

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ

1-бөлім. Азаматтық ғимараттарды жобалау.
Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастар.
Жалпы ережелер

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ

Часть 1. Проектирование гражданских зданий.
Сейсмоизолирующие фундаменты. Общие положения

ҚР НТҚ 08-01.6-2022
НТП РК 08-01.6-2022

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігінің
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері
комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства промышленности и строительства
Республики Казахстан

Астана 2024

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 **ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ
- 2 **ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 **БЕКІТІЛІП, ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛДІ:** Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 2022 жылғы 9 желтоқсандағы №229-НҚ бұйрығымен 2022 жылғы 9 желтоқсаннан бастап
- 4 **ОРНЫНА:** ҚР НТҚ 08-01.6-2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА»
- 2 **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан
- 3 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства Министерство индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 9 декабря 2022 года №229-НҚ с 9 декабря 2022 года
- 4 **ВЗАМЕН:** НТП РК 08-01.6-2013

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатысыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 31.07.2024 жылғы №107-НҚ бұйрығына сәйкес өзгертулер мен толықтырулар енгізілді.

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства РК.

Внесены изменения и дополнения в соответствии с приказом Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан от 31.07.2024 года №107-НҚ.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	V
1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР	1
1.1 Құралдың қолданылу саласы	1
1.2 Құралдың мақсаты	3
1.3 Құралды қолдану бойынша нұсқаулар	4
1.4 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолданудың қосымша салалары	5
1.5 Нормативтік сілтемелер	7
1.6 Терминдер мен анықтамалар	8
1.7 СИ бірліктерінің халықаралық жүйесі	13
2. СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАУ ЭЛЕМЕНТТЕРІ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР	14
2.1 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін жобалау Тұжырымдамалары	14
2.2 Сейсмикалық оқшаулағыш элементтер (құрылғылар)	18
2.2.1 Жалпы мәліметтер	18
2.2.2 Эластомерлік тіректер	19
2.2.3 Қорғасын өзегі бар эластомерлік тіректер	22
2.2.4 Жазық көлденең сырғу беттері бар үйкелісті жылжымалы типтегі тіректер	24
2.2.5 Сфералық сырғу беттері бар үйкелісті жылжымалы тіректер	26
3 СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАҒЫШ ІРГЕТАСТАРЫ БАР ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ КЕЗЕҢДЕРІ	33
3.1 Жалпы нұсқаулар	33
3.2 Тұжырымдамалық жобалаудың бастапқы кезеңі	33
3.3 Шешім қабылдау кезеңі (аралық немесе нақтылау)	37
3.4 Тұжырымдамалық жобалаудың соңғы кезеңі	40
4 СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАҒЫШ ІРГЕТАСЫ БАР ҒИМАРАТТАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР	41
4.1 Негізгі талаптар	41
4.2 Сәйкестік өлшемшарттары	42
4.3 Жобалаудың негізгі ережелері	45
4.3.1 Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларға арналған негізгі ережелер	45
4.3.2 Орын ауыстыруды бақылау	45
4.3.3 Субқұрылымдар мен Суперқұрылымдардағы сейсмикалық оқшаулағыш кабаттың үстінде және астында орналасқан құрылмалық бөлшектерге қойылатын талаптар	46
4.3.4 Сейсмикалық әсерлер барысында Суперқұрылымның орын ауыстыруын камтамасыз ету	50
5 ЕСЕПТЕ ЕСКЕРІЛЕТІН, СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРІ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ	50
5.1 Сейсмикалық әсерлер	50
5.2 Беталыс коэффициенті	52
5.3 Есептеулерде ескерілетін, сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің қасиеттері	52
6 ҚҰРЫЛМАЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ	53
6.1 Жалпы мәліметтер	53
6.2 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін моделдеу	55
6.3 Эквивалентті сызықтық есептеу	56

6.4 Жеңілдетілген сызықтық есептеу	59
6.5 Модалды жеңілдетілген сызықтық есептеу	61
6.6 Уақытша облыста есептеу	61
6.7 Құрылмалық емес элементтер	62
6.8 Айнымалы шекті жағдайдағы қауіпсіздікті тексерулер (ULS)	62
А - қосымшасы (ақпараттық) Функциялық мақсаты бойынша II, III, IV жауапкершілік кластарына жатқызылған және қабаттар саны 5 (беске) дейінгіні қоса алғанда, Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды талдау үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдары.....	64
Б - қосымшасы (ақпараттық) II, III, IV функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылған және 5 (бес) қабаттан асатын Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды талдау үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдары	69
В - қосымшасы (ақпараттық) Бес қабатты ғимаратқа арналған сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің қажетті параметрлерін тиімді тербеліс кезеңінің берілген мәндерімен және тиімді тұтқыр демпфирлеу коэффициентімен алдын ала анықтау мысалдары	73
Г - қосымшасы (ақпараттық) Топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының жазбаларын пайдалана отырып орындалатын есептеулер нәтижелері бойынша 5 (бес) қабат саны бар, Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттың реакцияларын бағалау	82
Д - қосымшасы (ақпараттық) Осы Құралда қолданылатын сілтемелері бар еуропалық стандарттарға қысқаша шолу	108
Е - қосымшасы (ақпараттық) Осы Құралда қарастырылмаған сейсмикалық оқшаулағыш іргетастардың құрылмалы жүйелеріне қысқаша шолу	114

КІРІСПЕ

Осы нормативтік-техникалық Құрал "Қазақстан Республикасындағы сәулет, қала құрылысы және құрылыс қызметі туралы" Қазақстан Республикасының 2001 жылғы 16 шілдедегі № 242-ІІ Заңына сәйкес жазылған және Қазақстан Республикасының сейсмикалық қауіпті аймақтарында құрылыс үшін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар азаматтық ғимараттарды жобалауға қойылатын талаптарды белгілейді.

Осы нормативтік-техникалық Құралда келтірілген азаматтық ғимараттарды жобалауға қойылатын талаптар, оның механикалық қауіпсіздікке қойылатын талаптары бөлігінде "Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар" Қазақстан Республикасының техникалық регламентіне сәйкес келеді.

Осы нормативтік-техникалық Құрал Қазақстан Республикасында сейсмикаға төзімді құрылыстың нормативтік базасын жетілдіру және оны еуропалық стандарттармен (құрылыс Еурокодтарымен) үйлестіру мақсатында "Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау-эксперименттік институты" АҚ әзірленді.

Осы нормативтік-техникалық Құралдың авторы-техника ғылым. канд. Ицков И. Е. Тақырып жетекшісі – Б.Б.Құлбаев, ғылыми жетекшісі – техника ғылым. канд. Е.М.Шоқбаров, жауапты орындаушы-техника ғылым. канд. Ж.А.Омаров, техника ғылым. канд. Е.М.Шоқбаров, ғылыми кеңесші-техника ғылым. канд. В.А.Лапин, бірлесе орындаушылар-инж. С.А.Лопухов, инж.Т.А. Шаймерденов, инж. М.М.Абаканов.

Осы нормативтік-техникалық Құралдың ережелері ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінде қамтылған Қағидаттар мен Қағидаларға негізделеді. Нормативтік құжат ретінде осы нормативтік-техникалық Құрал ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оған ҚР НТҚ топтамасының ажырамас бөлігі болып табылады.

Осы нормативтік-техникалық Құрал ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің ережелерін толықтырады және дамытады, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің ережелерін Қазақстан Республикасының сейсмикалық аймақтарында құрылыс үшін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар азаматтық ғимараттарды жобалау барысында практикалық қолдануды суреттейтін түсініктемелер мен мысалдарды қамтиды.

Осы құжатты әзірлеу барысында назарға алынды:

– ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 басқа бөлімдерінің және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативіне өзекті ҚР НТҚ, ҚР ЕЖ EN 1998 басқа бөлімдері, ҚР ЕЖ EN басқа және оларға өзекті ҚР НТҚ ережелері;

– басқа елдердің қазіргі заманғы нормативтік құжаттарының талаптары;

– "ҚазҚСҒЗИ" АҚ және жер сілкінісіне төзімді құрылыс саласында маманданған шетелдік ұйымдардың зерттеу нәтижелері.

Мәтіні осы Құралдың тармақтарымен бірдей (оның ішінде мағыналық мазмұны бойынша) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 тармақтарының нөмірлеріне сілтемелер Құралдың тармақтарының нөмірлерінің қасында төртбұрышты жақшада көрсетілген.

Осы Құралдың тармақтарында мәтіні ішінара пайдаланылған ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 тармақтарының нөмірлеріне сілтемелер Құралдың тармақтарының тиісті мәтінінің соңында төртбұрышты жақшада көрсетілген.

ҚР ЕЖ EN жүйесінің нормативтік құжаттарына сілтемелер, оның ішінде және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативіне ҚР НТҚ, стандарттар және басқа да ақпарат көздері, осы Құралдардың тиісті тармақтарының мәтінінде қажет болған жерде көрсетілген.

Осы Құралды пайдалануына болады:

– жобалық құжаттамаға тапсырыс берушілер (мысалы, ғимараттардың жер сілкінісіне төзімділігіне қойылатын негізгі талаптарды тұжырымдау үшін);

– ғимараттарды жобалау және салу сапасын бақылауды жүзеге асыратын мамандар;

– тиісті әкімшілік органдар;

– жоғары оқу орындарының ғылыми қызметкерлері, оқытушылары мен студенттері.

Осы нормативтік-техникалық құрал Қазақстан Республикасының нормативтік құжаты ретінде ерікті негізде қолдану үшін қолданысқа енгізіледі.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ
1-БӨЛІМ. АЗАМАТТЫҚ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ. СЕЙСМИКАЛЫҚ
ОҚШАУЛАҒЫШ ІРГЕТАСТАР. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.
ЧАСТЬ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.
СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИЕ ФУНДАМЕНТЫ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Енгізу күні - 2022-12-09

1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

1.1 Құралды қолдану саласы

1.1.1 Осы нормативтік-техникалық құрал (бұдан әрі – Құрал) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 "Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау – 1-бөлім: Жалпы ережелер, ғимараттар үшін сейсмикалық әсер етулер мен қағидалар" мемлекеттік нормативтік құжатының 10-бөлімінің "Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастар" ережелерін дамытады және толықтырады.

ЕСКЕРТУ – Осы Құрал нормативтік құжат ретінде, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің басқа Бөлімдеріне өзге де ҚР НТҚ -мен қатар, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің ажырамас бөлігі болып табылады. ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10- бөлімінде және осы Құралда келтірілген ережелер, басқа ҚР ЕЖ EN нормативтеріндегі (сондай-ақ ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 1.1.1(3) тармақшасын және осы Құралдағы нұсқауларды қараңыз) ережелеріне қосымша болып табылады.

Осы Құралдың ережелері қолданылуы керек:

– сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен жабдықталған және сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар құрылыстар болып табылатын жаңа азаматтық (тұрғын, қоғамдық, өндірістік) ғимараттарды салу үшін жобалау барысында (сондай-ақ 1.1.5 қараңыз);

– қолданыстағы құрылыс объектілері болып табылатын, сейсмикалық оқшаулаудың тиімді жүйелерімен жарақтандыру есебінен олардың сейсмикалық төзімділігін арттыру мақсатында, азаматтық ғимараттарға қатысты іс-шараларды әзірлеу барысында (мысалы, жаңғырту және реконструкциялау барысында).

1.1.2 Осы Құралда сейсмикалық әсер ету барысында құрылмалы жүйелердің реакциясын төмендетуге арналған пассивті сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен жарақтандырылатын ғимараттарды жобалау бойынша жалпы ережелер келтірілген.

ЕСКЕРТУ – Қалыптасқан тәжірибеге сәйкес сейсмикалық оқшаулау жүйелері пассивті, белсенді және гибридті болып жіктеледі.

Пассивті сейсмикалық оқшаулау жүйелері-бұл параметрлері тек сейсмикалық оқшаулау элементтерін (сейсмикаға қарсы құрылғылар) құрайтын, сейсмикалық әсер ету барысында белсендірілетін қасиеттерге байланысты жүйелер. Бұл жүйелер қосымша энергия көздерін пайдаланбай, жер сілкінісі кезінде құрылмалы жүйеге берілетін механикалық энергияның төмендеуін қамтамасыз ететін мағынада пассивті болып табылады.

Белсенді сейсмикалық оқшаулау жүйелері-бұл, сейсмикалық (немесе желдік) әрекеттердің әсерін азайтатын, әрекеттерді генерациялайтын, қосымша энергия көздері арқылы ғимараттарды сейсмикаға қарсы қорғауды жүзеге асыратын жүйелер.

Ресми басылым

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

Белсенді жүйелер жер сілкінісі барысында ғимараттардың тербеліс процесін компьютерлік басқаруға негізделген.

Гибридті сейсмикалық оқшаулау жүйелері-бұл пассивті және белсенді жүйелердің белгілерін үйлестіретін жүйелер.

1.1.3 Сейсмикалық оқшаулаудың пассивті жүйелерімен жабдықталған азаматтық ғимараттардың жобалауын жүргізуі керек:

– сәулет, елдімекен құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік орган аккредиттеген мамандандырылған ғылыми-зерттеу ұйымдарымен міндетті ғылыми-техникалық сүйемелдеу кезінде;

– арнайы техникалық шарттар (АТШ) бойынша.

АТШ құжаты әрбір нақты объект үшін келесілерді ескере отырып әзірленуі тиіс:

– жобаланатын құрылыс алаңындағы инженерлік-геологиялық және сейсмологиялық жағдайларды;

– сейсмикалық оқшауланған ғимараттың сәулет-құрылыс шешімдерінің (көлемдік-жоспарлау және құрылмалық) жеке ерекшеліктерін;

– қолданылатын сейсмикалық оқшаулау жүйесінің және сейсмикаға қарсы құрылғылардың ерекшеліктерін;

– осы Құралдың ережелерімен ұсынылатын талаптарды, нұсқаулар мен ұсынымдарды.

