КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ, АРХИТЕКТУРА ЖАНА ТУРАК ЖАЙ-КОММУНАЛДЫК ЧАРБА МИНИСТРЛИГИ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Б У Й Р У К
П Р И К А З

Бишкек ш.
г. Бишкек

_____ _________№_______

КР КЧ 20-03:2026 «Сейсмикалык изоляциялоо системалары. Негизги жоболор» Кыргыз Республикасынын курулуш ченемдерин бекитүү жөнүндө

Жер титирөөлөрдө адамдардын өмүрүн коргоо, жер титирөөлөрдөн келтирилген зыянды чектөө, ошондой эле калктын жарандык коргонуусу үчүн маанилүү болгон имараттардын жана курулмалардын эксплуатациялык сапаттарынын сакталышын камсыз кылуу максатында, Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетинин 2023-жылдын 3-мартындагы № 115 «Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетинин айрым ченем жаратуу ыйгарым укуктарын мамлекеттик органдарга жана жергиликтүү өз алдынча башкаруунун аткаруу органдарына өткөрүп берүү жөнүндө» токтомун жана Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетинин 2025-жылдын 22-апрелиндеги № 221 токтому менен бекитилген Кыргыз Республикасынын Курулуш, архитектура жана турак жай-коммуналдык чарба министрлиги жөнүндө (мындан ары – Курулуш министрлиги) жобону жетекчиликке алып, **буйрук кылам:**

1. Кыргыз Республикасынын курулуш ченемдери КР КЧ 20-03:2026 «Сейсмикалык изоляциялоо системалары. Негизги жоболор» тиркемеге ылайык бекитилсин.
2. Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту:

– Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн 2010-жылдын 26-февралындагы № 117 «Кыргыз Республикасынын ченемдик укуктук актыларын расмий жарыялоо булактары жөнүндө» токтомуна ылайык, ушул буйрукту расмий жарыялоо боюнча чараларды көрсүн.

– расмий жарыяланган күндөн тартып үч жумушчу күндүн ичинде бул буйруктун көчүрмөсүн мамлекеттик жана расмий тилдерде эки нускада, кагаз жүзүндө жана электрондук түрдө, аталган буйруктун жарыяланган булагын көрсөтүү менен Кыргыз Республикасынын ченемдик укуктук актыларынын мамлекеттик реестрине киргизүү үчүн Кыргыз Республикасынын Юстиция министрлигине жөнөтүлсүн;

ДОКУМЕНТ ЭЛЕКТРОНДУК САНАРИП КОЛТАМГАСЫ МЕНЕН БЕКИТИЛГЕН

– бул буйрук күчүнө кирген күндөн тартып үч жумушчу күндүн ичинде Кыргыз Республикасынын Президентинин Администрациясына маалымат үчүн жөнөтүлсүн.

3. Бул буйруктун аткарылышын контролдоону өзүмө калтырам.

4. Бул буйрук расмий жарыяланган күндөн тартып 15 күн өткөндөн кийин күчүнө кирет.

Министр **Н.К. Орунтаев**

ДОКУМЕНТ ЭЛЕКТРОНДУК САНАРИП КОЛТАМГАСЫ МЕНЕН БЕКИТИЛГЕН

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
КУРУЛУШ, АРХИТЕКТУРА ЖАНА
ТУРАК ЖАЙ-КОММУНАЛДЫК
ЧАРБА МИНИСТРЛИГИ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА,
АРХИТЕКТУРЫ И ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Б У Й Р У К
П Р И К А З

_____ _________№______

Бишкек ш.
г. Бишкек

«Об утверждении строительных норм Кыргызской Республики СН КР 20-03:2026 «Системы сейсмоизоляции. Основные положения»

В целях защиты жизни людей при землетрясениях, ограничения ущерба от землетрясений, а также обеспечения сохранности эксплуатационных качеств зданий и сооружений, важных для гражданской защиты населения, руководствуясь постановлением Кабинета Министров Кыргызской Республики от 3 марта 2023 года № 115 «О делегировании отдельных нормотворческих полномочий Кабинета Министров Кыргызской Республики государственным органам и исполнительным органам местного самоуправления» и Положением «О Министерстве строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Кыргызской Республики» (далее – Минстрой), утвержденным постановлением Кабинета Министров Кыргызской Республики от 22 апреля 2025 года № 221 **приказываю:**

1. Утвердить строительные нормы Кыргызской Республики СН КР 20-03:2026 «Системы сейсмоизоляции. Основные положения» согласно приложению.
2. Государственному институту сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования:

– принять меры по официальному опубликованию настоящего приказа в соответствии с постановлением Правительства Кыргызской Республики «Об источниках официального опубликования нормативных правовых актов Кыргызской Республики» от 26 февраля 2010 года № 117;

– в течение трех рабочих дней со дня официального опубликования направить копию настоящего приказа в двух экземплярах на государственном и официальном языках, на бумажном и электронном носителях, с указанием источника опубликования указанного приказа в Министерство юстиции Кыргызской Республики для включения в государственный реестр нормативных правовых актов Кыргызской Республики;

– в течение трех рабочих дней со дня вступления в силу настоящего приказа направить в Администрацию Президента Кыргызской Республики для информации.

ДОКУМЕНТ ЭЛЕКТРОНДУК САНАРИП КОЛТАМГАСЫ МЕНЕН БЕКИТИЛГЕН

3. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

4. Настоящий приказ вступает в силу по истечении 15 дней со дня официального опубликования.

Министр **Н.К. Орунтаев**

ДОКУМЕНТ ЭЛЕКТРОНДУК САНАРИП КОЛТАМГАСЫ МЕНЕН БЕКИТИЛГЕН

Курулуштагы ченемдик документтер тутуму

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ ЧЕНЕМДЕРИ

Система нормативных документов в строительстве

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

СЕЙСМИКАЛЫК ИЗОЛЯЦИЯЛОО СИСТЕМАЛАРЫ. НЕГИЗГИ ЖОБОЛОР

КР КЧ 20-03:2026

СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

СН КР 20-03:2026

Расмий басылма

Издание официальное

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ, АРХИТЕКТУРА ЖАНА ТУРАК ЖАЙ-КОММУНАЛДЫК ЧАРБА МИНИСТРЛИГИ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БИШКЕК 2026

Сөз башы

1 Кыргыз Республикасынын Курулуш, архитектура жана турак жай-коммуналдык чарба министрлигине (Курулуш министрлиги) караштуу Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту тарабынан, жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча Эл аралык эксперттер ассоциациясынын катышуусунда ИШТЕЛИП ЧЫККАН

2 Курулуш министрлигинин Курулуш башкармалыгы тарабынан КИРГИЗИЛДИ

3 Кыргыз Республикасынын Министрлер Кабинетинин 2023-жылдын 3-мартындагы № 115-токтомуна ылайык берилген ыйгарым укуктардын негизинде Курулуш министрлигинин 2026-жылдын 4-июнунда № 120-чуа буйругу менен БЕКИТИЛИП, 2026-жылдын 20-июнунан тартып ИШКЕ КИРГИЗИЛДИ

4 Кыргыз Республикасынын Юстиция министрлигинин Ченемдик укуктук актыларынын мамлекеттик реестрине 2026-жылдын ________ №________ менен КАТТАЛДЫ

5 БИРИНЧИ ЖОЛУ ИШКЕ КИРГИЗИЛДИ

Курулуш министрлигинин уруксатысыз ушул курулуш ченемдерин расмий басылма катары толугу менен же жарым-жартылай көчүрмөсүн жасоого, аларды тираждоого жана таратууга болбойт

© Курулуш министрлиги, 2026

Ушул курулуш ченемдеринин жоболору кайра каралган (алмаштырылган) же жокко чыгарылган учурда, тиешелүү билдирме белгиленген тартипте жарыяланат. Тийиштүү маалымат, билдирмелер жана тексттер жалпы колдонгон маалыматтык тутумдарда – иштеп чыгуучунун расмий сайтында жайгаштырылат

Мазмуну

1 Колдонуу чөйрөсү 1
1.1 Жалпы жобо 1
1.2 Колдонуунун чектөөлөрү жана өзгөчөлүктөрү 3
1.3 Атайын талаптар 5
2 Ченемдик шилтемелер 7
3 Терминдер жана аныктамалар 8
4 Жалпы жоболор 13
5 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттарды долбоорлоонун негизги этаптары 18
5.1 Жалпы көрсөтмөлөр 18
5.2 Концептуалдык долбоорлоонун баштапкы этабы 22
5.3 Долбоорлоонун концептуалдык ортоңку этабы 26
5.4 Концептуалдык долбоорлоонун акыркы этабы 30
6 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен имараттарга талаптар 32
6.1 Негизги талаптар 32
6.2 Шайкеш келүү критерийлери 33
6.3 Долбоорлоо үчүн негизги жоболор 35
7 Эсептөөдө эске алынуучу сейсмикалык таасирлер жана сейсмикалык изоляциялоо системасынын касиеттери 41
7.1 Сейсмикалык таасирлер 41
7.2 Ылдамдануунун эсептик маанисин аныктоо 43
7.3 Сейсмикалык таасирдин горизонталдык компоненти үчүн серпилгич реакциялардын спектри 44
7.4 Жүрүү коэффициенти 46
7.5 Эсептөөлөрдө эсепке алынуучу сейсмикалык изоляциялоо системасынын касиеттери 46
8 Эсептөөлөргө талаптар 47
8.1 Жалпы маалымат 47
8.2 Сейсмикалык изоляциялоо системасын моделдештирүү 49
8.3 Эквиваленттүү сызыктуу эсептөө 49
8.4 Жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу эсептөө 54
8.5 Модалдык жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу эсептөө 57
8.6 Убактылуу чөйрөдө эсептөө 57
8.7 Конструкциялык эмес элементтер 59
8.8 Критикалык чектеги коопсуздукту текшерүү (ULS) 60
А тиркемеси Сейсмикалык изоляциялоо системасын долбоорлоо концепциясы . 62
Б тиркемеси Сейсмикалык изоляциялоо системасы 66

В тиркемеси Термелүүнүн натыйжалуу мезгилинин жана натыйжалуу илешкектүү демпфирлөөнүн коэффициентинин берилген маанилеринде жети кабаттуу имарат үчүн сейсмикалык изоляциялоочу тирөөчтөрдүн талап кылынган параметрлерин алдын ала аныктоонун мисалдары 83
Г тиркемеси Топурактардын сейсмикалык кыймылдарынын жазууларын пайдалануу менен аткарылуучу эсептөөлөрдүн жыйынтыгы боюнча сейсмикалык изоляцияланган имараттын супертүзүмүнүн реакцияларын баалоо методикасы 91

Киришүү

Бул курулуш ченемдери Кыргыз Республикасынын Мамкурулуштун 2018-жылдын 11-июнундагы № 13-нпа буйругу менен кабыл алынган Курулуштагы ченемдик документтердин тутуму жөнүндө жобонун талаптарына ылайык иштелип чыккан.

Бул КР КЧ 20-03:2026 курулуш ченемдери Курулуштагы ченемдик документтердин тутуму жөнүндө аталган жобого ылайык «Курулуш конструкцияларынын ишенимдүүлүгүнүн негизги жоболору» 20-Комплексинин бир бөлүгү болуп саналат жана Кыргыз Республикасынын аймагында курулушта ченемдик документтердин тутумунун ажырагыс бөлүгү болуп саналат.

Бул курулуш нормалары сейсмикалык изоляцияланган жарандык имараттарды долбоорлоо жана эсептөө боюнча негизги жоболорду камтыйт.

Бардык талаптарды камтыган жана сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдылган жарандык имараттарды долбоорлоонун принциптерин жана эрежелерин камтыган Кыргыз Республикасынын негиз болуучу ченемдик документтеринин жоктугуна байланыштуу бул ченемдерде Еврокоддорго шилтемелер бар.

Ченемдик документтин текстиндеги милдеттүү талаптарды баяндоодо төмөндөгү сөздөр жана сөз айкаштары колдонулду: «талап кылынат», «керек», «жол берилбейт», «тийиш», «зарыл».

Сунуштама мүнөзүндөгү талаптарды баяндоодо төмөндөгү сөздөр жана сөз айкаштары колдонулган: «эреже катары», «сунушталат», «жол берилет», «аткаруу милдеттүү эместиги аныктала турган шартта жол берилет». «Эреже катары» деген сөздөр ошол жобо басымдуулук кыларын, ал эми андан чегинүү негиздүү болушу керек дегенди билдирет. «Сунушталгандарга» сейсмикалык изоляциялоо системаларынын өндүрүш шарттарына жана курулуш технологиясына ылайык өзгөртүлүшү мүмкүн болгон жоболор кирет.

Бул КР КЧ 20-03:2026 курулуш ченемдери Кыргыз Республикасынын Курулуш, архитектура жана турак жай-коммуналдык чарба министрлигинин алдындагы жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту тарабынан иштелип чыкты.

Курулуш ченемдерин иштеп чыгууга төмөнкүлөр катышты:

Жер титирөөгө туруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институтунан –инж. К.Т. Канболотов, А.А. Дуйшеев, Р.А. Мусаков.,

Жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча эксперттердин эл аралык ассоциациясынан: эсептик жана конструкциялык бөлүктөр боюнча – т.и.д. Бегалиев У.Т. (МУИТ), т.и.к. Абдыбалиев М.К. («Промпроект» ААК), инж. Абдыкалыков Д.Б. (МАЭСС), т.и.д. Ведяков И.И., т.и.к. Бубис А.А., инж. Гизятулин И. (В.А. Кучеренко атындагы ЦНИИСК), т.и.к. Шокбаров Е.М., т.и.к. Омаров Ж.А. («КазНИИСА» АК).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Курулуштагы ченемдик документтердин системасы

**СЕЙСМИКАЛЫК ИЗОЛЯЦИЯЛОО СИСТЕМАЛАРЫ.
НЕГИЗГИ ЖОБОЛОР**

Системы сейсмоизоляции. Основные положения

Seismic isolation systems. Basic provisions

Биринчи жолу

Киргизүү датасы – 2026.06.20

1 Колдонуу чөйрөсү

1.1 Жалпы жобо

1.1.1 Бул курулуш ченемдери Кыргыз Республикасынын аймагында сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуу менен имараттарды жана курулмаларды долбоорлоого, курууга, сейсмотуруктуулугун жогорулатууга жана реконструкциялоого жайылтылат.

1.1.2 Бул курулуш ченемдери сейсмикалык жүктөмдөрдү азайтуу үчүн сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуу менен имараттарды жана курулмаларды долбоорлоо үчүн КР КЧ 20-02 жоболорун өнүктүрүүгө түзүлгөн.

1.1.3 Бул курулуш ченемдеринин негизги максаттары:

- жер титиреген учурда адамдардын өмүрүн коргоо;
- жер титирөөдөн келтирилген зыянды чектөө;
- жер титирөөдөн кийин имараттарды жана курулмаларды эксплуатациялоо мүмкүнчүлүгүн сактоо;
- адамдарды, анын ичинде мобилдүүлүгү төмөн категорияларды эвакуациялоо мүмкүнчүлүгүн камсыз кылуу же эвакуациялоонун зарылчылыгы жок.

1.1.4 Бул курулуш ченемдеринде сейсмикалык таасирлерде конструкциялык системалардын динамикалык реакциясын азайтууга арналган сейсмикалык изоляциялоо системалары менен имараттарды долбоорлоо боюнча жалпы жоболор келтирилген.

1.1.5 Сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарды долбоорлоо жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча адистештирилген, жер титирөөгө туруктуу курулуш жаатында эксперименттик-теориялык изилдөөлөрдүн тиешелүү тажрыйбасы бар адистештирилген уюмдардын милдеттүү илимий-техникалык коштоосу менен төмөнкү учурларда ишке ашырылат:

- сейсмикалык изоляциялоо системаларын ар бир түрүн биринчи жолу колдонууда, жалгыз жана айкалышта;
- имараттын ар бир конструктивдүү чечими үчүн сейсмикалык изоляциялоо системаларын биринчи жолу орнотууда;
- атайын техникалык шарттарда же эсептөөлөрдө жана конструкциялоодо стандарттуу эмес (эксперименттик) техникалык чечимдерди киргизүүдө көрсөтмө болгондо.

1.1.6 Б ченемдердин жоболору сейсмикалык сейсмикалык изоляцияланган (турак жай, коомдук, өндүрүштүк) имараттарды долбоорлоого колдонулат, алар:

- имараттын конструкциялык системасынын сейсмикалык реакциясын азайтууга арналган сейсмикалык изоляциялоо системалары имараттардын пайдубалдарынын же катуу жер астындагы бөлүктөрүнүн деңгээлинде жайгашат;
- имараттардын конструкциялык системалары ушул ченемдердин 5-бөлүмүнүн жана КР КЧ 20-02 белгиленген сейсмикалык изоляцияланган имараттарды концептуалдуу долбоорлоонун негизги принциптерине жана критерийлерине эң көп деңгээлде шайкеш келет;
- түздөн-түз жогору жагында сейсмикалык изоляцияланган катмар жайгашкан имараттын пайдубалынын же катуу төмөнкү бөлүгүнүн (жертөлө, цоколдук кабаттары) системалары имараттын сейсмикалык изоляцияланган бөлүгүнүн эсептик жүгүн эске алуу менен колдонуудагы ченемдерге ылайык долбоорлонот.

Түздөн-түз жогору жагында сейсмикалык изоляцияланган катмар орнотулган пайдубалдын же курулуштун катуу төмөнкү бөлүгүнүн (жертөлө, цоколдук кабаттары) системалары ушул ченемдердин жоболорун эске алуу менен долбоорлонууга тийиш.

1.1.7 Бул курулуш ченемдеринин жоболору сейсмикалык изоляцияланган имараттар үчүн жалпы болуп саналат жана каршылык көрсөтүү системасынын негизги элементтерин калыптандыруу үчүн колдонулуучу конструкциялык материалдардын түрүнө көз каранды эмес.

1.2 Колдонуунун чектөөлөрү жана өзгөчөлүктөрү

1.2.1 Ушул ченемдердин жоболору төмөнкүлөрдү долбоорлоого жайылтылбайт:

- бир нече кабаттар же түзүмдүк системанын деңгээлдери боюнча бөлүштүрүлгөн энергияны диссипациялоо системалары менен жабдылган имараттарга;
- күндүзү тектоникалык жаракалар пайда болушу мүмкүн болгон жерлерде жайгашкан имараттарга;
- инженердик-геологиялык шарттар жогорку 10 жана 30 метр калыңдыктагы (имараттын негизинин деңгээлинен) тиешелүү түрдө 350 жана 400 т/м² кем сейсмикалык катуулугу менен мүнөздөлүүчү курулуш аянтчаларында жайгашкан имараттарга;
- суюлтууга жөндөмдүү кыртыш катмарлары менен салынган курулуш аянттарында жайгашкан имараттарга.

1.2.2 IА, IБ и II сейсмикалык касиеттери боюнча кыртыш шарттарынын жол берилген типтери бар аянттарда сейсмикалык изоляцияланган имараттарды долбоорлоодо (КР КЧ 20-02 6.1-таблица), жергиликтүү катмарлардын негизинде аз кубаттуулуктагы алсыз топурактар табылган учурда, аларды бекемдөө, алмаштыруу же негиздин нормативдик бекемдигин жана катуулугун камсыз кылуу менен жакшыртуу боюнча инженердик иш-чаралар каралышы керек.

1.2.3 Магнитудасы Ms≥6,5 кем болгон сейсмикалык активдүү жаракаларга чектеш аймактарда курулуучу имараттарга жана курулмаларга сейсмикалык изоляциялоо системаларды орнотууга жол берилбейт.

1.2.4 Ушул ченемдер менен регламенттелбеген сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарды долбоорлоо жана куруу тиешелүү ченемдик документтер иштелип чыкканга чейин долбоорлоого атайын техникалык шарттар (АТШ) боюнча жүргүзүлүшү керек, алар:

- жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча адистештирилген уюмдар, жер титирөөгө туруктуу курулуш жаатында эксперименттик-теориялык изилдөөлөрдүн тиешелүү тажрыйбасы иштелип чыгат;
- ар бир объект үчүн: инженердик-геологиялык шарттарды жана курулуш аянтынын сейсмикалык коркунучтуулугун; анын көлөмдүк-пландык жана конструкциялык чечилиштеринин жеке өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен иштелип чыгууга тийиш;
- даректүү мүнөздө болуу жана долбоорлонуучу объекттин сейсмикалык коопсуздугун камсыздоо боюнча, ошондой эле сейсмикалык изоляциялоо

системаларын жана аны түзүүчү түзүлүштөрдү монтаждоо жана пайдалануу боюнча конкреттүү иш-чараларды камтуу;

Сейсмикалык изоляцияланган имаратты долбоорлоого АШТны иштеп чыгуу тапшырыкчынын техникалык тапшырмасынын негизинде жана ага катуу ылайык келтирүү менен жүзөгө ашырылат жана комплекстүү эксперименталдык-теориялык изилдөөлөргө негизделиши керек, анын ичинде:

а) сейсмикалык изоляциялоо системаларын статикалык жана динамикалык жүктөмдөргө лабораториялык жана натуралык сыноолордун натыйжалары;

б) улуттук ченемдерге шайкеш келтирүүгө ылайыкташтырылган эл аралык стандарттардын усулдары боюнча аткарылган сандык моделдештирүү маалыматтары.

Э с к е р т ү ү – АТШ төмөнкү критерийлерге жооп берген жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча адистештирилген уюмдар, архитектура жана курулуш боюнча ыйгарым укуктуу мамлекеттик орган тарабынан иштеп чыгат:

а) жер титирөөгө туруктуу курулуш жаатында эксперименталдык-теориялык изилдөөлөрдүн тажрыйбасынын болушу;

б) сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуу менен объекттерди практикалык долбоорлоо же ишке ашыруу тажрыйбасынын болушу;

в) имараттардын жана курулмалардын жер титирөөгө туруктуулугун изилдөө жаатында квалификациялуу адистердин болушу;

г) материалдык-техникалык базанын жана сыноо жабдууларынын болушу.

1.2.5 Сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттардын долбоорлорун иштеп чыгууда КР КЭ 50-101, КР КЧ 20-02, КР КЧ 22-01, КР КЧ 31-02, КР КЧ 52-02, КР КЧ 53-01 колдонуудагы ченемдердин талаптары сакталууга тийиш жана ISO 22762, ISO 23618, ISO 80000, EN 1337, EN 15129 эл аралык жана европалык стандарттардын жоболорун Кыргыз Республикасынын колдонуудагы курулуш ченемдерине карама-каршы келбеген бөлүгүндө эске алуу сунушталат.

1.2.6 Ушул курулуш ченемдеринин жоболорун өнүктүрүүдө түзүлгөн документтердин (курулуш эрежелери, уюмдардын стандарттары, атайын техникалык шарттар, колдонмолор, сунуштамалар ж.б.) талаптары ушул ченемдердин милдеттүү талаптарына карама-каршы келбеши керек.

1.2.7 Ушул ченемдердин алкагында долбоорлонуучу сейсмикалык изоляцияланган имараттардын конструкциялык элементтери (тирөөч конструкциялары) темир-бетон, болот жана болот-бетон курама (болот-темир-бетон), жыгач же комплекстүү конструкциядан жасалган дубалдар менен аткарылышы мүмкүн деп болжолдонууда.

Темир-бетон, болот жана болот-темир-бетон жүк көтөрүүчү конструкцияларды, ошондой эле комплекстүү конструкциядагы дубалдарды долбоорлоо принциптери жана эрежелери КР КЧ 51-01, КР КЧ 52-02, КР КЧ 53-01 жоболору менен регламенттелет.

1.3 Атайын талаптар

1.3.1 Бул курулуш ченеминин жоболору төмөнкү учурларда жетекчиликке алынышы керек:

- сейсмикалык изоляциялоо системалары менен имараттарды жана курулмаларды долбоорлоону жана курууну илимий-техникалык жактан коштоо;
- сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарга талаптарды жөнгө салуучу атайын техникалык шарттарды жана башка документтерди (колдонмолорду, сунуштамаларды, стандарттарды ж.б.) түзүү;
- ченемдик талаптарга, концептуалдык долбоорлоонун негизги принциптерине жана критерийлерине жооп берген көлөмдүк-пландоо жана конструкциялык чечимдерди тандоо;
- антисейсмикалык түзүлүштөрдү тандоо;
- сейсмикалык изоляцияланган имараттардын, сейсмикалык изоляциялоо жана сейсмикалык таасирлер системаларынын эсептик моделдерин тандоо;
- сейсмикалык изоляцияланган конструкциялык системалардагы сейсмикалык таасирлердин таасирин аныктоо;
- сейсмикалык изоляциялоо системаларынын жана сейсмикалык изоляцияланган имараттардын колдонуудагы ченемдердин талаптарына шайкештигин текшерүү.

1.3.2 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын долбоорлоодо сейсмикалык менен катар эксплуатациялык шамалдын жана температуралык таасирлерге байланыштуу таасирлер да эске алынышы керек.

1.3.3 Ушул курулуш ченемдери төмөнкүлөрдө колдонулушу мүмкүн:

- долбоордук документтердин тапшырыкчылары (мисалы, сейсмикалык изоляциялоо системаларынын имараттардын сейсмикалык туруктуулугуна негизги талаптарды түзүү үчүн);
- сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуу менен имараттарды жана курулмаларды долбоорлоонун жана куруунун сапатын контролдоону ишке ашыруучу адистер;
- тийиштүү мамлекеттик органдар;
- сейсмикалык изоляцияланган имараттарды эксплуатациялоо кызматынын адистери.

1.3.4 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар ар бир конструктивдүү чечимдеги өкүл имараттын долбоордук шарттарын тактоо үчүн динамикалык жүктөмдөргө натуралык сыноо жүргүзүү зарыл.

Сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарды динамикалык жүктөмгө сыноону тийиштүү тажрыйбасы, квалификациялуу адистери жана зарыл болгон жабдуулары бар адистештирилген уюмдар жүргүзүшү керек.

1.3.5 Ушул ченемдердин жоболоруна ылайык долбоорлоодо сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдуу керек:

– жер титирөөгө туруктуулугу алардын бузулушунун социалдык-экономикалык кесепеттерин эске алуу менен маанилүү болгон жаңы имараттар (КР КЧ 20-02 7.2-таблицасы боюнча III жоопкерчилик классындагы имараттар);

– жер титирөөдөн кийинки иштеши калкты жарандык коргоо жана жер титирөөнүн кесепеттерин жоюу үчүн зарыл болгон жаңы имараттар (КР КЧ 20-02 7.2-таблицасы боюнча IV жоопкерчилик классындагы имараттар);

– курамы имараттардын өзүнө караганда кымбатыраак жана маңыздуу болгон жаңы имараттар (улуттук жана маданий баалуулуктарды сактоочу жайлары бар же термелүүлөрдү уникалдуу сезүүчү жабдуулары бар объекттер);

– конструкциялык системасы пластикалык деформацияларды өнүктүрүү жана сейсмикалык термелүүлөрдүн энергиясын диссипациялоо мүмкүнчүлүгү чектелген жаңы имараттар

– тарыхый жана маданий баалуулук объекттерин кошуп алганда, сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуу менен жер титирөөгө туруктуулугун жогорулатуу жөнүндө чечим кабыл алына турган учурдагы имараттар

– курулуш индустриясынын ишканалары тарабынан өздөштүрүлгөн индустриалдык типтүү конструкцияларды жана буюмдарды пайдалануу жаатын кеңейтүү максатында жаңы имараттар (мисалы, типтүү долбоорлордо каралгандарга караганда сейсмикалуулугу жогору аянтчаларда аларды колдонуу зарылдыгында же имараттардын бийиктигин көбөйтүү зарыл болгондо).

1.3.6 Сейсмикалуулугу 7, 8 жана 9 балл болгон аянтчаларда куруу үчүн сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттарды долбоорлоодо кабаттардын саны КР КЧ 20-02 талаптарына ылайык аныкталат.

1.3.7 Сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарды долбоорлоодо инженердик-сейсмометриялык станцияларды орнотууну кароо жана ар кандай интенсивдүүлүктөгү жер титирөөлөрдө имараттардын жана курулмалардын жүрүшүнө мониторинг жүргүзүү жана ишенимдүү маалымат алуу үчүн жер титирөөгө туруктуу курулуш жаатында тиешелүү эксперименттик-теориялык изилдөө тажрыйбасы бар адистештирилген уюмдун карамагына өткөрүп берүү керек.

Илимий-техникалык коштоодо сейсмикалык изоляциялоо системаларынын иштөөсүн контролдоо жана ар кандай интенсивдүүлүктөгү жер титирөөлөрдө имараттардын динамикалык реакциясын баалоо үчүн зарыл болгон инженердик-сейсмометриялык мониторингдин программасын иштеп чыгуу керек.

1.3.8 Сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имарат курулуш сейсмикалык изоляциялангандыгы тууралуу маалымат берүүчү визуалдуу түрдө көрүнгөн көрсөткүчтөр менен жабдылышы керек.

2 Ченемдик шилтемелер

Ушул курулуш ченемдеринде төмөнкү ченемдик документтерге шилтемелер колдонулган:

КР КЭ 50-101:2025 Имараттардын жана курулмалардын негиздери;

КР КЧ 20-02:2024* Сейсмотуруктуу курулуштар. Долбоорлоо ченемдери;

КР КЧ 22-01:2018 Учурдагы курулуштардын имараттарынын сейсмикалык туруктуулугун баалоо;

КР КЧ 31-02:2018 Бишкек шаарынын жана Ысык-Ата жарагына жакын айылдардын аймактарын долбоорлоо жана өнүктүрүү;

КР КЧ 51-01: 2024 Таш жана армоташ конструкциялары;

КР КЧ 52-02:2024 Бетон жана темир-бетон конструкциялары. Негизги жоболор;

КР КЧ 53-01:2024 Болот конструкциялары. Долбоорлоо ченемдери;

ISO 22762-1:2024 Эластомердик сейсмикалык коргоочу изоляторлор – 1-бөлүк. Сыноо методдору (Elastomeric seismic-protection isolators Part-1: Test methods);

ISO 22762-3:2024 Эластомердик сейсмикалык коргоочу изоляторлор – 3-бөлүк. Имараттар үчүн нускама-техникалык шарттар (Elastomeric seismic-protection isolators Part-3: Applications for buildings – Specifications);

ISO/TS 22762-4-2019 Эластомердик сейсмикалык коргоочу изоляторлор. 4-бөлүк. ISO 22762-3 колдонууга колдонмо (Elastomeric seismic-protection isolators – Part 4: Guidance on the application of ISO 22762-3);

ISO 22762-5:2021 Эластомердик сейсмикалык коргоочу изоляторлор – 5-бөлүк: Имараттар үчүн жылма сейсмикалык изоляторлор (Elastomeric seismic-protection isolators – Part 5: Sliding seismic-protection isolators for buildings);

ISO 23618:2022 Конструкцияларды долбоорлоо негиздери (Bases for design of structures – General principles on seismically isolated structures);

ISO 80000-1:2022 СИ бирдиктери жана эселиктерди жана башка бирдиктерди колдонуу боюнча сунуштар (SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other;

EN 1337:2000 Таяныч бөлүктөр. CEN (Structural bearings. CEN);

EN 15129:2018 Антисейсмикалык түзүлүштөр. CEN (Anti-seismic devices. CEN).

Э с к е р т ү ү л ө р

1 Ушул курулуш ченемдерин пайдаланууда Кыргыз Республикасынын аймагында колдонулуучу шилтеме ченемдик документтердин колдонулушун стандартташтыруу боюнча Кыргыз Республикасынын Улуттук органынын техникалык регламенттердин жана стандарттардын улуттук маалымат фондунан жана архитектура-курулуш иши чөйрөсүндөгү саясатты иштеп чыгуу жана ишке ашыруу боюнча ыйгарым укуктуу мамлекеттик органдын учурдагы жылы жарыяланган маалыматтык көрсөткүчүнөн текшерүү максатка ылайыктуу. Эгерде шилтеме документ алмаштырылса (өзгөртүлсө), анда бул курулуш ченемдерин пайдаланууда алмаштырылган (өзгөртүлгөн) документти жетекчиликке алуу керек. Эгерде шилтеме документ алмаштырылбастан жокко чыгарылса, анда ага шилтеме берилген жобо ошол шилтемеге тиешеси жок бөлүгүндө колдонулат.

2 Ушул ченемдерде келтирилген эл аралык жана европалык стандарттар маалымдама булактары катары колдонулат. Алардын жоболору Кыргыз Республикасынын мыйзамдарына жана ченемдик документтерине каршы келбеген бөлүгүндө колдонулат. Зарыл болгон учурда эл аралык жана европалык стандарттар Кыргыз Республикасынын аймагында колдонулуучу белгиленген ченемдик документтердин милдеттүү талаптары сакталган шартта долбоордук жана инженердик чечимдердин сапатын жогорулатуу үчүн пайдаланылышы мүмкүн.

3 Терминдер жана аныктамалар

Ушул курулуш ченемдеринде колдонулган терминдер жана аныктамалар:

3.1 **акселерограмма**: Убакыттын өтүшү менен жердин же куруу кыймылынын тездешин мүнөздөгөн график же санариптик маалыматтар түрүндөгү көз карандылык.

3.2 **инструменталдык акселерограмма**: Жер титирөө учурунда инструменталдык катталган акселерограмма.

3.3 **жасалма акселерограмма**: Убакыттын өтүшү менен кыймылдардын ылдамдануусунун өзгөрүү процессин мүнөздөөчү, ылдамдануулардагы реакциялардын берилген спектрине жана сейсмикалык процесстин башка кээ бир мүнөздөмөлөрүнө шайкеш келүүчү жасалма жол менен түзүлгөн көз карандылык, анын узактыгы, конверттин формасы жана жыштык курамы каралат.

3.4 **имараттын негизги багыттары (имараттын конструкциялык схемасы):** Пландагы имараттын термелүүсүнүн негизги котормо формаларынын багыттары менен дал келген эки горизонталдуу ортогоналдык багыт. Негизги

багыттарды симметриялуу конфигурациясы жана симметриялуу массасы жана катаалдыгы бар үзгүлтүксүз имараттар үчүн гана аныктоого болот.

3.5 **жарандык имараттар**: Адамдын тиричилик жана коомдук муктаждыктарын тейлөөгө арналган имараттар. Жарандык имараттар шарттуу турак жай жана коомдук болуп бөлүнөт. Турак жай имараттары-бул турак үйлөр, мейманканалар жана жатаканалар. Коомдук имараттар – бул административдик имараттар, дарылоо-алдын алуу, билим берүү мекемелери, кинотеатрлар, музейлер жана башка ушул сыяктуу имараттар.

3.6 **демпфер**: Термелүүнү басаңдатуу же алдын алуу үчүн сейсмикалык коргоочу шайман.

3.7 **демпфирлөө:** Динамикалык таасирлердин таасирин азайтуучу конструктивдүү системадагы ички энергияны бөлүштүрүү механизмдеринин таасири.

3.8 **деформация**: Сырткы же ички күчтөрдүн таасири астында катуу нерсенин формасынын өзгөрүшү.

3.9 **диафрагма**: Горизонталдуу же дээрлик горизонталдуу конструкция (мисалы, горизонталдык сейсмикалык жүктөрдү сейсмикалык таасирлерге туруштук берүүчү вертикалдуу конструкцияларга өткөрүү үчүн арналган жабуу плитасы).

3.10 **имараттын катуу ылдыйкы бөлүгү:** Имараттын пайдубалын, ошондой эле жертөлө жана/же цоколдук кабатты камтыган төмөнкү бөлүгү, мейкиндиктин жогорку катуулугу менен мүнөздөлөт.

3.11 **имараттын негизинде жазылган**: Сейсмикалык изоляциялоо системасы жок имарат, эсептөөлөрдүн негизинде жазылган деп эсептелет.

3.12 **имараттын маанилүү багыттары (имараттын конструкциялык схемасы):** Имараттын планындагы эки ортогоналдык багыт, аларды бойлото имараттын конструкциялык элементтеринде горизонталдык эсептелген сейсмикалык таасирлер колдонулганда реакциялар пайда болот, алар олуттуу катасыз максималдуу өлчөм катары каралышы мүмкүн.

3.13 **капаситивдик долбоорлоо**: Конструкциялар сейсмикалык таасирлердин шарттарында алардын көтөрүмдүүлүгү жол берилген чектерде кала тургандай кылып иштелип чыккан долбоорлоо ыкмасы. Ыкма сейсмикалык энергияны эффективдүү сиңирүүгө жана түзүмдүк коопсуздукту камсыз кылууга мүмкүндүк берген конструкциянын алдын ала аныкталган жерлерине пластикалык деформацияларды багыттоону камтыйт.

3.14 **конструктивдүү система**: Бирге иштөө үчүн белгилүү бир жол менен бириккен жүк көтөрүүчү курулуш конструкцияларынын түзүлгөн айкалышы.

3.15 **диссипативдик конструктивдүү система**: Пластикалык гистерезис жүрүмү жана/же башка механизмдер аркылуу энергияны таратууга жөндөмдүү конструктивдүү система.

3.16 **диссипативдик эмес конструктивдүү система**: Пластикалык гистерезис жүрүмү аркылуу термелүү энергиясын олуттуу түрдө таркатууга мүмкүнчүлүгү жок конструктивдүү система. Сейсмикалык таасирлерге эсептик типтештирилбеген конструкциялык системанын туруктуулугу тирөөч конструкциялардын сызыктуу серпилгичтик жүрүм-турумун болжолдоодо гана аткарылган эсептөө менен камсыз кылынат.

3.17 **конструктивдүү схема**: Имараттын конструкциялык системасынынкурамын жана аны түзүүчү конструкциялык элементтердин мейкиндикте жайгашуусун аныктоочу вариант.

3.18 **конструктивдүү-пландоо чечими**: Имараттын конструкциялык системасына, тирөөч конструкциялардын компоновкасына жана көлөмдүк-мейкиндиктик конструкциялык схемасына ылайык пландаштырылган чечими.

3.19 **концептуалдык долбоорлоо:** Имараттын негизги конструкциялык-пландоо чечимдери кабыл алынган жана алардын белгиленген принциптерге шайкештигин алдын ала текшерүү аткарылган долбоорлоо баскычы. Кабыл алынган чечимдер объекттин сейсмикалык туруктуулук даражасын жана аны курууга экономикалык чыгымдарды алдын ала аныктайт.

3.20 **конструктивдүү элемент**: Конструктивдүү системанын физикалык жактан айырмаланган бөлүгү (мисалы, колонна, устун, плита, байланыш, дубал ж.б.).

3.21 **жоопкерчилик коэффициенти**: Курулманын иштебей калышынын кесепеттерин эске алуучу коэффициент.

3.22 **жүрүү коэффициенти**: Материалдын, конструкциялык системанын жана кабыл алынган долбоорлоо методикасынын өзгөчөлүктөрү менен шартталган курулманын сызыктуу эмес реакциясын эсепке алуу максатында сызыктуу эсептөөнүн натыйжасында алынган күчтөрдү азайтуу үчүн долбоорлоодо пайдаланылуучу коэффициент.

3.23 **критикалык чектик шарттар**: Конструкциянын (курулуштун) бузулушу же башка бузулуу формалары менен байланышкан абалдар. Критикалык чектик абалдар курулманын же анын элементинин максималдуу көтөрүү жөндөмдүүлүгүнө, кээ бир учурларда максималдуу жол берилген чыңалууга же деформацияга туура келет.

3.24 **конструктивдүү (тирөөч) элемент**: Архитектуралык, механикалык же электрдик элемент, система же компонент, анын күчү жетишсиз же курулмага

кошулуу ыкмасы кабыл алынгандыктан, конструкциялык системага туура келген сейсмикалык жүктү кабыл алуучу элемент катары долбоорлоодо каралбайт.

3.25 **топурак негиз:** Имараттан күч келүүлөрдү жана таасирлерди кабыл алуучу жана табигый жана техногендик процесстерден сейсмикалык таасирлерди имаратка берүүчү топурак массиви.

3.26 **термелүү мезгили:** Мезгилдүү термелүүлөрдө термелүүчү чоңдуктун ар бир мааниси кайталанып турган эң кичинекей убакыт аралыгы.

3.27 **ийкемдүүлүк:** Бузулбастан ийкемсиз деформациялоо мүмкүнчүлүгү. Пластикалык деформацияланууучу конструкциялар ийкемсиз деформация процессинде сейсмикалык термелүүнүн энергиясын таркатат.

3.28 **толук изоляциялоо**: Эгерде сейсмикалык эсептик кырдаалда серпилгич деформациялар жаатында иштесе, супертүзүм толугу менен сейсмикалык изоляцияланган болуп эсептелет. Болбосо, супертүзүм жарым-жартылай сейсмикалык изоляцияланат деп эсептелет.

3.29 **толук эсептик которуу (сейсмикалык изоляциялоочу элементтин башкы багытта)**: Эсептелген жылышууну жана вертикалдык огунун айланасында супер түзүмдүн бурулушунан келип чыккан жылышууну камтыган сейсмикалык изоляциялоочу элементтин жайгашкан жериндеги максималдуу горизонталдык жылышуу.

3.30 **эреже**: Принциптерге ылайык келген жана алардын талаптарынын аткарылышын камсыз кылган жалпы таанылган жоболор.

3.31 **принциптер**: Колдонуудагы ченемдерде келтирилген принциптер, эгерде башкача белгиленбесе, альтернатива жок жалпы жоболорду жана аныктамаларды, ошондой эле альтернатива жок талаптарды же аналитикалык моделдерди камтыйт.

3.32 **эксплуатациялык жарамдуулук боюнча чектик абалдар**: Ашып кеткенде курулманын же анын конструкциялык элементтеринин эксплуатациялык жарактуулугуна карата белгиленген талаптар аткарылбаган абалдар.

3.33 **конструктивдүү эсеп**: Конструкциянын каалаган жеринде таасирлердин (күчтөр, моменттер, стресстер, штаммдар) таасирин аныктоо процедурасы же алгоритми. Эсептөөнү ар кандай моделдерди колдонуп үч деңгээлде жүргүзсө болот: жалпы эсептөө, айрым конструкциялык элементтерди эсептөө, жергиликтүү эсептөө. Жалпы эсептөө – бул конструкциялык системада күчтөрдүн, моменттердин жана күч-аракеттердин макулдашылган чоңдуктарын, конструкциялык тутмга тийгизген таасири менен тең салмактуулукта турган жана геометриялык өлчөмдөргө, конструкциялардын өзгөчөлүктөрүнө жана конструкциялык материалдардын касиеттерине жараша аныктоо.

3.34 **эсептик которуу (негизги багытта сейсмикалык изоляциялоо системасы)**: Эсептелген сейсмикалык таасирге туура келген эффективдүү катуулук борборундагы супертүзүмдүн түбүнө салыштырмалуу субтүзүмдүн чокусунун максималдуу горизонталдуу жылышы.

3.35 **эсептелген сейсмикалык жүктөм**: Ченемдердин жоболоруна ылайык аныкталуучу болжолдонгон эсептик сейсмикалык таасирлерге алардын реакциялары менен шартталган долбоорлонуучу имараттарга жүктөм.

3.36 **эсептелген сейсмикалык кырдаал**: Сейсмикалык таасирлерде курулма үчүн өзгөчө шарттарды эске алган эсептик кырдаал.

3.37 **сейсмикалык жүктөм**: Сейсмикалык таасир этүүдө имаратка таасир этүүчү инерциялык күчтөр.

3.38 **сейсмикалык таасир (A_E)**: Жер титирөө учурунда жер кыймылынын таасири.

3.39 **сейсмикалык изоляцияланган имарат**: Сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдылган имарат.

3.40 **сейсмикалык изоляцияланган элемент**: Сейсмикалык изоляциялоо системаларын түзүүчү элементтер (түзүлүштөр).

3.41 **сейсмикалык изоляцияланган катмар**: Субтүзүмдү жана супертүзүмдү бөлүп турган жана анын ичинде сейсмикалык изоляцияланган системасы жайгашкан катмар.

3.42 **сейсмикалык изоляциялоо системасы (сейсмикалык изоляциялоо системасы)**: Сейсмикалык изоляциялоону камсыз кылуу үчүн колдонулуучу жана сейсмикалык изоляциялоочу катмарда жайгашкан элементтердин (түзүлүштөрдүн) жыйындысы.

3.43 **солкулдак реакциялардын спектри**: Акселерограммага берилген таасирде сызыктуу-серпилгич осцилляторлордун термелүү системасынын максималдуу реакцияларынын (ылдамдануауларында, ылдамдыктарында же жылышууларында) абсолюттук маанилеринин жыйындысы болгон, өздүк мезгилдердин (жыштыктардын) жана осцилляторлордун демпфирлөө параметринин функциясы катары түзүлгөн график.

3.44 **жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча адистештирилген уюмдары:** Жер титирөөгө туруктуу курулуш жаатында тиешелүү эксперименталдык-теориялык изилдөө тажрыйбасы бар уюмдар, квалификациялуу адистер жана керектүү жабдуулар.

3.45 **атайын техникалык шарттар:** Конкреттүү курулуш объектиси үчүн иштелип чыккан жана колдонуудагы ченемдерде жок болгон же анын коопсуздугуна карата кошумча техникалык талаптарды камтыган техникалык ченемдер.

3.46 **субтүзүм**: Сейсмикалык изоляцияланган катмардан төмөн жайгашкан фундаментти кошкондо конструкциянын бөлүгү.

3.47 **супертүзүм**: Курулуштун сейсмикалык изоляцияланган катмарынын үстүндө жайгашкан сейсмикалык изоляцияланган бөлүгү.

3.48 **натыйжалуу катуулук борбору**: Сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин жана субтүзүмдүн ийкемдүүлүгүн эске алуу менен аныкталган сейсмикалык изоляцияланган катмардын үстүңкү бетиндеги катуулук борбору;

3.49 **таасир эффекти (*E*)**: Түзүмдүн элементтерине (мисалы, ички күчтөргө, моменттерге, чыңалууларга, деформацияларга) же бүт түзүмдүн реакциясына (мисалы, ийилүү, бурулуштар) таасир этүүнүн натыйжасы.

3.50 **эффективдүү катуулук (негизги багытта сейсмикалык изоляциялоо системалары)**: Эсептелген жылышууда сейсмикалык изоляцияланган катмар аркылуу суперструктурга берилүүчү жалпы горизонталдык күчтүн маанисинин ошол эле багытта эсептелген жылышуунун абсолюттук маанисине болгон катышы (кесичүү катуулук).

3.51 **эффективдүү демпфировкалоо (негизги багытта сейсмикалык изоляциялоо системалары)**: Эсептелген жылышууга циклдик реакцияда сейсмикалык изоляцияланган системанын диссипацияланган энергиясына туура келген эффективдүү илешкектүү демпфирлөөнүн мааниси.

3.52 **эффективдүү мезгил**: Массасы супертүзүмдүн кыскартылган массасына туура келген, ал эми катуулугу сейсмикалык изоляциялоочу системанын эффективдүү катуулугуна барабар болгон эркиндиктин бир даражасы бар системанын каралып жаткан багыттагы негизги тон боюнча өз термелүүлөрүнүн мезгили.

3.53 **экинчи тартиптеги эффекттер**: Сейсмикалык жүктөмдөрдө конструкциялык системанын деформациясынан келип чыккан кошумча экинчилик эффекттер. Конструкциялык системанын деформациясынын кошумча таасири экинчи тартиптеги теория боюнча эсептөөлөрдү жүргүзүүдө аныкталат.

4 Жалпы жоболор

4.1 Бул ченемдердин жоболору имараттардын жана курулмалардын конструкцияларына сейсмикалык жүктөрдүн таасирин азайтуучу сейсмикалык изоляциялоо системасын иштеп чыгууга жана колдонууга багытталган.

4.2 Бул ченемдердин жоболору сейсмикалык изоляцияланган курулуштардын каршылык көрсөтүүчү системалардын концептуалдык-түзүмдү долбоорлоо аспектилерин камтыйт, аларды сактоо Кыргыз Республикасынын

аймагында имараттарды жана курулмаларды курууда анын түзүмдүк ишенимдүүлүгүнүн жана коопсуздугунун талап кылынган деңгээлде камсыз кылат.

Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттын концептуалдык-түзүмдүк долбоору компоненттерди бири-бири менен натыйжалуу өз ара аракеттенүүчү жана түзүмдүк долбоордун концептуалдык максаттарына жетишүүгө көмөктөшүүчү жалпы конструкциялык каршылык көрсөтүүчү системасын түзүүгө негизделиши керек.

Концептуалдык-түзүмдүк долбоордун максаттарына жетүү үчүн сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имарат тиешелүү типтеги антисейсмикалык түзүлүштөрдү натыйжалуу колдонуу менен түзүлүшү керек.

4.3 Сейсмикалык изоляцияланган жарандык имараттын долбоордук конструкциялык-пландык чечимин ишке ашыруу ушул ченемдердин жоболоруна ылайык келген сейсмикалык изоляциялоо системасы же катуу төмөнкү бөлүгү бар имарат катары анын түзүмдүк долбоорлоо концепциясынын негизинде ишке ашырылышы керек.

4.4 Имараттын конструкциялык системасынын сейсмикалык таасирлерге болгон динамикалык реакциясын азайтуу анын табигый термелүү мезгилин негизги тонуна жараша көбөйтүү, термелүүнүн формасын негизги тонго жараша өзгөртүү, демпфациялоону жогорулатуу, кабаттар арасындагы кыйшайууларды азайтуу же көрсөтүлгөн эффекттердин айкалышы аркылуу жетишилет.

Сейсмикалык изоляциялоо системасы сызыктуу же сызыктуу эмес ийкемдүү элементтерди камтышы мүмкүн.

Э с к е р т ү ү – Сейсмикалык изоляциялоону сызыксыз системалары бар имараттар үчүн өзүнчө термелүүлөрдүн мезгили катары «эффективдүү термелүү мезгилдери», демпфирлөөнүн сандык көрсөткүчтөрү катары – «эффективдүү илешкек демпфирлөөнүн» маанилери, ал эми термелүү формалары катары – сызыксыз термелүүлөрдөгү деформация формалары, алар сызыктуу термелүүлөрдүн өзүнчө формалары боюнча ажыратылып берилген түрдө түшүнүлүшү керек.

4.5 4.4-пункттун максаттарына жетүү үчүн сейсмикалык изоляцияланган имаратты долбоорлоодо анын бийиктиги боюнча туруктуулуктун жалпы конструктивдик системасы эки негизги бөлүккө бөлүнүшү керек, алар сейсмикалык изоляцияланган катмар менен бөлүнгөн, алар «субтүзүм» жана «супертүзүм» болуп классификацияланат.

4.6 Супертүзүмдүн сейсмикалык реакциясынын төмөндөө даражасын сейсмикалык изоляциялоо системасынын касиеттерин, сейсмикалык изоляциялоочу катмардын чегинде жайгашкан сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин (түзүлүштөрдүн, тирөөчтөрдүн) өзгөчөлүктөрүн, ошондой эле супертүзүмдүн мүнөздөмөлөрүн жана параметрлерин эске алуу менен аныктоо керек.

4.7 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттардын сейсмикалык таасирлерге реакциясын азайтуу жана чектөө жөндөмдүүлүгү пайдаланылган сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин касиеттеринен көз каранды.

4.8 Ушул ченемдерде каралган сейсмикалык изоляциялоо системасы үч түргө бөлүнөт:

а) сейсмикалык изоляциялоо системасы өз термелүүлөрүнүн жыштык спектрин өзгөртүүнүн, атап айтканда, негизги тон боюнча супертүзүмдүн термелүү мезгилин көбөйтүүнүн эсебинен супертүзүмгө горизонталдык сейсмикалык жүктөмдөрдүн чоңдугун азайтуучу системасы (А тиркемесинин А.2 жана А.3 пункттарын караңыз);

б) супертүзүмгө таасир этүүчү горизонталдык сейсмикалык жүктөмдөрдүн деңгээлин чектөөчү сейсмикалык изоляциялоо системасы (А тиркемесинин 4.А, 6.А пункттарын караңыз);

в) супертүзүмдүн өздүк термелүүлөрүнүн жыштык спектрин өзгөртүү жөндөмүн супертүзүмгө таасир этүүчү горизонталдык сейсмикалык жүктөмдөрдүн деңгээлин чектөө жөндөмү менен айкалыштырган сейсмикалык изоляциялоо системасы (А тиркемесинин 7-пунктун караңыз).

Сейсмикалык изоляцияланган имараттарды долбоорлоодо сейсмикалык реакцияны төмөндөтүү жана сейсмикалык туруктуулуктун талап кылынган деңгээлин камсыз кылуу максатында жер титирөөлөрдүн инструменттик жазуулары боюнча табылган супертүзүмдүн термелүүлөрүнүн өз мезгилдеринин максималдуу спектрдик ылдамдануу мезгилдеринин диапазону менен дал келүүсүн жокко чыгаруу боюнча чараларды кароо зарыл.

4.9 Жер титирөөгө туруктуу курулуштун дүйнөлүк практикада кыйла кеңири таралган ыкмалардын бири сейсмикалык изоляциялоо системаларын, алар төмөнкү сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү колдонуу менен түзүлүшү мүмкүн:

а) эластомердик (катмарлуу резинометаллдык) таянычтар;

б) жалпак горизонталдуу жылма беттери менен сүрүлүүчү-кыймылдуу таянычтар;

в) тоголок жылма беттери менен сүрүлүүчү кыймылдуу таянычтар.

4.10 Ушул ченемдердин жоболоруна ылайык сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарды долбоорлоодо аларды жабдуунун төмөнкүдөй варианттары каралышы мүмкүн:

- биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системалары менен (4.8 а караңыз) энергиянын диссипациялоо жөндөмдүүлүгү төмөн же жогорку кубаттуулуктагы сейсмикалык изоляцияланган эластомердик таянычтарды же

коргошун өзөгү бар эластомердик таянычтарды колдонуу менен (Б тиркемесиндеги Б.1 жана Б.2 пункттарын караңыз);

- экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системаларын менен (4.8 б караңыз) тегиз горизонталдуу жылма беттери менен сүрмө-кыймылдуу сейсмикалык изоляцияланган таянычтарды пайдалануу менен (Б тиркемесиндеги Б.3-пунктун караңыз);
- үчүнчү типтеги сейсмикалык изоляциялоо системалары менен (4.8 в караңыз) тоголок жылма беттери бар сүрмө-кыймылдуу сейсмикалык изоляцияланган таянычтарды колдонуу менен (Б тиркемесиндеги Б.4-пунктун караңыз).

4.11 Ушул ченемдердин жоболоруна ылайык сейсмикалык изоляцияланган имаратты долбоорлоодо комбинацияланган типтеги сейсмикалык изоляциялоо системаларын түзүүгө жол берилет, аларда сейсмикалык изоляциялоо системаларынын типтеринин касиеттери да, сейсмикалык изоляциялоочу таянычтардын колдонулчу түрлөрүнүн параметрлери жана мүнөздөмөлөрү да айкалышууга тийиш (4.9 жана 4.10 караңыз). Комбинацияланган сейсмикалык изоляциялоо системаларын түзүүдө долбоорлоо максаттарына жетүү үчүн кошумча түрдө илешкектүү же гистерезис түрдөгү ар кандай демпферлер колдонулушу мүмкүн.

Комбинацияланган типтеги сейсмикалык изоляциялоо системалары менен имараттарды долбоорлоого негиздүү учурларда системанын ишин кыйла татаал текшерүүлөрдү жана баалоону ишке ашыруу зарылдыгын эске алуу менен жол берилет.

Сейсмикалык изоляциялоочу комбинацияланган системасын түзүүдө колдонулуучу сейсмикалык изоляциялоочу таянычтардын мүнөздөмөлөрүнүн шайкештигин камсыз кылуу зарыл. Иш-аракеттердин ар кандай принциптери менен таянычтарды бир системада колдонууга жол берилбейт. Атап айтканда, эластомердик таянычтарды жана жалпак горизонталдуу жылма беттери менен сүрүлүүчү-кыймылдуу таянычтарды бирге колдонууга жол берилет, бирок алардын иштөө принциптериндеги айырмачылыктардан улам алардын тоголок жылма беттери менен сүрүлүүчү-кыймылдуу таянычтар менен айкалышуусуна жол берилбейт (Б тиркемесиндеги Б.1-Б.4 караңыз).

4.12 Сейсмикалык изоляциялоо системаларынын элементтери катары колдонулушу керек:

- ийкемдүүлүктү жогорулатуучу жана өздүк термелүү мезгилин узартуучу элементтер (ийкемдүү тирөөчтөр, термелүүчү таянычтар, резина жана металлдан жасалган таянычтар ж. б.);

- сейсмикалык термелүүлөрдүн энергиясынын таралышын көбөйтүүчү элементтер (кургак сүрүлүү демпферлери, жылма курлар, илээшкек жана гистерезис демпферлери);
- резервдик, күйгүзүүчү же өчүрүүчү элементтер;
- горизонталдык жылышууларды токтотуучу таянычтар.

4.13 Сейсмобасаңдатуу системалары демпфердик түзүлүштөрдү жана термелүүнүн динамикалык өчүргүчтөрүн камтыйт.

Демпфирлөөчү түзүлүштөр өз ара чоң жылышуусу бар имараттын же курулманын элементтеринин ортосунда же максималдуу сейсмикалык күч келүүнү кабыл алуучу кошулмаларда орнотулушу керек.

Термелүүнүн динамикалык өчүргүчтөрү серпилгич байланыштарда кошумча киргизилген массанын жыштыктарын тууралоого жана термелүүнүн процессинде өчүргүчтүн массасы менен имараттын же курулманын конструкцияларынын ортосунда серпилгич жана диссипативдик күчтөрдүн пайда болушуна көмөктөшүүгө тийиш.

4.14 Бул ченемдерде сейсмикалык изоляциялоонун апробацияланган системалары гана каралат, алар: дүйнөлүк практикада таанылган жер титирөөгө туруктуу курулуш; күчтүү жер титирөөлөрдө текшерүүдөн өткөн; эксперименттик-теориялык изилдөөлөрдүн натыйжалары боюнча өзүнүн натыйжалуулугун көрсөткөн.

4.15 Бир имаратта же курулмада сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн бир нече түрү колдонулушу мүмкүн.

4.16 Фундаменттердин конструкциялык чечимдеринде алардын бир калыпта түшүүсү каралуусу керек.

4.17 Имараттын же курулманын конструкциялык схемасына жана бийиктигине жараша сейсмикалык изоляциялоо системалары имараттын жер үстүндөгү бөлүгү менен жертөлөдөгү (жертөлөдөгү) кабаттын, жер үстүндөгү бөлүктүн жана фундаменттин конструкцияларынын ортосунда жайгашуусу мүмкүн.

4.18 Эластомердик таянычтарды колдонуу менен сейсмикалык коргоо системасын эсептөөдө жана долбоорлоодо ISO 22762 талаптарын сактоо керек, эластомердик таянычтарды кошкондо башка сейсмикалык түзүлүштөрдү колдонууда функциялык талаптарды, сейсмикалык изоляциялоо системаларын долбоорлоонун жалпы эрежелерин, материалдардын мүнөздөмөлөрүнө жана сыноолорго талаптарды, ошондой эле пайдалануу процессинде сейсмикалык изоляциялоочу элементтерди орнотууга жана аларды техникалык тейлөөгө талаптарды камтыган EN 15129 жоболорун сактоо керек.

4.19 Долбоордук шарттарда иштетилген эластомердик жана сүрүлүүчү кыймылдуу таянычтарга талаптар EN 1337 стандарттын мазмунунун негизинде белгилениши керек.

4.20 Сейсмикалык изоляциялоо системалары жана сейсмикалык изоляциялоо таянычтары эксплуатациялоонун эсептик мөөнөтү долбоорлонгон сейсмикалык изоляцияланган имаратты эксплуатациялоонун белгиленген мөөнөтүнөн аз болбоого тийиш.

5 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттарды долбоорлоонун негизги этаптары

5.1 Жалпы көрсөтмөлөр

5.1.1 Ушул ченемдердин талаптары, көрсөтмөлөрү жана сунуштары сейсмикалык изоляцияланган имараттарды концептуалдуу долбоорлоонун алкагында эске алынууга тийиш, аларды жабдуу сейсмикалык изоляциялоо системасынын типтерин Б тиркемесинде көрсөтүлгөн жана аларды сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн түрлөрүн пайдаланууну болжолдойт.

5.1.2 Б тиркемесинде айтылган типтердин бири сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган сейсмикалык изоляцияланган имаратты концептуалдуу долбоорлоо ушул ченемдердин тиешелүү талаптарына жана ушул ченемдердин негизги жоболорун толуктаган башка ченемдик документтерге негизделүүгө тийиш.

Долбоордук чечимдер курулуштун долбоорлонуучу аянттарындагы инженердик-геологиялык жана сейсмологиялык шарттар жөнүндө объективдүү маалыматтардын негизинде дайындалууга тийиш.

Ушул ченемдердин жоболоруна ылайык сейсмикалык изоляцияланган имараттарды долбоорлоодо сейсмикалык изоляциялоо системасын түзүү үчүн Б тиркемесинин Б.1-Б.4 бөлүктөрүндө айтылган сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын түрлөрүн колдонуу сунушталат.

5.1.3 Имараттын концептуалдык долбоорлоо стадиясында:

а) курулуш аянтындагы сейсмикалык эсептик кырдаалдын өзгөчөлүктөрүнө, ошондой эле ушул ченемдерде келтирилген имараттарды долбоорлоо принциптерине жана эрежелерине ылайык келүүчү долбоорлонуучу имараттын конструкциялык системасы жана конструкциялык схемасы тандалат;

б) имараттын конструкциялык системасын долбоорлоо концепциясы анын пластикалык деформацияны жана энергияны таркатуу жөндөмдүүлүгүн камсыз кылуу бөлүгүндө кабыл алынат;

в) Көтөрүүчү жана көтөрбөөчү конструкциялардын алдын ала өлчөмдөрү, ошондой эле аларды аткаруу үчүн материалдар белгиленет.

5.1.4 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттын конструкциялык системасын жана схемасы тандоодо төмөнкүлөрдү эске алуу керек:

а) имараттын функциялык багыты, пайдалануу шарттары, ошондой эле эстетикалык жана социалдык мааниси;

б) имараттын планы жана бийиктиги боюнча конфигурациясы жана анын көлөмдүк-пландык жана конструкциялык чечимдеринин башка өзгөчөлүктөрү;

в) имараттын план боюнча жана бийиктиги боюнча салыштырмалуу жана абсолюттук өлчөмдөрүнө ченемдик талаптар;

г) имараттан эвакуациялоо жолдоруна карата ченемдик талаптар;

д) ченемдик документтер менен аныкталуучу имараттын конструкцияларына карата талаптар.

5.1.5 Концептуалдык долбоорлоо этабында имараттардын ишенимдүүлүгүн жана жер титирөөгө туруктуулугун жана аларды курууга кеткен чыгымдарды алдын ала аныктаган чечимдерди кабыл алуу зарыл. Сейсмикалык коркунуч фактору бузулууга жол бербөө жана зыянды чектөө боюнча негизги талаптарга жооп бере турган конструктивдик системаларды жана схемаларды иштеп чыгуу эске алынышы керек.

5.1.6 Имараттардын конструктивдик системалары төмөнкү түшүнүктөрдүн биринин негизинде иштелип чыгышы мүмкүн:

а) төмөн диссипативдик жүрүм-турум концепциясы;

б) диссипативдик жүрүм-турум концепциясы.

5.1.7 Имараттардын конструктивдик системалары пластикалык деформацияга жана энергиянын диссипациясына жөндөмдүүлүгүнө жараша үч класска бөлүнөт:

L – төмөн диссипативдик жүрүм-турум жөнүндөгү концепцияга жооп берген төмөн пластикалуулук классы;

M – диссипативдик жүрүм-турум жөнүндөгү концепцияга жооп берген орто пластикалуулук классы;

H – диссипативдик жүрүм-турум жөнүндөгү концепцияга жооп берген жогорку пластикалуулук классы.

5.1.8 L пластикалуулук классына кирген конструктивдик системаларды долбоорлоодо төмөнкүлөр каралат:

а) сейсмикалык таасирлердин эффектерин материалдардын жана конструкциялардын мүмкүн болгон сызыктуу эмес жүрүм-турумун эске албастан, сызыктуу-ийкемдүү эсептөөлөрдүн негизинде аныктоо;

б) тирөөч конструкциялардын долбоордук чечимдерин курулуштун адаттагы шарттарында каралган эрежелерге ылайык кабыл алуу.

Пластикалуулук L классына кирген конструктивдик системалардын сейсмикалык таасирлерге туруштук берүүсү негизинен тирөөч конструкциялардын талаптагыдай бекемдиги жана кандайдыр бир деңгээлде гана алардын пластикалык деформацияга жөндөмдүүлүгү менен камсыздалат.

5.1.9 Пластикалуулук М жана Н класстарына кирген конструктивдик системалар капаситивдүү долбоорлоо ыкмасын колдонуу менен иштелип чыгышы керек. Капасивдүү долбоорлоо методунун эсептик жана конструктивдик эрежелерин сактоодо:

- конструктивдик системалардын талап кылынган локалдык жана глобалдык пластикалуулугун камсыз кылат;
- пластикалык деформациялар конструктивдик системалардын алдын ала аныкталган зоналарында топтолот;
- L классына кирген системаларга салыштырмалуу М жана Н пластикалуулук класстарына кирген конструктивдүү системалардын гистерезис энергиясынын диссипациясынын кыйла жогору жөндөмдүүлүгүнө жетишилет.;
- конструктивдик системалардын элементтеринин морт бузулуу режимдерин алдын алат.

5.1.10 Пластикалуулугу Н классына кирген конструктивдик системалар М классындагы конструктивдик системаларга караганда катуураак эрежелерди колдонуу менен иштелип чыгат жана М классындагы конструктивдик системаларга караганда салыштырмалуу чоңураак, пластикалык деформация жөндөмдүүлүгү жана энергияны гистерезистик сиңирүүдө жогорку жөндөмдүүлүкө ээ.

5.1.11 Пластиканын ар кандай класстарына кирген конструктивдүү системаларга жүрүм-турум коэффициентинин (q) ар кандай мааниси туура келет.

Эгерде имараттын констурктивдик системасы горизонталдык багыттар боюнча айырмаланса, анда жүрүм-турум коэффициентинин (q) мааниси ар кандай горизонталдык багыттар боюнча ар кандай болушу мүмкүн, бирок констурктивдик системанын пластикалуулук классы бардык багыттар боюнча бирдей болушу керек.

5.1.12 Имараттардын констурктивдик системаларын, алардын пластикалык деформацияга жөндөмдүүлүгүн эске алуу менен долбоорлоодо төмөнкү талаптар аткарылышы керек:

- конструктивдик системанын сейсмикалык таасирлерге туруштук берүү жөндөмдүүлүгүнүн негизги көрсөткүчү болгон пластикалык деформацияга жөндөмдүүлүгү;

- пластикалуулук классы H болгон конструктивдик системалар M жана L класстарына караганда кыйла аз бекемдикти талап кылат, бул жүрүм-турум коэффициентинин (q) жогорку маанисине байланыштуу;

- H классынын конструктивдик системалары үчүн жүрүм–турум коэффициентинин (q) маанилери M классынын системаларына караганда 1,5-2 эсе көп жана L классынын системаларына караганда 3-4 эсе көп кабыл алынат.

5.1.13 Конструктивдик системанын пластикалык классын белгилөөдө, тирөөч конструкциялардын пластикалуулугун жогорулатуу зарыл күчтү сактоо менен коштолушу керек экенин эске алуу керек. Пластиканы жогорулатуунун пайдасына түзүмдүн бекемдигин олуттуу кыскартууга жол берилбейт, анткени бул жагымсыз кесепеттерге алып келиши мүмкүн. Пластикалык классты белгилөөдө эске алуу керек:

Биринчиден, сейсмикалык таасирлерде имараттардын тирөөч конструкцияларында пайда болуучу пластикалык деформациялар сөзсүз түрдө алардын бузулушу менен коштолот. Көтөрүүчү конструкциялардагы пластикалык деформациялардын өнүгүү даражасы жогорулаган сайын алардын бузулуусуна алып келет.

Экинчиден, жогорку жана/же ийкемдүү конструктивдик системалар үчүн сейсмикалык жүктөр гана эмес, айрыкча алар экинчи тартиптеги эффекттерди жаратууга жөндөмдүү болгон учурда жылышуулардын чоңдугу да маанилүү.

Үчүнчүдөн, бир катар учурларда конструкциялык системалардын ийилчээк-пластикалык деформациясы реалдуу сейсмикалык таасирлердин спектралдык курамынын өзгөчөлүктөрүнөн улам сейсмикалык таасирлердин таасиринин азайышына эмес, көбөйүшүнө алып келиши мүмкүн.

Ушул ченемдерде кабыл алынган долбоорлоо эрежелеринде имараттардын конструктивдик системалары пластикалык деформациялоого жөндөмдүү болуу менен катар, конструкция үчүн жетиштүү бекемдикке ээ болууга тийиш экендиги каралат:

- коопсуз чектерде конструкциялардын пластикалык деформациясынын чектөөлөрү;
- конструктивдик системаларда деформациянын туруксуз механизмдеринин пайда болушунан коргоо;
- конструкциялардын ашыкча бузулуусун алдын алуу.

5.1.14 Концептуалдык долбоорлоо этабында каралган негизги принциптерге ылайык, имараттардын конструктивдик системалары жана схемалары төмөнкүдөй мүнөздөмөлөргө ээ болушу керек:

- конструктивдик жөнөкөйлүк;
- бир тектүүлүк, симметрия жана ашыкча элементтерге ээ болуусу;

- эки горизонталдык багытта каршылык жана катуулук;
- пландагы бурулушка каршылык жана катуулук;
- кабат аралык жабуулардын катуулугу;
- фундаменттин талап кылынган бекемдиги жана катуулугу.

5.1.15 Сейсмикалык изоляцияланган имараттын концептуалдык долбоорлоо процесси жалпысынан үч этапты камтыйт:

- баштапкы (алдын ала);
- аралык (тактоочу);
- жыйынтыктоочу.

