыштык таасирине;
4. Максималдуу ылдамданууга толук жүктөлгөн вибратордун жыштык таасирине (12-сүрөт);
5. РМТсы бар платформага вибратордун жыштык таасирине.

Сыноонун ар бир баскычы резонанстар аркылуу эки эсе жылмакай өтүүдөн турат: биринчиден, түз резонансты жазуу үчүн тең салмактуулуктун айлануу жыштыгын жогорулатуу менен, андан кийин тескери резонансты жазуу үчүн тең салмактуулуктун айлануу жыштыгын азайтуу аркылуу.

Темир-бетон сыноо платформасы төрт шарик подшипниктерине орнотулган жана фундамент менен анкердин ортосунда боштуктарга ээ, В-2 вибромашинасы платформанын үстүндө бекем орнотулган.

Толук жүктөлгөн вибромашина менен термелүүнүн процессинде платформанын көрсөткүчтөрү РМТнын канчалык таасири бар экенин билүү

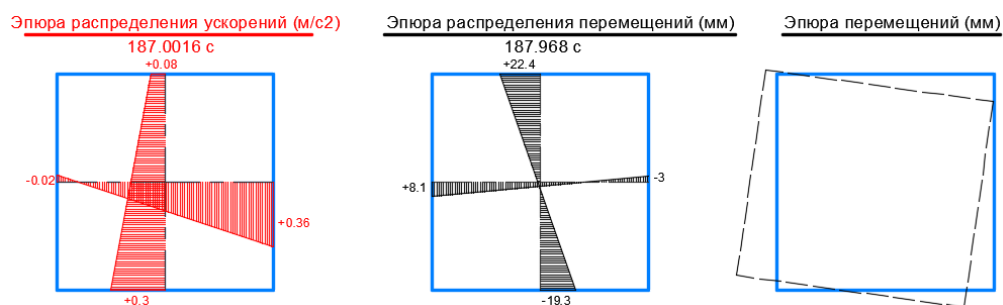
үчүн платформанын кыймылынын диаграммалары (эпюралары) ар-бир диапозондо тургузулду (152- 154 с, 187-188,3 с).



12-сүрөт – Сыноонун 4-этабында алынган, платформанын вибратор огундагы термелүүлөрдүн ылдамдануусу жана жылышынын жазуулары, 1-, 2-, 3- жана 4- датчиктеринин көрсөткүчтөрү

152,7-153,7 с аралыкта 1- жана 2- датчиктер аркылуу алынган ылдамдануу жана которулуулардын маанилерин жазуу диаграммалары, ошондой эле 153,3-154,2 с мезгилиндеги 3-жана 4-датчиктердин көрсөткүчтөрү платформанын бирдей жылышуусун жана вибратордун таасирин көрсөтөт.

Вибромашинанын сейсмикалык таасири платформага буралуу күчтөрдө максималдуу 27 мм жылышын, ошондой эле максималдуу 0,36 g ылдамдануусун өткөрөт (13-сүрөт).



13-сүрөт – РМТсыз, толук жүктөлгөн платформанын 0,85 с вибрация мезгилдери менен сыноонун 4-этабында ылдамдануунун (м/с^2), которулуунун (мм) бөлүштүрүлүшүнүн эпюралары, 187,0-187,9 с убакыттагы көрсөткүчтөр

Изилдөөлөрдүн негизинде алынган көрсөткүчтөр КР КЧ 20-02:2018 «Жер титирөөнүн интенсивдүүлүгүнүн чекиттердеги шайкештик масштабы жана таштуу грунтта максималдуу ылдамдыктын маалыматы» менен салыштырмалуу 0,2-0,4 g барабар болгон диапозону дал келээри далилденди, бул 8 баллга туура келет. Ошентип, платформа, вибромашина толук

жүктөлгөндө, реалдуу сейсмикалык күчтөрдүн таасирине туура келген ылдамдыктардын жазылган мааниси менен мүнөздөлүүчү буралуу жана буралуу-котормо термелүүлөрдү планда далилдей алары аныкталган.

Сейсмотуруктуу курулуштун нормаларынын талаптарына ылайык имараттардын жана курулмалардын сейсмикалык эффекттерин эсептөөдө көлөмдүк пландоо чечиминен жана экинчи даражадагы буралуусу эске алынышы керек.

4-этаптагы эксперименталдык изилдөөлөрдүн негизинде 8 баллдык интенсивдүүлүккө барабар болгон эң жогорку ылдамдануусу 0,36 g жана 27 мм-ден ашык жылыштарга, 2018-жылдын курулуш нормаларында бекитилген антисейсмикалык катмардын минималдуу чегине барабар болгон сыноолорунун мүмкүнчүлүгү аныкталды.

Ушул убакытка чейин буралууну эксперименталдык изилдөөсү Кыргызстанда кыйынчылык жаратчу. Диссертациянын автору тарабынан бул маселе чечилип, практикага киргизилди.

Эксперименталдык сыноолордун 5-этабында Бишкек шаарындагы Сыдыгалиев көчөдө жайгашкан 2456-цехте өндүрүлгөн 3467 резинадан жасалган РМТлар колдонулду. Термелүүнү басандатуучу РМТсы бар болгон объекттин ылдамданууну жана жылышууну жаздыруучу датчиктер көрсөткөндөй толук жүктөлгөн вибромашинанын таасири термелүүнү басандатуучусу жокко караганда төмөн көрсөткүчтөрдү аныктаган.

Датчиктердин көрсөткүчтөрүн жыйынтыктары боюнча бир багытта 0,07 g ылдамдыкта, экинчи багытта 0,13 g азайганын көрсөтөт, 27 мм максимумдун ордуна максимум 6,8 мм болду. Датчиктер аркылуу имараттын үстүңкү бөлүгүндө сейсмикалык күчтөрдүн азайганы далилденген, бирок ошол эле учурда эксперименттер РМТда энергиянын таралышын көрсөтөт. Энергиянын резина катмарынын диссипативдик касиеттери «грунт-таяныч-имарат» математикалык моделин иштеп чыгууда эске алынды.

Эластомерлүү РМТсы бар жана жок платформанын термелүүсүндө жазылган ылдамдануу жана жылыштарды салыштырганда РМТсы бар платформанын термелүүсүнүн азайышын көрсөтөт (3-таблица).

Сыноолордун жыйынтыктарынын анализи, деталдуу түрдө жазылган ылдамдануу жана жылыштар, Кыргыз Республикасында эксперименталдык изилдөө үчүн жаңы мүмкүнчүлүктөрдүн түзүлгөндүгүн көрсөтөт.

Эксперименталдык изилдөөлөрдүн натыйжалары боюнча сыноо объектиси катуу динамикалык жүктөмдөрдө шариктүү подшипниктердин сызыксыз деформациясынан жана платформанын геометриялык параметрлеринин параллелдүү көз карандылыгынан четтөө менен вибромашинанын орнотулушунан улам сызыксыз система катары иштегенин аныктоого мүмкүндүк берди. Шарик подшипниктери аркылуу күчтөрдүн өткөрүлүшүн

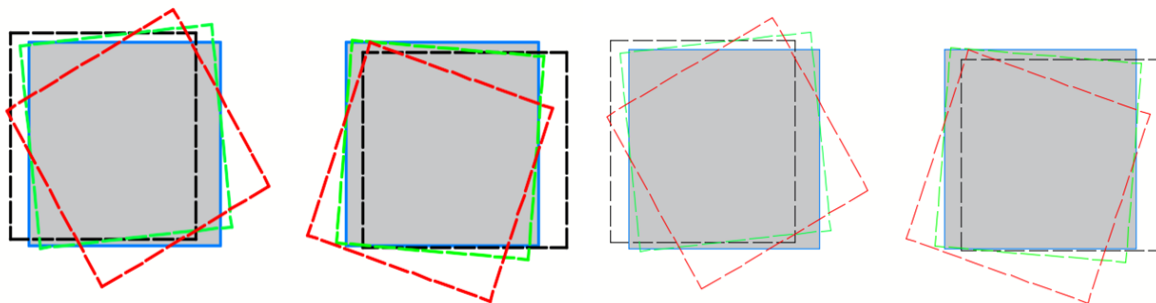
эске алуу менен платформанын көрсөткүчтөрү кийинки иштерде иликтениши керек, анткени бул иште мындай тапшырма коюлган эмес.