ЕСКЕРТУ – Нормативтік құжаттарда арнайы талаптар жоқ, құрылмалы жүйелер мен құрылмаларды жобалау және салу, жобалауға арналған арнайы техникалық шарттар негізінде жүзеге асырылуы тиіс:

– тиісті тәжірибесі бар және сәулет, елдімекен құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті орган аккредиттеген ғылыми-зерттеу ұйымдарымен әзірлену;

– жобаланатын объектінің сейсмикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулау жүйесін және оны қалыптастыратын құрылғыларды монтаждау және пайдалану бойынша нақты іс-шараларды атаулы сипатта ұстау және қамту.

Арнайы техникалық шарттардың мазмұнына, келісу тәртібіне және бекітілуіне қойылатын талаптар ҚР ҚН 1.02-03 ережелеріне сәйкес болуы тиіс. Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты жобалауға арналған АТШ әзірлеу тапсырыс берушінің техникалық тапсырмасы негізінде және қатаң сәйкестікте жүзеге асырылады (ҚР ҚН 1.02-03 қараңыз).

Осы Құралдың ережелері сейсмикалық оқшауланған азаматтық ғимараттарды жобалауға қолданылады, онда:

– құрылмалы қарсылық жүйесінің сейсмикалық реакциясын төмендетуге арналған сейсмикалық оқшаулау жүйесі құрылыстың негізгі массасынан төмен орналасқан [10.1(1)P];

– құрылыстың іргетасы немесе қатты төменгі бөлігі сейсмикалық оқшаулағыш ретінде сәйкестендірілуі тиіс [10.1 (3)];

ЕСКЕРТУ – Іргетас жүйелері немесе құрылыстың қатты төменгі бөлігі (жертөле, ірге қабаттары), олардың үстінде сейсмикалық оқшаулағыш қабат орналасқан, барабар түрде жобалануы тиіс (4.3.3 қараңыз).

– құрылмалы қарсылық жүйелері тұжырымдамалық жобалаудың негізгі принциптері мен критерийлерін, сондай-ақ нормативтік шектеу талаптарын барынша қанағаттандырады.

1.1.4. Осы Құралдың ережелері келесі жобалауға қолданылмайды:

– құрылмалы жүйенің бірнеше қабаттары немесе деңгейлері бойынша бөлінген энергетикалық диссипация жүйелерімен жабдықталған ғимараттар [10.1 (4)];

– арнайы мақсаттағы және/немесе пайдаланудың арнайы технологиялық режимдері бар өнеркәсіптік ғимараттар мен имараттар және/немесе басқа да ерекше объектілер (сонымен қатар ҚР НТҚ 08-01.2-2021 ескерту, 5.1-кестені қараңыз);

– биік ғимараттар ретінде жіктелген ғимараттар (сонымен қатар ҚР НТҚ 08-01.2 және ҚР НТҚ 08-01.7 қараңыз);

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ осы Құралдың 3.2.2 және 3.2.3 қараңыз.

– күндізгі бетінде тектоникалық ақаулар пайда болуы мүмкін учаскелерде орналасқан ғимараттар;

– құрылыс алаңдарында орналастырылатын, сейсмикалығы сейсмикалық қасиеттері бойынша жергілікті топырақ жағдайлары типінің жіктелуіне байланысты және $\gamma_1=1,0$ жауапкершілік коэффициентінің мәні кезінде айқындалған $a_g=0,6$ g асатын есептік үдеу (a_g) шамаларымен сипатталатын ғимараттар (сондай-ақ осы Құралдың 5.1-кіші бөлімін қараңыз);

ЕСКЕРТУ – Жобаланатын құрылыс алаңындағы сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының түрін, әдетте, 30 және 10 метрлік беткі қабаттардағы көлденең толқындардың ($v_{s,30}$) және ($v_{s,10}$) таралу жылдамдығының эксперименттік белгіленген мәндеріне қарай жіктеу керек (ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3.2.8 қараңыз).

– шекаралары шегінде инженерлік-геологиялық жағдайлар қуаты 10 м-ден асатын қабаты бар топырақ шөгінділері бар стратиграфиялық бейінмен сипатталатын, оның шегінде көлденең толқындардың таралу жылдамдығы v_{s30} 100 м/с-тан кем болатын құрылыс алаңдарында орналастырылатын ғимараттар;

– сұйылтуға қабілетті топырақ шөгінділерімен бүктелген құрылыс алаңдарында орналастырылатын ғимараттар.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық жағынан қолайсыз алаңдарда сейсмикалық оқшауланған ғимараттар салуды жүзеге асыру қажет болған кезде топырақ негіздігінің қасиеттерін жақсарту (нығайту немесе ауыстыру) жөніндегі арнайы инженерлік іс-шаралармен сүйемелденуге тиіс.

1.2 Құралдың мақсаты

1.2.1 Осы Құрал Қазақстан Республикасының сейсмикаға төзімді құрылысының нормативтік базасын жетілдіру, оны еуропалық стандарттармен (құрылыс Еурокодтарымен) үйлестіру және құрылыс саласының инженерлік-техникалық қызметкерлеріне жобалау қағидаттары мен қағидаларын игеруде әдістемелік және практикалық көмек көрсету мақсатында жасалды, келесілерге ықпал ететін:

– жер сілкінісі кезінде адамдардың өмірін қорғауға;
– жер сілкінісінен болатын залалды шектеу;
– сейсмикалық оқиғалардан кейін халықты қорғау үшін жұмыс істеуі маңызды және қажет ғимараттардың пайдалану қасиеттерін сақтау.

1.2.2 1.2.1-де көрсетілген мақсаттарға қол жеткізу үшін сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау кезінде келесілерді басшылыққа алу керек:

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

- ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 нормативінің 1.3(2)-де жазылған жалпы шарттармен;
- ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 1.3(2) Р (сондай-ақ 2.2.4.3.3 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз) берілген алғышартпен;
- осы Құралдың ережелерімен.

ЕСКЕРТУ – Осы Құралда осы Құралдың немесе оған қатысы бар басқа да нормативтік құжаттардың кейбір талаптарына түсініктеме беретін және/немесе негіздейтін ескертпелер, сондай-ақ осы Құралдың негізгі ережелерінің практикада қолданылуын суреттейтін мысалдар келтірілген.

1.3 Құралды қолдану бойынша қосымша нұсқаулар

1.3.1 Осы Құралды ҚР ЕЖ EN 1990 – ҚР ЕЖ EN 1997, ҚР ЕЖ EN 1999 және оларға ҚР НТҚ-мен, сондай-ақ ҚР ЕЖ 1998-1:2004/2012 және ҚР НТҚ өзекті топтамаларымен бірлесіп оның басқа Бөлімдеріне қолдану керек.

ЕСКЕРТУ 1 – Осы Құрал шеңберінде сейсмикалық оқшауланған ғимараттар жобалайтын қарсылық жүйелерінің бастапқы құрылымдық элементтері (тірек құрылымдары) арматураланған бетон (темірбетон), болат және болат бетонды үйлесімді (болат темірбетон) орындалуы мүмкін деп болжанады.

ЕСКЕРТУ 2 – Темірбетонды, болат және болат темірбетонды көтеруші құрылымдарын жобалау қағидаттары мен қағидалары ҚР ЕЖ EN және оларға ҚР НТҚ тиісті нормативтік құжаттарының ережелерімен, оның ішінде ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оған ҚР НТҚ топтамасымен (мысалы, ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативі 1 – 3 бөлімдеріне және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 4-бөліміне ҚР НТҚ 08-01.2-2021 және т. б.) регламенттеледі.

ЕСКЕРТУ 3 – ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінде келтірілген қағидаттар мен қағидалар және осы Құралдың ережелері қолданылатын құрылымдық материалдардың түріне қарамастан сейсмикалық оқшауланған ғимараттар үшін ортақ болып табылады. Осы Құрал ҚР ЕЖ EN 1990 – ҚР ЕЖ EN 1997, ҚР ЕЖ EN 1999 ережелеріне қосымша сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жобалау кезінде сақталуы тиіс ережелерді ғана қамтиды.

1.3.2 Осы Құралды ҚР СТ EN 15129:2009 талаптарын және ҚР СТ EN 1337 топтамасының тиісті бөліктерін, сондай-ақ бұл орынды болған кезде және ISO 22762 топтамасын назарға ала отырып қолдану керек.

ЕСКЕРТУ – Көрсетілген стандарттар туралы қосымша ақпарат алу үшін осы Құралдың Д-қосымшасын қараңыз.

1.3.3 Осы Құралдың ережелерін сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар ғимараттарға қойылатын талаптарды реттейтін арнайы техникалық шарттарды (АТШ) және өзге де құжаттарды (аумақтық құрылыс нормалары, ұсынымдар, стандарттар және т. б.) жасау кезінде басшылыққа алу керек.

Сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау АТШ негізінде жүзеге асырылуы керек (сонымен қатар 1.1.4 қараңыз), оның шеңберінде жобалау тұжырымдамасы келесілерге қатысты нақтыланады:

- тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемдеріне және нормативтік шектеу талаптарына барынша жауап беретін сәулет-құрылыс шешімдерін (көлемдік-жоспарлау және құрылымдық) таңдау;
- сейсмикалық оқшаулау жүйелерін таңдау және оны қалыптастыру үшін қолданылатын сейсмикаға қарсы құрылыстар;

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін жобалау барысында сейсмикамен қатар, жел мен температураның әсеріне байланысты әсерлер ескерілуі тиіс.

- сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың, сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің және сейсмикалық әсерлердің есептік моделдерін таңдау;
- сейсмикалық оқшауланған құрылмалы жүйелердегі сейсмикалық әрекеттердің әсерін анықтау;
- сейсмикалық оқшаулау жүйелері мен сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оған ҚР НТҚ талаптарына сәйкестігін тексеру.

1.3.4 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің және осы Құралдың ережелерін дамытуға жасалатын құжаттардың ережелері ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөліміндегі қағидаттарға және осы құралдың нұсқауларына қайшы келмеуі тиіс.

1.3.5 Осы Құралда қамтылған ережелерден ерекшеленетін сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды есептеу мен құрастырудың баламалы арнайы қағидаларын олардың ҚР ЕЖ 1998-1:2004/2012, оның ішінде осы құжаттың 10- бөлімінде келтірілген қағидаттарға толық сәйкестігінің дәлелдері болған жағдайда ғана қолдануға жол беріледі. Бұл дәлелдер танылған ғылыми ережелерге, сыналған техникалық шешімдерге негізделуі және ғимараттарға ҚР ЕЖ 1990:2002+A1:2005/2011, ҚР ЕЖ 1998-1:2004/2012 және осы Құралда қарастырылған кем дегенде баламалы сенімділікті қамтамасыз етуі тиіс.

1.3.6 Егер сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың жобалары ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10- бөлімінде келтірілген ережелерден ерекшеленетін ережелерді қолдана отырып орындалған болса, онда әзірленген жобалар, егер олар ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 Қағидаттарына сәйкес келсе де, Еурокодтардың талаптарына толық сәйкес келетін ретінде қарастырыла алмайды (1.4(5) ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 қараңыз).

1.4 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолданудың қосымша бағыттары

1.4.1 Осы Құралдың ережелеріне сәйкес келетін сейсмикалық оқшаулау жүйелері жаңа ғимараттар салу барысында немесе Тапсырыс берушінің қалауы бойынша қолданыстағы құрылыс ғимараттарының сейсмикалық төзімділігін арттыру үшін қолданылуы мүмкін.

1.4.2 Осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау барысында сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен жабдықтау ұсынылады:

- жаңа ғимараттарды , олардың бұзылуының әлеуметтік салдарлары негізінде жер сілкінісіне төзімділігі маңызды (функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік класы - III (үшінші), ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.1-кестесіне сәйкес);
- жер сілкінісінен кейін жұмыс істеуі халықты азаматтық қорғау үшін қажет жаңа ғимараттар (функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік класы – IV (төртінші), ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.1-кестесіне сәйкес);
- мазмұны ғимараттардың өздеріне қарағанда қымбатырақ және маңыздырақ жаңа ғимараттар (мысалы, ұлттық және мәдени құндылықтар қоймалары бар немесе тербеліске сезімтал бірегей жабдықтары бар құрылыс объектілері);
- құрылмалы жүйелері пластикалық деформацияларды дамыту және сейсмикалық тербелістердің энергиясын диссипациялау мүмкіндігі шектеулі жаңа ғимараттар;
- жер сілкінісіне төзімділігін арттыру үшін тарихи және мәдени құндылығы бар қолданыстағы ғимараттар;

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

– құрылыс индустриясы кәсіпорындары игерген индустриялық үлгілік құрылыс құрылмаларын және құрылыс индустриясы кәсіпорындары игерген бұйымдарды пайдалану саласын кеңейту мақсатында жаңа ғимараттар (мысалы, оларды үлгілік жобаларда көзделгеннен жоғары сейсмикалығы бар алаңдарда қолдану қажет болған жағдайда немесе ғимараттардың биіктігін барабар ұлғайту қажет болған жағдайда).

1.4.3 Осы Құралдың ережелеріне сәйкес арнайы функциялық мақсатымен сипатталатын сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар азаматтық ғимараттарды жобалау барысында, олардың зақымдануы мен бұзылуының қолайсыз салдарын азайту мақсатында, төменде 1.4.4 және 1.4.5-те көрсетілгендей, құрылыстардың шекті биіктіктерін тағайындау кезінде арнайы шектеу талаптарын басшылыққа алу керек.