5.1.16 Сейсмикалык коркунуч факторун оптималдуу сарптоодо жер титирөөгө туруктуу курулмаларды долбоорлоонун колдонуудагы ченемдеринин негизги талаптарын аткарууну камсыздоочу конструктивдик системаны иштеп чыгуу үчүн имараттарды жана курулмаларды концептуалдуу долбоорлоонун алгачкы этаптарында эске алуу керек.

5.2 Концептуалдык долбоорлоонун баштапкы этабы

5.2.1 Концептуалдык долбоорлоонун баштапкы этабында сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имаратты баалоодо ушул ченемдерди жана имараттарды, курулмаларды долбоорлоодо жалпы болуп эсептелген талаптарды жана көрсөтмөлөрдү берүүчү башка ченемдик документтерди жетекчиликке алуу керек.

5.2.2 Сейсмикалык изоляциялоо системалары бар имараттарды концептуалдык долбоорлоонун баштапкы этабында, жалпы анализден тышкары, төмөнкүлөр керек:

- имараттардын сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдууга ылайыктуулугун баалоо;
- горизонталдык күчтөргө каршы туруучу конструктивдүү системанын сейсмикалык реакциясынын азайышынын зарыл болгон даражасын баалоо;
- сейсмикалык изоляциялоо системаларынын тибин (же айкалыштыруу ыкмасын) жана анын параметрлерин алдын ала тандап алууну жүзөгө ашыруу, алар сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн мүнөздөмөлөрүнүн жана касиеттеринин эсебинен жетишилет.

Сейсмикалык изоляциялоочу имараттын долбоордук чечимдерине баалоо жүргүзүү үчүн конструктивдик схемалардын жана эске алынуучу жүктөмдөрдүн алдын ала эсептик моделдерин түзүү керек, алар сейсмикалык эсептик кырдаалды кароодо зарыл болот.

Термелүүнүн натыйжалуу мезгилинин жана натыйжалуу илешкектүү демпфирлөөнүн коэффициентинин берилген маанилеринде беш кабаттуу имарат үчүн сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын талап кылынган параметрлерин алдын ала аныктоонун мисалы В тиркемесинде келтирилген.

5.2.3 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын жабдуу үчүн имараттын жарактуулугун баалоо төмөнкүлөрдү камтууга жана эске алууга тийиш:

а) имараттын план боюнча жана бийиктиги боюнча габариттик өлчөмдөрү. Мүнөздөмөлөр жана баалоолор субтүзүмгө да, супертүзүмгө да жайылышы керек;

б) сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдылбаган имараттын негизги тон боюнча термелүү мезгилдери;

в) имаратка эсептелген шамал жүктөмүнүн деңгээли;

г) сейсмикалык изоляцияланган имараттан чектеш курулуштарга чейинки аралыгы.

5.2.4 Жалпы учурларда, жаңы курулуш үчүн имараттарды сейсмикалык изоляциялоо системалары менен долбоорлоо артыкчылыктуу:

а) анда негизинде белгиленген супертүзүмдөр 1,0 с кем эмес негизги тон боюнча термелүү мезгилдери менен мүнөздөлөт;

б) анда сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн термелүүсүнүн натыйжалуу мезгилинин жана катуу негизи бар имараттын мезгилинин катышы 2,0 с кем эмес;

в) анда супертүзүмгө эсептелген шамалдын таасирине туура келген эң чоң суммалык горизонталдык күч алардын чоңдуктарынын мүнөздүү маанилери менен туруктуу таасирлер жана күч келүүлөр менен гана шартталган имараттын сейсмикалык изоляцияланган бөлүгүнүн салмагынын 10 % ашпайт.

5.2.5 Төмөн профилдүү мейкиндик конфигурациялары бар имараттарга кабаттуулугу боюнча I, II же III жоопкерчилик классындагы, тиешелүүлүгүнө жараша КР КЧ 20-02 боюнча аз кабаттуу, орто кабаттуу жана көп кабаттуу деп идентификацияланууучу курулуштар кириши мүмкүн.

Негиздүү учурларда типтердин ушул ченемдеринде каралуучу сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуу мейкиндик конфигурациясы чөккөн имараттар үчүн гана эмес, ошондой эле кабаттуулугу боюнча жоопкерчилик классына кирген (КР КЧ 20-02 караңыз) супертүзүмдөр жана конструктивдик типтери төмөн диссипативдик касиеттери менен мүнөздөлгөн жогорку кабаттуулуктагы имараттар үчүн да максатка ылайыктуу болушу мүмкүн.

5.2.6 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуунун эсебинен супертүзүмдүн эсептик сейсмикалык реакциясынын азайышынын талап кылынган даражасы имараттын арналышына жана анын экономикалык жана/же социалдык маанилүүлүгүнө жараша ар бир учурда жекече бааланышы керек.

Сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонуунун эсебинен супертүзүмдүн эсептик сейсмикалык реакциясынын азайышынын талап кылынган даражасын баалоодо 6.2.9 тиркемелерин эске алуу керек.

Эгерде супертүзүмдүн сейсмикалык реакциясынын эсептик минималдуу азайышына 2,0 эседен кем эмес жетишүү ишенимдүү болжолдонсо, сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жаңы имараттарды долбоорлоо максатка ылайыктуу болот.

Учурдагы курулуш имараттары үчүн сейсмикалык реакциянын зарыл болгон минималдуу азайышы алардын сейсмикалык туруктуулугунун тартыштыгына жараша болот.

5.2.7 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын конструктивдик системанын эсептик сейсмикалык реакциясынын азайышынын талап кылынган даражасын салыштыруу аркылуу тиешелүү анализдерден алынган натыйжалар боюнча баалоо керек:

- негизинде белгиленген катары эсептөөлөрдө каралуучу сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмгө жана сейсмикалык изоляциялоо системалары жок прототип имараттарга таасир этүүчү эсептик горизонталдык сейсмикалык жүктөмдөрдүн көлөмү (ошондой эле 5.2.3.б жана 5.2.4.а караңыз);
- сейсмикалык изоляциялоо системаларын супертүзүмдүн жана имарат-прототиптин тирөөч конструкцияларындагы статикалык жана сейсмикалык таасирлердин эсептик натыйжаларын эсептөө.

Сейсмикалык изоляциялоо системаларын супертүзүмдүн жана имарат-прототипке сейсмикалык эсептелген горизонталдык жүктөмдөр жүрүм-турум коэффициенттеринин (q) тиешелүү маанилерин эске алуу менен аныкталууга тийиш.

Жаңы имараттар үчүн сунушталган эсептик жүктөмдү минималдуу төмөндөтүүнүн мааниси сейсмикалык туруктуулуктун 50 % ашык тартыштыгы бар болгон курулуштардын имараттары үчүн сейсмикалык изоляциялоо системаларын колдонууда жетишсиз болушу мүмкүн.

5.2.8 Имарат үчүн сейсмикалык изоляциялоо системаларын алдын ала тандоодо төмөнкүлөрдү эске алуу керек:

- курулуш аянтчасында болжолдонгон сейсмикалык таасирлердин интенсивдүүлүгү жана спектралдык курамы;
- супертүзүмдүн салмагы;
- сейсмикалык изоляциялоо системалары каралып жаткан супертүзүмдүн жана/же имараттын сейсмикалык изоляциялоо системалары бөлүгүндөгү мазмунунун сейсмикалык реакциясын талап кылынган деңгээлге чейин азайтуу жөндөмдүүлүгү;

- тандалган сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын кысуучу вертикалдуу эксплуатациялык жана сейсмикалык оорчулуктарды кабыл алуу жөндөмдүүлүгү, анын ичинде супертүзүмдөрдүн субтүзүмдөргө карата чектүү горизонталдуу жылышуулар;
- тирөөчтөрдүн вертикалдык созуу күчтөрүн кабыл алуу жөндөмү;
- имараттардын пландагы жана бийиктиги боюнча асимметриялык даражасы;
- сейсмикалык изоляциялоо системаларын жер төлөнүн деңгээлинде же имараттын катуу жер астындагы бөлүгүнүн үстүндө жайгаштыруу мүмкүнчүлүгү.

5.2.9 Айрым сейсмикалык изоляцияланган таянычтарга карата супертүзүмдүн жергиликтүү, бир аз көтөрүлүшү, сейсмикалык изоляциялоо системаларынын деградациясына алып келбесе, керексиз катары каралышы керек.

Сейсмикалык изоляциялоо системаларын эсептөөдө сейсмикалык таасирлердин горизонталдык жана вертикалдык түзүүчүлөрүнүн аракетинин натыйжасында вертикалдык тартылуу күчүнөн ашкан сейсмикалык изоляцияланган таянычтарда вертикалдуу созуучу күчтөрдүн пайда болуу мүмкүндүгүн эске алуу зарыл. Чоюучу күчтөрдү кабыл алууга жөндөмсүз сейсмикалык изоляцияланган таянычтарды алардын көтөрүлүшүн же талкаланышын болтурбоочу конструкциялык чараларсыз колдонууга жол берилбейт.

Фрикциялык – кыймылдуу сейсмикалык изоляцияланган таянычтарды колдонууга (Б тиркемесин караңыз) ар кандай таянычтарда пайда болгон вертикалдуу созуучу күч жок болгон шартта жол берилет.

5.2.10 Сүрүлмөлүү кыймылдуу таянычтары бар сейсмикалык изоляциялоо системаларын долбоорлоодо төмөнкүлөрдү камсыз кылуу керек:

- вертикалдык тартылуу жүгүнүн пропорционалдуу чоңдугунун сүрүлүү күчүн аныктоо;
- масса борборлорунун жана сейсмикалык изоляциялоо системаларынын катуу таштар борборлорунун жоболорун айкалыштыруу;
- имараттын асимметриясынан келип чыккан моменттерди азайтуу боюнча конструктивдүү чараларды көрүү.

5.2.11 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын алдын ала тандоодо төмөнкүлөрдү эске алуу керек:

- горизонталдык сейсмикалык жүктөмдөрдү азайтуунун жана супертүзүмдүн салыштырмалуу жылыштарын чектөөнүн натыйжалуулугу, анткени демпфирлөөнүн жогорку мааниси $\xi \geq 20$ %;
- супертүзүмдүн айрым деңгээлдеринде ылдамдануунү локалдуу жогорулатуу мүмкүнчүлүгү, өзгөчө интенсивдүүлүгү 5-6 баллдык жер титирөөлөрдө;

- сейсмикалык изоляциялоо системаларынын термелүү мезгилине жакын өз термелүү мезгилдери бар баалуу мүлктү же жабдууларды камтыган супертүзүмдөрдү өзгөчө текшерүү зарылчылыгы.

5.3 Долбоорлоонун концептуалдык ортоңку этабы

5.3.1 Долбоордук чечимдерди кабыл алуунун ортоңку этабында төмөнкүлөр керек:

- сейсмикалык изоляциялоо системаларынын түрүн жана сейсмикалык изоляциялоочу катмарды түзүү үчүн колдонулуучу сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн номенклатурасын аныктоо жана конкреттештирүү;
- тандалып алынган курулуш аянтчасынын шарттары жана субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн конструкциялык-пландоо чечиминин өзгөчөлүктөрү үчүн алгылыктуу болуп саналган курулуш планынын горизонталдык проекциясынын чегинде сейсмикалык изоляциялоо системаларынын жайгашуусунун схемалык схемасын дайындоо;
- долбоорлонуучу имаратты сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдуунун экономикалык максатка ылайыктуулугун баалоо, ал сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн наркы менен, ошондой эле аларды монтаждоо, эксплуатациялоо шарттары, тейлөө жана башка жумуштар менен байланышкан кошумча техникалык иш-чараларды жүзөгө ашыруу зарылдыгы менен шартталган.

Сейсмикалык изоляциялоо системаларын орнотуунун милдеттүү шартында имаратты долбоорлоого анын экономикалык максатка ылайыктуулугун баалоосуз жол берилет.

5.3.2 Имаратка сейсмикалык изоляциялоо системаларын орнотуу үчүн алгылыктуу долбоордук чечимди тандоодон мурун төмөнкүлөр болушу керек:

- тандалган түзүлүштөрдүн (таянычтардын, демпферлердин, амортизаторлордун) касиеттери жөнүндө паспорттук маалыматтарга негизделген сейсмикалык изоляциялоо системаларынын талап кылынган параметрлеринин тактоочу эсеби;
- тандалган сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн иш жүзүндөгү параметрлеринин паспорттук маалыматтарга жана эсептик параметрлерге туура келишин эксперименттик текшерүү (В тиркемесин караңыз).

5.3.3 Долбоорлоонун максаттарына жетүү үчүн тактоочу эсептөөлөрдү жана сейсмикалык изоляциялоо системаларынын талап кылынган параметрлерине ылайыктуулугун баалоону жүзөгө ашырууда төмөнкүлөр зарыл:

а) тандалган параметрлер менен сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын реакцияларын жана пайдаланылуучу жана сейсмикалык таасирлерге

тандалып алынган конструкциялык схемасы менен сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн жүрүм-турумун болжолдоого жана баалоого мүмкүндүк берүүчү эсептөөлөрдүн комплексин аткаруу (5.1.2 караңыз);

б) тандалган сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин паспорттук маалыматтарын жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын салыштыруу. Салыштыруунун жыйынтыгы боюнча сейсмикалык изоляциялоо системаларынын жөндөмдүүлүгүн баалоо:

- ага түшкөн вертикалдык жана горизонталдык эсептелген жүктөрдү кабыл алуу;
- эсептөөлөрдүн натыйжаларына жана ушул нормалардын жоболоруна ылайык келген чектерде деформациялануу (6-бөлүктү караңыз);
- сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн реакциясын керектүү деңгээлге чейин азайтуу.

5.3.4 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын тандоодо супертүзүмдүн термелүүсү сейсмикалык изоляциялоо системалары катмарынын деңгээлиндеги горизонталдык жылышууларга салыштырмалуу минималдуу өзүнүн деформациясы менен мүнөздөлгөн катуу беттин жакындашын камсыз кылуу керек.

5.3.5 Эсептөөлөрдүн натыйжаларын талдоодо сейсмикалык изоляцияланган имараттардын сейсмикалык туруктуулугу супертүзүмгө горизонталдык жүктөмдөрдүн чоңдугунан гана эмес, ошондой эле сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын көтөрүмдүүлүгүнөн (бекемдигинен) жана супертүзүм менен субтүзүмдүн өз ара жылышууларынын жол берилген чектеринен да көз каранды экендигин эске алуу керек.

5.3.6 Эгерде сейсмикалык таасирлердин эсептик таасири сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн жол берилген параметрлеринен ашып кетсе же супертүзүмгө сейсмикалык жүктөмдөрдүн азаюу даражасы жетишсиз болсо, анда сейсмикалык изоляциялоо системаларына өзгөртүүлөрдү киргизүү жана эсептөөлөрдү кайталоо керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү тандоо жана аларды пайдалануу менен сейсмикалык изоляциялоо системалары түзүү субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн конструкциялык чечимдерин эске алуу менен ишке ашырылууга тийиш, алардын өз ара аракеттенүүсү сейсмикалык изоляциялоочур катмар аркылуу камсыз кылынат.

5.3.7 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын долбоорлоодо жана ишке ашырууда сейсмикалык изоляциялоочу элементтерге сыноолорду жүргүзүү жана зарыл болгон учурда бүтүндөй системанын эсептик параметрлерге, долбоордук жана ченемдик талаптарга ылайык келүүсүн тастыктоо керек.

Сыноолор 5.3.7.1–5.3.7.4-пункттарынын жоболоруна ылайык жүргүзүлүшү керек.

5.3.7.1 Сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин-өкүлдөрдүн паспорттук маалыматтарга жана талап кылынган параметрлерге жарактуу параметрлеринин шайкештигин эксперименттик текшерүү аларды долбоордо жана курулушта колдонууга чейин аткарылууга тийиш.

5.3.7.2 Сейсмикалык изоляциялоо системаларын тибинин жана схемасынын акыркы вариантын дайындоодон мурда сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн пайдаланылуучу анык (иш жүзүндөгү) параметрлеринин билдирилген паспорттук көрсөткүчтөргө ылайык келишин жана талап кылынган параметрлерди канааттандырууну эксперименттик текшерүү жүргүзүлүүгө тийиш (5.3.2 караңыз).

Сейсмикалык изоляциялоочу элементтерди-өкүлдөрдү эксперименттик текшерүү алар тастыкталууга тийиш болгон параметрлердин тизмесин регламенттөөчү сыноо программасына ылайык аткарылууга тийиш.

Сыноолор жер титирөөгө туруктуу курулуш боюнча адистештирилген, жер титирөөгө туруктуу курулуш жаатындагы эксперименттик-теориялык изилдөөлөрдүн тиешелүү тажрыйбасы бар адистештирилген уюмдардын, квалификациялуу адистердин жана керектүү жабдуулардын катышуусу менен аткарылышы керек.

Сыноо программасы, эреже катары, колдонуудагы стандарттардын техникалык талаптарына ылайык келүүгө жана текшерүүнү караштырууга тийиш:

- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн касиеттерине температуралык таасирлердин таасири;
- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн шамалга жана алсыз сейсмикалык таасирлерге туруштук берүүсү, ошондой эле катуу жер титирөөдөн кийинки абалы;
- горизонталдык циклдик жылышуулардын ар кандай чоңдуктарындагы сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн реакциялары;
- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн катуу жер титирөөдөн кийинки иштөө жөндөмдүүлүгү (баштапкы абалына карата жылышканда кайталанган сейсмикалык таасирлерге туруштук берүү жөндөмдүүлүгү).

5.3.7.3 Сейсмикалык изоляциялоочу системаны жалпысынан негиздүү учурларда, илимий-техникалык коштоонун же конкреттүү сейсмикалык изоляцияланган имарат үчүн иштелип чыккан атайын техникалык шарттардын талаптары боюнча эксперименттик текшерүүнүн зарылдыгын белгилөө керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу системаны эксперименттик текшерүү, эгерде ал мурда изилденбеген болсо же ушул жобонун талаптарына баш ийбеген сейсмикалык түзүлүштөрдү камтыса милдеттүү болот.

5.3.7.4 Сейсмикалык изоляциялоочу системаны элементтердин-өкүлдөрүнүн паспорттук маалыматтарына шайкештигин сыноонун натыйжалары аларды пайдалануу менен түзүлүүчү сейсмикалык изоляциялоочу системаны талап кылынган параметрлерди жетиштүү ишенимдүүлүк менен камсыз кыла тургандыгын ырастоого тийиш.

Эгерде сейсмикалык изоляциялоочу элементтерди-өкүлдөрдү сыноонун натыйжалары паспорттук маалыматтарга ылайык келбесе жана долбоорлоонун мурдагы этаптарында аткарылган эсептик текшерүүлөрдүн жана баалоолордун натыйжалары боюнча аныкталган максаттуу параметрлердин көрүнүшүн камсыз кыла албаса, анда долбоордук чечимдер кайра каралып чыгып, бардык аналитикалык баалоолор кайрадан аткарылууга тийиш.

Чечимдерди кайра карап чыгуу сейсмикалык изоляциялоочу таянычтардын жайгашуу схемасын, алардын санын өзгөртүүнү же сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү башка орнотмолорго алмаштырууну камтышы мүмкүн.

Сейсмикалык изоляциялоочу элементтерди-өкүлдөрдү сыноонун жыйынтыктары паспорттук маалыматтарга олуттуу дал келбеген учурда сейсмикалык изоляцияланган имараттын эсептөөлөрүнө тиешелүү тактоолорду киргизүү зарыл.

5.3.8 Сейсмикалык изоляциялоочу системанын тандалып алынган тибин колдонуунун жана аны түзүү үчүн сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн түрлөрүн пайдалануунун экономикалык максатка ылайыктуулугун баалоодо наркы сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн түрлөрүнөн көз каранды экендигин эске алуу керек:

- сейсмикалык изоляциялоо системасынын тибин тандоо;
- максаттуу параметрлерге жана конфигурацияга, пландагы жана бийиктиги боюнча имараттын башкы өлчөмдөрүнө, ошондой эле курулуштун сейсмикалык изоляциялоочу бөлүгүнүн салмагына жараша жетишүүгө көмөк көрсөтүүчү сейсмикалык изоляциялоочу системаны түзүү үчүн сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн түрлөрүн жана санын тандоо;
- имараттын конструкциялык-пландоо чечимдеринин өзгөчө өзгөчөлүктөрүн, анын ичинде сейсмикалык изоляциялоочу системаны жайгаштыруу жана аны андан ары тейлөө шарттарына карата;
- сейсмикалык изоляциялоочу системаны жана сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн иштөөсүнө жагымдуу шарттарды түзүү, анын ичинде аларды потенциалдуу коркунучтуу таасирлерден (өрттөн, агрессивдүү

чөйрөлөрдөн жана өтө нымдуулуктан, температуранын кескин өзгөрүшүнөн ж.б.) коргоо зарылдыгы менен байланышкан кошумча чыгымдар;

- сейсмикалык изоляциялоочу катмардан түздөн-түз төмөн жана жогору жанаша жайгашкан участоктордо субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн тирөөч конструкцияларына карата тиешелүү техникалык чечимдерди кабыл алуу зарылдыгы менен байланышкан кошумча чыгымдардын;
- супертүзүмдүн курчап турган топурак менен же чектеш курулуштар менен мүмкүн болгон өз ара аракеттенүүсүн жокко чыгаруучу деформациялык тигиштерди куруу зарылдыгы менен байланышкан кошумча чыгымдардын;
- имаратта аны кесип өтүүчү тепкич-лифт түйүндөрүнүн түзүлүш орду боюнча сейсмикалык изоляцияланган катмардын чегинде түзүмчөнүн жана супер түзүмдүн өз ара аракеттенүүсүн камсыз кылуучу тиешелүү техникалык чечимдерди кабыл алуу зарылдыгы менен байланышкан кошумча чыгымдардын;
- инженердик коммуникациялардын (суу түтүк, канализация, газ өткөргүч, электр, вентиляциялык ж.б. тармактар) коопсуз иштешин камсыз кылууга кошумча чыгымдар, алар сейсмикалык окуя учурунда үзгүлтүксүз иштөө жөндөмдүүлүгүн сактоо менен долбоорлонууга жана түзүмчөнүн жана супертүзүмдүн өз ара жылышуу мүмкүнчүлүгүн камсыз кылууга тийиш.

5.4 Концептуалдык долбоорлоонун акыркы этабы

5.4.1 Концептуалдык долбоорлоонун мурунку этаптарынын жана аткарылган эсептик текшерүүлөрдүн жана баалоолордун натыйжаларына таянуу менен (5.2 жана 5.3 караңыз) акыркы этапта сейсмикалык изоляциялоочу имараттын көлөмдүк-пландык жана конструкциялык долбоордук чечими кабыл алынат.

5.4.2 Сейсмикалык изоляциялоочу курулуштун төмөнкү бөлүгүнүн акыркы долбоордук чечимин дайындоодо, сейсмикалык изоляциялоочу системаны жайгаштыруу жана эксплуатациялоо боюнча талаптарга жооп берүүдөн тышкары:

- «топурак-субтүзүм-сейсмикалык изоляциялоо-супертүзүм» глобалдык системасында өз ара аракеттенүүнү эске алуу менен субтүзүм системасынын жана анын конструкциялык схемасынын ишенимдүүлүгүн жана шайкештигин текшерүү;
- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү орнотуунун дайындалган схемасын эске алуу менен конструкциялык элементтердин субтүзүмүн түзүүчү габариттик өлчөмдөрдүн жана геометриялык параметрлердин жетиштүүлүгүн текшерүү;
- статикалык жана сейсмикалык таасирлердин таасирине туруштук берүүдө, анын ичинде геотехникалык аспектилерди кароодо субтүзүм

системасынын жана аны түзүүчү конструкциялык элементтердин тиешелүү эсептик текшерүүлөрүн аткаруу;

- эсептик текшерүүлөрдүн натыйжалары боюнча субтүзүмгө сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү орнотуу жана бекитүү менен байланышкан техникалык чечимдерди эске алуу менен тирөөч конструкцияларды деталдаштырууну аткаруу жана долбоордук документтердин жумушчу чиймелерин белгиленген тартипте тариздөө.

5.4.3 Сейсмикалык изоляциялоочу курулуштун жогорку бөлүгүнүн долбоордук чечиминин акыркы вариантын дайындоодо фундаменталдык талаптарга ылайык келүүдөн тышкары жер титирөөгө туруктуу:

- сейсмикалык изоляциялоочу катмардын үстүндө жайгашкан жана супертүзүм системасынын ажырагыс бөлүгү болгон ростверк конструкциясынын көтөргүчтүгүн текшерүү;

- супертүзүм системасынын конструкциялык схемасынын өзгөчөлүктөрүнө жооп берген ростверк конструкциясынын габариттик өлчөмдөрүнүн жана геометриялык параметрлеринин жетиштүүлүгүн текшерүү;

- статикалык жана сейсмикалык таасирлердин таасирине туруштук берүүдө супертүзүм системасын жана аны түзүүчү конструкциялык элементтерди тиешелүү эсептик текшерүүлөрдү жүргүзүү;

- эсептик текшерүүлөрдүн жыйынтыгы боюнча супертүзүм системасынын тирөөч конструкцияларын ростверктин тирөөч конструкциясына сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү орнотуу жана бекитүү менен байланышкан техникалык чечимдерди эске алуу менен деталдаштырууну аткаруу жана долбоордук документтердин жумушчу чиймелерин белгиленген тартипте тариздөө.

5.4.4 Сейсмикалык изоляциялоочу системаны түзүү боюнча долбоордук чечим төмөнкүдөй жумушчу чиймелерде чагылдырылууга тийиш:

- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү жайгаштыруу схемаларын жана алардын долбоордук маркировкасын иштеп чыгуу жана киргизүү;

- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү адистештирүү жана алардын мүнөздөмөлөрүнө, касиеттерине, параметрлерине талаптарды көрсөтүү;

- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү подструкциянын жана үстүнкү курулуштун таяныч конструкциялары менен бириктирүү үчүн монтаждоочу агрегаттарды иштеп чыгуу жана камсыз кылуу;

- монтаждоо иштерин жүргүзүү жана тиешелүү деңгээлдеги контролду камсыз кылуу үчүн зарыл болгон коштоочу талаптарды, көрсөтмөлөрдү жана сунуштарды берүү.

6 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен имараттарга талаптар

6.1 Негизги талаптар

6.1.1 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттарды долбоорлоодо кыйроонун алдын алуу жана зыянды чектөө боюнча талаптарды ишенимдүүлүктүн зарыл даражасы менен камсыз кылуу керек.

Долбоорлоодо имараттын төмөнкү жана жогорку бөлүктөрүнүн сейсмикалык изоляциялоочу катмар менен бөлүнгөн көлөмдүк-пландык жана конструкциялык долбоорлорун кабыл алуу керек, алар ушул ченемдер жана КР КЧ 20-02 менен белгиленген концепциялык долбоорлоонун негиз салуучу принциптерине жана критерийлерине ылайык келишин камсыз кылуу керек.

6.1.2 Сейсмикалык изоляциялоочу системанын тибин жана сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү түрлөрүн, ошондой эле сейсмикалык изоляциялоочу катмарды түзүү боюнча иш-чараларды тандоо төмөнкүлөрдү камсыз кылууга тийиш:

- горизонталдык ийкемдүүлүк жана жогорку вертикалдык катуулук менен вертикалдык жүктөрдү кабыл алуу;
- конструкциялык системанын бийиктиги боюнча үзгүлтүксүздүгү;
- илешкектүү же гистерезис энергиясынын таралышы;
- жылышуунун өсүшү менен каршылык көрсөтүү күчтөрүн көбөйтүү;
- кайталануучу циклдик жүктөөлөрдөгү касиеттердин туруктуулугу;
- сейсмикалык эмес горизонталдык жүктөмдөрдө (мисалы, шамалдан) эксплуатациялоо процессинде келип чыгуучу горизонталдык жылышууларды чектөө;
- сейсмикалык горизонталдык таасирлерде супертүзүмдөрдү жана субтүзүмдөрдүн өз ара горизонталдык жылышууларын чектөө;
- сейсмикалык күчтөр токтогондон кийин супертүзүмдүн баштапкы туруктуу тең салмактуулук абалына кайтып келиши;
- орнотуунун ыңгайлуулугу жана борборлоштуруу мүмкүнчүлүгү.

6.1.3 Сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин касиеттери эксплуатация процессинде жана кайталанган циклдик жүктөмдөрдө өзгөрүшү же маанилердин диапазону менен мүнөздөлүшү мүмкүн. Эгерде сейсмикалык изоляциялоочу имараттарды эсептөө ушул элементтердин эсептик параметрлеринин консервативдик маанилерин пайдалануу менен жүргүзүлсө, сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин касиеттерин өзгөртүүгө жол берилет.

6.1.4 Сейсмикалык изоляциялоо системасын түзүү үчүн тандалган сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр жогорку ишенимдүүлүккө ээ болушу керек.

Ар бир сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштү тандоодо чоңойтуу коэффициенттерин колдонуу менен баалоону талдоодон жана анын параметрлерин текшерүүдөн алынган эффекттерди эске алуу зарыл:

а) γ_x – сейсмикалык жылышууларга карата (6.2.2 караңыз);

б) γ_z – натыйжада вертикалдык сейсмикалык күчтөргө карата (6.2.3 караңыз).

6.2 Шайкеш келүү критерийлери

6.2.1 Сейсмикалык эсептешүү кырдаалын кароодо сейсмикалык изоляциялоочу имаратты долбоорлоонун пайдубал талаптарын сактоо үчүн төмөнкүлөр текшерилүүгө тийиш:

– критикалык чектик абал (ULS);

– зыянды чектөө боюнча чектик абал (DLS).

6.2.2 Ар бир сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштү тандоодо көбөйтүү коэффициентин эске алуу менен буюмдун өндүрүүчүсүнөн алынган маалыматтарды талдоодон алынган эсептик сейсмикалык жылышууларды эске алуу керек – γ_x =1,2 (6.1.4.а караңыз).

6.2.3 Өндүрүүчүнүн маалыматтарын талдоодон алынган ар бир сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштү тандоодо вертикалдуу сейсмикалык күчтөрдүн (чоюучу жана кысуучу) эсептелген маанилерин көбөйтүү коэффициентин эске алуу керек – γ_z = 1,3 (6.1.4.б караңыз).

6.2.4 Сейсмикалык эсептик кырдаалдагы жабыркоолорду чектөө боюнча чектүү абалдарды текшерүүнүн натыйжалары сейсмикалык изоляциялоочу имараттын тегерегиндеги тигиштерди кесип өтүүчү коммуникациялардын жашоо-тиричилигин камсыз кылуучу линияларын долбоорлоодо эске алынууга тийиш, бул сейсмикалык окуялар учурунда серпилгич иштин чегинде калмак.

6.2.5 Зыянды чектөө боюнча чектүү абалда түзүмчөлөрдүн жана супертүзүмдүн кабаттарынын кыйшаюусу чектелиши керек.

Эгерде КР КЧ 20-02 башкача көрсөтүлбөсө, төмөнкү кошумча чектөөлөр каралышы керек:

а) конструкциялык системага бекем бекитилген морт материалдан жасалган жүк көтөрбөгөн конструкциялык элементтери бар имараттар үчүн:

$$d_{rs} v \leq 0{,}0025 h, \qquad (6.1)$$

мында d_{rs} – горизонталдуу кабат которуу КР КЧ 20-02 талаптарга ылайык эсептелген; h – кабаттан бийиктиги; v – илимий-техникалык коштоонун маалыматтары боюнча кабыл алынган же 0,25ке барабар редукция коэффициенти.

б) конструкциялык системага бекитилген, көтөрбөй турган пластикалык конструкциялык элементтери бар имараттар үчүн:

$$d_{rs}v \leq 0{,}00375h; \qquad (6.2)$$

в) конструкциялык системанын деформациясына таасир этпегендей кылып бекитилген конструкциялык элементтери жок имараттар үчүн, ошондой эле конструкциялык элементтери жок имараттар үчүн:

$$d_{rs}v \leq 0{,}005h. \qquad (6.3)$$

Редукция коэффициенти v зыянды чектөө боюнча талаптарды текшерүүдө эске алынуучу сейсмикалык таасирлердин кайталанышынын аз мезгилин, кыйроолор жок талаптарды текшерүүдө эске алынуучу жер титирөөлөрдүн кайталануу мезгилине караганда эске алат.

6.2.6 Критикалык абалда сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн бекемдиги жана деформацияланышы боюнча талаптарды эске алуу менен анын көтөрүмдүүлүгү коопсуздуктун тиешелүү коэффициенттерин колдонууда ашпоого тийиш (6.2.2, 6.2.3 жана 8.8.6 караңыз).

6.2.7 Бул ченемдерде имараттардын толук сейсмикалык изоляциялоочу гана каралат, мында эсептик кырдаалдын шарттарында супертүзүм серпилгич деформациялар жаатында иштейт.

6.2.8 Айрым учурларда субтүзүмдүн ийкемсиз жүрүшүнө жол берилет, бирок азыркы ченемдерде ал ийкемдүү иштин чегинде калат деп болжолдонууда.

6.2.9 Өтө оор абалда сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр эң жогорку эсептөө параметрлерине жетиши мүмкүн.

Супертүзүм жана түзүмчө ийкемдүү иштин чегинде калышы керек. Бул шарт аткарылса, супертүзүмдү жана субтүзүмдү капаситивдүү долбоорлоо методунун катуу эрежелерин колдонуу, ошондой эле пластикалык иштөөнү камсыз кылуу максатында аларды куруу зарылчылыгы жок.

6.2.10 Эгерде сейсмикалык изоляциялоочу имараттын супертүзүмүнүн конструкциялык каршылык системасы сейсмикалык таасирлерде анын пластикалык иштешин камсыз кылуу үчүн долбоорлонсо (5.1.6 - диссипативдик жүрүм-турум жөнүндө концепцияны караңыз), анда бул ага туура келген сейсмикалык жүктөмдөрдү азайтпастан, терс таасирлерге да алып келиши мүмкүн.

Пластикалуулуктун M же H концептуалдык классы менен супертүзүмдүн конструкциялык системасын долбоорлоонун максатка ылайыксыздыгы 6.2.11 келтирилген айрым себептер менен түшүндүрүлүшү мүмкүн.

6.2.11 Сейсмикалык изоляциялоочу имаратты концептуалдуу долбоорлоодо сейсмикалык термелүүлөрдүн энергиясынын диссипациясы сейсмикалык изоляциялоо системасы менен камсыздалат, ал эми супертүзүмдүн конструкциялык элементтери серпилгич деформациянын чегинде иштейт деп

болжолдонот. Бул шартты тастыктоо үчүн супертүзүмдүн диссипативдик касиеттерин мүнөздөөчү натыйжалуу илешкектүү демпфирлөө коэффициентинин маанисин туюнтууга ылайык аныктоого жол берилет (6.4):

$$\xi = \frac{\xi_B + \xi_{SI}\frac{C_B}{C_{SI}}}{1+\frac{C_B}{C_{SI}}}, \qquad (6.4)$$

мында ξ_B – негизине бекитилген үстүнкү түзүлүштүн диссипативдик касиеттерин мүнөздөөчү натыйжалуу илешкектүү демпфинг коэффициенти; ξ_{SI} – сейсмикалык изоляциялоо системасы диссипативдик касиеттерин мүнөздөөчү натыйжалуу илешкектүү демпфирлөө коэффициенти; C_B – базага бекитилген супертүзүмдүн горизонталдык катуулугу; C_{SI} – сейсмикалык изоляциялоо системасы горизонталдык катуулугу.

Ушундан улам (6.4), супертүзүм менен сейсмикалык изоляциялоо системасынын ортосундагы горизонталдык катуулуктун олуттуу айырмасынан улам, супертүзүмдүн энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү сейсмикалык изоляциялоочу супертүзүмдүн ξ натыйжалуу илешкектүү демпфирлөө коэффициентинин чоңдугуна олуттуу таасир этпейт.

6.2.12 Супертүзүмдү курчап турган топурактан же чектеш курулуштардан бөлүп турган тигиштерден өтүүчү газ өткөргүч линияларын жана башка кооптуу коммуникацияларды өтө оор абалда супертүзүмдүн салыштырмалуу жылыштарында коопсуз иштеши камсыз кылынгыдай кылып долбоорлоо зарыл. Бул 6.1.4 жана 6.2.2 келтирилген көбөйтүү коэффициентин γ_x эске алуу керек.

Мындай коммуникациялардын ийкемдүүлүгү сейсмикалык изоляциялоочу системаны ийкемдүүлүгүнө салыштырмалуу жетишерлик чоң экендигине ынануу керек жана коммуникациялардын суммалык реакциясы имараттын сейсмикалык изоляцияланган бөлүгүнүн кыймылына байкаларлык өзгөрүүлөрдү алып келбейт.

Зарыл болгон учурда, сейсмикалык изоляциялоочу катмардын деңгээлиндеги ийкемдүү бирикмелер жана компенсаторлор байланышка киргизилиши керек.

6.3 Долбоорлоо үчүн негизги жоболор

Сейсмикалык изоляциялоо түзүлүштөрү үчүн негизги жоболор

6.3.1 Супертүзүм менен субтүзүмдүн ортосунда, башка иш-чаралар менен катар, курулманы эксплуатациялоо мезгилинде сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү жайгаштыруу, текшерүү, техникалык тейлөө, борборлоштуруу жана алмаштыруу үчүн жетиштүү орун болушу керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу система катмарынан жогору жана төмөн пол плиталарынын же башка конструкциялардын ортосундагы аралык, алар сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү, түтүктөрдү, байланыш системасын жана башка курулуш жабдууларын текшерүүгө тоскоол болбошу керек.

6.3.2 Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр өрт, химиялык жана биологиялык чөйрөнүн агрессивдүү таасири сыяктуу потенциалдуу коркунучтуу таасирлерден корголушу керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу системаны тибине жана сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн пайдаланылуучу түрлөрүнө жараша долбоордук документтерде аларды коргоого жана алардын иштешинин жагымдуу шарттарын түзүүгө багытталган иш-чаралар каралууга тийиш.

Пайдубалдын түбүнө дренаждык тешиктерди орнотуу керек же сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөргө нымдуулуктун таасирин болтурбоо үчүн башка чараларды көрүү керек.

6.3.3 Сейсмикалык изоляциялоочу имараттарды долбоорлоодо пайдаланылуучу конструкциялык материалдар жана сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн элементтери колдонуудагы ченемдик жана нускамалык документтердин талаптарына ылайык келүүгө тийиш.

6.3.4 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен имаратты долбоорлоодо сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр боюнча кошумча маалымат илимий-техникалык колдоо маалыматтарынан же атайын техникалык шарттардан, EN 15129, EN 1337, ISO 22762, ISO 23618 стандарттарынан жана көрсөтүлгөн стандарттарга жооп берген жана сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү өндүрүүчүлөр тарабынан берилген техникалык талаптардан алынышы керек.

Аралашуу контролу

6.3.5 Сейсмикалык изоляциялоочу системаны эффективдүү катуулук борбору жана демпфирлөө борбору сейсмикалык изоляциялоо катмарынын бетине супертүзүмдүн масса борборунун проекциясына жакыныраак жайгашышы керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу системаны сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн супертүзүмдө вертикалдуу тирөөч конструкциялардын (баштапкы колонналардын, тирөөч дубалдардын) жайгашуусуна карата жайгашуу схемасынын тең салмактуулугун эске алуу менен дайындалууга тийиш.

6.3.6 Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн ишиндеги айырмачылыктарды азайтуу үчүн аларда туруктуу жүктөмдөрдөн келип чыккан кысуучу стресстер мүмкүн болушунча бирдей камсыз кылынышы керек.

6.3.7 Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр супертүзүмгө да, субтүзүмгө да бекитилиши керек.

6.3.8 Сейсмикалык изоляциялоо системасынын конструкциянын соккулары жана мүмкүн болуучу буралуу кыймылдары тийиштүү конструкциялык чараларды колдонуу менен чектелгендей долбоорлонууга тийиш (мисалы, түзүмчө системасындагы коргоочу тоскоолдуктар)

Сейсмикалык изоляцияланган имараттар иштелип чыкпашы керек, анда супертүзүмдөр план боюнча жана/же бийиктиги боюнча өтө эле туура эмес деп бөлүнөт.

6.3.9 Сокку жүктөмдөрүнө тиешелүү болгон 6.3.8-талаптар, эгерде соккулардын таасири тиешелүү түзүлүштөрдүн (мисалы, демпферлер, амортизаторлор ж.б.) жардамы менен алынып салынса аткарылды деп эсептелет.

Эгерде супертүзүм планда жана/же бийиктиги боюнча орточо тартипсиз катары классификацияланса (КР КЧ 20-02-тиркемени караңыз), анда сейсмикалык изоляциялоочу таянычтарды демпферлер жана/же амортизаторлор менен айкалыштыруу менен сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн комбинацияланган системаны колдонууга жол берилет.

Субтүзүмдөрдө жана супертүзүмдөрдө сейсмикалык изоляциялоочу катмардын үстүндө жана астында жайгашкан конструкциялык элементтерге талаптар

6.3.10 Жердин тегиз эмес сейсмикалык кыймылдарынын таасирин азайтуу үчүн сейсмикалык изоляциялоочу катмардын үстүндө жана астында жайгашкан конструкциялык элементтер сейсмикалык изоляциялоочу имараттарда горизонталдуу жана вертикалдуу багытта жетишерлик катуу долбоорлонууга тийиш.

6.3.11 Талапты аткаруу үчүн 6.3.10-пунктунда төмөнкү шарттар канааттандырылууга тийиш:

а) сейсмикалык изоляциялоочу системаны жогору жана төмөн жагында темир бетон плиталар же алардын деформацияларынын тиешелүү локалдык жана жалпы түрлөрүн эске алуу менен долбоорлонгон кайчылаш устундар системасы түрүндө жасалган катуу горизонталдуу диафрагмалар каралышы керек;

б) сейсмикалык изоляциялоочу системаны түзүүчү түзүлүштөр эки учунда түздөн-түз катуу горизонталдуу диафрагмаларга бекитилиши керек (жогоруда а пунктчасын караңыз) же эгер бул мүмкүн болбосо, сейсмикалык эсептик кырдаалда салыштырмалуу горизонталдык жылышуусу сейсмикалык эсептешүү системасынын горизонталдык деформацияларынын 1/20 аз болушу керек болгон вертикалдуу элементтердин жардамы менен бекитилиши керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу катмардан түздөн-түз төмөн жана жогору жайгашкан субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн конструкциялык элементтери алардын көтөрүмдүүлүгү жана ар бир сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн орнотулган жери боюнча геометриялык параметрлери анын талап кылынган абалда ишенимдүү фиксацияланышын жана анкердик түзүлүштөр аркылуу түзүмчөгө жана супертүзүмгө тиешелүү түрдө бекитилишин камсыз кылгыдай долбоорлонууга жана деталдаштырылууга тийиш.

6.3.12 Субтүзүмгө сейсмикалык изоляциялоочу системанын бар пайдубал катары же түзүмдүн катуу төмөнкү сейсмикалык изоляциялоочу система катары долбоорлонушу мүмкүн.

Субтүзүм анын каршылык системасынын түзүмдүк схемасы концептуалдык долбоорлоонун негизги принциптерин жана критерийлерин (5.1.14 караңыз) жана ушул бөлүмдүн көрсөтмөлөрүн канааттандыруу үчүн адекваттуу түрдө иштелип чыгышы керек.

6.3.13 Сейсмикалык изоляциялоочу катмардан төмөн техникалык кабат түзүү сунушталат, анын конструкциялык-пландоо чечими 6.3.1, 6.3.2, 6.3.8-талаптарынын аткарылышын, анын ичинде талап кылынган бийиктиктин сакталышын жана инженердик коммуникациялар тармактарынын түзүлүшүн камсыз кылууга тийиш.

Субтүзүмдүн конструкциялык элементтери, эреже катары, монолиттүү темир бетондон жасалышы керек, аларды долбоорлоодо КР КЧ 20-02, КР КЧ 52-02 жана ушул ченемдердин жоболорун жетекчиликке алуу керек.

6.3.14 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен имаратты долбоорлоодо:

- фундаменттин жана жер астындагы түзүмдүк элементтердин супертүзүмдүн реакциясынан келип чыккан таасирлерди олуттуу калдык деформацияларсыз кабыл алуу жөндөмдүүлүгүн текшерүү керек;
- фундаменттерди жана алардын супертүзүм менен байланыштарын эсептөө жана конструкциялоо бүт имараттын бирдей сейсмикалык бузулууга дуушар болушун камсыз кылышы керек;
- фундаменттин тибин, алардын өлчөмүн жана түптөлүшүнүн тереңдигин тандоодо КР КЧ 20-02 жоболорун жана сейсмикалык таасирлерде фундаменттердин жүрүшү аныкталбагандыгына байланыштуу тобокелдиктерди чектеген ушул ченемдерди сактоо керек;
- пайдубалдардын кабыл алынган катуулугу сейсмикалык таасирлер учурунда жүктөрдүн үстүнкү конструкциядан топурак түбүнө бирдей берилишин жана жеке курулуш тирөөчтөрүнүн горизонталдуу жана вертикалдык кыймылдарынын бирдейлигин камсыз кылууга тийиш.

6.3.15 Бир куруу үчүн, негизинен, пайдубалдын бир гана түрүн колдонуу керек. Өзгөчө динамикалык көз карандысыз бөлүктөрдөн турган көпүрөлөр жана курулуштар.

6.3.16 Фундамент бийиктиги боюнча бир деңгээлдүү түзүмчөнүн болушу мүмкүн, ал фундамент плитасын же фундамент ленталарынын кайчылаш системасын, түркүк-устундар түрүндөгү таяныч конструкциялардын системасын (тизмектүү кесилиши өнүккөн кыска поплитель тибинде) жана/же дубал-диафрагмаларды, ошондой эле зарыл болгон учурда сырткы фундамент дубалдарын (таяныч катары) камтыйт. Горизонталдык диафрагманын сейсмикалык изоляциялоо катмарынан төмөн субтүзүмдө дискреттик вертикалдуу таяныч конструкциялардын (мамы-устундар жана/же дубал-диафрагмалар) үстү боюнча кайчылаш устундар-таянычтар (башкы эки багытта бириктирүүчү устундар) системасы каралышы мүмкүн.

6.3.17 Супертүзүмдүн вертикалдуу конструкциялык элементтеринин конструкциялык схемасы сейсмикалык изоляциялоо системасы сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын жайгашуусу менен макулдашылышы керек. Вертикалдуу конструкциялык элементтердин проекцияларынан (дубал – диафрагмалар, түркүк-устундар) тышкары устундар-таянычтардын аралыктуу участокторуна сейсмикалык изоляциаланган таянычтарды орнотууга жол берилбейт.

Сейсмикалык изоляциялоочу катмардын түбүнүн деңгээлинде вертикалдуу конструкциялык элементтердин салыштырмалуу горизонталдык жылышуулары чектелүүгө жана жол берилген чоңдуктардан ашпоого тийиш (6.3.11.б караңыз).

6.3.18 Сейсмикалык изоляцияланган катуу төмөнкү бөлүгү бийиктиги боюнча эки же андан көп деңгээлдеги түзүмчө болушу мүмкүн жана бирдиктүү каршылык системасына бириктирилген фундаментти, вертикалдуу жана горизонталдуу конструкциялык элементтерди (дубалдар, мамычалар, устундар, плиталар) камтышы мүмкүн.

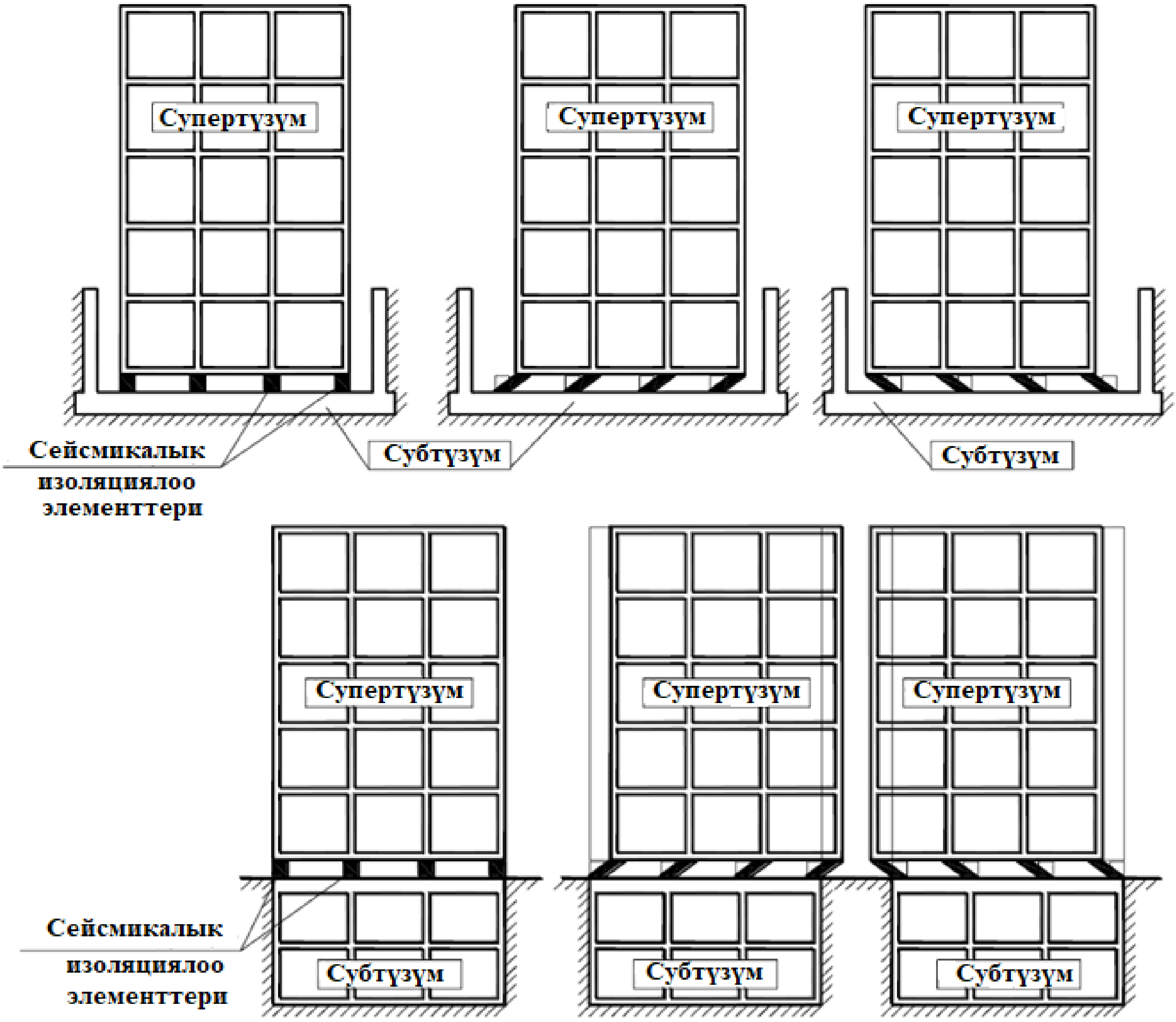
6.3.19 Эреже катары, түзүмдүн сейсмикалык изоляциялоонун үстүнкү бөлүгүндөгү конструкциялык системасы анын каршылык системасынын түзүмдүк схемасы концептуалдык долбоорлоонун негизги принциптерине жана критерийлерине көбүрөөк жооп бериши үчүн адекваттуу түрдө иштелип чыгышы керек.

Супертүзүм системасынын түбүндөгү сейсмикалык изоляцияланган катмардын жогору жагында ростверк конструкциясын катуу горизонталдык диафрагма катары түзүү (6.3.11 караңыз. а) жана фундаменттик конструкциянын функцияларын аткаруу сунушталат.

6.3.20 Супертүзүмдүн негизиндеги ростверк конструкциясы, эреже катары, каттуу монолиттүү темир-бетон плитсы түрүндө жасалышы керек. Эгерде суперстүзүмдүн конструкциялык системасы бири-бири менен кайчылаш

кесилиштеринин өлчөмдөрү жана горизонталдуу катуу нерселер менен айырмаланган тирөөч дубалдардын дискреттик саны менен берилсе, анда куту түрүндөгү же кессон тибиндеги ростверк катуу монолиттүү темир-бетон конструкциясын кабыл алат.

6.3.21 Сейсмикалык изоляциялоо системасы же катуу түбү бар имараттардын принципиалдуу конструкциялык чечимдери 6.1-сүрөттө схемалык түрдө чагылдырылган.



6.1-сүрөт – Сейсмикалык изоляцияланган имараттардын туурасынан кеткен профилдеринин схемалык түрлөрү

Сейсмикалык таасирлерде супертүзүмдүн жылышын камсыз кылуу

6.3.22 Ушул ченемдерде каралган сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр жылышуу катуулугу төмөн (горизонталдык ийилгичтик) болууга жана сейсмикалык күч келүүлөрдүн таасиринде супертүзүмдүн субтүзүмгө карата олуттуу горизонталдуу жылышуусунун мүмкүндүгүн камсыз кылууга тийиш.

6.3.23 Сейсмикалык изоляцияланган имараттарды долбоорлоодо бардык архитектуралык-курулуштук жана инженердик чечимдер сейсмикалык таасирлер менен эсептелген сейсмикалык изоляцияланган катмардан жогору жайгашкан супертүзүмдүн ордун которуу факторун эске алуу менен дайындалышы керек жана төмөнкү талаптарды сактоо керек:

- супертүзүм менен аны курчап турган кыртыштын, субтүзүмдүн конструкцияларынын жана чектеш курулмалардын ортосунда эсептик сейсмикалык таасирлерде супертүзүмдүн бардык багытта жылышуусу үчүн жетиштүү мейкиндик (боштуктар) каралышы керек (6.1-сүрөттү караңыз);
- сейсмикалык изоляцияланган имараттын айланасында (сырткы периметри боюнча) кирүү мүмкүнчүлүгү чектелген бош жерлерди камсыз кылуу сунушталат. Бош зоналардын туурасы бардык багыттар боюнча сейсмикалык изоляциялоо системасы менен камсыз кылынган супертүзүмдүн мүмкүн болгон эң чоң жылышуусунун чоңдугунан 2-3 эседен кем болбошу керек;
- субтүзүмдүн ички мейкиндигине кире бериштерди сырттан кароо, ошондой эле зарыл болгон учурда субтүзүмдүн дубалдарындагы жана жабууларындагы айрым технологиялык чуңкурларды, тешиктерди кароо сунуш кылынат;
- эреже катары, конструкциялары сейсмикалык изоляциялоочу катмарды кесип өткөн тепкич-лифт түйүнүн куруу аркылуу сейсмикалык изоляциялоочу имараттын жогорку жана төмөнкү бөлүктөрүнүн ортосундагы функционалдык өз ара байланышты караган жана татаал инженердик-техникалык чечимдерди кабыл алууну, анын ичинде анын айланасындагы тийиштүү деформациялык тигиштерди камсыз кылууга карата чечимдерди караган архитектуралык долбоордук чечимдерден качуу сунушталат.

7 Эсептөөдө эске алынуучу сейсмикалык таасирлер жана сейсмикалык изоляциялоо системасынын касиеттери

7.1 Сейсмикалык таасирлер

7.1.1 Сейсмикалык изоляциялоочу системаны имараттарды долбоорлоодо сейсмикалык таасирлердин параметрлери 7.1.2-7.1.6-пункттардагы нускамаларга

ылайык, имаратты функционалдык арналышы боюнча II, III же IV жоопкерчилик класстарына классификациялоону, ошондой эле кабаттуулугу боюнча КР КЧ 20-02 имараттын жоопкерчилигин классификациялоону эсепке алуу менен аныкталышы керек.

7.1.2 Сейсмикалык таасир этүүнүн горизонталдык жана вертикалдык компонентинин бир убакта аракети каралышы керек.

7.1.3 Горизонталдык сейсмикалык таасир ийкемдүү реакциялардын бирдей спектрлери менен мүнөздөлгөн эки ортогоналдык компонент менен сүрөттөлөт.

Зарыл учурда (илимий-техникалык коштоодо) горизонталдык сейсмикалык таасирдин ортогоналдык компоненттери ар кандай формадагы серпилгич реакциянын спектрлери менен сүрөттөлгөн учурлар такталышы мүмкүн.

7.1.4 Вертикалдык сейсмикалык таасир горизонталдык тегиздикке ортогоналдык компонент менен сүрөттөлөт жана горизонталдык компоненттерге туура келген реакциялардын спектрлеринен айырмаланган реакциялардын спектри менен мүнөздөлөт.

7.1.5 Эгерде функционалдык арналышы боюнча II, III же IV жоопкерчилик классына киргизилген долбоорлонуучу имаратта супертүзүм 5 (бешке) чейинки кабат кошулган бийиктикте (I же II кабаттуулук боюнча жоопкерчилик классы) каралса, анда сейсмикалык таасирдин ар бир компонентин мүнөздөөчү серпилгич реакциялардын спектрлеринин ординаталарынын маанилери жергиликтүү топурак шарттарына, a_g топурактын эсептик ылдамдануусуна жараша, ошондой эле γ_I – жоопкерчилик коэффициентинин тиешелүү маанисинде аныкталышы керек.

I же II кабаттуулугу боюнча жоопкерчилик класстарына киргизилген имараттар үчүн γ_I жоопкерчилик коэффициенти функционалдык арналышы боюнча жана кабаттуулугу боюнча имараттын жоопкерчилик класстарынын айкалышын эске алган γ_{Ih} жана γ_{Iv} коэффициенттеринин маанилерин белгилеген КР КЧ 20-02 көрсөтмөлөрүнө ылайык кабыл алынышы керек.

7.1.6 Эгерде функционалдык арналышы боюнча II, III же IV жоопкерчилик классына киргизилген долбоорлонуучу имаратта супертүзүм бийиктиги боюнча 5 (беш) кабаттан ашык санда каралса, анда сейсмикалык таасирдин ар бир компонентин мүнөздөөчү серпилгич реакциялардын спектрлеринин ординаталарынын маанилери γ_I=1,0 барабар жоопкерчилик коэффициентинин маанисинде, бирок (7.1) – (7.3) туюнтмаларынын жардамы менен аныкталган $\gamma_h(T)$ жогорулоочу коэффициентинин тийиштүү маанилерин эске алуу менен 7.1.5 ылайык аныкталган реакциялардын спектрлеринин ординаталарынын маанилеринин көбөйтүндүсү катары аныкталышы керек:

$0 \le T \le 0{,}1$ сек. болгон учурда

$$\gamma_h(T) = 1{,}0 + 10 \cdot T \cdot \left(\gamma_{h,(T=0,1)} - 1{,}0\right),\ \text{бирок}\ \gamma_\text{I}\ \text{кем эмес;} \qquad (7.1)$$

$0{,}1 \leq T \leq 4$ сек. болгон учурда

$$\gamma_h(T) = \frac{1{,}4}{1{,}4 - 0{,}02 \cdot (n-5))} + 0{,}00625 \cdot T \cdot (n-5),\ \text{бирок}\ \gamma_\text{I}\ \text{кем эмес жана 1,8 ашык эмес;} \qquad (7.2)$$

$T > 4$ сек. болгон учурда

$$\gamma_h(T) = \gamma_{h,(T=4)}, \qquad (7.3)$$

мында T=0,1 сек жана T=4 сек болгон учурда (7.2) формула боюнча аныкталган $\gamma_{h,(T=0,1)}$ жана $\gamma_{h,(T=4)}$ – $\gamma_h(T)$ коэффициентинин маанилери; T – реакциялардын спектринин ординаталарынын мааниси аныкталган термелүү мезгилдери; n – имараттагы супертүзүмдүн кабаттарынын саны ($5 \leq n \leq 19$).

7.1.7 $M_S \geq 6{,}5$ магнитудасы менен потенциалдуу активдүү жер жаракасына жакын жайгашкан IV жоопкерчилик классындагы имараттар үчүн жергиликтүү топурактуу шарттар гана эмес, сейсмикалык булактан таасир этүүнүн өзгөчөлүктөрүн да эске алган серпилгич реакциялардын спектри эске алынышы керек.

7.1.8 Сейсмикалык таасирдин компонентинен натыйжалардын жана модалдык реакциялардын комбинациялары КР КЧ 20-02 көрсөтмөлөрүнө ылайык түзүлүшү мүмкүн

7.1.9 Түз динамикалык эсептөөлөрдү аткарууда (8.1.1.б жана 8.6 караңыз) үчтөн кем эмес сейсмикалык окуяны мүнөздөөчү жазуулардын топтомун пайдалануу жана КР КЧ 20-02 боюнча аспаптык жана жасалма акселерограммаларды колдонуу менен сейсмикалык таасирдин сүрөттөлүшү эске алынышы керек.

Сейсмикалык кыймылдардын жазууларын пайдалануу менен эсептөөлөрдүн жыйынтыктары боюнча сейсмикалык изоляциялоочу имараттын супертүзүмдөрүнүн реакцияларын баалоо усулу Г тиркемесинде келтирилген.

7.1.10 КР КЧ 20-02 жоболоруна ылайык эгерде имараттын реакциялары убакыт областында жети сызыктуу эмес эсептөөлөрдөн кем эмес жыйынтыктар боюнча орнотулса, анда E_d таасиринин натыйжасынын эсептик мааниси катары эсептөө менен аныкталган реакциянын орточо чоңдугу кабыл алынышы керек. Башка учурда E_d катары реакциянын чоңдугунун эң жагымсыз мааниси кабыл алынышы керек.

7.2 Ылдамдануунун эсептик маанисин аныктоо

7.2.1 Сейсмикалык таасирлердин ургаалдуулугун мүнөздөөчү жана имараттардын жана курулмалардын бузулууларынын жоктугу боюнча талаптарды текшерүүдө эске алынуучу a_g ылдамданууларынын эсептик маанилери Кыргыз Республикасынын сейсмикалык райондоштуруу карталары боюнча белгиленген

a_{gR} ылдамдануу маанисин жана курулманын жоопкерчилигине жараша дайындалган γ_I коэффициентинин маанилерин эске алуу менен аныкталышы керек.

7.2.2 Бузулуулардын жоктугу боюнча талаптарды текшерүүдө эске алынуучу a_g эсептик ылдамдануу маанилери төмөнкүдөй кабыл алынышы керек:

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}, \qquad (7.4)$$

мында γ_I – имараттын же курулманын жоопкерчилик классына жараша мааниси белгиленүүгө тийиш болгон коэффициент.

7.2.3 Төмөн сейсмикалуулук учурунда төмөнкү учурлар каралышы керек:

$$a_g \cdot S < 0{,}1g\ (0{,}98\ м/с^2), \qquad (7.5)$$

мында S – курулуш аянтынын топурак шарттарынын сейсмикалык таасирлердин ургаалдуулугуна таасирин эске алуучу коэффициент.

7.2.4 Сейсмикалуулук өтө төмөн болгон учурда төмөнкү учурлар каралышы керек:

$$a_g \cdot S < 0{,}05g\ (0{,}49\ м/с^2). \qquad (7.6)$$

7.2.5 II, III жана IV жоопкерчилик класстары менен имараттар үчүн ($\gamma_I \geq 1{,}0$ жоопкерчилик коэффициенти; КР КЧ 20-02 7.4-таблицаны караңыз) сейсмикалык таасирлердин күчөшүнүн топографиялык натыйжалары эске алынышы керек (S_T коэффициенти, КР КЧ 20-02 6.3.4 караңыз).

7.3 Сейсмикалык таасирдин горизонталдык компоненти үчүн серпилгич реакциялардын спектри

7.3.1 Сейсмикалык таасирдин горизонталдык компоненти үчүн $S_e(T)$ серпилгич реакцияларынын спектри (7.7) – (7.9) туюнтмалары менен аныкталат:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2{,}5 - 1)\right]; \qquad (7.7)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2{,}5; \qquad (7.8)$$

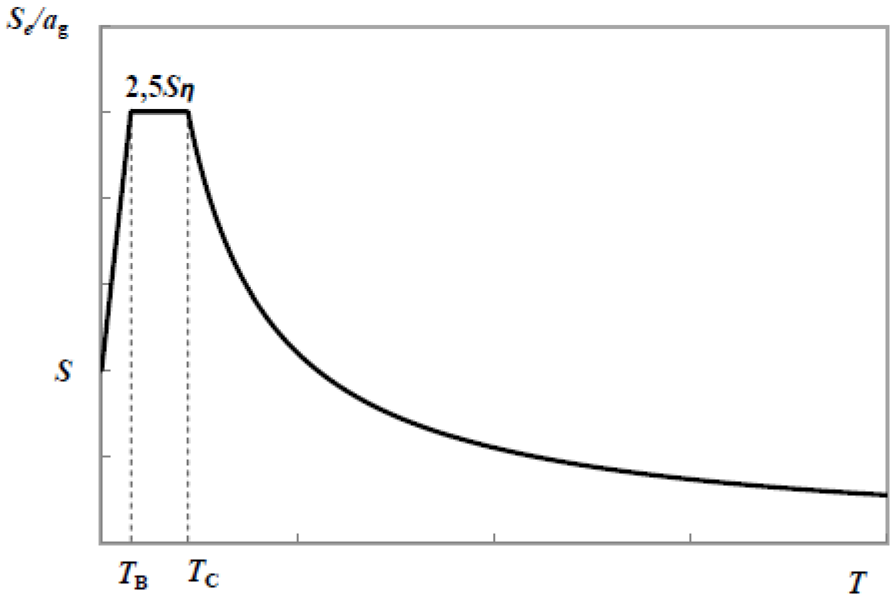
$$T \geq T_C: \quad S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2{,}5 \cdot \frac{T_C}{T}. \qquad (7.9)$$

мында $S_e(T)$ – сейсмикалык таасирдин горизонталдык компонентин мүнөздөөчү серпилгич реакциялардын спектри; T – эркиндиктин бир даражасы менен сызыктуу системанын термелүү мезгили, сек; a_g – негиздин эсептик ылдамдануусу КР КЧ 20-02 талаптарына ылайык кабыл алынат; T_B – спектралдык ылдамдануулар графигинин туруктуу участогундагы мезгилдин минималдуу мааниси 7.1-таблица боюнча кабыл алынат; T_C – спектралдык ылдамдануулар графигинин туруктуу участогундагы мезгилдин максималдуу мааниси 7.1-таблица боюнча кабыл алынат; η – ξ = 5% илээшкек демпфирлөө коэффициенти үчүн η = 1 мааниси бар демпфирлөө боюнча коррекциялоо коэффициент.

7.1-т а б л и ц а – T_B жана T_C мезгилдеринин маанилери

Сейсмикалык касиеттер боюнча топурак шарттарынын тиби	**T_B, с**	**T_C, с**
IА, IБ	0,15	0,48
II	0,20	0,72
III	0,25	0,96

7.3.2 Сейсмикалык таасирдин горизонталдык компоненттери үчүн серпилгич реакциялардын спектринин жалпы көрүнүшү 7.1-сүрөттө көрсөтүлгөн.



7.1-сүрөт – Сейсмикалык таасирлердин горизонталдык компоненттери үчүн серпилгич реакциялардын спектринин формасы

7.3.3 Серпилгич реакциялардын спектринин формасын сүрөттөгөн T_B жана T_C мезгилдеринин маанилери жана S топурак шарттарынын коэффициенти топурак шарттарынын тибине жараша болот. S топурак шарттарынын коэффициенти КР КЧ 20-02 6.2-таблицасынан S (a_{gR}) барабар кабыл алынат.

7.3.4 η коэффициентинин мааниси (7.10) туюнтмасы боюнча аныкталышы керек:

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55\,. \tag{7.10}$$

(7.10) туюнтмасына альтернативдүү η коэффициентинин мааниси (7.11) жана (7.12) туюнтмаларынын жардамы менен аныкталышы керек, бул 1,0 %дан 25 %га чейинки диапазондо ξ маанилерде жана T мезгилинен 8 с чейинки маанилерде η коэффициентинин маанилерин реалдуураак балоого мүмкүндүк берет.

$T \leq 1{,}0$ с учурунда: $\eta = \rho$; (7.11)

$T \geq 1{,}0$ с учурунда λ: $\eta = \rho\,(1/T)^{\lambda}$. (7.12)

(7.13) жана (7.14) туюнтмаларында ρ жана λ маанилери төмөнкү түрдө аныкталат:

$$\rho = 1 + \frac{0{,}05 - 0{,}01\xi}{0{,}05 + 0{,}02\xi - 3(0{,}01\xi)^2} \quad (7.13)$$

$$\lambda = \frac{0{,}05 - 0{,}01\xi}{0{,}33 + 0{,}09\xi} \quad (7.14)$$

мында ξ – пайыздарда туюнтулган илээшкек демпфирлөө коэффициенти.

7.3.5 Эгерде өзгөчө учурлар үчүн илээшкек демпфирлөөнүн 5 %дан айырмаланган коэффициентин колдонуу зарыл болсо, анда анын илимий-техникалык коштоодо келтирилген маанилери пайдаланылышы керек.

7.3.6 $S_{De}(T)$ которууларындагы серпилгич реакциялардын спектрин төмөнкү туюнтманын жардамы менен $S_e(T)$ ылдамдануууларындагы серпилгич реакциялардын спектрин түз өзгөртүү жолу менен алууга болот:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2 . \quad (7.15)$$

7.3.7 (7.15) туюнтмасы, эреже катары, термелүүсү 4 с ашпаган мезгилдери бар курулмалар үчүн колдонулушу керек. Термелүүсү 4,0 с ашык болгон курулмалар үчүн которуулардагы серпилгич реакциялардын спектрин толук аныктоо зарыл.

7.4 Жүрүү коэффициенти

8.8.5-пунктта көрсөтүлгөн учурларды кошпогондо, жүрүм-турум коэффициентинин q мааниси түзүмдүк системанын серпилгичтүү жүрүм-турумуна туура келген 1,0 гө барабар деп кабыл алынууга тийиш.