3 таблица – Платформанын ылдамдануусу жана жылышынын салыштырма көрсөткүчтөрү

| Датчиктин номери | Объекттин багыты | Ылдамдануунун көрсөткүчү (g), м/с ² | Жылышуунун көрсөткүчү (p), мм |
|------------------|------------------|--|-------------------------------|
| 1 | Узунунан | 0.21 - 0.31 = -0,1 | 23.1 - 7.6 = 15.5 |
| | | 0.19 - 0.31 = -0.12 | 27.1 - 7.1 = 20.0 |
| 2 | Туурасынан | 0.19 - 0.13 = 0.06 | 10.6 - 2.2 = 8.4 |
| | | 0.08 - 0.14 = -0.06 | 11.6 - 2.2 = 9.4 |
| 3 | Узунунан | 0.35 - 0.32 = 0.03 | 23.4 - 8.9 = 14.5 |
| | | 0.13 - 0.07 = 0.06 | 24.1 - 8.2 = 15.9 |
| 4 | Туурасынан | 0.45 - 0.21 = 0.24 | 10.0 - 2.9 = 7.1 |
| | | 0.14 - 0.14 = 0.00 | 11.0 - 2.6 = 8.4 |

Вибрациялык таасирдин негизинде платформанын көрсөткүчтөрүн түшүнүү үчүн, анын деформациясынын мейкиндик формалары түзүлгөн.

Объекттин деформациясынын горизонталдык формаларынын конструкциясы атайын программанын жардамы менен ишке ашырылган, анда объекттин мүнөздүү чекиттеринин жылышынын инструменталдык санарип жазуулары баштапкы маалыматтар катары коюлган (14-сүрөт).



14-сүрөт – Экспериментальнык сыноолордун 4- жана 5- этаптарында платформанын пландагы горизонталдык деформацияларынын схемалары

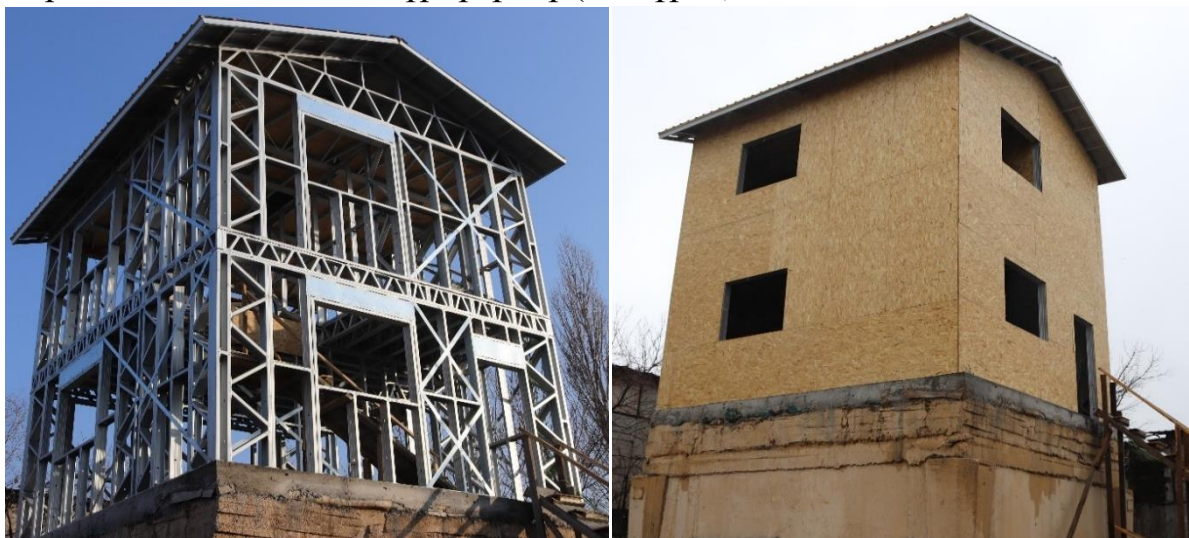
Сыноо учурунда платформа горизонталдык тегиздикте татаал мейкиндик термелүүлөргө дуушар болду.

Эксперимент учурунда алынган жазуулардын анализи боюнча платформанын термелүүсүнүн ар кандай режимдери аныкталды:

- платформанын титирөө багытындагы кабылдоочу термелүүлөрү;
- вибрация таасириндеги платформанын буралуу термелүүсү;
- термелүүнүн таасири учурунда резина-металл таянычты колдонуу менен платформанын ылдамдануусу жана жылышынын маанилерин азайтуу.

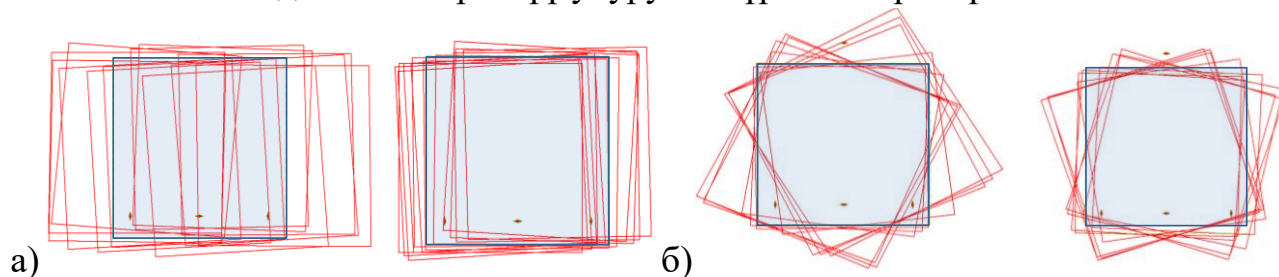
Платформанын белгиленген динамикалык мүнөздөмөлөрүн текшерүү үчүн, реалдуу имаратты эксперименталдык сыноо жана КР КЧ 20-02:2018 жаңы курулуш талаптарына жооп берүү милдети коюлган, ошондой эле грунттун ылдамдануусу жана спектрдин реакциясы боюнча эсептөөлөр камтылган.

Жалпы планы 6,0х6,0 м болгон жеңил болоттон жасалган жука дубал конструкцияларынан (ЖБЖДК) курулган эки кабаттуу имаратта эксперименталдык сыноо жүргүзүлдү (15-сүрөт).



15-сүрөт – Жеңил болот конструкциядан жасалган (капталбаган жана капталган) эки кабаттуу имарат

Платформанын горизонталдык кыймылдарынын схемалары жана сыноо объектисин пландагы конкреттүү учуру 16-сүрөттө көрсөтүлгөн.