1.4.4 ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінің 5-бөлімінің нұсқауларын назарға ала отырып, сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар құрылыстардың шекті биіктігі азаматтық объектілердің келесі санаттары үшін шектелуі керек:

(а) – III (үшінші) класқа жатқызылған ауруханалар (оның ішінде аса құнды жабдықтары бар), мектептер ғимараттарының функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік;

(б) – травматологиялық және хирургиялық бөлімдері, жедел медициналық жәрдем стансалары және т. б. бар госпитальдар мен ауруханалар ғимараттарының функциялық мақсаты бойынша IV (төртінші) жауапкершілікке жатқызылған.

ЕСКЕРТУ 1 – Сондай-ақ, ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінің 5.1-кестесін қараңыз.

ЕСКЕРТУ 2 * – ***(Алынып тасталды – ҚТҮКШІК 31.07.2024 ж. №107-НҚ бұйрық).***

1.4.5 * ҚР НТҚ 08-01.2-20215.7-тармағына сәйкес, 1.4.4(а) және (б) көрсетілген мектептердің, ауруханалардың және мектепке дейінгі мекемелердің (бөбекжайлар, балабақшалар) ғимараттарын сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар құрылыстар ретінде жобалау кезінде сейсмикалық 7, 8 және 9 балл алаңдарында олардың Суперқұрылымдарының қабаттар саны (сондай-ақ 1.6.2 қараңыз) 5 (бес) қабаттан аспайтын мөлшерде шектеліп, тағайындалуы керек.

6 қабаттан жоғары тұрғын және қоғамдық ғимараттарды, 8, 9 балл алаңдарында жобалауды негіз топырақтарының сейсмикалық тербелістеріне қатысты оқшауланатын ғимараттардың тербелістерін төмендетуді қамтамасыз ететін сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолдануды ескере отырып орындау ұсынылады. ***(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 31.07.2024 ж. №107-НҚ бұйрық).***

ЕСКЕРТУ 1 – Мектептердің бес қабатты сейсмикалық оқшауланған ғимараттарында:

- жоғарғы 4 (төртінші) және 5 (бесінші) қабаттарда бастауыш сыныптардың бөлмелерін орналастыруға рұқсат етілмейді;

- 5 (бесінші) қабат әкімшілік, әкімшілік-шаруашылық кабинеттердің, мұғалімдер, медициналық кабинеттердің, кітапхананың, зертханалық, препараторлық және мұражайдың үй-жайларын орналастыруға бөлінуі қажет.

ЕСКЕРТПЕ 2 – Сейсмикалық жағынан қолайсыз алаңдарда және есептік сейсмикалығы 10 балл болатын алаңдарда құрылысқа арналған ғимараттар мен имараттарды жобалау ҚР-да қолданыстағы мемлекеттік нормативтік құжаттардың, оның ішінде өңірлік құжаттардың талаптарына қатаң сәйкестікте жүзеге асырылуы керек. Сейсмикалық жағынан қолайсыз алаңдарда және есептік сейсмикалығы 10 балл болатын алаңдарда құрылыс үшін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалауға, әдетте, жол берілмейді.

ЕСКЕРТУ 3 – Сәулет, елдімекен құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік орган айқындаған сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар ғимараттар мен имараттардың жер сілкінісі кезіндегі ахуал туралы дұрыс ақпарат алу мақсатында инженерлік-сейсмометриялық стансаларды орнатуды көздеу қажет. (сондай-ақ ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 2.2.4.3.8-ін қараңыз).

1.5 Нормативтік сілтемелер

1.5.1 Осы нормативтік-техникалық Құралда келесі нормативтік құжаттар мен стандарттарға сілтемелер пайдаланылды:

ҚР ҚН 1.02-03-2022	Құрылысқа арналған жобалау-сметалық құжаттамаларын әзірлеу, келісу, бекіту тәртібі және құрамы
ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011	Күш түсетін конструкцияларды жобалау негіздері
ҚР ЕЖ EN 1991-1-1:2002/2011	Күш түсетін конструкцияларға әсер ету.1-1 бөлімі: Өзіндік салмағы, ғимаратқа түсетін тұрақты және уақытша жүктемелер
ҚР ЕЖ EN 1991-1-3:2004/2011	Күш түсетін конструкцияларға әсер ету 1-3 бөлімі. Жалпы әсер ету. Қар жүктемелері
ҚР ЕЖ EN 1991-1-4:2005/2011	Күш түсетін конструкцияларға әсер ету 1-4 бөлімі. Жалпы әсер ету. Желдің әсер етуі
ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011	Темірбетон конструкцияларын жобалау 1-1 бөлім. Жалпы ережелер және ғимараттар ережелері
ҚР ЕЖ EN 1993-1-1:2005/2011	Болат конструкцияларды жобалау 1-1 бөлімі. Жалпы ережелер және ғимараттарға арналған ережелер
ҚР ЕЖ EN 1994-1-1:2004/2011	Болат темірбетон конструкцияларын жобалау 1-1 бөлім. Жалпы ережелер және ғимараттарға арналған ережелер
ҚР ЕЖ EN 1997-1:2004/2011	Геотехникалық жобалау 1-бөлім: Жалпы ережелер
ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012	Күш түсетін конструкцияларды жобалау негізі 1-бөлім: Жалпы ережелер, ғимараттарға арналған сейсмикалық ықпалдар мен ережелер
ҚР ЕЖ EN 1998-3:2005/2013	Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 3-бөлім: Ғимараттарды бағалау және реконструкциялау
ҚР ЕЖ EN 1998-5:2004/2013	Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 5-бөлім: Іргетастар, тірек конструкциялары және геотехникалық аспектілер
ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012	Сейсмикаға төзімді ғимараттар мен құрылыстарды жобалау. Бөлім. Жалпы ереже. Сейсмикаға әсер ету
ҚР НТҚ 08-01.1-2017	ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 1-3 бөлімдеріне нормативтік-техникалық құрал
ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012	Сейсмикаға төзімді ғимараттарды жобалау. Бөлім:
ҚР НТҚ 08-01.3-2021	Монолиттік темірбетоннан жасалған ғимараттар ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 5-бөліміне нормативтік-техникалық құрал
ҚР ЕЖ EN 1991-1-2:2002/2011	Жүктемелер мен әсерлер. Конструкцияларға өрт
ҚР НТҚ 01-01-2.1-2012	кезіндегі әсерлер
ҚР ЕЖ EN 1991-1-3 және	Ғимараттарға жүктемелер мен әсерлер. 1-3 бөлім.

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

4:2003/2011	Қар жүктемелері. 1-4 бөлім. Желдің әсері
ҚР НТҚ 01-01-3.1 (4.1)-2017	
ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011	Арматураны алдын-ала кернемей, ауыр бетоннан жасалған бетон және темірбетон конструкцияларды жобалау
ҚР НТҚ 02-01-1.1-2011	
ҚР СТ EN 1337 (барлық бөлімдері)	Тіреу бөлімдері(Structural bearings)
ҚР СТ EN 15129:2009	Антисейсмикалық құрылғылар (Anti-seismic devices)
ISO 22762-1:2018	Эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер-1 бөлім. Сынақ әдістері (Elastomeric seismic-protection isolators Part-1: Test methods).
ISO 22762-3:2018	Эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер - 3 бөлім. Ғимараттарға арналған нұсқаулық-Техникалық шарттар (Elastomeric seismic-protection isolators Part-3: Applications for buildings – Specifications).
ISO/TS 22762-4-2019	Эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер. 4 бөлім. ISO 22762-3 қолдану жөніндегі нұсқаулық (Elastomeric seismic-protection isolators - Part 4: Guidance on the application of ISO 22762-3).
ISO 80000-1:2009	СИ бірліктері және еселіктерді және кейбір басқа бірліктерді пайдалану бойынша ұсыныстар (SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units)

ЕСКЕРТУ 1 – Осы мемлекеттік нормативті пайдаланған кезде «Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативтік құқықтық актілер мен нормативтік техникалық құжаттар тізбесі», «ҚР Ұлттық стандарттары мен ұлттық техникалық-экономикалық ақпарат жіктеуіштерінің каталогы» және «Мемлекетаралық стандарттар каталогы» ақпараттық каталогтары бойынша жыл сайын жасалатын анықтамалық құжаттардың қолданылуын ағымдағы жылғы жағдай бойынша және ай сайын шығарылатын тиісті ақпараттық бюллетеньдерге - ағымдағы жылы жарияланған стандарттардың журналдары мен ақпараттық көрсеткіштері бойынша тексерген орынды. Егер сілтемелік құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормативті пайдаланған кезде ауыстырылған (өзгертілген) стандартты басшылыққа алған жөн, егер сілтемелік құжат ауыстырусыз жойылған болса, онда оған сілтеме берілген ҚР ҚН 1.02-03-2022 4 ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлігінде қолданылады.

ЕСКЕРТУ 2 – ҚР ЕЖ EN әрбір нормативтік құжатының ажырамас бөлігі оған ұлттық Қосымша (ҰК) болып табылады. ҚР ЕЖ EN-ге тиісті ұлттық Нормативтік-техникалық Құралдар (ҚР НТҚ) ҚР ЕЖ EN-нің әрбір нормативтік құжатының ажырамас бөлігі ретінде қарастырылуы керек. Бұл құжаттар ҚР ЕЖ EN нормативтік құжаттарының жалпы жүйесін қалыптастырады және соған сәйкес бірлесіп қолданылуы тиіс.

1.6 Терминдер мен анықтамалар

1.6.1 Осы Құралда қабылданған терминдер мен анықтамалар (жалпы, қосымша және арнайы) қолданылады:

- ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011, ҚР ЕЖ EN және оларға ҚР НТҚ басқа да нормативтік құжаттарында;

- ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және ҚР НТҚ оның тиісті бөлімдеріне;

- ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінде.

1.6.2 Осы Құралда ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінде қабылданған келесі терминдер мен анықтамалар қолданылады.

Сейсмикалық оқшаулау жүйесі (isolation system): Сейсмикалық оқшаулауды қамтамасыз ету үшін қолданылатын және сейсмикалық оқшаулау қабатында орналасқан элементтердің (құрылғылардың) жиынтығы.

ЕСКЕРТУ 1 – Сейсмикалық оқшаулағыш қабат, әдетте, имараттың негіздік массасынан төмен орналасқан.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің (құрылғылардың) жиынтығы деп оларды сейсмикалық оқшауланған құрылыстың жалпы құрылымдық қарсылық жүйесінің негізгі бөліктерінің бірін қалыптастыру үшін сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың (беттің) шегінде тиісті жүйелі түрде орналастыруды түсіну керек.

Сейсмикалық оқшаулау қабаты (isolation interface): Субқұрылым мен Суперқұрылымды бөлетін және оның ішінде сейсмикалық оқшаулау жүйесі орналасқан қабат.

ЕСКЕРТУ 1 – Ғимараттарда, резервуарларда және сүрлемдерде сейсмикалық оқшаулағыш қабат әдетте имараттың негіздігінде орналасады. Көпірлерде сейсмикалық оқшаулау жүйесі әдетте аралық құрылыстардың тірек бөліктерімен біріктіріледі, ал сейсмикалық оқшаулау қабаты көпір төсемі мен көпірдің тіректері немесе тіреулері арасында болады.

ЕСКЕРТУ 2 – Осы Құрал сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар азаматтық ғимараттарға қолданылады (1.1.2 қараңыз) оның шегінде сейсмикалық оқшаулау жүйесі қалыптасатын сейсмикалық оқшаулау қабаты (немесе басқаша өзара әрекеттесу беті) ғимараттың, оның ішінде құрылыстың жалпы құрылымдық қарсылық жүйесінің сәйкесінше екі негізгі (төменгі және жоғарғы), тиісінше қосымша ретінде жіктелетін "Субқұрылым" және "Суперқұрылым" бөлікке бөлінуін қамтамасыз етеді.

Сейсмикалық оқшаулағыш элементтер (isolator units): Сейсмикалық оқшаулау жүйесін құрайтын элементтер (құрылғылар).

ЕСКЕРТУ – Осы Құралдың ережелеріне сәйкес келетін сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар ғимараттарда (1.1.2 қараңыз) сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін сейсмикалық оқшаулағыш элементтерді немесе құрылғыларды (isolator units or devices) пайдалану арқылы қамтамасыз ету ұсынылады, олар серпімді пластикалық құрылғылары бар қабатты эластомерлік тіректер, тұтқыр немесе үйкеліс демпферлері, маятниктер және беталысы 2.2.1 сәйкес келетін басқа құрылғылар.

Субқұрылым (Substructure): Құрылыстың іргетасын қоса алғанда, сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында орналасқан бөлігі.

ЕСКЕРТУ – Осы Құрал шеңберінде, сейсмикалық оқшауланған құрылыстың негізгі бөлігінде, сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында орналасқан, Субқұрылым (Substructure) ретінде, іргетастар немесе іргетастарды қамтитын төменгі бөлік (жерасты) жүйелерімен қалыптасуы мүмкін қарсылықтың құрылмалы жүйесін ажыратып, оған жатқызу керек. Әдетте, Субқұрылымның көлденең икемділігі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің икемділігімен салыстырғанда шамалы болуы тиіс және қатты іргетас немесе қатты төменгі бөлік ретінде жобалануы тиіс.

Суперқұрылым (Superstructure): Имараттың сейсмикалық оқшаулағыш қабатының үстінде орналасқан сейсмикалық оқшауланған бөлігі.

ЕСКЕРТУ – Осы Құрал шеңберінде сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан сейсмикалық оқшаулағыш құрылыстың негізгі бөлігінде Суперқұрылым ретінде (Superstructure) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 5, 6 және 7-бөлімдерінде және осы бөлімдерге ҚР НТҚ көрсетілгендей

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

(сондай-ақ, осы Құралдың 1.1.5 қараңыз) құрылмалы түрі бойынша жіктелетін, сондай-ақ, Суперқұрылымның негізінде құрылма ростверка кеңістіктік жүйелермен қалыптастырылуы мүмкін қарсылықтың құрылмалы жүйесін ажыратып, оған жатқызу керек.