7.5 Эсептөөлөрдө эсепке алынуучу сейсмикалык изоляциялоо системасынын касиеттери

7.5.1 Эсептөө сейсмикалык изоляциялоочу системаны физикалык жана механикалык касиеттеринин эң жагымсыз маанилерин анын иштөө мөөнөтү үчүн кабыл алышы керек. Сейсмикалык изоляциялоочу касиеттери таасирин көрсөтүшү керек:

- жүктөө ылдамдыгы;
- вертикалдык жүктүн чоңдуктары;
- горизонталдык жүктүн чоңдугу;

- айлана-чөйрөнүн температурасы;
- болжолдонгон иштөө мезгилинде системанын касиеттеринин өзгөрүшү.

Сейсмикалык изоляциялоочу системаны эксплуатациялоо мөөнөтү курчап турган эксплуатациялык чөйрөнүн шарттарын эске алуу менен сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн касиеттеринин сакталышы менен шартталган.

7.5.2 Жер титирөөдөн келип чыккан инерция күчтөрүн катуулуктун максималдуу маанисин жана демпфирлөөнүн жана сүрүлүүнүн коэффициенттеринин минималдуу маанисин эске алуу менен баалоо керек.

7.5.3 Кыймылдарды катуулуктун, демпфирлөөнүн жана сүрүлүү коэффициенттеринин минималдуу маанилерин эске алуу менен эсептөө керек.

7.5.4 КР КЧ 20-02 боюнча функционалдык арналышы боюнча жоопкерчиликтин II классына ыйгарылган сейсмикалык изоляциялоочу система бар имараттарды долбоорлоодо экстремалдык маанилер (максималдуу же минималдуу) орточо маанилерден 15 % ашык эмес айырмаланган шартта сейсмикалык изоляциялоочу системаны физикалык-механикалык касиеттеринин орточо маанилери колдонулушу мүмкүн.

8 Эсептөөлөргө талаптар

8.1 Жалпы маалымат

8.1.1 Сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттарга сейсмикалык жүктөмдөрдүн эсептик маанилерин төмөнкү ыкмалардын бири менен аныктоо керек:

а) модалдык-спектрдик ыкма (8.5 караңыз);

б) инструменталдык жана жасалма акселерограммалардын топтомун колдонуу менен убакыт жаатында эсептөө ыкмасы менен (түз динамикалык эсептөө) (8.6 караңыз).

Убактылуу чөйрөдө эсептөө ыкмасы боюнча эсептелген сейсмикалык жүктөмдөрдүн маанилерин жоболордо белгиленген бардык имараттар жана курулмалар үчүн аныктоо керек.

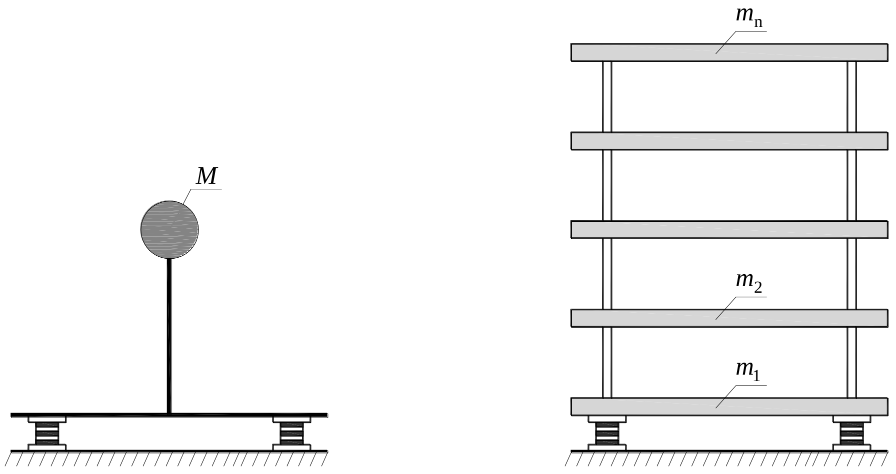
Модалдык-спектрдик метод боюнча эсептик сейсмикалык жүктөмдөрдү аныктоону бийиктиги 4 кабаттан ашпаган имараттар үчүн аткарууга жол берилет.

8.1.2 Сейсмикалык изоляциялоочу имараттын динамикалык реакциясы ылдамдануу, инерция күчтөрү жана жер которуу бөлүгүндө изилдениши керек.

8.1.3 Имараттар үчүн КР КЧ 20-02 аныкталгандай туш келди эксцентриситет менен колдонулган таасирлерди кошуп алганда буралуунун таасирин эске алуу зарыл.

8.1.4 Эки горизонталдык багытта жылышууну, оодаруу моментинин эффекттерин жана имараттын вертикалдуу огунун айланасында айланууну адекваттуу эсепке алуу үчүн сейсмикалык изоляциялоо системасын симуляциялоодо сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн так чагылдыруу керек. Эсептөө модели сейсмикалык изоляциялоо системасын түзүү үчүн колдонулган ар кандай түзүлүштөрдүн мүнөздөмөлөрүн туура чагылдырышы керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу имараттарга карата аналитикалык баалоону жүзөгө ашырууда бир массалуу же көп массалуу эсептик моделдер пайдаланылышы мүмкүн (8.1-сүрөт).



8.1-сүрөт – Сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн эсептик моделдери: бир массалуу (колдонууга сунушталбаган) жана көп массалуу

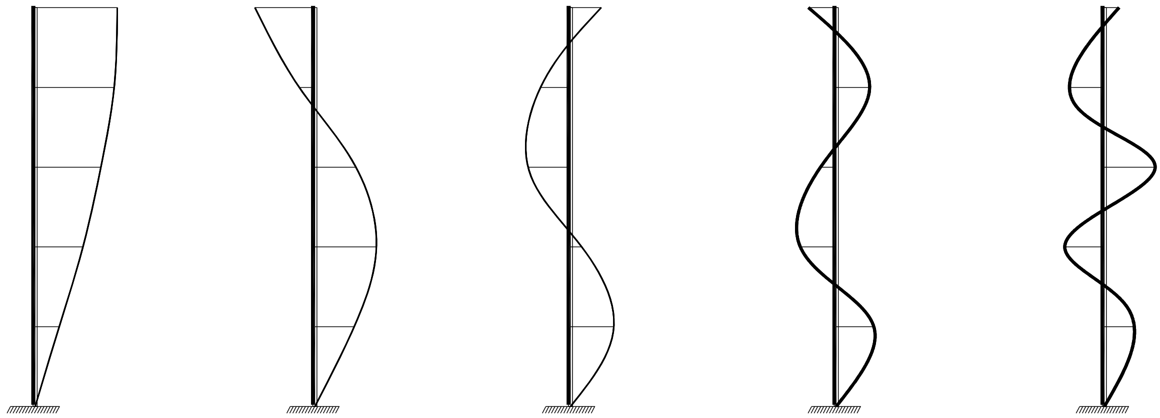
8.1.5 Жогорку титирөө режимдеринин үстүртөн курулмалардын динамикалык реакциясына мүмкүн болуучу таасирин эске алуу керек жана буга байланыштуу:

- бир массалуу эсептик моделдерди сейсмикалык изоляциялоочу супертүзүмдүн жүрүмү жөнүндө жалпы түшүнүк алуу үчүн жана концептуалдык долбоорлоонун баштапкы (алдын ала) этабында сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн талап кылынган параметрлерин баалоо үчүн гана колдонууга жол берилет;
- чечим кабыл алуунун ортоңку этабында бардык тактоочу баалоолор ~~көп~~ массалуу эсептөө моделдерин колдонуу менен гана жүргүзүлүшү керек.

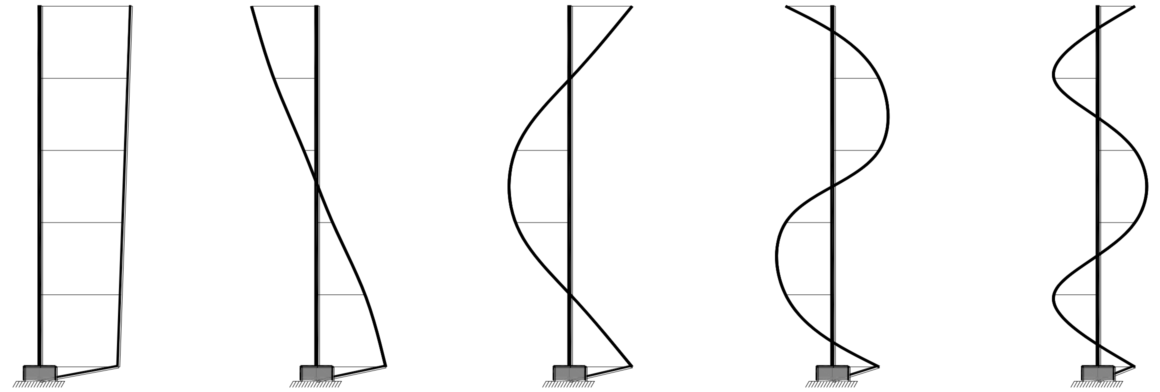
Негизине бекитилген супертүзүмдүн жана сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн өзүнүн горизонталдык термелүү формалары 8.2-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Термелүүнүн жогорку формаларынын супертүзүмүндө козголуунун негизги себептери болуп эсептелет:

- сейсмикалык изоляциялоо системасын жогорку горизонталдык катуулугу;
- сейсмикалык изоляциялоо системасынын термелүүнүн энергиясын бирдей жана андан ашык диссипациялоого жогорку жөндөмдүүлүгү ξ≥20 %.



а) 1-форма 2-форма 3-форма 4-форма 5-форма



б) 1-форма 2-форма 3-форма 4-форма 5-форма

а) – негизинде жазылган; б) – сейсмикалык изоляциялоочу менен

8.2-сүрөт – Супертүзүмдүн өзүнүн горизонталдык термелүү формалары

8.2 Сейсмикалык изоляциялоо системасын моделдештирүү

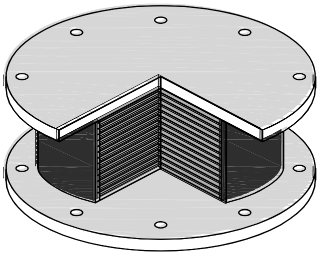
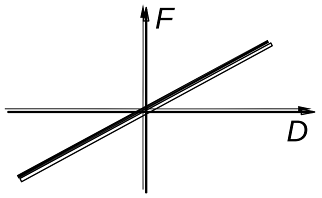
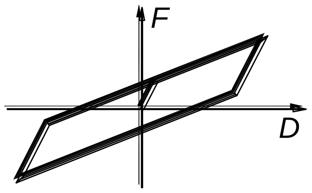
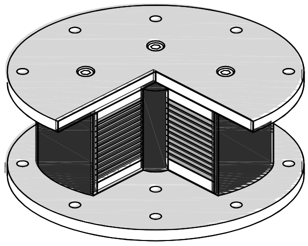
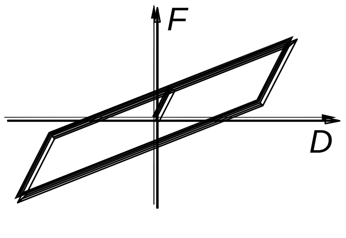
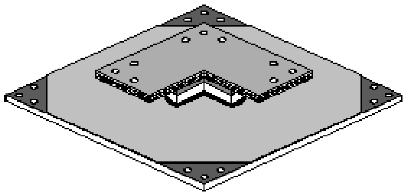
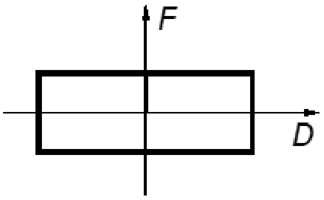
Сейсмикалык таасирлерде сейсмикалык изоляциялоочу системанын жүрүшүн сүрөттөө үчүн ушул ченемдерде эскертилген сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин түрлөрүн мүнөздөөчү жана 8.1-таблицада берилген жүк-жылышуунун идеалдаштырылган көз карандылыгы пайдаланылышы мүмкүн.

8.3 Эквиваленттүү сызыктуу эсептөө

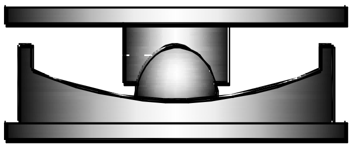
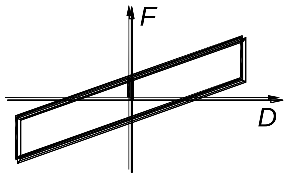
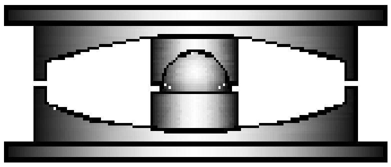
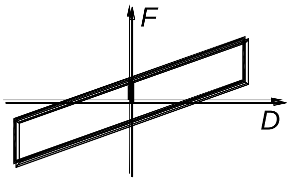
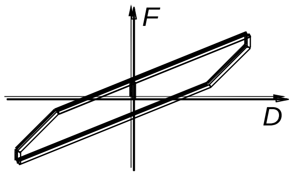
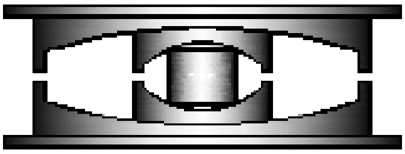
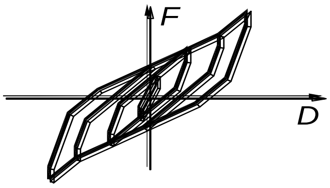
8.3.1 8.3.6 келтирилген шарттар сакталган учурда энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү төмөн серпилгич катмарлуу эластомердик таянычтардан турган

сейсмикалык изоляциялоочу системанын эквиваленттүү сызыктуу вискоэластикалык касиеттери бар системасы түрүндө, ал эми серпилгич пластикалык түзүлүштөрдөн турган сейсмикалык изоляциялоочу системанын – билиндик гистерезис касиеттери бар система түрүндө моделдөөгө болот.

8.1- т а б л и ц а – Сейсмикалык изоляциялоочу таянычтарды мүнөздөгөн жана сейсмикалык изоляциялоочу системанын жүрүшүн сүрөттөө үчүн колдонулган идеалдаштырылган жүк-жылышуу көз карандылыктары

<table>
<tr><th colspan="2">Сейсмикалык изоляциялоочу таянычтын түрү</th><th>Сейсмикалык изоляциялоочу конструктивдүү чечими</th><th>Идеалдаштырылган жүктөм-жер которуу көз карандылыгы (F-D)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Эластомердик таянычтар</td><td>(а) – төмөн энергия диссипация жөндөмдүүлүгү менен</td><td rowspan="2"></td><td>
</td></tr>
<tr><td>(б) – жогорку энергия диссипация жөндөмдүүлүгү менен</td><td>
</td></tr>
<tr><td>(в) – коргошун өзөгү менен</td><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>(г) – жалпак горизонталдуу жылма беттери менен</td><td></td><td>
</td></tr>
</table>

8.1-таблицанын аягы

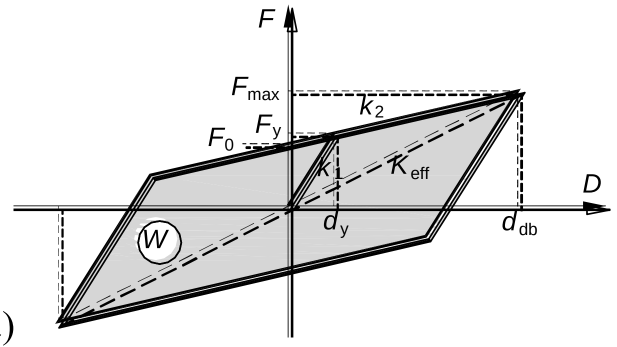
Сейсмикалык изоляциялоочу таянычтын түрү	Сейсмикалык изоляциялоочу таянычтын конструктивдүү чечими	Идеалдаштырылган жүктөм-жер которуу көз карандылыгы **(F-D)**
(д) – сфералык жылма беттери менен бир маятник		
(е) – сфералык жылма беттери менен эки маятник R_1=R_2 и $\mu_1 \approx \mu_2$		
(ж) – сфералык жылма беттери менен эки маятник R_1=R_2 и $\mu_1 \neq \mu_2$		
(з) – сфералык жылма беттери менен үч маятник		

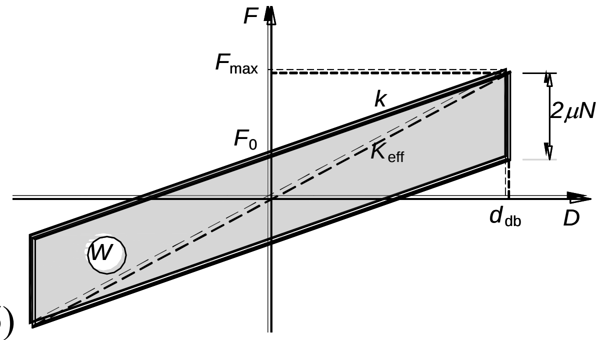
8.3.2 Эгерде эквиваленттүү сызыктуу модель колдонулса, анда энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү төмөн болгон ар бир сейсмикалык изоляциялоочу серпилгич катмарлуу эластомердик таяныч үчүн 7.5.1 көрсөткүчтөрүн эске алуу менен эсептелген натыйжалуу катуулукту (Б. А. супертүзүмдүн d_{db} толук эсептик жылышында секанттуу катуулуктун маанисин) аныктоо зарыл. Сейсмикалык изоляциялоочу системаны эффективдүү катуулугу K_{eff} сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин эффективдүү катуулугунун суммасы болуп саналат.

8.3.3 Сейсмикалык изоляциялоочу системаны эффективдүү катуулугу сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин эффективдүү катуулугунун суммасы болуп саналат (8.1)

$$K_{eff} = \frac{F_{\max}}{d_{db}} = k_2 + \frac{F_0}{d_{db}} = \frac{F_{\max} - F_y}{d_{db} - d_y} + \frac{F_0}{d_{db}}; \qquad (8.1)$$

(8.1) кабыл алынган шарттуу белгилер 8.3.а-сүрөттө көрсөтүлгөн.





8.3-сүрөт –Идеалдаштырылган көз карандылык жүктөм-жер которуу (F-D) энергия диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жана коргошун өзөгү (а) жана сейсмикалык изоляциялоочу бир маятник жылма таянычтын (б) сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтарынын жүрүшүн мүнөздөөчү которуу

8.3.а-сүрөттө жана түшүндүрүү (8.1):

F_{max} – максималдуу жылышуу күчү; F_y – түшүү күчүн мүнөздөгөн туурасынан кеткен күч; F_0 – циклдик жүктөөдө нөлдүк жылышууга туура келген жылышуу күчү; d_y – түшүмдүүлүк чегине туура келген жүктөмдө жылыш; d_{db} – сейсмикалык изоляциялоочу элементтин жалпы эсептик жылышы;

k_1 – монотондуу жогорулаган жүктөмдө таянычтын баштапкы горизонталдык серпилгич катуулугу, түшүрүүдөгү катуулукка барабар, туюнтмадан аныкталат (8.2):

$$k_1 = \frac{F_y}{d_y}; \tag{8.2}$$

k_2 – туюнтма боюнча аныкталуучу түшүү чекитинен ашкан таянычтын горизонталдык катуулугу (8.3):

$$k_2 = \frac{F_{max} - F_y}{d_{db} - d_y}; \tag{8.3}$$

W – эсептелген кыймылга туура келген бир циклде бөлүнүп чыккан энергия-гистерезис циклинин жалпы аянтына барабар жана төмөнкү туюнтма менен аныкталат:

$$W = 4F_0\left(d_{db} - d_y\right); \tag{8.4}$$

Сейсмикалык изоляциялоочу бир маятник таянычтарынын эффективдүү катуулугун туюнтуунун жардамы менен аныктоо керек (8.5)

$$K_{eff} = \frac{F_{max}}{d_{db}} = \frac{kd_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{\frac{N}{R} d_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{N}{R} + \frac{\mu N}{d_{db}}; \tag{8.5}$$

8.3-сүрөттө. б жана (8.5) туюнтмасында төмөнкү шарттуу белгилер кабыл алынган:

N – сейсмикалык изоляциялоочу элементке вертикалдуу жүктөм; R – плитанын сфералык беттеринин ийрилик радиусу; μ – сфералык беттеги сыдыргычтын сүрүлүү коэффициенти;

k – туюнтмадан аныкталган сүрүлүү күчүнөн ашкандан кийин таянычтын горизонталдуу катуулугу (8.6):

$$k = \frac{N}{R}; \tag{8.6}$$

F_0 – сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөгү сүрүлүү күчү, төмөнкү туюнтма аркылуу аныкталат:

$$F_0 = \mu N; \tag{8.7}$$

W – эсептелген кыймылга туура келген бир циклде бөлүнүп чыккан энергия-гистерезис циклинин жалпы аянтына барабар жана төмөнкү туюнтма менен аныкталат:

$$W = 4\mu N d_{db} = 4F_0 d_{db}. \tag{8.8}$$

8.3.4 Эквиваленттүү сызыктуу моделди колдонууда сейсмикалык изоляциялоочу системаны энергиянын диссипациясы эквиваленттүү илешкектүү демпфинг катары «эффективдүү демпинг» ξ_{eff} катары көрсөтүлүшү керек. Тирөөчтөрдөгү энергиянын диссипациясы каралып жаткан жыштыктардын жана өздүк термелүүлөрдүн формаларынын диапазонунда термелүү жыштыгы менен циклдик таралган энергияны өлчөөнүн натыйжалары боюнча аныкталышы керек. Бул диапазондон тышкаркы жогорку формалар үчүн модалдык диссипация коэффициенти базада кысылган супертүзүмдүн диссипация коэффициентине барабар болушу керек.

Энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жогору сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар жана коргошун өзөктүү таянычтар үчүн эффективдүү илешкектүү демпфирлөө ξ_{eff} коэффициентинин маанилери (8.9)

$$\xi_{eff} = \frac{2F_0\left(d_{db} - d_y\right)}{\pi K_{eff} d_{db}^2}; \tag{8.9}$$

Жогорку жана төмөнкү сфералык беттердин ийрилик радиустары бирдей болгон бир маятник сейсмикалык изоляциялоочу таянычтар жана эки маятник таянычтар үчүн эффективдүү илешкектүү демпфирлөө ξ_{eff} коэффициентинин маанилери жана сфералык беттердеги слайддын сүрүлүү коэффициенттеринин чоңдуктары туюнтуунун жардамы менен аныкталышы керек (8.10)

$$\xi_{eff} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d_{db}}{\mu R} + 1}; \tag{8.10}$$

8.3.5 Айрым сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин натыйжалуу катуулугу же натыйжалуу демпфирлөөсү эсептик жылдыруудан d_{dc} көз каранды болгон учурларда, кабыл алынган жана эсептик маанилердин ортосундагы айырма кабыл алынган мааниден 5 % жеткенге чейин итерациялык жол-жобону колдонуу керек.

8.3.6 Төмөнкү шарттардын бардыгы аткарылса, сейсмикалык изоляциялоочу системанын касиеттерин сызыктуу касиеттерге барабар деп эсептесе болот:

а) 8.3.2де аныкталган сейсмикалык изоляциялоочу системанын эффективдүү катуулугу 50 % дан кем эмес $0,2d_{dc}$ жылышуу эффективдүү катуулугун түзөт;

б) 8.3.4тө аныкталган сейсмикалык изоляциялоочу системанын натыйжалуу демпфирлөө коэффициенти 30 % дан ашпайт;

в) сейсмикалык изоляциялоочу системанын «күч-жылышуу» диаграммасынын мүнөздөмөлөрү жүктөө ылдамдыгы өзгөргөндө же вертикалдуу жүктөмдөрдүн натыйжасында 10 % дан ашык өзгөрбөйт;

г) $0,5d_{dc}$ и d_{dc} ортосундагы кыймылдар үчүн сейсмикалык изоляциялоочу системанын калыбына келтирүүчү күчтүн жогорулашы изоляциялоочу системадагы жалпы тартылуу күчүнүн 2,5 % кем эмес.

Чечимдерди кабыл алуу этабында сейсмикалык изоляциялоочу эсептөөлөрү сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин сызыктуу эмес касиеттерин эске алуу менен аткарылышы керек.

8.3.7 Эгерде сейсмикалык изоляциялоочу системанын касиеттери сызыктуу касиеттерге эквиваленттүү катары каралса жана сейсмикалык таасир 7.1-бөлүмчөгө ылайык серпилгич спектрдин жардамы менен аныкталса, анда спектрди 7.3.4 көрсөтмөсү боюнча η коэффициент аркылуу диссипация боюнча корректировкалоо.

8.4 Жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу эсептөө

8.4.1 Жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу эсептөө ыкмасы эки горизонталдуу динамикалык котормо кыймылын карайт, алардын үстүнө статикалык бурулуш эффекттери коюлат.

Ыкма супертүзүм 8.4.2 жана 8.4.3 шарттарына баш ийген сейсмикалык изоляциялоочу системанын үстүндө жайгашкан катуу деформацияланбайт экенин болжолдойт. Бул учурда, котормо кыймылдарынын натыйжалуу мезгили төмөнкүлөрдөн аныкталат:

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K_{eff}}}\,; \qquad (8.11)$$

мында M – супертүзүмдүн массасы; K_{eff} – туюнтма аркылуу аныкталуучу сейсмикалык изоляциялоочу системанын эффективдүү горизонталдык катуулугу (8.1).

Эластомердик тирөөчтөрү бар (анын ичинде коргошун өзөгү бар) сейсмикалык изоляциялоочу имараттардын долбоордук жылышуулардагы d_{dc} эффективдүү мөөнөттөрү ddc туюнтмасы аркылуу да аныкталышы мүмкүн. (8.12):

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{Md_{dc}}{F_{dc}}}\ ; \tag{8.12}$$

Бир маятниктүү сейсмикалык изоляциялоочу таянычтары бар сейсмикалык изоляциялоочу имараттардын эффективдүү мөөнөттөрү d_{dc} эсептелген жылышуулардагы туюнтма аркылуу аныкталышы мүмкүн (8.13):

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{g\left(\frac{1}{R}+\frac{\mu}{d_{dc}}\right)}}\ . \tag{8.13}$$

8.4.2 Натыйжалуу горизонталдык катуулукту баалоодо жана жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу эсептөөнү колдонууда, эгерде эки негизги горизонталдык багыттын ар биринде сейсмикалык изоляциялоочу системанын катуулук борбору менен супертүзүмдүн масса борборунун вертикалдык проекциясынын ортосундагы жалпы эксцентриситет (анын ичинде кокус эксцентриситет) анын узундугунун каралып жаткан горизонталдык багытка туурасынан кеткен багытта 7,5 % ашпаса, вертикалдык огуна карата бурулуштун таасирин этибарга албай коюуга болот. Бул жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу ыкмасын колдонуу үчүн зарыл шарт болуп саналат.

8.4.3 Жөнөкөйлөтүлгөн ыкманы, эгерде алар төмөнкү шарттардын бардыгына жооп берсе, эквиваленттүү сызыктуу демпфердик касиеттери бар сейсмикалык изоляциялоочу системаны колдонсо болот:

а) курулуш аянтынан магнитудасы $M_{\text{s}} \geq 6{,}5$ болгон жакынкы потенциалдуу кооптуу жаракага чейинки аралык 15 км ашык;

б) супертүзүм жагынан эң чоң көлөмү 50 метрден ашпайт;

в) субтүзүм синхронизацияланбаган жер кыймылдарынын таасирин азайтуу үчүн жетишерлик катуу;

г) бардык сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр вертикалдуу жүктөрдү кабыл алган субтүзүмдүн үстүндө жайгашкан;

д) термелүүлөрдүн эффективдүү мезгили T_{eff} төмөнкү шартты канааттандырат:

$$3T_f \leq T_{eff} \leq 3\,\text{с}; \tag{8.14}$$

мында T_f – супертүзүмдүн термелүүсүнүн негизги тонунун мезгили, анын негиздеги катуу кысылышын болжолдоп, жөнөкөйлөтүлгөн туюнтма менен аныкталат.

8.4.4 Имараттарда, 8.4.3 тышкары, эквиваленттүү сызыктуу демпфирлөөчү сейсмикалык изоляциялоочу системага колдонулган жөнөкөйлөтүлгөн ыкма үчүн бардык төмөнкү шарттар канааттандырылышы керек:

а) горизонталдык жүктөрдү кабыл алган супертүзүмдүн конструкциялык системасы пландагы түзүмдүн эки негизги огуна карата үзгүлтүксүз, симметриялуу болушу керек;

б) негиздеги субтүзүмдүн термелүүсүн четке кагууга болот;

в) сейсмикалык изоляциялоочу системаны вертикалдык жана горизонталдык катуулуктарынын ортосундагы байланыш төмөнкү туюнтмага баш ийиши керек:

$$\frac{K_V}{K_{eff}} \geq 150; \tag{8.15}$$

г) вертикалдык термелүүлөрдүн негизги тонунун мезгили T_v 0,1 сек ашпоого тийиш, мында

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K_V}}; \tag{8.16}$$

8.4.5 Сейсмикалык таасир этүүдө катуулук борборунун жылышы ар бир горизонталдык багытта төмөнкү туюнтма боюнча эсептелиши керек:

$$d_{dc} = \frac{MS_e(T_{eff}, \xi_{eff})}{K_{eff,\min}}. \tag{8.17}$$

мында S_e (T_{eff}, ξ_{eff}) – 8.3.4 ылайык натыйжалуу демпфингдин ξ_{eff} тиешелүү маанисин эске алуу менен аныкталган спектрдик ылдамдануу.

8.4.6 Супертүзүмдүн ар бир деңгээлинде колдонулган горизонталдык күчтөрдү ар бир горизонталдык багытта төмөнкү туюнтма менен эсептөө керек:

$$f_j = m_j S_e(T_{eff}, \xi_{eff}), \tag{8.18}$$

мында m_j – j деңгээлде топтолгон мааса.

8.4.7 8.4.6 каралган күч системасы табигый жана туш келди эксцентриситеттердин айкалышынан улам буралма эффекттерди жаратат.

8.4.8 Эгерде 8.4.2-пункттун шарты аткарылса, бир сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштө бурулуунун эффектисин 8.4.5 жана 8.4.6-пункттарда аныкталган ар бир багытта алынган натыйжаларды төмөнкү туюнтма менен аныкталган δ_i коэффициентке (x багыттагы аракет үчүн) көбөйтүү жолу менен эсептөөгө болот:

$$\delta_{xi} = 1 + \frac{e_{tot,y}}{r_y^2} y_i ; \quad (8.19)$$

мында y – каралып жаткан багытка туурасынан кеткен горизонталдык багыт x; (x_i, y_i) – эффективдүү катуулуктун борборуна карата сейсмикалык изоляциялоочу элементтин i координаттары; $e_{tot,y}$ – y багыты боюнча жалпы эксцентриситет; r_y – y багыт боюнча сейсмикалык изоляциялоочу системанын буралма радиусу, ал төмөнкү туюнтма боюнча аныкталат:

$$r_y^2 = \sum \left(x_i^2 K_{yi} + y_i^2 K_{xi} \right) / \sum K_{xi} . \quad (8.20)$$

K_{xi} и K_{yi} – тиешелүүлүгүнө жараша x и y багыттар боюнча элементтин эффективдүү катуулугу i болуп саналат.

8.4.9 Супертүзүмдөгү буралма эффекттер КР КЧ 20-02 жоболорго ылайык бааланышы керек.

8.5 Модалдык жөнөкөйлөтүлгөн сызыктуу эсептөө

8.5.1 Эгерде сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн жүрүшү эквиваленттүүлүк сызыктуу катары каралса, бирок 8.4.2, 8.4.3 шарттарынын бири аткарылбаса же 8.4.4 колдонулбаса, анда КР КЧ 20-02 ылайык келген модалдык-спектрдик эсептөөнү жүргүзүүгө жол берилет

8.5.2 Эгерде 8.4.3 бардык шарттары аткарылса жана 8.4.4 колдонулса, анда имараттын түзүмчөсү жана супертүзүмү катуу бет сыяктуу иштейт деген божомол менен горизонталдык жылыштар жана вертикалдык огунун айланасындагы бурулуштар каралган жөнөкөйлөтүлгөн эсептөө колдонулушу мүмкүн. Бул учурда, эсептөөдө супертүзүмдүн массасынын жалпы эксцентриситети эске алынышы керек (КР КЧ 20-02 7.7-бөлүмчөнүн жоболоруна ылайык туш келди эксцентриситетти кошкондо). Курулманын ар бир чекитиндеги жылыштар котормо жана буралуу жылыштарды айкалыштыруу жолу менен эсептелиши керек. Бул ар бир сейсмикалык изоляциялоочу элементтин эффективдүү катуулугун баалоого гана тиешелүү. Инерциялык күчтөр жана моменттер сейсмикалык изоляциялоочу элементтерди, ошондой эле курулманын субтүзүмүн жана супертүзүмдүн текшерүүдө эске алынууга тийиш.

8.6 Убактылуу чөйрөдө эсептөө

8.6.1 Эгерде сейсмикалык изоляциялоочу системаны эквиваленттүү линиялык модель түрүндө берилбесе (б. а. эгерде 8.3.6 шарттар аткарылбаса), анда имараттын сейсмикалык реакциясы сейсмикалык эсептик кырдаалда күтүлүүчү

деформациялардын жана ылдамдыктардын диапазонунда сейсмикалык изоляциялоочу системанын жүрүм-турумун адекваттуу кайра чыгарууга мүмкүндүк берүүчү белгиленген көз карандылыктарды колдонуу менен убакыттын өтүшү менен топурактардын сейсмикалык кыймылынын жазууларын пайдалануу менен бааланууга тийиш.

8.6.2 Топурактардын убагында сейсмикалык кыймылдарынын жазууларынын жардамы менен аткарылуучу эсепти сейсмикалык изоляциялоочу имараттын жылышууларын жана ага туура келген сейсмикалык жүктөмдөрдү аныктоонун артыкчылыктуу ыкмасы катары кароо керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу имараттын сейсмикалык реакциясын топурактардын сейсмикалык термелүүлөрүн өз убагында жазып алуунун жардамы менен баалоону бардык учурларда жүргүзүү сунуш кылынат.

Аспаптык жазуулардын амплитудалык, спектрдик мүнөздөмөлөрү жана натыйжалуу узактыгы сейсмикалык аракеттин региондук мүнөздөмөлөрүнө шайкеш келүүгө тийиш. Эффективдүү узактык деп негиздин кыртышынын максималдуу интенсивдүүлүгүнүн жарымынан кем эмес термелүүсүнүн узактыгы түшүнүлөт.

Убактылуу чөйрөдө имараттын же курулманын эсебин жүргүзүү үчүн сейсмикалык окуяларда кыртыштын кыймылын мүнөздөгөн жетиден кем эмес жазууну колдонуу сунушталат (8.6.4 караңыз).

Сейсмикалык изоляциялоочу имараттын супертүзүмүнүн реакцияларын топурактардын сейсмикалык кыймылдарынын жазууларын пайдалануу менен аткарылуучу эсептөөлөрдүн жыйынтыгы боюнча баалоо методикасы Г тиркемесинде келтирилген.

8.6.3 Имараттардын жана курулмалардын эсептөөлөрүн мейкиндиктик эсептик моделдерди пайдалануу менен аткарууда сейсмикалык таасир үч бир-убактылуу эсепке алынуучу акселерограмма – ортогоналдык горизонталдык багыттар үчүн эки акселерограмма жана тик багыт үчүн бирөө менен берилүүгө тийиш. Жөнөкөйлөштүрүү буга тиешеси бар КР КЧ 20-02 жоболоруна ылайык болушу мүмкүн.

8.6.4 Мейкиндиктик эсептешүү моделдерин пайдалануу менен имараттарды жана курулмаларды эсептөөдө колдонулуучу эки компоненттүү жана үч компоненттүү жасалма же аспаптык акселерограммалардын комплекттери төмөнкүдөй шарттарды канааттандырууга тийиш:

а) кеминде үч эки компоненттүү же үч компоненттүү акселерограммаларды камтыйт;

б) негиздин бир багыттуу горизонталдуу кыймылын мүнөздөгөн акселерограммалардан эсептелген нөл мезгилдеги спектралдык ылдамдануунун орточо мааниси каралып жаткан аянт үчүн мааниден кем болбошу керек;

в) $0{,}2T_1$ – $2T_1$ мезгилдеги диапазондо (мында T_1 – имараттын же курулуштун акселерограммалар колдонула турган горизонталдык багытта негизги тон боюнча секунда менен өзүнүн термелүү мезгили) бир багыттуу акселерограммалар боюнча ξ = 5 % эсептелген спектрдик ылдамдануулардын орточо мааниси жок:

– имараттын же курулманын маанилүү горизонталдык багыттарынын бирине (мындан ары шарттуу түрдө «X багыты» деп аталуучу) таандык кылынгандар реакциялардын берилген стандарттык спектринин кошумча маанисинин 90 % кем болбоого тийиш;

– башка горизонталдык багытка (X ортогоналдык багытка жана андан ары шарттуу түрдө «Y багыты» деп аталууга) таандык кылынган, эреже катары, реакциялардын берилген стандарттык спектринин тиешелүү маанилеринин ω коэффициентке көбөйтүлгөн 90 % кем болбоого тийиш. ω коэффициентинин мааниси төмөнкү туюнтмаларда аныкталат:

$$\omega(T) = 0{,}01T^3 - 0{,}015T^2 + 0{,}015T + 1{,}0 \le 1{,}0\,; \qquad (8.21)$$

мында $T - \omega$ коэффициенттин маанилери эсептелген мезгил.

X жана Y ортогоналдык багыттар үчүн акселерограммалар эске алынат (8.6.3 караңыз).

Имаратты же курулманы эсептөөдө «X багыты» үчүн акселерограммалар менен берилген горизонталдык сейсмикалык таасир имараттын же курулманын бардык маанилүү горизонталдык багыттарын бойлото (имараттагы же курулмадагы конструкциялардын компоновкаланышына жараша кабыл алынат), ал эми акселерограммалар менен Y багыты үчүн берилген таасир ортогоналдык горизонталдык багыттарды бойлото колдонулушу керек.

8.7 Конструкциялык эмес элементтер

8.7.1 Конструкциялык эмес элементтердин эсеби сейсмикалык изоляциялоочу динамикалык натыйжаларын милдеттүү түрдө кароо менен КР КЧ 20-02 ылайык аткарылышы керек.

8.7.2 Имараттардын жүк көтөрбөгөн конструкциялык элементтери (парапеттер, фпонтондор, тосмолор, асма фасаддар жана башкалар) жана имараттардын конструкциялык эмес элементтери (мисалы, антенналар, өткөргүч

түтүктөр механикалык жана электрдик жабдуулар, декоративдик архитектуралык элементтер), алар баш тартылганда адамдар үчүн коркунуч туудурушу, имараттын конструкциялык системасына же маанилүү жабдуулардын иштешине таасир этиши мүмкүн, аларды бекитүүнүн элементтери менен бирге эсептик сейсмикалык таасирге туруштук берүүсү текшерилиши керек.

8.7.3 Өзгөчө жоопкерчиликтеги жүк көтөрбөгөн конструкциялык жана конструкциялык эмес элементтердин же бузулушу өзгөчө коркунуч туудурган элементтердин сейсмикалык таасирине эсептөө реалдуу моделге жана ага конструкциялык эмес элементтер бекитилген жердеги конструкциялык системанын элементтеринин реакцияларына ылайык келген реакциялардын спектрлерин пайдаланууга негизделүүгө тийиш.

8.7.4 Эгерде механизмдер жана жабдуулар имараттын конструкциялык системасынын реакциясына толук таасир этүүгө жөндөмдүү салмакка жана габариттерге ээ болсо жана имараттын эсептик моделинин алкагында алар деформацияланбаган нерсе катары каралышы мүмкүн болсо, анда аларды имараттын эсептик моделине ачык түрдө киргизүү сунушталат.

8.7.5 8.7.2 жана 8.7.3 көрсөтүлгөндөрдөн башка бардык башка учурларда имараттын салмагы жок элементтерине эсептелген сейсмикалык күч келтирүүлөрдү аныктоо жол-жоболорун негиздүү жөнөкөйлөтүүгө жол берилет.

8.8 Критикалык чектеги коопсуздукту текшерүү (ULS)

8.8.1 Субтүзүмгө ага түздөн-түз колдонулган инерция күчтөрүнүн таасирине жана сейсмикалык изоляциялоочу система тарабынан ага берилген күчтөргө жана моменттерге текшерилиши керек.

8.8.2 Субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн критикалык чектик абалдары γ_M коэффициенттин жеке маанилерин колдонуу менен текшерилиши керек. γ_M коэффициенттин мааниси тандалган түзүмдүк система үчүн колдонулган материалдын түрүнө жараша илимий-техникалык коштоодо орнотулушу керек.

8.8.3 Субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн тең салмактуулугуна жана каршылыгына тиешелүү коопсуздук текшерүүлөрү КР КЧ 20-02 жоболоруна жана башка тиешелүү ченемдерге ылайык аткарылууга тийиш. Капаситивдүү долбоорлоо талаптарын жана глобалдык же жергиликтүү пластикалык шарттарды аткаруунун кажети жок.

8.8.4 Сейсмикалык изоляциялоочу имараттарда субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн конструкциялык элементтери диссипативдик эмес катары долбоорлонушу мүмкүн. Бетон, болот же курама имараттар үчүн ийкемдүүлүк

классы төмөн (DCL) кабыл алынышы мүмкүн, бул аз диссипациялык жүрүм-турум түшүнүгүнө туура келет.

8.8.5 Имараттарда супертүзүмдүн конструкциялык элементтеринин каршылыгынын шарттары сейсмикалык таасирди эске алуу менен канааттандырылышы мүмкүн, ал 1,5 тен көп эмес жүрүм-турум коэффициентине q бөлүнөт.

8.8.6 Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн туруктуулугунун мүмкүн болгон жоготулушун жана өзүнчө аныкталган γ_M маанилердин колдонулушун эске алуу менен, сейсмикалык изоляциялоочу системанын туруктуулугу 6.2.2 келтирилген γ_x коэффициентти эске алуу менен бааланууга тийиш.

8.8.7 Сейсмикалык изоляциялоочу системанын тибине жана каралып жаткан сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдүн түрүнө жараша алардын туруктуулугу төмөнкү параметрлердин ар бири боюнча критикалык абалда бааланууга тийиш:

а) сейсмикалык долбоордук кырдаалда максималдуу мүмкүн болгон вертикалдык жана горизонталдык күчтөрдү, анын ичинде оодаруу таасирин эске алуу менен;

б) сейсмикалык изоляциялоочу катмардын төмөнкү жана жогорку беттеринин ортосундагы жалпы салыштырмалуу горизонталдык жылышуунун; сейсмикалык эсептик кырдаалда жалпы салыштырмалуу горизонталдык жылышуу эсептик сейсмикалык таасирден келип чыккан деформацияны жана арматуранын кичирейишинин, сойлоп кетишинин, температуралык таасиринин жана чыңалуусунун кесепеттери менен байланышкан эффекттерди камтууга тийиш (эгерде супертүзүм алдын ала чыңалса).

А тиркемеси

Сейсмикалык изоляциялоо системасын долбоорлоо концепциясы

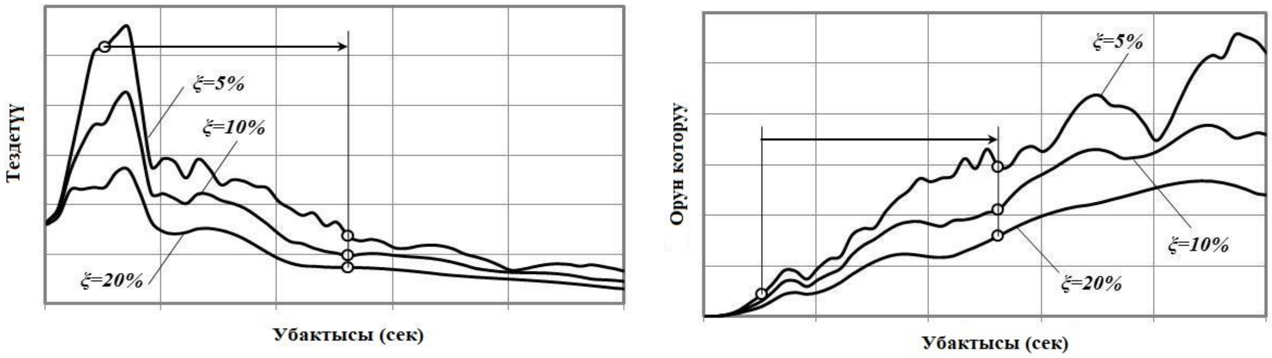
А.1 Бул тиркеменин А жоболору сейсмикалык изоляциялоочу имараттарга карата колдонулушу керек, аларды концептуалдуу долбоорлоодо төмөндө көрсөтүлгөн сейсмикалык изоляциялоочу система менен жабдуу каралат.

А.2 Биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системаны (4.8.а караңыз) супертүзүмдүн термелүүсүнүн негизги обондорунун мезгилин 1,5 – 3,0 с жана андан ашык маанилерге чейин көбөйтүүгө мүмкүндүк берүүчү жогорулатылган горизонталдуу ийкемдүүлүккө ээ болушу керек. Мындай мезгилдерде спектрдик ылдамдануулар супертүзүмдө субтүзүмдөр менен тыгыз байланышкан түзүмдүк системанын термелүүсүнүн негизги тондорунун мезгилдерине салыштырмалуу бир нече эсе аз болуп калат.

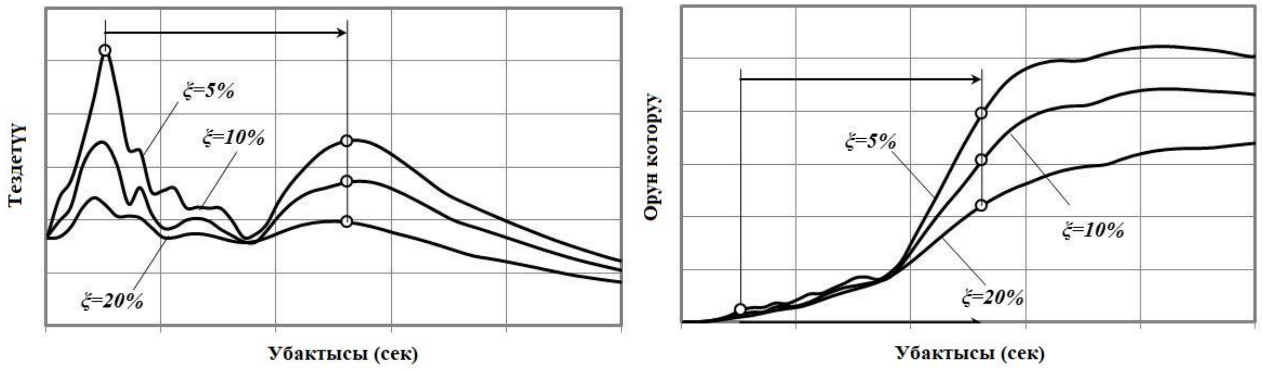
Ар кандай спектрдик курамдагы сейсмикалык таасирлердеги өздүк термелүүлөрдүн кичине жана чоң мезгилдери менен конструктивдүү системанын реакцияларындагы айырма схемалык түрдө А.1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

А.1-сүрөттөн имараттардын (сейсмикалык изоляциялоочу жана жер титиребеген) реакцияларынын чоңдугу алардын өз термелүүлөрүнүн негизги тону жана сейсмикалык таасирлердин спектрдик өзгөчөлүктөрү боюнча мезгилдери менен гана эмес, ошондой эле имараттардын термелүүлөрдүн энергиясын диссипациялоого жөндөмдүүлүгү менен да өз ара байланышта экендиги көрүнүп турат.

Сейсмикалык изоляциялоочу имараттын диссипативдик касиеттери негизинен биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системанын диссипативдик касиеттери менен аныкталышы керек, бул субтүзүмдүн супертүзүмдөн сейсмикалык изоляциялоочу катмар аркылуу бөлүнүшүн камсыз кылат. Биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системанын энергияны диссипациялоого жетиштүү жөндөмдүүлүгү сейсмикалык изоляцияланган түзүлүштүн супертүзүмүнүн натыйжалуу иштеши үчүн зарыл шарт болуп саналат.



а)



б)

А.1-сүрөт – Ар түрдүү спектрдик курамдагы (а жана б) сейсмикалык таасирлерди мүнөздөөчү жана ξ илээшкек демпфирлөө коэффициентинин ар кандай маанилеринде негизги тон боюнча өздүк термелүүлөрүнүн кичине жана чоң мезгилдери бар имараттардын реакцияларындагы айырманы чагылдыруучу ылдамдануулардагы жана орун которуулардагы реакциялардын спектрлери

А.3 Энергиянын диссипациясына жөндөмдүүлүгү төмөн болгон биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системанын колдонууда супертүзүмдүн жана субтүзүмдүн мүмкүн болгон өз ара горизонталдык жылышууларын эсепке алуу керек, алар интенсивдүү жана узак мезгилдүү сейсмикалык таасирлерде бир нече жүз миллиметрге жетиши мүмкүн, ал эми кыйла жагымсыз шарттарда – бир метрден ашышы мүмкүн. Мындай жылыштар сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин алардын эсептик деформациялык мүнөздөмөлөрүнүн чегинен чыгып кетишинин натыйжасында сейсмикалык изоляциялоочу системанын бузулушуна алып келбеши керек.

Сейсмикалык изоляциялоочу системанын ишенимдүү иштешин камсыз кылуу үчүн диссипативдик касиеттердин туура тандалышын камсыз кылуу зарыл:

- супертүзүмдүн субтүзүмгө салыштырмалуу ашыкча жылышына жол бербөө;
- супертүзүмгө таасир этүүчү сейсмикалык жүктөмдөрдүн чоңдугунун олуттуу чектеринде жөнгө салуу;
- сейсмикалык изоляциялоочу супертүзүмдүн мезгилдерине мүмкүн болгон резонанстык эффекттерди басуу.

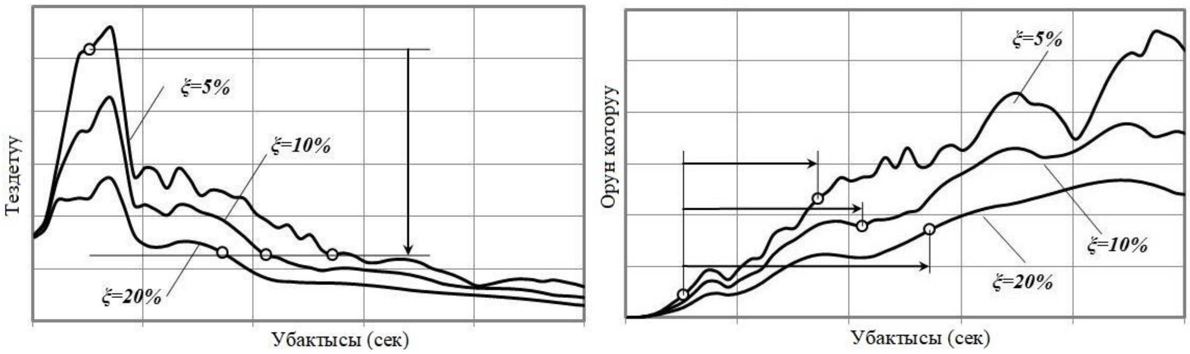
Биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системаны колдонулуучу сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин айрым түрлөрүнүн сыпаттамасы (4.8 а караңыз), Б тиркемесинин Б.1 жана Б.2 бөлүмчөлөрүндө келтирилген.

А.4 Экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу система (4.8 б) супертүзүмгө горизонталдык жүктөмдөрдүн чоңдугунун чектелишин субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн тегиз горизонталдуу жылма беттери менен фрикциялык-кыймылдуу таянычтардан түзүлгөн сейсмикалык изоляциялоочу катмар аркылуу өз ара аракеттенүүсүнүн эсебинен камсыз кылышы керек.

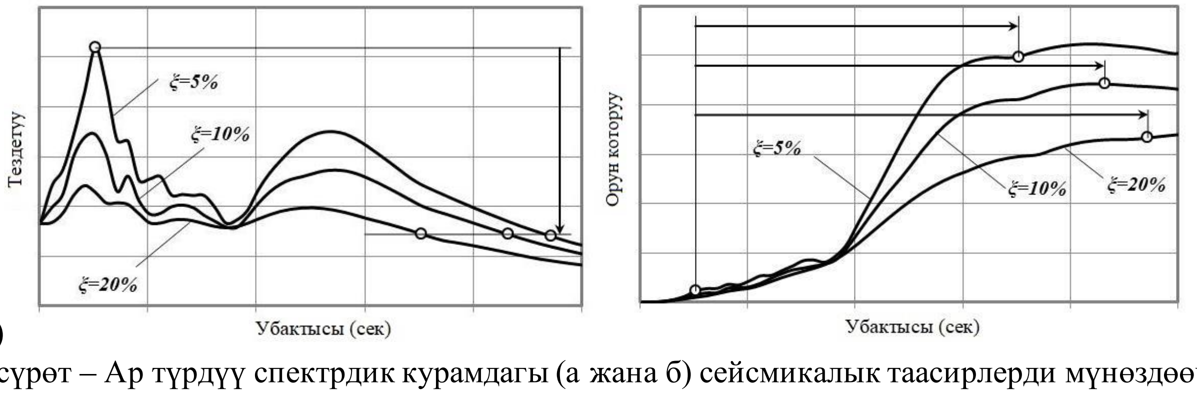
А.5 Экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу система (4.8.б караңыз) эсептик деңгээлден (сейсмикалык жана шамал) ашпаган горизонталдык жүктөмдөрдүн таасиринде супертүзүмдүн өздүк термелүүлөрүнүн жыштык спектринин сакталышын камсыз кылууга тийиш. Иштөө босогосунан төмөн жүктөмдө мындай системалар супертүзүмдүн субтүзүм менен катуу кинематикалык байланышын камсыз кылат; иштөө чегинен ашкан жүктөмдөрдө системалар сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн элементтеринин контакт түзүүчү тегиз беттеринин ортосундагы сүрүлүүнүн эсебинен энергиянын диссипациясы менен өз ара горизонталдык жылышуулардын мүмкүндүгүн камсыз кылууга тийиш.

Экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу система менен жабдылган супертүзүмгө таасир этүүчү максималдык сейсмикалык күчтөр бул таянычтардын конструкциялык мүнөздөмөлөрү менен бекитилген деңгээлде, ошондой эле сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн курамында горизонталдуу жылышуу менен комплекттөөчү тетиктерди даярдоо үчүн колдонулган материалдардын фрикциялык касиеттери менен турукташтырылышы керек.

Негизи менен катуу байланышы бар имараттардын жана экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системасы бар имараттардын реакцияларындагы айырма (4.8.б. караңыз) ар түрдүү спектрдик курамдагы сейсмикалык таасирлерде А.2-сүрөттө схемалык түрдө көрсөтүлөт.



а)



б)

А.2-сүрөт – Ар түрдүү спектрдик курамдагы (а жана б) сейсмикалык таасирлерди мүнөздөөчү жана ξ илээшкек демпфирлөө коэффициентинин ар кандай маанилеринде базада белгиленген имараттардын жана экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу системасы бар имараттардын реакцияларындагы айырманы көрсөтүүчү ылдамдануулардагы жана жылышуулардагы реакциялардын спектрлери

А.6 Экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имараттарды долбоорлоодо (4.8.б караңыз) супертүзүмгө таасир этүүчү инерциялык күчтөрдүн деңгээли сейсмикалык изоляциялоо системасынын мүнөздөмөлөрү менен аныкталат жана сейсмикалык таасирдин интенсивдүүлүгүнө жана статикалык курамына көз каранды эмес экендигин эске алуу керек. Сейсмикалык таасирдин интенсивдүүлүгү жана спектралдык курамы супертүзүмдүн субтүзүмгө карата өз ара горизонталдуу жылышууларынын чоңдугун аныктоодо эске алынууга тийиш (А.2-сүрөттү караңыз).

Супертүзүмдүн жана субтүзүмдүн өз ара горизонталдуу жылышына чектөөлөр жок болгон учурда, супертүзүмгө таасир этүүчү суммалык сейсмикалык күчтөр имараттын сейсмикалык изоляциялоочу бөлүгүнүн салмагынын жылышуу беттеринин ортосундагы сүрүлүү коэффициентине көбөйтүндүсүнө барабар мааниден ашууга тийиш эмес.

Экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасында колдонулуучу сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин айрым түрлөрүнүн сыпаттамасы (4.8.б караңыз) Б тиркемесинин Б.3 бөлүкчөсүндө келтирилген.

А.7 Үчүнчү типтеги сейсмикалык изоляциялоочу (4.8.в) субтүзүм менен супертүзүмдүн ортосундагы жылышуунун сфералык беттери менен сүрүлүүчү-кыймылдуу таянычтарды колдонуу менен түзүлүүчү сейсмикалык изоляциялоочу катмар аркылуу өз ара аракеттенүүнү камсыз кылуу жолу менен супертүзүмгө горизонталдуу сейсмикалык жүктөмдөрдүн чоңдугун чектөөгө тийиш.

Горизонталдык жүктөмдөрдүн сфералык жылма беттери менен сүрмө-кыймылдуу түркүктөр түрүндөгү сейсмикалык изоляциялоочу элементтер (түзүлүштөр) субтүзүм менен супертүзүмдүн ортосундагы катуу кинематикалык байланышты камсыз кылышы керек, ал эми бул деңгээлден ашкандан кийин-негизги тондор боюнча супертүзүмдүн термелүү мезгилинин көбөйүшү жана тиреөчтөрдүн контакттык сфералык беттеринин ортосундагы сүрүлүү күчтөрүнүн эсебинен энергиянын диссипациясы менен коштолгон алардын өз ара горизонталдуу жылышына жол бериши керек.

Үчүнчү типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасынын натыйжалуулугу биринчи жана экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасына салыштырмалуу сейсмикалык таасирлердин жыштыгынын курамынын өзгөчөлүктөрүнө жана интенсивдүүлүгүнө азыраак көз каранды болууга тийиш.

Үчүнчү типтеги системада колдонулуучу сейсмикалык изоляциялоочу элементтердин айрым түрлөрүнүн сыпаттамасы (4.8.в караңыз), Б тиркемесинин Б.4 бөлүкчөсүндө келтирилген.

Б тиркемеси

Сейсмикалык изоляциялоо системасы

Бул тиркемеде ушул ченемдердин 4-бөлүмүндө келтирилген сейсмикалык изоляциялоо системасы түзүлүүчү сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр келтирилген.

Б.1 Эластомердик таянычтар

Б.1.1 Сейсмикалык изоляциялоочу имаратты биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдуу үчүн колдонулуучу эластомердик таяныч (же катмарлуу резина металл, ошондой эле 4.9 жана 4.10 караңыз) (4.8 а караңыз) барак болоттон жана табигый же жасалма резинадан кезектешип тизилген горизонталдуу катмарларды камтыган бирдиктүү пакеттен турган сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш.

Эластомердик таянычтардын катмарлуу резина металл пакетинде төмөнкү жана жогорку тордо болот туташтыруучу фланецтер каралат, алар аркылуу эластомердик таянычтар алар бузулган же кемтик болгон учурда таянычтарды алмаштырууга мүмкүндүк берүүчү анкер болттордун жардамы менен субтүзүм жана супертүзүм системасына бекитилет.

Бардык байланыш беттериндеги компоненттердин курама өз ара аракеттенүүсүн камсыз кылуу үчүн резина менен болоттун барактарын бир катмарлуу пакетке бириктирүү вулканизация жолу менен же атайын бириктирүүчү материалдарды колдонуу менен жүргүзүлөт.

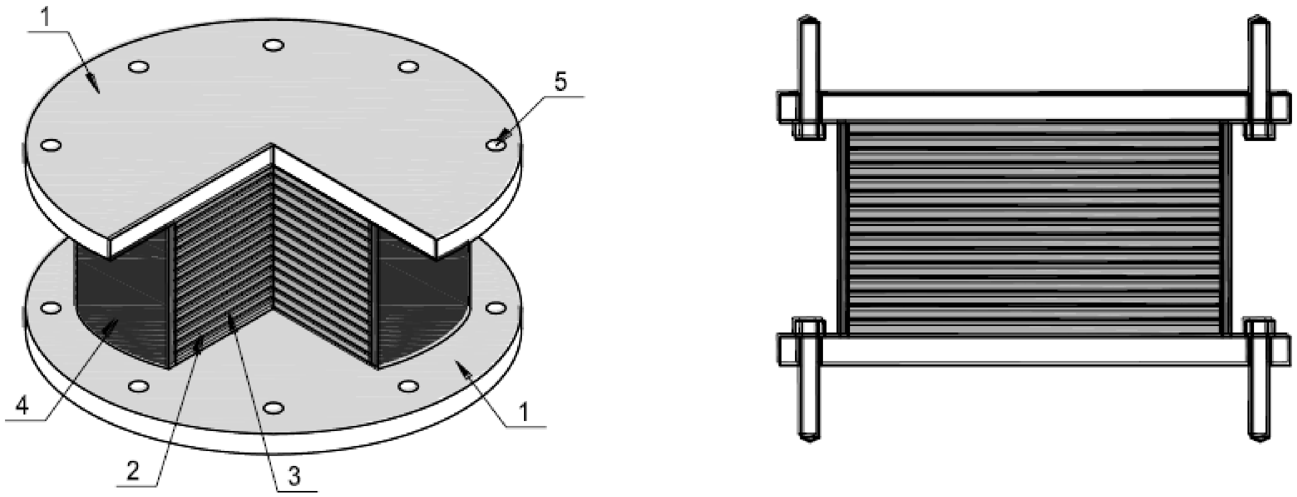
Сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтардын параметрлери, конструкциялык материалдардын мүнөздөмөлөрү жана касиеттери, монтаждоого, эксплуатациялоого жана тышкы шамалдан коргоого карата талаптар даярдоочу тарабынан белгиленген тартипте берилүүгө тийиш.

Эластомердик таянычтын типтүү дизайнынын негизги техникалык чечими Б.1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Б.1.2 Диссипативдик касиеттерди, бекемдикти, вертикалдык жана горизонталдык катуулукту, узакка чыдамдуулукту жана башка эксплуатациялык мүнөздөмөлөрдү камсыз кылуу боюнча эластомердик таянычтарга коюлуучу долбоордук талаптарга жараша, эластомердик таянычтардын конструкциясы компоненттердин материалдарынын (болоттун жана резинанын) физикалык-механикалык касиеттерин, ошондой эле зарыл болгон геометриялык параметрлерди (катмарлардын саны жана алардын калыңдыгы, бийиктиги жана

планы боюнча катмарлуу пакеттин өлчөмдөрү, бириктирүүчү фланецтердин өлчөмдөрү жана калыңдыгы) эске алуу менен дайындалууга тийиш.

Композиттик пакеттеги барак болот катмары резинанын туурасынан кеткен деформациясын чектеп, анын вертикалдык жүктөрдүн астында томпойуп кетишине жол бербейт, ошондой эле эластомердик таянычтардын вертикалдык катуулугун жана бекемдигин камсыз кылат. Төмөн жылышуу катуулугу резина катмарлары эластомердик таянычтардын горизонталдуу ийкемдүүлүгүн камсыз кылат.



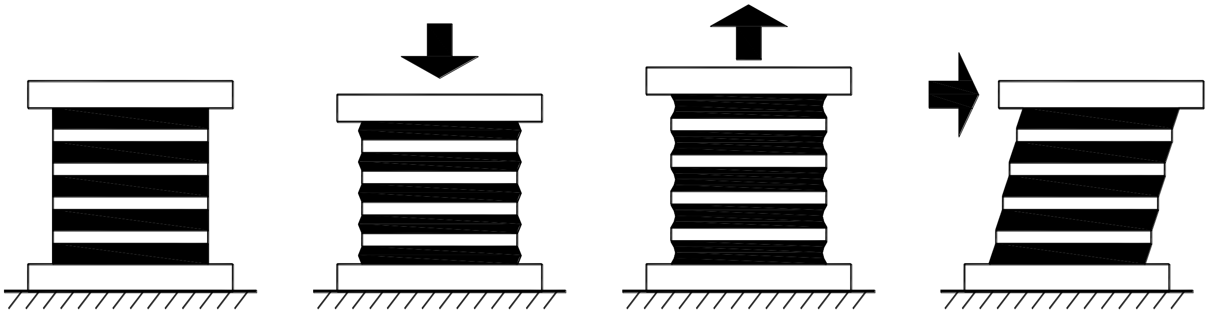
Б.1-сүрөт – Эластомердик сейсмикалык изоляциялоочу таяныч: *1* – субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн колдоочу конструкцияларына бекитүү үчүн туташтыруучу болот фланецтери; *2* – барак резинанын катмары; *3* – барак болот катмары (болот пластиналар); *4* – катмарлуу резина металл пакетин корогон герметикалык корголочу резина кабыгы; *5* – субтүзүмгө жана супертүзүмгө бекитүү үчүн анкердик болттор үчүн фланецтердеги тешиктер

Эластомердик таянычтар, алардын кичинекей жылышуу катуулугунан улам, супертүзүмдүн өзүнүн горизонталдык термелүүлөрүнүн жыштык спектрин өзгөртөт, ал эми таянычтардын деформацияларында пайда болгон калыбына келтирүүчү күчтөр супертүзүмдүн баштапкы абалына кайтарууга умтулат.

Эластомердик таянычтар горизонталдык жана вертикалдык багытта циклдик кыймылдарда кысуу, чыңалуу, кесүү жана буралуу күчтөрүн кабыл алат.

Эсептелген гравитациялык жүктөмдөрдө эластомердик таянычтардын вертикалдык деформациясы эреже катары бир нече миллиметрден ашпайт. Эластомердик тирөөчтөрдүн горизонталдык деформациясы алардын көлөмүнө жана бийиктигине жараша болот жана бир нече жүз миллиметрге жетиши мүмкүн (Б.2-сүрөттү караңыз).

Эластомердик таянычтардын компонентинин касиеттери жана мүнөздөмөлөрү жетишерлик жогорку ишенимдүүлүктө болжолдонот, бул аналитикалык баалоону жана анализдин натыйжаларын чечмелөөнү жетишерлик туура жүргүзүүгө мүмкүндүк берет, аларды сейсмикалык изоляциялоо системасынын түзүлүштөрү менен өз ара аракеттенүү зоналарында тирөөч конструкцияларды деталдаштырууда колдонууга болот.



Б.2-сүрөт – Эластомердик тирөөчтөрдүн вертикалдык жана горизонталдык жүктөмдөрдүн деформациясы

Б.1.3 Диссипативдик касиеттердин көрүнүшүнүн мүнөзүнө жараша эластомердик таянычтарды эки түргө бөлүүгө болот:

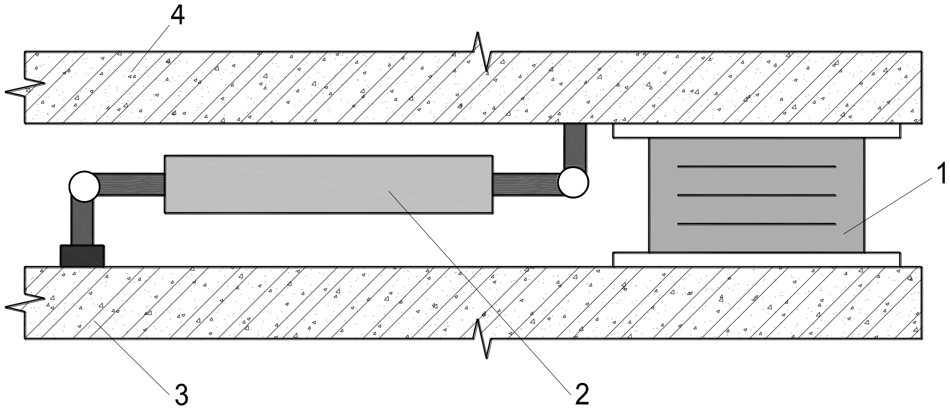
- төмөн энергия диссипация жөндөмдүүлүгү менен таянычтар;
- жогорку энергия диссипация жөндөмдүүлүгү менен таянычтар.

Б.1.4 Бул ченемдерде энергиянын диссипациясына жөндөмдүүлүгү төмөн эластомердик таянычтар деп диссипативдик касиеттери ξ илээшкек демпфирлөө коэффициенти менен мүнөздөлгөн, жылышуунун салыштырмалуу деформацияларында мааниси 100 % критикалык маанинин 5 % же 0,06 % ашпаган тирөөчтөр түшүнүлөт.

Эластомердик таянычтарды даярдоо үчүн материалдын демпфердик касиеттерин жогорулатууга багытталган технологияларды колдонбостон өндүрүлгөн табигый же жасалма резинадан барактар колдонулат.

ξ коэффициенттин мааниси тирөөчтүн деформациясы учурунда пайда болгон ички сүрүлүү күчтөрүнө көз каранды жана адатта 2-3 % түзөт.

Энергиянын диссипациялоо жөндөмдүүлүгү төмөн эластомердик таянычтар сейсмикалык таасирде эластомердик таянычтардын төмөн диссипативдик жөндөмдүүлүгүн компенсациялоого мүмкүндүк берүүчү илешкектүү же гистерезис тибиндеги демпферлер менен айкалышта колдонулушу мүмкүн. Айкалыштырылган системанын схемалык диаграммасы Б. 3-сүрөттө келтирилген.



Б.3-сүрөт – Эластомердик таяныч демпфер менен айкалыштырууда сейсмикалык изоляциялоо фрагменти: *1* – эластомердик таяныч; *2* – демпфер; *3* – субтүзүм; *4* – супертүзүм

Б.1.5 Бул ченемдерде энергиянын диссипациясына жөндөмдүүлүгү жогору эластомердик таянычтар деп диссипативдик касиеттери 10 % ашык ξ маанилери менен илешкектүү демпфирлөө коэффициенти менен мүнөздөлгөн таянычтар түшүнүлөт.