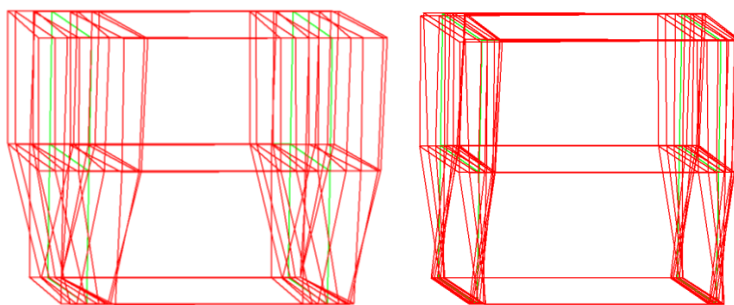


16-сүрөт – 2D форматында курулган 6-сыноо этабындагы объектинин (солдо – имараттын, оңдо – платформанын жабууларынын) деформациясынын формалары: а) кабылдоочу формасы; б) буралуу формасы

Имарат ар кайсы шарттарда бир нече жолу эксперименталдык сыноодон өткөн: OSB менен капталган жана капталбаган, РМТсы жок. Имараттын жабуусунун жана чатырынын горизонталдык жылыштарын сыноо мезгилиндеги конкреттүү учурларынын схемалары 17-сүрөттө көрсөтүлгөн.

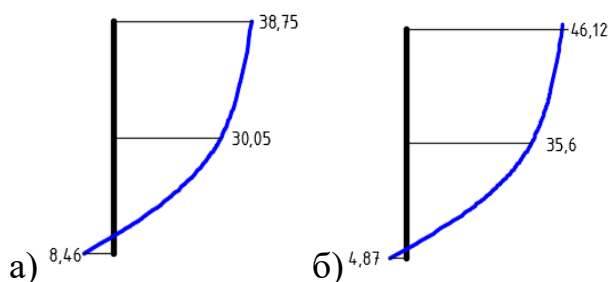
Датчиктердин жазуулары жана объекттин деформациялык схемалары, орнотулган объект менен платформанын мажбурланган термелүүсүнүн 2 түрүн

аныктоого мүмкүндүк берди: 1-форма - титирөө багытындагы кабылдоочу термелүүлөр; 2-форма - пландагы буралуу термелүү.

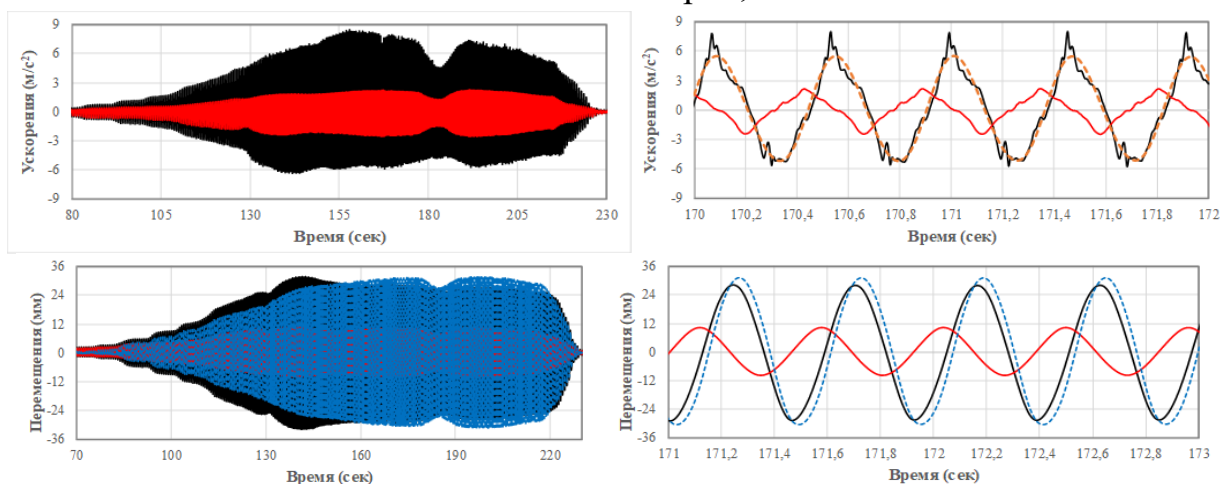


17-сүрөт – Имараттын жабуусунун жана чатырынын горизонталдык жылышынын убакытка карата схемалары

Имараттын кабаттарынын (капталган жана капталбаган) горизонталдуу кыйшайышынын маанилери аныкталган (18-сүрөт). Сыноонун негизинде OSB плиталары менен капталган имараттын полдорунун эң кичине горизонталдык жылышы аныкталган.



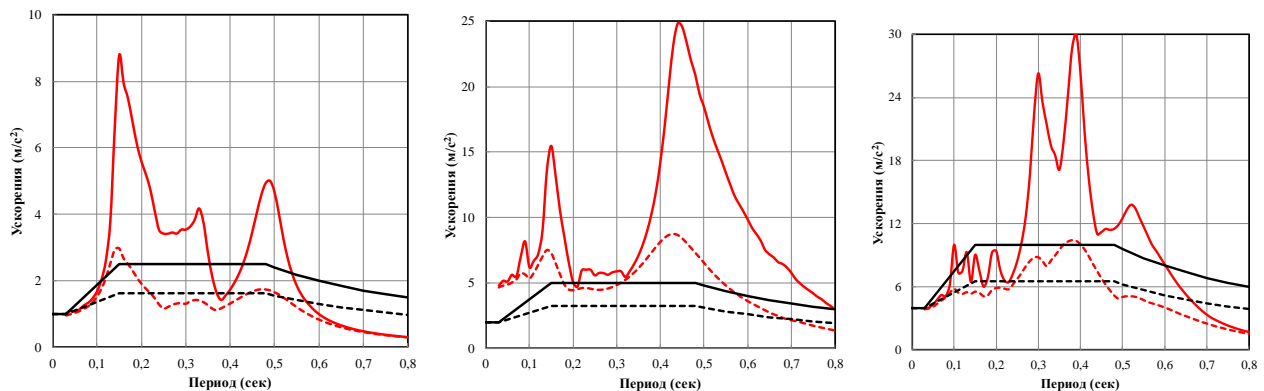
18-сүрөт – Имараттын OSB менен капталган (а) жана капталбаган (б) термелүүлөр ылдамдануусун жана жылышуу формасынын графиги бийиктигине карай, мм



19-сүрөт – Сыноонун 5-этабындагы термелүү багытында биринчи кабаттын үстүнкү бетинде платформанын жана сыноо объектисинин геометриялык борборлорунун горизонталдык ылдамдануусунун жана жылышынын жазуулары

Инерциялык жүктөмдөрдүн жана объекттин платформага карата горизонталдык деформацияларынын мааниси 19-сүрөттө көрсөтүлгөндөй горизонталдык ылдамдануу жана жылышуулардын жазуулары менен далилденет.

Имаратты сыноо учурунда болгон динамикалык таасирлердин жыштыгын реалдуу сейсмикалык таасирлердин жыштыгы менен салыштыруу үчүн 20-сүрөттө платформа термелүүлөрүнүн инструменталдык жазууларынан (кызыл сызыктар) жана реакциялардын нормативдик спектрлеринен (кара сызыктар) түзүлгөн ылдамдануулардагы реакциялардын спектрлерин салыштырмасы көрсөтүлгөн, базалык ылдамдануулары 0,1 g, 0,2 g жана 0,4 g (20-сүрөт).