Толық оқшаулау (Full isolation): Егер сейсмикалық есептеу жағдайында ол серпімді деформациялар саласында жұмыс істесе, Суперқұрылым толығымен сейсмикалық оқшауланған болып саналады. Басқа жағдайда Суперқұрылым ішінара сейсмикалық оқшауланған болып саналады.

Тиімді қаттылық орталығы (Effective stiffness centre): Сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің және Субқұрылымның икемділігін ескере отырып анықталған сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың жоғарғы бетіндегі қаттылық орталығы.

ЕСКЕРТУ 1 – Ғимараттарда, резервуарларда және соған ұқсас имараттарда тиімді қаттылық орталығын анықтау барысында Субқұрылымның икемділігін елемеге және оны сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің қаттылық орталығымен сәйкес келетіндей етіп қабылдауға болады.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау барысында құрылыстың жалпы құрылмалық қарсылық жүйесіндегі іргетастар және/немесе қатты төменгі бөлік жүйелері жалпы жағдайларда тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемдерін қанағаттандыратын (сондай-ақ 2.1.10 ҚР НТҚ 08-01.2-2021 қараңыз) және оның барабар беріктігін қамтамасыз ететін Субқұрылым жүйесі қалыптастырылатындай етіп орналастырылады деп болжанады беріктік және кеңістіктік қаттылық.

Есептік орын ауыстыру (басты бағыттағы сейсмикалық оқшаулау жүйелері) (Design displacement (of the isolation system in a principal direction): Есептелген сейсмикалық әсерге сәйкес келетін тиімді қаттылық орталығындағы Суперқұрылымның түбіне қатысты Субқұрылымның жоғарғы бөлігінің максималды көлденең қозғалысы.

Толық есептік орын ауыстыру (сейсмикалық оқшаулағыш элемент негізгі бағытта) (Total design displacement (of an isolator unit in a principal direction): Сейсмикалық оқшаулағыш элементтің орналасқан жеріндегі максималды көлденең орын ауыстыру, оның ішінде тік осьтің айналасындағы Суперқұрылымның бұралуынан туындаған есептелген орын ауыстыру және орын ауыстыру.

Тиімді қаттылық (басты бағыттағы сейсмикалық оқшаулау жүйелері) (Effective stiffness (of the isolation system in a principal direction): сейсмикалық оқшаулағыш қабат арқылы есептелген орын ауыстыру барысында Суперқұрылымға берілетін жалпы көлденең күш мәнінің сол бағыттағы есептелген орын ауыстырудың абсолютті мәніне қатынасы (қималы қаттылық).

ЕСКЕРТУ – Тиімді қаттылық әдетте итеративті динамикалық есептеу арқылы есептеледі.

Тиімді кезең (Effective Period): Массасы Суперқұрылымның берілген массасына сәйкес келетін, ал қаттылығы сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді қаттылығына тең болатын бір еркіндік дәрежесі бар жүйенің қарастырылып отырған бағытындағы негізгі рең бойынша тербеліс кезеңі.

Тиімді демпферлеу (басты бағыттағы сейсмикалық оқшаулау жүйелері) (Effective damping (of the isolation system in a principal direction): Есептелген қозғалысқа циклдік реакция кезінде диссипацияланған сейсмикалық оқшаулау жүйесінің энергиясына сәйкес келетін тиімді тұтқыр демпферлік мән.

1.6.3 Осы Құралда ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оған ҚР НТҚ нормативтеріне қатысы бар келесі қосымша терминдер қолданылады:

Акселерограмма (accelerogram): Уақыт өте келе топырақ немесе құрылыс қозғалысының үдеуін сипаттайтын тәуелділік (график немесе цифрландыру түрінде).

Аспаптық акселерограмма (instrumental accelerogram): Нақты жер сілкінісі кезінде аспаптық түрде тіркелген акселерограмма.

Жасанды акселерограмма (Artificial accelerogram): уақыт бойынша қозғалыс үдеулерінің өзгеру процесін сипаттайтын, үдеулердегі реакциялардың берілген спектріне және оның ұзақтығы, иілу формасы және жиілік құрамы қарастырылатын сейсмикалық процестің кейбір басқа сипаттамаларына сәйкес келетін жасанды түрде жасалған тәуелділік.

Ғимараттың басты бағыттары (ғимараттың құрылымдық сұлбасы) – Жоспардағы ғимараттың тербелістерінің негізгі трансляциялық өзіндік формаларының бағыттарымен сәйкес келетін екі көлденең ортогональды бағыт. Негізгі бағыттарды симметриялы конфигурациясы бар және жоспардағы массалар мен қаттылықтардың симметриялы таралуы бар тұрақты ғимараттар үшін ғана анықтауға болады.

Азаматтық ғимараттар – Адамның тұрмыстық және қоғамдық қажеттіліктерін қанағаттандыруға арналған ғимараттар. Азаматтық ғимараттар шартты түрде тұрғын және қоғамдық болып бөлінеді. Тұрғын үйлер-бұл тұрғын үйлер, қонақ үйлер мен жатақханалар. Қоғамдық ғимараттар-әкімшілік ғимараттар, емдеу-алдын алу, білім беру мекемелері, кинотеатрлар, мұражайлар және т.б.

Демпфирлеу – Динамикалық әсерлердің әсерін төмендететін құрылымды жүйеде энергияны таратудың ішкі механизмдерінің әсері.

Деформация – Сыртқы немесе ішкі күштердің әсерінен қатты дененің формасын өзгерту.

Диафрагма – Көлденең немесе дерлік көлденең құрылма (мысалы, сейсмикалық әсерге төзімді тік құрылымдарға көлденең сейсмикалық жүктемелерді беруге арналған аражабын тақтасы).

Ғимараттың қатты төменгі бөлігі – Ғимараттың төменгі бөлігі, оның іргетасы, сондай-ақ жертөле қабаттары және/немесе ірге қабаты кеңістіктік қаттылықтың жоғары деңгейімен сипатталады.

Негізде бекітілген ғимарат (fixed-base building): Есептеулерде негізде бекітілген ретінде қарастырылатын, сейсмикалық оқшаулау жүйесі жоқ ғимарат.

Ғимараттың маңызды бағыттары (ғимараттың құрылымдық сұлбасы) – Ғимарат жоспарындағы екі ортогональды бағыт, олардың бойында ғимараттың құрылымдық сұлба элементтерінде көлденең есептік сейсмикалық әсерлер қолданылған кезде реакциялар пайда болады, олар елеулі қателіктерсіз максималды деп саналуы мүмкін.

Құрылымды жүйе – Бірлескен жұмыс үшін белгілі бір тәсілмен біріктірілген ғимараттың көтеруші құрылымдарының қалыптасқан комбинациясы.

Диссипативті құрылымды жүйе – Пластикалық гистерезистік бағыт арқылы және/немесе басқа механизмдердің көмегімен энергияны таратуға қабілетті құрылымды жүйе.

Диссипативті емес құрылымды жүйе – иілгіш гистерезис беталысы арқылы тербеліс энергиясын мағыналы түрде тарату мүмкіндігі жоқ құрылымды жүйе. Диссипативті емес құрылымды жүйенің есептелген сейсмикалық әсерлерге төзімділігі көтеруші құрылымдардың тек сызықтық серпімді беталысын болжай отырып орындалған есептеумен қамтамасыз етіледі.

Құрылымдық сұлба – Ғимараттың құрылымды жүйесінің құрамын және оны қалыптастыратын құрылымдық элементтердің кеңістікте орналасуын сипаттайтын нұсқа.

Құрылмалық-жоспарлау шешімі – Ғимараттың құрылмалы жүйесімен, көтеруші құрылмалардың орналасуымен және көлемдік-кеңістіктік құрылмалық сұлбасымен сәйкес келетін жоспарлау шешімі.

Құрылмалық элемент – Бұл құрылмалы жүйенің физикалық тұрғыдан ерекшеленетін бөлігі (мысалы, баған, арқалық, тақта, байланыс, қабырға және т. б.)

Беталыс коэффициенті (behaviour factor): құрылмалық материалдың, құрылмалы жүйенің және қабылданған жобалау әдістемесінің ерекшеліктеріне байланысты, имараттың сызықтық емес реакциясын есепке алу мақсатында, сызықтық есептеу нәтижесінде алынған күштерді азайту үшін жобалау кезінде пайдаланылатын коэффициент.

Жауапкершілік коэффициенті (importance factor): Имараттың істен шығуының салдарын ескеретін коэффициент.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық есептік жағдайды қарау барысында сенімділікті саралау имараттарды жауапкершіліктің әр түрлі кластарына жіктеу арқылы жүзеге асырылады, олардың әрқайсысына жауапкершілік коэффициенті беріледі. Жауапкершілік коэффициенті-ғимаратқа есептелген сейсмикалық жүктемелерді анықтауда қолданылатын коэффициент. Жауапкершілік коэффициентінің мәні ғимараттың функциялық мақсатына және оның қабатына (биіктігіне), ғимараттағы жабдықтың құндылығына, ғимараттың халықты азаматтық қорғау үшін маңыздылығына және сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың істен шығуының әлеуметтік-экономикалық салдарына байланысты нормаланады.

Айнымалы шекті ахуалдар (ultimate limit states): Құрылманың (имараттың) бұзылуына немесе істен шығуының басқа түрлеріне байланысты ахуалдар.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық есеп айырысу жағдайын қарастырған кезде айнымалы шекті ахуалдар (ULS) - бұл адамдардың қауіпсіздігіне нұқсан келтіруі мүмкін бұзылумен немесе құрылмалық істен шығудың басқа түрлерімен байланысты ахуалдар.

Пайдалану жарамдылығы бойынша шекті ахуалдар (serviceability limit states): Ахуал, одан асып кеткен кезде имараттың немесе оның құрылмалық элементтерінің пайдалану жарамдылығына белгіленген талаптар орындалмайды.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық есептік жағдайды қарастырған кезде зақымдануды шектеу бойынша шекті ахуалдар (DLS) – бұл, пайда болғаннан кейін, белгіленген пайдалану талаптары орындалмайтын зақыммен байланысты ахуалдар.

Құрылмалы емес (көтеруші емес) элемент (non-structural element): Сәулеттік, механикалық немесе электрлік элемент, жүйе немесе құрауыш, ол өзінің беріктігінің жеткіліксіздігіне немесе имаратпен қосылудың қабылданған әдісіне байланысты жобалау барысында құрылмалы жүйеге келетін сейсмикалық жүктемені қабылдайтын элемент ретінде қарастырылмайды.

Серпімді реакциялардың нормаланған спектрі (normalized elastic response spectrum): Амплитудалық құрауыштары берілген акселерограмманың максималды амплитудасына жатқызылған серпімді реакциялар спектрі (максимум бойынша нормаланған).

ЕСКЕРТУ – Басқаша-бұл акселерограмма бойынша құрылған серпімді реакциялар спектрі, оның максимумы 1 (бірлікке) әкеледі.

Топырақты негіздік (foundation soil): Ғимараттан түсетін жүктемелер мен әсерлерді қабылдайтын және ғимаратқа табиғи және техногендік процестерден сейсмикалық әсерлерді беретін топырақ массиві.

Қағидаттар (Principles): ҚР ЕЖ EN 1998 және басқа да ҚР ЕЖ-де келтірілген қағидаттар, егер өзгеше арнайы ескертілмесе, олар үшін баламасы жоқ жалпы ережелер мен анықтамаларды, сондай-ақ баламасы жоқ талаптарды немесе талдамалық модельдерді қамтиды.

Ережелер (Rules): Қағидаттарға сәйкес келетін және олардың талаптарының орындалуын қамтамасыз ететін жалпыға бірдей танылған ережелер.

ЕСКЕРТУ – Баламалы ережелер-ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 Қағидаттарына қайшы келмейтін және бірнеше мүмкін шешімнің бір нұсқасын таңдау мүмкіндігін қамтамасыз ететін өзара ерекше ережелер (талаптар, талдамалық модельдер, қағидалар және т.б.).

Құрылмалы есептеу (structural analysis): Имараттың кез келген нүктесіндегі әсерлердің (күштердің, моменттердің, кернеулердің, деформациялардың) әсерін анықтау рәсімі немесе алгоритмі.

ЕСКЕРТУ – Есептеуді әр түрлі моделдерді қолдана отырып үш деңгейде жүргізуге болады: жалпы есептеу, жеке құрылмалық элементтерді есептеу, локалды (жергілікті) есептеу. Жалпы есептеу-бұл құрылмалы жүйеде құрылмалы жүйеге әсер етумен теңдікте болатын және геометриялық өлшемдерге, көтеруші құрылмаларының ерекшеліктеріне және құрылмалық материалдардың қасиеттеріне байланысты күштердің, моменттер мен күштердің өзара келісілген шамаларын анықтау.

Сейсмикалық есептік жағдай (seismic design situation): Сейсмикалық әсер ету барысында имараттың ерекше жағдайларын ескеретін есептік жағдай.

Сейсмикалық әсер (А_Е) (seismic action (A_E)): Жер сілкінісі кезінде топырақ қозғалысынан туындайтын әсер.

Сейсмикалық жүктемелер – Сейсмикалық әсер ету барысында ғимаратқа әсер ететін инерциялық күштер.

Есептік сейсмикалық жүктеме – Нормалардың ережелеріне сәйкес айқындалатын болжамды сейсмикалық әсерлерге олардың реакцияларына байланысты жобаланатын ғимараттарға жүктеме.

Сейсмикалық оқшауланған ғимарат (seismically isolated building): Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталған ғимарат.

Серпімді реакциялар спектрі (elastic response spectrum): Максималды реакциялардың (үдеулерде, жылдамдықтарда немесе ығысуларда) абсолюттік мәндерінің жиынтығы болып табылатын кесте, акселерограмма берген әсердегі сызықтық-серпімді осцилляторлардың тербелмелі жүйесі, меншікті кезеңдердің (жиіліктердің) функциясы және осцилляторлардың демпферлік параметрі ретінде салынған.