Эластомердик тирөөчтөрдүн диссипативдик касиеттери, жогорку энергия диссипациялоо жөндөмдүүлүгү, негизинен, резинадагы гистерезис процесстерине (анын пластикалык жана сызыктуу эмес ийкемдүү деформацияларына энергия чыгымдары) көз каранды жана жалпысынан 10-20 % чегинде ξ илешкектүү демпфинг коэффициентинин маанилери менен мүнөздөлөт.

Энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жогору эластомердик таянычтарда анын демпфердик касиеттерин талап кылынган деңгээлге чейин жогорулатууну камсыз кылуучу технологиялар боюнча жасалган резинадан жасалган барактар колдонулат.

Жогорку энергетикалык диссипация жөндөмдүүлүгү эластомердик тирөөчтөр 200...350 % чейинки горизонталдык жылышуу деформацияларына чыдай алат, бирок алардын иштеши, ошондой эле катуу жана диссипативдик көрсөткүчтөрү жүктөө ылдамдыгына жана тарыхына, ошондой эле айлана-чөйрөнүн температурасына жана эскиришине жараша болот.

Энергияны таркатуу жөндөмдүүлүгү жогору эластомердик тирөөчтөр үчүн сызыктуу эмес жүрүм-турум мүнөздүү.

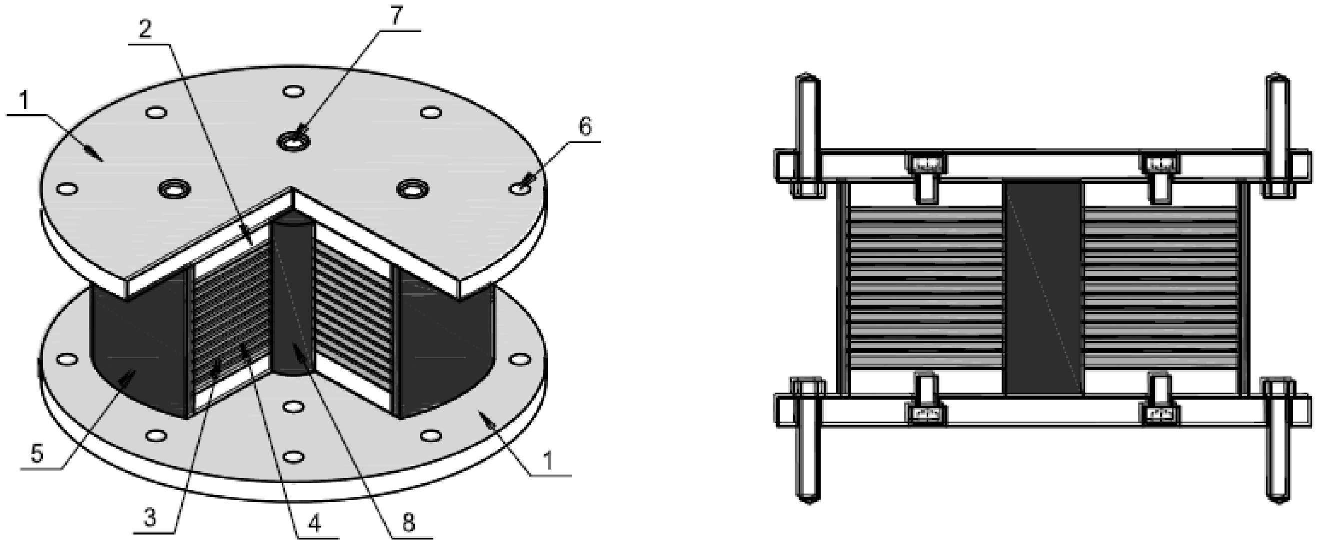
Резинанын бышыктыгы эскирүүнүн эскирүү процессин эске алуу менен курулуштун долбоордук эксплуатациялоо мөөнөтү менен макулдашылышы керек, ал убакыттын өтүшү менен энергиянын диссипациясына жөндөмдүүлүгү жогору эластомердик таянычтын резина компоненттеринин физикалык-механикалык касиеттеринин бузулушу менен шартталган.

Б.2 Эластомердик коргошун өзөктүү таянычтар

Б.2.1 Сейсмикалык изоляциялоочу имаратты биринчи типтеги (4.9 жана 4.10 караңыз) сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдуу үчүн колдонулуучу эластомердик таяныч (4.8 а караңыз) сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш болуп саналат, ал кезеги менен тизилген болоттон жасалган горизонталдык катмарлардын жана натуралдык же жасалма резинадан (ошондой эле Б.1 караңыз) барактардын өзүнчө пакеттик топтомунан комплекттелет, анда коргошун өзөгүн орнотуу үчүн вертикалдуу көңдөй пайда болот, ошондой эле атайын анкердик болтторду колдонуу менен субтүзүмгө жана супертүзүмгө төмөнкү жана жогорку колдоо тиркемелери үчүн эки фланец плитасы менен толукталган

Коргошун өзөгү эластомердик колдоонун катмарлуу резина металл пакетинин борборундагы алдын ала түзүлгөн тешикте (көңдөйдө) жайгашкан жана баштыктын тышкы диаметринин диаметри 15 % дан 33 % га чейин болушу мүмкүн.

Коргошундун өзөгү менен эластомердик таянычтын типтүү конструкциясынын негизги техникалык чечими жөнүндө жалпы түшүнүк Б.4-сүрөттө көрсөтүлгөн.



Б.4-сүрөт – Эластомердик таяныч коргошун өзөгү менен: *1* – субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн колдоочу конструкцияларына бекитүү үчүн туташтыруучу болот фланецтери; *2* – фланецти бириктирүү үчүн үстүнкү жана астыңкы катмарлуу пакет болот плитасы; *3* – болот катмарлары (болот такталар); *4* – барак резина катмарлары; *5* – катмарлуу резина металл пакетин коргогон герметикалык коргоочу резина кабыгы; *6* – субтүзүмгө жана супертүзүмгө бекитүү үчүн анкер болттору үчүн бириктирүүчү болот фланецтериндеги тешиктер; *7* – ачкыч тешиктери; *8* – коргошун өзөгү

Б.2.2 Курамдуу өз ара аракеттенүүчү катмарлуу резина металл пакетин коргошун өзөгү менен сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштө айкалыштыруу

горизонталдык деформацияларда мындай гистерезис диссипациясынын энергия таянычынын көрүнүшүн камсыз кылат.

Коргошун өзөгү менен сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таяныч төмөнкүлөргө ээ:

- эксплуатациялык жүктөмдөрдүн деңгээлинде жогорку вертикалдык катуулук;
- төмөнкү деңгээлдеги горизонталдык жүктөмдөрдүн таасири астында жогорку горизонталдык катуулук;
- жогорку деңгээлдеги горизонталдык жүктөмдөрдүн таасири астында төмөн горизонталдык катуулук;
- жогорку энергетикалык диссипация жөндөмдүүлүгү.

Б.2.3 Коргошун өзөгү бар эластомердик таянычтардын диссипативдик касиеттери алардын горизонталдык жылышуу деформацияларынын чоңдугунан көз каранды жана 15 %дан 35 % чейинки ξ менен натыйжалуу илешкектүү демпфирлөө коэффициенти менен мүнөздөлөт.

Б.2.4 Коргошун өзөгү бар сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар 120...200 % га чейин горизонталдык жылышуу деформациясына чыдай алат. Ошол эле учурда, алардын параметрлери Б.1.5 - сүрөттөлгөн эластомердик таянычтардын параметрлерине караганда тик жүктөрдүн чоңдугуна, жүктөө ылдамдыгына жана тарыхына, айлана-чөйрөнүн температурасына жана картаюуга анча сезгич эмес.

Б.2.5 Горизонталдык таасирлердин төмөнкү деңгээлдеринде (мисалы, шамал же начар сейсмикалык таасирлерде) коргошун өзөктүү сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар горизонталдык жана вертикалдык багыттарда катуу элементтер катары, ал эми горизонталдык таасирлердин жогорку деңгээлдеринде горизонталдык багытта ийкемдүү жана вертикалдуу катуу элементтер катары иштешет.

Б.2.6 Коргошун өзөгү бар эластомердик таянычтарды сейсмикалык жактан жогорку зоналарда куруу үчүн сейсмикалык изоляциялоочу имараттарды долбоорлоодо колдонуу сунушталат.

Б.3 Жалпак горизонталдуу жылма беттери менен сүрүлүүчү типтеги таянычтар

Б.3.1 Сейсмикалык изоляциялоочу имаратты экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоочу система менен жабдуу үчүн колдонулуучу тегиз горизонталь жылуучу беттери (4.9 жана 4.10-караңыз) менен сүрмө-кыймылдуу сейсмикалык изоляциялоочу таяныч (4.8.б караңыз) сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш болуп

саналат, ал катуу таяныч блок жана тайгалануучу аянтчанын болот плитасы менен жабдылууга тийиш.

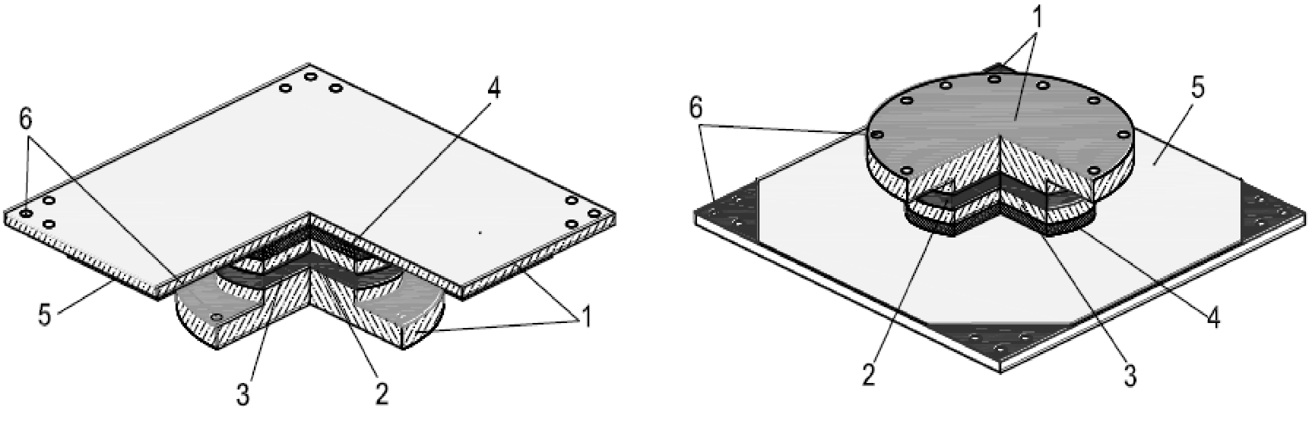
Катуу таяныч бирдиги бир нече, курама-өз ара аракеттенүүчү компоненттерден турат:

- болот негизи (мисалы, контакттык беттерди иштетүү менен же үзгүлтүксүз болот куюу түрүндө, же ширетилген болоттон жасалган буюм);
- резина барак (жасалма же табигый);
- дат баспас болоттон жасалган табак;
- жылма сүрүлүү коэффициентинин мааниси төмөн синтетикалык материалдын катмары (мисалы, фторопласт).

Болоттон, барак резинадан жана синтетикалык материалдан жасалган компоненттерди бирдиктүү катуу таяныч блогуна бириктирүү, алардын бардык контакт беттеринде өз ара композиттик өз ара аракеттенүүсүн камсыз кылуу максатында вулканизациянын (мисалы, болот менен резина) жана/же атайын жабыштыруучу материалдардын (мисалы, болот жана фторопласт)жардамы менен аткарылышы мүмкүн.

Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштү орнотуу, анын негизги бөлүктөрүн жайгаштыруунун эки вариантында, жылма аянтчанын жайгашкан жерине жараша, же субтүзүмдүн үстүнкү деңгээлинде же супертүзүмдүн түбүнүн деңгээлинде жүргүзүлүшү мүмкүн.

Сүрөттө жалпак горизонталдуу жылма беттери менен сүрүлүүчү жана кыймылдуу сейсмикалык изоляциялоочу таянычтын типтүү конструкциясынын негизги техникалык чечими жөнүндө жалпы түшүнүк Б.5-сүрөттө көрсөтүлгөн.



Б.5-сүрөт – Сейсмикалык изоляциялоочу таяныч сүрүлмөлүү жалпак горизонталдуу жылма беттери менен: *1* – субтүзүмгө жана супертүзүмгө бекитилген таяныч болот пластиналары; *2* – катуу таяныч блогунун резина барагы; *3* – ички болот пластиналары; *4* – жылма таянычтын үстүнкү бөлүгүн каптоо (мисалы, фторопласт); *5* – тайып кетүүчү болот пластина (мисалы, дат баспас болоттон жасалган); *6* – таянычты бекитүү жана фрикциялык кыймылдуу таянычтын бөлүктөрүн субтүзүмгө жана супертүзүмгө бекитүү (бекитүү) үчүн зарыл болгон анкердик болт тешиктери

Б.3.2 Сейсмикалык изоляциялоочу таяныч тегиз горизонталдуу жылма беттери (же жалпак жылма таяныч) менен сүрүлүүчү таяныч, жогорку диссипалуу эластомердик таянычтардан (Б.1 жана Б.2 караңыз) айырмаланып, кыйла төмөн срабата вания босогосу менен мүнөздөлөт жана жогорку диссипатенттүү эластомердик таянычтарга караганда алда канча көп энергия таралышын камсыз кылат (ξ=63,7 % чейин).

Бирок эластомердик таянычтардан айырмаланып, жалпак жылма таянычтарда калыбына келтирүүчү күчтөрдүн жоктугунан, интенсивдүү сейсмикалык таасирлерде супертүзүм субтүзүмгө салыштырмалуу чоң бир тараптуу горизонталдуу жылыштарга ээ болушу мүмкүн, ал эми сейсмикалык жүктөр токтогондон кийин субтүзүмгө салыштырмалуу чоң калдык горизонталдуу жылыштарга ээ болушу мүмкүн.

Супертүзүмдүн чоң бир тараптуу жылыштары горизонталдык тегиздикке карата «жылма кур» жантаюусунан, тышкы сейсмикалык таасирдин симметриялуулугунан жана/же термелүүчү жылышуу эффектинен, башкача айтканда, супертүзүмдү туруктуу же бир аз өзгөргөн ылдамдыкта жай багытталган кыймылынан келип чыгышы мүмкүн.

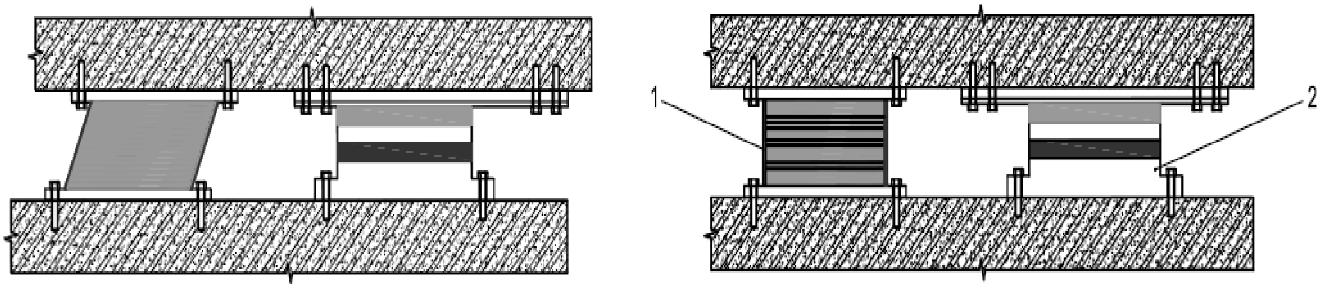
Жалпак жылма таянычтардын мейкиндикте так жайгашуусун камсыз кылуу зарыл, өзгөчө өзүнчө сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштө да, жалпысынан сейсмикалык изоляциялоо системасында да синтетикалык материалдан жасалган катмар менен жылма аянтчанын ортосундагы өз ара аракеттешүүнүн тегиздиктеринин горизонталдуулугуна жана параллелдүүлүгүнө карата. Башкача айтканда, экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасынын түзүмчөнүн жана супертүзүмдүн таяныч участокторунун ар кандай геометриялык кемчиликтерине сезгичтигин белгилей кетүү керек, анткени өз ара аракеттенүүнүн тегиздиктеринин параллелдүүлүгү жана ар тараптуу багытталбагандыгы сейсмикалык изоляциялоо системасынын жалпы ишине терс таасирин тийгизиши мүмкүн, анын ичинде айрым түзүлүштөрдүн бирдей эмес жүктөлүшүнө алып келиши мүмкүн.

Эгерде имарат жалпак жылма тирөөчтөрдөн гана пайда болгон экинчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган болсо («жылма алкак» деп аталат), анда супертүзүм субтүзүмгө салыштырмалуу чоң бир тараптуу горизонталдык кыймылдарга ээ болушу мүмкүн жана натыйжада катуу таяныч блоктордун жана жылма аянттардын долбоордук схемасында каралган субстрат менен супертүзүмдүн өз ара аракеттенүү шарттары өзгөрүшү мүмкүн. Тайгалак аянттын үстүнкү же ылдыйкы жайгашкан жерине жараша бир тараптуу чоң горизонталдык жылыштардын калдыктары сейсмикалык изоляциялоочу имараттын туруктуулук системасында долбоордо каралбаган жалпы жана/же жергиликтүү таасирлердин болушун шарттайт.

Айрым чет өлкөлүк ченемдердин жоболоруна ылайык орун которуштурууну атайын чектегичтер менен жабдылбаган, каралып жаткан типтеги сүрмө-көчмө таянычтары бар сейсмикалык изоляциялоо системасы супертүзүмдүн субтүзүмгө карата жер которуу мүмкүнчүлүгүн сейсмикалык таасирлерде имараттын негизнин жылышуусу күтүлгөндөн 3 эсе көп камсыз кылууга тийиш. Чоң өлчөмдөгү жылма аянтчаларды камсыз кылуу зарылдыгы сейсмикалык изоляциялоочу жалпак жылма таянычтардын абалы боюнча тирөөч конструкцияларды орнотууда рационалдык техникалык чечимдерди кабыл алуу мүмкүнчүлүгүнө терс таасирин тийгизиши мүмкүн жана муну терс фактор катары кароо керек.

Б.3.3 Сейсмикалык изоляциялоочу жалпак жылма таянычтарды пайдалануу менен сейсмикалык изоляциялоо системасы бар имаратты долбоорлоодо, эреже катары, «топурак-түзүмчө-сейсмикалык изоляциялоочу-супертүзүм» глобалдык системасын баштапкы же ага жакын абалына кайтарууну камсыз кылуу мүмкүнчүлүгүн караган долбоордук иш-чараларды кароо керек. Бул максаттарда төмөнкү жолдор сунуш кылынышы мүмкүн:

- сейсмикалык окуядан кийин тиешелүү күч жабдууларын колдонуу аркылуу супертүзүмдү баштапкы же ага жакын жерге кайтаруу мүмкүнчүлүгү камсыз кылынгыдай супертүзүмдүн базасында конструкциялык чечимди караштыруу;
- сейсмикалык изоляциялоочу айкалышкан системасын түзүү, анда жалпак жылма таянычтар менен бирге серпилгич сейсмикалык изоляциялоочу үзүлүштөр (мисалы, Б.6-сүрөттө көрсөтүлгөндөй эластомердик таянычтар) жана/же кошумча серпилгич элементтер (амортизаторлор) колдонулат.



Б.6-сүрөт – сейсмикалык изоляциялоо системасында жалпак жылма таянычты жана эластомердик таянычты айкалыштыруу варианты: *1* – сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таяныч; *2* – сейсмикалык изоляциялоочу таяныч сүрүлмөлүү, жалпак горизонталдуу жылма беттери менен

Б.4 Топчөйрөлүк жылмышуу беттери менен сүрүлгүчтүү-кыймылдуу таянычтар

Б.4.1 Сейсмикалык изоляциялоочу имаратты үчүнчү типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдуу үчүн колдонулуучу (4.8.в караңыз)

топчөйрөлүк жылмышуу беттери менен сүрүлгүчтүү-кыймылдуу таянычтар (же термелгич жылмышуучу таянычтар, 4.9 жана 4.10 караңыз) – бул сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөр, анда алардын комплекттөөчү тетиктери алардын ортосундагы жылмышуунун тиймелик беттери тиешелүү топчөйрөлүк формада болгудай даярдалат.

Топчөйрөлүк жылмышуу беттери менен сейсмикалык изоляциялоочу сүрүлгүчтүү-кыймылдуу таянычтар термелгич жылмышуучу таянычтар деп аталат, анткени аларда жайгашкан супертүзүм сүрүлүү болгон учурда термелменин кыймылдарына окшош сейсмикалык таасирлерде кыймылдарды жасайт (төмөндөгү Б.8-сүрөттү караңыз). Ушул ченемдерде термелгич жылмышуучу таянычтардын үч түрү каралат (Б.4.4 караңыз).

Энергия чайпалтып сүрүлүүчү күчтөрдүн эсебинен диссипацияланган сейсмикалык изоляциялоочу таянычтар (шар сымал жана чыгырыктуу таянычтар, кинематикалык пайдубалдар жана ушул сыяктуу энергияны диссипациялоого жөндөмдүүлүгү төмөн түзүлүштөр) ушул ченемдерде каралбайт.

Б.4.2 Ушул ченемдерде термелгич жылмышуучу таянычтар каралат, алардын бардык түрлөрүн түзүүдө принциптүү техникалык чечим аларда комплекттөөчү тетиктердин болушун болжолдойт:

- талап кылынган геометриялык параметрлери менен аларга ийилген топчөйрөлүк жылмышуу беттерин түзүү менен таяныч плиталар (Б.4.6, Б.4.13 жана Б.4.16 дагы караңыз);
- талап кылынган геометриялык параметрлери менен аларга кайкалаган жана ийилген топчөйрөлүк жылмышуу беттерин түзүү менен жылгыч (же жылгычтардын тобу) (Б.4.6, Б.4.13 жана Б.4.16 дагы караңыз).

Б.4.3 Жылмышуу беттери боюнча жылгычтардын берилген горизонталдык которуулардын чектериндеги чектөөлөр үчүн таяныч такталардын тетиктеринде жана айрым жылгычтарда чектөөчү таянычтардын функцияларын аткаруучу атайын капталдар каралышы керек (Б.4.5, Б.4.6 жана Б.4.13 дагы караңыз).

Эреже катары, сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн термелгич жылмышуучу таяныч түрүндөгү комплекттөөчү тетиктери атайын болоттордон аткарылат (тиешелүү маркадагы заводдук шарттарда атайын жол менен иштетилген болот куймалардан). Зарыл болгон учурда тиймелик беттердин өзгөчө жабылышы да каралышы мүмкүн (мисалы, жалатуу).

Б.4.4 Сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштү түзүү боюнча техникалык чечимдин өзгөчөлүктөрүнө жараша термелгич жылмышуучу таянычтарды төмөнкүдөй түрлөргө бөлүүгө болот:

- бир топчөйрөлүк жылмышуу бети менен; мындан ары – бир термелгич жылмышуучу таяныч (Б.4.6 дагы караңыз);

- эки топчөйрөлүк жылмышуу бети менен; мындан ары – эки термелгич жылмышуучу таяныч (Б.4.13 дагы караңыз);
- төрт топчөйрөлүк жылмышуу бети менен; мындан ары – үч термелгич жылмышуучу таяныч (Б.4.16 дагы караңыз).

Б.4.5 Бардык түрдөгү термелгич жылмышуучу таянычтарда:

- жылгычтардын жана таяныч такталардын формалары тиймелик беттерде чыңалуунун бирдей бөлүштүрүлүшүн камсыздоого тийиш жана локалдуу жагымсыз натыйжалардын пайда болуу мүмкүнчүлүгүн жокко чыгарат;
- тиймелик топчөйрөлүк жылмышуу беттериндеги жылгычтарды которууда супертүзүм көтөрүлүп, глобалдык горизонталдык тегиздикке параллелдүү тартылуу күчүн түзүүчү аны баштапкы туруктуу тең салмактуулук абалына кайтарууга аракет кылышы керек;
- диссипативдик касиеттер таяныч такталардын жана жылгычтардын тиймелик беттеринде көрсөтүлгөн материалдардын сүрүлгүчтүү касиеттер и менен өз ара байланышкан; көбүнчө диссипативдик касиеттер ξ натыйжалуу илээшкек демпфирлөө коэффициенти менен 10дон 30 %га чейинки чектердеги маанилерде мүнөздөлөт.

Б.4.6 Бир термелгич жылмышуучу таяныч эки горизонталдуу таяныч тактасынан турат, алардын бири топчөйрөлүк ийилген бети жана такталардын ортосунда жайгашкан топчөйрөлүк дошполуу жылгычы бар.

Б.4.7 Бир термелгич жылмышуучу таяныч түрүндөгү сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш (Б.4.2, Б.4.3, Б.4.4 дагы караңыз) каралып жаткан учурда комплекттөөчү тетиктердин өз ара аракеттенүүсүнүн тиймелик беттери түзүлүүчү эки таяныч такта жана бир жылгыч менен комплекттелүүгө тийиш.

Бир термелгич жылмышуучу таяныч түрүндөгү сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш төмөнкү таяныч тактасы менен комплекттелет, ал берилген чектерде жылгычтын которулуштарын камсыздоо үчүн анын ийрилик радиусунун тийиштүү өлчөмү менен ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен каралат.

Үстүнкү таяныч тактасы ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен каралат, бирок анын тиймелик өз ара аркеттенүүсүн камсыздоо менен шартталган ийрилик радиусу шар сымал дошпо үчүн типтүү жылгыч менен каралат.

Б.4.8 Жылгыч көлөмдүү формасы жана геометриялык параметрлери таяныч такталарындагы (төмөнкү жана жогорку) жылмышуу беттериндеги тиймелик өз ара аракеттенүүнүн ар кандай мүнөзү менен шартталган эки кайкалаган топчөйрөлүк бет менен аткарылышы керек. Болбосо, мындай жылгычты функционалдык түрдө дошполуу-сүрүлгүчтүү деп идентификациялоого болот.

Б.4.9 Бир термелгич жылмышуучу таянычтын жүрүм-турум өзгөчөлүктөрү жана сейсмикалык изоляциялоочу касиеттери R топчөйрөлүк жылмышуу бетинин

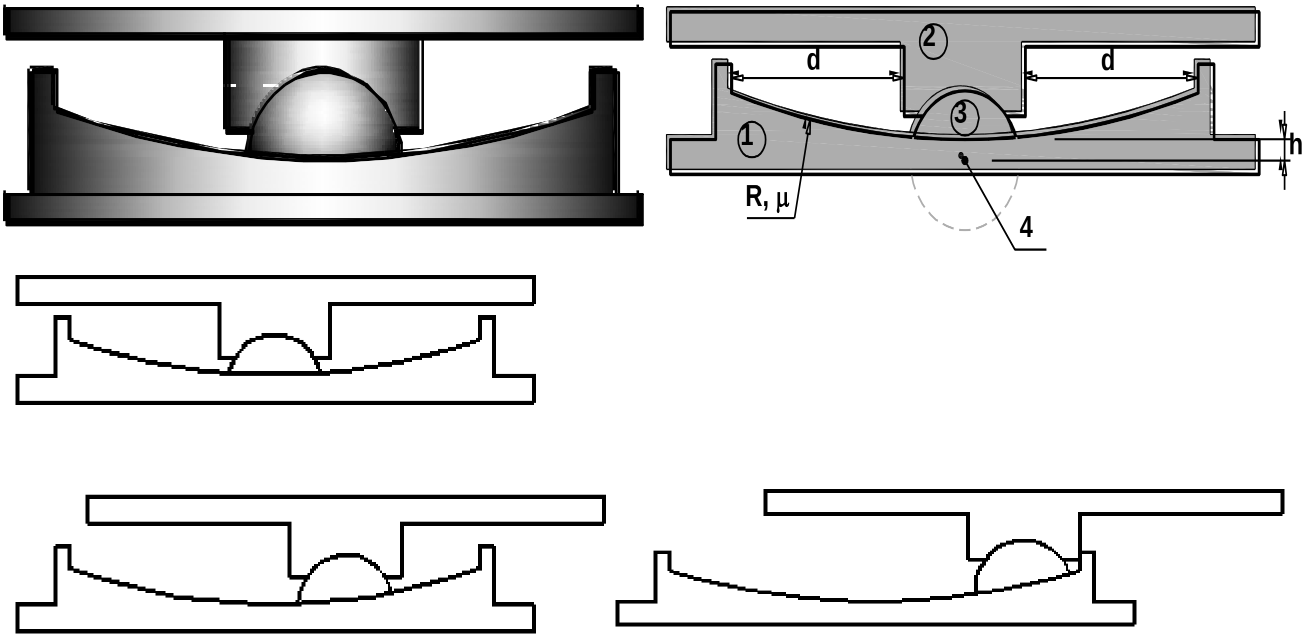
ийрилик радиусуна жана сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн төмөнкү таяныч тактасындагы өз ара аракеттенүүнүн топчөйрөлүк бети боюнча жылгычтын μ жылмышуу сүрүлүү коэффициентинин чоңдугуна көз каранды болушу керек.

Б.4.10 Бир термелгич жылмышуучу таянычтын жардамы менен сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн өз термелүү спектри артыкча сейсмикалык изоляциялоочу бир термелгич жылмышуучу таянычтын төмөнкү таяныч тактасындагы топчөйрөлүк жылмышуу бетинин тандалган ийрилик радиусуна көз каранды жана тышкы таасирдин ургаалдуулугуна, ошондой эле супертүзүмдүн термелүү амплитудасына көз каранды эмес.

Б.4.11 Бир термелгич жылмышуучу таяныч менен түзүлгөн заманбап сейсмикалык изоляциялоо системасы төмөнкүлөрдү камсыздоого жөндөмдүү:

- 3 с же андан ашык супертүзүмдөрдүн термелүү мезгилдери;
- 1 м жана андан ашык субтүзүмдөрдүн жана супертүзүмдөрдүн өз ара жылышы.

Бир топчөйрөлүк жылмышуу бети менен сейсмикалык изоляциялоочу бир термелгич жылмышуучу таянычтын конструкциясынын техникалык чечими жөнүндө жалпы көрүнүшү жана таянычтын жүрүм-турумунун демонстрациясы төмөндөгү Б.7-сүрөттө көрсөтүлгөн.



Б.7-сүрөт – Бир термелгич жылмышуучу таянычтын жалпы көрүнүшү жана жүрүм-турум схемасы: *1* – жылгыч менен сүрүлгүчтүү байланыш үчүн ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен төмөнкү таяныч тактасы; *2* – жылгыч менен дошполуу байланыш үчүн ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен жогорку таяныч тактасы; *3* – дошполуу-сүрүлгүчтүү жылгыч; *4* – буруу чекити

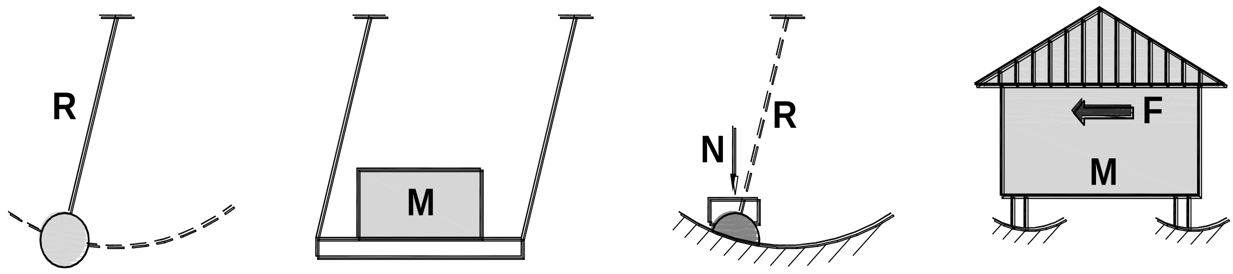
Б.4.12 Бир термелгич жылмышуучу таянычтын иштөө принциби төмөндөгү Б.8-сүрөттө көрсөтүлгөн, анда төмөнкүлөр чагылдырылган:

а) гравитациялык термелменин бир асма чекити менен термелүүсү;

б) гравитациялык термелменин эки асма чекити менен термелүүсү;

в) топчөйрөлүк жылгычтын топчөйрөлүк таяныч бети боюнча жылмышуусунда термелгич термелүүлөр;

г) термелгич жылмышуучу таянычтардагы имарат.



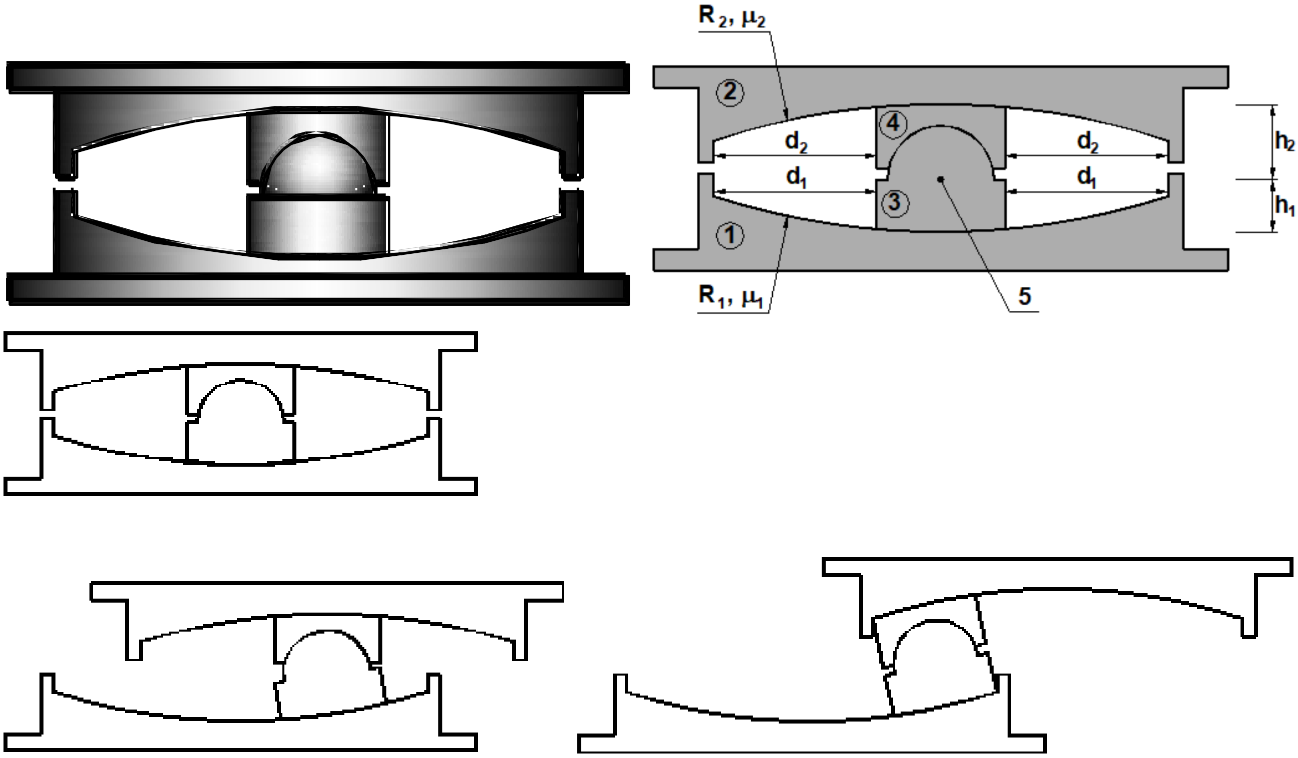
а) б) в) г)

Б.8-сүрөт – Бир термелгич жылмышуучу таянычтын иштөө принциби

Б.4.13 Эки термелгич жылмышуучу таяныч түрүндө сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш (Б.4.2, Б.4.3, Б.4.4 дагы караңыз) каралып жаткан учурда комплекттөөчү тетиктердин бири-бири менен өз ара аракеттенүүсүнүн тиймелик беттери түзүлүүчү эки таяныч такта жана эки жылгыч менен комплекттелет.

Эки термелгич жылмышуучу таяныч түрүндө сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш эки, төмөнкү жана жогорку таяныч такталар менен комплекттелет, алардын ар бири берилген чектерде жылгычтардын жылышын камсыздоо үчүн алардын ийрилик радиусунун тиешелүү өлчөмү менен ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен каралат.

Топчөйрөлүк жылмышуу беттери менен сейсмикалык изоляциялоочу эки термелгич жылмышуучу таянычтын конструкциясынын принциптүү техникалык чечими жөнүндө жалпы түшүнүк, ошондой эле сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн жүрүм-турумунун демонстрациялык схемасы Б.9-сүрөттө көрсөтүлгөн.



Б.9-сүрөт – Эки термелгич жылмышуучу таянычтын жалпы көрүнүшү жана жүрүм-турум схемасы: *1* – төмөнкү жылгыч менен сүрүлгүчтүү байланыш үчүн ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен төмөнкү таяныч тактасы; *2* – жогорку жылгыч менен сүрүлгүчтүү байланыш үчүн ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен жогорку таяныч тактасы; *3* – жогорку дошполуу-сүрүлгүчтүү жылгыч; *4* – төмөнкү дошполуу-сүрүлгүчтүү жылгыч; 5 – буруу чекити

Б.4.14 Эки жылгычты функционалдык түрдө дошполуу-сүрүлгүчтүү деп идентификациялоого болот, алардын көлөмдүк формалары жана геометриялык параметрлери таяныч такталардагы (төмөнкү же жогорку) жылмышуу беттериндеги, ошондой эле түздөн-түз жылгычтардын ортосундагы тиймелик өз ара аракеттенүүнүн ар кандай мүнөзү менен шартталган.

Төмөнкү жылгыч ар кандай ийрилик радиустары бар эки ийилген топчөйрөлүк бет менен аткарылат, анын көлөмдүк формасы жана геометриялык параметрлери төмөнкү таяныч тактасынын жылмышуу бетиндеги тиймелик өз ара аракеттенүүнүн ар кандай мүнөзү менен жана жогорку жылгыч менен шар сымал дошпо принциби боюнча шартталган.

Жогорку жылгыч ар кандай ийрилик радиустары бар бир ийилген төмөнкү жана бир кайкалаган жогорку топчөйрөлүк жылмышуу беттери менен аткарылат, анын көлөмдүк формасы жана геометриялык параметрлери үстүнкү таяныч тактасындагы жылмышуу беттериндеги контакттык тиймелик өз ара

аракеттенүүнүн ар кандай мүнөзү менен жана төмөнкү жылгыч менен шар сымал дошпо принциби боюнча шартталган.

Б.4.15 Эки термелгич жылмышуучу таянычтын жүрүм-турум өзгөчөлүктөрү, эреже катары, R_1 жана R_2 жогорку жана төмөнкү топчөйрөлүк жылмышуу беттеринин ийрилик радиустарына, ошондой эле топчөйрөлүк беттер боюнча жылгычтын μ_1 жана μ_2 сүрүлүү коэффициенттеринин чоңдугуна жараша болот.

Эки термелгич жылмышуучу таянычта жогорку жана төмөнкү ийилген топчөйрөлүк жылмышуу беттеринин ийрилик радиустары жана жылмышуу сүрүлүү коэффициенттери бирдей же ар түрдүү болушу мүмкүн.

Эки термелгич жылмышуучу таянычта спектралдык курамга жана сейсмикалык таасирлердин ургаалдуулугуна жараша ишке ырааттуу түрдө киргизилген эки термелгичтин механизми жүзөгө ашырылган.

Эки термелгич жылмышуучу таянычта дошполуу жана дошполуу-сүрүлгүчтүү жылгычтардын кыймылы жогорку жана төмөнкү топчөйрөлүк жылмышуу беттери боюнча болушу мүмкүн (Б.9-сүрөттү караңыз). Ушундан улам, эки термелгич жылмышуучу таянычтагы таяныч такталардын өз ара жылышуулары пландагы ушундай эле тыш өлчөмдөгү бир термелгич жылмышуучу таянычтан эки эсе көп болушу мүмкүн.

Ар кандай ийрилик радиустары жана сүрүлүү коэффициенттери менен жогорку жана төмөнкү топчөйрөлүк жылмышуу беттеринин эки термелгич жылмышуучу таянычта колдонуу мүмкүнчүлүгү алардын сейсмикалык изоляциялоочу касиеттерин жогорулатууга мүмкүндүк берет.

Б.4.16 Үч термелгич жылмышуучу таяныч түрүндө сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш (Б.4.2, Б.4.3, Б.4.4 караңыз) каралып жаткан учурда комплекттөөчү тетиктердин бири-бири менен өз ара аракеттенүүсүнүн тиймелик беттери түзүлүүчү эки таяныч такта жана үч жылгыч менен комплекттелет.

Үч термелгич жылмышуучу таяныч түрүндө сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүш эки, төмөнкү жана жогорку таяныч такталар менен комплекттелет, алар берилген чектерде жылгычтардын жылышуусун камсыздоо үчүн алардын ийрилик радиусунун тийиштүү өлчөмү менен ийилген топчөйрөлүк жылмышуу бети менен каралат.

Үч жылгычты (төмөнкү, жогорку жана ички/орто аралык) функционалдык түрдө сүрүлгүчтүү деп идентификациялоого болот, алардын көлөмдүк формалары жана геометриялык параметрлери таяныч такталарында (төмөнкү же жогорку), ошондой эле түздөн-түз жылгычтардын ортосунда жылмышуу беттериндеги тиймелик өз ара аркеттенүүнүн ар түрдүү мүнөзү менен шартталган.

Ички/орто аралык жылгыч ар түрдүү ийрилик радиустары бар эки кайкалаган топчөйрөлүк беттер менен аткарылат, алардын көлөмдүк формасы жана геометриялык параметрлери, тиешелүүлүгүнө жараша, төмөнкү же жогорку жылгычтардагы жылмышуу беттеринде тиймелик өз ара аракеттенүүнүн ар түрдүү мүнөзү менен шартталган.

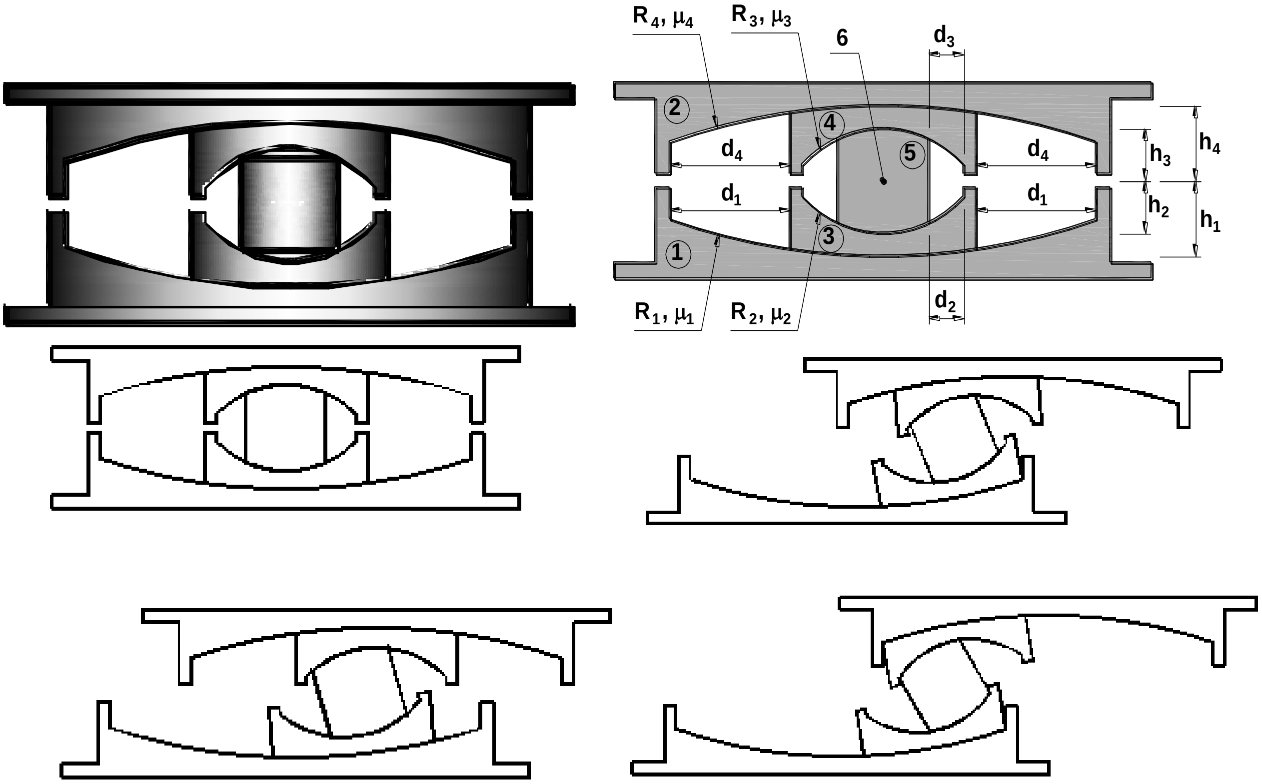
Төмөнкү жана жогорку жылгычтар ар түрдүү ийрилик радиустары бар бир ийилген жана бир кайкалаган топчөйрөлүк беттер менен аткарылат, алардын көлөмдүк формасы жана геометриялык параметрлери төмөнкү же жогорку таяныч тактасындагы жылмышуу беттеринде тиймелик өз ара аракеттенүүнүн ар түрдүү мүнөзү, ошондой эле ички/орто аралык жылгыч менен шартталган.

Топчөйрөлүк жылмышуу беттери менен сейсмикалык изоляциялоочу үч термелгич жылмышуучу таянычтын конструкциясынын принциптүү техникалык чечими жөнүндө жалпы түшүнүк, ошондой эле сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштүн жүрүм-турумунун демонстрациялык схемасы Б.10-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Б.4.17 Үч термелгич жылмышуучу таянычтын жүрүм-турум өзгөчөлүктөрү, эреже катары, R_1, R_2, R_3 жана R_4 жогорку жана төмөнкү топчөйрөлүк жылмышуу беттеринин ийрилик радиусуна, ошондой эле топчөйрөлүк жылмышуу беттери боюнча жылгычтардын μ_1, μ_2, μ_3 жана μ_4 жылмышуу сүрүлүү коэффициенттеринин чоңдуктарына көз каранды.

Үч термелгич жылмышуучу таянычта эки термелгичтегидей эле ийилген оюк топчөйрөлүк жылмышуу беттеринин радиустары жана жылмышуу сүрүлүү коэффициенттери бирдей же ар түрдүү болушу мүмкүн.

Үч термелгич жылмышуучу таянычта спектралдык курамга жана сейсмикалык таасирлердин ургаалдуулугуна жараша ишке ырааттуу түрдө киргизилген үч термелгичтин механизми ишке ашырылат. Үч термелгич таянычтын жылышуулары көбөйгөн сайын термелгичтин натыйжалуу (эсептик) узундугу көбөйөт жана натыйжалуу демпфирлөө жогорулайт. Топчөйрөлүк жылмышуу беттеринин ийрилик радиустарынын маанилерин жана жылмышуу сүрүлүү коэффициенттерин айкалыштыруу менен өтө жогорку ургаалдуулуктагы жана татаал спектралдык курам менен жер титирөөлөрдө супертүзүмгө сейсмикалык жүктөмдөрдү натыйжалуу азайтууга жөндөмдүү үч термелгич жылмышуучу таянычты долбоорлоого болот.



Б.10-сүрөт – үч маятник таянычтын жалпы көрүнүшү жана жүрүш үлгүсү:
1 – тоголок оюк бети бар төмөнкү болот плитасы; 2 – тоголок оюк бети бар жогорку болот плитасы; 3 – тоголок бети бар төмөнкү жылгыч; 4 – тоголок бети бар жогорку жылгыч; 5 – ички шарнир жылдыргыч; 6 – бурулуш чекити

Б.4.18 Үч маятниктин жылма таянычы оюлган сфералык беттери бар эки таяныч пластинкасынан жана үч жылдыргычтан турат (Б.10-сүрөттү караңыз).

Б.4.19 Долбоорлоодо үч маятниктүү жылма таянычтын жүрүшүн эске алуу керек, ал жогорку жана төмөнкү сфералык беттердин ийрилик радиустарына R жана сфералык беттердеги жылдыргычтардын μ жылгыч сүрүлүү коэффициенттеринин маанилерине көз каранды.

Б.4.20 Үч маятник жылма таянычта сфералык ойдуң беттердин радиустарын жана сүрүлүү коэффициенттерин бирдей же башкача кабыл алууга жол берилет.

Б.4.21 Үч маятниктин жылма таянычында спектралдык курамына жана сейсмикалык таасирлердин интенсивдүүлүгүнө жараша ишке ырааттуу кошулган үч маятниктин механизми ишке ашырылышы керек. Үч маятник таянычтарынын кыймылы көбөйгөн сайын маятниктин эффективдүү (болжолдуу) узундугу көбөйүп, эффективдүү демпфинг жогорулашы керек.

Б.4.22 Сфералык беттердин ийрилик радиустарынын маанилерин жана жылма сүрүлүү коэффициенттерин айкалыштырууга жана жогорку интенсивдүүлүктөгү жана татаал спектрдик курамы бар жер титирөөлөрдө супертүзүмгө сейсмикалык жүктү натыйжалуу азайтууга жөндөмдүү үч маятниктик жылма тирөөчтөрдү долбоорлоого жол берилет.

В тиркемеси

Термелүүнүн натыйжалуу мезгилинин жана натыйжалуу илешкектүү демпфирлөөнүн коэффициентинин берилген маанилеринде жети кабаттуу имарат үчүн сейсмикалык изоляциялоочу тирөөчтөрдүн талап кылынган параметрлерин алдын ала аныктоонун мисалдары

В.1 Жалпы маалымат

В.1.1 Бул В тиркемесинин ушул ченемдердин жоболоруна ылайык сейсмикалык изоляциялоо системасы бар өкүл-имаратты долбоорлоо мисалында сейсмикалык изоляциялоочу таянычтардын талап кылынган параметрлерин алдын ала аныктоо максаттары үчүн ушул ченемдердин жоболорун практикалык колдонуу боюнча сунуштарды берет.

В.1.2 Шарттуу курулуш аянтынын кыскача мүнөздөмөсү:

- курулуш аянтчасынын сейсмикалык кооптуулугу КР КЧ 20-02 Г тиркемесине ылайык горизонталдык ылдамдыктар менен бааланат жана a_g = 0,44g мааниси менен мүнөздөлөт;
- курулуш аянты сейсмикалык касиеттери боюнча II типтеги кыртыштын шарттары менен мүнөздөлөт;
- курулуш объектисинде горизонталдык сейсмикалык таасирлердин күчөшүнүн топографиялык эффекттерин эске алуу коэффициенти S_T = 1,0 барабар деп кабыл алынат.

Курулуштун шарттуу аянтчасын мүнөздөөчү сейсмикалык жактан жагымсыз башка факторлор жер титирөөнү пайда кылбайт деп болжолдонот.

В.1.3 Сейсмикалык изоляциялоо системасы жабдылган шарттуу өкүл имарат жөнүндө кыскача маалыматтар:

- функционалдык максаты боюнча II класска кирүүгө тийиш болгон коомдук имарат (КР КЧ 20-02 7.2-таблицасын караңыз);
- сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштө тиешелүүлүгүнө жараша сейсмикалык изоляциялоочу катмардан төмөн жана жогору жайгашкан субтүзүмдүн жана супертүзүмдүн конструкциялык элементтерин монолиттүү темир бетондон жасоо каралат;
- супертүзүм 7 (жети) кабаттан турат, ал эми имарат кабаты боюнча жоопкерчиликтин III классына киргизилиши мүмкүн (КР КЧ 20-02 7.3-таблицасын караңыз);
- субтүзүм жана супертүзүм темир-бетон конструкциялык элементтеринин (тирөөч конструкциялардын) алардын каршылык системасын түзүүчү сызыктуу-

серпилгич иштөөсүнүн божомолунда изилденет (ошондой эле 6.2.7 караңыз);

- имаратта сейсмикалык изоляциялоочу катмарды бирдей түрдөгү сейсмикалык изоляциялоочу таянычтарды пайдалануу менен сейсмикалык изоляциялоо системасын түзүү аркылуу түзүү болжолдонот (айкалыштырбастан).

7.3- пунктчанын көрсөтмөлөрүнө ылайык, сейсмикалык таасирдин горизонталдык компоненттери үчүн серпилгичтик реакциянын спектрлеринин ординаталарынын маанилери ξ=5 % илешкектүү демпфердик коэффициент менен эсептелүүгө тийиш.

Биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы энергиянын жогорку диссипациясы бар же коргошун өзөктөрү бар сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик подшипниктерди колдонуу менен түзүлөт деп болжолдонууда (ошондой эле А тиркемесинин А.2 же Б тиркемесинин Б.1 же Б.2 караңыз).

В.1.4 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган шарттуу имарат-өкүлдүн супертүзүмүнүн кыскача мүнөздөмөсү:

- эки негизги ортогоналдык багытта супертүзүм конструкциялык түрү боюнча монолиттүү темир-бетон кадр системасы катары классификацияланат (же устундардын мамыларга катуу туташтырылышы менен каркас конструкциясы, КР КЧ 20-02 7.8-таблицасын караңыз);

- план боюнча супертүзүмдүн алкактык алкагынын жалпы өлчөмдөрү 36,0х18,0 м (четки алкактардын огунда); 1-ден 7-кабатка чейинки ар бир кабаттын бийиктиги 3,3 м; алкак мамычалары туурасынан кесилишинде тик бурчтуу, 70х70 см өлчөмүндө; каркас устундары тик бурчтуу кесилишинде 30х60(h) см өлчөмүндө (h – плитанын калыңдыгын эске алуу менен устундун бийиктиги);

- супертүзүм системасында горизонталдуу диафрагмалар монолиттүү темир-бетон туташ плиталар түрүндө каралат (ростверк, кабат аралык жабуулар жана каптоолор); ростверк плитасынын калыңдыгы – 200 мм; кабат аралык жабуулар жана жабуулар плиталарынын калыңдыгы – 200 мм;

- супертүзүм системасынын түзүмдүк схемасы концептуалдык долбоорлоонун негиздөөчү принциби катары каралат (5.1.14 караңыз).

В.1.5 Түзүлүүчү биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтардын жайгашуу планынын схемасы (4.10 караңыз) субтүзүмдүн рамалык каркасынын колонналарынын планындагы жайгашуу схемасы менен макулдашылат деп болжолдонууда.

Бул максаттарда эластомердик таянычтардын жайгашуусун координациялоо планда супертүзүмдүн алкактык каркасынын багыттоочу окторунун торчосу менен дал келүүсү каралат, бул алкактык каркастын ар бир колоннасынын жайгашкан жери боюнча түздөн-түз сейсмикалык изоляциялоочу түзүлүштөрдү орнотууну шарттайт. Ар бир сейсмикалык изоляциялоочу таянычты борборлоштуруу

супертүзүмдүн алкактык каркасынын мамычасынын узунунан кеткен борбордук сызыгынын абалын эске алуу менен каралат.

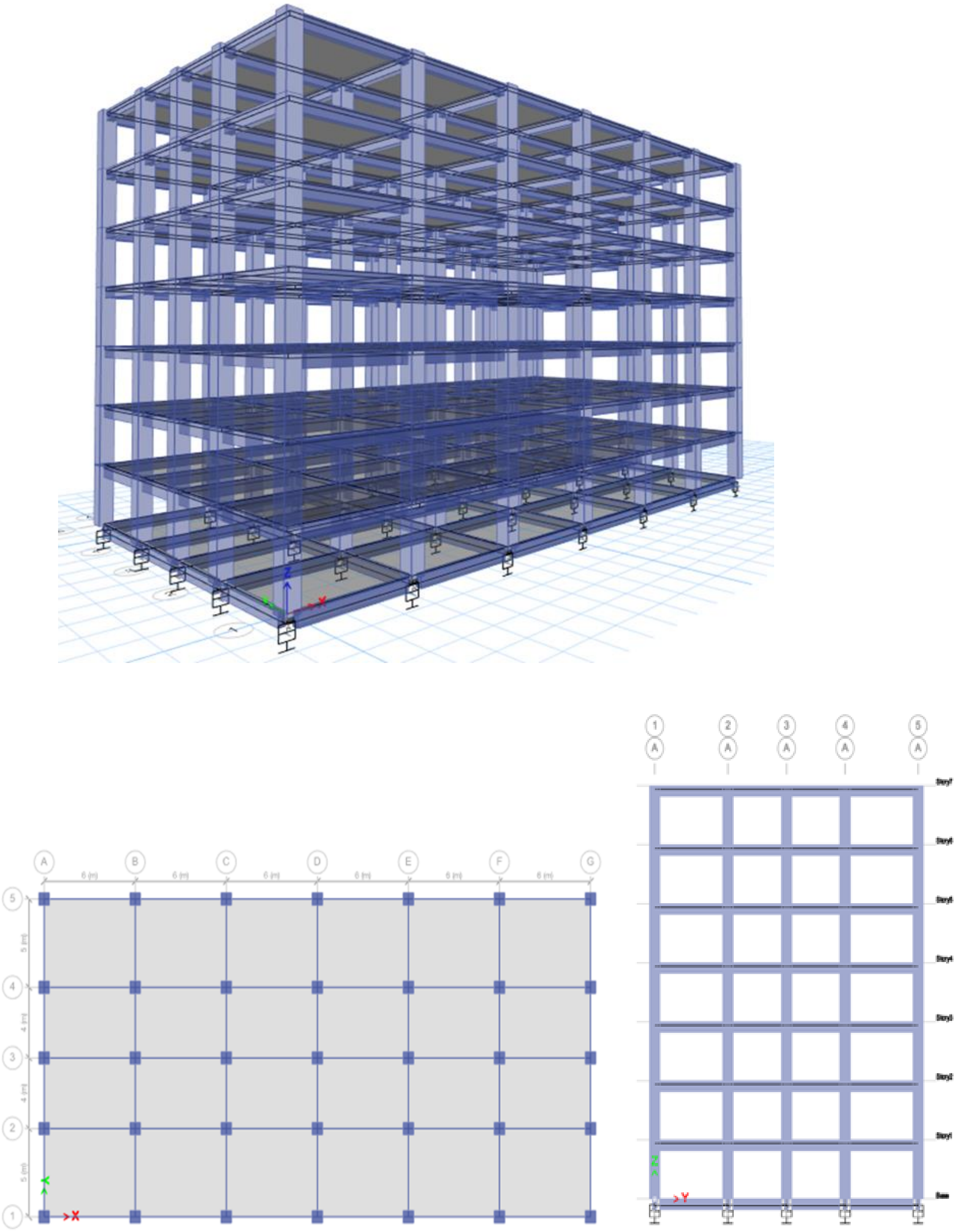
Сейсмикалык изоляциялоо системасын түзүү үчүн сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар – 35 (отуз беш) түзүлүштө колдонулат (ошондой эле В.1.6 жана В.1-сүрөттү караңыз).

Каралып жаткан имаратты энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жогору (ξ_{eff}≥10 %) сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтарды колдонуу менен биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдуу алдыга жылуучу термелүүлөрдүн (T_{eff}) максаттуу натыйжалуу мезгилине жетишүүнү кеминде T_{eff}=3 сек. кем эмес камсыз кылат.

Бул максаттарга жетүү үчүн талап кылынат: жогорку энергия диссипация жөндөмдүүлүгү менен сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик тиреөчтөрдүн талап кылынган катуу параметрлерин аныктоо.

В.1.6 Алкактык каркастын схемалык планы, сейсмикалык изоляциялоо системасынын схемасы жана пландагы сейсмикалык изоляциялоочу таянычтардын жайгашуусу, ошондой эле сейсмикалык изоляциялоо системасы менен имараттын принциптүү конструкциялык-пландоо чечимин чагылдырган сейсмикалык изоляцияланган конструкциянын жалпы каршылык системасынын туурасынан кеткен профилинин түрү В.1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Түзүмдүн жалпы каршылык системасында субтүзүм мейкиндиктин катуулугунун жана көтөрүмдүүлүгүнүн өтө жогорку даражасы менен мүнөздөлгөн бир деңгээлдүү катуу төмөнкү бөлүк болот деп болжолдонууда жана В.1-сүрөттө шарттуу түрдө көрсөтүлгөн.



В.1-сүрөт – Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен имараттын принципиалдуу конструкциялык-пландоо чечими

В.1.7 Өзгөчө сейсмикалык эсептик кырдаалды кароодо алардын мүнөздүү маанилери менен туруктуу жүктөмдөрдүн чоңдугу менен шартталган туруктуу таасирлер (*G*) эске алынган:

- темир-бетон конструкциялык элементтеринин өз салмагынан бөлүштүрүлгөн; арматураланган оор бетондун тыгыздыгы 25,0 кН/м^3 барабар кабыл алынган;
- кабат аралык жабууларга бирдей бөлүштүрүлгөн (стяжканын, полдун, тосмолордун (жана сырткы тосмолордун) салмагынан жана башка конструкциялык эмес элементтерден); бардыгы 2,0 кН/м^2 (2,0 кПа) барабар кабыл алынган;
- жабууга бирдей бөлүштүрүлгөн (жылмалоонун, жылуулоонун, түрмөктөлгөн материалдардын ж.б. салмагынан); бардыгы 1,5 кН/м^2 (1,5 кПа) барабар кабыл алынган.

В.1.8 Өзгөчө сейсмикалык эсептик кырдаалды кароодо мүнөздүү маанилери менен берилген жүктөмдөрдүн чоңдуктары менен шартталган таасир этүүнүн өзгөрмөлөрү (*Q*) эске алынган:

- аралык кабаттарга бирдей бөлүштүрүлгөн (колдонуу категориясына карабастан) 2,0 кН/м^2 (2,0 кПа) барабар кабыл алынган;
- бирдей бөлүштүрүлгөн (эксплуатациялык жана кар); бардыгы – 2,5 кН/м^2 (2,5 кПа) барабар кабыл алынган.

В.1.9 Сейсмикалык изоляцияланган катмардын үстүндө жайгашкан имараттын үстүнкү сейсмикалык изоляцияланган бөлүгүнүн алдын ала (статикалык) анализинин жыйынтыгына ылайык, төмөнкүлөр аныкталды:

- супертүзүмдүн темир-бетон түзүмдүк элементтеринин жалпы салмагы болжол менен – 44645 кН;
- имараттын сейсмикалык таасирлер менен айкалыштарда эсепке алынуучу сейсмикалык изоляцияланган бөлүгүнүн эсептик салмагы – 69482 кН.
- имараттын сейсмикалык изоляцияланган бөлүгүнүн сейсмикалык күч келүүлөрдү аныктоодо эске алынуучу массасы – 7083 кН·с^2/м.

В.2 Мисал (В.1) - энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жогору сейсмикалык изоляцияланган эластомердик таянычтардын параметрлерин аныктоо

В.2.1 Мисалдын алкагында (В.1) сейсмикалык изоляциялоочу имарат жөнүндө жалпы маалыматтар жана В.1 бөлүмчөсүндө жана В.1-сүрөттө келтирилген алдын ала анализдин жыйынтыктары эске алынат, ошондой эле курулуш энергияны диссипациялоого жөндөмдүүлүгү жогору сейсмикалык изоляцияланган эластомердик тирөөчтөрдүн бирдей түрүн пайдалануу менен

түзүлгөн биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системалары менен жабдылаары болжолдонот (Б тиркемесинин Б.1 жана Б.2-бөлүмчөлөрүн да караңыз).

Түзүлгөн сейсмикалык изоляцияло системасы кеминде T_{eff}=3 сек котормо термелүүлөрдүн максаттуу эффективдүү мезгилине (T_{eff}) жетишүүнү камсыз кыла турган энергияны жоготуу кубаттуулугу жогору сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтардын зарыл болгон параметрлерин аныктоо процессин бир нече этап менен аткаруу сунушталат.

В.2.2 1-этап

Ошол эле типтеги сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик подшипниктер менен түзүлгөн биринчи типтеги сейсмикалык изоляциялоо системасынын эффективдүү катуулугун ($K_{\text{eff}_{\text{total}}}$) 8.4-пунктчада келтирилген (8.11) туюнтмасы аркылуу баалоого болот.

(8.11) туюнтмасын өзгөртүү менен жана T_{eff}=3 сек менен $K_{\text{eff}_{\text{total}}}$ маанисин төмөнкүчө эсептөөгө болот:

$$K_{\text{eff}_{total}} = 4\pi^2 \frac{M}{T_{eff}^2} = 4 \cdot 9{,}86 \cdot \frac{7083}{9} = 31039 \text{ кН/м}$$

В.2.3 2-этап.

Ар бир сейсмикалык изоляциялоонун K_{eff} эффективдүү катуулугу, каралып жаткан учурда сейсмикалык изоляциялоо системасын түзүү үчүн сейсмикалык изоляцияланган бир эле түрү жана 35 (отуз беш) аппараттын көлөмүндө энергияны жоготуу жөндөмдүүлүгү жогору болгон сейсмикалык изоляциялоонун эластомердик тирөөчтөрү колдонула тургандыгын эске алуу менен K_{eff} маанисин төмөнкүдөй эсептөөгө болот:

$$K_{\text{eff}} = \frac{K_{\text{eff}_{total}}}{n} = \frac{31039}{35} = 887 \text{кН/м}$$

В.2.4 3-этап.

ξ=5 % (η=1,0) илешкек басаңдатуучу коэффициенти менен Т=3 сек мезгил үчүн $S_{\text{e}}(T)$ ылдамдануулардагы серпилгичтик жооп спектринин ординатасынын маанисин (7.9) туюнтмасы аркылуу төмөнкүдөй эсептөөгө болот:

$$S_{\text{e}}(T) = a_{\text{g}} \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5 \cdot \frac{T_{\text{C}}}{T} = 0{,}44 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}5 \cdot \frac{0{,}64}{3} = 0{,}26g$$

В.2.5 4-этап.

ξ=5 % (η=1,0) илешкектүү басаңдатуучу коэффициенти менен Т=3 сек мезгилге $S_{\text{De}}(T)$ жылышууларындагы серпилгич реакциялар спектринин ординатасынын маанисин 7.3-пунктчадагы (7.15) туюнтмасы аркылуу төмөнкүдөй эсептөөгө болот:

$$S_{\text{De}}(T) = S_{\text{e}}(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2 = 0{,}26 \cdot 9810 \cdot \left[\frac{3}{2 \cdot 3{,}14}\right]^2 = 578 \text{ мм} = 0{,}58 \text{ м}$$

В.2.6 5-этап.

$S_{De}(T)$ жылышууларындагы серпилгичтик жооп спектринин ординатасынын мааниси ξ=15 % илешкектүү демпфликтүү коэффициенти менен Т=3 сек мезгил ичинде, энергияны жоготуу жөндөмдүүлүгү жогору болгон сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар үчүн мүнөздүү, алар төмөнкүчө эсептелиши мүмкүн.

$$d_{dc} = S_{D(T=3)} \cdot \eta = 578 \cdot 0{,}69 = 399 \text{ мм} = 0{,}4 \text{ м}.$$

Эсептөөдө η коэффициентинин мааниси туюнтмалардын жардамы менен аныкталган (7.11) – (7.14):

мында $T = 3{,}0$ сек $\quad \eta = \rho(1/T)^{\lambda} = 0{,}646 \cdot (1/3)^{-0{,}0595} = 0{,}69$

$$\rho = 1 + \frac{0{,}05-\xi}{0{,}05+2\xi-3\xi^2} = 1 + \frac{0{,}05-0{,}15}{0{,}05+2\cdot 0{,}15-3\cdot 0{,}15^2} \approx 0{,}646,$$

$$\lambda = \frac{0{,}05-\xi}{0{,}33-9\xi} = \frac{0{,}05-0{,}15}{0{,}33-9\cdot 0{,}15} \approx -0{,}0595.$$

В.2.7 6-этап.

d_{dc} эсептелген жылышууга туура келген туурасынан кеткен күчтүн F_{dc} маанисин төмөнкүчө эсептөөгө болот:

$$F_{dc} = K_{eff} \cdot d_{dc} = 887 \cdot 0{,}4 = 353{,}4 \text{ кН}.$$

В.2.8 7-этап

Циклдик жүктөөдө энергияны жоготуу жөндөмдүүлүгү жогору болгон сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтын нөлдүк жылышына туура келген туурасынан кеткен күчтүн F_0 маанисин туюнтманы трансформациялоо менен баалоого болот.

F_0 аныктоодо сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик тирөөчтүн агуусуна туура келген жүк астында жылышуу d_y мааниси 25 мм деп кабыл алынат.