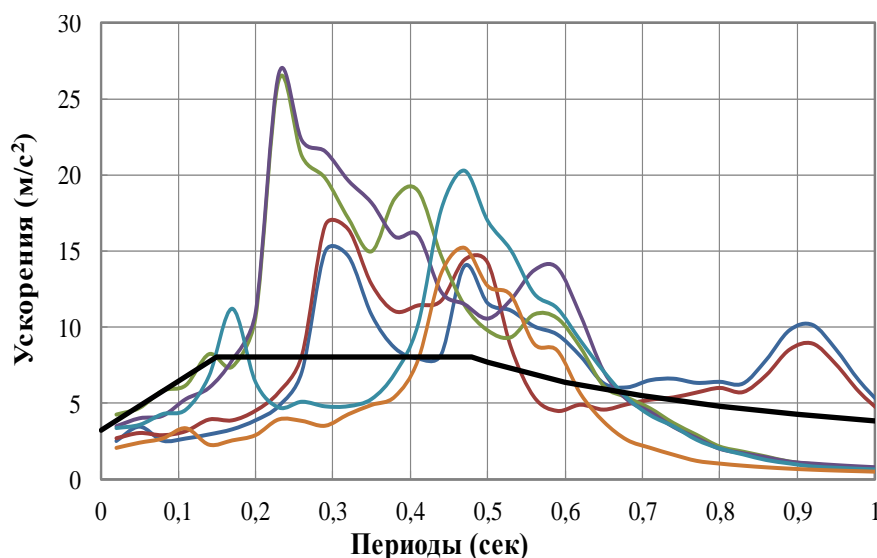
20-сүрөт – Реакция спектрлери I, II жана IX сыноо этаптарында датчиктердин жазуулардан, ал эми стандарттык реакция спектрлери 0,1 g, 0,2 g жана 0,4 g базалык ылдамданууда чийилген

Реакция спектрлерин курууда, термелүүнү басаңдатуучу коэффициенттердин маанилери 5% (текши сызыктар) жана 15% (үзүк сызыктар) критикалык деп кабыл алынган.

Демпфер коэффициенттери үчүн көрсөтүлгөн диапозону имараттардын конструктивдик системаларынын сызыксыз көрсөткүчтөрү менен «эффективдүү илешкектиктин» бардык реалдуу баалуулуктарын камтыйт.

Реакция спектрлерин салыштыруу (20-сүрөттө көрсөтүлгөндөй) сыноо баскычтарындагы динамикалык таасирлердин интенсивдүүлүгүнөн келип чыгат: I – 7 баллдык жер титирөөдөгү сейсмикалык таасирлердин интенсивдүүлүгү менен салыштырууга болот; II-VI – 8-9 балл менен салыштырууга болот; VII-IX – 9 баллдык жер титирөө менен салыштырууга болот.

Ар кандай термелүүлөрдөн датчик аркылуу ЖБЖДКдан курулган имараттын реакциялары түзүлгөн, бул кеңири масштабдуу долбоорлоо жана курулуш үчүн андан ары эсептөө анализи жана дизайны үчүн колдонула алат (21-сүрөт).



21-сүрөт – ЖБЖДКдан курулган имарат платформада сыналганда түрдүү ылдамдануулар максимум 0,37 g спектрлердин реакциясын көрсөттү: калың кара сызык – ылдамдануусу 0,32 g жана көрсөткүчтүн коэффициенти 1 болгон стандарттык спектр; башка бардык сызыктар пайдубалда, башкача айтканда, платформада сыноолордун түрдүү этаптарындагы ылдамдануунун жазуулары

Баардык жүргүзүлгөн сыноолор платформага реалдуу сейсмикалык таасирдин жана ар кандай конструктивдик системалардагы имараттарды эксперименталдык изилдөөлөрдү жүргүзү үчүн колдонуунун шайкештигин далилдеди.

Сыноо объектисине таасирин тийгизүүчү горизонталдык инерттик жүктөмдөр негизги кабылдоочу формалар аркылуу долбоордон жогорку жана ылдамдануунун 0,45 g жетиши жер титирөөнүн интенсивдиги КР КЧ 20-02: 2018 шкаласы боюнча 9 же андан жогору баллга туура келет.

Платформанын буралуу термелүүсүндө таасир берип жаткан горизонталдык инерттик жүктөр, сейсмикалуулугу 9 баллга туура келген азайтылган жүктөрдөн бир нече эсе жогору болгон.

РМТ орнотууда платформанын горизонталдык деформациясынын басандатуусун көрсөттү жана эластомерлерге салыштырмалуу эки эсеге азыраак жылышууга ээ болду, башкача айтканда 20 мм, ылдамдануу 0,07-0,24 g чейин төмөндөдү, бул 1-2 балл сейсмикалык жыштыктын таасирине барабар.

Алтынчы глава «Имараттарды эсептөөнүн жана күчтөндүрүүнүн техникалык-экономикалык баалоосу» нормативдик документтерди актуалдаштыруунун натыйжаларына жана имаратты сунушталган «инженердик чыңдоо» ыкмасы менен күчтөндүрүүдө техникалык-экономикалык баа берүү камтыган.

Сейсмикалык коэффициентинин жогорулашынын натыйжасында грунттун пиктеги ылдамдануусун эске алуу менен курулуштун жалпы наркы курулуштун

жалпы наркынын 1-3% чегинде жогорулайт. Эреже катары, чоң чыгымдар курулуш аянтына - 10%, долбоорлоо, инженердик изилдөөлөр, экспертиза жана курулушка уруксат алуу - 10%, имаратты куруу - 50%, коммуникацияларды куруу - 8%, фасадды жасалгалоо жана аймактары жакшыртуу - 5%, маркетинг жана социалдык жарнак - 4%, экономикалык эффект - 13% түзөт.

Иш жүзүндө Дүйнөлүк банктын долбоорунун жана Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлигинин программасынын алкагында Балыкчы жана Токтогул шаарларындагы 4 мектепти жана 2 бала бакчаны сейсмикалык күчтөндүрүүдө «инженердик чыңдоо» ыкмасы ийгиликтүү колдонулду.

Көтөрүүчү конструкцияларды бекемдөөнүн экономикалык эффективдүүлүгү салттуу ыкма менен күчтөндүрүүгө салыштырмалуу курулуш-монтаждоо иштеринин баасын 2 эсе төмөндөтүү болду. Бул 6 курулуш объектиси үчүн «инженердик чыңдоо» ыкмасын колдонуп наркынын төмөндөшү чарчы метри 15,0 миң сомдон ашык түздү.

Эреже катары, баардык конструкциялардын жана бирикмелердин абалын математикалык жактан моделдөө, долбоорлоо жана экспертиза стадияларында эске алуу мүмкүн эмес. Имараттарды эксперименталдык сыноодон өткөрүү экономикалык чыгымдарды азайтып, имараттардын жана алардын жашоочуларынын сейсмикалык коопсуздугуна кепилдик берет. Экономикалык эсептөөлөр көрсөткөндөй, 12 кабаттуу чоң панелдүү имараттын толук масштабдуу сыноолордун баасы чарчы метри 1500 сомдон кем эмести түзөт. Бул эсептөө бир объектинин негизин камсыз кылат. Микрорайондун чоң панелдүү турак-жай курулушунан массалык түрдө курулган учурда, сыноолордун баасы алда канча аз болот жана максималдуу типтүү имараттар үчүн чарчы метри 150 сомдон ашпайт.

Имараттардын жаңы конструктивдик системаларын жана алардын элементтерин колдонууну эксперименталдык жана теориялык жактан изилдөө жер титирөөлөрдүн келтирген зыянынын алдын алууга жана азайтууга өбөлгө түзөт. Модернизацияланган платформага сыноо өткөрүү жер титирөө курулушунун жаңы курулуш нормаларынын талаптарына жооп берет. Эксперименталдык изилдөөлөрдү жүргүзүү наркы аз кабаттуу үйлөрдүн конструкцияларынын сыноо наркынын болжол менен 0,7% жана көп кабаттуу үйлөрдүн 0,5% дан башталат.