Әсер ету әсері (E) (effect of action (E)): құрылмалық элементтерге әсер ету нәтижесі (мысалы, ішкі күштер, моменттер, кернеулер, деформациялар) немесе әсер етуден туындаған бүкіл имараттың реакциясы (мысалы, ауытқулар, бұрылыстар).

Екінші ретті әсерлер – Сейсмикалық жүктемелер барысында құрылмалы жүйенің деформациясы нәтижесінде пайда болатын екінші қайталама ықпалдар. Құрылмалы жүйенің деформациясынан қосымша ықпалдар ("P-Δ" ықпалдары) екінші ретті теория бойынша есептеулер жүргізу барысында анықталады.

1.7 СИ бірліктерінің халықаралық жүйесі

1.7.1 ISO 80000-1:2009 сәйкес СИ бірліктері қолданылуы тиіс.

1.7.2 Есептеу барысында келесі өлшем бірліктерін қолдану ұсынылады:

- күштер мен жүктемелер: кН, кН/м, кН/м²;
- меншікті масса (тығыздық): кг/м³, т/м³;
- масса: кг, т;
- үлес салмағы: кН/м³;
- кернеулер мен беріктік: Н/мм² (= МН/м² или МПа), кН/м² (= кПа);
- сәттер (иілу және т. б.): кНм;
- жеделдету: м/с², g (= 9,81 м/с²).

2 СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАҒЫШ ЭЛЕМЕНТТЕР ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

2.1 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін жобалау тұжырымдамалары

2.1.1 Осы Құралдың 2-бөлімінің ережелері сейсмикалық оқшауланған азаматтық ғимараттарға жатады (сонымен қатар 1.1.2 қараңыз), олардың тұжырымдамалық жобалауы оларды төменде көрсетілген сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен жабдықтауды көздейді.

ЕСКЕРТУ – Осы Құрал шеңберінде "сейсмикалық оқшауланған ғимарат" терминімен "сейсмикалық оқшаулағыш іргетасымен" және/немесе "сейсмикалық оқшаулағыш қатты төменгі бөлігімен" ғимаратты (құрылысты) да түсіну керек.

2.1.2 Ғимараттың құрылмалы жүйесінің сейсмикалық әсерлерге реакциясының төмендеуіне оның негізгі тондағы тербеліс кезеңінің ұлғаюы, негізгі тондағы тербеліс формасының өзгеруі, демпфердің жоғарылауы немесе осы әсерлердің тіркесімі арқылы қол жеткізуге болады [10.1(2)].

Сейсмикалық оқшаулау жүйесінде сызықтық немесе сызықтық емес серпімді элементтер және / немесе демпферлер болуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Сызықтық емес сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар ғимараттар үшін меншікті тербеліс кезеңдері "тиімді тербеліс кезеңдері", демпферлеудің сандық көрсеткіштері – "тиімді тұтқыр демпфирлеу" мәндері, ал тербеліс формалары-сызықтық тербелістердің өзіндік формалары бойынша ыдырайтын сызықтық емес тербелістердегі деформация формалары деп түсініледі.

2.1.3 2.1.2-дегі мақсаттарға қол жеткізу үшін сейсмикалық оқшауланған ғимаратты, оның жалпы құрылмалық қарсылық жүйесінің бөлігі ретінде жобалау барысында биіктігі бойынша сейсмикалық оқшаулағыш қабатпен бөлінетін екі негізгі бөлікті ажырату керек, олар "Субқұрылым" және "Суперқұрылым" ретінде жіктеледі.

Субқұрылым - бұл сейсмикалық оқшаулағыш қабаттан төмен орналасқан, іргетастарды немесе іргетастарды және қатты төменгі бөлікті қамтитын жалпы құрылымдық қарсылық жүйесінің төменгі бөлігі және топырақ негізімен, сондай-ақ оны бүйірден қоршап тұрған кері толтырғыш топырақпен тікелей әрекеттеседі.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ, 4.3.3.3 қараңыз.

Суперқұрылым - сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан жалпы құрылымдық қарсылық жүйесінің жоғарғы бөлігі, оған Субқұрылыммен әрекеттесетін топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының әсері сейсмикалық оқшаулау жүйесі арқылы беріледі.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ, 4.3.3.4 қараңыз.

2.1.4 Суперқұрылымның сейсмикалық реакциясының төмендеу дәрежесі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қасиеттеріне және оны қалыптастыратын сейсмикалық оқшаулағыш элементтерге (құрылғыларға, тіректерге), сейсмикалық оқшаулау қабатының шегінде орналасқан, сондай-ақ Суперқұрылымның сипаттамалары мен параметрлеріне байланысты.

Осы Құралда қарастырылатын сейсмикалық оқшаулау жүйелерін үш түрге бөлуге болады (Бірінші, Екінші және Үшінші), олардың сипаттамалары мен ерекшеліктері туралы жалпы мәліметтер төмендегі 2.1.4.1 – 2.1.4.3 тармақшаларында келтірілген.

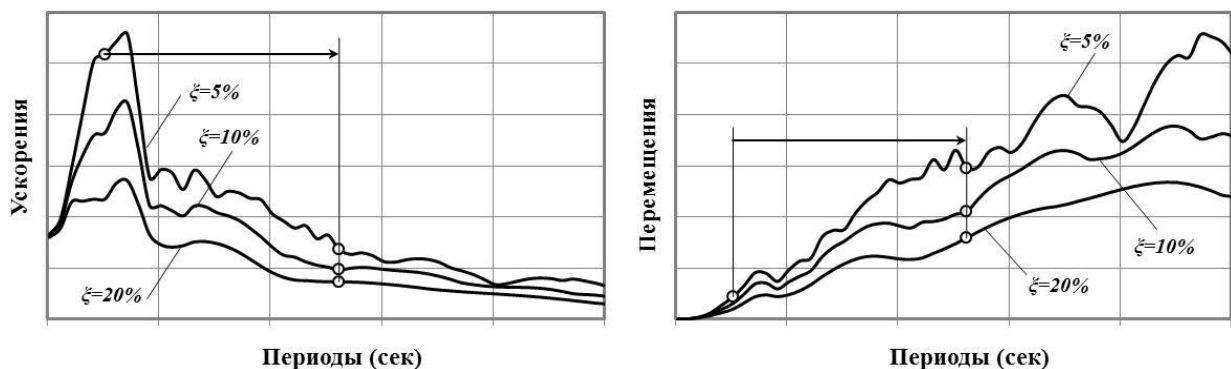
2.1.4.1 Бірінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесі өзінің тербелістерінің жиілік спектрін өзгерту арқылы Суперқұрылымға көлденең сейсмикалық жүктемелердің шамаларын азайту қабілетімен, атап айтқанда, негізгі тон бойынша Суперқұрылымның тербеліс кезеңдерін ұлғайту қабілетімен сипатталады.

ЕСКЕРТУ 1 – Жер сілкінісінің аспаптық жазбаларына негізделген реакция спектрлері спектрлік үдеулердің ең үлкен шамалары байқалатын кезеңдер диапазоны, әдетте, негізгі тондар бойынша ғимараттардың өзіндік тербеліс кезеңдерінің диапазонына жақын екенін көрсетеді. Бұл ғимараттардың қауіпсіздігіне теріс әсер етеді және ықтимал сейсмикалық оқиғалардан болатын шығындарды шектейтін іс-шараларға айтарлықтай шығындарды талап етеді.

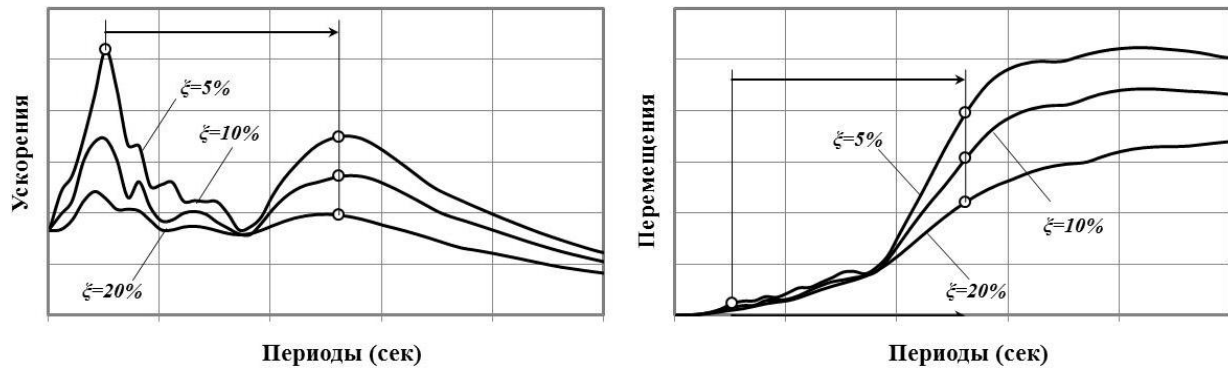
ЕСКЕРТУ 2 – Тиісті сейсмикалық оқшаулағыш элементтерді (құрылғыларды) пайдалану арқылы қалыптасатын Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесі Суперқұрылымның негізгі тербеліс тондарының кезеңдерін 1,5 – 3,0 сек немесе одан да көп мәндерге дейін ұлғайтуға мүмкіндік беретін көлденең икемділіктің жоғарылауына ие, онда спектрлік үдеулер әдетте құрылымды жүйелердің негізгі тербеліс тондарының кезеңдеріне қарағанда бірнеше есе аз болады, онда Суперқұрылымдар Субқұрылымдармен қатты байланысқан.

Әр түрлі спектрлік құрамы бар сейсмикалық әсерлердегі өзіндік тербелістердің кіші және үлкен кезеңдері бар құрылымды жүйелердің реакцияларындағы айырмашылық 2.1-суретте сұлбалық түрде көрсетілген.

(а)



(б)



2.1-сурет – Әр түрлі спектрлік құрамы бар (а) және (б) сейсмикалық әсерлерді сипаттайтын және ξ -тұтқыр демпферлік коэффициенттің әр түрлі мәндеріндегі негізгі тон бойынша меншікті тербелістердің кіші және үлкен кезеңдері бар ғимараттардың реакцияларындағы айырмашылықты суреттейтін үдеу мен орын ауыстырудағы реакция спектрлері

2.1-суреттен ғимараттардың реакцияларының шамалары (сейсмикалық оқшауланған және сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталмаған) олардың негізгі тербеліс кезеңдерімен және сейсмикалық әсерлердің спектрлік ерекшеліктерімен ғана емес, сонымен қатар ғимараттардың тербеліс энергиясын диссипациялау қабілетімен де байланысты екендігі шығады.

ЕСКЕРТУ 3 – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың диссипативті қасиеттері негізінен Бірінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің диссипативті қасиеттерімен анықталады (4.2.9-да 2-ескертуді қараңыз), бұл сейсмикалық оқшаулағыш қабаты арқылы Субқұрылымның Суперқұрылымнан бөлінуін қамтамасыз етеді. Бірінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің энергияны диссипациялауға жеткілікті қабілеті сейсмикалық оқшауланған құрылымның Суперқұрылымының тиімді жұмыс істеуі үшін қажетті шарт болып табылады.

ЕСКЕРТУ 4 – Энергияның диссипациялану қабілеті төмен Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесін қолдану жағдайында қарқынды және ұзақ мерзімді сейсмикалық әсерлер барысында Суперқұрылым мен Субқұрылымның өзара көлденең орын ауыстырулары бірнеше жүз миллиметрге жетуі мүмкін (ең қолайсыз жағдайларда – бір метрге дейін және одан да көп) және сейсмикалық оқшаулау жүйесінің бұзылуына әкелуі мүмкін (сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің қасиеттерінің шегінің сарқылуына байланысты).

Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің диссипативті қасиеттерін дұрыс таңдау мүмкіндік береді:

- Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның шамадан тыс қозғалысын болдырмау;
- Суперқұрылымға әсер ететін сейсмикалық жүктемелер шамасының едәуір шегінде реттеу;
- сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылым кезеңдерінде ықтимал резонанстық әсерлерді тежеу.

ЕСКЕРТУ 5 – Бірінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесінде қолданылатын сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің (құрылғылардың) кейбір түрлерінің сипаттамасы осы Құралдың 2.2.2 және 2.2.3-де келтірілген.

2.1.4.2. Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесі Суперқұрылымға әсер ететін көлденең сейсмикалық жүктемелердің деңгейін шектеу қабілетімен сипатталады.