Натыйжаны төмөнкүдөй эсептөөгө болот:

$$F_0 = \frac{\xi_{eff}\pi K_{eff} d_{dc}^2}{2(d_{dc}-d_y)} = \frac{0{,}15 \cdot 3{,}14 \cdot 887 \cdot 0{,}4^2}{2(0{,}4-0{,}025)} = 88{,}8 \text{ кН}$$

В.2.9 8-этап

Энергияны жоготуу жөндөмдүүлүгү жогору болгон сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик тирөөчтүн агуусун мүнөздөгөн туурасынан кеткен күчтүн F_y маанисин төмөнкүдөй эсептөөгө болот:

$$F_y = F_0 + (F_{dc} - F_0)\frac{d_y}{d_{dc}} = 88{,}8 + (353{,}4 - 88{,}8)\frac{0{,}025}{0{,}4} = 105{,}4 \text{ кН}$$

В.2.10 этап-9

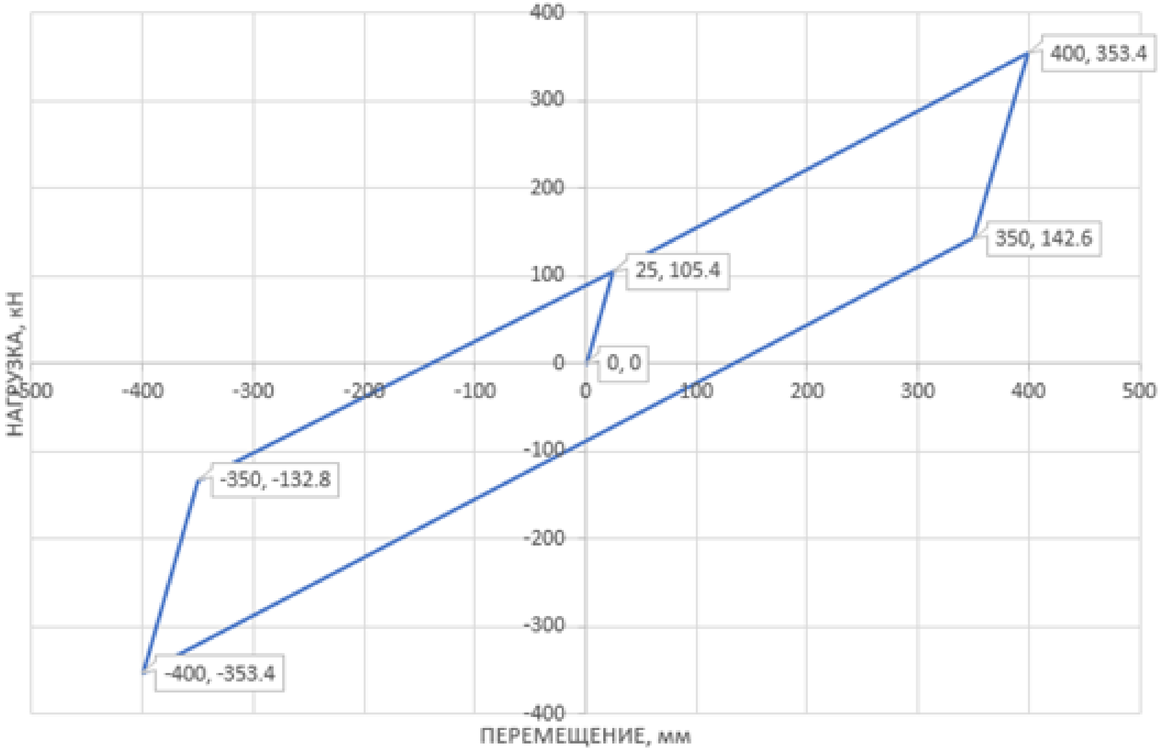
Монотондуу өскөн жүктүн астында энергияны жоготуу жөндөмдүүлүгү жогору болгон сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтын баштапкы горизонталдык серпилгичтүүлүгү k_1 төмөнкүчө эсептелиши мүмкүн:

$$k_1 = F_y/d_y = 105{,}4/0{,}025 = 4216 \text{ кН/м.}$$

Сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик подшипниктин горизонталдык катуулугун k_2 төмөнкүдөй эсептөөгө болот:

$$k_2 = \frac{F_{dc} - F_0}{d_{dc}} = \frac{353{,}4 - 88{,}8}{0{,}4} = 664 \text{ кН/м.}$$

В.2.11 Идеалдаштырылган жүктүн жылышынын (F-D) байланышы жогоруда эсептелген кабыл алынган параметрлер менен сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик подшипниктин жүрүм-турумун мүнөздөгөн, жогоруда эсептелген параметрлер менен көрсөтүлгөн.



В.2-сүрөт – (В.1) мисалда кароо үчүн кабыл алынган энергияны жоготуу жөндөмдүүлүгү жогору болгон сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик подшипниктин жүрүм-турумун мүнөздөгөн жүктүн жылышынын (F-D) идеалдуу байланышы

Г тиркемеси

Топурактардын сейсмикалык кыймылдарынын жазууларын пайдалануу менен аткарылуучу эсептөөлөрдүн жыйынтыгы боюнча сейсмикалык изоляцияланган имараттын супертүзүмүнүн реакцияларын баалоо методикасы

Бул методика ушул ченемдердин 10.6-бөлүмчөсүнүн жоболорун ишке ашыруу үчүн практикалык максаттарда колдонулушу мүмкүн болгон көрсөтмөлөрдү жана сунуштарды камтыйт.

Г.1 Энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жогору сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар менен түзүлгөн сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган сейсмикалык изоляцияланган имараттын супертүзүмүнүн реакцияларын баалоо

Г.1.1 Баштапкы маалыматтар төмөнкүдөй болушу мүмкүн:

Г.1.1.1 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган өкүл имараттын курулушунун шарттуу аянтчасынын кыскача мүнөздөмөсү (Н.: В.1.2 В тиркемеси).

Г.1.1.2 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган шарттуу өкүл имарат жөнүндө кыскача маалыматтар (Н.: В.1.3 В тиркемеси).

Г.1.1.3 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган шарттуу имарат-өкүлдүн супертүзүмүнүн кыскача мүнөздөмөсү (Н.: В.1.3 В тиркемеси).

Супертүзүмүнүн диссипативдик касиеттери ξ=5 % илешкектүү демпфинг коэффициентинин мааниси менен мүнөздөлөт.

Г.1.1.4 Өкүл-шарттуу имаратты жабдуу болжолдонуучу сейсмикалык изоляциялоо системасы жөнүндө кыскача жалпы маалыматтар (Н.: В.1.4 В тиркемеси).

Ар бир сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтын горизонталдык катуулугун мүнөздөөчү параметрлер (Н.: В.2.1-В.2.3 В тиркемеси).

Ар бир сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтын вертикалдык катуулугун шарттуу түрдө K_Z= 1500000 кН/м барабар кабыл алууга жол берилет.

Г.1.1.5 Сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган шарттуу имарат-өкүлдүн анализинде эске алынган таасирлер жана жүктөмдөр жөнүндө кыскача жалпы маалыматтар (Н.: В.1.6 жана В.1.7 В тиркемеси).

Сейсмикалык изоляциялоочу катмардын үстүндө жайгашкан имараттын үстүнкү сейсмикалык изоляциялоочу бөлүгүн алдын ала (статикалык) талдоонун натыйжалары (Н.: В1.8 В тиркемеси).

Г.1.2 Сейсмикалык изоляцияланган имараттын сейсмикалык реакцияларын баалоо үчүн колдонулган акселерограмма

Г.1.2.1 Сейсмикалык таасир этүүдө сейсмикалык изоляцияланган имараттын реакциялары 8.6.2 жана 8.6.3 ылайык үчтөн кем эмес акселерограмманы пайдалануу менен аткарылган эсептөөлөрдүн натыйжалары боюнча бааланат.

Мисал катары, бул тиркемеде бир эки компоненттүү «Kobe» акселерограммасын колдонуу менен эсептөөлөрдүн натыйжалары келтирилген (Япония, 16.01.1995): жер титирөөнүн магнитудасы M=6,9; булактын тереңдиги 20 км; бузулуу жылышуу түрү – горизонталдуу жылышуу. Берилген аспаптык жазуу жер титирөөнүн эпицентринен 8,7 км жана жер титирөөнүн очогу камтылган жаракадан 7,08 км аралыкта IБ тибиндеги кыртыш шарттары бар аянтчадан алынган.

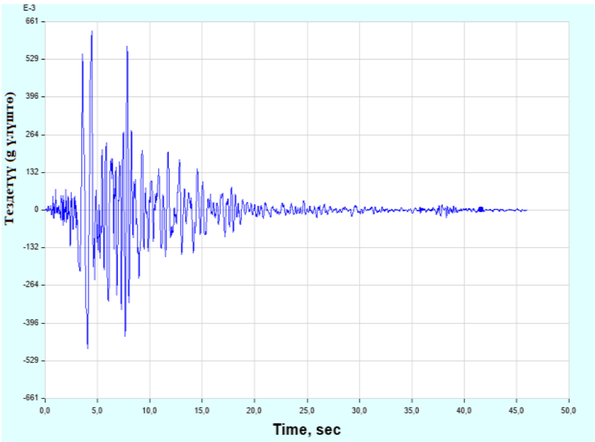
Реалдуу сейсмикалык окуяны ортогоналдык багытта мүнөздөөчү акселерограмма мисал катары Г.1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

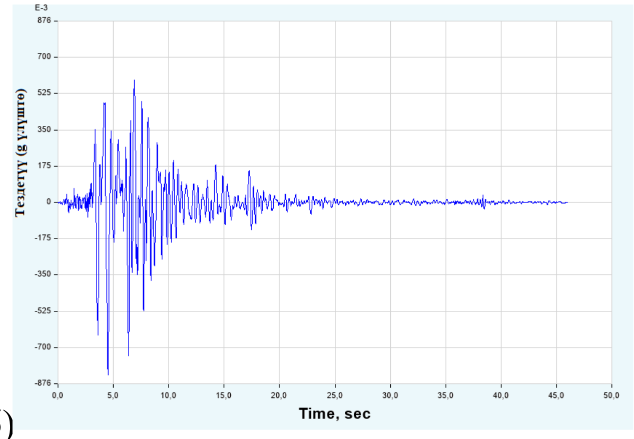
Жасалма акселерограмманын горизонталдык компоненттери (Г.2-сүрөт) чыныгы сейсмикалык окуяларда катталган инструменталдык акселерограмманы тиешелүү тууралоо жолу менен курулган. Эластикалык реакциялардын спектрлери Г.3-сүрөттө берилген.

$S(a_{gR})$ коэффициентинин мааниси курулуш объектисинин кыртыш шарттарынын түрүнө жана a_{gR} эң жогорку ылдамдатууларынын чоңдугуна жараша, тиешелүүлүгүнө жараша 6.3.2-пункттун (6.3) туюнтмасын жана КР КЧ 20-02де келтирилген 6.3-таблицада аныкталышы керек.

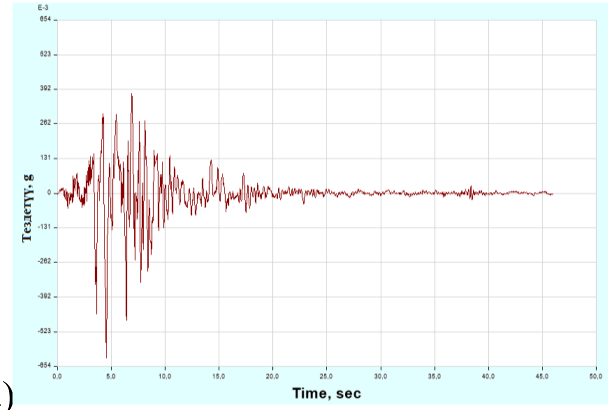
Г.1.2.2 Инструменталдык акселерограммаларды тууралоо «SeismoMatch» программанын жардамы менен жүзөгө ашырылышы мүмкүн.

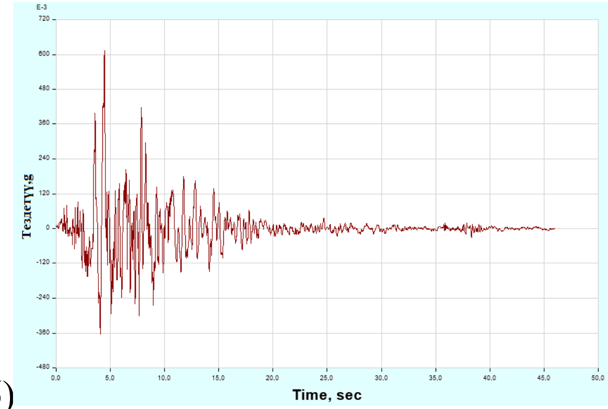
Жасалма акселерограммаларды курууда жогорку жыштык аймагындагы сейсмикалык окуялардын айрым спектрдик өзгөчөлүктөрү сакталат же оңдолот.

а) 

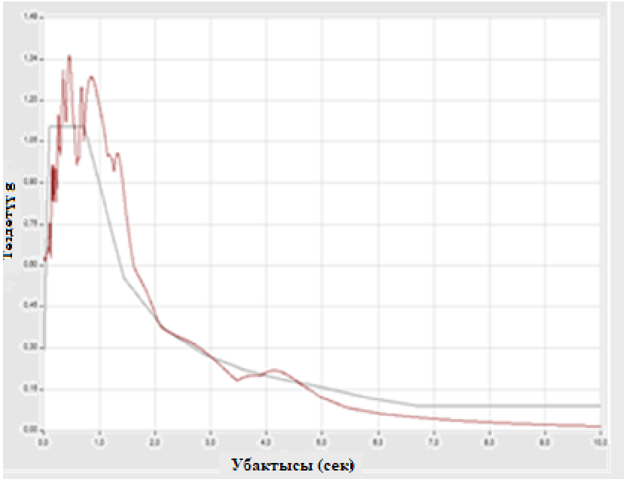
б) 

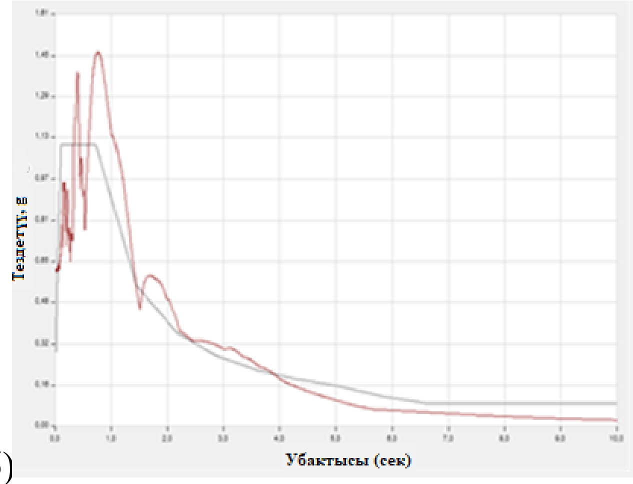
Г.1-сүрөт – Ортогоналдык багытта Kobe жер титирөөдө топурактардын горизонталдуу кыймылын мүнөздөгөн акселерограммалар

а) 

б) 

Г.2-сүрөт – Ортогоналдык багытта жер титирөөнүн Kobe жазуулары боюнча курулган жасалма акселерограммалар

а) 

б) 

Г.3-сүрөт – Г.2-сүрөттө көрсөтүлгөн жана КР КЧ 20-02 ылайык түзүлгөн ийкемдүү жооп спектрлери

Г.1.2.3 Бул мисалда сейсмикалык таасирлердин вертикалдык компоненти эске алынган эмес.

Г.1.2.4 Сейсмикалык изоляцияланган имараттын эсептөөлөрүн аткарууда сейсмикалык таасирлердин горизонталдык компоненттерин мүнөздөгөн курулган

жасалма акселерограммаларга жана сейсмикалык таасирлердин вертикалдык компоненттерин мүнөздөгөн инструменталдык катталган акселерограммаларга масштабдык коэффициенттерди колдонууга жол берилет.

Г.1.3 Энергияны диссипациялоо жөндөмдүүлүгү жогору сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтар менен түзүлгөн сейсмикалык изоляциялоо системасы менен жабдылган сейсмикалык изоляцияланган имараттын супертүзүмүнүн сейсмикалык реакцияларына баа берүүнүн негизги жыйынтыктары

Г.1.3.1 Курулуш эсептөөлөрү SAP2000, ETABS эсептөө программаларын же эл аралык стандарттардын талаптарына жооп берген башка программалык пакеттерди (Еврокоддор, АКШ стандарттары, Кытай стандарттары ж.б.) колдонуу менен жүргүзүлүшү мүмкүн.

Сейсмикалык изоляцияланган имаратка сейсмикалык күч келтирүүлөрдү аныктоодо:

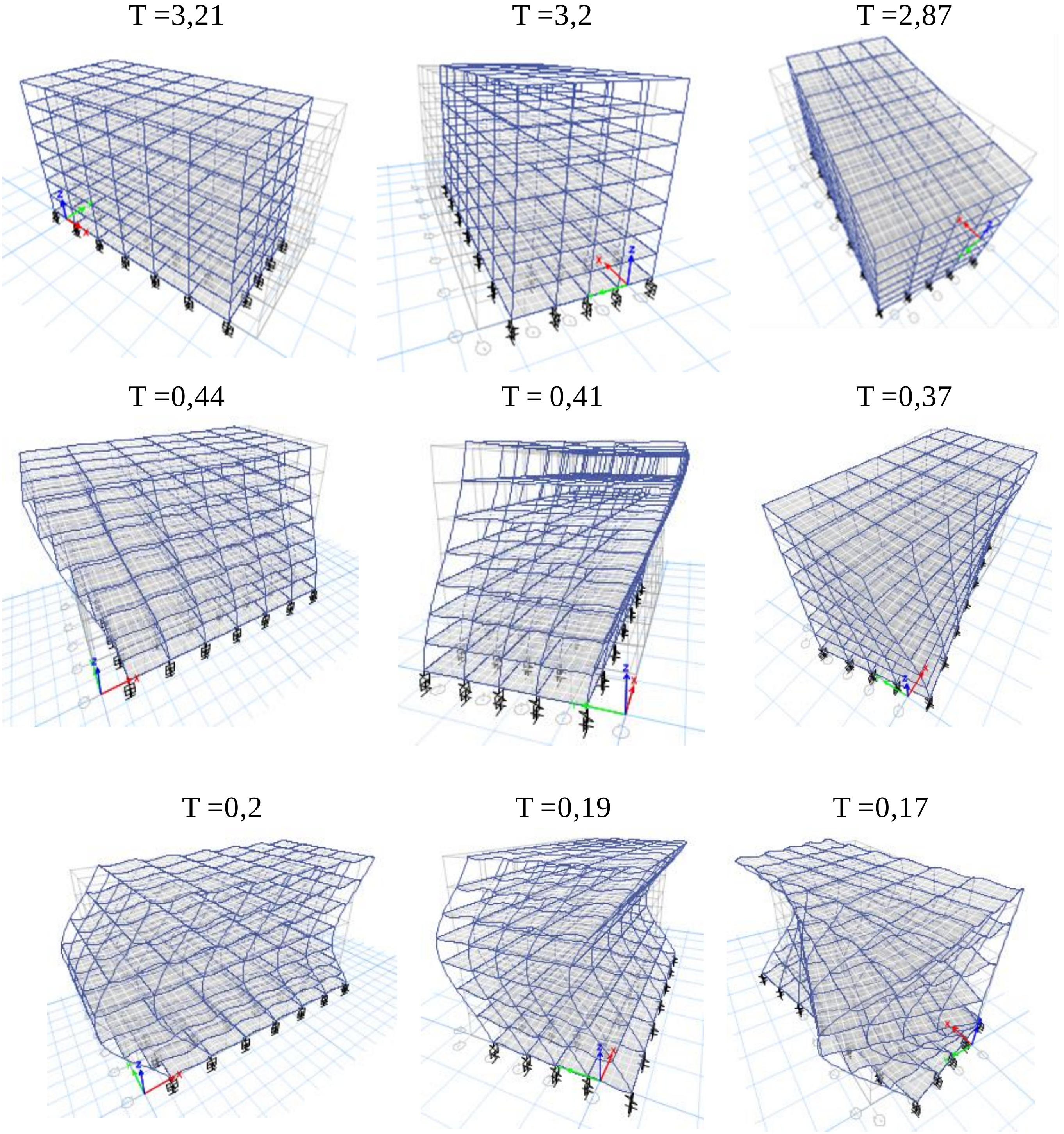
- сейсмикалык таасирдин эки горизонталдуу компоненти бир убакта иштей тургандыгы каралган;
- сейсмикалык изоляцияланган таянычтардын деформациясынын сызыктуу эмес мүнөзү эске алынат;
- түзүмдүк субтүзүм системасы ийкемдүү деформация катары каралат;
- сейсмикалык изоляциялоону эсептөөдө кабыл алынган физикалык жана механикалык касиеттери анын эксплуатациялоонун бардык мезгилиндеги эң жагымсыз маанилерине шайкеш келери болжолдонууда;
- 7.1.6да 7.1 – 7.3 боюнча бул мисалда имараттын кабаттуулугун (5тен ашык) эсепке алуу үчүн $\gamma_{\text{h}}(T)$ жогорулоо коэффициентинин мааниси эсептелет:

$$\gamma_{\text{h}}(T)=\frac{1,4}{1,4-0,02(n-5)}+0,00625*T*(n-5)=1,06$$

- кабат массаларынын туш келди эксцентриситеттери эсепке алынган эмес;

8.4.8 ылайык конструкциялык системанын жана сейсмикалык изоляцияланган тирөөчтөрдүн коопсуздугун текшерүүдө имараттын план боюнча буралышынын таасири (туш келди эксцентриситеттердин эсебинен) эске алынышы мүмкүн деп болжолдонгон.

Г.1.3.2 Жети кабаттуу сейсмикалык изоляцияланган имараттын сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмүнүн өзүнүн горизонталдык термелүүлөрүнүн формаларын сейсмикалык изоляцияланган тирөөчтөрдүн натыйжалуу катуулугунда талдоо керек K_{eff}. Г.4-сүрөттө K_{eff}=887 кН/м учурда жети кабаттуу сейсмикалык изоляцияланган имараттын термелүүсүнүн ар кандай формасы көрсөтүлдү (В тиркемесинин В.2 караңыз).

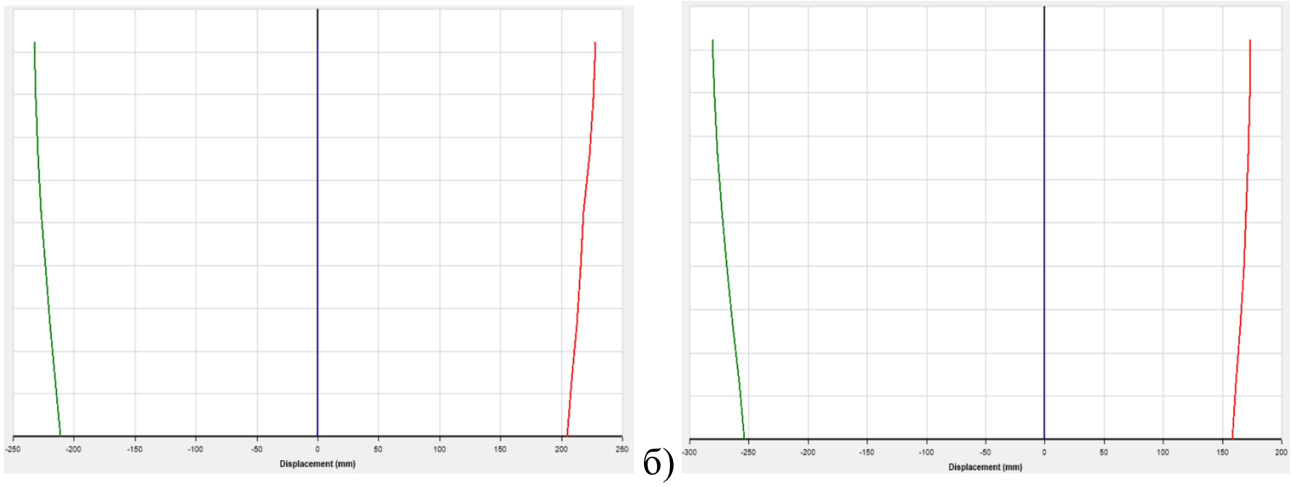


Г.4-сүрөт – 7 кабаттуу сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн өзүнүн горизонталдык термелүүлөрүнүн формалары

Г.1.3.3 Каралып жаткан сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүк конструктивдүү системанын динамикалык реакциясы ылдамдануу, инерция күчтөрү жана жылышуу бөлүгүндө изилдениши керек.

Аткарылган эсептөөлөрдүн натыйжалары сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн термелүүсү өзүнүн мүнөзү боюнча катуу нерсенин термелүүсүнө жакын экендигин, анын өзүнүн деформациясы сейсмикалык изоляцияланган

катмардын деңгээлиндеги горизонталдык жылышууларга салыштырмалуу анча чоң эмес экендигин көрсөтүүгө тийиш. Мисал катары, Г. 5-сүрөттө имараттын супертүзүмүнүн субтүзүмгө карата кыймылдары көрсөтүлгөн.

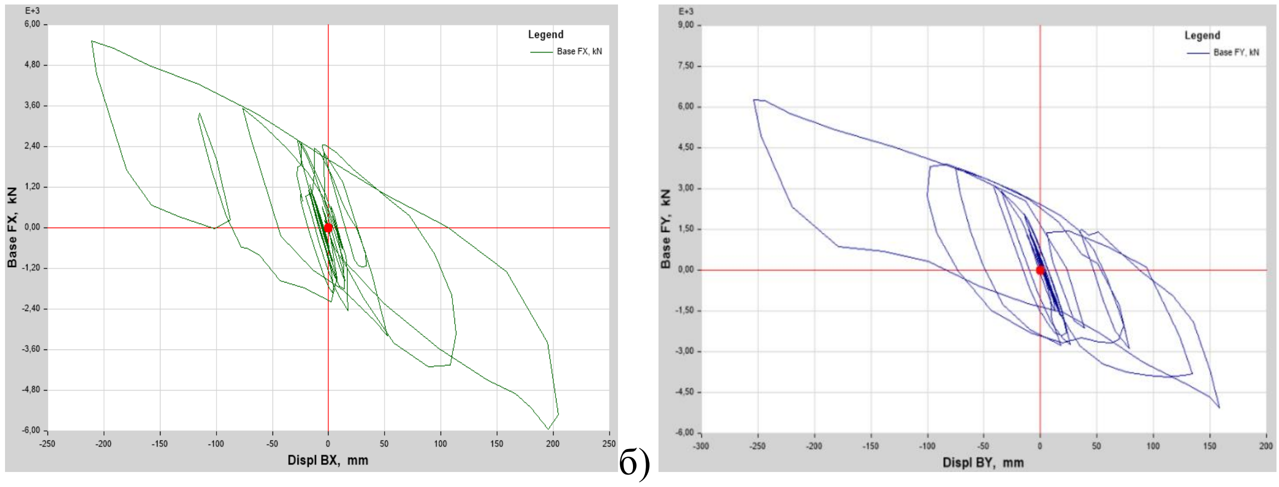


Г.5-сүрөт – Супертүзүмдүн субтүзүмгө карата максималдуу жылышуусунда сейсмикалык изоляцияланган имараттын узунунан (а) жана туурасынан (б) багыттардагы салыштырмалуу жылышуулары

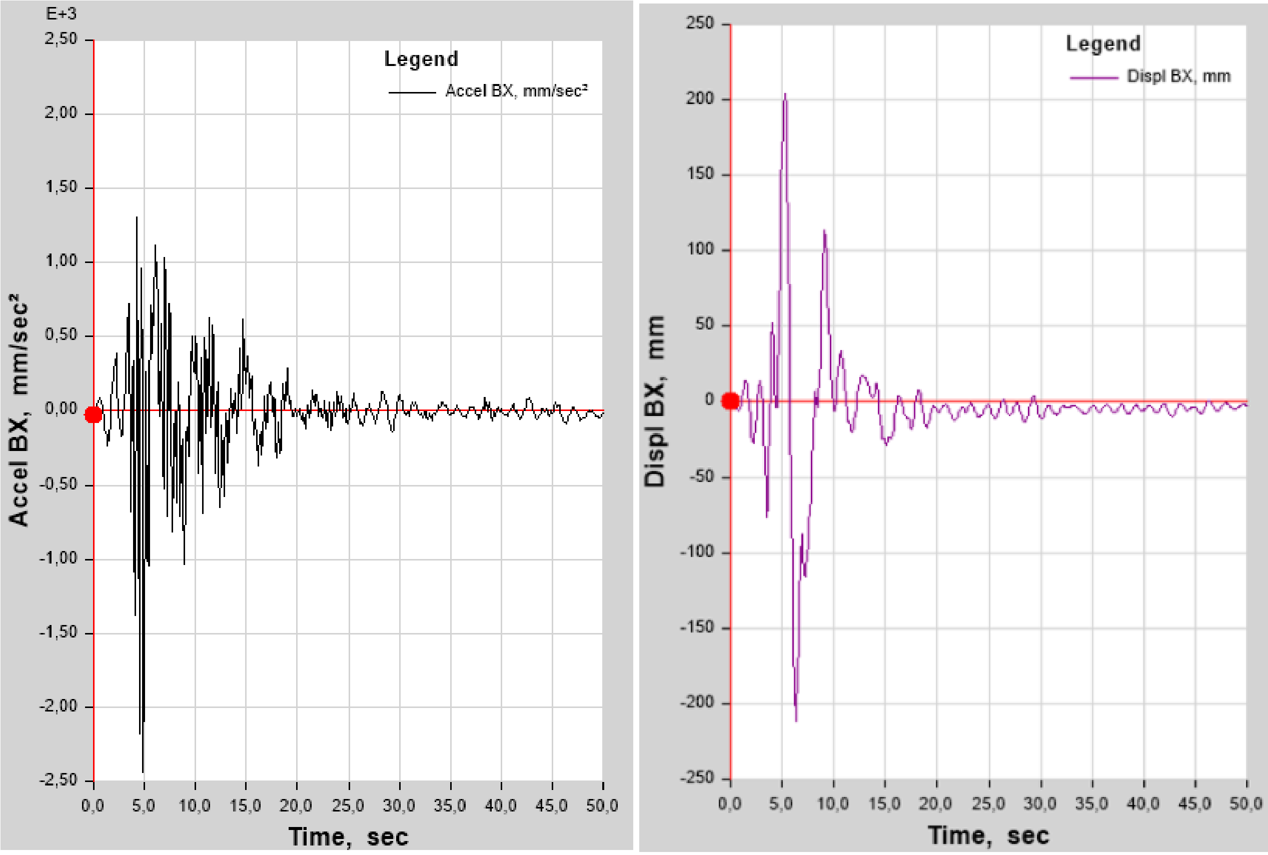
Г.1.3.4 Сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн кабаттарынын горизонталдык кыйгачтарынын максималдуу маанилерин сейсмикалык таасирлердин ар кандай айкалыштарында салыштыруу керек.

Сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн негизинин деңгээлиндеги горизонталдык термелүүнү мүнөздөгөн ылдамдануу жана жылышуу жазууларын узунунан жана туурасынан салыштыруу керек.

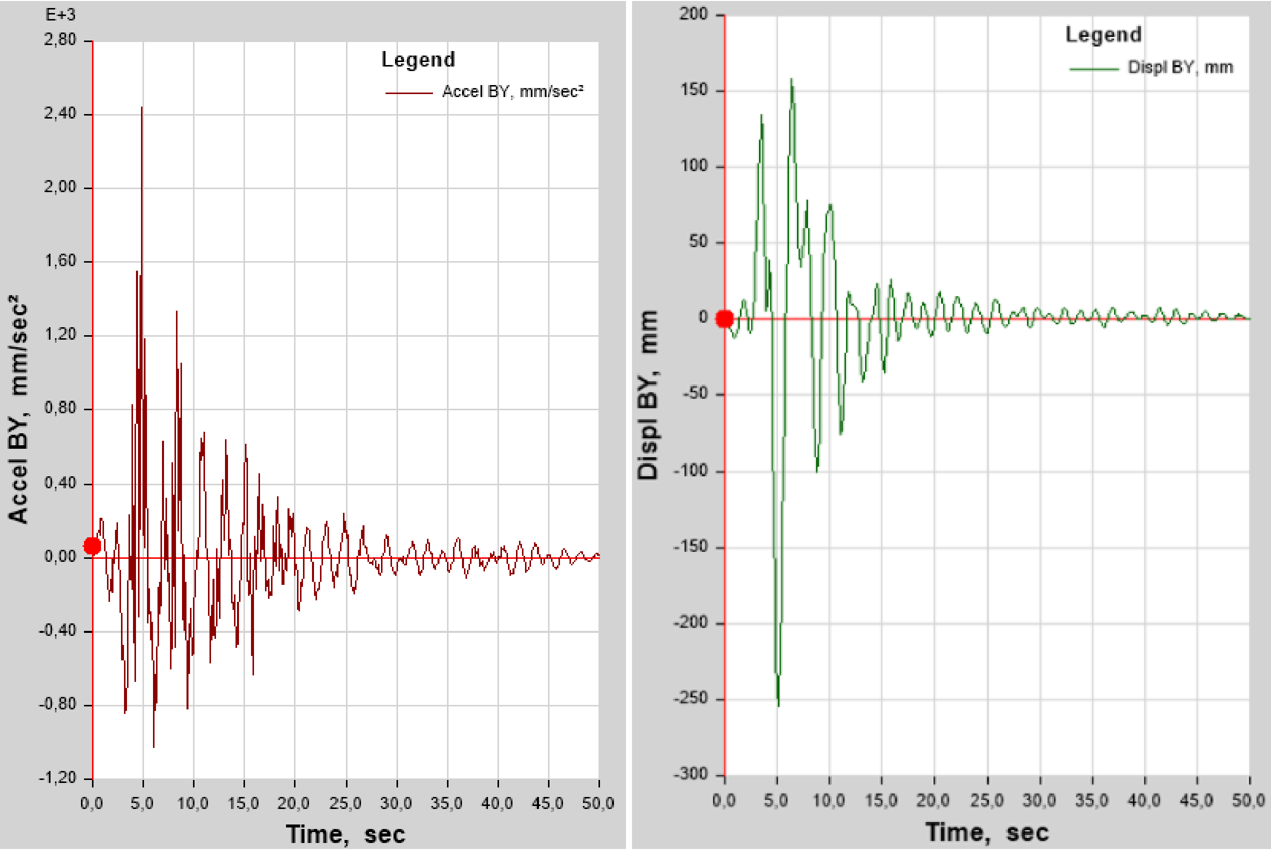
Имараттын узунунан жана туурасынан кеткен багытында сейсмикалык изоляцияланган эластомердик таянычтардын жүрүм-турумун мүнөздөөчү көз карандылыктар Г.6 жана Г.7-сүрөттөрдө келтирилген.



Г.6-сүрөт – Жасалма акселерограммалар менен берилген сейсмикалык таасирде сейсмикалык таасирдин узунунан (а) жана туурасынан (б) багыттардагы сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн негизинин деңгээлинде горизонталдык ылдамдануу жана убакыттын өтүшү



а)



б)

Г.7-сүрөт – Сейсмикалык таасир тийгизүүдө имараттын узунунан (а) жана туурасынан (б) багыттарындагы сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик таянычтардын жүрүм-турумун мүнөздөөчү көз карандылыктар жасалма акселерограммалар менен берилген

Г.1.4 Эластомердик таянычтар түрүндөгү сейсмикалык изоляциялоо системасы менен 7 кабаттуу сейсмикалык изоляцияланган имараттын мисалында алынган баалоо жыйынтыктарын талдоо

Г.1.4.1 Эсептөөлөрдүн натыйжаларынан «Kobe» жасалма акселерограмманын эки горизонталдык багытынын кайсынысы сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн конструктивдүү системасы үчүн эң жагымсыз экенин аныктоо керек.

Бул сейсмикалык учурда:

- сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн базалык деңгээлиндеги жылышуу күчтөрү жана анын төмөнкү кабаттарынын горизонталдык кыйшаюулары эң чоң мааниге ээ;
- кабат аралык кабаттардын деңгээлдеринде супертүзүмдүн термелүүсүнүн жогорку формаларынын козголушунан келип чыккан ылдамдануунун эң чоң мааниси байкалат.

Г.1.4.2 Супертүзүмдүн субтүзүмгө карата эң чоң жылышуулары акселерограмма «Kobe» (400 мм) тарабынан берилген эсептелген сейсмикалык окуяга жакын маанилерге ээ болушу керек.

Сейсмикалык изоляциялоо системасын колдонуунун имаратка эсептелген сейсмикалык жүктөмдөрдү азайтуу бөлүгүндөгү натыйжасын сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн негизинин деңгээлиндеги сейсмикалык туурасынан кеткен күчтөрдүн эсептик маанилеринин супертүзүмдүн түбүндө белгиленген төмөнкү деңгээлдеги сейсмикалык туурасынан кеткен күчтөрдүн эсептик маанилерине болгон катышы менен баалоого болот.

7 кабаттуу сейсмикалык изоляцияланган имарат үчүн эсептелген сейсмикалык изоляцияланган супертүзүмдүн негизинин деңгээлиндеги максималдуу эсептик туурасынан кеткен күчтөр:

- имараттын узунунан кеткен багытта 7139 кН;
- имараттын туурасынан кеткен багыты 7087 кН.

мында 7139 жана 7087 кН – супертүзүмдүн узунунан жана туурасынан кеткен багыттарындагы туурасынан кеткен күчтүн максималдуу мааниси, убакыт доменинде эсептөөнүн жыйынтыгы боюнча аныкталат.

Г.1.4.3 Супертүзүмдүн түбүндө белгиленген төмөнкү деңгээлдеги эсептик сейсмикалык кайра кесүүчү күчтөр:

- имараттын узунунан кеткен багытта 13493 кН;
- имараттын туурасынан кеткен багыты 13528 кН.

Бул жерде баштапкы маалыматтар төмөнкүдөй болгон: – супертүзүмдүн өздүк термелүү мезгилдери: туурасынан кеткен багытта негизги тон – 0,72 сек, буралуш формасы-0,66 сек, узунунан багытта негизги тон – 0,765 сек.

Г.1.4.4 Келтирилген маалыматтардан каралган сейсмикалык изоляциялоо системасын колдонуу сейсмикалык изоляциялоочу супертүзүмдүн конструкциялык системасына горизонталдык эсептелген сейсмикалык жүктөмдөрдү узунунан жана туурасынан кеткен багыттарда 1,9 эсе азайтууга мүмкүндүк берет.

Эсептөөлөрдүн натыйжалары тиешелүү сейсмикалык изоляцияланган эластомердик таянычтарды даярдоочу ишканалардын каталогдору боюнча тандоо жана аларды сыноого талаптарды аныктоо үчүн негиз болуп саналат.

Тандалган сейсмикалык изоляциялоочу эластомердик тирөөчтөрдү сыноодон өткөргөндөн жана алардын физикалык-механикалык параметрлерин тактоодон кийин сейсмикалык изоляцияланган имараттын реакцияларына баа берүү кайталанууга тийиш (же сейсмикалык сейсмикалык изоляциялоо системасынын мүнөздөмөлөрүнүн өзгөрүшүн эске алуу менен дагы).

Система нормативных документов в строительстве
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Курулуштагы ченемдик документтер тутуму
КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ ЧЕНЕМДЕРИ

СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

СН КР 20-03:2026

СЕЙСМИКАЛЫК ИЗОЛЯЦИЯЛОО СИСТЕМАЛАРЫ. НЕГИЗГИ ЖОБОЛОР

КР КЧ 20-03:2026

Расмий басылма
Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН КУРУЛУШ, АРХИТЕКТУРА ЖАНА ТУРАК ЖАЙ-КОММУНАЛДЫК ЧАРБА МИНИСТРЛИГИ

БИШКЕК 2026

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Государственным институтом сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования при Министерстве строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Кыргызской Республики (далее – Минстрой) с участием Международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству

2 ВНЕСЕНЫ Управлением строительства Минстроя Кыргызской Республики

3 УТВЕРЖДЕНЫ приказом Минстроя от 4 июня 2026 года № 120-нпа и ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ от 20 июня 2026 года на основе делегированных полномочий в соответствии с постановлением Кабинета Министров Кыргызской Республики от 3 марта 2023 года № 115

4 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ Министерством юстиции Кыргызской Республики в Государственном реестре нормативных правовых актов от 10 июня 2026 года № 194

5 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Настоящие строительные нормы не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Минстроя.

© Минстрой, 2026

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящих строительных норм, соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика.

Содержание

1 Область применения 1
1.1 Общие положения 1
1.2 Ограничения и особенности применения 2
1.3 Специальные требования 4
2 Нормативные ссылки 6
3 Термины и определения 8
4 Общие положения 13
5 Основные этапы проектирования зданий с системами сейсмоизоляции 17
5.1 Общие указания 17
5.2 Начальный этап концептуального проектирования 21
5.3 Промежуточный этап концептуального проектирования 24
5.4 Заключительный этап концептуального проектирования 28
6 Требования к зданиям с системами сейсмоизоляции 30
6.1 Основные требования 30
6.2 Критерии соответствия 31
6.3 Основные положения для проектирования 33
7 Сейсмические воздействия и свойства систем сейсмоизоляции, учитываемые в расчете 39
7.1 Сейсмические воздействия 39
7.2 Определение расчетного значения ускорения 41
7.3 Спектр упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия 42
7.4 Коэффициент поведения 44
7.5 Свойства систем сейсмоизоляции, учитываемые в расчетах 44
8 Требования к расчетам 45
8.1 Общие сведения 45
8.2 Моделирование систем сейсмоизоляции 47
8.3 Эквивалентный линейный расчет 47
8.4 Упрощенный линейный расчет 52
8.5 Модальный упрощённый линейный расчет 55
8.6 Расчет во временной области 55
8.7 Неконструктивные элементы 57
8.8 Проверки безопасности в критическом предельном состоянии (ULS) 58
Приложение А Концепция проектирования систем сейсмоизоляции 60
Приложение Б Системы сейсмоизоляции 64
Приложение В Примеры предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор для семиэтажного здания при заданных

значениях эффективного периода колебаний и коэффициента эффективного вязкого демпфирования 81
Приложение Г Методика оценки реакций суперструктуры сейсмоизолированного здания по результатам расчетов, выполняемых с использованием записей сейсмических движений грунтов 89

Введение

Настоящие строительные нормы разработаны в соответствии с требованиями Положения о системе нормативных документов в строительстве, принятого приказом Госстроя КР от 11 июня 2018 года № 13-нпа.

Настоящие строительные нормы СН КР 20-03:2026 входит в состав Комплекса 20 «Основные положения надежности строительных сооружений» согласно указанному Положению о системе нормативных документов в строительстве и является неотъемлемой частью системы нормативных документов в строительстве на территории Кыргызской Республики.

Настоящие строительные нормы содержат основные положения по проектированию и расчету сейсмоизолированных гражданских зданий.

В связи с отсутствием основополагающих нормативных документов КР, включающих все требования и охватывающих принципы и правила проектирования гражданских зданий, оснащаемых системой сейсмоизоляции, в настоящих нормах имеются ссылки на Еврокоды.

При изложении обязательных требований в тексте нормативного документа использованы слова и словосочетания: «требуется», «следует», «не допускается», «должны», «необходимо».

При изложении требований рекомендательного характера применены слова и словосочетания: «как правило», «рекомендуется», «допускается», «допускается при условии, определяющем необязательность исполнения». Слова «как правило» означают, что данное положение является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано. К «рекомендуемым» относятся положения, которые могут изменяться в соответствии с условиями производства систем сейсмоизоляции и технологии строительства.

Настоящие строительные нормы СН КР 20-03:2026 разработаны Государственным институтом сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования (ГИССИП) при Министерстве строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Кыргызской Республики.

В разработке строительных норм принимали участие:

от Государственного института сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования –инж. Канболотов К.Т., Дуйшеев А.А., Мусаков Р.А.,

от Международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству: по расчетной и конструктивной частям – д.т.н. Бегалиев У.Т. (МУИТ), к.т.н. Абдыбалиев М.К. (ОАО «Промпроект»), инж. Абдыкалыков Д.Б. (МАЭСС), д.т.н. Ведяков И.И., к.т.н. Бубис А.А., инж. Гизятулин И. (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко), к.т.н. Шокбаров Е.М., к.т.н. Омаров Ж.А. (АО «КазНИИСА»).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Система нормативных документов в строительстве

СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сейсмоизоляция системалары. Негизги жоболор

Seismic isolation systems. Basic provisions

Впервые

Дата введения – 2026.06.20

1 Область применения

1.1 Общие положения

1.1.1 Настоящие строительные нормы распространяются на проектирование, строительство, повышение сейсмостойкости и реконструкцию существующих зданий и сооружений с применением систем сейсмоизоляции на территории Кыргызской Республики.

1.1.2 Настоящие строительные нормы составлены в развитие положений СН КР 20-02 для проектирования зданий и сооружений с применением систем сейсмоизоляции для снижения сейсмических нагрузок.

1.1.3 Основными целями настоящих строительных норм являются:

- защита жизни людей в случае землетрясений;
- ограничение ущерба от землетрясений;
- сохранение возможности эксплуатации зданий и сооружений после землетрясений;
- обеспечение возможности эвакуации людей, включая маломобильные категории, или отсутствие необходимости эвакуации.

1.1.4 В настоящих строительных нормах приведены общие положения по проектированию зданий с системами сейсмоизоляции, предназначенными для снижения динамической реакции конструктивных систем при сейсмических воздействиях.

1.1.5 Проектирование зданий с системами сейсмоизоляции следует осуществлять при обязательном научно-техническом сопровождении, специализированными организациями по сейсмостойкому строительству,

имеющими соответствующий опыт экспериментально-теоретических исследований в области сейсмостойкого строительства в следующих случаях:

- при первом применения каждого вида системы сейсмоизоляции, как по отдельности, так и в комбинации;
- при первом устройстве системы сейсмоизоляции для каждого конструктивного решения здания;
- при наличии указания в специальных технических условиях или при внедрении нестандартных (экспериментальных) технических решений в расчетах и конструировании.

1.1.6 Положения настоящих норм распространяются на проектирование сейсмоизолированных гражданских зданий (жилых, общественных, производственных), в которых:

- система сейсмоизоляции, предназначенная для снижения сейсмической реакции конструктивной системы здания, располагается на уровне фундаментов или жестких подземных частей зданий;
- конструктивные системы зданий в наибольшей степени соответствуют основополагающим принципам и критериям концептуального проектирования сейсмоизолированных зданий, установленным требованиями Раздела 5 настоящих норм и СН КР 20-02;
- системы фундамента или жесткой нижней части здания (подвальные, цокольные этажи), непосредственно выше которых располагается сейсмоизолирующий слой, проектируются в соответствии с действующими нормами с учетом расчетной нагрузки от сейсмоизолированной части здания.

Системы фундамента или жесткой нижней части строения (подвальные, цокольные этажи), непосредственно выше которых устраивается сейсмоизолирующий слой, должны проектироваться с учетом положений настоящих норм.

1.1.7 Положения настоящих строительных норм являются общими для сейсмоизолированных зданий и не зависят от вида применяемых конструкционных материалов для формирования основных элементов системы сопротивления.

1.2 Ограничения и особенности применения

1.2.1 Положения настоящих норм не распространяются на проектирование:

- зданий, оснащаемых системами диссипации энергии, распределенными по нескольким этажам или уровням конструктивной системы;
- зданий, размещаемых на участках возможного проявления тектонических разломов на дневной поверхности;

- зданий, размещаемых на площадках строительства, в пределах которых инженерно-геологические условия характеризуются сейсмической жесткостью верхней 10 и 30-метровой толщи (от уровня основания здания) менее 350 и 400 т/м² соответственно;

- зданий, размещаемых на площадках строительства, сложенных грунтовыми отложениями, способными к разжижению.

1.2.2 При проектировании сейсмоизолированных зданий на площадках с допустимыми типами грунтовых условий по сейсмическим свойствам IA, IБ и II (табл. 6.1 СН КР 20-02), в случае выявления в основании локальных слоев слабых грунтов малой мощности, должны предусматриваться инженерные мероприятия по их усилению, замене или улучшению с обеспечением нормативной прочности и жесткости основания.

1.2.3 Установка сейсмоизолирующих систем в зданиях и сооружениях, возводимых на территориях, примыкающих к сейсмически активным разломам с магнитудой $M_s \geq 6{,}5$ на расстоянии менее чем 300 м, не допускается.

1.2.4 Проектирование и строительство зданий с системами сейсмоизоляции, не регламентированных настоящими нормами до разработки соответствующих нормативных документов следует осуществлять по специальным техническим условиям (СТУ) на проектирование, которые должны:

- разрабатываться специализированными организациями по сейсмостойкому строительству, имеющими соответствующий опыт экспериментально-теоретических исследований в области сейсмостойкого строительства;

- разрабатываться для каждого объекта с учетом: инженерно-геологических условий и сейсмической опасности площадки строительства; индивидуальных особенностей его объемно-планировочных и конструктивных решений;

- носить адресный характер и содержать конкретные мероприятия по обеспечению сейсмической безопасности проектируемого объекта, а также по монтажу и эксплуатации системы сейсмоизоляции и формирующих ее устройств;

Разработка СТУ на проектирование сейсмоизолированного здания осуществляется на основании и в строгом соответствии с техническим заданием заказчика и должна основываться на комплексных экспериментально-теоретических исследованиях, включая:

а) результаты лабораторных и натурных испытаний систем сейсмоизоляции на статические и динамические нагрузки;

б) данные численного моделирования, выполненного по методикам международных стандартов, адаптированных на соответствие национальных норм.

П р и м е ч а н и е – СТУ разрабатываются специализированными организациями по сейсмостойкому строительству, уполномоченными государственным органом по архитектуре и строительству и соответствующими следующим критериям:

а) наличие опыта экспериментально-теоретических исследований в области сейсмостойкого строительства;

б) наличие опыта практического проектирования или реализации объектов с применением систем сейсмоизоляции;

в) наличие квалифицированных специалистов в области исследования сейсмостойкости зданий и сооружений;

г) наличие материально-технической базы и испытательного оборудования.

1.2.5 При разработке проектов зданий с системами сейсмоизоляции должны соблюдаться требования действующих норм СП КР 50-101, СН КР 20-02, СН КР 22-01, СН КР 31-02, СН КР 52-02, СН КР 53-01 и рекомендуется учитывать положения международных и европейских стандартов ISO 22762, ISO 23618, ISO 80000, EN 1337, EN 15129 в части, не противоречащей действующим строительным нормам Кыргызской Республики.

1.2.6 Требования документов, составляемых в развитие положений настоящих строительных норм (строительные правила, стандарты организаций, специальные технические условия, руководства, рекомендации и др.) не должны противоречить обязательным требованиям настоящих норм.

1.2.7 В рамках настоящих норм предполагается, что конструктивные элементы (несущие конструкции) проектируемых сейсмоизолированных зданий, могут выполняться железобетонными, стальными и сталебетонными композитными (сталежелезобетонными), деревянными или стенами из комплексной конструкции.

Принципы и правила проектирования железобетонных, стальных и сталежелезобетонных несущих конструкций, а также стенами из комплексной конструкции регламентируются положениями СН КР 51-01, СН КР 52-02, СН КР 53-01.

1.3 Специальные требования

1.3.1 Положениями настоящих строительных норм следует руководствоваться при:

- научно-техническом сопровождении проектирования и строительства зданий и сооружений с системами сейсмоизоляции;
- составлении специальных технических условий и иных документов (руководств, рекомендаций, стандартов и др.), регламентирующих требования к зданиям с сейсмоизолирующими системами;
- выборе объемно-планировочных и конструктивных решений, отвечающих нормативным требованиям, основополагающим принципам и критериям концептуального проектирования;
- выборе антисейсмических устройств;

- выборе расчетных моделей сейсмоизолированных зданий, систем сейсмоизоляции и сейсмических воздействий;
- определении эффектов от сейсмических воздействий в сейсмоизолированных конструктивных системах;
- проверке соответствия систем сейсмоизоляции и сейсмоизолированных зданий требованиям действующих норм.

1.3.2 При проектировании систем сейсмоизоляции должны быть приняты во внимание, наряду с сейсмическими, эффекты, связанные с эксплуатационными ветровыми и температурными воздействиями.

1.3.3 Настоящие строительные нормы могут быть использованы:

- заказчиками проектной документации (например, для формулирования основных требований к сейсмостойкости сейсмоизолированных зданий);
- специалистами, осуществляющими контроль качества проектирования и строительства зданий и сооружений с применением систем сейсмоизоляции;
- соответствующими государственными органами;
- специалистами службы эксплуатации сейсмоизолированных зданий.

1.3.4 Для уточнения проектных предпосылок здания-представителя каждого конструктивного решения с системой сейсмоизоляции необходимо проводить натурное испытание на динамические нагрузки.

Испытание здания с системами сейсмоизоляции на динамическую нагрузку должны проводить специализированные организации, имеющие соответствующий опыт, квалифицированных специалистов и необходимое оборудование.

1.3.5 При проектировании в соответствии с положениями настоящих норм системами сейсмоизоляции следует оснащать:

– новые здания, сейсмостойкость которых важна с учетом социально-экономических последствий их разрушения (здания III класса ответственности по таблице 7.2 СН КР 20-02);

– новые здания, функционирование которых после землетрясений необходимо для гражданской защиты населения и ликвидации последствий землетрясений (здания IV класса ответственности по таблице 7.2 СН КР 20-02);

– новые здания, содержимое которых является более дорогостоящим и значимым, чем сами здания (объекты с хранилищами национальных и культурных ценностей или с уникальным чувствительным к колебаниям оборудованием);

– новые здания, конструктивные системы которых обладают ограниченной способностью к развитию пластических деформаций и к диссипации энергии сейсмических колебаний;

– существующие здания, для которых принимается решение о повышении сейсмостойкости с применением систем сейсмоизоляции, включая объекты исторической и культурной ценности;

– новые здания в целях расширения области использования индустриальных типовых конструкций и изделий, освоенных предприятиями строительной индустрии (например, в случаях необходимости их применения на площадках с более высокой сейсмичностью, чем предусмотрено типовыми проектами, или при необходимости увеличения высоты зданий).

1.3.6 При проектировании зданий с системами сейсмоизоляции для строительства на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов количество этажей определяется в соответствии с требованиями СН КР 20-02.

1.3.7 При проектировании зданий с системами сейсмоизоляции следует предусматривать установку инженерно-сейсмометрических станций и передать в ведение специализированной организации, имеющей соответствующий опыт экспериментально-теоретических исследований в области сейсмостойкого строительства, для проведения мониторинга и получения достоверной информации о поведении зданий и сооружений при землетрясениях различной интенсивности.

При научно-техническом сопровождении следует разработать программу инженерно-сейсмометрического мониторинга, необходимого для контроля функционирования систем сейсмоизоляции и оценки динамической реакции зданий при землетрясениях различной интенсивности.

1.3.8 Здание с системой сейсмоизоляции должно быть оборудовано визуально заметными указателями, информирующими о том, что строение является сейсмоизолированным.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СП КР 50-101:2025 Основания зданий и сооружений;

СН КР 20-02:2024* Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования;

СН КР 22-01:2018 Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки;

СН КР 31-02:2018 Проектирование и застройка территорий г. Бишкек и сел, примыкающих к Ысык-Атинскому разлому;

СН КР 51-01:2024 Каменные и армокаменные конструкции;

СН КР 52-02:2024 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения;

СН КР 53-01:2024 Стальные конструкции. Нормы проектирования;

ISO 22762-1:2024 Эластомерные сейсмозащитные изоляторы – Часть 1. Методы испытаний (Elastomeric seismic-protection isolators Part-1: Test methods);

ISO 22762-3:2024 Эластомерные сейсмозащитные изоляторы – Часть 3. Инструкция для зданий – Технические условия (Elastomeric seismic-protection isolators Part-3: Applications for buildings – Specifications);

ISO/TS 22762-4-2019 Эластомерные сейсмозащитные изоляторы. Часть 4. Руководство по применению ISO 22762-3 (Elastomeric seismic-protection isolators – Part 4: Guidance on the application of ISO 22762-3);

ISO 22762-5:2021 Эластомерные сейсмозащитные изоляторы – Часть 5: Скользящие сейсмозащитные изоляторы для зданий (Elastomeric seismic-protection isolators – Part 5: Sliding seismic-protection isolators for buildings);

ISO 23618:2022 Основы проектирования конструкций – Общие принципы проектирования зданий с сейсмоизоляцией (Bases for design of structures – General principles on seismically isolated structures);

ISO 80000-1:2022 Единицы СИ и рекомендации по использованию кратных и некоторых других единиц (SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units);

EN 1337:2000 Опорные части. CEN (Structural bearings. CEN);

EN 15129:2018 Антисейсмические устройства. CEN (Anti-seismic devices. CEN).

П р и м е ч а н и я

1 При пользовании настоящими строительными нормами целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов, действующих на территории Кыргызской Республики, в Национальном информационном фонде технических регламентов и стандартов Национального органа Кыргызской Республике по стандартизации и информационном указателе уполномоченного государственного органа по разработке и реализации политики в сфере архитектурно-строительной деятельности, опубликованном в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими строительными нормами следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Международные и европейские стандарты, приведенные в настоящих нормах, используются в качестве справочных источников. Их положения применяются в части, не противоречащей законодательству и нормативным документам Кыргызской Республики. При необходимости международные и европейские стандарты могут использоваться для повышения качества проектных и инженерных решений, при условии соблюдения обязательных требований установленных нормативных документов, действующих на территории Кыргызской Республики.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применены следующие термины и определения:

3.1 **акселерограмма**: Зависимость в виде графика или цифровых данных, характеризующая ускорения движений грунта или строения во времени.

3.2 **акселерограмма инструментальная**: Акселерограмма, инструментально зарегистрированная (записанная) при реальном землетрясении.

3.3 **акселерограмма искусственная**: Искусственно созданная зависимость, характеризующая процесс изменения ускорений движений во времени, согласующаяся с заданным спектром реакций в ускорениях и некоторыми другими характеристиками сейсмического процесса, в качестве которых рассматриваются его длительность, форма огибающей и частотный состав.

3.4 **главные направления здания (конструктивной схемы здания):** Два горизонтальных ортогональных направления, совпадающие с направлениями основных поступательных собственных форм колебаний здания в плане. Главные направления могут быть однозначно определены только для регулярных зданий с симметричной конфигурацией и симметричным распределением масс и жесткостей в плане.

3.5 **гражданские здания**: Здания, предназначенные для обслуживания бытовых и общественных потребностей человека. Гражданские здания условно подразделяются на жилые и общественные. Жилые здания – это жилые дома, гостиницы и общежития. Общественные здания – это административные здания, лечебно-профилактические, учреждения образования, кинотеатры, музеи и другие подобные им.

3.6 **демпфер**: Сейсмозащитное устройство для гашения или предотвращения колебания.

3.7 **демпфирование**: Влияние внутренних механизмов рассеивания энергии в конструктивной системе, вызывающее снижение эффектов динамических воздействий.

3.8 **деформация**: Изменение формы твердого тела под действием внешних или внутренних сил.

3.9 **диафрагма**: Горизонтальная или почти горизонтальная конструкция (например, плита перекрытия, предназначенная для передачи горизонтальных сейсмических нагрузок на вертикальные конструкции, сопротивляющиеся сейсмическим воздействиям).

3.10 **жесткая нижняя часть здания**: Нижняя часть здания, включающая фундамент, а также подвальные этажи и/или цокольный этаж, характеризующаяся высокой степенью пространственной жесткости.

3.11 **зафиксированное в основании здания**: Здание без системы сейсмоизоляции, рассматриваемое в расчетах как зафиксированное в основании.

3.12 **значимые направления здания (конструктивной схемы здания)**: Два ортогональных направления в плане здания, при приложении вдоль которых горизонтальных расчетных сейсмических воздействий в конструктивных элементах здания будут возникать реакции, которые без существенной погрешности могут рассматриваться как максимальные.

3.13 **капаситивное проектирование**: Метод проектирования, при котором конструкции разрабатываются таким образом, чтобы их несущая способность в условиях сейсмических воздействий оставалась в пределах допустимых значений. Метод предполагает направление пластических деформаций в заранее определенные участки конструкции, что позволяет эффективно поглощать сейсмическую энергию и обеспечивать структурную безопасность.

3.14 **конструктивная система**: Сформированная комбинация несущих конструкций здания, объединенных определенным способом для совместной работы.

3.15 **конструктивная система диссипативная**: Конструктивная система, способная рассеивать энергию посредством пластичного гистерезисного поведения и/или с помощью иных механизмов.

3.16 **конструктивная система недиссипативная**: Конструктивная система, не обладающая способностью к значимому рассеиванию энергии колебаний посредством пластичного гистерезисного поведения. Сопротивляемость недиссипативной конструктивной системы расчетным сейсмическим воздействиям обеспечивается расчетом, выполненным в предположении только линейно упругого поведения несущих конструкций.

3.17 **конструктивная схема**: Вариант характеризующего представления конструктивной системы здания по признакам состава и пространственного размещения формирующих ее конструктивных элементов.

3.18 **конструктивно-планировочное решение**: Планировочное решение здания, согласующееся с его конструктивной системой, компоновкой несущих конструкций и объемно-пространственной конструктивной схемой.

3.19 **концептуальное проектирование:** Стадия проектирования, на которой принимаются основные конструктивно-планировочные решения здания и выполняются предварительные проверки их соответствия установленным принципам. Принятые решения предопределяют степень сейсмостойкости объекта и экономические затраты на его строительство.

3.20 **конструктивный элемент**: Физически различимая часть конструктивной системы (например, колонна, балка, плита, связь, стена и др.).

3.21 **коэффициент ответственности**: Коэффициент, учитывающий последствия отказа сооружения.

3.22 **коэффициент поведения**: Коэффициент, используемый при проектировании для уменьшения сил, полученных в результате линейного расчета, с целью учета нелинейной реакции сооружения, обусловленной особенностями материала, конструктивной системы и принятой методики проектирования.

3.23 **критические предельные состояния**: Состояния, связанные с разрушением или другими формами отказа конструкции (сооружения). Критические предельные состояния соответствуют максимальной несущей способности сооружения или ее элемента, в некоторых случаях — максимальным допускаемым напряжениям или деформациям.

3.24 **неконструктивный (ненесущий) элемент**: Архитектурный, механический или электрический элемент, система или компонент, который из-за своей недостаточной прочности или принятого способа соединения с сооружением, не рассматривается при проектировании в качестве элемента, воспринимающего сейсмическую нагрузку, приходящуюся на конструктивную систему.

3.25 **основание грунтовое:** Массив грунта, воспринимающий нагрузки и воздействия от здания и передающий на здание сейсмические воздействия от природных и техногенных процессов.

3.26 **период колебания:** Наименьший интервал времени, через который при периодических колебаниях повторяется каждое значение колеблющейся величины.

3.27 **пластичность:** Способность к неупругому деформированию без разрушения. Пластично деформирующиеся конструкции в процессе неупругих деформаций рассеивают энергию сейсмических колебаний.

3.28 **полная изоляция**: Суперструктура считается полностью сейсмоизолированной, если при сейсмической расчетной ситуации она работает в области упругих деформаций. В противном случае суперструктура считается частично сейсмоизолированной.

3.29 **полное расчетное перемещение (сейсмоизолирующего элемента в главном направлении)**: Максимальное горизонтальное перемещение в месте расположения сейсмоизолирующего элемента, включающее расчетное перемещение и перемещение, вызванное кручением суперструктуры вокруг вертикальной оси.

3.30 **правила**: Общепризнанные положения, которые находятся в соответствии с принципами и обеспечивают выполнение их требований.

3.31 **принципы**: Принципы, приведенные в действующих нормах, включают в себя общие положения и определения, для которых нет альтернатив, а также требования или аналитические модели, для которых нет альтернатив, если иное не оговорено.

3.32 **предельные состояния по эксплуатационной пригодности**: Состояния, при превышении которых не выполняются установленные требования к эксплуатационной пригодности сооружения или его конструктивных элементов.

3.33 **расчет конструктивный**: Процедура или алгоритм определения эффектов воздействий (сил, моментов, напряжений, деформаций) в любой точке конструкции. Расчет можно проводить на трех уровнях, используя различные модели: общий расчет, расчет отдельных конструктивных элементов, локальный расчет. Общий расчет – это определение в конструктивной системе согласованных между собой величин сил, моментов и усилий, находящихся в равновесии с воздействиями на конструктивную систему и зависящих от геометрических размеров, особенностей несущих конструкций и свойств конструкционных материалов.

3.34 **расчетное перемещение (системы сейсмоизоляции в главном направлении)**: Максимальное горизонтальное перемещение верха субструктуры относительно низа суперструктуры в центре эффективной жесткости, соответствующее расчетному сейсмическому воздействию.

3.35 **сейсмическая нагрузка расчетная**: Нагрузка на проектируемые здания, обусловленная их реакциями на предполагаемые расчетные сейсмические воздействия, определяемые в соответствии с положениями норм.

3.36 **сейсмическая расчетная ситуация**: Расчетная ситуация, учитывающая особые условия для сооружения при сейсмических воздействиях;

3.37 **сейсмические нагрузки**: Инерционные силы, действующие на здание при сейсмическом воздействии.

3.38 **сейсмическое воздействие (A_E)**: Воздействие, вызванное движениями грунта во время землетрясения.

3.39 **сейсмоизолированное здание**: Здание, оснащенное системой сейсмоизоляции.

3.40 **сейсмоизолирующие элементы**: Элементы (устройства), образующие систему сейсмоизоляции.

3.41 **сейсмоизолирующий слой**: Слой, разделяющий субструктуру и суперструктуру, и в пределах которого расположена система сейсмоизоляции.

3.42 **система сейсмоизоляции (сейсмоизолирующая система)**: Совокупность элементов (устройств), применяемых для обеспечения сейсмоизоляции и расположенных в сейсмоизолирующем слое.

3.43 **спектр упругих реакций**: График, представляющий собой совокупность абсолютных значений максимальных реакций (в ускорениях, скоростях или смещениях) колебательной системы линейно-упругих осцилляторов при заданном акселерограммой воздействии, построенный как функция собственных периодов (частот) и параметра демпфирования осцилляторов.

3.44 **специализированные организации по сейсмостойкому строительству**: Организации, обладающие соответствующим опытом экспериментально-теоретических исследований в области сейсмостойкого строительства, квалифицированных специалистов и необходимое оборудование.

3.45 **специальные технические условия:** Технические нормы, разработанные для конкретного объекта строительства и содержащие отсутствующие в действующих нормах или дополнительные технические требования к его безопасности.

3.46 **субструктура**: Часть сооружения, включая фундамент, расположенная ниже сейсмоизолирующего слоя.

3.47 **суперструктура**: Сейсмоизолированная часть сооружения, расположенная выше сейсмоизолирующего слоя.

3.48 **центр эффективной жесткости**: Центр жесткости на верхней поверхности сейсмоизолирующего слоя, определенный с учетом податливости сейсмоизолирующих элементов и субструктуры.

3.49 **эффект воздействий (*E*)**: Результат воздействия на элементы конструкции (например, внутренние силы, моменты, напряжения, деформации) или реакция всего сооружения (например, прогибы, повороты), вызванные воздействиями.

3.50 **эффективная жесткость (системы сейсмоизоляции в главном направлении)**: Отношение значения общей горизонтальной силы, передающейся через сейсмоизолирующий слой на суперструктуру при расчетном перемещении, к абсолютному значению расчетного перемещения в том же направлении (секущая жесткость).

3.51 **эффективное демпфирование (системы сейсмоизоляции в главном направлении)**: Значение эффективного вязкого демпфирования, соответствующее энергии, диссипированной системой сейсмоизоляции при циклической реакции на расчетное перемещение.

3.52 **эффективный период**: Период собственных колебаний по основному тону в рассматриваемом направлении системы с одной степенью свободы, масса которой соответствует приведенной массе суперструктуры, а жесткость, равна эффективной жесткости системы сейсмоизоляции.

3.53 **эффекты второго порядка**: Дополнительные вторичные эффекты, возникающие в результате деформирования конструктивной системы при сейсмических нагрузках. Дополнительные эффекты от деформирования конструктивной системы («P-Δ» эффекты) определяются при выполнении расчетов по теории второго порядка.

4 Общие положения

4.1 Положения настоящих норм направлены на разработку и применение систем сейсмоизоляции, снижающих воздействие сейсмических нагрузок на конструкции зданий и сооружений.

4.2 Положения настоящих норм охватывают аспекты концептуального структурного проектирования систем сопротивления сейсмоизолированного строения, следование которым обеспечивает требуемый уровень его структурной надежности и безопасности при строительстве зданий и сооружений на территории Кыргызской Республики.

В основу концептуального структурного проектирования строения с системой сейсмоизоляции должно быть положено создание общей конструктивной системы сопротивления, компоненты которой эффективно взаимодействуют между собой и способствуют достижению концептуальных целей структурного проектирования.

Для достижения целей концептуального структурного проектирования строение с системой сейсмоизоляции должно формироваться с использованием эффективных антисейсмических устройств соответствующего вида.

4.3 Реализацию проектного конструктивно-планировочного решения в отношении сейсмически изолированного гражданского здания следует осуществлять на основе концепции его структурного проектирования как строения с системой сейсмоизоляции или жесткой нижней частью, соответствующего положениям настоящих норм.

4.4 Снижение динамической реакции конструктивной системы здания на сейсмические воздействия достигается в результате увеличения ее периода собственных колебаний по основному тону, изменения формы колебаний по основному тону, повышения демпфирования, снижения междуэтажных перекосов или комбинацией указанных эффектов.

Система сейсмоизоляции может содержать линейные или нелинейные эластичные элементы.

Примечание – Для зданий с нелинейными системами сейсмоизоляции под периодами собственных колебаний следует понимать «эффективные периоды колебаний», под количественными показателями демпфирования – значения «эффективного вязкого

демпфирования», а под формами колебаний – формы деформирования при нелинейных колебаниях, представленные в виде разложения по собственным формам линейных колебаний.

4.5 Для достижения целей в 4.4 при проектировании сейсмоизолированного здания в составе его общей конструктивной системы сопротивления по высоте следует различать две разделяемых сейсмоизолирующим слоем основные части, которые классифицируются как «субструктура» и «суперструктура».

4.6 Степень снижения сейсмической реакции суперструктуры следует определять с учетом свойств системы сейсмоизоляции, особенностей сейсмоизолирующих элементов (устройств, опор), расположенных в пределах сейсмоизолирующего слоя, а также характеристик и параметров суперструктуры.

4.7 Способность сейсмоизолирующих систем снижать и ограничивать реакции зданий на сейсмические воздействия зависит от свойств, используемых сейсмоизолирующих элементов.

4.8 Системы сейсмоизоляции, рассматриваемые в настоящих нормах, подразделяются на три типа:

а) системы сейсмоизоляции, снижающие величины горизонтальных сейсмических нагрузок на суперструктуру за счет изменения частотного спектра ее собственных колебаний, в частности, увеличения периодов колебаний суперструктуры по основному тону (см. А.2 и А.3 Приложения А);

б) системы сейсмоизоляции, ограничивающие уровень горизонтальных сейсмических нагрузок, воздействующих на суперструктуру (см. А.4-А.6 Приложения А);

в) системы сейсмоизоляции, сочетающие способность изменять частотный спектр собственных колебаний суперструктуры со способностью ограничивать уровень горизонтальных сейсмических нагрузок, воздействующих на суперструктуру (см. А.7 Приложения А).