ЖЫЙЫНТЫК

1. Мурда жүргүзүлгөн эксперименталдык-теориялык изилдөөлөр боюнча Кыргыз Республикасынын аймагында геологиялык шарттарынын негизинде грунттун пиктеги ылдамдануусу менен курулуштун сейсмикалуулугун баалоого жана сейсмикалык эсептик жүктөмдөрдү аныктоого системалуу

мамиленин жоктугун көрсөттү жана имараттын конструктивдик чечимдеринин мыйзамдуулугуна жана энергияны таратуу мүмкүнчүлүгүнө жараша, имараттын дайындалышы жана кабаттарынын саны үчүн жоопкерчилигин эске алуусу. Конструкциялардагы күчтөрдүн таралышын жана жер титирөө учурундагы имараттардын абалын изилдөө көтөргүч конструкциялардын бузулуулары сейсмотуруктуу курулуштун жана сейсмикалык коопсуздукту камсыз кылуунун негизги көйгөйлөрү бойдон кала берерин көрсөттү.

2. Биринчи жолу эсептик сейсмикалык жүктөмдөрдү аныктоо үчүн жоболор иштелип чыкты жана Кыргыз Республикасынын курулуш ченемдерине төмөнкүлөрдү эске алуу менен киргизилди: $S_d(T)$ долбоорлоо реакцияларынын спектрлери; Кыргыз Республикасынын аймагынын шарттары үчүн сейсмикалык касиеттери боюнча грунттун пиктеги ылдамдануунун мааниси; конструктивдүү схеманын абал коэффициенти q , бул реакциянын спектринин чоңдугун 1,0 ден 5,0 ге чейин төмөндөтүүгө мүмкүндүк берет; имараттардын жана курулмалардын жоопкерчилик коэффициентин 0,5тен 1,5ке чейин жогорулатта алат.

3. 2009 -жылдын нормалары боюнча сейсмикалык 9 же андан көп баллга ээ болгон 400 калктуу пункт үчүн $0,7g$ га барабар болгон сейсмикалык коэффициенттердин ордуна грунттун пиктеги ылдамдануу маанисин алуу зарыл экендиги далилденди, 6, 110 жана 284 калктуу пункттар үчүн $0,59g$, $0,5g$ жана $0,4g$ чейин азайтылды. Бул маалыматтарды эске алуу менен сейсмикалык жүктөмдөрдү эсептөө горизонталдык күчтөрдүн азайышына абдан таасирин тийгизет.

4. Резина-металл таянычтар түрүндөгү сейсмоизоляция системасы бар имараттын математикалык модели сунуш кылынган, ал алгачкы изилдөөлөрдө эске алынбаган резинанын илешчек серпилгич касиеттерин биринчи жолу эске алат. Модель жер бетинин жылышынын убакыттын өтүшүнө $e(t)$ көз карандылыгын көрсөтөт жана резинанын илешчек серпилгич касиеттерин эске алуу менен жылышын $\gamma(t)$ жана массасын M табуу талап кылынат. Резина-металл таянычтарынын горизонталдык катуулугунун маанисин эсептөөдө вертикалдуудан $\sim 10^3$ эсе аз болушу керек, бул имараттарды кайчылаш сейсмикалык эффекттерден коргоо үчүн таянычтарды колдонууга мүмкүндүк берет. Массалык кысуу модулдардын G/K катышынын мааниси $10^{-4} \div 10^{-3}$ диапозонунда тандалышы керек; Пуассон коэффициентинин катышы $0,49$ га жакын; катуулуктун C мааниси $0,1 \div 1$ ичинде болушу абзел.

5. Математикалык моделдин шайкештиги, имараттын тирөөчү бөлүгүнүн конструкцияларында күчтөрдүн таралышын аныктоо үчүн сейсмоизоляцияланган имараттын критикалык жылыштарын жана термелүү мезгилдерин эсептөө үчүн сунушталган теңдемелер далиленди. Термелүү жазуулары резина-металл таянычтардын эластомердик касиеттери жер

титирөөнүн интенсивдүүлүгү боюнча термелүүнү 0,2g же 1-2 баллга төмөндөтөөрүн көрсөттү.

6. Нормативдик жылыштарды, эффективдүү термелүү мезгилин, сейсмоизоляцияланган имараттагы кризистик сейсмикалык күчтөрдүн чоңдугун аныктоо үчүн жөнөкөйлөтүлгөн көз карандылыкты колдонуу зарылдыгы Кыргыз Республикасынын шарттары үчүн тастыкталган жана курулуш нормаларына жана эрежелерине киргизилген (СНиП КР 20-03:2006).

7. Кыргыз Республикасында биринчи жолу эксперименталдык-теориялык изилдөөлөр 1,23 тоннадан ашык платформада максималдуу ылдамдануу 0,45 g дан жогору жана максималдуу горизонталдык жылыштар 27,1 мм ден ашканда да, сызыксыз система катары сыноо платформасынын буралып термелүүсү аныкталды, бул КР КЧ 20-02:2018 шкаласы менен жер титирөөнүн жыштыгы боюнча 9 же андан көп баллга туура келет жана ЖБЖДКдан курулган эки кабаттуу имараттын толук масштабдуу сыноосу менен апробацияланган.

8. Резина-металл таянычтары бар платформанын ылдамдыгын 0,2 g чейин азайышы эксперименталдык-теориялык изилдөөлөр менен аныкталган, сейсмикалык күчтөрдүн таралышы өлчөндү, сейсмоизоляциялоочу резина-металл таянычтары бар каркас имаратынын ылдамдануусунун ~ 2 эсеге азайышы аналитикалык түрдө көрсөтүлдү. Жердин максималдуу ылдамдыгы $\sim 3 \text{ м/с}^2$ болгон РМТсы бар имараттын эсептөөлөрүндө, имараттын чатырындагы максималдуу ылдамдыктын мааниси $\sim 1,6 \text{ м/с}^2$, ал эми РМТсы жок имарат үчүн $\sim 8,5 \text{ м/с}^2$ болушу керек.

9. Курулуш аянты Ысык-Ата сейсмогенерлөөчү жер жаракасынан алыстыгын эске алуу менен k_{gf} коэффициентинин ченемдик көз карандылыгы белгиленди жана 2018-жылдын нормаларына киргизилди. k_{gf} коэффициентинин мааниси башка жер жаракаларына жана анын сегменттерине карата колдонулушу мүмкүн, максималдуу чоңдуктун болжолдуу маанилерине жараша чектүү маанилерди өзгөртөт.

10. «Инженердик чыңдоо» жаңы ыкмасы иштелип чыкты, ал аналитикалык тандалып алынган конструктивдик элементтерди күчтөндүрүү менен туурасынан сейсмикалык күчтөргө конструкциялардын каршылыгын жогорулатууну карайт жана талаптарды сактоо менен 40 жылдан ашык эксплуатацияга жарамдуулугун жогорулатууга мүмкүндүк берет, сейсмикалык коопсуздук аткарылат. Алынган жыйынтыктар имараттын сейсмикалык коопсуздук коэффициентин КР КЧ 22-01:2018 киргизүү менен тастыкталат, конструктивдик системанын анык жана талап кылынган эсептик көтөрүмдүүлүгүнүн негизинде сейсмотуруктуулукту баалоого мүмкүндүк берет.

11. Экономикалык эффективдүүлүк: Калктын жашоо активдүүлүгүн сактап калуу жана сейсмикалык коркунучту азайтуу үчүн Кыргыз Республикасында

учурдагы жана жаңы курулган имараттар менен курулмалардын сейсмоструктуулугун жана сейсмикалык коопсуздугун жогорулатуу болуп саналат.