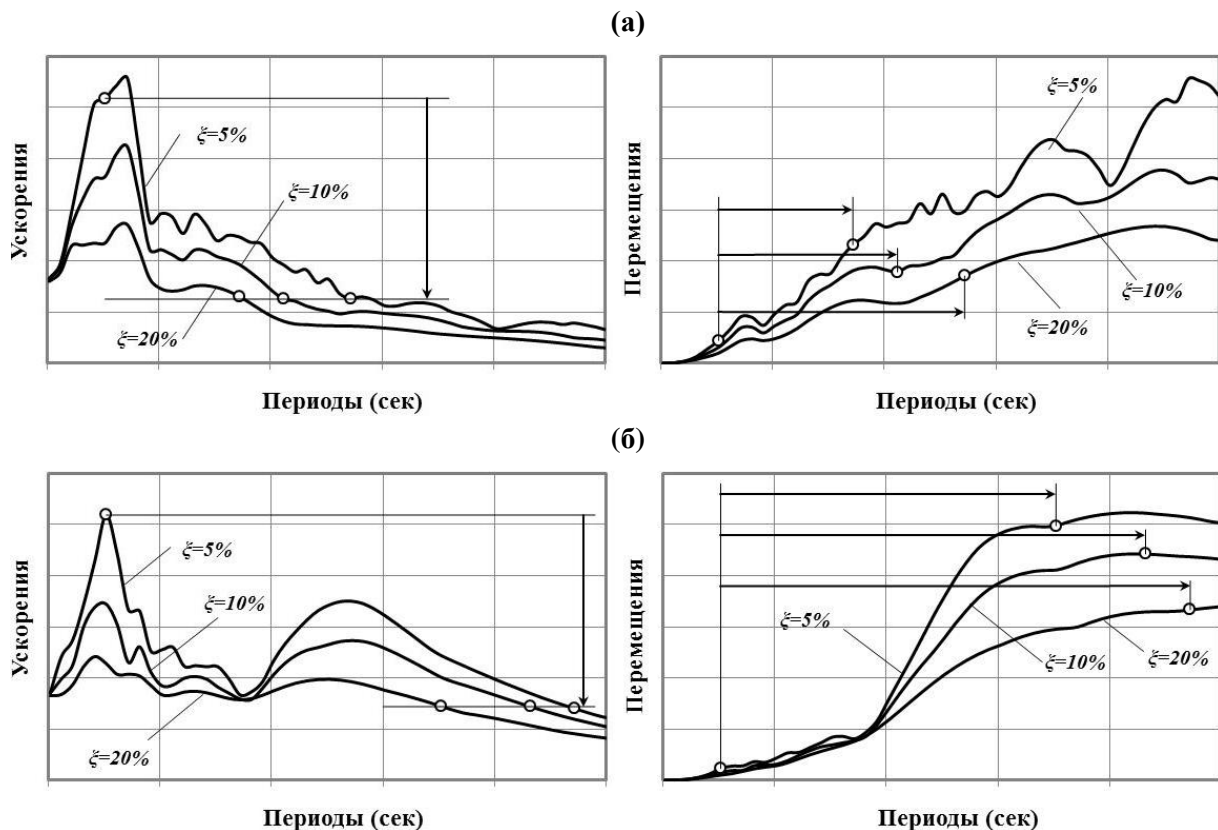
ЕСКЕРТУ 1 – Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесі Субқұрылым мен Суперқұрылым арасындағы өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету арқылы Суперқұрылымға көлденең жүктемелердің шамасын шектеуге ықпал етеді, ол "жылжымалы белдеу" деп аталатын сейсмикалық оқшаулағыш элементтерден (құрылғылардан) қалыптасады, олар негізінен жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-қозғалмалы тіректер болып табылады.

ЕСКЕРТУ 2 – Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйелері Суперқұрылымның меншікті тербелістерінің жиілік спектрін өзгертпейді. Көлденең жүктемелердің белгілі бір деңгейіне дейін (сейсмикалық және жел) олар Суперқұрылымның Субқұрылыммен қатаң кинематикалық байланысын қамтамасыз етеді, ал осы деңгейден асқаннан кейін (іске қосу шегіне жеткенде) – элементтердің (сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының құрамдас бөліктерінің) жанасатын жазық көлденең беттері

арасындағы үйкеліс күштері есебінен энергияның диссипациясымен қатар жүретін олардың өзара көлденең ығысуларына мүмкіндік береді.

Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен Суперқұрылымға әсер ететін максималды сейсмикалық күштер осы тіректердің құрылымдық ерекшеліктеріне және сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыда көлденең сырғу беттері бар құрауыштарды орындау үшін қолданылатын материалдардың үйкеліс қасиеттеріне байланысты деңгейде тұрақтандырылады.

ЕСКЕРТУ 3 – Әр түрлі спектрлік құрамы бар сейсмикалық әсерлер кезінде базамен тығыз байланысы бар ғимараттар мен екінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар ғимараттардың реакцияларындағы айырмашылық 2.2-суретте сұлбалық түрде көрсетілген.



2.2 – сурет – Әр түрлі спектрлік құрамы бар (а) және (б) сейсмикалық әсерлерді сипаттайтын және ξ -тұтқыр демпферлік коэффициенттің әр түрлі мәндеріндегі Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйелері бар ғимараттар мен ғимараттардың реакцияларындағы айырмашылықты суреттейтін үдеу мен орын ауыстырудағы реакция спектрлері

ЕСКЕРТУ 4 – 2.2-суреттен сейсмикалық әсердің спектрлік құрамының қарқындылығы мен ерекшеліктері ғимараттың Суперқұрылымына жататын инерциялық күштердің деңгейіне әсер етпейтінін, бірақ Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның өзара орын ауыстыруларының шамаларында көрінетінін көруге болады.

Суперқұрылым мен Субқұрылымның өзара көлденең қозғалыстарына шектеулер болмаған кезде (әдетте бұл тәжірибеде жоқ), Суперқұрылымға әсер ететін жиынтық сейсмикалық күштер ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің салмағының сырғу беттері арасындағы үйкеліс коэффициентіне көбейтіндісіне тең шамадан аспайды.

ЕСКЕРТУ 5 – Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесінде қолданылатын сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің (құрылғылардың) кейбір түрлерінің сипаттамасы осы Құралдың 2.2.4-де келтірілген.

2.1.4.3 Үшінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесі Суперқұрылымның меншікті тербелістерінің жиілік спектрін өзгерту қабілеттерінің Суперқұрылымға әсер ететін көлденең сейсмикалық жүктемелердің деңгейін шектеу қабілетімен үйлесуімен сипатталады.

ЕСКЕРТУ 1 – Үшінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесі сейсмикалық оқшаулағыш элементтерден (құрылғылардан) қалыптасатын сейсмикалық оқшаулағыш қабатты құру арқылы Субқұрылым мен Суперқұрылым арасындағы өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету арқылы Суперқұрылымға көлденең сейсмикалық жүктемелердің мөлшерін шектеуге ықпал етеді, олар негізінен сфералық сырғу беттерімен үйкеліс-қозғалмалы тіректер болып табылады.

ЕСКЕРТУ 2 – Көлденең жүктемелердің белгілі бір деңгейіне дейін сырғу сфералық беттері бар үйкеліс-жылжымалы тіректер түріндегі сейсмикалық оқшаулағыш элементтер (құрылғылар) Субқұрылым мен Суперқұрылым арасындағы қатаң кинематикалық байланысты қамтамасыз етеді, ал осы деңгейден асып кеткеннен кейін-негізгі тондар бойынша Суперқұрылымның тербеліс кезеңдерінің ұлғаюымен және жанасатын сфералық беттер арасындағы үйкеліс күштерінің есебінен энергияның диссипациясымен сүйемелденетін олардың өзара көлденең қозғалысына мүмкіндік береді.

ЕСКЕРТУ 3 – Үшінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімділігі Бірінші және Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің тиімділігіне қарағанда сейсмикалық әсерлердің қарқындылығы мен жиілік құрамының ерекшеліктеріне аз тәуелді.

Үшінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйелерінде қолданылатын сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің (құрылғылардың) кейбір түрлерінің сипаттамасы осы Құралдың 2.2.5-де келтірілген.

2.2 Сейсмикалық оқшаулағыш элементтер (құрылғылар)

2.2.1 Жалпы мәліметтер

2.2.1.1 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің ғимараттардың сейсмикалық әсерге реакциясын азайту және шектеу қабілеті осы жүйелерді құрайтын сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің (құрылғылардың) қасиеттеріне байланысты.

ЕСКЕРТУ – Қазіргі уақытта сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің құрылымдық шешімдерінің ондаған нұсқалары белгілі. Алайда, осы жүйелердің кейбіреулері ғана үлкен жер сілкінісі кезінде тексеруден өтті және/немесе олардың тиімділігі эксперименттік-теориялық зерттеулердің нәтижелері бойынша жалпыға бірдей танылды.

Осы Құралда сейсмикаға төзімді құрылыстың әлемдік тәжірибесінде танылған және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 талаптарына сәйкес келетін сыналған сейсмикалық оқшаулау жүйелері ғана қарастырылады.

2.2.1.2 Сейсмикалық оқшаулау жүйелері жер сілкінісіне төзімді құрылыстың әлемдік тәжірибесінде кең таралған, олар сейсмикалық оқшаулау құрылғыларының келесі түрлерін қолдана отырып қалыптасуы мүмкін:

- а) эластомерлік тіректер (қабатты резеңке металл);
- б) жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы тіректер;
- в) сфералық сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы тіректер.

ЕСКЕРТУ – 2.2.1.2-де келісілген осы Құралдағы сейсмикалық оқшаулағыш тіректер сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар азаматтық ғимараттарды жобалау барысында сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қалыптастыруда пайдалану үшін барынша ұсынылатын ретінде қарастырылады.

2.2.1.3 Азаматтық ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау барысында, сейсмикалық оқшаулағыш іргетасымен жабдықтаудың келесі нұсқалары қарастырылуы мүмкін:

– энергияның диссипациялану қабілеті төмен немесе жоғары қабілетті сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерді (сонымен қатар, 2.2.2 қараңыз) немесе қорғасын өзегі бар эластомерлік сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді (сонымен қатар, 2.2.3

қараңыз) қолдана отырып, Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесі (сонымен қатар, 2.1.4.1 қараңыз);

– Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесі (сонымен қатар, 2.1.4.2 қараңыз) жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді қолдана отырып (сонымен қатар, 2.2.4 қараңыз);

– сфералық сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді қолдана отырып (сонымен қатар, 2.2.5 қараңыз), Үшінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесі (сонымен қатар, 2.1.4.3 қараңыз).

2.2.1.4 Азаматтық ғимараттардың осы Құралдарының ережелеріне сәйкес жобалау барысында сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің қасиеттерін де, сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің типтерінің параметрлері мен сипаттамаларын да барабар түрде біріктіруге болатын құрама типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйелерін құруға рұқсат етілуі мүмкін (сонымен қатар, 2.2.1.2 және 2.2.1.3 қараңыз). Сейсмикалық оқшаулаудың құрама жүйелерін құру барысында жобалау мақсаттарына қол жеткізу үшін тұтқыр немесе гистерезис түріндегі әртүрлі арнайы демпферлерді де қолдануға болады.

ЕСКЕРТУ 1 – Сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің құрама типтерімен жабдықталған сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жобалау, тексерулер мен бағалаудың неғұрлым күрделі рәсімдерін жүзеге асыру қажеттілігін ескере отырып, қажетті және негізделген жағдайларда ғана қарастыру ұсынылады.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің құрама типтерімен қалыптастыру кезінде сейсмикалық оқшаулау тіректерінің қасиеттерінің үйлесімділік факторы ескерілуі тиіс. Мысалы, белгілі бір сейсмикалық оқшаулау жүйесінде көлденең сырғу беттері бар эластомерлік және үйкеліс-жылжымалы тіректерді қолдануға болады, олар сфералық сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы сейсмикалық оқшаулағыш тіректермен біріктірілмейді, олардың беталысы құрылғы механизмінің сәл өзгеше жұмыс принципіне жүзеге асырылады (сонымен қатар 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4 және 2.2.5 қараңыз).

2.2.1.5 Сейсмикалық оқшаулау жүйелері мен сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді пайдаланудың есептік мерзімі жобаланатын сейсмикалық оқшауланған ғимаратты пайдаланудың есептік мерзіміне сәйкес келуі тиіс.

2.2.2 Эластомерлік тіректер

2.2.2.1 Эластомерная опора Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықтау үшін қолданылатын эластомерлік тірек (немесе қабатты резеңке металлды, сондай-ақ, 2.2.1.2 және 2.2.1.3 қараңыз) - бұл сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы, ол табақ болаттан және табиғи немесе жасанды резеңкеден жасалған табақтардан кезектесіп төселген көлденең қабаттардың бір пакеттік жиынтығы болып табылады.

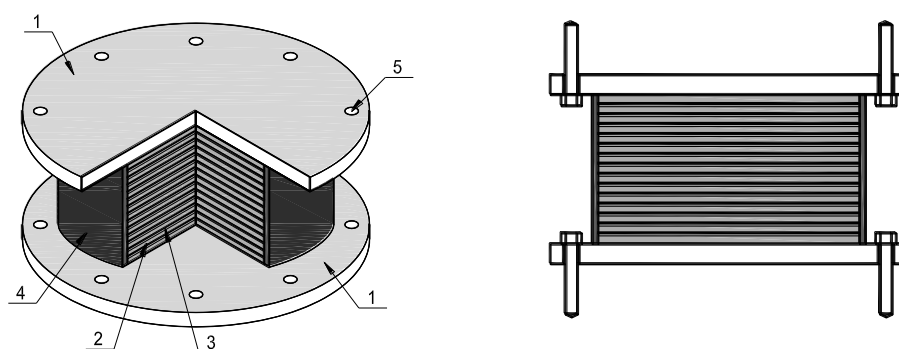
Эластомерлік тіректердің жалпы қабатты резеңке металл пакетінде төменгі және жоғарғы ұштарында болат байланыстырушы фланецтер қарастырылады, олар арқылы эластомерлік тіректер арнайы анкерлік бұрандарының көмегімен Субқұрылым және Суперқұрылым жүйелеріне бекітіледі.

Осы құрауыштардың барлық байланыс беттерінде үйлесімдік өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету үшін резеңке мен болат табақтарын бір қабатты пакетке біріктіру вулканизация немесе арнайы желімдеу материалдарының көмегімен жүзеге асырылады.