При проектировании сейсмоизолированных зданий необходимо предусматривать меры по исключению совпадения собственных периодов колебаний суперструктуры с диапазоном периодов максимальных спектральных ускорений, выявленных по инструментальным записям землетрясений, с целью снижения сейсмической реакции и обеспечения требуемого уровня сейсмостойкости.

4.9 Наиболее широкое распространение в мировой практике сейсмостойкого строительства получили системы сейсмоизоляции, которые могут формироваться с использованием следующих сейсмоизолирующих устройств:

а) опор эластомерных (слоистых резинометаллических);

б) опор фрикционно-подвижных с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения;

в) опор фрикционно-подвижных со сферическими поверхностями скольжения.

4.10 При проектировании зданий с системой сейсмоизоляции согласно положениям настоящих норм, могут рассматриваться следующие варианты их оснащения:

- системой сейсмоизоляции первого типа (см. 4.8.а) с использованием сейсмоизолирующих эластомерных опор с низкой способностью к диссипации энергии или с высокой способностью или сейсмоизолирующих опор эластомерных со свинцовым сердечником (см. Б.1 и Б.2 Приложения Б);
- системой сейсмоизоляции второго типа (см. 4.8.б) с использованием сейсмоизолирующих опор фрикционно-подвижных с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения (см. Б.3 Приложения Б);
- системой сейсмоизоляции третьего типа (см. 4.8.в) с использованием сейсмоизолирующих опор фрикционно-подвижных со сферическими поверхностями скольжения (см. Б.4 Приложения Б).

4.11 При проектировании сейсмоизолированного здания согласно положениям настоящих норм, допускается формирование систем сейсмоизоляции комбинированных типов, в которых должны сочетаться как свойства типов систем сейсмоизоляции, так и параметры и характеристики используемых видов сейсмоизолирующих опор (см. 4.9 и 4.10). Для достижения целей проектирования при создании комбинированных систем сейсмоизоляции дополнительно могут применяться различные демпферы вязкостного или гистерезисного типа.

Проектирование зданий с системами сейсмоизоляции комбинированного типа допускается при обоснованных случаях с учетом необходимости осуществления более сложных проверок и оценки работы системы.

При создании комбинированных систем сейсмоизоляции необходимо обеспечивать совместимость характеристик, применяемых сейсмоизолирующих опор. Не допускается применение в одной системе опор с различными принципами действия. В частности, допускается совместное использование эластомерных опор и фрикционно-подвижных опор с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения, однако их сочетание с фрикционно-подвижными опорами со сферическими поверхностями скольжения не допускается из-за различий в принципах их работы (см. Б.1-Б.4 Приложения Б).

4.12 В качестве элементов системы сейсмоизоляции следует применять:

- элементы, повышающие гибкость и увеличивающие период собственных колебаний (гибкие стойки, качающиеся опоры, резинометаллические опоры и др.);

- элементы, увеличивающие рассеивание энергии сейсмических колебаний (демпферы сухого трения, скользящие пояса, вязкие и гистерезисные демпферы);
- резервные, включающиеся или выключающиеся элементы;
- упоры-ограничители горизонтальных перемещений.

4.13 Системы сейсмогашения включают демпфирующие устройства и динамические гасители колебаний.

Демпфирующие устройства должны устанавливаться между элементами здания или сооружения с большими взаимными смещениями или в соединениях, воспринимающих максимальные сейсмические нагрузки.

Динамические гасители колебаний должны настроить частоты дополнительно введенной массы на упругих связях и способствовать возникновению в процессе колебаний упругих и диссипативных сил между массой гасителя и конструкциями здания или сооружения.

4.14 В настоящих нормах рассматриваются только апробированные системы сейсмоизоляции, которые: получили признание в мировой практике сейсмостойкого строительства; прошли проверку при сильных землетрясениях; продемонстрировали свою эффективность по результатам экспериментально-теоретических исследований.

4.15 В одном здании или сооружении могут быть применены несколько видов сейсмоизолирующих устройств.

4.16 Конструктивные решения фундаментов должны предусматривать равномерность их осадки.

4.17 В зависимости от конструктивной схемы и высоты здания или сооружения системы сейсмоизоляции могут размещаться между конструкциями надземной части здания и подвального (цокольного) этажа, надземной части и фундамента.

4.18 При расчете и проектировании систем сейсмозащиты с использованием эластомерных опор следует соблюдать требования ISO 22762, при применении иных антисейсмических устройств, включая эластомерные опоры следует соблюдать положения EN 15129, которые содержат функциональные требования, общие правила проектирования систем сейсмоизоляции, требования к характеристикам материалов и испытаниям, а также требования к установке сейсмоизолирующих элементов и их техническому обслуживанию в процессе эксплуатации.

4.19 Требования к эластомерным и фрикционно-подвижным опорам, эксплуатируемым в проектных условиях, следует устанавливать на основе содержания стандарта EN 1337.

4.20 Расчетный срок эксплуатации систем сейсмоизоляции и сейсмоизолирующих опор должен быть не меньше назначенного срока эксплуатации, проектируемого сейсмоизолированного здания.

5 Основные этапы проектирования зданий с системами сейсмоизоляции

5.1 Общие указания

5.1.1 Требования, указания и рекомендации настоящих норм должны приниматься во внимание в рамках концептуального проектирования сейсмоизолированных зданий, оснащение которых предполагает использование типов систем сейсмоизоляции и видов, формирующих их сейсмоизолирующих устройств, приведенных в Приложении Б.

5.1.2 Концептуальное проектирование сейсмоизолированного здания, оснащаемого системой сейсмоизоляции одного из типов, оговоренных в Приложении Б, должно основываться на соответствующих требованиях настоящих норм и других нормативных документов, дополняющих основные положения настоящих норм.

Проектные решения должны назначаться на основании объективных данных об инженерно-геологических и сейсмологических условиях на проектируемых площадках строительства.

При проектировании сейсмоизолированных зданий в соответствии с положениями настоящих норм для формирования систем сейсмоизоляции рекомендуется применять те виды сейсмоизолирующих опор, которые оговорены в подразделах Б.1-Б.4 Приложения Б.

5.1.3 На стадии концептуального проектирования здания:

а) выбираются конструктивная система и конструктивная схема проектируемого здания, соответствующие особенностям сейсмической расчетной ситуации на площадке строительства, а также принципам и правилам проектирования зданий, приведенным в настоящих нормах;

б) принимается концепция проектирования конструктивной системы здания в части обеспечения ее способности к пластическому деформированию и рассеиванию энергии;

в) назначаются предварительные размеры несущих и ненесущих конструкций, а также материалы для их выполнения.

5.1.4 При выборе конструктивной системы и схемы здания с системой сейсмоизоляции следует учитывать:

а) функциональное назначение, условия эксплуатации, а также эстетическую и социальную значимость здания;

б) конфигурацию здания в плане и по высоте и другие особенности его объемно-планировочных и конструктивных решений;

в) нормативные требования к относительным и абсолютным размерам здания в плане и по высоте;

г) нормативные требования к путям эвакуации из здания;

д) требования к конструкциям здания, определяемые нормативными документами.

5.1.5 На этапе концептуального проектирования необходимо принимать решения, предопределяющие надежность и сейсмостойкость зданий и затраты на их строительство. Следует учитывать фактор сейсмической опасности для разработки конструктивных систем и схем, которые будут соответствовать фундаментальным требованиям по недопущению разрушений и ограничению ущерба.

5.1.6 Конструктивные системы зданий могут проектироваться на основе одной из следующих концепций:

а) концепция низкодиссипативного поведения;

б) концепция диссипативного поведения.

5.1.7 Конструктивные системы зданий, в зависимости от их способности к пластическому деформированию и диссипации энергии, подразделяются на три класса:

L – класс низкой пластичности, отвечающий концепции о низкодиссипативном поведении.

M – класс средней пластичности, отвечающий концепции о диссипативном поведении;

H – класс высокой пластичности, отвечающий концепции о диссипативном поведении.

5.1.8 При проектировании конструктивных систем, относящихся к классу пластичности L, предусматривается:

а) эффекты сейсмических воздействий определять на основании линейно-упругих расчетов, не учитывая возможное нелинейное поведение материалов и конструкций;

б) проектные решения несущих конструкций принимать в соответствии с правилами,предназначенными для обычных условий строительства.

Сопротивляемость сейсмическим воздействиям конструктивных систем, относящихся к классу пластичности L, обеспечивается преимущественно

надлежащей прочностью несущих конструкций и лишь в некоторой степени их способностью к пластическому деформированию.

5.1.9 Конструктивные системы, относящиеся к классам пластичности М и Н, следует проектировать с применением метода капаситивного проектирования. При соблюдении расчетных и конструктивных правил метода капаситивного проектирования:

- обеспечивается требуемые локальные и глобальные пластичности конструктивных систем;
- пластические деформации концентрируются в заранее определенных зонах конструктивных систем;
- достигается значительно более высокая способность к гистерезисной диссипации энергии конструктивных систем, относящихся к классам пластичности М и Н, по сравнению с системами класса L;
- предотвращаются режимы хрупкого разрушения элементов конструктивных систем.

5.1.10 Конструктивные системы, относящиеся к классу пластичности Н, проектируются с применением более строгих правил, чем конструктивные системы класса М и обладают большими, по сравнению с конструктивными системами класса М, способностями к пластическому деформированию и гистерезисному рассеиванию энергии.

5.1.11 Конструктивным системам, относящимся к разным классам пластичности, соответствуют разные значения коэффициента поведения q.

Если конструктивная система здания различается по горизонтальным направлениям, то значения коэффициента поведения q могут быть различными для разных горизонтальных направлений, но класс пластичности конструктивной системы должен быть одинаковым во всех направлениях.

5.1.12 При проектировании конструктивных систем зданий с учетом их способности к пластическому деформированию следует соблюдать следующие требования:

- способность конструктивной системы к пластическому деформированию, которая является ключевым показателем ее способности противостоять сейсмическим воздействиям;
- конструктивные системы с классом пластичности Н требуют значительно меньшей прочности, чем системы с классами М и L, что объясняется более высоким значением коэффициента поведения q;
- значения коэффициента поведения q для конструктивных систем класса Н принимаются в 1,5–2 раза больше, чем для систем класса М, и в 3–4 раза больше, чем для систем класса L.

5.1.13 При назначении класса пластичности конструктивной системы следует учитывать, что повышение пластичности несущих конструкций должно сопровождаться сохранением необходимой прочности. Недопустимо существенное снижение прочности конструкций в пользу увеличения пластичности, поскольку это может привести к нежелательным последствиям. При назначении класса пластичности необходимо учитывать:

Во-первых – пластические деформации, возникающие в несущих конструкциях зданий при сейсмических воздействиях, неизбежно сопровождаются с их повреждениями. Увеличение степени развития пластических деформаций в несущих конструкциях приведет к усилению повреждений.

Во-вторых – для высоких и/или гибких конструктивных систем важны не только сейсмические нагрузки, но и величины перемещений, особенно если они способны вызвать эффекты второго порядка.

В-третьих – в ряде случаев упругопластическое деформирование конструктивных систем может привести не к снижению, а к увеличению эффектов сейсмических воздействий из-за особенностей спектрального состава реальных сейсмических воздействий.

Правила проектирования, принятые в настоящих нормах, предусматривают, что конструктивные системы зданий, наряду со способностью к пластическому деформированию, должны обладать прочностью, достаточной для:

- ограничения пластических деформаций конструкций в безопасных пределах;
- защиты конструктивных систем от образования в них неустойчивых механизмов деформирования;
- предотвращения чрезмерных повреждений конструкций.

5.1.14 В соответствии с основополагающими принципами, учитываемыми на этапе концептуального проектирования, конструктивные системы и схемы зданий должны обладать следующими характеристиками:

- конструктивной простотой;
- однородностью, симметричностью и избыточностью;
- сопротивляемостью и жесткостью в двух горизонтальных направлениях;
- сопротивляемостью и жесткостью на кручение в плане;
- жесткостью междуэтажных перекрытий (покрытий);
- необходимой прочностью и жесткостью фундамента.

5.1.15 Процесс концептуального проектирования сейсмоизолируемого здания, как правило, включает три этапа:

- начальный (предварительный);
- промежуточный (уточняющий);

- заключительный.

5.1.16 Фактор сейсмической опасности следует учитывать на ранних этапах концептуального проектирования зданий и сооружений для разработки конструктивной системы, обеспечивающей выполнение основных требований действующих норм проектирования сейсмостойких сооружений при оптимальных затратах.

5.2 Начальный этап концептуального проектирования

5.2.1 На начальном этапе концептуального проектирования при оценке здания с системой сейсмоизоляции следует руководствоваться настоящими нормами и другими нормативными документами, представляющими требования и указания, которые являются общими при проектировании зданий и сооружений.

5.2.2 На начальном этапе концептуального проектирования зданий с системой сейсмоизоляции, помимо общего анализа необходимо:

- оценивать пригодность зданий для оборудования системами сейсмоизоляции;
- оценивать необходимую степень уменьшения сейсмической реакции конструктивной системы, сопротивляющейся горизонтальным силам;
- осуществлять предварительный выбор типа системы сейсмоизоляции (или способ комбинирования) и ее параметров, которые будут достигаться за счет характеристик и свойств, используемых сейсмоизолирующих устройств.

Для проведения оценок проектных решений сейсмоизолированного здания следует формировать предварительные расчетные модели конструктивных схем и учитываемых нагрузок, которые будут необходимы при рассмотрении сейсмической расчетной ситуации.

Пример предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор для пятиэтажного здания при заданных значениях эффективного периода колебаний и коэффициента эффективного вязкого демпфирования приведены в Приложении В.

5.2.3 Оценка пригодности здания для оснащения системой сейсмоизоляции должна охватывать и учитывать следующее:

а) габаритные размеры здания (или отсека) в плане и по высоте. Характеристики и оценки должны распространяться как на субструктуру, так и на суперструктуру;

б) периоды колебаний здания, неоснащенного системой сейсмоизоляции, по основным тонам;

в) уровень расчетных ветровых нагрузок на здание;

г) расстояния от сейсмоизолированного здания до смежных строений.

5.2.4 В общих случаях, для нового строительства предпочтительно проектировать здания с системой сейсмоизоляции:

а) в которых зафиксированные в основании суперструктуры характеризуются периодами колебаний по основному тону менее чем 1,0 с;

б) в которых отношение эффективного периода колебаний сейсмоизолированной суперструктуры и периода здания с жестким основанием не менее чем 2,0;

в) в которых наибольшая суммарная горизонтальная сила, соответствующая расчетному ветровому воздействию на суперструктуру, не превышает 10 % от веса сейсмоизолированной части здания, обусловленного только постоянными воздействиями и нагрузками с характеристическими значениями их величин.

5.2.5 К зданиям с приземистыми пространственными конфигурациями могут относиться строения, характеризующиеся I, II или III класса ответственности по этажности, идентифицируемые соответственно, как малоэтажные, средней этажности и многоэтажные по СН КР 20-02.

В обоснованных случаях применение систем сейсмоизоляции, рассматриваемых в настоящих нормах типов, может оказаться целесообразным не только для зданий с приземистыми пространственными конфигурациями, но и для зданий повышенной этажности, отнесенных к IV классу ответственности по этажности (см. СН КР 20-02) суперструктуры и конструктивные типы которых характеризуются низкими диссипативными свойствами.

5.2.6 Требуемую степень уменьшения расчетной сейсмической реакции суперструктуры за счет применения системы сейсмоизоляции следует оценивать в каждом случае индивидуально в зависимости от назначения здания и его экономической и/или социальной значимости.

При оценке требуемой степени уменьшения расчетной сейсмической реакции суперструктуры за счет применения системы сейсмоизоляции следует принимать во внимание положения 6.2.9.

Проектирование новых зданий с системой сейсмоизоляции будет целесообразным, если надежно прогнозируется достижение минимального уменьшения расчетной сейсмической реакции сейсмоизолированной конструктивной системы суперструктуры не менее чем в 2,0 раза.

Для зданий существующей застройки минимально необходимое уменьшение сейсмической реакции будет зависеть от дефицита их сейсмостойкости.

5.2.7 Требуемую степень уменьшения расчетной сейсмической реакции сейсмоизолированной конструктивной системы следует оценивать по результатам, полученных из соответствующих анализов, посредством сопоставления:

- величин расчетных горизонтальных сейсмических нагрузок, действующих на сейсмоизолированную суперструктуру и на здания-прототипа без системы сейсмоизоляции, рассматриваемого в расчетах как зафиксированную в основании (см. также 5.2.3 б и 5.2.4 а);
- расчетных эффектов статических и сейсмических воздействий в несущих конструкциях сейсмоизолированной суперструктуры и здания-прототипа.

Сопоставляемые расчетные горизонтальные нагрузки на сейсмоизолированную суперструктуру и на здание-прототип следует определять с учетом соответствующих значений коэффициентов поведения q.

Рекомендованное для новых зданий значение минимального снижения расчетных нагрузок может оказаться недостаточным при применении систем сейсмоизоляции для зданий существующей застройки, имеющих дефицит сейсмостойкости более 50 %.

5.2.8 При предварительном выборе системы сейсмоизоляции для здания следует учитывать:

- интенсивность и спектральный состав прогнозируемых сейсмических воздействий на площадке строительства;
- вес суперструктуры;
- способность сейсмоизолирующей системы уменьшить сейсмическую реакцию рассматриваемой суперструктуры и/или содержимого в сейсмоизолируемой части здания до требуемого уровня;
- способность выбранных сейсмоизолирующих опор воспринимать сжимающие вертикальные эксплуатационные и сейсмические нагрузки, в том числе при предельных горизонтальных перемещениях суперструктур относительно субструктур;
- способность опор воспринимать вертикальные растягивающие силы;
- степень асимметричности зданий в плане и по высоте;
- возможность размещения сейсмоизолирующей системы в уровне подвала или над жесткой подземной частью здания.

5.2.9 Местные незначительные поднятия суперструктуры относительно отдельных сейсмоизолирующих опор следует рассматривать как нежелательные, если они не вызывают деградацию системы сейсмоизоляции.

При расчете систем сейсмоизоляции необходимо учитывать возможность возникновения в сейсмоизолирующих опорах вертикальных растягивающих усилий, превышающих вертикальные гравитационные нагрузки, в результате действия горизонтальных и вертикальных составляющих сейсмических воздействий. Сейсмоизолирующие опоры, не способные воспринимать растягивающие усилия, не допускается применять без конструктивных мер, предотвращающих их приподнимание или разрушение.

Применение фрикционно-подвижных сейсмоизолирующих опор (см. Приложение Б) допускается при условии отсутствия результирующих вертикальных растягивающих усилий в любой из опор.

5.2.10 При проектировании систем сейсмоизоляции с фрикционно-подвижными опорами следует обеспечить:

- определение силы трения пропорциональной величине вертикальной гравитационной нагрузки;
- совмещение в плане положений центров масс и центров жесткостей системы сейсмоизоляции;
- принятие конструктивных мер по снижению крутильных моментов, вызванных асимметрией здания.

5.2.11 При предварительном выборе системы сейсмоизоляции следует учитывать:

- эффективность снижения горизонтальных сейсмических нагрузок и ограничения относительных перемещений суперструктуры из-за высоких значений демпфирования $\xi \geq 20$ %;
- возможность локального увеличения ускорений в отдельных уровнях суперструктуры, особенно при землетрясениях интенсивностью 5–6 баллов;
- необходимость особой проверки суперструктур, содержащих ценное имущество или оборудование с собственными периодами колебаний, близкими к периодам колебаний системы сейсмоизоляции.

5.3 Промежуточный этап концептуального проектирования

5.3.1 На промежуточном этапе принятия проектных решений следует:

- определить и конкретизировать тип системы сейсмоизоляции и номенклатуру сейсмоизолирующих устройств, используемых для формирования сейсмоизолирующего слоя;
- назначить принципиальную схему местоположения систем сейсмоизоляции в пределах горизонтальной проекции плана строения, которые являются приемлемыми для условий выбранной площадки строительства и особенностей конструктивно-планировочного решения субструктуры и суперструктуры;
- оценить экономическую целесообразность оснащения проектируемого здания системой сейсмоизоляции, обусловленную как стоимостью сейсмоизолирующих устройств, так и необходимостью осуществления дополнительных технических мероприятий, связанных с их монтажом, условиями эксплуатации, обслуживанием и другими работами.

При обязательном условии устройства систем сейсмоизоляции проектирование здания допускается без оценки его экономической целесообразности.

5.3.2 Перед выбором приемлемого проектного решения для устройства системы сейсмоизоляции в здание должны предшествовать:

- уточняющий расчет требуемых параметров системы сейсмоизоляции, основанная на паспортных данных о свойствах выбранных устройств (опор, демпферов, амортизаторов);
- экспериментальная проверка соответствия фактических параметров, выбранных сейсмоизолирующих устройств их паспортным данным и расчетным параметрам (см. Приложение В).

5.3.3 Для достижения целей проектирования, при осуществлении уточняющих расчетов и оценок на соответствие требуемым параметрам системы сейсмоизоляции следует:

а) выполнить комплекс расчетов, позволяющий спрогнозировать и оценить реакции сейсмоизолирующих опор с выбранными параметрами и поведение сейсмоизолированной суперструктуры с выбранной конструктивной схемой на эксплуатационные и сейсмические воздействия (см. 5.1.2);

б) сопоставить паспортные данные выбранных сейсмоизолирующих элементов и результаты расчетов. По результатам сопоставления оценить способность системы сейсмоизоляции:

- воспринимать приходящиеся на нее вертикальные и горизонтальные расчетные нагрузки;
- деформироваться в пределах, соответствующих результатам расчетов и положениям настоящих норм (см. Раздел 6);
- уменьшать реакции сейсмоизолированной суперструктуры до требуемого уровня.

5.3.4 При подборе системы сейсмоизоляции следует обеспечивать, чтобы колебания суперструктуры приближались к поведению жесткого тела, характеризующемуся минимальными собственными деформациями по сравнению с горизонтальными смещениями на уровне сейсмоизолирующего слоя.

5.3.5 При анализе результатов расчетов следует учитывать, что сейсмостойкость сейсмоизолированных зданий зависит не только от величин горизонтальных нагрузок на суперструктуру, но также от несущей способности (прочности) сейсмоизолирующих опор и допустимых пределов взаимных перемещений суперструктуры и субструктуры.

5.3.6 Если расчетные эффекты сейсмических воздействий превышают предельно допустимые параметры сейсмоизолирующих устройств или степень

уменьшения сейсмических нагрузок на суперструктуру недостаточна, то в систему сейсмоизоляции следует вносить изменения и повторить расчеты.

Выбор сейсмоизолирующих устройств и формирование с их использованием системы сейсмоизоляции должно осуществляться с учетом конструктивных решений субструктуры и суперструктуры, взаимодействие которых обеспечивается через сейсмоизолирующий слой.

5.3.7 При проектировании и реализации системы сейсмоизоляции следует предусматривать проведение испытаний сейсмоизолирующих элементов и при необходимости системы в целом, чтобы подтвердить соответствие расчетным параметрам, проектным и нормативным требованиям.

Испытания необходимо выполнять в соответствии с положениями пунктов 5.3.7.1–5.3.7.4.

5.3.7.1 Экспериментальная проверка соответствия действительных параметров сейсмоизолирующих элементов-представителей паспортным данным и требуемым параметрам должна быть выполнена до их применения в проекте и строительстве.

5.3.7.2 Назначению окончательного варианта типа и схемы системы сейсмоизоляции должна предшествовать экспериментальная проверка соответствия действительных (фактических) параметров, используемых сейсмоизолирующих устройств заявленным паспортным данным и удовлетворения требуемым параметрам (см. 5.3.2).

Экспериментальная проверка сейсмоизолирующих элементов-представителей должна выполняться в соответствии с программой испытания, регламентирующей перечень параметров, подлежащих их подтверждению.

Испытания следует выполнять при участии специализированных организаций по сейсмостойкому строительству, обладающих соответствующим опытом экспериментально-теоретических исследований в области сейсмостойкого строительства, квалифицированными специалистами и необходимым оборудованием.

Программа испытания, как правило, должна соответствовать техническим требованиям действующих стандартов и предусматривать проверку:

- влияния температурных воздействий на свойства сейсмоизолирующих устройств;
- сопротивляемости сейсмоизолирующих устройств ветровым и слабым сейсмическим воздействиям, а также их состояния после сильного землетрясения;
- реакции сейсмоизолирующих устройств при различных величинах горизонтальных циклических перемещений;

- работоспособности сейсмоизолирующих устройств после сильного землетрясения (способности выдерживать повторные сейсмические воздействия при смещении относительно исходного положения).

5.3.7.3 Следует устанавливать необходимость экспериментальной проверки системы сейсмоизоляции в целом в обоснованных случаях, по требованиям научно-технического сопровождения или специальных технических условий, разработанных для конкретного сейсмоизолированного здания.

Экспериментальная проверка системы сейсмоизоляции обязательна, если она является ранее неисследованной или содержит антисейсмические устройства, на которые не распространяются требования настоящих норм.

5.3.7.4 Результаты испытания на соответствие паспортным данным сейсмоизолирующих элементов-представителей должны подтверждать, что формируемая с их использованием система сейсмоизоляции будет обеспечивать требуемые параметры с достаточной степенью надежности.

Если результаты испытания сейсмоизолирующих элементов-представителей не соответствуют паспортным данным и не могут обеспечить проявление целевых параметров, определенных по результатам расчетных проверок и оценок, выполненных на предыдущих этапах проектирования, то проектные решения должны быть пересмотрены, и все аналитические оценки выполнены заново.

Пересмотр решений может включать изменение схемы расположения сейсмоизолирующих опор, их количества или замену сейсмоизолирующих устройств на другие.

При значительном несоответствии результатов испытания сейсмоизолирующих элементов-представителей паспортным данным, необходимо внести соответствующие уточнения в расчеты сейсмоизолированного здания.

5.3.8 При оценке экономической целесообразности применения выбранного типа системы сейсмоизоляции и использования для ее формирования видов сейсмоизолирующих устройств, следует учитывать, что стоимость зависит от:

- выбора типа системы сейсмоизоляции;
- выбора видов и количества сейсмоизолирующих устройств для формирования системы сейсмоизоляции, способствующей достижению целевых параметров и зависящей от конфигурации, генеральных размеров здания в плане и по высоте, а также от веса сейсмоизолированной части строения;
- специфических особенностей конструктивно-планировочных решений здания, в том числе и в отношении условий размещения системы сейсмоизоляции и ее последующего обслуживания;
- дополнительных затрат, связанных с необходимостью создания благоприятных условий функционирования системы сейсмоизоляции и

сейсмоизолирующих устройств, в том числе и их защитой от потенциально опасных воздействий (пожара, агрессивных сред и чрезмерной влажности, резких перепадов температур, и др.);

- дополнительных затрат, связанных с необходимостью принятия соответствующих технических решений в отношении несущих конструкций субструктуры и суперструктуры на участках, смежно расположенных непосредственно ниже и выше сейсмоизолирующего слоя;
- дополнительных затрат, связанных с необходимостью устройства деформационных швов, исключающих возможное взаимодействие суперструктуры с окружающим грунтом или со смежными строениями;
- дополнительных затрат, связанных с необходимостью принятия соответствующих технических решений, обеспечивающих взаимодействие субструктуры и суперструктуры в пределах сейсмоизолирующего слоя, по месту устройства пересекающих его лестнично-лифтовых узлов в здании;
- дополнительных затрат на обеспечение безопасного функционирования инженерных коммуникаций (сети водопроводные, канализационные, газопроводные, электрические, вентиляционные и др.), которые следует проектировать сохранением способности к бесперебойному функционированию и обеспечивать возможность взаимных перемещений субструктуры и суперструктуры во время сейсмического события.

5.4 Заключительный этап концептуального проектирования

5.4.1 Ориентируясь на результаты предшествующих этапов концептуального проектирования и выполненных расчетных проверок и оценок (см. 5.2 и 5.3), на заключительном этапе принимается объемно-планировочное и конструктивное проектное решение сейсмоизолированного здания.

5.4.2 При назначении окончательного проектного решения нижней части сейсмоизолированного строения, помимо соответствия требованиям по размещению и эксплуатации системы сейсмоизоляции, необходимо:

- проверить надежность и соответствие системы субструктуры и ее конструктивной схемы с учетом взаимодействия в глобальной системе «грунт-субструктура-сейсмоизоляция-суперструктура»;
- проверить достаточность габаритных размеров и геометрических параметров, формирующих субструктуру конструктивных элементов с учетом назначенной схемы установки сейсмоизолирующих устройств;
- выполнить соответствующие расчетные проверки системы субструктуры и формирующих ее конструктивных элементов при сопротивлении эффектам

статических и сейсмических воздействий, включая рассмотрение геотехнических аспектов;

- по результатам расчетных проверок выполнить детализацию несущих конструкций с учетом технических решений, связанных с установкой и прикреплением сейсмоизолирующих устройств к субструктуре, и оформить рабочие чертежи проектной документации в установленном порядке.

5.4.3 При назначении окончательного варианта проектного решения верхней части сейсмоизолированного строения, помимо соответствия фундаментальным требованиям, необходимо:

- проверить несущую способность конструкции ростверка, расположенной непосредственно над сейсмоизолирующим слоем и являющейся неотъемлемой частью системы суперструктуры;
- проверить достаточность габаритных размеров и геометрических параметров конструкции ростверка, отвечающих особенностям конструктивной схемы системы суперструктуры;
- выполнить соответствующие расчетные проверки системы суперструктуры и формирующих ее конструктивных элементов при сопротивлении эффектам статических и сейсмических воздействий;
- по результатам расчетных проверок выполнить детализацию несущих конструкций системы суперструктуры с учетом технических решений, связанных с установкой и прикреплениями сейсмоизолирующих устройств к несущей конструкции ростверка, и оформить рабочие чертежи проектной документации в установленном порядке.

5.4.4 Проектное решение по формированию системы сейсмоизоляции должно быть отражено в рабочих чертежах, в которых следует:

- разрабатывать и приводить схемы размещения сейсмоизолирующих устройств и их проектную маркировку;
- специфицировать сейсмоизолирующие устройства и указывать требования к их характеристикам, свойствам, параметрам;
- разрабатывать и приводить монтажные узлы сопряжения сейсмоизолирующих устройств с несущими конструкциями субструктуры и суперструктуры;
- предоставлять сопроводительные требования, указания и рекомендации, необходимые для производства монтажных работ и обеспечения контроля соответствующего уровня.

6 Требования к зданиям с системами сейсмоизоляции

6.1 Основные требования

6.1.1 При проектировании зданий с системами сейсмоизоляции следует обеспечить требования по предотвращению разрушений и ограничению ущерба с необходимой степенью надежности.

При проектировании следует принимать объемно-планировочное и конструктивное решения нижней и верхней частей здания, разделенные сейсмоизолирующим слоем, обеспечивающие соответствие основополагающим принципам и критериям концептуального проектирования, установленным настоящими нормами и СН КР 20-02.

6.1.2 Выбор типа системы сейсмоизоляции и видов сейсмоизолирующих устройств, а также мероприятий по формированию сейсмоизолирующего слоя должен обеспечивать следующее:

- восприятие вертикальных нагрузок при повышенной горизонтальной податливости и высокой вертикальной жесткости;
- непрерывность конструктивной системы по высоте;
- вязкое или гистерезисное диссипирование энергии;
- увеличение сил сопротивления с ростом смещений;
- стабильность свойств при повторных циклических нагружениях;
- ограничение горизонтальных перемещений, возникающих в процессе эксплуатации при несейсмических горизонтальных нагрузках (например, от ветра);
- ограничение взаимных горизонтальных смещений суперструктур и субструктур при сейсмических горизонтальных воздействиях;
- возвращение суперструктуры в исходное положение устойчивого равновесия после прекращения действия сейсмических сил;
- удобство монтажа и возможность центрирования.

6.1.3 Свойства сейсмоизолирующих элементов в процессе эксплуатации и повторных циклических нагружений могут изменяться или характеризоваться диапазоном значений. Изменения свойств сейсмоизолирующих элементов допускаются, если расчет сейсмоизолированных зданий выполнен с использованием консервативных значений расчетных параметров этих элементов.

6.1.4 Сейсмоизолирующие устройства, выбранные для формирования системы сейсмоизоляции, должны обладать повышенной надежностью.

При выборе каждого сейсмоизолирующего устройства необходимо учитывать эффекты, полученные из анализа оценки и проверок его параметров, с применением коэффициентов увеличения:

а) γ_x – в отношении сейсмических перемещений (см. 6.2.2);

б) γ_z – в отношении результирующих вертикальных сейсмических сил (см. 6.2.3).

6.2 Критерии соответствия

6.2.1 Для соблюдения фундаментальных требований проектирования сейсмоизолированного здания при рассмотрении сейсмической расчетной ситуации следует проверять, что не превышены:

- критическое предельное состояние (ULS);
- предельное состояние по ограничению повреждений (DLS).

6.2.2 При выборе каждого сейсмоизолирующего устройства следует учитывать расчетные сейсмические перемещения, полученные из анализа данных от производителя изделия, с учетом коэффициента увеличения – γ_x =1,2 (см. 6.1.4.а).

6.2.3 При выборе каждого сейсмоизолирующего устройства, полученные из анализа данных от производителя, результирующие значения расчетных вертикальных сейсмических сил (растягивающих и сжимающих), следует принимать во внимание с учетом коэффициента увеличения – γ_z = 1,3 (см. 6.1.4.б).

6.2.4 Результаты проверок предельных состояний по ограничению повреждений в сейсмической расчетной ситуации должны учитываться при проектировании жизнеобеспечивающих линий коммуникаций, пересекающих швы вокруг сейсмоизолированного здания, чтобы во время сейсмических событий оставались в пределах упругой работы.

6.2.5 В предельном состоянии по ограничению повреждений перекосы этажей субструктур и суперструктур должны быть ограничены.

Следующие дополнительные ограничения должны быть рассмотрены, если иное не указано в СН КР 20-02:

а) для зданий, имеющих ненесущие конструктивные элементы из хрупкого материала, жестко закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{rs}v \leq 0,0025h, \qquad (6.1)$$

где d_{rs} – горизонтальный перекос этажа, вычисленный в соответствии с требованиями СН КР 20-02; h – высота этажа; v – коэффициент редукции, принимаемый по данным научно-технического сопровождения или равным 0,25.

б) для зданий, имеющих пластичные ненесущие конструктивные элементы, закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{rs}v \leq 0,00375h; \qquad (6.2)$$

в) для зданий, имеющих ненесущие конструктивные элементы, закрепленные таким образом, чтобы они не оказывали влияние на деформации

конструктивной системы, а также для зданий без ненесущих конструктивных элементов:

$$d_{rs}v \leq 0{,}005h. \qquad (6.3)$$

Коэффициент редукции v учитывает меньший период повторяемости сейсмических воздействий, принимаемых во внимание при проверках требования по ограничению ущерба, чем период повторяемости землетрясений, принимаемый во внимание при проверках требования отсутствия разрушений.

6.2.6 В критическом предельном состоянии критическая несущая способность сейсмоизолирующих устройств с учетом требований по прочности и деформативности не должна превышаться при применении соответствующих коэффициентов безопасности (см. 6.2.2, 6.2.3 и 8.8.6).

6.2.7 В настоящих нормах рассматривается только полная сейсмоизоляция зданий, где в условиях расчетной ситуации суперструктура работает в области упругих деформаций.

6.2.8 В определенных случаях допускается неупругое поведение субструктуры, но в настоящих нормах предполагается, что оно остается в пределах упругой работы.

6.2.9 В критическом предельном состоянии сейсмоизолирующие устройства могут достигать своих предельных расчетных параметров.

Суперструктура и субструктура должны оставаться в пределах упругой работы. При соблюдении этого условия отсутствует необходимость применения строгих правил метода капаситивного проектирования суперструктуры и субструктуры, а также в их конструировании с целью обеспечения пластической работы.

6.2.10 Если конструктивная система сопротивления суперструктуры сейсмоизолированного здания спроектирована для обеспечения ее пластической работы при сейсмических воздействиях (см.5.1.6 - концепция о диссипативном поведении), то это может не только не снизить приходящиеся на нее сейсмические нагрузки, но и привести к негативным эффектам.

Нецелесообразность проектирования конструктивной системы суперструктуры с концептуальным классом пластичности М или Н может быть объяснена некоторыми приведенными причинами в 6.2.11.

6.2.11 Концептуальным проектированием сейсмоизолированного здания предполагается, что диссипация энергии сейсмических колебаний обеспечивается системой сейсмоизоляции, а конструктивные элементы суперструктуры работают в пределах упругой деформации. Для подтверждения этого условия допускается определить значения коэффициента эффективного вязкого демпфирования ξ,

характеризующего диссипативные свойства суперструктуры, согласно выражению (6.4):

$$\xi = \frac{\xi_B + \xi_{SI}\dfrac{C_B}{C_{SI}}}{1+\dfrac{C_B}{C_{SI}}}, \tag{6.4}$$

где ξ_B – коэффициент эффективного вязкого демпфирования, характеризующий диссипативные свойства суперструктуры, зафиксированной в основании; ξ_{SI} – коэффициент эффективного вязкого демпфирования, характеризующий диссипативные свойства системы сейсмоизоляции; C_B – горизонтальная жесткость суперструктуры, зафиксированной в основании; C_{SI} – горизонтальная жесткость системы сейсмоизоляции.

Из выражения (6.4) следует, что вследствие значительной разницы в горизонтальной жесткости между суперструктурой и системой сейсмоизоляции, способность суперструктуры к диссипации энергии не оказывает существенного влияния на величину коэффициента эффективного вязкого демпфирования ξ сейсмоизолированной суперструктуры.

6.2.12 В критическом предельном состоянии линии газопровода и другие опасные коммуникации, пересекающие швы, отделяющие суперструктуру от окружающего грунта или от смежных строений, необходимо проектировать таким образом, чтобы обеспечивалось безопасное функционирование при относительных перемещениях суперструктуры. При этом следует учитывать коэффициент увеличения γ_x, приведенный в 6.1.4 и 6.2.2.

Следует убедиться, что податливость таких коммуникаций достаточно велика по сравнению с податливостью системы сейсмоизоляции и суммарная реакция коммуникаций не вносит заметных возмущений в движение сейсмоизолированной части здания.

При необходимости в коммуникации следует включать гибкие соединения и компенсаторы в уровне сейсмоизолирующего слоя.

6.3 Основные положения для проектирования

Основные положения для сейсмоизолирующих устройств

6.3.1 Между суперструктурой и субструктурой, наряду с другими мероприятиями, должно быть предусмотрено достаточное пространство для размещения, осмотра, технического обслуживания, центрирования и замены сейсмоизолирующих устройств в течение срока эксплуатации сооружения.

Расстояние между плитами перекрытия или другой конструкции выше и ниже слоя системы сейсмоизоляции должно быть таким, чтобы они не препятствовали проверкам сейсмоизолирующих устройств, трубопроводов, систем связи и другого оборудования здания.

6.3.2 Сейсмоизолирующие устройства должны быть защищены от потенциально опасных воздействий, таких как огонь, агрессивное воздействие химической и биологической среды.

В зависимости от типа системы сейсмоизоляции и используемых видов сейсмоизолирующих устройств, проектная документация должна предусматривать мероприятия, направленные на их защиту и создание благоприятных условий функционирования.

Необходимо установить дренажные отверстия в основании фундамента или принять другие меры для предотвращения воздействия влаги на сейсмоизолирующие устройства.

6.3.3 Конструкционные материалы и элементы сейсмоизолирующих устройств, используемые при проектировании сейсмоизолированных зданий, должны соответствовать требованиям действующих нормативных и инструктивных документов.

6.3.4 При проектировании здания с системой сейсмоизоляции, дополнительную информацию о сейсмоизолирующих устройствах следует получать из данных научно-технического сопровождения или специальных технических условий, стандартов EN 15129, EN 1337, ISO 22762, ISO 23618 и технических требований, предоставляемых компаниями-изготовителями сейсмоизолирующих устройств, отвечающих указанным стандартам.

Контроль перемещений

6.3.5 Для минимизации крутящих воздействий, центр эффективной жесткости и центр демпфирования системы сейсмоизоляции должны располагаться ближе к проекции центра масс суперструктуры на поверхность сейсмоизолирующего слоя.

Система сейсмоизоляции должна назначаться с учетом сбалансированности схемы расположения сейсмоизолирующих устройств относительно расположения вертикальных несущих конструкций (первичных колонн, несущих стен) в суперструктуре.

6.3.6 Для снижения различий в работе сейсмоизолирующих устройств сжимающие напряжения, возникающие в них от постоянных нагрузок, следует обеспечивать максимально одинаковыми.

6.3.7 Сейсмоизолирующие устройства должны быть закреплены как к суперструктуре, так и к субструктуре.

6.3.8 Система сейсмоизоляции должна быть запроектирована таким образом, чтобы удары и возможные крутильные движения конструкции ограничивались применением соответствующих конструктивных мероприятий (например, защитные барьеры в системе субструктуры).

Не следует проектировать сейсмоизолированные здания, в которых суперструктуры классифицируются как чрезмерно нерегулярные в плане и/или по высоте.

6.3.9 Требование 6.3.8, относящееся к ударным нагрузкам, считается выполненным, если воздействия от ударов исключены с помощью соответствующих устройств (например, демпферов, амортизаторов и т.д.).

Если суперструктура классифицируется как умеренно нерегулярная в плане и/или по высоте (см. Приложение К СН КР 20-02), то допускается применять комбинированную систему сейсмоизолирующих устройств, сочетая сейсмоизолирующие опоры с демпферами и/или амортизаторами.

Требования к конструктивным элементам, расположенным выше и ниже сейсмоизолирующего слоя в субструктурах и суперструктурах

6.3.10 Для уменьшения влияния неравномерности сейсмических движений грунта конструктивные элементы, расположенные непосредственно выше и ниже сейсмоизолирующего слоя, в сейсмоизолированных зданиях должны проектироваться достаточно жесткими в горизонтальном и вертикальном направлениях.

6.3.11 Для выполнения требования в п.6.3.10 должны удовлетворяться следующие условия:

а) выше и ниже системы сейсмоизоляции следует предусмотреть жесткие горизонтальные диафрагмы, выполненные в виде железобетонных плит или системы перекрестных балок, запроектированных с учетом соответствующих локальных и общих видов их деформаций;

б) устройства, образующие систему сейсмоизоляции, следует закрепить на обоих концах непосредственно к жестким горизонтальным диафрагмам (см. подпункт а) выше) или, если это не осуществимо, крепить с помощью вертикальных элементов, относительное горизонтальное смещение которых в сейсмической расчетной ситуации должно быть менее 1/20 горизонтальных деформаций системы сейсмоизоляции.

Конструктивные элементы субструктуры и суперструктуры, расположенные непосредственно ниже и выше сейсмоизолирующего слоя, должны

проектироваться и детализироваться таким образом, чтобы их несущая способность и геометрические параметры по месту установки каждого сейсмоизолирующего устройства обеспечивали возможность его надежной фиксации в требуемом положении и соответствующее прикрепление к субструктуре и суперструктуре посредством анкерных устройств.

6.3.12 Субструктура может быть запроектирована как фундамент с системой сейсмоизоляции или как система сейсмоизолирующей жесткой нижней части строения.

Субструктура должна проектироваться адекватным образом, чтобы ее конструктивная схема системы сопротивления в наибольшей степени удовлетворяла основополагающим принципам и критериям концептуального проектирования (см. 5.1.14) и указаниям настоящего подраздела.

6.3.13 Ниже сейсмоизолирующего слоя рекомендуется формировать технический этаж, конструктивно-планировочное решение которого должна обеспечивать выполнение требований в 6.3.1, 6.3.2, 6.3.8, включая соблюдение требуемой высоты и устройство сетей инженерных коммуникаций.

Конструктивные элементы субструктуры, как правило, должны быть выполнены из монолитного железобетона, при проектировании которых следует руководствоваться СН КР 20-02, СН КР 52-02 и положениями настоящих норм.

6.3.14 При проектировании здания с системой сейсмоизоляции:

- необходимо проверить способность конструктивных элементов фундаментов и грунтового основания без существенных остаточных деформаций воспринимать воздействия, возникающие в результате реакции суперструктуры;
- выполняемый расчет и конструирование фундаментов и их соединений с суперструктурой должны гарантировать, что все здание будет подвержено равномерному сейсмическому возмущению;
- при выборе типа фундамента, их размеров и глубины заложения следует соблюдать положения СН КР 20-02 и настоящих норм, ограничивающие риски, связанные с неопределенностью поведения фундаментов при сейсмических воздействиях;
- принятая жесткость фундаментов должна обеспечивать равномерную передачу нагрузок от суперструктуры к грунтовому основанию и синфазность горизонтальных и вертикальных перемещений отдельных опор строения при сейсмических воздействиях.

6.3.15 Для одного строения, как правило, следует использовать только один тип фундамента. Исключение составляет мосты и сооружения, состоящие из динамически независимых отсеков.

6.3.16 Фундамент может представлять собой одноуровневую по высоте субструктуру, включающую фундаментную плиту или систему перекрестных фундаментных лент, систему опорных конструкций в виде столбов-устоев (по типу коротких подколонников с развитым поперечным сечением), и/или стен-диафрагм, а также при необходимости, наружные фундаментные стены как подпорные. Ниже сейсмоизолирующего слоя горизонтальной диафрагмы в субструктуре может быть предусмотрена система перекрестных балок-распорок (связевых балок в обоих главных направлениях) по верху дискретных вертикальных опорных конструкций (столбов-устоев и/или стен-диафрагм).

6.3.17 Конструктивная схема вертикальных конструктивных элементов суперструктуры должна согласовываться с расположением сейсмоизолирующих опор в системе сейсмоизоляции. Установка сейсмоизолирующих опор вне проекций вертикальных конструктивных элементов (стен- диафрагм, столбов-устоев) на пролетных участках балок-распорок не допускается.

В уровне низа сейсмоизолирующего слоя относительные горизонтальные перемещения вертикальных конструктивных элементов должны быть ограничены и не превышать допустимых величин (см. 6.3.11.б).

6.3.18 Сейсмоизолирующая жесткая нижняя часть строения может представлять собой субструктуру с двумя и более уровнями по высоте и включать в себя объединенные в единую систему сопротивления фундамент, вертикальные и горизонтальные конструктивные элементы (стены, колонны, балки, плиты).

6.3.19 Как правило, систему суперструктуры в сейсмоизолированной верхней части строения следует проектировать адекватным образом, чтобы ее конструктивная схема системы сопротивления в наибольшей степени удовлетворяла базовым принципам и критериям концептуального проектирования.

Непосредственно выше сейсмоизолирующего слоя в основании системы суперструктуры рекомендуется формировать конструкцию ростверка в качестве жесткой горизонтальной диафрагмы (см. 6.3.11.а) и выполняющую функции фундаментной конструкции.

6.3.20 Конструкцию ростверка в основании суперструктуры, как правило, следует выполнять в виде сплошной монолитной железобетонной плиты. Если конструктивная система суперструктуры представлена дискретным количеством несущих стен, различающихся между собой размерами поперечных сечений и горизонтальными жесткостями, то следует принимать жесткую монолитную железобетонную конструкцию ростверка коробчатого или кессонного типа.

6.3.21 Принципиальные конструктивные решения зданий с системой сейсмоизоляции или жесткой нижней частью схематично отражены на рисунке 6.1.

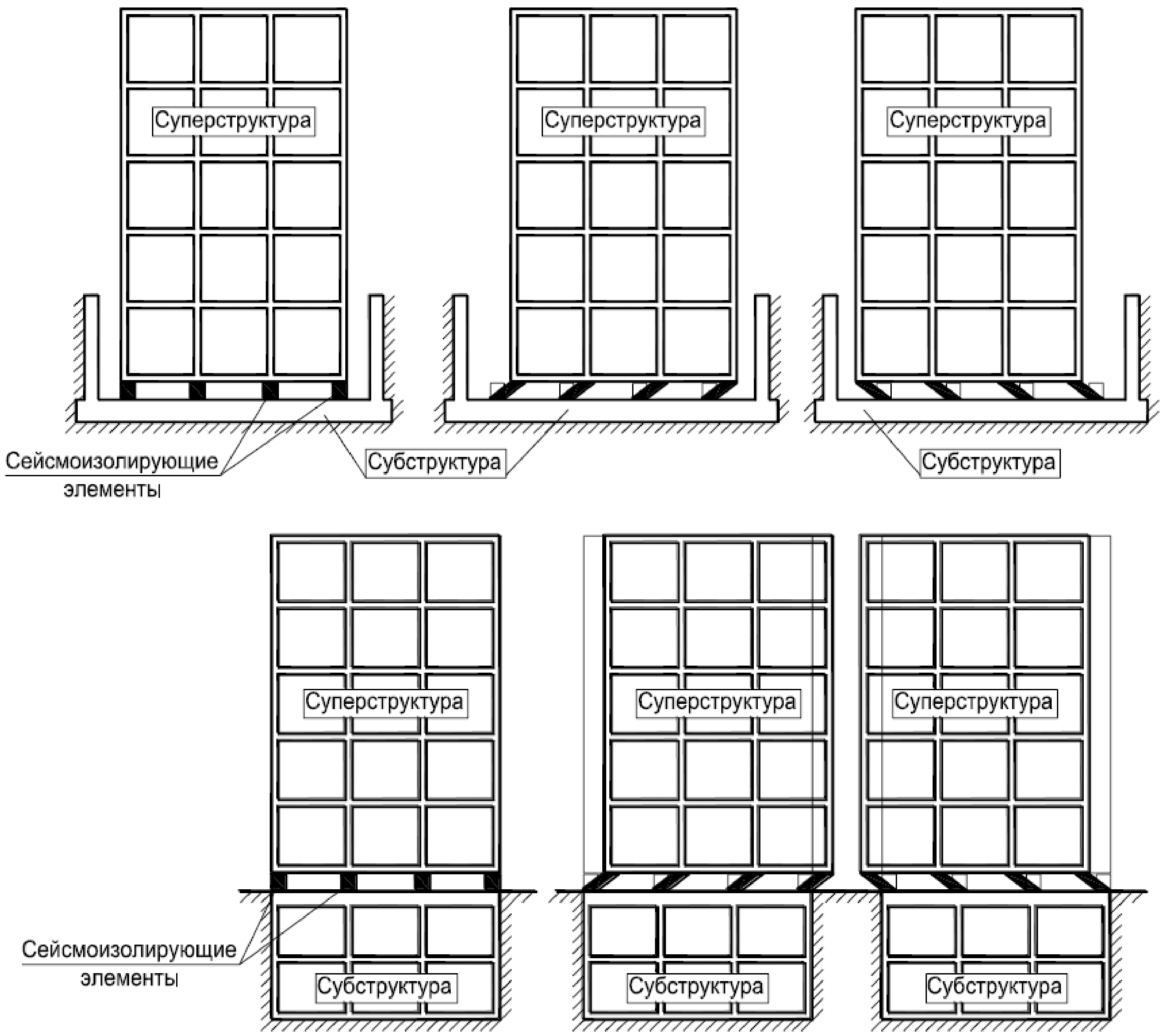


Рисунок 6.1 – Схематичные виды поперечных профилей сейсмоизолированных зданий

Обеспечение перемещений суперструктуры при сейсмических воздействиях

6.3.22 Сейсмоизолирующие устройства, предусмотренные настоящими нормами, должны обладать низкой сдвиговой жесткостью (горизонтальной податливостью) и обеспечивать возможность значительных горизонтальных смещений суперструктуры относительно субструктуры при воздействии сейсмических нагрузок.

6.3.23 При проектировании сейсмоизолированных зданий все архитектурно-строительные и инженерные решения следует назначать, принимая во внимание фактор возможных перемещений суперструктуры, расположенной

выше сейсмоизолирующего слоя, обусловленных расчетными сейсмическими воздействиями и следует соблюдать следующие требования:

- между суперструктурой и окружающими ее грунтом, конструкциями субструктуры и смежными сооружениями, следует предусматривать пространство (зазоры), достаточное для перемещений суперструктуры во всех направлениях при расчетных сейсмических воздействиях (см. рисунок 6.1);
- вокруг сейсмоизолированного здания (по внешнему периметру) рекомендуется обеспечивать свободные зоны с ограниченным доступом. Ширина свободных зон должна быть не менее 2-3-кратной величины наибольшего возможного смещения суперструктуры, обеспечиваемого системой сейсмоизоляции во всех направлениях;
- входы во внутреннее пространство субструктур рекомендуется предусматривать внешними, а также при необходимости предусматривать отдельные технологические приямки, проемы в стенах и перекрытиях субструктур;
- как правило, рекомендуется избегать архитектурных проектных решений, предусматривающих функциональную взаимосвязанность между верхней и нижней частями сейсмоизолированного здания посредством устройства лестнично-лифтового узла, конструкции которого пересекают сейсмоизолирующий слой и предполагают принятие сложных инженерно-технических решений, в том числе и в отношении обеспечения соответствующих деформационных швов вокруг него.

7 Сейсмические воздействия и свойства систем сейсмоизоляции, учитываемые в расчете

7.1 Сейсмические воздействия

7.1.1 При проектировании сейсмоизолированных зданий параметры сейсмических воздействий следует определять в соответствии с указаниями в 7.1.2-7.1.6, учитывая отнесение здания по функциональному назначению к классу ответственности II, III или IV, а также классификацию ответственности здания по этажности по СН КР 20-02 с учетом количества этажей суперструктуры.

7.1.2 Следует предусматривать одновременное действие горизонтальной и вертикальной компонент сейсмического воздействия.

7.1.3 Горизонтальное сейсмическое воздействие описывается двумя ортогональными компонентами, характеризующимися одинаковыми спектрами упругих реакций.

При необходимости (при научно-техническом сопровождении) могут уточняться случаи, когда ортогональные компоненты горизонтального сейсмического воздействия описываются спектрами упругой реакции разной формы.

7.1.4 Вертикальное сейсмическое воздействие описывается компонентой ортогональной к горизонтальной плоскости и характеризуется спектром реакций, отличающимся от спектров реакций, соответствующих горизонтальным компонентам.

7.1.5 Если в проектируемом здании, отнесенном к классу ответственности II, III или IV по функциональному назначению, суперструктура предусматривается высотой до 5 (пяти) этажей включительно (класс ответственности по этажности I или II), то значения ординат спектров упругих реакций, характеризующих каждую компоненту сейсмического воздействия, следует определять в зависимости от местных грунтовых условий, расчетного ускорения грунта a_g, а также при соответствующем значении коэффициента ответственности – γ_I.

Для зданий, отнесенных к классам ответственности по этажности I или II, коэффициент ответственности γ_I следует принимать согласно указаниям СН КР 20-02, устанавливающим значения коэффициентов γ_{Ih} и γ_{Iv}, учитывающих сочетание классов ответственности здания по функциональному назначению и по этажности.

7.1.6 Если в проектируемом здании, отнесенном к классу ответственности II, III или IV по функциональному назначению, суперструктура предусматривается по высоте с количеством этажей более 5 (пяти), то значения ординат спектров упругих реакций, характеризующих каждую компоненту сейсмического воздействия, следует определять как произведение значений ординат спектров реакций, определенных согласно 7.1.5 при значении коэффициента ответственности равного γ_I=1,0, но с учетом соответствующих значений повышающего коэффициента $\gamma_h(T)$, определяемого с помощью выражений (7.1) – (7.3):

при $0 \le T \le 0,1$ сек

$$\gamma_h(T) = 1,0 + 10 \cdot T \cdot \left(\gamma_{h,(T=0,1)} - 1,0\right), \text{ но не менее } \gamma_I; \quad (7.1)$$

при $0,1 \le T \le 4$ сек

$$\gamma_h(T) = \frac{1,4}{1,4 - 0,02 \cdot (n-5))} + 0,00625 \cdot T \cdot (n-5), \text{ но не менее } \gamma_I \text{ и не более } 1,8; \quad (7.2)$$

при $T > 4$ сек

$$\gamma_h(T) = \gamma_{h,(T=4)}, \quad (7.3)$$

где $\gamma_{h,(T=0,1)}$ и $\gamma_{h,(T=4)}$ – значения коэффициента $\gamma_h(T)$, определенные по формуле (7.2) при T=0,1 сек и T=4 сек; T – периоды колебаний, для которых определяются

значения ординат спектра реакций; n – количество этажей суперструктуры в здании ($5 \leq n \leq 19$).

7.1.7 Для зданий класса ответственности IV, расположенных близко к потенциально активному разлому с магнитудой $M_S \geq 6{,}5$, следует принимать во внимание спектр упругих реакций, учитывающий не только местные грунтовые условия, но и особенности воздействия от сейсмического источника.

7.1.8 Комбинации эффектов и модальных реакций от компонент сейсмического воздействия могут быть составлены согласно указаниям СН КР 20-02.

7.1.9 При выполнении прямых динамических расчетов (см. 8.1.1.б и 8.6) следует использовать набор записей, характеризующих не менее трех сейсмических событий и учитывать описание сейсмического воздействия с применением инструментальных и искусственных акселерограмм по СН КР 20-02.

Методика оценки реакций суперструктуры сейсмоизолированного здания по результатам расчетов с использованием записей сейсмических движений приведена в Приложении Г.

7.1.10 Согласно положениям СН КР 20-02 если реакции здания были установлены по результатам не менее семи нелинейных расчетов во временной области, то в качестве расчетного значения эффекта воздействия E_d, следует принимать среднюю величину реакции, определенную расчетом. В ином случае в качестве E_d следует принимать самое неблагоприятное значение величины реакции.

7.2 Определение расчетного значения ускорения

7.2.1 Расчетные значения ускорений a_g, характеризующие интенсивность сейсмических воздействий и учитываемые при проверке требования по отсутствию разрушений зданий и сооружений, следует определять с учетом значения ускорения a_{gR}, установленной по картам сейсмического районирования КР, и значений коэффициента γ_I, назначаемого в зависимости от ответственности сооружения.

7.2.2 Значения расчетного ускорения a_g, учитываемого при проверке требования по отсутствию разрушения, следует принимать:

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}, \tag{7.4}$$

где γ_I – коэффициент, значение которого следует назначать в зависимости от класса ответственности здания или сооружения.

7.2.3 Случаем низкой сейсмичности следует рассматривать случаи, при которых

$$a_g \cdot S < 0{,}1g \ (0{,}98 \text{ м/с}^2), \qquad (7.5)$$

где S – коэффициент, учитывающий влияние грунтовых условий площадки строительства на интенсивность сейсмических воздействий.

7.2.4 Случаем очень низкой сейсмичности следует рассматривать случаи, когда

$$a_g \cdot S < 0{,}05g \ (0{,}49 \text{ м/с}^2). \qquad (7.6)$$

7.2.5 Для зданий с классами ответственности II, III и IV (коэффициент ответственности $\gamma_I \geq 1{,}0$; см. таблицу 7.4 СН КР 20-02) необходимо принимать во внимание топографические эффекты усиления сейсмических воздействий (коэффициент S_T, см. 6.3.4 СН КР 20-02).

7.3 Спектр упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия

7.3.1 Для горизонтальных компонент сейсмического воздействия спектр упругих реакций $S_e(T)$ определяется выражениями (7.7) – (7.9):

$0 \leq T \leq T_B$: $$S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2{,}5 - 1)\right]; \qquad (7.7)$$

$T_B \leq T \leq T_C$: $$S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2{,}5; \qquad (7.8)$$

$T \geq T_C$: $$S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2{,}5 \cdot \frac{T_C}{T}. \qquad (7.9)$$

где $S_e(T)$ – спектр упругих реакций, характеризующий горизонтальную компоненту сейсмического воздействия; T – период колебаний линейной системы с одной степенью свободы, сек; a_g – расчетное ускорение основания принимается согласно требованиям СН КР 20-02; T_B – минимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений, принимается по таблице 7.1; T_C – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений, принимается по таблице 7.1; η – коэффициент коррекции по демпфированию, имеющий значение η = 1 для коэффициента вязкого демпфирования ξ = 5 %.

Т а б л и ц а 7.1 – Значения периодов T_B и T_C

Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	**T_B, с**	**T_C, с**
IА, IБ	0,15	0,48
II	0,20	0,72
III	0,25	0,96

7.3.2 Общий вид спектра упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия показан на рисунке 7.1.

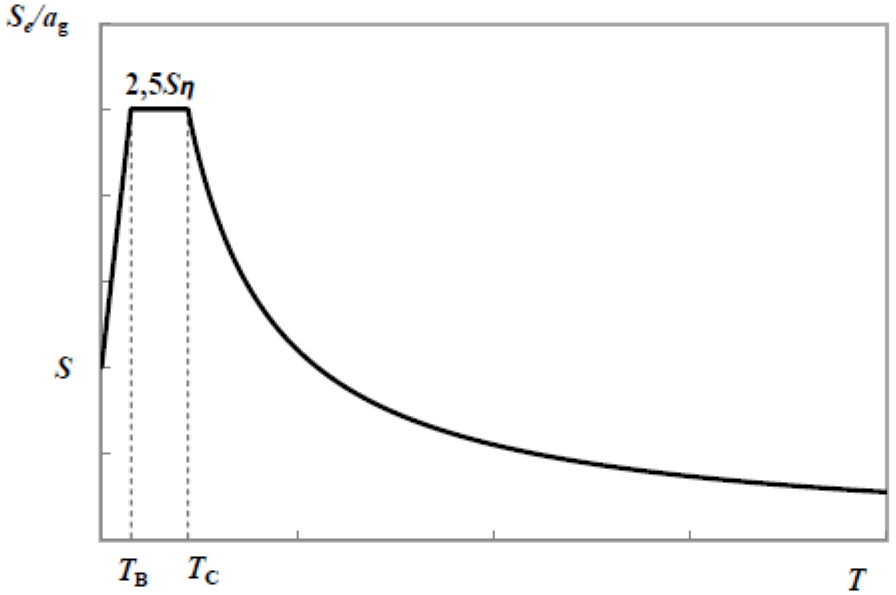


Рисунок 7.1 – Форма спектра упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмических воздействий

7.3.3 Значения периодов T_B и T_C и коэффициент грунтовых условий S, описывающие форму спектра упругих реакций зависят от типа грунтовых условий. Коэффициент грунтовых условий S, принимается равным $S(a_{gR})$ из таблицы 6.2 СН КР 20-02.

7.3.4 Значение коэффициента η следует определить по выражению (7.10):

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55. \quad (7.10)$$

Альтернативно выражению (7.10) значение коэффициента η рекомендуется определять с помощью выражений (7.11) и (7.12), что позволяет более реалистично оценивать значения коэффициента η при значениях ξ в диапазоне от 1,0 % до 25 % и значениях периода T до 8 с.

при $T \leq 1{,}0$ с: $\eta = \rho$; (7.11)

λ при $T \geq 1{,}0$ с: $\eta = \rho\,(1/T)^{\lambda}$. (7.12)

В выражениях (7.13) и (7.14) значения ρ и λ определяются следующим образом:

$$\rho = 1 + \frac{0{,}05 - 0{,}01\xi}{0{,}05 + 0{,}02\xi - 3(0{,}01\xi)^2}, \quad (7.13)$$

$$\lambda = \frac{0{,}05 - 0{,}01\xi}{0{,}33 + 0{,}09\xi} \quad (7.14)$$

где ξ – коэффициент вязкого демпфирования, выраженный в процентах.

7.3.5 Если для особых случаев необходимо использовать коэффициент вязкого демпфирования отличный от 5 %, то следует использовать его значения, приведенные при научно-техническом сопровождении.

7.3.6 Спектр упругих реакций в перемещениях $S_{De}(T)$ может быть получен путем прямого преобразования спектра упругих реакций в ускорениях $S_e(T)$ с помощью следующего выражения:

$$S_{\mathrm{De}}(T) = S_{\mathrm{e}}(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2. \tag{7.15}$$

7.3.7 Выражение (7.15), как правило, следует применять для сооружений с периодами колебаний не превышающими 4 с. Для сооружений с периодами колебаний более 4,0 с необходимо более полное определение спектра упругих реакций в перемещениях.

7.4 Коэффициент поведения

Кроме случаев, оговоренных в 8.8.5, значение коэффициента поведения q необходимо принимать равным 1,0, что соответствует упругой работе конструктивной системы.

7.5 Свойства систем сейсмоизоляции, учитываемые в расчетах

7.5.1 В расчете следует принимать наиболее неблагоприятные значения физических и механических свойств системы сейсмоизоляции за весь срок ее эксплуатации. Свойства сейсмоизоляции должны отображать влияние:

- скорости нагружения;
- величин вертикальной нагрузки;
- величин горизонтальной нагрузки;
- температуры окружающей среды;
- изменения свойств системы на протяжении прогнозируемого срока эксплуатации.

Срок эксплуатации системы сейсмоизоляции обусловлен сохранением свойств сейсмоизолирующих устройств с учетом условий окружающей эксплуатационной среды.

7.5.2 Силы инерции, вызванные землетрясением, следует оценивать, принимая во внимание максимальное значение жесткости и минимальное значение коэффициентов демпфирования и трения.

7.5.3 Перемещения необходимо вычислять с учетом минимальных значений жесткости, демпфирования и коэффициентов трения.

7.5.4 При проектировании зданий с системой сейсмоизоляции, отнесенных ко II классу ответственности по функциональному назначению по СН КР 20-02, могут использоваться средние значения физических и механических свойств

системы сейсмоизоляции, при условии, что экстремальные значения (максимум или минимум) отличаются от средних значений не более чем на 15 %.

8 Требования к расчетам

8.1 Общие сведения

8.1.1 Расчетные значения сейсмических нагрузок на здания с системами сейсмоизоляции следует определять одним из следующих методов:

а) модально-спектральным методом (см. 8.5);

б) методом расчета во временной области с применением наборов инструментальных и искусственных акселерограмм (прямой динамический расчет) (см. 8.6).

Значения расчетных сейсмических нагрузок по методу расчета во временной области следует определить для всех зданий и сооружений, установленных положениями СН КР 20-02.

Определение расчетных сейсмических нагрузок по модально-спектральному методу допускается выполнять для зданий высотой не более 4 этажей.

8.1.2 Динамическую реакцию сейсмоизолированного здания следует исследовать в части ускорений, сил инерции и перемещений.

8.1.3 Для зданий необходимо принимать во внимание влияние кручения, включая воздействия, приложенные со случайным эксцентриситетом, как определено в СН КР 20-02.

8.1.4 При моделировании системы сейсмоизоляции следует достаточно точно отображать распределение сейсмоизолирующих устройств в пространстве, чтобы адекватно учесть перемещения в обоих горизонтальных направлениях, эффекты опрокидывающего момента и поворота вокруг вертикальной оси здания. Расчетная модель должна правильно отображать характеристики различных видов устройств, применяемых для формирования системы сейсмоизоляции.

При осуществлении аналитических оценок в отношении сейсмоизолированных зданий могут использоваться расчетные модели одномассовая или многомассовая (см. рисунок 8.1).

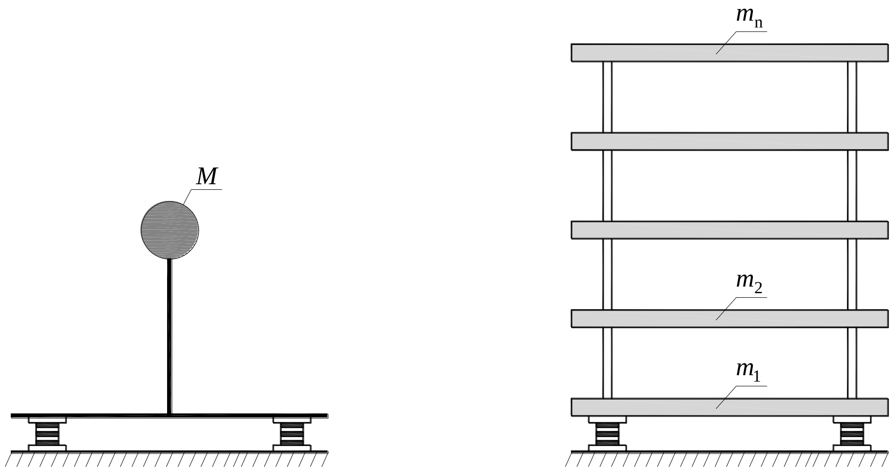


Рисунок 8.1 – Расчетные модели сейсмоизолированной суперструктуры: одномассовая (нерекомендуемая к применению) и многомассовая

8.1.5 Следует учитывать возможное влияние высших форм колебаний на динамическую реакцию суперструктур, и в этой связи:

- одномассовые расчетные модели допускается применять только для получения общего представления о поведении сейсмоизолированных суперструктур при сейсмических воздействиях и для оценок требуемых параметров сейсмоизолирующих устройств на начальном (предварительном) этапе концептуального проектирования;
- на промежуточном этапе принятия решений все уточняющие оценки следует выполнять только с использованием много массовых расчетных моделей.

Формы собственных горизонтальных колебаний суперструктуры, зафиксированной в ее основании, и сейсмоизолированной суперструктуры показаны на рисунке 8.2.

Основными причинами возбуждения в суперструктуре высших форм колебаний принято считать:

- высокую начальную горизонтальную жесткость системы сейсмоизоляции;
- высокую способность сейсмоизолирующей системы к диссипации энергии колебаний равной и более $\xi \geq 20$ %.