Эксперименталдык-теориялык изилдөөлөрдүн натыйжасында имараттардын жана курулмалардын ишенимдүүлүгүн, бышыктыгын жана сейсмоструктуулугун жогорулатуунун илимий-техникалык негиздери курулуш нормаларын эл аралык стандарттарга шайкеш келтирүү, долбоорлоо ыкмаларын жакшыртуу жана конструктивдик системаны эсептөө аркылуу чечилди.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫНДА ЖАРЫЯЛАНГАН ЖУМУШТАРДЫН ТИЗМЕСИ

1. Ормонбеков, Т.О. Применение тонкослойных резинометаллических опор для сейсмозащиты зданий в условиях территории КР [Текст]: монография / Т.О. Ормонбеков, Г.А. Максимов, **У.Т. Бегалиев** и др. – Б.: Учкун, 2005. – 215 с.
2. Иманбеков, С.Т. Изменения и дополнения в требования норм проектирования по сейсмостойкому строительству [Текст] / С.Т. Иманбеков, **У.Т. Бегалиев** // Труды международ. конференции по распространению упругих и упругопласт. волн, посвящ. 100-летию академика, Героя Соцтруда Х.А. Рахматулина. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2009. – С. 278-281.
3. Ормонбеков, Т.О. Расчет напряженного состояния цилиндрического резинометаллического слоя [Текст] / Т.О. Ормонбеков, Б.Б. Барпиев, **У.Т. Бегалиев** // Труды международ. конференции по распространению упругих и упругопласт. волн, посвящ. 100-летию академика, Героя Соцтруда Х. А. Рахматулина. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2009. – С. 330-335.
4. Иманбеков, С.Т. Извлечения из нормативных документов по строительству, действующих на территории Кыргызской Республики [Текст]: справочное пособие / С.Т. Иманбеков, **У.Т. Бегалиев**, М.Т. Касымова и др. – Б.: Илим, 2009. – 321 с.
5. **Бегалиев, У.Т.** Оценка сейсмического риска с использованием информационных технологий [Текст] / У.Т. Бегалиев // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2011. – №2 (2 том). – С. 182-185.
6. **Бегалиев, У.Т.** Программа по выбору метода усиления конструкций здания [Текст] / У.Т. Бегалиев // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2011. – №2 (2 том). – С. 186-189.
7. Bindi, D. Towards an improved seismic risk scenario for Bishkek, Kyrgyz Republic [Text] / D. Bindi, M. Mayfield, S. Parolai, J. Zschau, **U. Begaliev**, K. Abdrakhmatov, B. Moldobekov // Soil Dynamics and Earthquake Engineering // Elsevier Science Publishing Company, Inc., V. 31, #3, 2011. – P. 521-525.
8. Ормонбеков, Т.О. Разработка математической модели и алгоритма расчета тонкослойной резинометаллической опоры [Текст] / Т.О. Ормонбеков, **У.Т.**

- Бегалиев** // Труды междуна­род. науч. конференции «Рахматулинские чтения». – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2011. – С. 265-271.
9. Ормонбеков, Т.О. Рекомендации по проведению сейсмического микрорайонирования для целей строительства [Текст] / Т.О. Ормонбеков, К.Е. Абдрахматов, **У.Т. Бегалиев**, И.З. Гайнутдинов // Труды междуна­род. науч. конференции «Рахматулинские чтения». – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2011. – С. 327-332.
 10. Ормонбеков, Т.О. Инновационные методы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений [Текст] / Т.О. Ормонбеков, **У.Т. Бегалиев** // Труды междуна­род. науч. конференции «Рахматулинские чтения». – Б.: Инст. физико-технич. проблем и материаловед. НАН КР, 2011. – С. 364-367.
 11. Ормонбеков, Т.О. Математическая модель и алгоритм расчета тонкослойной резинометаллической опоры [Текст] / Т.О. Ормонбеков, **У.Т. Бегалиев** // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2012. - №1. – С. 7-12.
 12. **Бегалиев, У.Т.** Модель сейсмоизолированного здания по SAP-2000 [Текст] / У. Т. Бегалиев // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2012. - №1. – С. 29-33.
 13. Wieland, M. Estimating building inventory for rapid seismic vulnerability assessment: towards an integrated approach based on multi-source imaging [Text] / M. Wieland, M. Pittore, S. Parolai, J. Zschau, B. Moldobekov, **U. Begaliev** // Soil Dynamics and Earthquake Engineering // Elsevier Science Publishing Company, Inc., V. 36, 2012. – P. 70-83.
 14. **Бегалиев, У.Т.** Построение модели сейсмоизолированного здания по SAP-2000 [Текст] / У.Т. Бегалиев // Труды междуна­род. науч. конференции, посвящ. памяти академика М. Я. Леонова «Современные проблемы механики сплошной среды». – Б.: НАН КР и КГТУ им. И. Раззакова, 2012. – С. 247-253.
 15. **Бегалиев, У.Т.** Основные требования в нормах по сейсмостойкому строительству, введенные за годы суверенитета КР [Текст] / У.Т. Бегалиев // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2013. – №3 (45, 1 том). – С. 199-205.
 16. **Бегалиев, У.Т.** Композитные материалы для усиления конструкций [Текст] / У. Т. Бегалиев, Э. Корчубай у. // Труды I междуна­род. науч.-практ. конф.-конкурса науч. докл. студ. и мол.ученых «Инновац. технологии и передовые решения» // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2013. – №1. – С. 77-79.
 17. **Бегалиев, У.Т.** Резинометаллические опоры для сейсмозащиты зданий и сооружений [Текст] / У.Т. Бегалиев // Труды I междуна­род. науч.-практ. конф.-конкурса науч. докл. студ. и мол.ученых «Инновац. технологии и передовые решения» // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2013. - №1. – С. 267-273.
 18. **Бегалиев, У.Т.** Критерии разрушения резиновых элементов [Текст] / У.Т. Бегалиев // Труды междуна­род. науч. конференции «Рахматулинские-

Ормонбековские чтения» // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2013. – №2. – С. 20-29.