ЕСКЕРТУ – Осы Құралмен жалпы сипаты бар ақпараттық мәліметтер ғана ұсынылады. Сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің параметрлері, оларды жасау үшін қолданылатын құрылмалы

материалдардың сипаттамалары мен қасиеттері туралы нақты мәліметтер және басқа да деректер, мысалы, бұйымдардың тиісті стандарттардың талаптарына сәйкестігі, монтаждау және пайдалану жөніндегі техникалық талаптар, сондай-ақ бұйымның сыртқы әсерлерден қорғалу дәрежесі дайындаушы компаниямен ұсынылуы тиіс. Сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің параметрлеріне әсер ететін, композициялық қабатты пакеттегі резеңке құрауыштың сипаттамалары мен қасиеттері ерекше маңызды көрсеткіштер болып табылады. Субқұрылымды және Суперқұрылымды жүйелерге бекіту үшін арнайы анкерлік бұрандаларының пайдалану, қажет болған жағдайда, сейсмикалық оқшаулағыш тіреуіш зақымдалған немесе бұйымның қандай да бір ақаулары болған жағдайда оны ауыстыруды жүзеге асыру мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Әдеттегі эластомерлік тірек құрылмасының (немесе әдетте қабатты резеңке металлды деп аталады) негізгі техникалық шешімі туралы жалпы түсінік 2.3-суретте көрсетілген.



Шартты белгілер:

- 1 - Субқұрылым мен Суперқұрылымның тіректі көтеруші құрылмаларына бекітуге арналған байланыстырушы болат фланецтер;
- 2 - табақ резеңке қабаттары;
- 3 - табақты болат қабаттары (болат пластиналар);
- 4 - қабатты резеңке металлды қаптаманы қорғайтын ауа өткізбейтін резеңке қабық;
- 5 - Субқұрылымға және Суперқұрылымға бекіту үшін анкерлік бұрандаларына арналған фланецтердегі тесіктер.

2.3-сурет – Сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тірек

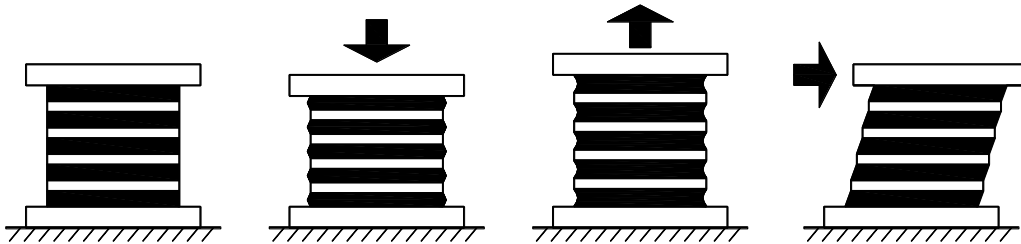
2.2.2.2 Диссипативті қасиеттерді, беріктікті, тік және көлденең қаттылықты, ұзақ мерзімділігі және басқа да бірқатар пайдалану көрсеткіштерін қамтамасыз ету бөлігінде эластомерлік тіректерге қойылатын жобалау талаптарына байланысты эластомерлік тіректің құрылмасы құрауыштар (болат және резеңке) материалдарының физикалық-механикалық қасиеттерін, сондай-ақ эластомерлік тіректің қажетті геометриялық параметрлерін (қабаттар саны) ескере отырып тағайындалуы тиіс (негізгі құрауыштар мен олардың қалыңдығы, биіктігі бойынша қабатты пакеттің өлшемдері және оның жоспардың көлденең проекциясы, сондай-ақ байланыстырушы фланецтер жоспарының көлденең проекциясының қалыңдығы мен өлшемдері).

Эластомерлік тіректің композициялық қабатты пакеттеріндегі табақты болаттан қабаттары, негізінен, тік жүктемелер кезінде резеңке парақтардың дөңестенуіне жол бермейді (көлденең горизонталды деформацияларды шектейді) және эластомерлік тіректердің тік қаттылығы мен беріктігін қамтамасыз етеді. Төмен ығысу қаттылығы бар резеңке парақтардың қабаттары негізінен эластомерлік тіректердің көлденең икемділігін қамтамасыз етеді.

Эластомерлік тіректер өздерінің төменгі ығысу қаттылығының арқасында Суперқұрылымның меншікті көлденең тербелістерінің жиілік спектрін өзгертеді, ал тіректердің деформациясы кезінде пайда болатын қалпына келтіретін күштер Суперқұрылымды бастапқы қалпына келтіруге тырысады.

ЕСКЕРТУ 1 – Эластомерлік тіректер көлденең және тік бағытта циклдік қозғалыстар кезінде қысу, созылу, ығысу және бұралу күштерін қабылдай алады.

Есептелген гравитациялық жүктемелер кезінде эластомерлік тіректердің тік деформациясы, әдетте, бірнеше миллиметрден аспайды. Эластомерлік тіректердің көлденең деформациясы олардың мөлшеріне және биіктігіне байланысты және бірнеше жүз миллиметрге жетуі мүмкін (2.4 суреттіқараңыз).



2.4 - сурет – Тік және көлденең жүктемелер кезінде эластомерлік тіректердің деформациясы

ЕСКЕРТУ 2 – Эластомерлік тіректердің құрауыштарының қасиеттері мен сипаттамалары жеткілікті жоғары сенімділік деңгейінде болжанады, бұл аналитикалық бағалауды дұрыс жүргізуге және талдау нәтижелерін түсіндіруге, сондай-ақ осы нәтижелерді сейсмикалық оқшаулау жүйесінің құрылғыларымен өзара әрекеттесу аймақтарындағы көтеруші құрылымдарды егжей-тегжейлі пайдалану кезінде пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар осы Құралдың Д қосымшасын қараңыз.

2.2.2.3 Диссипативті қасиеттердің айқындалу сипатына байланысты эластомерлік тіректерді екі түрге бөлуге болады:

- энергияны диссипациялау қабілеті төмен тіректер;
- энергияны диссипациялау қабілеті жоғары тіректер.

2.2.2.4 Осы Құралда энергияның диссипациялану қабілеті төмен эластомерлік тіректер деп диссипативті қасиеттері ξ - тұтқыр демпфирлеу коэффициентімен сипатталатын, мәндері айнымалы мәннің 5% аспайтын тіректер түсініледі.

Энергияны диссипациялау қабілеті төмен эластомерлік тіректерді дайындау үшін резеңкеден (жасанды немесе табиғи) жасалған табақтар пайдаланылады, оларды өндіру кезінде оның демпферлік қасиеттерін арттыруды көздемейтін технологиялар қолданылады.

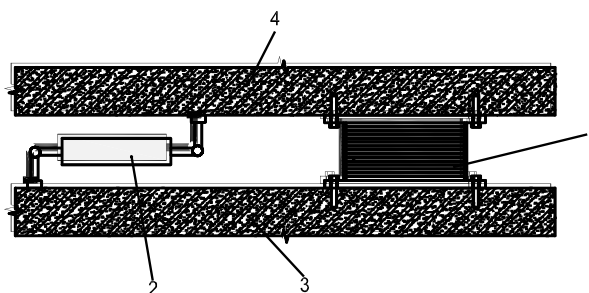
ЕСКЕРТУ 1 – Энергияның диссипациялану қабілеті төмен эластомерлік тіректердің диссипативті қасиеттерін сипаттайтын коэффициенттің мәні өзгермелі тіректерде пайда болатын ішкі үйкеліс күштеріне байланысты және әдетте 2-3 % құрайды.

Энергияны диссипациялау қабілеті төмен эластомерлік тіректерді жасау оңай, жүктеме жылдамдығы мен тарихына, сондай-ақ температура мен тозуға сезімтал емес. Олар үшін 100% немесе одан да көп салыстырмалы ығысу өзгерістеріндегі сызықтық беталыс тән.

ЕСКЕРТУ 2 – Эластомерлік тіректердің салыстырмалы ығысу деформациялары осы жерде және одан әрі олардың биіктігінің пайызында көрсетілген.

Энергияны диссипациялау қабілеті төмен эластомерлік тіректер қажет болған жағдайда сейсмикалық тербелістердің энергиясын диссипациялау үшін осындай эластомерлік тіректердің төмен қабілетін өтеуге мүмкіндік беретін тұтқыр немесе гистерезис түріндегі арнайы демпферлермен бірге қолданылады. Эластомерлік тіректерді

амортизаторлармен біріктірудің қағидатты техникалық шешімі төмендегі 2.5-суретте көрсетілген.



Шартты белгілер:

- 1 - эластомерлік тірек;
- 2 - демпфер;
- 3 - Субқұрылым;
- 4 - Суперқұрылым.

2.5-сурет – Эластомерлік тіректі демпфермен құрамдастыру кезінде сейсмикалық оқшаулау жүйесінің фрагменті

2.2.2.5 Осы Құралда энергияның диссипациялану қабілеті жоғары эластомерлік тіректер деп, диссипативті қасиеттері мәні 10% - дан асатын ξ - тұтқыр демпферлеу коэффициентімен сипатталатын тіректер түсініледі.

ЕСКЕРТУ – Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары эластомерлік тіректердің диссипативті қасиеттері негізінен резеңкедегі гистерезис процестеріне байланысты (оның пластикалық және сызықтық емес серпімді деформацияларына энергия шығыны) және әдетте ξ - тұтқыр демпфирлеу коэффициентінің мәндерімен 10-20% шегінде сипатталады.

Энергияны диссипациялау қабілеті жоғары эластомерлік тіректерде оның демпферлік қасиеттерін қажетті деңгейге дейін арттыруды қамтамасыз ететін арнайы технологиялар бойынша дайындалған резеңкеден жасалған табақтар қолданылады.

Энергияны диссипациялау қабілеті жоғары эластомерлік тіректер көлденең ығысу деформацияларына 200 ... 350% дейін шыдай алады, бірақ олардың пайдалану, сондай-ақ қаттылығы мен диссипативті сипаттамалары жүктеме жылдамдығы мен тарихына, сондай-ақ қоршаған орта мен тозу температурасына байланысты.

Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары эластомерлік тіректер үшін әдетте сызықтық емес беталыс.

ЕСКЕРТУ – Ескірудің тозу процесі негізінен энергияның диссипациялану қабілеті жоғары эластомерлік тіректің резеңке құрауышының физикалық-механикалық қасиеттерінің уақыт өте келе деградациясына байланысты екенін түсіну керек, сондықтан оның беріктігі құрылыстың жобалық қызмет ету мерзіміне сәйкес келуі тиіс.

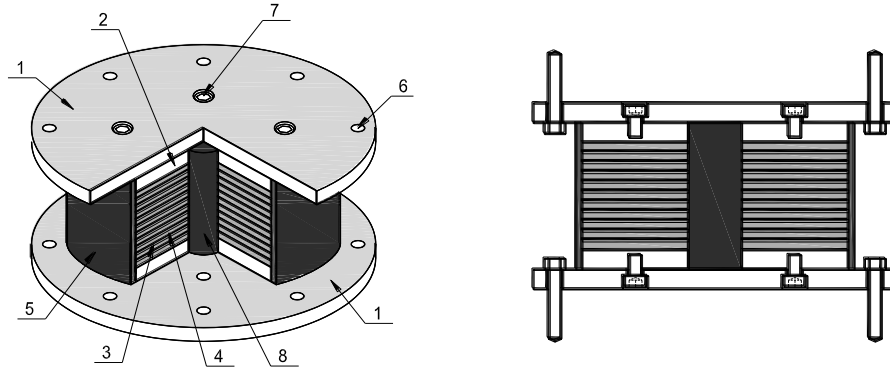
2.2.3 Қорғасын өзегі бар эластомерлі тіректер

2.2.3.1 Қорғасын өзегі бар эластомерлі тірек (сонымен қатар 2.2.1.2 және 2.2.1.3 қараңыз), сейсмикалық оқшауланған ғимаратты Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықтау үшін қолданылады (сонымен қатар 2.1.4.1 қараңыз), бұл сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы, ол кезектесіп салынған көлденең қабаттардың жеке пакеттік жиынтығынан, табиғи немесе жасанды резеңкеден жасалған табақтардан тұрады (сондай-ақ, 2.2.2.1 қараңыз), онда қорғасын өзегін орнату үшін тік қуыс қалыптасады, сондай-ақ, арнайы анкерлік бұрандаларының көмегімен Субқұрылымға және

Суперқұрылымға тіректің төменгі және жоғарғы бекітпелері үшін екі фланецті пластинамен жинақталады.

Қорғасын өзегі эластомерлік тіректің қабатты резеңке металл пакетінің ортасында алдын ала жасалған тесікте (қуыста) орналасқан және диаметрі пакеттің сыртқы диаметрінің 15% - дан 33% - на дейін болуы мүмкін.

Қорғасын өзегі бар эластомерлік тіректің типтік дизайнының негізгі техникалық шешімі туралы жалпы түсінік 2.6-суретте көрсетілген.



Шартты белгілер:

- 1 - Субқұрылымның және Суперқұрылымның тірек көтеруші құрылмаларына бекітуге арналған жалғағыш болат фланецтер;
- 2 - фланецті жалғамаларға арналған қабатты пакеттің үстіңгі және астыңғы болат тілімі;
- 3 - табақ болат табақтар (болат тілімдер);
- 4 - табақ резеңке қабаттары;
- 5 - қабатты резеңке металлды пакетті қорғайтын, қымталған қорғаныш резеңке қабық;
- 6 - Субқұрылымға және Суперқұрылымға бекіту үшін анкерлік бұрандаларының астына қосылатын болат фланецтердегі тесіктер;
- 7 - кілтке арналған тесіктер
- 8 - қорғасын өзегі.

2.6-сурет – Қорғасын өзегі бар эластомерлі тірек

Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыға қорғасын өзегі бар композициялық өзара әрекеттесетін қабатты резеңке металл пакетті біріктіру көлденең деформациялар кезінде энергияның гистерезис диссипациясының көрінісін қамтамасыз етеді.

Қорғасын өзегі бар эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректе бар:

- пайдалану жүктемелері деңгейіндегі жоғары тік қаттылық;
- төмен деңгейдегі көлденең жүктемелердің әсерінен жоғары көлденең қаттылық;
- жоғары деңгейдегі көлденең жүктемелердің әсерінен төмен көлденең қаттылық;
- энергияны диссипациялау қабілеті жоғары.