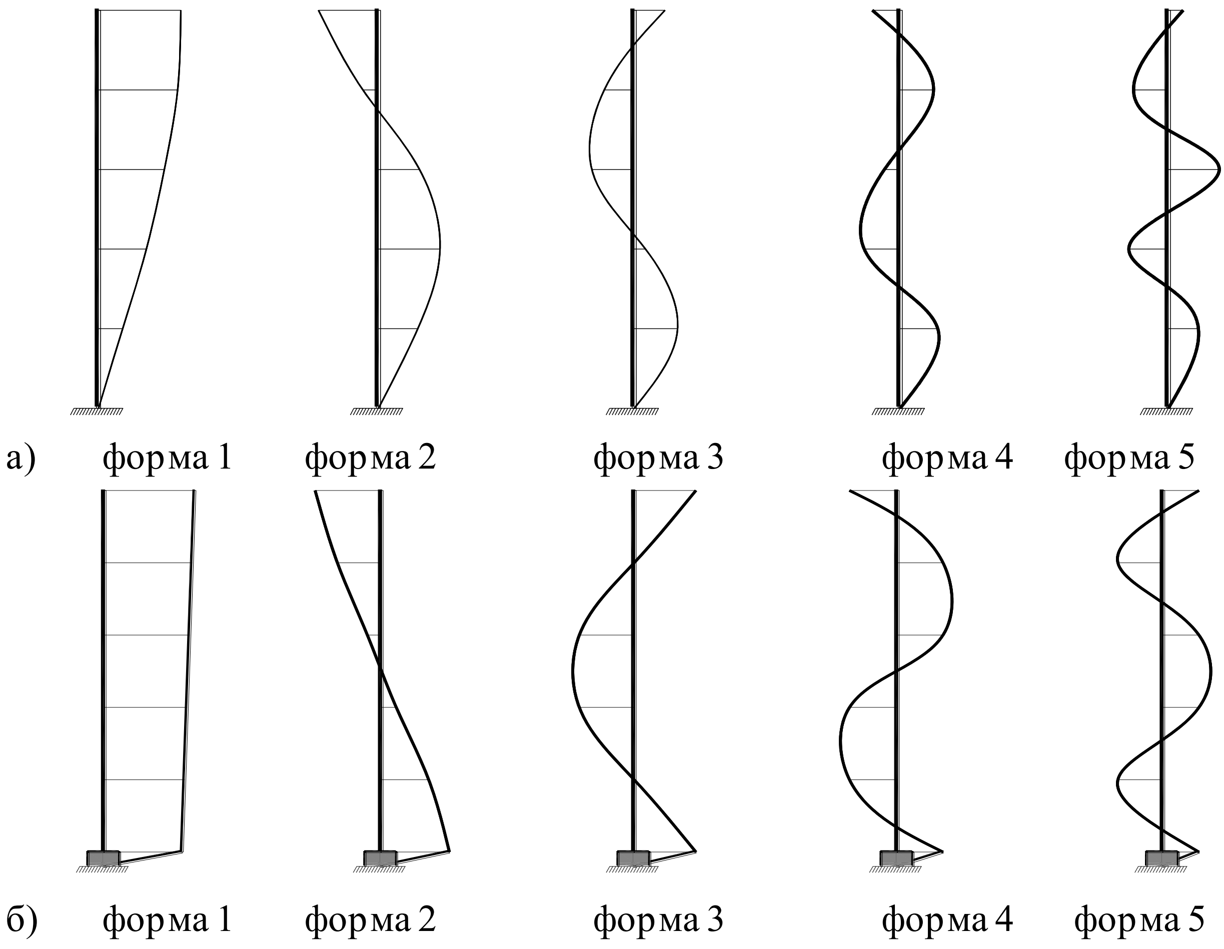


Рисунок 8.2 – Формы собственных горизонтальных колебаний суперструктуры: а) – зафиксированной в основании; б) – с сейсмоизолированной

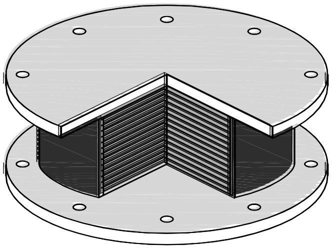
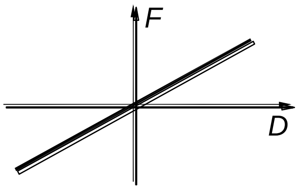
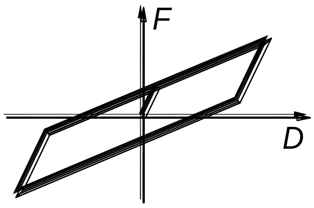
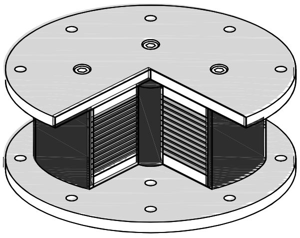
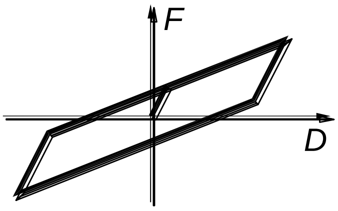
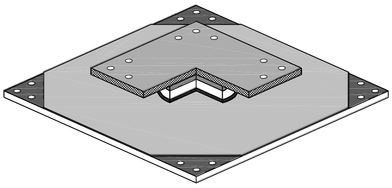
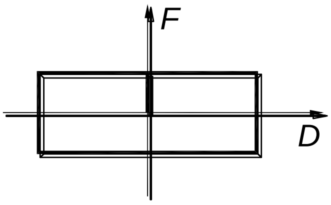
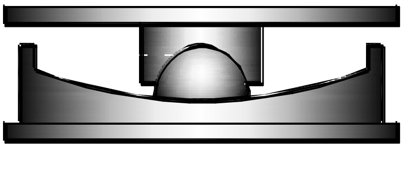
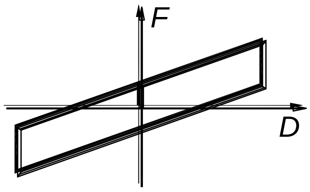
8.2 Моделирование систем сейсмоизоляции

Для описания поведения систем сейсмоизоляции при сейсмических воздействиях могут использоваться идеализированные зависимости нагрузка-перемещения, характеризующие оговоренные в настоящих нормах виды сейсмоизолирующих элементов, и представленные в таблице 8.1.

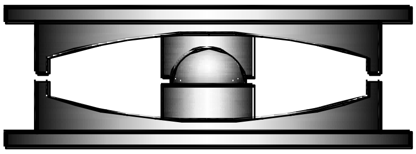
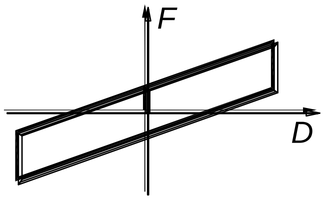
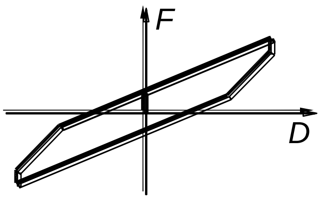
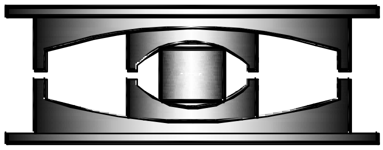
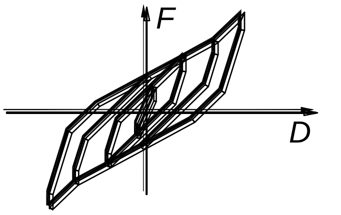
8.3 Эквивалентный линейный расчет

8.3.1 При соблюдении условий, приведенных в 8.3.6, систему сейсмоизоляции, состоящую из упругих слоистых эластомерных опор с низкой способностью к диссипации энергии, можно моделировать в виде системы с эквивалентными линейными вязкоупругими свойствами, а систему сейсмоизоляции, состоящую из устройств упругопластического типа – в виде системы с билинейными гистерезисными свойствами.

Т а б л и ц а 8.1 – Идеализированные зависимости нагрузка-перемещения, характеризующие сейсмоизолирующие опоры и используемые для описания поведения систем сейсмоизоляции

Вид сейсмоизолирующей опоры		Конструктивное решение сейсмоизолирующей опоры	Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (F-D)
Эластомерные опоры	(а) – с низкой способностью к диссипации энергии		
	(б) –с высокой способностью к диссипации энергии		
	(в) –со свинцовым сердечником		
Фрикционно-подвижные опоры	(г) –с плоскими горизонтальным и поверхностями скольжения		
	(д) – одномаятниковая со сферическими поверхностями скольжения		

Окончание таблицы 8.1

Вид сейсмоизолирующей опоры		Конструктивное решение сейсмоизолирующей опоры	Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (F-D)
Фрикционно-подвижные опоры	(е) – двухмаятниковая со сферическими поверхностями скольжения при $R_1=R_2$ и $\mu_1 \approx \mu_2$		
	(ж) – двухмаятниковая со сферическими поверхностями скольжения при $R_1=R_2$ и $\mu_1 \neq \mu_2$		
	(з) – трехмаятниковая со сферическими поверхностями скольжения		

8.3.2 Если применяется эквивалентная линейная модель, то для каждой сейсмоизолирующей упругой слоистой эластомерной опоры с низкой способностью к диссипации энергии необходимо определять эффективную жесткость (то есть значение секущей жесткости при полном расчетном перемещении суперструктуры d_{db}), вычисленную с учетом указаний 7.5.1. Эффективная жесткость K_{eff} системы сейсмоизоляции является суммой эффективных жесткостей сейсмоизолирующих элементов.

8.3.3 Эффективные жесткости сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии и со свинцовым сердечником следует определять с помощью выражения (8.1)

$$K_{eff} = \frac{F_{\max}}{d_{db}} = k_2 + \frac{F_0}{d_{db}} = \frac{F_{\max} - F_y}{d_{db} - d_y} + \frac{F_0}{d_{db}}. \quad (8.1)$$

Условные обозначения, принятые в (8.1), показаны на рисунке 8.3.а.

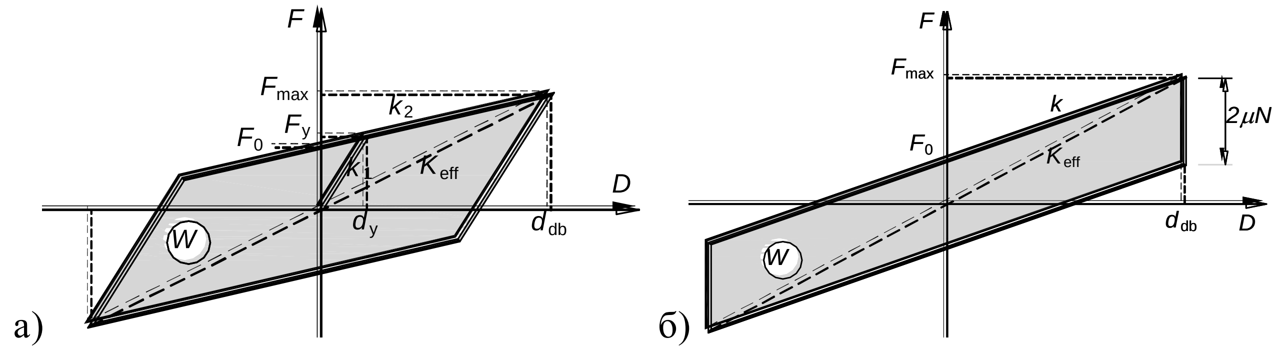


Рисунок 8.3 – Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (F-D), характеризующая поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии и со свинцовым сердечником (а) и сейсмоизолирующей одномаятниковой скользящей опоры (б)

На рисунке 8.3.а и в выражении (8.1):

$F_{\max}$ – максимальная поперечная сила; F_y – поперечная сила, характеризующая предел текучести; F_0 – поперечная сила, соответствующая нулевому смещению при циклической нагрузке; d_y – перемещение при нагрузке, соответствующей пределу текучести; d_{db} – общее расчетное перемещение сейсмоизолирующего элемента; k_1 – начальная горизонтальная упругая жесткость опоры при монотонно возрастающей нагрузке, равная жесткости при разгрузке, определяемая из выражения (8.2):

$$k_1 = \frac{F_y}{d_y}\,; \tag{8.2}$$

k_2 – горизонтальная жесткость опоры за пределом текучести, определяемая из выражения (8.3):

$$k_2 = \frac{F_{\max} - F_y}{d_{db} - d_y}\,; \tag{8.3}$$

W – энергия, выделяемая за один цикл, соответствующий расчетному перемещению – равна общей площади петли гистерезиса и определяется с помощью следующего выражения:

$$W = 4F_0\left(d_{db} - d_y\right); \tag{8.4}$$

Эффективные жесткости сейсмоизолирующих одномаятниковых опор следует определять с помощью выражения (8.5)

$$K_{eff} = \frac{F_{\max}}{d_{db}} = \frac{kd_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{\frac{N}{R}d_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{N}{R} + \frac{\mu N}{d_{db}}\,. \tag{8.5}$$

Условные обозначения, принятые в выражении (8.5) см. на рисунке 8.3.б.

На рисунке 8.3.б и в выражении (8.5):

N – вертикальная нагрузка на сейсмоизолирующий элемент; R – радиус кривизны сферических поверхностей опорной плиты; μ – коэффициент трения скольжения ползуна по сферической поверхности;

k – горизонтальная жесткость опоры после превышения силы трения, определяемая из выражения (8.6):

$$k = \frac{N}{R}; \tag{8.6}$$

F_0 – сила трения в сейсмоизолирующем устройстве, определяемая с помощью следующего выражения:

$$F_0 = \mu N; \tag{8.7}$$

W – энергия, выделяемая за один цикл, соответствующий расчетному перемещению – равна общей площади петли гистерезиса и определяется с помощью следующего выражения:

$$W = 4\mu N d_{db} = 4F_0 d_{db}. \tag{8.8}$$

8.3.4 При применении эквивалентной линейной модели диссипацию энергии системой сейсмоизоляции следует выражать в виде эквивалентного вязкого демпфирования как «эффективное демпфирование» ξ_{eff}. Диссипация энергии в опорах должна быть определена по результатам измерения энергии, диссипированной в циклическом режиме с частотой колебаний в диапазоне рассматриваемых частот и форм собственных колебаний. Для высших форм вне этого диапазона, модальный коэффициент диссипации должен быть равен коэффициенту диссипации суперструктуры, защемленной в основании.

Значения коэффициента эффективного вязкого демпфирования ξ_{eff} для сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии и опор со свинцовыми сердечниками следует определять с помощью выражения (8.9)

$$\xi_{eff} = \frac{2F_0\left(d_{db} - d_y\right)}{\pi K_{eff} d_{db}^2}; \tag{8.9}$$

Значения коэффициента эффективного вязкого демпфирования ξ_{eff} для одномаятниковых сейсмоизолирующих опор и двухмаятниковых опор с одинаковыми радиусами кривизны верхних и нижних сферических поверхностей и одинаковыми величинами коэффициентов трения скольжения ползуна по сферическим поверхностям следует определять с помощью выражения (8.10)

$$\xi_{eff} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d_{db}}{\mu R} + 1}. \tag{8.10}$$

8.3.5 В тех случаях, когда эффективная жесткость или эффективное демпфирование отдельных сейсмоизолирующих элементов зависят от расчетного перемещения d_{dc}, следует применять итерационную процедуру до тех пор, пока разница между принятым и расчетным значениями не достигнет 5 % от принятого значения.

8.3.6 Свойства системы сейсмоизоляции можно рассматривать как эквивалентные линейным свойствам, если выполняются все следующие условия:

а) эффективная жесткость системы сейсмоизоляции, определенная в 8.3.2, составляет не менее 50 % эффективной жесткости при перемещении 0,2 d_{dc};

б) коэффициент эффективного демпфирования системы сейсмоизоляции, определенный в 8.3.4, не превышает 30 %;

в) характеристики диаграммы «сила-перемещение» системы сейсмоизоляции не изменяется более чем на 10 % при изменении скорости нагружения или в результате действия вертикальных нагрузок;

г) увеличение восстанавливающей силы в системе сейсмоизоляции для перемещений в пределах между 0,5d_{dc} и d_{dc} составляет не меньше 2,5 % от общей гравитационной нагрузки над системой сейсмоизоляции.

На этапе принятия решений расчеты сейсмоизолированных зданий следует выполнять с учетом нелинейных свойств сейсмоизолирующих элементов.

8.3.7 Если свойства системы сейсмоизоляции рассматриваются как эквивалентные линейным свойствам и сейсмическое воздействие определяется с помощью упругого спектра согласно подраздела 7.1, то корректировку спектра по диссипации через коэффициент η по указаниям 7.3.4.

8.4 Упрощенный линейный расчет

8.4.1 В методе упрощенного линейного расчета рассматриваются два горизонтальных динамических поступательных движения, на которые накладываются статические эффекты от кручения.

Метод предполагает, что суперструктура является жестким недеформируемым телом, расположенным над системой сейсмоизоляции, подчиняющейся условиям 8.4.2 и 8.4.3. В этом случае эффективный период поступательных движений определяется из выражения:

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K_{eff}}}, \qquad (8.11)$$

где M – масса суперструктуры; K_{eff} – эффективная горизонтальная жесткость системы сейсмоизоляции, определяемая с помощью выражения (8.1).

Эффективные периоды сейсмоизолированных зданий с эластомерными опорами (в том числе со свинцовым сердечником) при расчетных перемещениях d_{dc} можно определять также с помощью выражения (8.12):

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{Md_{dc}}{F_{dc}}}\ . \tag{8.12}$$

Эффективные периоды сейсмоизолированных зданий с одномаятниковыми сейсмоизолирующими опорами при расчетных перемещениях d_{dc} можно определять с помощью выражения (8.13):

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{g\left(\frac{1}{R}+\frac{\mu}{d_{dc}}\right)}}\ . \tag{8.13}$$

8.4.2 При оценке эффективной горизонтальной жесткости и применении упрощенного линейного расчета, можно пренебречь влиянием кручения относительно вертикальной оси, если в каждом из двух главных горизонтальных направлений общий эксцентриситет (включая случайный эксцентриситет) между центром жесткости системы сейсмоизоляции и вертикальной проекцией центра масс суперструктуры не превышает 7,5 % ее длины в направлении, являющемся поперечным к рассматриваемому горизонтальному направлению. Это является необходимым условием применения упрощенного линейного метода.

8.4.3 Упрощенный метод можно применять к системам сейсмоизоляции с эквивалентными линейными демпфирующими свойствами, если они отвечают всем следующим условиям:

а) расстояние от стройплощадки до ближайшего потенциально опасного разлома с магнитудой $M_s \geq 6{,}5$ больше 15 км;

б) наибольший размер в плане суперструктуры не превышает 50 м;

в) субструктура является достаточно жесткой для того, чтобы свести к минимуму влияние несинхронных движений грунта;

г) все сейсмоизолирующие устройства расположены выше субструктуры, воспринимающей вертикальные нагрузки;

д) эффективный период колебаний T_{eff} удовлетворяет следующему условию:

$$3T_f \leq T_{eff} \leq 3\,\text{с}, \tag{8.14}$$

где T_f – период основного тона колебаний суперструктуры в предположении ее жесткого защемления в основании, определенный по упрощенному выражению.

8.4.4 В зданиях, в дополнение к 8.4.3, должны быть удовлетворены все следующие условия для упрощенного метода, применяемого к системам сейсмоизоляции с эквивалентным линейным демпфированием:

а) конструктивная система суперструктуры, воспринимающая горизонтальные нагрузки, должна быть регулярной, симметричной относительно двух главных осей сооружения в плане;

б) качательными колебаниями субструктуры в основании можно пренебречь;

в) соотношение между вертикальной и горизонтальной жесткостями системы сейсмоизоляции должно подчиняться следующему выражению:

$$\frac{K_V}{K_{eff}} \geq 150. \qquad (8.15)$$

г) период основного тона вертикальных колебаний T_v должен быть не более 0,1 сек, где

$$T_{eff} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K_V}}. \qquad (8.16)$$

8.4.5 Перемещение центра жесткости при сейсмическом воздействии должно вычисляться в каждом горизонтальном направлении по следующему выражению:

$$d_{dc} = \frac{MS_e\left(T_{eff}, \xi_{eff}\right)}{K_{eff,\min}}, \qquad (8.17)$$

где S_e (T_{eff}, ξ_{eff}) – спектральное ускорение, определенное с учетом соответствующего значения эффективного демпфирования ξ_{eff} в соответствии с 8.3.4.

8.4.6 Горизонтальные силы, приложенные в каждом уровне суперструктуры, должны быть вычислены в каждом горизонтальном направлении с помощью следующего выражения:

$$f_j = m_j S_e\left(T_{eff}, \xi_{eff}\right), \qquad (8.18)$$

где m_j – сосредоточенная масса в уровне j.

8.4.7 Система сил, рассмотренная в 8.4.6, вызывает эффекты кручения из-за сочетания естественных и случайных эксцентриситетов.

8.4.8 Если условие в 8.4.2 выполняется, то влияние кручения в отдельном сейсмоизолирующем устройстве может быть рассчитано путем умножения полученных в каждом направлении результатов, определенных в 8.4.5 и 8.4.6, на коэффициент δ_i, определяемый следующим выражением (для действия по направлению x):

$$\delta_{xi} = 1 + \frac{e_{tot,y}}{r_y^2} y_i, \qquad (8.19)$$

где y – горизонтальное направление, поперечное к рассматриваемому направлению x; (x_i, y_i) – координаты сейсмоизолирующего элемента i относительно центра эффективной жесткости; $e_{tot,\,y}$ – общий эксцентриситет по направлению y; r_y – радиус кручения системы сейсмоизоляции в направлении y, который определяется следующим выражением:

$$r_y^2 = \sum\left(x_i^2 K_{yi} + y_i^2 K_{xi}\right) / \sum K_{xi}\,, \qquad (8.20)$$

K_{xi} и K_{yi} – являются эффективными жесткостями элемента i в направлениях x и y, соответственно.

8.4.9 Эффекты кручения в суперструктуре должны оцениваться согласно положениям СН КР 20-02.

8.5 Модальный упрощенный линейный расчет

8.5.1 Если поведение сейсмоизолирующих устройств может рассматриваться как эквивалентное линейное, но не выполняется любое из условий 8.4.2, 8.4.3 или, если не применимо 8.4.4, то допускается выполнить модально-спектральный расчет, соответствующий СН КР 20-02.

8.5.2 Если все условия 8.4.3 выполняются и если применимо 8.4.4, то может быть использован упрощенный расчет, в котором горизонтальные перемещения и повороты вокруг вертикальной оси рассматриваются в предположении, что субструктура и суперструктура здания работают как жесткие тела. В этом случае при расчете должен учитываться общий эксцентриситет массы суперструктуры (включая случайный эксцентриситет согласно положениям подраздела 7.7 СН КР 20-02). Перемещения в каждой точке сооружения должны быть вычислены путем комбинирования поступательных и крутильных перемещений. Это относится исключительно к оценке эффективной жесткости каждого сейсмоизолирующего элемента. Инерционные силы и моменты должны учитываться при проверке сейсмоизолирующих элементов, а также субструктуры и суперструктуры сооружения.

8.6 Расчет во временной области

8.6.1 Если система сейсмоизоляции не может быть представлена в виде эквивалентной линейной модели (т.е. если не выполняются условия в 8.3.6), то сейсмическая реакция здания должна быть оценена с использованием записей сейсмических движений грунтов во времени, применяя установленные зависимости, позволяющие адекватно воспроизводить поведение

сейсмоизолирующей системы в диапазоне деформаций и скоростей, ожидаемых в сейсмической расчетной ситуации.

8.6.2 Расчет, выполняемый с помощью записей сейсмических движений грунтов во времени, следует рассматривать как предпочтительный метод определения перемещений сейсмоизолированного здания и приходящихся на него сейсмических нагрузок.

Оценку сейсмической реакции сейсмоизолированного здания с помощью записей сейсмических колебаний грунтов во времени рекомендуется выполнять во всех случаях.

Амплитудные, спектральные характеристики и эффективная длительность инструментальных записей должны соответствовать региональным характеристикам сейсмического воздействия. Под эффективной длительностью понимается продолжительность колебаний грунта основания с интенсивностью не менее половины максимальной.

Для выполнения расчета здания или сооружения во временной области рекомендуется использовать не менее семи записей, характеризующих движения грунта при сейсмических событиях (см. 8.6.4).

Методика оценки реакций суперструктуры сейсмоизолированного здания по результатам расчетов, выполняемых с использованием записей сейсмических движений грунтов, приведена в Приложении Г.

8.6.3 При выполнении расчетов зданий и сооружений с использованием пространственных расчетных моделей, сейсмическое воздействие должно быть представлено тремя одновременно учитываемыми акселерограммами – двумя акселерограммами для ортогональных горизонтальных направлений и одной для вертикального направления. Упрощения возможны в соответствии с положениями СН КР 20-02, имеющими к этому отношение.

8.6.4 Комплекты двухкомпонентных и трехкомпонентных искусственных или инструментальных акселерограмм, применяемые при расчетах зданий и сооружений с использованием пространственных расчетных моделей, должны удовлетворять следующим условиям:

а) содержать, как минимум, три двухкомпонентные или трехкомпонентные акселерограммы;

б) среднее значение спектрального ускорения на нулевом периоде, вычисленное по акселерограммам, характеризующим однонаправленные горизонтальные движения основания, должно быть не меньше, чем значение $a_g{\cdot}S$ для рассматриваемой площадки;

в) в диапазоне периодов $0{,}2T_1 - 2T_1$ (где T_1 – период собственных колебаний здания или сооружения в секундах по основному тону в горизонтальном

направлении, для которого будут применяться акселерограммы) ни одно среднее значение спектральных ускорений, вычисленных при $\xi = 5$ % по однонаправленным акселерограммам:

- отнесенным к одному из значимых горизонтальных направлений здания или сооружения (далее условно именуемому «направление X»), не должно быть меньше 90 % соответствующих значений заданного стандартного спектра реакций;
- отнесенным к другому горизонтальному направлению здания или сооружения (ортогональному направлению X и далее условно именуемому «направление Y»), как правило, не должно быть меньше 90 % соответствующих значений заданного стандартного спектра реакций, умноженных на коэффициент ω. Значения коэффициент ω следует определять из выражения:

$$\omega(T) = 0{,}01T^3 - 0{,}015T^2 + 0{,}015T + 1{,}0 \le 1{,}0\,, \tag{8.21}$$

где T – период, для которого вычисляются значения коэффициента ω.

Акселерограммы для ортогональных направлений X и Y являются одновременно учитываемыми (см. 8.6.3).

При расчете здания или сооружения расчетное горизонтальное сейсмическое воздействие, представленное акселерограммами для «направления X», должно быть приложено вдоль всех значимых горизонтальных направлений здания или сооружения (принимаемых в зависимости от компоновки конструкций в здании или сооружении), а воздействие, представленное акселерограммами для направления Y – вдоль ортогональных им горизонтальным направлений.

8.7 Неконструктивные элементы

8.7.1 Расчет неконструктивных элементов должен быть выполнен согласно СН КР 20-02 с обязательным рассмотрением динамических эффектов сейсмоизоляции.

8.7.2 Ненесущие конструктивные элементы зданий (парапеты, фронтоны, перегородки, навесные фасады и другие) и ненесущие неконструктивные элементы зданий (например, антенны, трубопроводы, механическое и электрическое оборудование, декоративные архитектурные элементы), которые при отказе могут представлять опасность для людей, влиять на конструктивную систему здания или на функционирование важного оборудования, должны быть проверены на сопротивляемость расчетному сейсмическому воздействию вместе с элементами их крепления.

8.7.3 Расчет на сейсмические воздействия ненесущих конструктивных и неконструктивных элементов особой ответственности или тех, разрушения

которых представляют особую опасность, должен базироваться на реалистичной модели и на использовании спектров реакций, соответствующих реакциям элементов конструктивной системы в местах крепления к ней неконструктивных элементов.

8.7.4 Если механизмы и оборудование, обладают весом и габаритами, способными существенно повлиять на реакцию конструктивной системы здания и в рамках расчетной модели здания они могут рассматриваться как недеформируемые тела, то их рекомендуется включать в расчетную модель здания явным образом.

8.7.5 Во всех остальных случаях, кроме указанных в 8.7.2 и 8.7.3, допускаются обоснованные упрощения процедуры определения расчетных сейсмических нагрузок на ненесущие элементы здания.

8.8 Проверки безопасности в критическом предельном состоянии (ULS)

8.8.1 Субструктура должна быть проверена на воздействие сил инерции, непосредственно приложенных к ней, а также на силы и моменты, переданные ей системой сейсмоизоляции.

8.8.2 Критические предельные состояния субструктуры и суперструктуры необходимо проверить, используя значения частного коэффициента γ_M. Значение коэффициента γ_M следует устанавливать при научно-техническом сопровождении в зависимости от вида используемого материала для выбранной конструктивной системы.

8.8.3 Проверки безопасности, относящиеся к равновесию и сопротивлению субструктуры и суперструктуры, следует выполнять в соответствии с положениями СН КР 20-02 и других соответствующих норм. В соблюдении требований капаситивного проектирования и условий глобальной или локальной пластичности нет необходимости.

8.8.4 В сейсмоизолированных зданиях конструктивные элементы субструктуры и суперструктуры могут быть запроектированы как недиссипативные. Для бетонных, стальных или сталежелезобетонных зданий может быть принят класс пластичности низкий (DCL), отвечающий концепции о низкодиссипативном поведении.

8.8.5 В зданиях условия сопротивляемости конструктивных элементов суперструктуры могут быть удовлетворены, принимая в расчет сейсмическое воздействие, разделенное на коэффициент поведения q не более чем 1,5.

8.8.6 Принимая во внимание возможную потерю устойчивости сейсмоизолирующих устройств и использование отдельно определенных значений γ_M, сопротивляемость системы сейсмоизоляции должна быть оценена с учетом коэффициента γ_x, приведенного в 6.2.2.

8.8.7 В зависимости от типа системы сейсмоизоляции и вида рассматриваемых сейсмоизолирующих устройств, их сопротивляемость должна оцениваться в критическом предельном состоянии по каждому из следующих параметров:

а) принимая во внимание максимально возможные вертикальные и горизонтальные силы в сейсмической расчетной ситуации, включая опрокидывающие эффекты;

б) общего относительного горизонтального перемещения между нижней и верхней поверхностями сейсмоизолирующего слоя; в сейсмической расчетной ситуации общее относительное горизонтальное перемещение должно включать деформацию, вызванную расчетным сейсмическим воздействием и эффекты, связанные с последствиями усадки, ползучести, температурных воздействий и натяжения арматуры (если суперструктура предварительно напряженная).

Приложение А

Концепция проектирования систем сейсмоизоляции

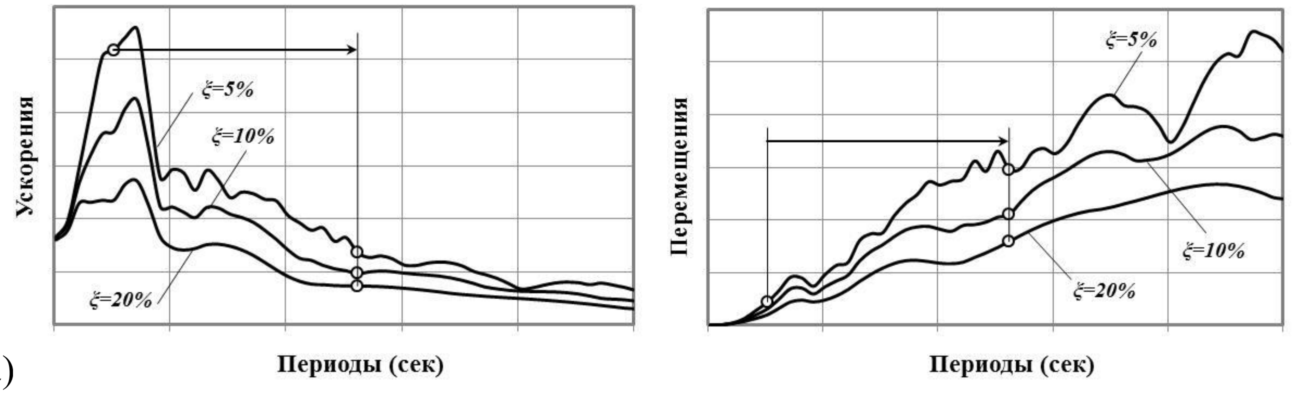
А.1 Положения данного Приложения А должны быть применимы к сейсмоизолированным зданиям, концептуальным проектированием которых предусматривается их оснащение оговоренными ниже системами сейсмоизоляции.

А.2 Системы сейсмоизоляции первого типа (см. 4.8.а) должны иметь повышенную горизонтальную податливость, позволяющую увеличить периоды основных тонов колебаний суперструктуры до значений 1,5 – 3,0 с и более. На таких периодах спектральные ускорения, как правило, оказываются в несколько раз меньше по сравнению с периодами основных тонов колебаний конструктивных систем, в которых суперструктуры жестко связаны с субструктурами.

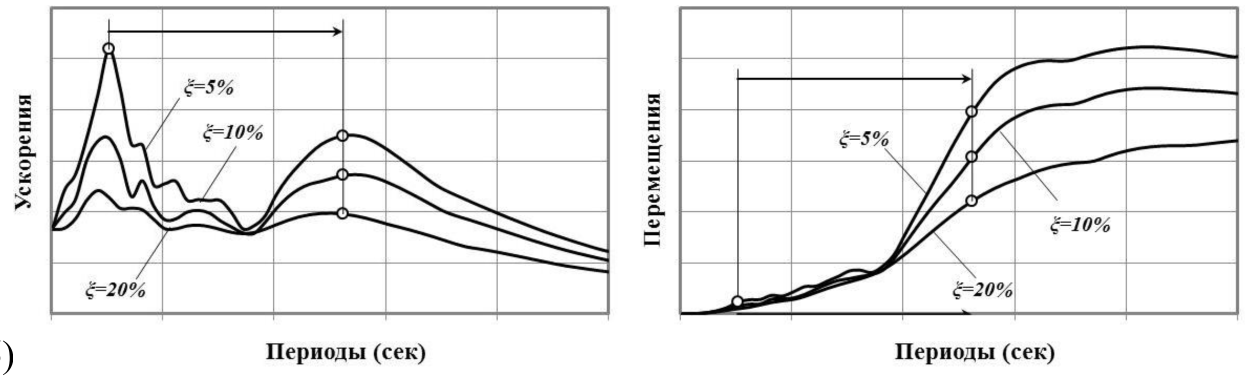
Разница в реакциях конструктивных систем с малыми и большими периодами собственных колебаний при сейсмических воздействиях с разным спектральным составом схематично показана на рисунке А.1.

Из рисунка А.1 следует, что величины реакций зданий (сейсмоизолированных и несейсмоизолированных) взаимосвязаны не только с их периодами собственных колебаний по основному тону и спектральными особенностями сейсмических воздействий, но и со способностью зданий к диссипации энергии колебаний.

Диссипативные свойства сейсмоизолированного здания следует определить преимущественно диссипативными свойствами системы сейсмоизоляции первого типа, обеспечивающей разделение субструктуры от суперструктуры посредством сейсмоизолирующего слоя. Достаточная способность системы сейсмоизоляции первого типа к диссипации энергии является необходимым условием для эффективной работы суперструктуры сейсмоизолированного строения.



а)



б)

Рисунок А.1 – Спектры реакций в ускорениях и перемещениях, характеризующие сейсмические воздействия с разным спектральным составом (а и б) и иллюстрирующие разницу в реакциях зданий с малыми и большими периодами собственных колебаний по основному тону при разных значениях коэффициента вязкого демпфирования ξ

А.3 При применении системы сейсмоизоляции первого типа с низкой способностью к диссипации энергии следует предусматривать учет возможных взаимных горизонтальных перемещений суперструктуры и субструктуры, которые при интенсивных и длиннопериодных сейсмических воздействиях могут достигать нескольких сотен миллиметров, а в наиболее неблагоприятных условиях – превышать один метр. Такие перемещения не должны приводить к разрушению системы сейсмоизоляции вследствие выхода сейсмоизолирующих элементов за пределы их расчетных деформационных характеристик.

Для обеспечения надежной работы системы сейсмоизоляции необходимо обеспечить правильный выбор диссипативных свойств, позволяющий:

- предотвращать чрезмерные перемещения суперструктуры относительно субструктуры;
- регулировать в значительных пределах величины сейсмических нагрузок, действующих на суперструктуру;
- подавлять возможные резонансные эффекты на периодах сейсмоизолированной суперструктуры.

Описание отдельных видов сейсмоизолирующих элементов, применяемых в системах сейсмоизоляции первого типа (см. 4.8.а), приведено в подразделах Б.1 и Б.2 Приложения Б.

А.4 Системы сейсмоизоляции второго типа (см. 4.8.б) должны обеспечивать ограничение величины горизонтальных нагрузок на суперструктуру за счет взаимодействия субструктуры и суперструктуры через сейсмоизолирующий слой, сформированный из фрикционно-подвижных опор с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения.

А.5 Сейсмоизолирующие системы второго типа (см. 4.8.б) должны обеспечивать сохранение частотного спектра собственных колебаний суперструктуры при воздействии горизонтальных нагрузок, не превышающих расчетный уровень (сейсмических и ветровых). При нагрузках ниже порога срабатывания такие системы обеспечивают жесткую кинематическую связь суперструктуры с субструктурой; при нагрузках, превышающих порог срабатывания, системы должны обеспечивать возможность взаимных горизонтальных смещений с диссипацией энергии за счет трения между контактирующими плоскими поверхностями элементов сейсмоизолирующего устройства.

Максимальные сейсмические силы, действующие на суперструктуру, оборудованную сейсмоизолирующими системами второго типа, должны стабилизироваться на уровне, определяемом конструктивными характеристиками данных опор, а также фрикционными свойствами материалов, примененных для изготовления комплектующих деталей с горизонтальными поверхностями скольжения в составе сейсмоизолирующего устройства.

Разница в реакциях зданий, имеющих жесткую связь с основанием, и зданий с системами сейсмоизоляции второго типа (см. 4.8.б) при сейсмических воздействиях с разным спектральным составом схематично показана на рисунке А.2.

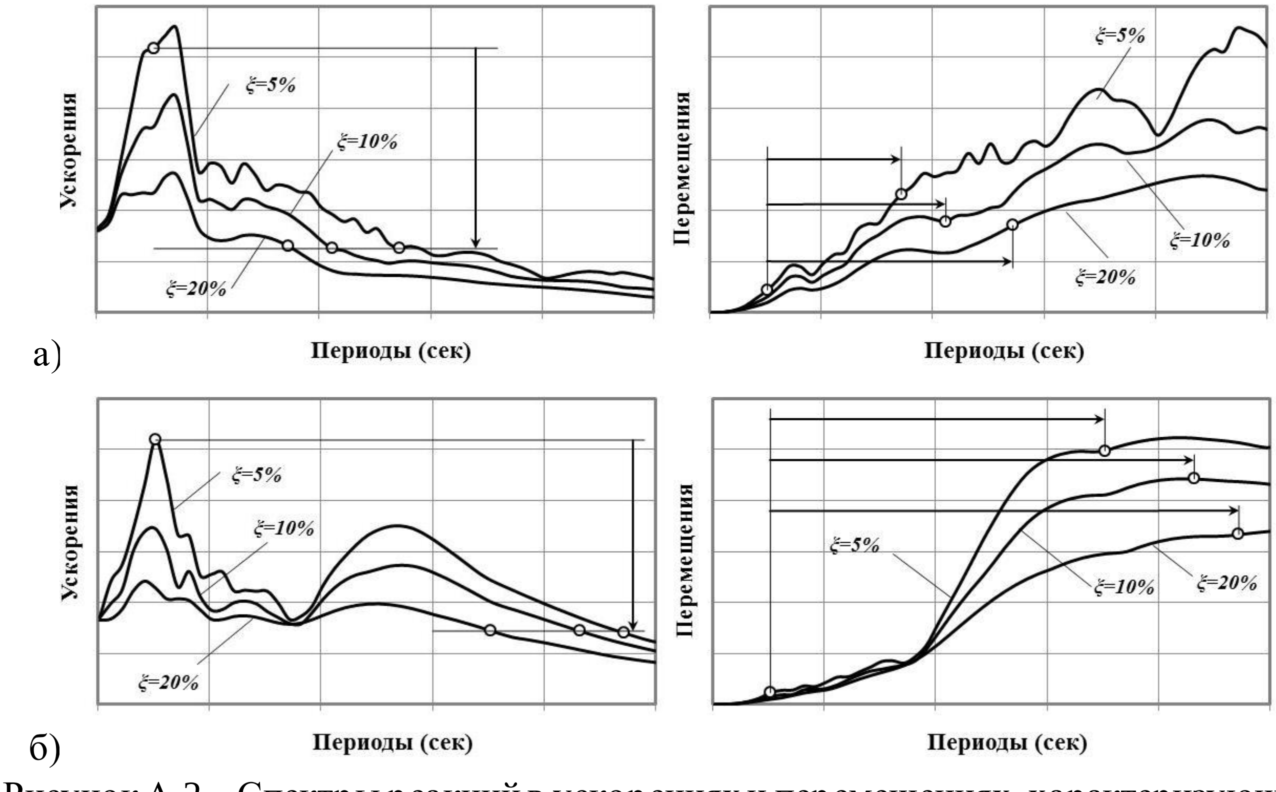


Рисунок А.2 – Спектры реакций в ускорениях и перемещениях, характеризующие сейсмические воздействия с разным спектральным составом (а и б) и иллюстрирующие разницу в реакциях зданий, зафиксированных в основании и зданий с системами сейсмоизоляции второго типа при разных значениях коэффициента вязкого демпфирования ξ

А.6 При проектировании зданий с сейсмоизолирующими системами второго типа (см. 4.8 б) следует учитывать, что уровень инерционных сил, действующих на суперструктуру, определяется характеристиками системы сейсмоизоляции и не зависит от интенсивности и спектрального состава сейсмического воздействия. Интенсивность и спектральный состав сейсмического воздействия должны учитываться при определении величин взаимных горизонтальных перемещений суперструктуры относительно субструктуры (см. рисунок А.2).

При отсутствии ограничений на взаимные горизонтальные перемещения суперструктуры и субструктуры, суммарные сейсмические силы, действующие на суперструктуру, не должны превышать значения, равного произведению веса сейсмоизолированной части здания на коэффициент трения между поверхностями скольжения.

Описание отдельных видов сейсмоизолирующих элементов, применяемых в сейсмоизолирующих системах второго типа (см. 4.8 б), приведено в подразделе Б.3 Приложения Б.

А.7 Системы сейсмоизоляции третьего типа (см. 4.8 в) должны ограничивать величины горизонтальных сейсмических нагрузок на суперструктуру путем обеспечения взаимодействия между субструктурой и суперструктурой через сейсмоизолирующий слой, формируемый с применением фрикционно-подвижных опор со сферическими поверхностями скольжения.

Сейсмоизолирующие элементы (устройства) в виде опор фрикционно-подвижных со сферическими поверхностями скольжения до определенного уровня горизонтальных нагрузок должны обеспечивать жесткую кинематическую связь между субструктурой и суперструктурой, а после превышения этого уровня – допускать их взаимные горизонтальные перемещения, сопровождающиеся увеличением периодов колебаний суперструктуры по основным тонам и диссипацией энергии за счет сил трения между контактирующими сферическими поверхностями опор.

Эффективность системы сейсмоизоляции третьего типа должна в меньшей степени зависеть от интенсивности и особенностей частотного состава сейсмических воздействий по сравнению с системами сейсмоизоляции первого и второго типов.

Описание отдельных видов сейсмоизолирующих элементов, применяемых в системах третьего типа (см. 4.8 в), приведено в подразделе Б.4 Приложения Б.

Приложение Б

Системы сейсмоизоляции

В настоящем приложении приведены сейсмоизолирующие устройства, с помощью которых формируются системы сейсмоизоляции, приведенные в разделе 4 настоящих норм.

Б.1 Эластомерные опоры

Б.1.1 Эластомерная опора (или слоистая резинометаллическая, см. также 4.9 и 4.10), применяемая для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции первого типа (см. 4.8 а), представляет собой сейсмоизолирующее устройство, состоящее из единого пакета, включающего поочередно уложенные горизонтальные слои из листовой стали и натуральной или искусственной резины.

В слоистом резинометаллическом пакете эластомерных опор на нижнем и верхнем торцах предусматриваются стальные соединительные фланцы, через которые эластомерные опоры прикрепляются к системам субструктуры и суперструктуры с помощью анкерных болтов, обеспечивающих возможность замены опор в случае их повреждения или дефекта.

Объединение листов резины и стали в единый слоистый пакет для обеспечения композитного взаимодействия компонентов на всех контактных поверхностях выполняется путем вулканизации или с использованием специальных склеивающих материалов.

Параметры сейсмоизолирующих эластомерных опор, характеристики и свойства конструкционных материалов, требования к монтажу, эксплуатации и защите от внешних воздействий должны предоставляться изготовителем в установленном порядке.

Принципиальное техническое решение типичной конструкции эластомерной опоры показано на рисунке Б.1.

Б.1.2 В зависимости от проектных требований, предъявляемых к эластомерным опорам по обеспечению диссипативных свойств, прочности, вертикальной и горизонтальной жесткости, долговечности и других эксплуатационных характеристик, конструкция эластомерной опоры должна назначаться с учетом физико-механических свойств материалов компонентов (стали и резины), а также необходимых геометрических параметров (количество слоев и их толщины, размеры слоистого пакета по высоте и в плане, размеры и толщины соединительных фланцев).

Слои из листовой стали в композитном пакете служат для ограничения поперечных деформаций резины, предотвращая ее выпучивание под действием вертикальных нагрузок, а также обеспечивают вертикальную жесткость и прочность эластомерных опор. Слои резины с низкой сдвиговой жесткостью обеспечивают горизонтальную податливость эластомерных опор.

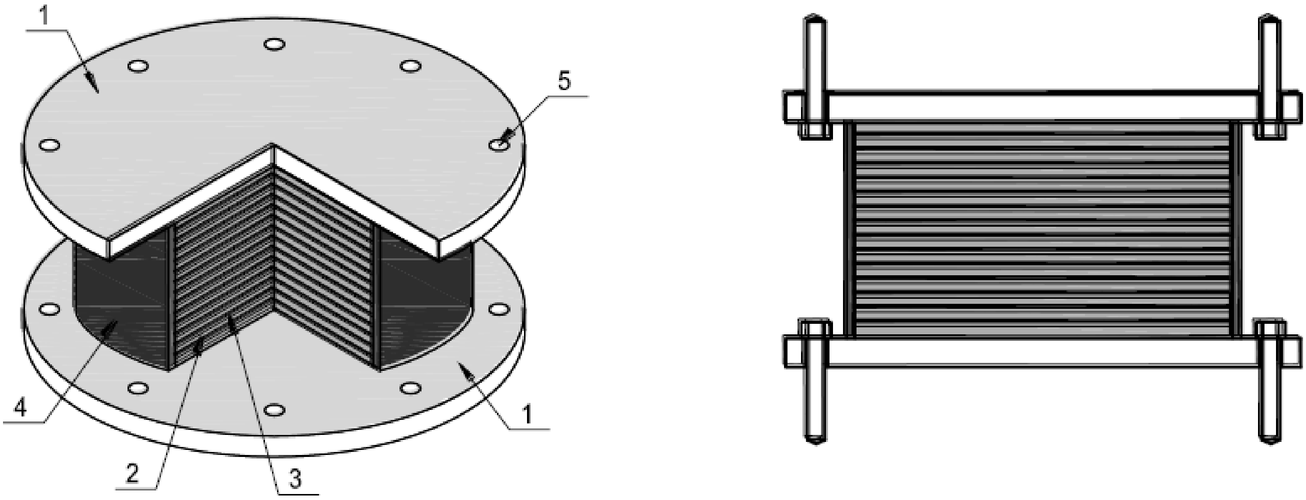


Рисунок Б.1 – Эластомерная сейсмоизолирующая опора: *1* – соединительные стальные фланцы для прикрепления к опорным несущим конструкциям субструктуры и суперструктуры; *2* – слои листовой резины; *3* – слои листовой стали (стальные пластины); *4* – герметичная защитная резиновая оболочка, защищающая слоистый резинометаллический пакет; *5* – отверстия во фланцах под анкерные болты для прикрепления к субструктуре и суперструктуре

Эластомерные опоры, благодаря их малой сдвиговой жесткости, изменяют частотный спектр собственных горизонтальных колебаний суперструктуры, а восстанавливающие силы, возникающие при деформациях опор, стремятся возвратить суперструктуру в исходное положение.

Эластомерные опоры могут воспринимать усилия сжатия, растяжения, сдвига и кручения при циклических перемещениях в горизонтальном и вертикальном направлениях.

При расчетных гравитационных нагрузках вертикальные деформации эластомерных опор, как правило, не превышают нескольких миллиметров. Горизонтальные деформации эластомерных опор зависят от их размеров в плане и по высоте и могут достигать нескольких сот миллиметров (см. рисунок Б.2).

Свойства и характеристики компонент эластомерных опор прогнозируются в достаточно высокой степени надежности, что позволяет достаточно корректно осуществлять аналитические оценки и интерпретировать результаты анализа, которых можно использовать при детализации несущих конструкций в зонах их взаимодействия с устройствами системы сейсмоизоляции.

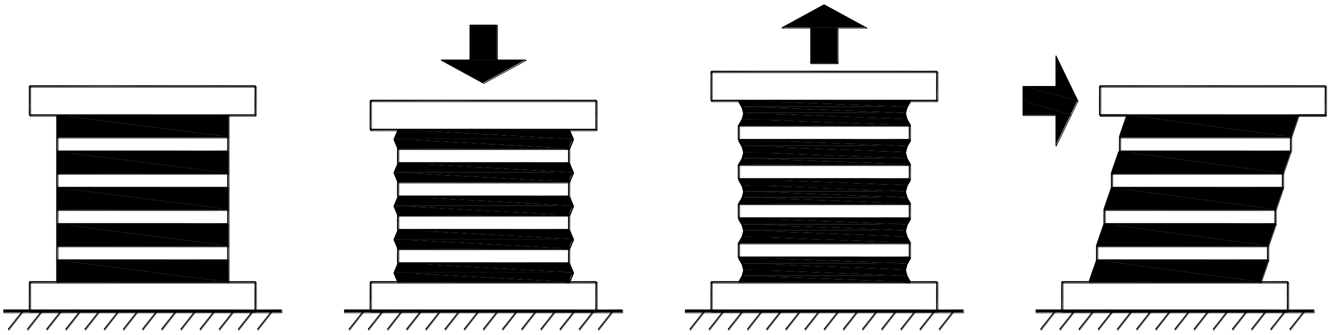


Рисунок Б.2 – Деформации эластомерных опор при вертикальных и горизонтальных нагрузках

Б.1.3 В зависимости от характера проявления диссипативных свойств эластомерные опоры можно подразделить на два вида:

- опоры с низкой способностью к диссипации энергии;
- опоры с высокой способностью к диссипации энергии.

Б.1.4 В настоящих нормах под эластомерными опорами с низкой способностью к диссипации энергии понимаются опоры, диссипативные свойства которых характеризуются коэффициентом вязкого демпфирования ξ, значения которого при относительных деформациях сдвига 100 % не превышают 5 % от критического значения или 0,06.

Для изготовления эластомерных опор применяются листы из натуральной или искусственной резины, произведенной без использования технологий, направленных на повышение демпфирующих свойств материала.

Значение коэффициента ξ зависит от сил внутреннего трения, возникающих в процессе деформации опоры, и, обычно, составляющих 2–3 %.

Эластомерные опоры с низкой способностью к диссипации энергии могут использоваться в сочетании с демпферами вязкостного или гистерезисного типа, позволяющими компенсировать низкую диссипативную способность эластомерных опор при сейсмическом воздействии. Принципиальная схема комбинированной системы приведена на рисунке Б.3.

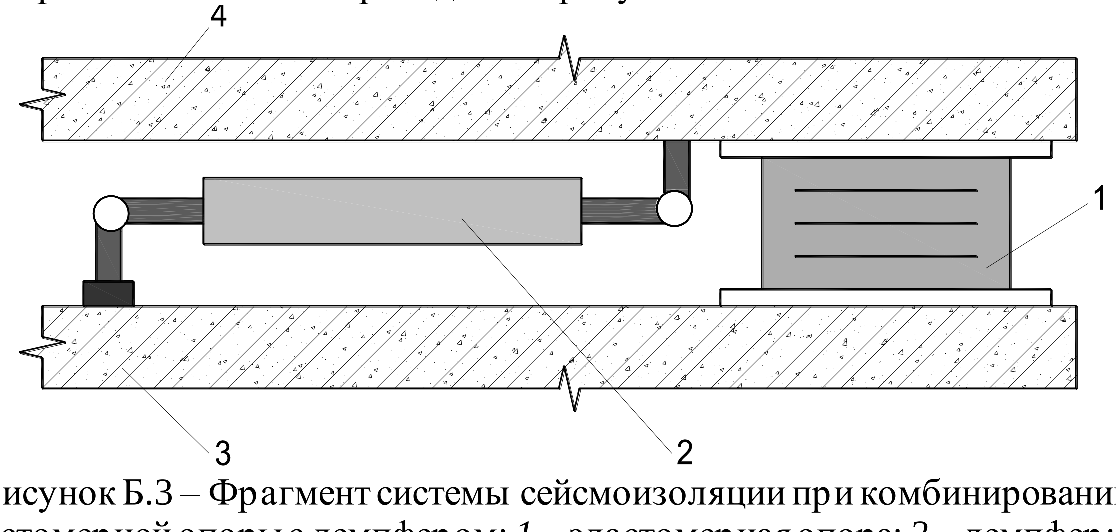


Рисунок Б.3 – Фрагмент системы сейсмоизоляции при комбинировании эластомерной опоры с демпфером: *1* – эластомерная опора; *2* – демпфер; *3* – субструктура; *4* – суперструктура

Б.1.5 В настоящих нормах под эластомерными опорами с высокой способностью к диссипации энергии понимаются опоры, диссипативные свойства которых характеризуются коэффициентом вязкого демпфирования ξ со значениями более 10 %.

Диссипативные свойства эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии зависят в основном от гистерезисных процессов в резине (затрат энергии на ее пластические и нелинейно-упругие деформации) и, как правило, характеризуются значениями коэффициента вязкого демпфирования ξ в пределах 10-20 %.

В эластомерных опорах с высокой способностью к диссипации энергии применяются листы из резины, изготовленной по технологиям, обеспечивающим повышение ее демпфирующих свойств до требуемого уровня.

Эластомерные опоры с высокой способностью к диссипации энергии могут переносить горизонтальные сдвиговые деформации величиной до 200…350 %, но их эксплуатационные, а также жесткостные и диссипативные характеристики зависят от скоростей и истории нагружения, а также температуры окружающей среды и износа.

Для эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии типично нелинейное поведение.

Долговечность резины должна согласовываться с проектным сроком эксплуатации строения с учетом процесса износа старения, который обусловлен деградацией со временем физико-механических свойств резиновой компоненты эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии.

Б.2 Эластомерные опоры со свинцовыми сердечниками

Б.2.1 Опора эластомерная со свинцовым сердечником (см. 4.9 и 4.10), применяемая для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции первого типа (см. 4.8 а), представляет собой сейсмоизолирующее устройство, которое комплектуется из отдельного пакетного набора поочередно уложенных горизонтальных слоев из листовой стали и листов из натуральной или искусственной резины (см. также Б.1), в котором формируется вертикальная полость для устройства свинцового сердечника, а также комплектуется двумя фланцевыми пластинами для нижнего и верхнего прикреплений опоры к субструктуре и суперструктуре с помощью специальных анкерных болтов.

Свинцовый сердечник располагается в заранее сформированном отверстии (полости) в центре слоистого резинометаллического пакета эластомерной опоры и может иметь диаметр от 15 % до 33 % от внешнего диаметра пакета.

Общее представление о принципиальном техническом решении типичной конструкции опоры эластомерной со свинцовым сердечником показано на рисунке Б.4.

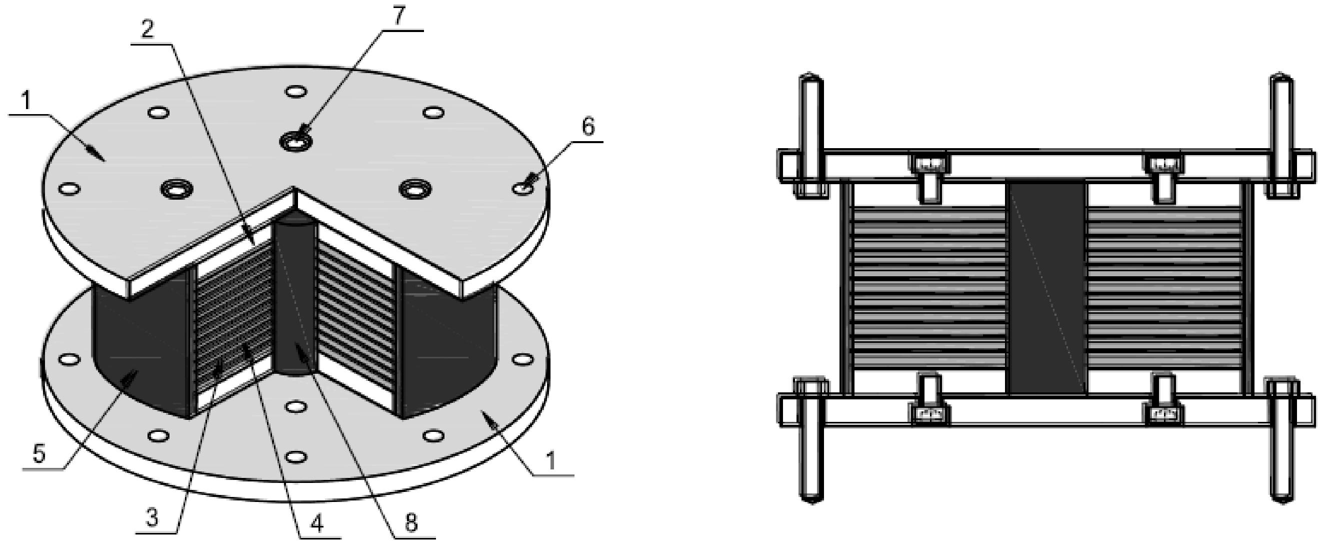


Рисунок Б.4 – Опора эластомерная со свинцовым сердечником:
1 – соединительные стальные фланцы для прикрепления к опорным несущим конструкциям субструктуры и суперструктуры; *2* – верхняя и нижняя стальная пластина слоистого пакета для фланцевого соединения; *3* – слои листовой стали (стальные пластины); *4* – слои листовой резины; *5* – герметичная защитная резиновая оболочка, защищающая слоистый резинометаллический пакет; *6* – отверстия в соединительных стальных фланцах под анкерные болты для прикрепления к субструктуре и суперструктуре; *7* – отверстия под шпонки; *8* – свинцовый сердечник

Б.2.2 Комбинирование в сейсмоизолирующем устройстве композитно взаимодействующих слоистого резинометаллического пакета со свинцовым сердечником обеспечивают проявление такой опорой гистерезисной диссипации энергии при горизонтальных деформациях.

Сейсмоизолирующая опора эластомерная со свинцовым сердечником обладает:

- высокой вертикальной жесткостью на уровнях эксплуатационных нагрузок;
- высокой горизонтальной жесткостью при действии горизонтальных нагрузок низкого уровня;
- низкой горизонтальной жесткостью при действии горизонтальных нагрузок высокого уровня;
- высокой способностью к диссипации энергии.

Б.2.3 Диссипативные свойства опор эластомерных со свинцовым сердечником зависят от величин их горизонтальных сдвиговых деформаций и характеризуются коэффициентом эффективного вязкого демпфирования ξ со значениями в пределах от 15 до 35 %.

Б.2.4 Сейсмоизолирующие опоры эластомерные со свинцовым сердечником способны переносить горизонтальные сдвиговые деформации величиной до 120…200 %. При этом их параметры менее чувствительны к величинам вертикальных нагрузок, скоростям и истории нагружения, температуре окружающей среды и старению, чем параметры эластомерных опор, описанных в Б.1.5.

Б.2.5 При низких уровнях горизонтальных воздействий (например, при ветровых или слабых сейсмических воздействиях) сейсмоизолирующие эластомерные опоры со свинцовым сердечником работают в горизонтальных и вертикальном направлениях как жесткие элементы, а при высоких уровнях горизонтальных воздействий – как элементы податливые в горизонтальных направлениях и жесткие в вертикальном.

Б.2.6 Эластомерные опоры со свинцовым сердечником рекомендуется применять при проектировании сейсмоизолируемых зданий для строительства в зонах с высокой сейсмичностью.

Б.3 Опоры фрикционно-подвижного типа с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения

Б.3.1 Сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения (см. 4.9 и 4.10), применяемая для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции второго типа (см. 4.8 б), представляет собой сейсмоизолирующее устройство, которое должно быть укомплектовано жестким опорным блоком и стальной пластиной площадки скольжения.

Жесткий опорный блок состоит из нескольких, композитно-взаимодействующих между собой, компонентов:

- стального основания (например, в виде либо сплошной стальной отливки с обработкой контактных поверхностей, или сварного стального изделия);
- листа резины (искусственной или натуральной);
- пластины из листовой нержавеющей стали;
- слоя из синтетического материала с низким значением коэффициента трения скольжения (например, из фторопласта).

Объединение в единый жесткий опорный блок компонентов из стали, листовой резины и синтетического материала, в целях обеспечения их

композитного взаимодействия между собой на всех контактных поверхностях, может быть выполнено с помощью вулканизации (например, резины со сталью) и/или специальных склеивающих материалов (например, стали и фторопласта).

Установка сейсмоизолирующего устройства может выполняться в двух вариантах размещения его основных частей, в зависимости от расположения площадки скольжения, либо в уровне верха субструктуры, или в уровне низа суперструктуры.

Общее представление о принципиальном техническом решении типичной конструкции сейсмоизолирующей опоры фрикционно-подвижной с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения показано на рисунке Б.5.

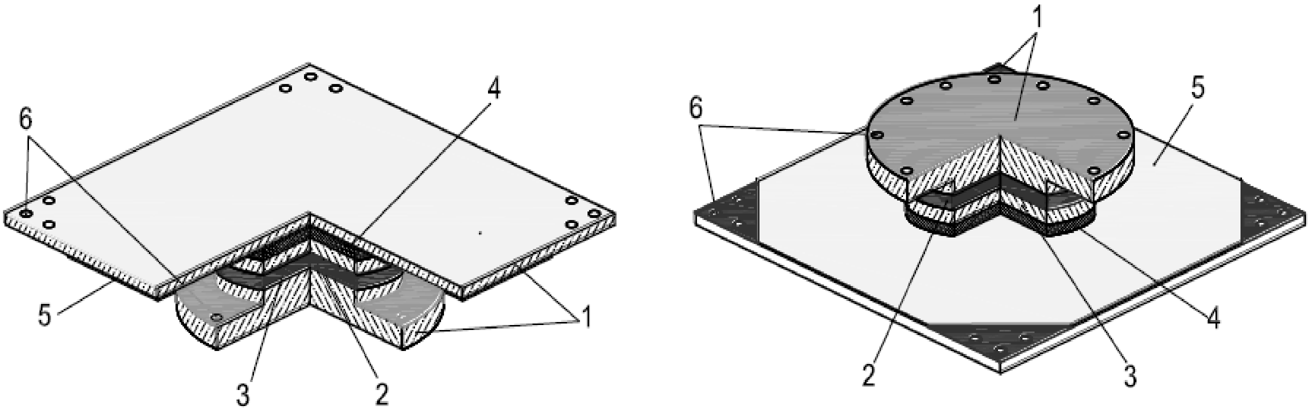


Рисунок Б.5 – Сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения: *1* – опорные стальные пластины, закрепляемые к субструктуре и суперструктуре; *2* – лист резины жесткого опорного блока; *3* – внутренние стальные пластины; *4* – покрытие (например, из фторопласта) верхней части скользящей опоры; *5* – стальная пластина (например, из нержавеющей стали), по которой происходит скольжение; *6* – отверстия под анкерные болты, необходимые для закрепления опоры и прикрепления (фиксации) частей фрикционно-подвижной опоры к субструктуре и суперструктуре

Б.3.2 Сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения (или плоская скользящая опора), в отличие от высокодиссипативных эластомерных опор (см. Б.1 и Б.2), характеризуются довольно низким порогом срабатывания и обеспечивают намного большее рассеивание энергии (до ξ=63,7 %), чем высоко диссипативные эластомерные опоры.

Однако, в отличие от эластомерных опор, из-за отсутствия в плоских скользящих опорах восстанавливающих сил, при интенсивных сейсмических воздействиях суперструктура может иметь большие односторонние

горизонтальные перемещения относительно субструктуры, а после прекращения действия сейсмических нагрузок – большие остаточные горизонтальные перемещения относительно субструктуры.

Большие односторонние перемещения суперструктуры могут возникать из-за уклона «скользящего пояса» по отношению к горизонтальной плоскости, несимметричности внешнего сейсмического воздействия и/или эффекта вибрационного перемещения, то есть медленно направленного движения суперструктуры с постоянной или незначительно изменяющейся скоростью.

Необходимо обеспечивать строгое пространственное местоположение плоских скользящих опор, особенно в отношении горизонтальности и параллельности плоскостей взаимодействия между слоем из синтетического материала и площадкой скольжения как в отдельном сейсмоизолирующем устройстве, так и в системе сейсмоизоляции в целом. То есть, нужно отметить чувствительность системы сейсмоизоляции второго типа к различным геометрическим несовершенствам опорных участков субструктуры и суперструктуры, поскольку непараллельность и разноугловая направленность плоскостей взаимодействия негативно может сказываться на общей работе системы сейсмоизоляции, в том числе и приводить к неравномерности нагружения отдельных устройств.

Если здание оснащается системой сейсмоизоляции второго типа, формируемой только из плоских скользящих опор (так называемого «скользящего пояса»), то суперструктура может иметь остаточные большие односторонние горизонтальные перемещения относительно субструктуры и в результате могут изменяться условия взаимодействия между субструктурой и суперструктурой, предусмотренные проектной схемой местоположения жестких опорных блоков и площадок скольжения. В зависимости от верхнего или нижнего расположения площадки скольжения, остаточные большие односторонние горизонтальные смещения могут обуславливать наличие эффектов общего и/или локального характера в системе сопротивления сейсмоизолированного здания, не предусмотренных при проектировании.

В соответствии с положениями некоторых зарубежных норм сейсмоизолирующие системы с фрикционно-подвижными опорами рассматриваемого типа, не оснащенные специальными ограничителями перемещений, должны обеспечивать возможность перемещений суперструктуры относительно субструктуры в 3 раза больше, чем ожидаемые перемещения основания здания при сейсмических воздействиях. Необходимость обеспечивать большеразмерные площадки скольжения может отрицательно сказываться на возможностях принятия рациональных технических решений при устройстве

несущих конструкций по месту положения сейсмоизолирующих плоских скользящих опор и это следует рассматривать как негативный фактор.

Б.3.3 При проектировании здания с системой сейсмоизоляции с использованием сейсмоизолирующих плоских скользящих опор, как правило, следует предусматривать проектные мероприятия, предусматривающие возможность обеспечить возврат глобальной системы «грунт-субструктура-сейсмоизоляция-суперструктура» в исходное или близкое к нему состояние. В этих целях могут быть рекомендованы следующие способы:

- предусматривать конструктивное решение в основании суперструктуры таким образом, чтобы после сейсмического события обеспечивалась возможность возврата суперструктуры в исходное или близкое к нему местоположение посредством использования соответствующего силового оборудования;
- формировать комбинированную систему сейсмоизоляции, в которой наряду с плоскими скользящими опорами будут использоваться упругие сейсмоизолирующие устройства (например, эластомерные опоры, как это показано на рисунке Б.6) и/или дополнительные упругие элементы (амортизаторы).

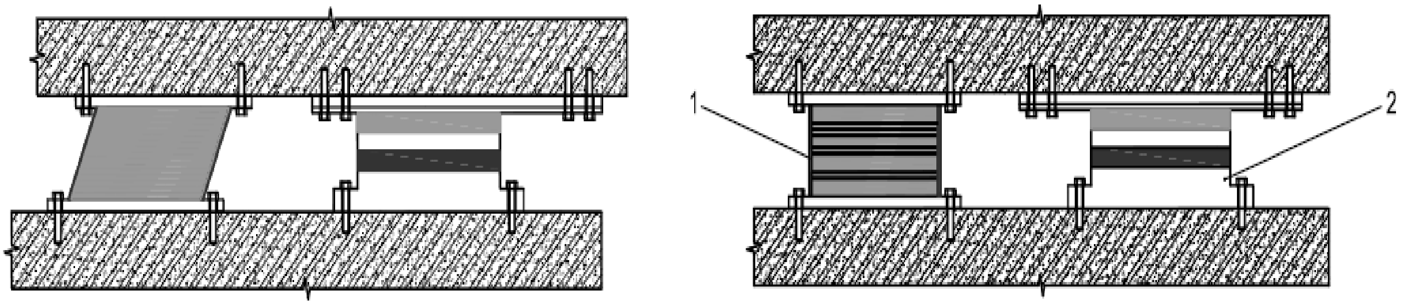


Рисунок Б.6 – Вариант комбинирования плоской скользящей опоры и эластомерной опоры в системе сейсмоизоляции: *1* – сейсмоизолирующая эластомерная опора; *2* – сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения

Б.4 Фрикционно-подвижные опоры со сферическими поверхностями скольжения

Б.4.1 Применяемые для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции третьего типа (см. 4.8 в) фрикционно-подвижные опоры со сферическими поверхностями скольжения (или маятниковые скользящие опоры, см. 4.9 и 4.10) – это сейсмоизолирующие устройства, в которых комплектующие их детали изготавливаются таким образом, чтобы контактные поверхности скольжения между ними имели соответствующую сферическую форму.

Сейсмоизолирующие фрикционно-подвижные опоры со сферическими поверхностями скольжения называются маятниковыми скользящими опорами, так как расположенная на них суперструктура совершает при сейсмических воздействиях движения, подобные движениям маятника при наличии трения (см. рисунок Б.8 ниже). В настоящих нормах рассматриваются три вида маятниковых скользящих опор (см. Б.4.4).

Сейсмоизолирующие опоры, в которых энергия диссипируется за счет сил трения качения (шаровые и катковые опоры, кинематические фундаменты и подобные им устройства с низкой способностью к диссипации энергии), в настоящих нормах не рассматриваются.

Б.4.2 В настоящих нормах рассматриваются маятниковые скользящие опоры, при формировании всех видов которых принципиальное техническое решение предполагает наличие в них комплектующих деталей:

- опорных плит с формированием в них вогнутых сферических поверхностей скольжения с требуемыми геометрическими параметрами (см. также Б.4.6, Б.4.13 и Б.4.16);
- ползуна (или группы ползунов) с формированием на них выгнутых и вогнутых сферических поверхностей скольжения с требуемыми геометрическими параметрами (см. также Б.4.6, Б.4.13 и Б.4.16).