19. **Бегалиев, У.Т.** Определение оптимальных параметров тонкослойных резинометаллических элементов [Текст] / У.Т. Бегалиев // Труды междунаро. науч. конференции «Рахматулинские-Ормонбековские чтения» // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2013. – №2 (6). – С. 29-32.
20. **Бегалиев, У.Т.** Матрица повреждений и графики уязвимости для различных типов ЕМСА [Текст] / У.Т. Бегалиев, К.Т. Канболотов // Мат. междунаро. конф. «Дистанц. и назем-е исслед. Земли в ЦА». – Б., 2014. – С. 130-132.
21. **Бегалиев, У.Т.** Динамические нагружения тонкослойных резинометаллических элементов / У.Т. Бегалиев, Р.Н. Аскарбеков // Материаловедение. – Бишкек, 2014. – № 4 (7). – С. 11-14.
22. **Бегалиев, У.Т.** Классификация конструктивных схем зданий Центральной Азии [Текст] / У.Т. Бегалиев, К.Т. Канболотов // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2014. – №3 (45, 1 том). – С. 47-50.
23. Усупаев, Ш.Э. Система оповещения сейсмокатастроф для города Бишкек / Ш. Э. Усупаев, С. Ж. Орунбаев, Б. Д. Молдобеков, **У. Бегалиев**, С. Паролай, Д. Бинди // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Б., 2014. – № 33. – С. 392-399.
24. Пат. 1717 Кыргызская Республика, МПК E04B 1/36 (2014.01) F16F 15/04 (2014.01). Резинометаллическая опора с сердечником [Текст] / **У.Т. Бегалиев**, Р.Н. Аскарбеков, С.А. Токомбаев, Б.Б. Барпиев. – № 20140081.1; заявл. 03.07.2014; опубл. 31.03.2015, Бюл. № 3. – 2 с. : ил.
25. Пат. 1718 Кыргызская Республика, МПК E04B 1/36 (2014.01) F16F 15/04 (2014.01). Резинометаллическая опора [Текст] / **У.Т. Бегалиев**, Р.Н. Аскарбеков, С.А. Токомбаев, Б.Б. Барпиев. – № 20140082.1; заявл. 03.07.2014; опубл. 31.03.2015, Бюл. № 3. – 2 с. : ил.
26. Parolai, S. Preface: Earthquake Model Central Asia: seismic hazard and risk assessment in Central Asia [Text] / S. Parolai, J. Zschau, **U. Begaliev** // Annals of Geophysics, Special Issue. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2015. – 58, #1, S0101.
27. Wieland, M. Towards a cross-border exposure model for the Earthquake Model Central Asia [Text] / M. Wieland, M. Pittore, S. Parolai, **U. Begaliev**, P. Yasunov, J. Niyazov, S. Tyagunov, B. Moldobekov, T. Abakanov // Annals of Geophysics, Special Issue. 2015. – 58, #1, S0106. – P. 1-8.
28. Petrovic, B. Building monitoring in Bishkek and Dushanbe by the use of ambient vibration analysis [Text] / B. Petrovic, D. Bindi, M. Pilz, M. Serio, S. Parolai, **U. Begaliev**, S. Orunbaev, J. Niyazov // Annals of Geophysics, Special Issue, 2015. – 58, #1, S0110. – P.1-13.
29. Wieland, M. A Multiscale Exposure Model for Seismic Risk Assessment in Central Asia [Text] / M. Wieland, M. Pittore, S. Parolai, **U. Begaliev**, P. Yasunov, S. Tyagunov, B. Moldobekov, S. Saidiy, I. Ilyasov, T. Abakanov // Seismological Research Letters, 2015. – #86 (1). – P. 210-222.

30. **Бегалиев, У.Т.** Создание модели тонкослойного резинометаллического элемента [Текст] / У.Т. Бегалиев // Труды III международ.науч.-практ. конф.-конкурса науч. докл. студ. и мол.ученых // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2015. – №2. – С. 225-227.
31. **Бегалиев, У.Т.** Упругопластический расчет пластин и оболочек [Текст] / У.Т. Бегалиев // Труды III международ.науч.-практ. конф.-конкурса науч. докл. студ. и мол. ученых // Материаловедение. – Б.: ИФТПиМ НАН КР, 2015. – №2. – С. 227-229.
32. Abdykalykov, A. Global Urban Planning Policy and Housing Construction Market Trends in Kyrgyzstan [Презентация доклада] / A. Abdykalykov, U. **Begaliyev**, P. Jolbolduev // The 15th International Symposium “Global urban planning housing construction market trends”, SeoulTech, 2015. – P. 43-78.
33. **Бегалиев, У.Т.** Разработка математической модели трехмерной кусочно-однородной геологической среды с нарушениями для решения задач [Текст] / У. Т. Бегалиев // Материаловедение. – Бишкек, 2015. – № 3 (13). – С. 68-71.
34. **Бегалиев, У.Т.** Аппроксимация методом наименьших квадратов с помощью кусочно-гладкой неоднозначной поверхности [Текст] / У.Т. Бегалиев // Материаловедение. – Бишкек, 2015. - № 3 (13). - С. 71-72.
35. **Бегалиев, У.Т.** Резинометаллический эластомерный элемент для гашения колебаний [Текст] / У.Т. Бегалиев // Материаловедение. – Бишкек, 2016. – № 1 (12). – С. 14-19.
36. **Бегалиев, У.Т.** Моделирование вязкоупругих демпферов для конструктивного применения [Текст] / У.Т. Бегалиев // Наука и инновационные технологии. - Б.: МУИТ, 2016. – № 1. - С. 201-209.
37. **Бегалиев, У.Т.** Осциллятор с одной степенью свободы и вязкоупругим демпфером [Текст] / У.Т. Бегалиев // Наука и инновационные технологии. – Б.: МУИТ, 2016. – № 1. - С. 209-214.
38. **Бегалиев, У.Т.** Уязвимость зданий и сооружений при сейсмических воздействиях в КР [Текст] / У.Т. Бегалиев // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – Москва, 2017. – № 3 (29). – С. 25-26.
39. Абдыкалыков, А.А. Повышение сейсмостойкости кирпичных зданий усилением несущих конструкций [Текст] / А.А. Абдыкалыков, У.Т. **Бегалиев** // Наука и инновационные технологии. – Б.: МУИТ, 2017. – № 3 (3). – С. 139-142.
40. **Бегалиев, У.Т.** Применение легких стальных тонкостенных холодноформованных конструкций в строительстве [Текст] / У.Т. **Бегалиев**, Д. Абдыкалыков // Наука и инновационные технологии. – Б.: МУИТ, 2018. – № 8 (8). – С. 150-153.
41. Brzev, S. Practical Seismic Design and Construction Manual for Retrofitting School in the Kyrgyz Republic [Text]: Monograph = Практическое пособие по проектированию и конструированию сейсмоусиления зданий школ в Кыргызской Республике / S. Brzev, U. **Begaliyev**. – Bishkek: 2018. – 251 p.
42. **Бегалиев, У.Т.** Динамическое поведение здания на основе моделирования методом конечных элементов [Текст] / У. Бегалиев, И. Петрина, Д. Бинди, Б.

Петрович, С. Орунбаев, Т. Шералиев, А. Мостбок // Материаловедение. – Бишкек, 2018. – № 1 (14). – С. 11-23.

43. Абдрахматов, К.Е. Сейсмическая опасность населенных пунктов и стратегических сооружений Кыргызской Республики [Текст]: монография / К.Е. Абдрахматов, **У.Т. Бегалиев**, М. Омуралиев и др. – Бишкек: ОсОО «Триада Принт», 2019. – 98 с.
44. Бржев, С. Состояние проектирования и конструирования сейсмоусиления зданий в кыргызской республике [Текст] / С. Бржев, **У.Т. Бегалиев** // Наука и инновационные технологии. – Б.: МУИТ, 2019. – № 10 (10). – С. 3-20.

Бегалиев Улугбек Турдалиевичтин 05.23.01 – курулуш конструкциялары, имараттар жана курулмалар адистиги боюнча техника илимдеринин доктору окумуштуулук даражасын изденүү үчүн «Үйлөрдүн жана имараттардын сейсмоструктуруулугун жогорулатуунун эксперименталдык-теоретикалык негиздери» темасындагы диссертациялык ишине берилген

РЕЗЮМЕ

Негизги сөздөр: сыноо платформасы, инженердик чындоо, абал коэффициенти, грунттун пиктеги ылдамдануусу, күчтөрдүн таралуусу, резинометалл сейсмоизоляциялоочу таянычтар, сейсмикалык коопсуздук, сейсмоструктуруу курулуш, сейсмокүчтөндүрүү, эксперименталдык сыноолор, эксплуатацияга жарамдуулук, термелүүнүн эффективдүү мезгили.

Изилдөөнүн объектиси: имараттардын ар түрдүү конструктивдүү системалары жана алардын сейсмикалык таасирдеги абалы.

Изилдөөнүн предмети: грунттун пиктеги ылдамдануусу аркылуу эсептик сейсмикалык күчтөрдү аныктоодо эксперименталдык-теоретикалык негиздер.