Б.4.3 Для ограничений в заданных пределах горизонтальных перемещений ползунов по поверхностям скольжения в деталях опорных плит и некоторых ползунов следует предусматривать специальные бортики, выполняющие функции ограничительных упоров (см. также Б.4.5, Б.4.6 и Б.4.13).

Как правило, комплектующие детали сейсмоизолирующего устройства в виде маятниковой скользящей опоры выполняются из специальных сталей (из обработанных специальным образом в заводских условиях стальных отливок, соответствующих марок). При необходимости, также может предусматриваться и особое покрытие контактных поверхностей (например, плакированием).

Б.4.4 В зависимости от особенностей технического решения по формированию сейсмоизолирующего устройства, маятниковые скользящие опоры можно подразделить на следующие виды:

- с одной сферической поверхностью скольжения; далее – одномаятниковые скользящие опоры (см. также Б.4.6);
- с двумя сферическими поверхностями скольжения; далее – двухмаятниковые скользящие опоры (см. также Б.4.13);
- с четырьмя сферическими поверхностями скольжения; далее – трехмаятниковые скользящие опоры (см. также Б.4.16).

Б.4.5 В маятниковых скользящих опорах всех видов:

- формы ползунов и опорных плит должны обеспечивать однородное распределение напряжений на контактных поверхностях и исключают возможность возникновения неблагоприятных локальных эффектов;
- при перемещениях ползунов по контактным сферическим поверхностям скольжения суперструктура должна приподниматься, а составляющая гравитационной силы, параллельная глобальной горизонтальной плоскости, стремиться вернуть ее в исходное положение устойчивого равновесия;
- диссипативные свойства взаимосвязаны с фрикционными свойствами материалов, проявляемых на контактных поверхностях опорных плит и ползунов; наиболее часто диссипативные свойства характеризуются коэффициентом эффективного вязкого демпфирования ξ со значениями в пределах от 10 до 30%.

Б.4.6 Одномаятниковая скользящая опора состоит из двух горизонтальных опорных плит, одна из которых имеет сферическую вогнутую поверхность, и расположенного между плитами сферического шарнирного ползуна.

Б.4.7 Сейсмоизолирующее устройство в виде одномаятниковой скользящей опоры (см. также Б.4.2, Б.4.3, Б.4.4) в рассматриваемом случае следует комплектовать двумя опорными плитами и одним ползуном, в которых формируются контактные поверхности взаимодействия комплектующих деталей между собой.

Сейсмоизолирующее устройство в виде одномаятниковой скользящей опоры комплектуется нижней опорной плитой, которая предусматривается с вогнутой сферической поверхностью скольжения с соответствующим размером радиуса ее кривизны, для обеспечения перемещений ползуна в заданных пределах.

Верхняя опорная плита предусматривается с вогнутой сферической поверхностью скольжения, но радиус кривизны, которой обусловлен обеспечением ее контактного взаимодействия с ползуном, типичного для шарового шарнира.

Б.4.8 Ползун следует выполнить с двумя выгнутыми сферическими поверхностями, объемная форма и геометрические параметры которого обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхностях скольжения в опорных плитах (нижней и верхней). Иначе такой ползун можно функционально идентифицировать как шарнирно-фрикционный.

Б.4.9 Особенности поведения и сейсмоизолирующие свойства одномаятниковой скользящей опоры должны зависеть от радиуса кривизны сферической поверхности скольжения R и величины коэффициента трения скольжения μ ползуна по сферической поверхности взаимодействия в нижней опорной плите сейсмоизолирующего устройства.

Б.4.10 Спектр собственных колебаний суперструктуры, сейсмоизолированной с помощью одномаятниковых скользящих опор, зависит

преимущественно от выбранного радиуса кривизны сферической поверхности скольжения в нижней опорной плите сейсмоизолирующей одномаятниковой скользящей опоры и не зависит от интенсивности внешнего воздействия, а также амплитуд колебаний суперструктуры.

Б.4.11 Современные системы сейсмоизоляции, формируемые одномаятниковыми скользящими опорами, способны обеспечивать:

- периоды колебаний суперструктур до 3 с и более;
- взаимные перемещения субструктур и суперструктур до 1 м и более.

Общее представление о техническом решении конструкции сейсмоизолирующей одномаятниковой скользящей опоры с одной сферической поверхностью скольжения и демонстрация поведения опоры, показаны на рисунке Б.7 ниже.

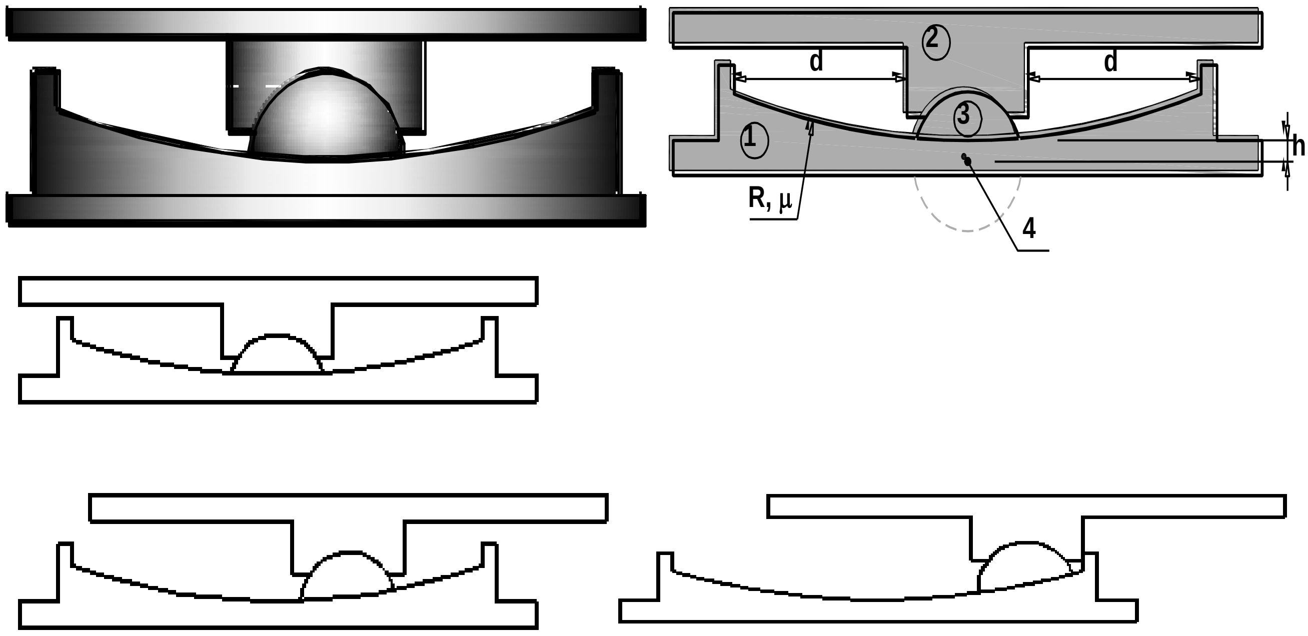


Рисунок Б.7 – Общий вид и схема поведения одномаятниковой скользящей опоры: *1* – нижняя опорная плита с вогнутой сферической поверхностью скольжения для фрикционного контакта с ползуном; *2* – верхняя опорная плита с вогнутой сферической поверхностью скольжения для шарнирного контакта с ползуном; *3* – ползун шарнирно-фрикционный; *4* – точка поворота

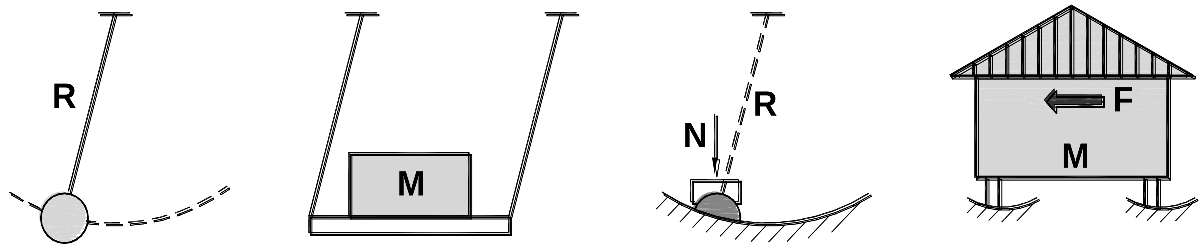
Б.4.12 Принцип действия одномаятниковой скользящей опоры продемонстрирован на рисунке Б.8 ниже, где отражено:

а) – колебания гравитационного маятника с одной точкой подвеса;

б) – колебания гравитационного маятника с двумя точками подвеса;

в) – маятниковые колебания при скольжении сферического ползуна по сферической опорной поверхности;

г) – здание на маятниковых скользящих опорах.



а) б) в) г)

Рисунок Б.8 – Принцип действия одномаятниковой скользящей опоры

Б.4.13 Сейсмоизолирующее устройство в виде двухмаятниковой скользящей опоры (см. также Б.4.2, Б.4.3, Б.4.4) в рассматриваемом случае комплектуется двумя опорными плитами и двумя ползунами, в которых формируются контактные поверхности взаимодействия комплектующих деталей между собой.

Сейсмоизолирующее устройство в виде двухмаятниковой скользящей опоры комплектуется двумя, нижней и верхней, опорными плитами, каждая из которых предусматривается с вогнутой сферической поверхностью скольжения с соответствующим размером радиуса их кривизны, для обеспечения перемещений ползунов в заданных пределах.

Общее представление о принципиальном техническом решении конструкции сейсмоизолирующей двухмаятниковой скользящей опоры со сферическими поверхностями скольжения, а также демонстрационная схема поведения сейсмоизолирующего устройства показаны на рисунке Б.9.

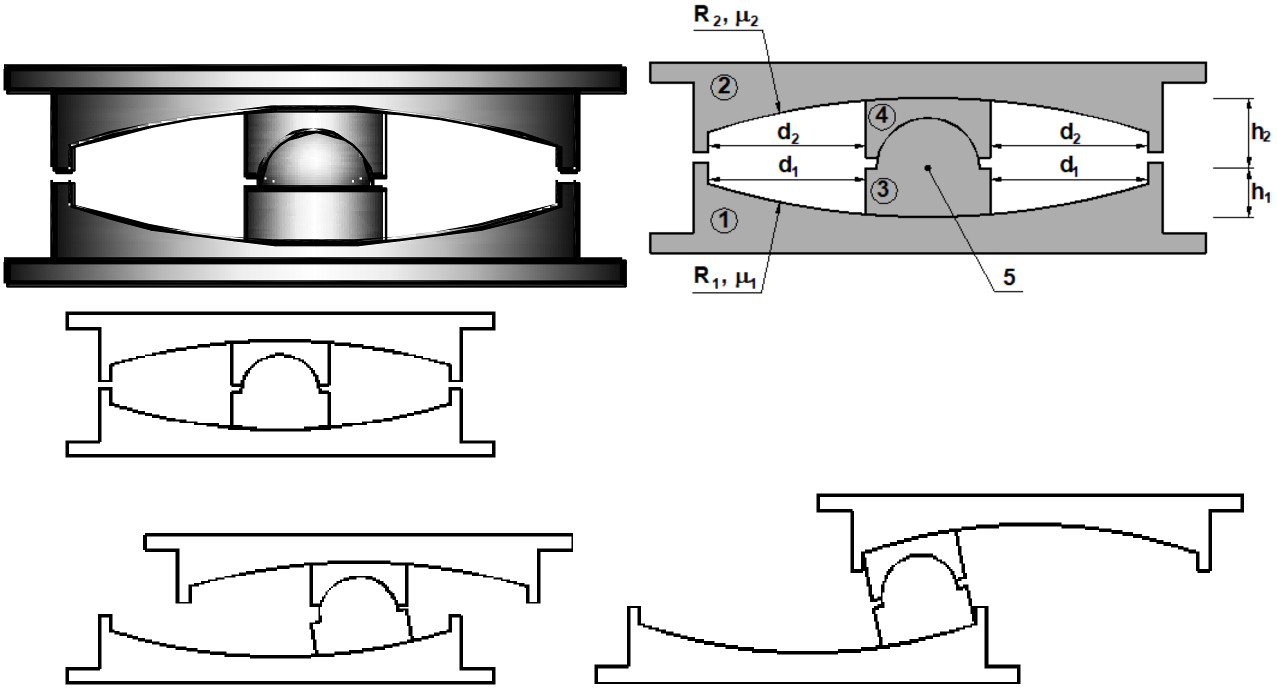


Рисунок Б.9 – Общий вид и схема поведения двухмаятниковой скользящей опоры *1* – нижняя опорная плита с вогнутой сферической поверхностью скольжения для фрикционного контакта с нижним ползуном; *2* – верхняя опорная плита с вогнутой сферической поверхностью скольжения для фрикционного контакта с верхним ползуном; *3* – верхний ползун шарнирно-фрикционный; *4* – нижний ползун шарнирно-фрикционный; *5* – точка поворота

Б.4.14 Оба ползуна можно функционально идентифицировать как шарнирно-фрикционные, объемные формы и геометрические параметры которых обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхностях скольжения в опорных плитах (нижней или верхней), а также и непосредственно между ползунами.

Нижний ползун выполняется с двумя выгнутыми сферическими поверхностями с разными радиусами кривизны, объемная форма и геометрические параметры которого обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхности скольжения в нижней опорной плите и по принципу шарового шарнира с верхним ползуном.

Верхний ползун выполняется с одной вогнутой нижней и одной выгнутой верхней сферическими поверхностями скольжения с разными радиусами кривизны, объемная форма и геометрические параметры которого обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхностях скольжения в верхней опорной плите и по принципу шарового шарнира с нижним ползуном.

Б.4.15 Особенности поведения двухмаятниковой скользящей опоры, как правило, зависит от радиусов кривизны верхних и нижних сферических поверхностей скольжения R_1 и R_2, а также величин коэффициентов трения скольжения μ_1 и μ_2 ползунов по сферическим поверхностям.

В двухмаятниковых скользящих опорах радиусы кривизны верхней и нижней вогнутых сферических поверхностей скольжения и коэффициенты трения скольжения могут быть одинаковыми или разными.

В двухмаятниковых скользящих опорах осуществлен механизм двух маятников, последовательно включающихся в работу в зависимости от спектрального состава и интенсивности сейсмических воздействий.

В двухмаятниковых скользящих опорах движения шарнирных и шарнирно-фрикционных ползунов могут происходить по верхним и по нижним сферическим поверхностям скольжения (см. рисунок Б.9). Благодаря этому взаимные смещения опорных плит в двухмаятниковых скользящих опорах могут быть в два раза больше, чем у одномаятниковых скользящих опор с такими же габаритными размерами в плане.

Возможность использования в двухмаятниковых скользящих опорах верхних и нижних сферических поверхностей скольжения с разными радиусами кривизны и коэффициентами трения, позволяет увеличить их сейсмоизолирующие свойства.

Б.4.16 Сейсмоизолирующее устройство в виде трехмаятниковой скользящей опоры (см. Б.4.2, Б.4.3, Б.4.4) в рассматриваемом случае комплектуется двумя опорными плитами и тремя ползунами, в которых формируются контактные поверхности взаимодействия комплектующих деталей между собой.

Сейсмоизолирующее устройство в виде трехмаятниковой скользящей опоры комплектуется двумя, нижней и верхней, опорными плитами, которые предусматриваются с вогнутой сферической поверхностью скольжения с соответствующим размером радиуса их кривизны, для обеспечения перемещений ползунов в заданных пределах.

Три ползуна (нижний, верхний и внутренний/промежуточный) можно функционально идентифицировать как фрикционные, объемные формы и геометрические параметры которых обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхностях скольжения в опорных плитах (нижней или верхней), а также и непосредственно между ползунами.

Внутренний/промежуточный ползун выполняется с двумя выгнутыми сферическими поверхностями с разными радиусами кривизны, объемная форма и геометрические параметры которого обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхности скольжения в нижнем или верхнем ползунах, соответственно.

Нижний и верхний ползуны выполняются с одной вогнутой и одной выгнутой сферическими поверхностями с разными радиусами кривизны, объемная форма и геометрические параметры которых обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхностях скольжения в нижней или верхней опорной плите, а также с внутренним/промежуточным ползуном.

Общее представление о принципиальном техническом решении конструкции сейсмоизолирующей трехмаятниковой скользящей опоры со сферическими поверхностями скольжения, а также демонстрационная схема поведения сейсмоизолирующего устройства показаны на рисунке Б.10.

Б.4.17 Особенности поведения трехмаятниковой скользящей опоры, как правило зависит от радиусов кривизны верхних и нижних сферических поверхностей скольжения R_1, R_2, R_3 и R_4, а также величин коэффициентов трения скольжения μ_1, μ_2, μ_3 и μ_4 ползунов по сферическим поверхностям скольжения.

В трехмаятниковых скользящих опорах, как и в двухмаятниковых, радиусы вогнутых сферических поверхностей скольжения и коэффициенты трения скольжения могут быть одинаковыми или разными.

В трехмаятниковой скользящей опоре реализован механизм трех маятников, последовательно включающихся в работу в зависимости от спектрального состава и интенсивности сейсмических воздействий. По мере увеличения перемещений трехмаятниковых опор будут увеличиваться эффективная (расчетная) длина маятника и повышаться эффективное демпфирование. Комбинируя значения радиусов кривизны сферических поверхностей скольжения и коэффициентов трения скольжения можно запроектировать трехмаятниковые скользящие опоры,

способные эффективно снижать сейсмические нагрузки на суперструктуру при землетрясениях с очень высокой интенсивностью и со сложным спектральным составом.

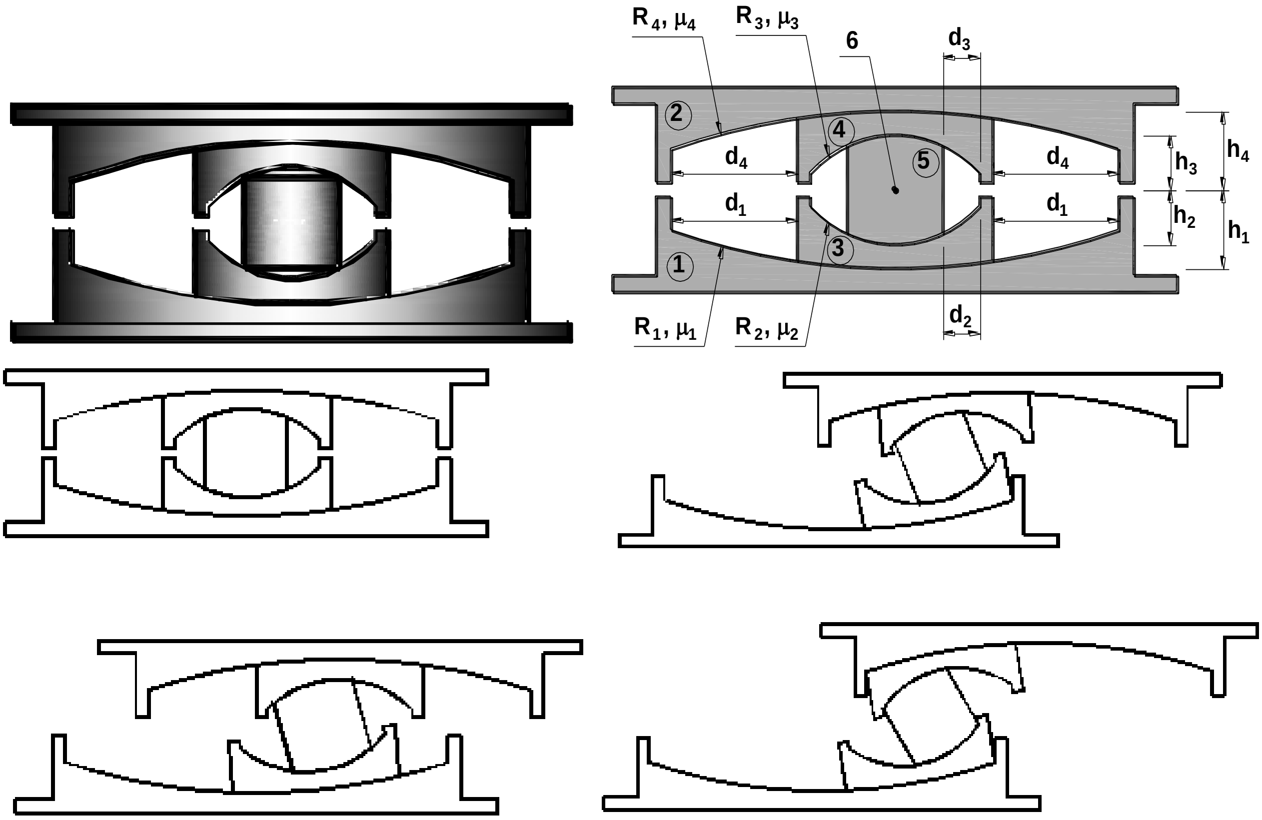


Рисунок Б.10 – Общий вид и схема поведения трехмаятниковой опоры:
1 – нижняя стальная плита со сферической вогнутой поверхностью; *2* – верхняя стальная плита со сферической вогнутой поверхностью; *3* – нижний ползун со сферической поверхностью; *4* – верхний ползун со сферической поверхностью;
5 – внутренний шарнирный ползун; *6* – точка поворота

Б.4.18 Трехмаятниковая скользящая опора состоит их двух опорных плит с вогнутыми сферическими поверхностями и трех ползунов (см. рисунок Б.10).

Б.4.19 При проектировании следует учитывать поведение трехмаятниковой скользящей опоры, которое зависит от радиусов кривизны верхних и нижних сферических поверхностей R и величин коэффициентов трения скольжения μ ползунов по сферическим поверхностям.

Б.4.20 В трехмаятниковых скользящих опорах радиусы сферических вогнутых поверхностей и коэффициенты трения допускается принимать одинаковыми или различными.

Б.4.21 В трехмаятниковой скользящей опоре следует реализовать механизм трех маятников, последовательно включающихся в работу в зависимости от спектрального состава и интенсивности сейсмических воздействий. По мере

увеличения перемещений трехмаятниковых опор должны увеличиваться эффективная (расчетная) длина маятника и повышаться эффективное демпфирование.

Б.4.22 Допускается комбинировать значения радиусов кривизны сферических поверхностей и коэффициентов трения скольжения и запроектировать трехмаятниковые скользящие опоры, способные эффективно снижать сейсмические нагрузки на суперструктуру при землетрясениях с высокой интенсивности и со сложным спектральным составом.

Приложение В

Примеры предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор для семиэтажного здания при заданных значениях эффективного периода колебаний и коэффициента эффективного вязкого демпфирования

В.1 Общие сведения

В.1.1 Настоящее Приложение В предоставляет рекомендации по практическому применению положений настоящих норм для целей предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор на примере проектирования здания-представителя с системой сейсмоизоляции в соответствии с положениями настоящих норм.

В.1.2 Краткая характеристика условной площадки строительства:

- сейсмическая опасность площадки строительства оценивается в горизонтальных ускорениях согласно Приложения Г СН КР 20-02 и характеризуется значением a_{g} = 0,44g;
- площадка строительства характеризуется типом II грунтовых условий по сейсмическим свойствам;
- коэффициент, учитывающий топографические эффекты усиления горизонтальных сейсмических воздействий на площадке строительства принят равным S_{T} = 1,0.

Предполагается, что какие-либо иные неблагоприятные в сейсмическом отношении факторы, характеризующие условную площадку строительства, не проявляются.

В.1.3 Краткие сведения об условном здании-представителе, оснащаемого системой сейсмоизоляции:

- здание общественное, которое следует относить ко II классу ответственности по функциональному назначению (см. таблицу 7.2 СН КР 20-02);
- в сейсмоизолированном строении конструктивные элементы субструктуры и суперструктуры, соответственно расположенные ниже и выше сейсмоизолирующего слоя, предусматривается выполнять из монолитного железобетона;
- суперструктура предусматривается с количеством 7 (семь) этажей, а здание может быть отнесено к III классу ответственности по этажности (см. таблицу 7.3 СН КР 20-02);
- субструктура и суперструктура исследуются в предположении линейно-упругой работы железобетонных конструктивных элементов (несущих

конструкций), формирующих их системы сопротивления (см. также 6.2.7);

- сейсмоизолирующий слой в здании предполагается формировать посредством создания системы сейсмоизоляции с использованием сейсмоизолирующих опор одинакового вида (без комбинирования).

Согласно указаниям подраздела 7.3 значения ординат спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия следует вычислять при коэффициенте вязкого демпфирования ξ=5 %.

Предполагается, что будет создаваться система сейсмоизоляции первого типа с использованием сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой диссипацией энергии или со свинцовыми сердечниками (см. также А.2 Приложения А, Б.1 или Б.2 Приложения Б).

В.1.4 Краткая характеристика суперструктуры условного здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции:

- суперструктура в обоих главных ортогональных направлениях классифицируется по конструктивному типу как монолитная железобетонная рамная система (или рамный каркас с жесткими соединениями балок с колоннами, см. также таблицу 7.8 СН КР 20-02);

- общие размеры рамного каркаса суперструктуры в плане составляют 36,0х18,0 м (в осях крайних рам); высота каждого этажа с 1-го по 7-й включительно составляет по 3,3 м; колонны рам – прямоугольной формы поперечного сечения с размерами 70х70 см; балки рам – прямоугольной формы поперечного сечения с размерами 30х60(h) см (h – высота балки с учетом толщины плиты);

- горизонтальные диафрагмы в системе суперструктуры предусматриваются в виде монолитных железобетонных сплошных плит (ростверк, междуэтажные перекрытия и покрытие); толщина плиты ростверка составляет – 200 мм; толщины плит междуэтажных перекрытий и покрытия составляют – по 200 мм;

- конструктивная схема системы суперструктуры рассматривается как удовлетворяющая основополагающим принципам концептуального проектирования (см. 5.1.14).

В.1.5 Предполагается, что схема плана расположения сейсмоизолирующих эластомерных опор в создаваемой системе сейсмоизоляции первого типа (см. 4.10) будет согласовываться со схемой расположения в плане колонн рамного каркаса субструктуры.

В этих целях, координация расположения эластомерных опор в плане предусматривается совпадающей с сеткой ориентационных осей рамного каркаса суперструктуры, что обуславливает установку сейсмоизолирующих устройств непосредственно по местоположению каждой колонны рамного каркаса.

Центрирование каждой сейсмоизолирующей опоры будет предусматриваться с учетом положения центральной продольной осевой линии колонны рамного каркаса суперструктуры.

Для формирования системы сейсмоизоляции будут использоваться сейсмоизолирующие эластомерные опоры в количестве – 35 (тридцати пяти) устройств (см. также В1.6 и рисунок В.1).

Как предполагается, оснащение рассматриваемого здания системой сейсмоизоляции первого типа с использованием сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии (ξ_{eff}≥10 %) будет обеспечивать достижение целевого эффективного периода поступательных колебаний (T_{eff}) не менее T_{eff}=3 сек.

Для достижения этих целей требуется: определить требуемые жесткостные параметры сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии.

В.1.6 Схематический план рамного каркаса, схема системы сейсмоизоляции и расположения сейсмоизолирующих опор в плане, а также вид поперечного профиля общей системы сопротивления сейсмоизолированного строения, отражающие принципиальное конструктивно-планировочное решение здания с системой сейсмоизоляции, показаны на рисунке В.1.

Предполагается, что в общей системе сопротивления строения субструктура будет представлять собой одноуровневую жесткую нижнюю часть, характеризующуюся очень высокой степенью пространственной жесткости и несущей способности, и которая на рисунке В.1 показана условно.

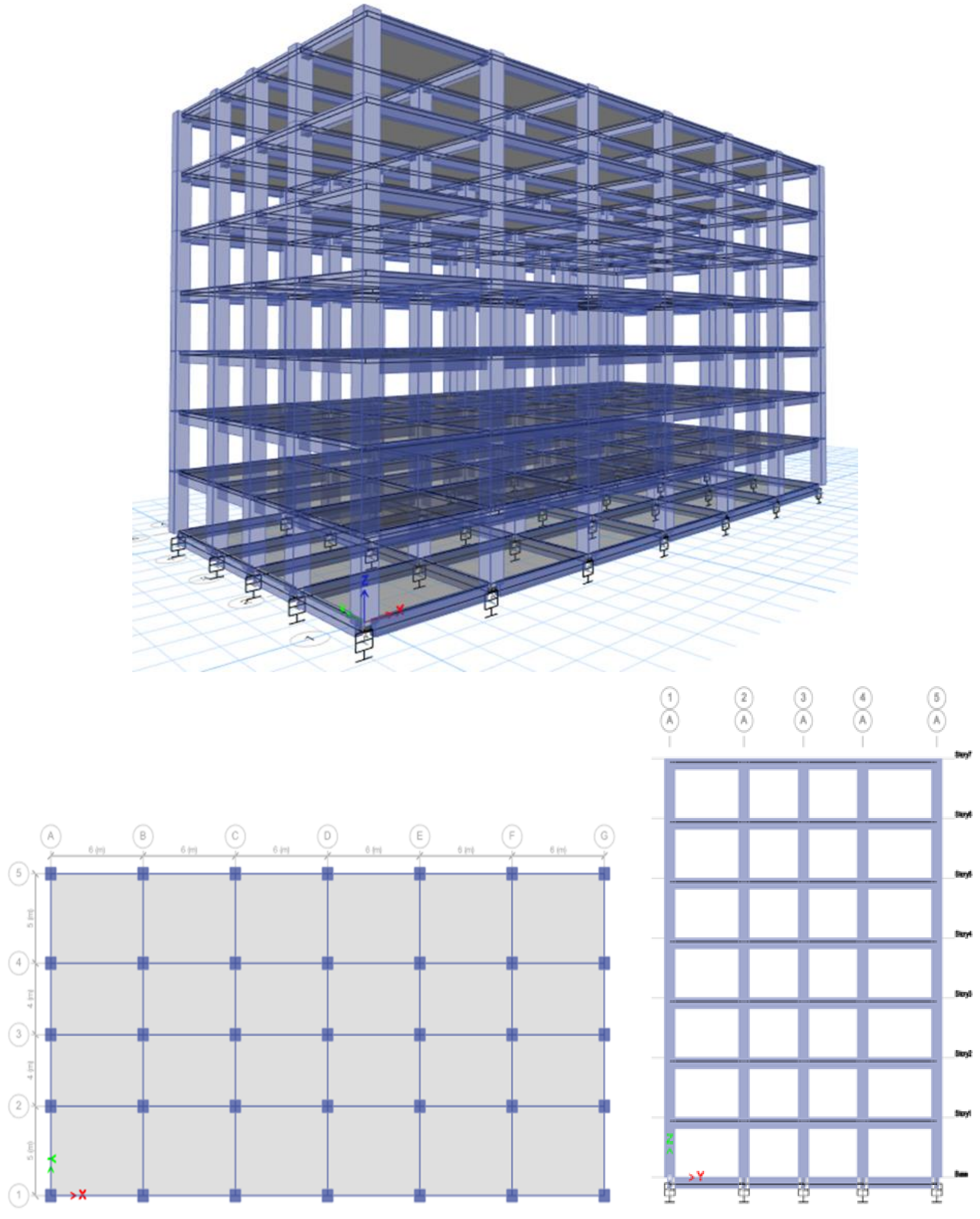


Рисунок В.1 – Принципиальное конструктивно-планировочное решение здания с системой сейсмоизоляции

В.1.7 При рассмотрении особой сейсмической расчетной ситуации были приняты во внимание постоянные воздействия (*G*), обусловленные величинами постоянных нагрузок с их характеристическими значениями:

- распределенные от собственного веса железобетонных конструктивных элементов; плотность армированного тяжелого бетона принята равной – 25,0 кН/м^3;
- равномерно распределенные на междуэтажные перекрытия (от веса стяжки, полов, перегородок (и наружных ограждений) и других неконструктивных элементов); суммарно принята равной – 2,0 кН/м^2 (2,0 кПа);
- равномерно распределенные на покрытие (от веса стяжки, утеплителя, рулонных материалов и др.); суммарно принята равной – 1,5 кН/м^2 (1,5 кПа).

В.1.8 При рассмотрении особой сейсмической расчетной ситуации были приняты во внимание переменные воздействия (Q), обусловленные величинами приложенных нагрузок с их характеристическими значениями:

- равномерно распределенная на междуэтажные перекрытия (вне зависимости от категории использования) принята равной – 2,0 кН/м^2 (2,0 кПа);
- равномерно распределенные на покрытие (эксплуатационная и снеговая); суммарно принята равной – 2,5 кН/м^2 (2,5 кПа).

В.1.9 Согласно результатам предварительного (статического) анализа верхней сейсмоизолированной части здания, расположенной выше сейсмоизолирующего слоя, установлено следующее:

- общий вес железобетонных конструктивных элементов суперструктуры составляет примерно – 44645 кН;
- расчетный вес сейсмоизолированной части здания, учитываемый в комбинациях с сейсмическими воздействиями – 69482 кН.
- масса сейсмоизолированной части здания, учитываемая при определении сейсмических нагрузок – 7083 кН·с^2/м.

В.2 Пример (В.1) – Определение параметров сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии

В.2.1 В рамках Примера (В.1) принимаются во внимание общие сведения о сейсмоизолированном здании и результаты предварительного анализа, приведенные в подразделе В.1 и на рисунке В.1, а также предполагается, что строение будет оснащено системой сейсмоизоляции первого типа, формируемой с использованием одинакового вида сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипацией энергии (см. также подразделы Б.1 и Б.2 Приложения Б).

Процесс определения требуемых параметров сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии, при которых формируемая система сейсмоизоляции будет обеспечивать достижение целевого эффективного периода поступательных колебаний (T_{eff}) не менее T_{eff}=3 сек, рекомендуется выполнять в несколько последовательных этапов.

В.2.2 Этап 1

Эффективную жесткость ($K_{\text{eff}_{\text{total}}}$) системы сейсмоизоляции первого типа, формируемой с использованием одинакового вида сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии, можно оценить с помощью выражения (8.11), представленного в подразделе 8.4.

Посредством преобразования выражения (8.11) и при T_{eff}=3 сек, значение $K_{\text{eff}_{\text{total}}}$ можно вычислить следующим образом:

$$K_{\text{eff}_{total}} = 4\pi^2 \frac{M}{T_{eff}^2} = 4 \cdot 9{,}86 \cdot \frac{7083}{9} = 31039 \text{ кН/м}$$

В.2.3 Этап 2

Эффективную жесткость K_{eff} каждой сейсмоизолирующей опоры, принимая во внимание, что в рассматриваемом случае для формирования системы сейсмоизоляции будут использоваться одинакового вида сейсмоизолирующие эластомерные опоры с высокой способностью к диссипации энергии и в количестве 35 (тридцати пяти) устройств, значение K_{eff} можно вычислить следующим образом:

$$K_{\text{eff}} = \frac{K_{\text{eff}_{total}}}{n} = \frac{31039}{35} = 887 \text{кН/м}$$

В.2.4 Этап 3

Значение ординаты спектра упругих реакций в ускорениях $S_{\text{e}}(T)$ на периоде T=3 сек при коэффициенте вязкого демпфирования ξ=5 % (η=1,0) можно вычислить с помощью выражения (7.9) следующим образом:

$$S_{\text{e}}(T) = a_{\text{g}} \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5 \cdot \frac{T_{\text{C}}}{T} = 0{,}44 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}5 \cdot \frac{0{,}64}{3} = 0{,}26g$$

В.2.5 Этап 4

Значение ординаты спектра упругих реакций в перемещениях $S_{\text{De}}(T)$ на периоде T=3 сек при коэффициенте вязкого демпфирования ξ=5 % (η=1,0) можно вычислить с помощью выражения (7.15) в подразделе 7.3 следующим образом:

$$S_{\text{De}}(T) = S_{\text{e}}(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2 = 0{,}26 \cdot 9810 \cdot \left[\frac{3}{2 \cdot 3{,}14}\right]^2 = 578 \text{ мм} = 0{,}58 \text{ м}$$

В.2.6 Этап 5

Значение ординаты спектра упругих реакций в перемещениях $S_{\text{De}}(T)$ на периоде T=3 сек при коэффициенте вязкого демпфирования ξ=15 %, типичном для сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии, можно вычислить следующим образом:

$$d_{dc} = S_{D(T=3)} \cdot \eta = 578 \cdot 0{,}69 = 399 \text{ мм} = 0{,}4 \text{ м.}$$

При вычислении, значение коэффициента η было определено с помощью выражений (7.11) – (7.14):

при $T = 3{,}0$ сек $\qquad \eta = \rho (1/T)^{\lambda} = 0{,}646 \cdot (1/3)^{-0{,}0595} = 0{,}69$

$$\rho = 1 + \frac{0{,}05-\xi}{0{,}05+2\xi-3\xi^2} = 1 + \frac{0{,}05-0{,}15}{0{,}05+2\cdot 0{,}15-3\cdot 0{,}15^2} \approx 0{,}646,$$

$$\lambda = \frac{0{,}05-\xi}{0{,}33-9\xi} = \frac{0{,}05-0{,}15}{0{,}33-9\cdot 0{,}15} \approx -0{,}0595.$$

В.2.7 Этап 6

Значение величины поперечной силы F_{dc}, соответствующей расчетному перемещению d_{dc}, можно вычислить следующим образом:

$$F_{dc} = K_{eff} \cdot d_{dc} = 887 \cdot 0{,}4 = 353{,}4 \text{ кН}.$$

В.2.8 Этап 7

Значение величины поперечной силы F_0, соответствующей нулевому перемещению сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии при циклической нагрузке, можно оценить, преобразовав выражение (8.9).

При определении F_0, значение величины перемещения d_y при нагрузке, соответствующей пределу текучести сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии, примем 25 мм.

Результат можно вычислить следующим образом:

$$F_0 = \frac{\xi_{eff}\pi K_{eff} d_{dc}^2}{2(d_{dc}-d_y)} = \frac{0{,}15 \cdot 3{,}14 \cdot 887 \cdot 0{,}4^2}{2(0{,}4-0{,}025)} = 88{,}8 \text{ кН}$$

В.2.9 Этап 8

Значение величины F_y – поперечной силы, характеризующей предел текучести сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии, можно вычислить следующим образом:

$$F_y = F_0 + (F_{dc} - F_0)\frac{d_y}{d_{dc}} = 88{,}8 + (353{,}4 - 88{,}8)\frac{0{,}025}{0{,}4} = 105{,}4 \text{ кН}$$

В.2.10 Этап 9

Начальную горизонтальную упругую жесткость k_1 сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии при монотонно возрастающей нагрузке можно вычислить следующим образом:

$$k_1 = F_y/d_y = 105{,}4/0{,}025 = 4216 \text{ кН/м}.$$

Горизонтальную жесткость k_2 сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии за пределом текучести можно вычислить следующим образом:

$$k_2 = \frac{F_{dc}-F_0}{d_{dc}} = \frac{353{,}4-88{,}8}{0{,}4} = 664 \text{ кН/м}.$$

В.2.11 Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (F-D), характеризующая поведение сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой

способностью к диссипации энергии с принятыми вычисленными выше параметрами, показана на рисунке В.2.

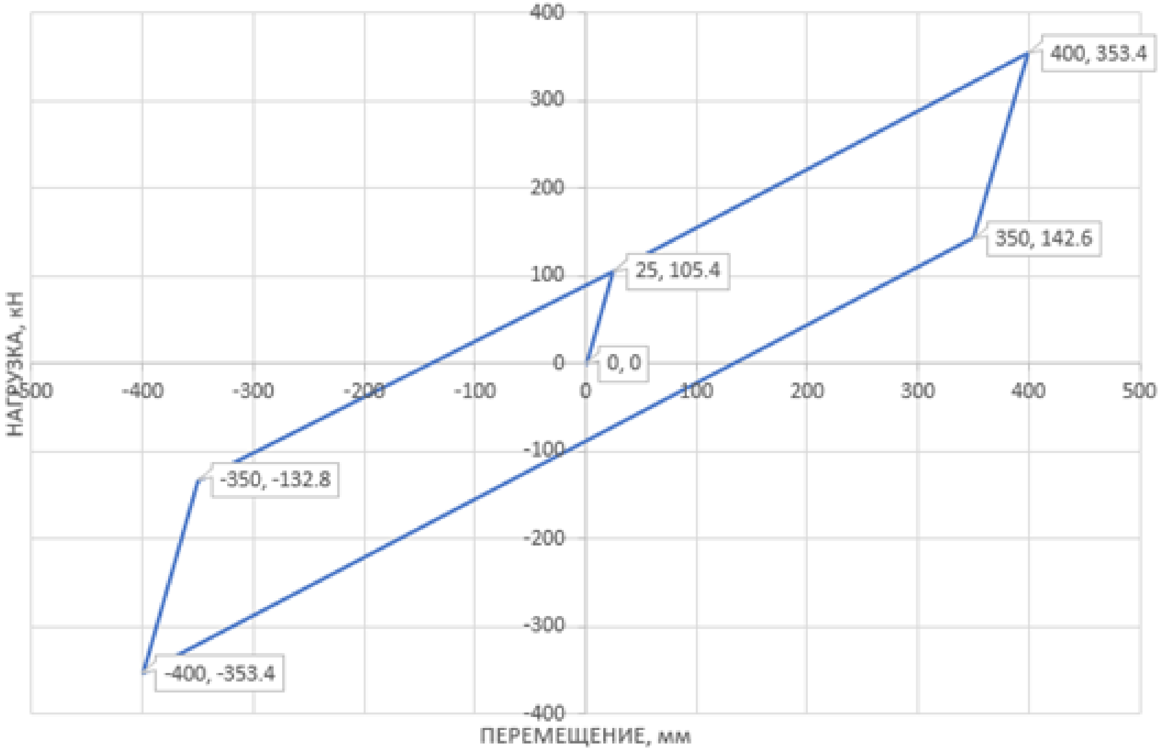


Рисунок В.2 – Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (F-D), характеризующая поведение сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии, принятой рассматриваемой в Примере (В.1)

Приложение Г

Методика оценки реакций суперструктуры сейсмоизолированного здания по результатам расчетов, выполняемых с использованием записей сейсмических движений грунтов

Настоящая Методика содержит указания и рекомендации, которые могут быть применены в практических целях для реализации положений подраздела 10.6 настоящих норм.

Г.1 Оценка реакций суперструктуры сейсмоизолированного здания, оснащенного системой сейсмоизоляции, формируемой сейсмоизолирующими эластомерными опорами с высокой способностью к диссипации энергии

Г.1.1 Исходными данными могут служить:

Г.1.1.1 Краткая характеристика условной площадки строительства здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции (Н.: В.1.2 Приложения В).

Г.1.1.2 Краткие сведения об условном здании-представителе, оснащаемого системой сейсмоизоляции (Н.: В.1.3 Приложения В).

Г.1.1.3 Краткая характеристика суперструктуры условного здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции (Н.: В.1.3 Приложения В).

Диссипативные свойства суперструктуры характеризуются значением коэффициента вязкого демпфирования ξ=5 %.

Г.1.1.4 Краткие общие сведения о системе сейсмоизоляции, которой предполагается, оснастить условное здание-представитель (Н.: В.1.4 Приложения В).

Параметры, характеризующие горизонтальную жесткость каждой сейсмоизолирующей эластомерной опоры (Н.: В.2.1-В.2.3 Приложения В).

Вертикальная жесткость каждой сейсмоизолирующей эластомерной опоры условно допускается принимать равной K_Z= 1500000 кН/м.

Г.1.1.5 Краткие общие сведения о воздействиях и нагрузках, учитываемых в анализе условного здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции (Н.: В.1.6 и В.1.7 Приложения В).

Результаты предварительного (статического) анализа верхней сейсмоизолированной части здания, расположенной выше сейсмоизолирующего слоя (Н.: В.1.8 Приложения В).

Г.1.2 Акселерограмма, используемая для оценки сейсмических реакций сейсмоизолированного здания

Г.1.2.1 Реакции сейсмоизолированного здания при сейсмических воздействиях оцениваются по результатам его расчетов, выполненных с использованием не менее трех акселерограмм, в соответствии с 8.6.2 и 8.6.3.

В качестве примера, в данном приложении приведены результаты расчета с использованием одной двухкомпонентной акселерограммы «Kobe» (Япония, 16.01.1995г.): магнитуда землетрясения М=6,9; глубина очага 20 км; тип смещений по разлому – горизонтальный сдвиг. Заданная инструментальная запись была получена на площадке с грунтовыми условиями типа IБ на расстоянии 8,7 км от эпицентра землетрясения и 7,08 км от разлома, к которому был приурочен очаг землетрясения.

Акселерограмма, характеризующая реальное сейсмическое событие на ортогональных направлениях, показана в качестве примера на рисунке Г.1.

Горизонтальные компоненты искусственной акселерограммы (рисунок Г.2) были построены путем соответствующей корректировки инструментальной акселерограммы, зарегистрированной при реальных сейсмических событиях. Спектры упругих реакций приведены на рисунке Г.3.

Значение коэффициента $S(a_{gR})$, зависящее от типа грунтовых условий площадки строительства и величины пиковых ускорений a_{gR}, соответственно, следует определять с помощью выражения (6.3) в 6.3.2 и в таблице 6.3, приведенных в СН КР 20-02.

Г.1.2.2 Корректировка инструментальных акселерограмм допускается осуществлять с помощью программы «SeismoMatch».

При построении искусственных акселерограмм отдельные спектральные особенности сейсмических событий в области высоких частот сохраняются или корректируются.

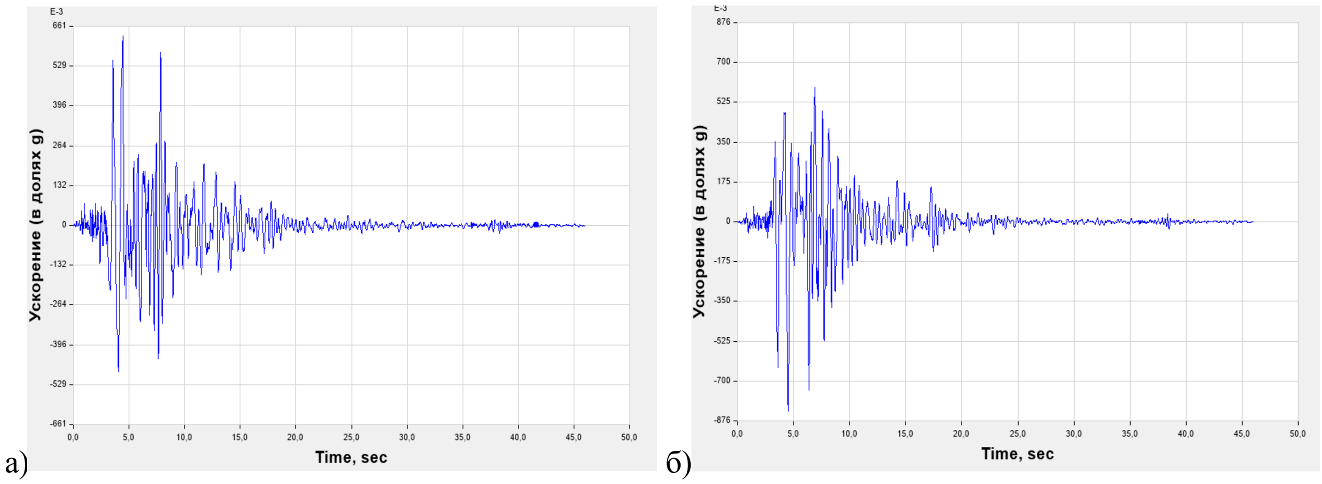


Рисунок Г.1 – Акселерограммы, характеризующие горизонтальные движения грунтов при землетрясении Kobe на ортогональных направлениях

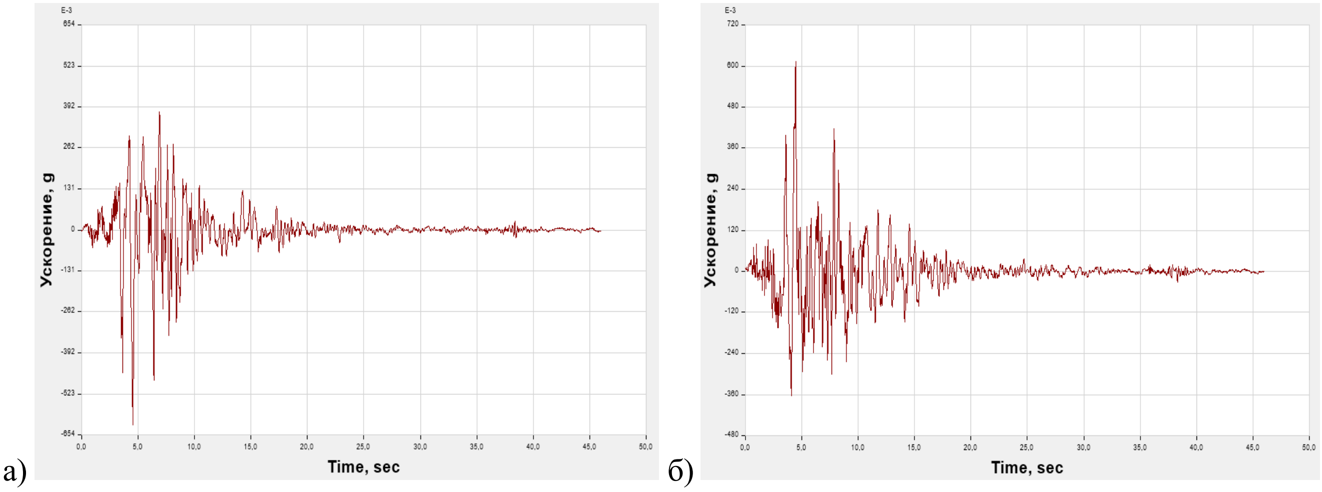


Рисунок Г.2 – Искусственные акселерограммы, построенные по записям землетрясения Kobe на ортогональных направлениях

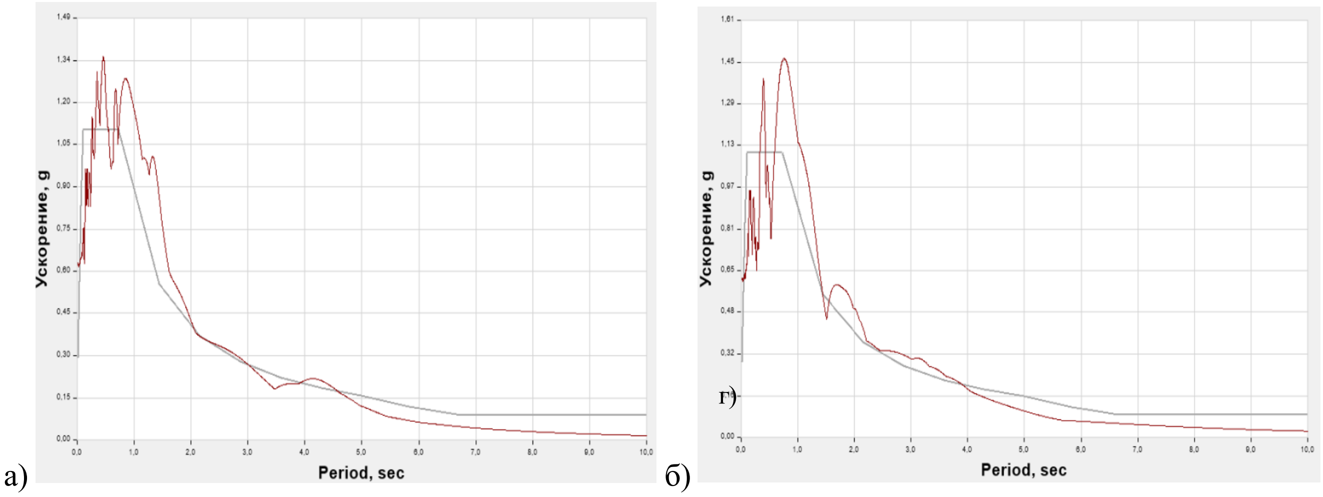


Рисунок Г.3 – Спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г.2 и в соответствии СН КР 20-02

Г.1.2.3 Вертикальная компонента сейсмических воздействий в данном примере не учитывалась.

Г.1.2.4 При выполнении расчетов сейсмоизолированного здания к построенным искусственным акселерограммам, характеризующим горизонтальные компоненты сейсмических воздействий, и к инструментально зарегистрированным акселерограммам, характеризующим вертикальные компоненты сейсмических воздействий, допускается применять масштабирующие коэффициенты.

Г.1.3 Основные результаты оценки сейсмических реакций суперструктуры сейсмоизолированного здания, оснащенного системой сейсмоизоляции, формируемой сейсмоизолирующими эластомерными опорами с высокой способностью к диссипации энергии

Г.1.3.1 Расчеты здания допускается выполнять с использованием расчетных программ SAP2000, ETABS или других программных комплексов, соответствующих требованиям международных стандартов (Еврокоды, стандарты США, Китая и др.).

При определении сейсмических нагрузок на сейсмоизолированное здание:

- предусматриваются, что две горизонтальные компоненты сейсмического воздействия действуют одновременно;
- учитывается нелинейный характер деформирования сейсмоизолирующих опор;
- конструктивная система субструктуры рассматривается как упруго деформирующаяся;
- предполагается, что принятые в расчете физические и механические свойства системы сейсмоизоляции соответствуют ее наиболее неблагоприятным значениям за весь период эксплуатации;
- в данном примере для учета этажности здания (более 5) вычисляется значение повышающего коэффициента $\gamma_h(T)$ по 7.1 – 7.3 в 7.1.6:

$$\gamma_h(T)=\frac{1,4}{1,4-0,02(n-5)}+0,00625*T*(n-5)=1,06$$

- случайные эксцентриситеты масс этажей не учитывались; предполагалось, что эффекты кручения здания в плане (за счет случайных эксцентриситетов) могут быть учтены при проверках безопасности конструктивной системы и сейсмоизолирующих опор в соответствии с 8.4.8.

Г.1.3.2 Следует анализировать формы собственных горизонтальных колебаний сейсмоизолированной суперструктуры семиэтажного сейсмоизолированного здания при эффективной жесткости сейсмоизолирующих опор K_{eff}. На рисунке Г.4 показаны разные формы колебаний семиэтажного сейсмоизолированного здания (см. В.2 Приложения В) при K_{eff}=887 кН/м.

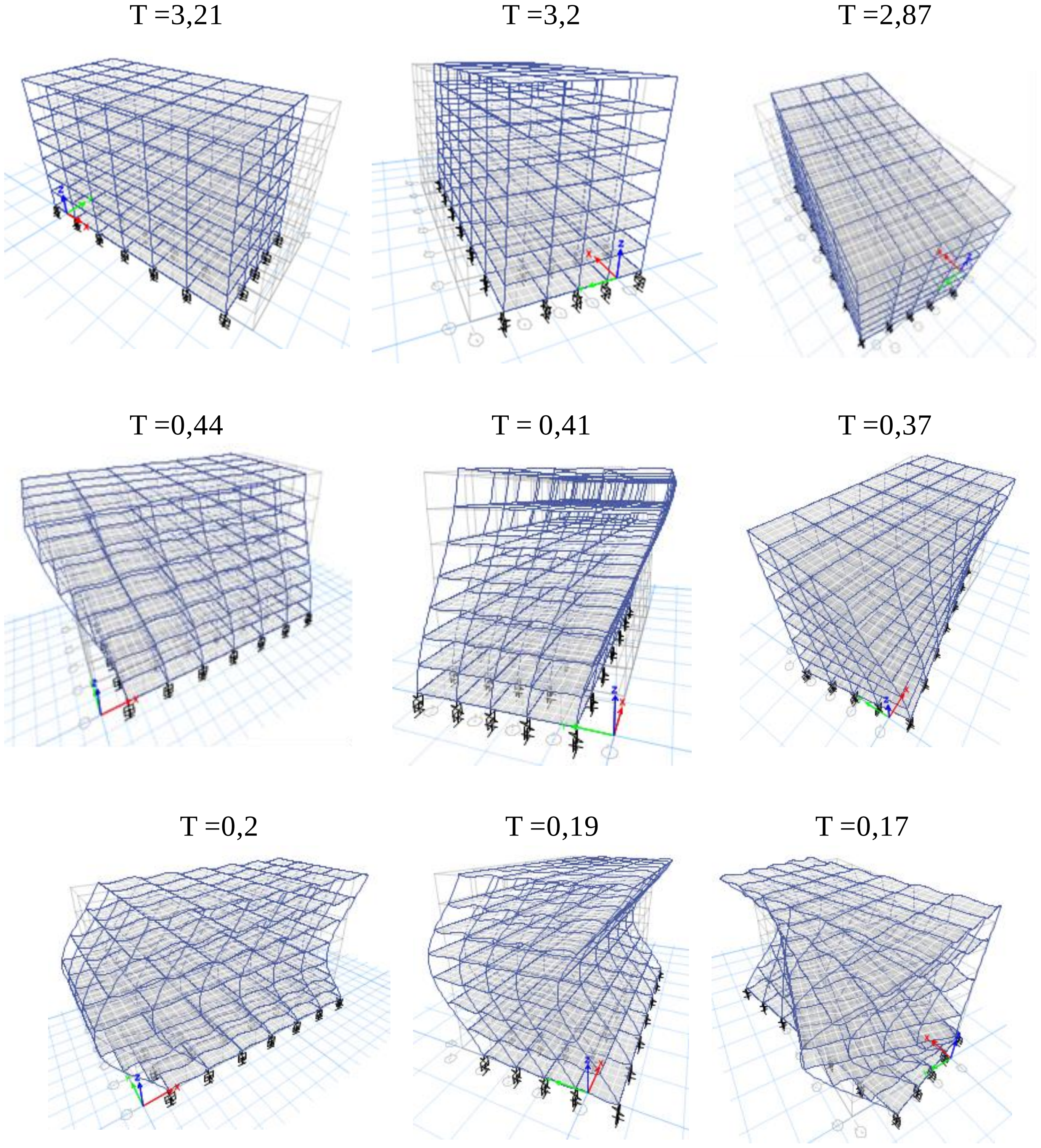
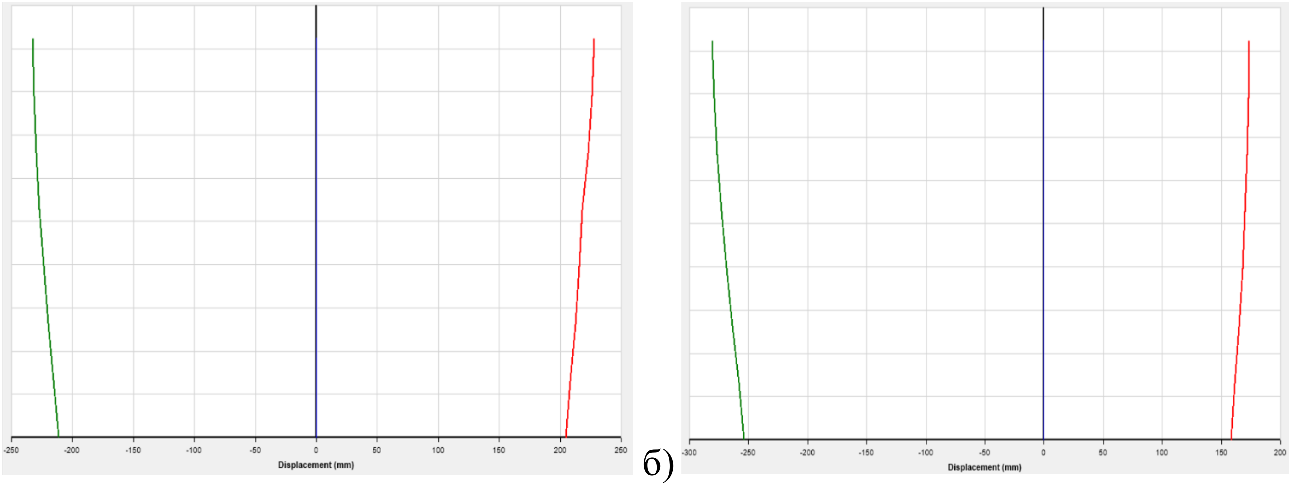


Рисунок Г.4 – Формы собственных горизонтальных колебаний 7-этажной сейсмоизолированной суперструктуры

Г.1.3.3 Динамическая реакция рассматриваемой сейсмоизолированной конструктивной системы суперструктуры следует исследовать в части ускорений, сил инерции и перемещений.

Результаты выполненных расчетов должны показать, что сейсмические колебания сейсмоизолированной суперструктуры близки по своему характеру к колебаниям жесткого тела, собственные деформации которого незначительны по

сравнению с горизонтальными перемещениями в уровне сейсмоизолирующего слоя. В качестве примера на рисунке Г.5 показаны перемещения суперструктуры здания относительно субструктуры.



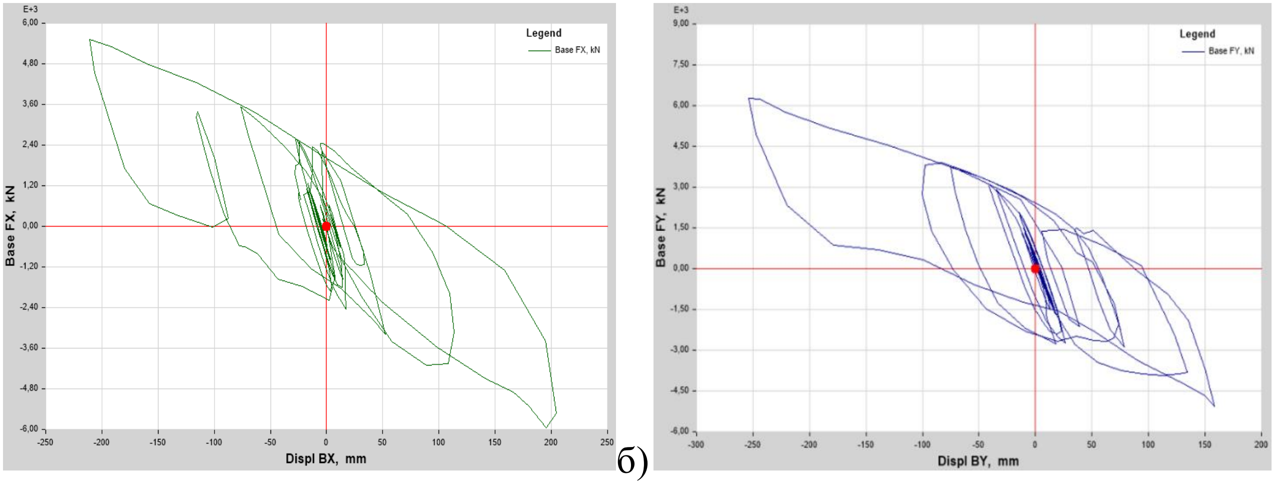
а) б)

Рисунок Г.5 – Относительные перемещения сейсмоизолированного здания в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при максимальных смещениях суперструктуры относительно субструктуры

Г.1.3.4 Максимальные значения горизонтальных перекосов этажей сейсмоизолированной суперструктуры следует сравнивать при разных комбинациях сейсмических воздействий.

Следует сравнить записи ускорений и перемещений, характеризующие горизонтальные колебания в уровне основания сейсмоизолированной суперструктуры в продольном и поперечном направлениях.

Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном и поперечном направлениях здания, приведены на рисунках Г.6 и Г.7.



а) б)

Рисунок Г.6 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при сейсмическом воздействии, заданном искусственными акселерограммами

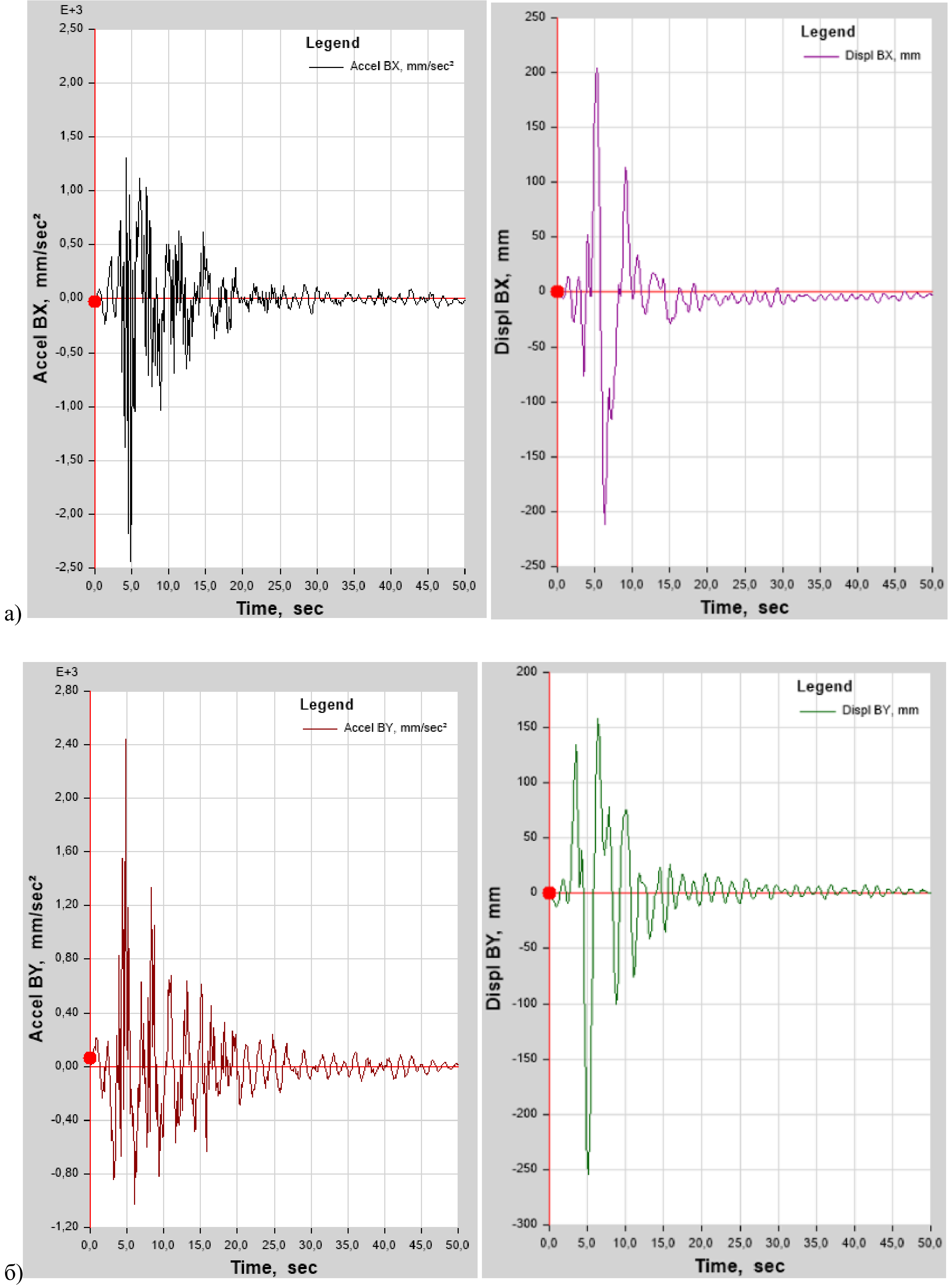


Рисунок Г.7 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне основания сейсмоизолированной суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при сейсмическом воздействии, заданном искусственными акселерограммами

Г.1.4 Анализ полученных результатов оценки на примере 7-этажного сейсмоизолированного здания с системами сейсмоизоляции в виде эластомерных опор

Г.1.4.1 Из результатов расчетов следует определить какие из двух горизонтальных направлений искусственной акселерограммы «Kobe» является наиболее неблагоприятным для конструктивной системы сейсмоизолированной суперструктуры.

При этом сейсмическом событии должны:

- поперечные силы в уровне основания сейсмоизолированной суперструктуры и горизонтальные перекосы ее нижних этажей иметь наибольшие значения;
- в уровнях междуэтажных перекрытий наблюдаться наибольшие значения ускорений, обусловленные возбуждением высших форм колебаний суперструктуры.

Г.1.4.2 Наибольшие перемещения суперструктуры относительно субструктуры должны иметь значения близкие соответствующее расчетному сейсмическому событию, заданным акселерограммой «Kobe» (400 мм).

Эффект применения системы сейсмоизоляции, в части уменьшения расчетных сейсмических нагрузок на здание, можно оценить отношением расчетных значений сейсмических поперечных сил в уровне основания сейсмоизолированной суперструктуры к расчетным значениям сейсмических поперечных сил в уровне низа зафиксированной в основании суперструктуры.

Максимальные расчетные поперечные силы в уровне основания сейсмоизолированной суперструктуры, рассчитанные для 7-этажного сейсмоизолированного здания составили:

- в продольном направлении здания 7139 кН;
- в поперечном направлении здания 7087 кН.

где 7139 и 7087 кН – максимальное значение поперечной силы соответственно в продольном и поперечном направлениях суперструктуры, определенное по результатам расчета во временной области.

Г.1.4.3 Расчетные сейсмические перерезывающие силы в уровне низа зафиксированной в основании суперструктуры составили:

- в продольном направлении здания 13493 кН;
- в поперечном направлении здания 13528 кН.

Здесь исходными данными служили: – периоды собственных колебаний суперструктуры, соответствующие: основному тону в поперечном направлении –

0,72 сек, крутильной форме – 0,66 сек, основному тону в продольном направлении – 0,765 сек.

Г.1.4.4 Из приведенных данных следует, что применение рассмотренной системы сейсмоизоляции позволяет снизить горизонтальные расчетные сейсмические нагрузки на конструктивную систему сейсмоизолированной суперструктуры в продольном и поперечном направлениях в 1,9 раза;

Результаты расчетов являются основанием для выбора по каталогам предприятий-изготовителей, соответствующих сейсмоизолирующих эластомерных опор и определения требований к их испытаниям.

После испытаний, выбранных сейсмоизолирующих эластомерных опор и уточнения их физико-механических параметров оценка реакций сейсмоизолированного здания должна быть выполнена повторно (или с учетом изменения характеристики системы сейсмоизоляции).