Изилдөөнүн максаты: Кыргыз Республикасынын аймагынын шарттары үчүн учурдагы жана жаңы курулган имараттар менен курулмалардын көтөрүү жөндөмүнүн резервдерин аныктоо жана сейсмикалык коопсуздугун жогорулатуу.

Изилдөөнүн методдору: грунттун пиктеги ылдамдануусу аркылуу курулуш аянтчанын сейсмикалууулугун аныктоо ыкмасы, экономикалык эффективдүүлүктү жана тейлөө жөндөмдүүлүгүн эске алуу менен имараттарды сейсмикалык бекемдөө ыкмасы, платформанын жана имараттын динамикалык сыноо ыкмасы. Комплекстүү камера, В-2 вибрациялык машина, сейсмикалык термелүүлөрдү жазуучу жабдуулар колдонулган.

Изилдөөнүн натыйжалары жана илимий жаңылыгы: имараттардын аналитикалык тандалган структуралык элементтерин бекемдөөгө мүмкүндүк берүүчү "инженердик чындоо" ыкмасы; курулуштун сейсмикалык коркунучун грунттун пиктеги ылдамдануусу a_g боюнча баалоо үчүн эксперименталдык жана теориялык негиздер; Кыргыз Республикасынын аймагы үчүн имараттар менен курулмалардын регулярдуулук критерийлери жана структуралык схеманын өзгөчөлүктөрү жана алардын жоопкерчилиги боюнча сейсмикалык долбоордук жүктөмдү аныктоо; имараттын ишенимдүүлүгүн, бышыктыгын жана тейлөө жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу; 0,45g ылдамдануу менен сыноо аянтчасынын динамикалык параметрлерин эксперименталдык түрдө аныкталган.

Колдонуунун деңгээли: изилдөөнүн жыйынтыктары КР КНЖЖ 20-03:2006, КР КЧ 20-02:2018, КР КЧ 22-01:2018, КР КЧ 31-02:2018 киргизилген, КР Мамкурулуштун Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институтунун эксперименталдык изилдөөлөрүндө, «Промпроект» ААК жана «Каркас.KG» курулуш компаниясы (ЖЧК «Seido Systems») аркылуу үйлөрдү жана имараттарды долбоорлоо жана курууда колдонулган.

Колдонулуучу тармактар: билим, илим-изилдөө жана долбоорлоо ишмердүүлүгүндө; сейсмикалык тобокелчиликти аныктоодо, үйлөрдүн жана имараттардын сейсмоструктуруулугун жогорулатууда.

РЕЗЮМЕ

**диссертации Бегалиева Улугбека Турдалиевича на тему
«Экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости
зданий и сооружений» на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения**

Ключевые слова: испытательная платформа, инженерное лечение, коэффициент поведения, пиковые ускорения грунтов, распространение усилий, резинометаллические сейсмоизолирующие опоры, сейсмическая безопасность, сейсмостойкое строительство, сейсмоусиление, экспериментальные испытания, эксплуатационная пригодность, эффективный период колебания.

Объект исследования: здания различных конструктивных систем и их поведение при сейсмических воздействиях.

Предмет исследования: экспериментально-теоретические основы определения расчетной сейсмической нагрузки по пиковым ускорениям грунтов.

Цель работы: выявление резервов несущей способности и повышение сейсмической безопасности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений для условий территории Кыргызской Республики.

Методы исследования и аппаратура: методика определения сейсмичности площадки строительства с учетом пиковых ускорений грунтов, способ сейсмоусиления зданий с учетом экономической эффективности и эксплуатационной пригодности, методика динамических испытаний платформы и здания. Использованы всеобъемлющая камера, вибрационная машина В-2, регистрирующая аппаратура сейсмических колебаний.

Полученные результаты и их новизна: способ «инженерное лечение» позволяющий усилить аналитически подобранные конструктивные элементы зданий; экспериментально-теоретические основы оценки сейсмической опасности площадки строительства по пиковым ускорениям грунтов a_g , критериям регулярностей и определения расчетной сейсмической нагрузки по особенностям конструктивной схемы и ответственности зданий и сооружений для территории КР; повышена надежность, долговечность и эксплуатационная пригодность здания; экспериментально установлены динамические параметры испытательной платформы с ускорением 0,45 g.

Степень использования: результаты исследования внедрены при разработке СНиП КР 20-03:2006, СН КР 20-02:2018, СН КР 22-01:2018, СН КР 31-02:2018, экспериментальном исследовании ГИССИП Госстроя КР, проектировании и строительстве зданий и сооружений ОАО «Промпроект», строительной компанией «Каркас.KG» (ОсОО «Seido Systems»).

Область применения: образовательная, научно-исследовательская и проектная деятельности; оценка сейсмического риска, повышение сейсмостойкости зданий и сооружений.

SUMMARY

of the dissertation of Begaliev Ulugbek Turdalievich on the topic "Experimental and theoretical foundations for increasing the seismic resistance of buildings and structures" to achieve a scientific degree of Doctor of Engineering Sciences in specialty 05.23.01 - building constructions, buildings and structures

Key words: testing platform, engineering treatment, behavior coefficient, peak ground acceleration, spreading efforts, rubber-metal seismic isolation bearings, seismic safety, earthquake-resistant construction, seismic retrofitting, experimental testing, serviceability, effective ground motion period.

Research object: buildings of various structural systems and their behavior under seismic influences.

Research subject: experimental and theoretical foundations for determining the design seismic load by peak ground acceleration.

Research purpose: identification of load bearing capacity reserves and improvement of seismic safety of existing and newly constructed buildings and structures for the conditions of the territory of the Kyrgyz Republic.

Research methods and equipment: method for determining the construction site seismicity, taking into account the peak ground acceleration, method for seismic retrofitting of buildings, taking into account an economic efficiency and serviceability, method for dynamic testing of the platform and building. The overall comprehensive camera, vibration machine V-2 and recording equipment of seismic vibrations were used.

Results obtained and originality: the “engineering treatment” method allowing to strengthen the analytically selected buildings structural elements; experimental and theoretical foundations for assessing the seismic hazard of the construction site by peak ground acceleration a_g , regularity criteria and design seismic load determination by the features of the structural scheme and responsibility of the buildings and structures for the territory of the Kyrgyz Republic; reliability, durability and serviceability of the building were increased; dynamic parameters of the testing platform with an acceleration of 0.45 g were experimentally established.

Degree of use: the research results were introduced in the development of seismic design codes as SNiP KR 20-03:2006, SN KR 20-02:2018, SN KR 22-01:2018, SN KR 31-02:2018, in experimental studies by State Institute on Earthquake Engineering and Design under the Gosstroy of the Kyrgyz Republic, design and construction of buildings and structures by JSC «Promproject», construction company "Karkas.KG" (LLC «Seido Systems»).

Application area: educational, scientific research and design activities; seismic risk assessment, increasing the seismic resistance of buildings and structures.

Бегалиев Улугбек Турдалиевич

**ҮЙЛӨРДҮН ЖАНА ИМАРАТТАРДЫН СЕЙСМОТУРУШТУУЛУГУН
ЖОГОРУЛАТУУНУН ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫК-ТЕОРЕТИКАЛЫК
НЕГИЗДЕРИ**

Форматы: 60x84/16. Офсет кагазы.
Көлөмү: 3,05 б.т. Нускасы: 1100

«Махprint» басмасында басылды.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
MAXPRINT
Б А С М А С Ы

Дарек: 720045, Бишкек шаары, Ялта көчөсү 114
Тел.: (+996 312) 36-92-50
e-mail: maxprint@mail.ru