2.2.3.2 Қорғасын өзегі бар эластомерлік тіректердің диссипативті қасиеттері олардың көлденең ығысу деформацияларының шамаларына байланысты және 15-тен 35% - ға дейінгі мәндермен тиімді ξ -тұтқыр демпферлік коэффициентімен сипатталады.

2.2.3.3 Қорғасын өзегі бар эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер 120...200% дейінгі көлденең ығысу деформацияларына шыдай алады. Сонымен қатар, олардың параметрлері 2.2.2.5-те сипатталған эластомерлік тіректердің параметрлеріне қарағанда тік жүктемелердің шамаларына, жүктеме жылдамдығы мен тарихына, қоршаған орта температурасы мен ескіруіне онша сезімтал емес.

2.2.3.4 Көлденең әсерлердің төмен деңгейлерінде (мысалы, жел немесе әлсіз сейсмикалық әсерлерде) қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік

тіректер көлденең және тік бағытта қатты элементтер ретінде, ал көлденең әсерлердің жоғары деңгейлерінде көлденең бағытта икемді және тік бағытта қатты элементтер ретінде жұмыс істейді.

ЕСКЕРТУ – Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректер сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жоғары сейсмикалық аймақтарда салу үшін жобалау барысында сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың ең көп қолданылатын түрі болып табылады.

2.2.4 Жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы типтегі тіректер

2.2.4.1 Сейсмикалық оқшаулағыш тірек жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы (сонымен қатар, 2.2.1.2, 2.2.1.3 қараңыз), сейсмикалық оқшауланған ғимаратты Екінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықтау үшін қолданылады (сонымен қатар 2.1.4.2 қараңыз), сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы болып табылады, ол қатты тірек блогымен және сырғу алаңының болат тілімімен жабдықталуы тиіс.

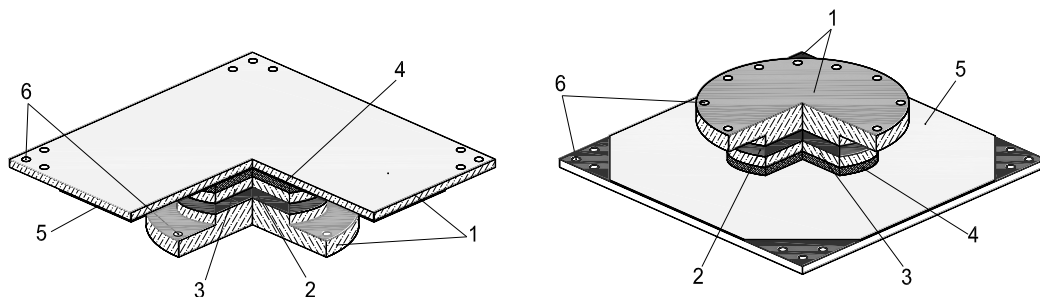
Қатты тірек блогы бірнеше, үйлесімді өзара әрекеттесетін құрауыштардан тұрады:

- болатты негіздіктен (мысалы, түйіспелі беттерді өңдеумен тұтас болатты құйма түрінде немесе дәнекерленген болаттан жасалған бұйым түрінде);
- резеңке табақтардан (жасанды немесе табиғи);
- табақты тот баспайтын болаттан жасалған тілімдер;
- сырғымалы үйкеліс коэффициентінің төмен мәні бар синтетикалық материалдан жасалған қабаттан (мысалы, фтор қабаттан).

Болат, табақты резеңке және синтетикалық материалдан жасалған құрауыштардың біртұтас қатты тірек блогына біріктіру, осы құрауыштардың барлық түйіспе беттерінде өзара үйлесімді әрекеттесуін қамтамасыз ету мақсатында вулкандану (мысалы, болатпен резеңке) және/немесе арнайы желімдеу материалдарымен (мысалы, болат және фтор қабатымен) көмегімен орындалуы мүмкін.

Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыны орнату сырғу алаңының орналасуына байланысты, Субқұрылымның жоғарғы деңгейінде, немесе Суперқұрылымның төменгі деңгейінде, оның негізгі бөліктерін орналастырудың екі нұсқасында жүзеге асырылуы мүмкін.

Жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы сейсмикалық оқшаулағыш тіректің типтік құрылмасының негізгі техникалық шешімі туралы жалпы түсінік 2.7-суретте көрсетілген.



Шартты белгілер:

1 - Субқұрылымға және Суперқұрылымға бекітілген тірек болат тілімдер;

- 2 - қатты тірек блогының резеңке табағы
- 3 - ішкі болат тілімдер;
- 4 - сырғымалы тіректің жоғарғы бөлігінің жабыны (мысалы, фтор қабатынан); қатты тірек блогынан
- 5 - сырғу болатын болат тілім (мысалы, тот баспайтын болаттан жасалған);
- 6 - үйкеліс-жылжымалы тіректің бөліктерін Субқұрылымға және Суперқұрылымға бекіту (орнықтыру) үшін тіректі бекітуге қажет анкерлік бұрандаларға арналған тесіктер.

2.7-сурет – Жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы сейсмикалық оқшаулағыш тірек

2.2.4.2 Сейсмикалық оқшаулағыш тіреу жоғары диссипативті эластомерлік тіректерден (2.2.2 және 2.2.3 қараңыз) айырмашылығы, жазық көлденең сырғу беттері (немесе тегіс сырғу тірегі) бар үйкеліс-жылжымалы, өте төмен іске қосу шегімен сипатталады және жоғары диссипативті эластомерлік тіректерге қарағанда, энергияның әлдеқайда көп таралуын қамтамасыз етеді ($\xi=63,7\%$ дейін).

Алайда, эластомерлік тіректерден айырмашылығы, жазық жылжымалы тіректерде қалпына келтіретін күштердің болмауына байланысты, қарқынды сейсмикалық әсерлерде Суперқұрылым Субқұрылымға қатысты үлкен бір жақты көлденең қозғалыстарға ие болуы мүмкін, ал сейсмикалық жүктемелер тоқтатылғаннан кейін Субқұрылымға қатысты үлкен қалдық көлденең қозғалыстар болуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ 1 – Суперқұрылымның үлкен бір жақты қозғалыстары көлденең жазықтыққа қатысты "жылжымалы белдеудің" көлбеуінен, сыртқы сейсмикалық әсердің асимметриясынан және/немесе діріл қозғалысының әсерінен, яғни тұрақты немесе шамалы өзгеретін жылдамдықпен Суперқұрылымның баяу бағытталған қозғалысынан туындауы мүмкін.

ЕСКЕРТУ 2 – Тегіс сырғу тіректерінің қатаң кеңістіктік локациясын (орналасуын) қамтамасыз ету қажет, әсіресе синтетикалық материал қабаты мен сырғу алаңы арасындағы өзара әрекеттесу жазықтықтарының көлденеңдігі мен параллелизміне қатысты, жеке сейсмикалық оқшаулау құрылғысында да, жалпы сейсмикалық оқшаулау жүйесінде де. Яғни, Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің Субқұрылым мен Суперқұрылымның тірек бөлімдерінің әртүрлі геометриялық кемшіліктеріне сезімталдығын атап өткен жөн, өйткені өзара әрекеттесу жазықтықтарының параллельсіздігі мен көп бұрышты бағыты сейсмикалық оқшаулау жүйесінің жалпы жұмысына теріс әсер етуі мүмкін, соның ішінде жеке құрылғылардың бірқалыпсыздық жүктелуіне әкеледі.

ЕСКЕРТУ 3 – Егер ғимарат тек тегіс сырғу тіректерінен ("жылжымалы белдеуі" деп аталатын) қалыптасатын Екінші типтегі сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталған болса, онда Суперқұрылымда Субқұрылымға қатысты қалдық үлкен бір жақты көлденең қозғалыстар болуы мүмкін және нәтижесінде қатты тірек блоктары мен сырғу алаңдарының локациясының (орналасуының) жобалық сұлбасында көзделген Субқұрылым мен Суперқұрылым арасындағы өзара әрекеттесу шарттары өзгеруі мүмкін. Сырғу алаңының жоғарғы немесе төменгі орналасуына байланысты қалдық үлкен бір жақты көлденең ығысулар жобалау барысында қарастырылмаған сейсмикалық оқшауланған ғимараттың қарсылық жүйесінде жалпы және/немесе жергілікті сипаттағы әсерлердің болуына әкелуі мүмкін.

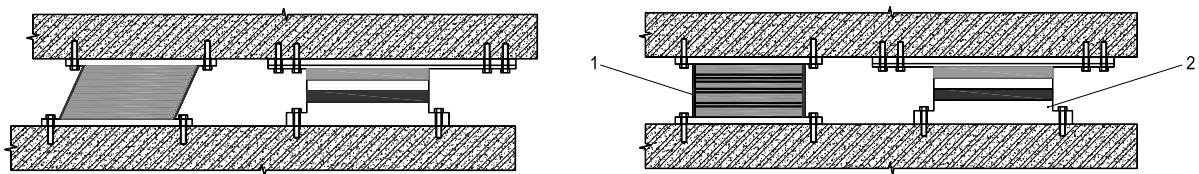
ЕСКЕРТУ 4 – Кейбір шетелдік нормалардың ережелеріне сәйкес, арнайы қозғалыс шектегіштерімен жабдықталмаған, қарастырылып отырған типтегі үйкеліс-жылжымалы тіректері бар сейсмикалық оқшаулау жүйелері сейсмикалық әсер ету кезінде ғимарат негізінің күтілетін қозғалыстарынан 3 есе артық Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның қозғалу мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс. Үлкен көлемді сырғу алаңдарын қамтамасыз ету қажеттілігі сейсмикалық оқшаулағыш тегіс сырғу тіректері орналасқан жерде тірек құрылмаларын орнату барысында ұтымды техникалық шешімдер қабылдау мүмкіндігіне теріс әсер етуі мүмкін және бұл теріс фактор ретінде қарастырылуы керек.

2.2.4.3 Сейсмикалық оқшаулағыш жайпақ сырғу тіректерін пайдалана отырып, сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылатын сейсмикалық оқшауланған

ғимаратты жобалау барысында, әдетте, "топырақ-Субқұрылым-сейсмикалық оқшаулау-Суперқұрылым" глобалды жүйесін бастапқы немесе оған жақын күйге қайтаруды қамтамасыз ету мүмкіндігін қарастыратын жобалау іс-шаралары көзделуі керек. Осы мақсатта келесі әдістер ұсынылуы мүмкін:

– сейсмикалық оқиғадан кейін тиісті күштік жабдықты пайдалану арқылы Суперқұрылымды бастапқы немесе оған жақын жерге қайтару мүмкіндігі қамтамасыз етілетіндей Суперқұрылым негізінде құрылмалық шешімді қарастыру;

– жазық сырғу тіректерімен қатар серпімді сейсмикалық оқшаулағыш ұрылғыларды (мысалы, төмендегі 2.8-суретте көрсетілгендей эластомерлік тіректер) және/немесе қосымша серпімді элементтерді (амортизаторлар) пайдаланатын құрама сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру.



Шартты белгілер:

1 - сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тірек;

2 - жазық көлденең сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы сейсмикалық оқшаулағыш тірек.

2.8 - сурет – Сейсмикалық оқшаулау жүйесіндегі жазық сыру тірегі мен эластомерлік тіректі біріктіру нұсқасы

2.2.5 Сфералық сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы тіректер

2.2.5.1 Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты Үшінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықтау үшін қолданылатын (сонымен қатар 2.1.4.3 қараңыз) сфералық сырғу беттері бар үйкеліс-жылжымалы тіректер (немесе маятникті сырғу тіректері, сондай – ақ 2.2.1.2, 2.2.1.3 қараңыз) - бұл сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар, олардың құрамдас бөліктері олардың арасындағы сырғудың түйіспелі беттері сфералық формаға сәйкес келетін етіп жасалады.

ЕСКЕРТУ 1 – Сфералық сырғу беттері бар сейсмикалық оқшаулағыш үйкеліс-жылжымалы тіректерді маятниктік сырғу тіректері деп атайды, өйткені оларда орналасқан Суперқұрылым сейсмикалық әсерлер кезінде үйкеліс болған жағдайда маятниктің қозғалысына ұқсас қозғалыстар жасайды (осы кіші бөлімнің 2.2.5.5-тегі 2.10-суретті қараңыз). Осы Құралда маятникті жылжымалы тіректердің үш түрі қарастырылған (сонымен қатар 2.2.5.3 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – Энергия тербелмелі үйкеліс күштері есебінен диссипацияланатын сейсмикалық оқшаулағыш тіректер (шар және аунақ тіреуіштер, кинематикалық іргетастар және энергияның диссипациялану қабілеті төмен оларға ұқсас құрылғылар) осы Құралда қарастырылмайды. Осындай және басқа сейсмикаға қарсы құрылғыларды қолданатын кейбір жүйелер туралы қосымша ақпарат алу үшін осы Құралдың Е қосымшасын қараңыз.

2.2.5.2 Осы Құралдың осы кіші бөлімінде маятникті жылжымалы тіректер қарастырылады, олардың барлық түрлерін қалыптастыру кезінде қағидатты техникалық шешім олардың құрамдас бөліктерінің болуын болжайды:

– қажетті геометриялық параметрлері бар иілген сфералық сырғу беттерін

қалыптастыратын тірек тақталар (сонымен қатар 2.2.5.5, 2.2.5.6 және 2.2.5.7 қараңыз);

– қажетті геометриялық параметрлері бар имек және иілген сфералық сырғу беттерін қалыптастыратын сырғымалар (немесе сырғымалар тобы) (сонымен қатар 2.2.5.5, 2.2.5.6 және 2.2.5.7 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 1 – Сырғу беттеріндегі сырғымалардың көлденең орын ауыстыруларының берілген шектеріндегі шектеулер үшін тірек тақталар мен кейбір сырғымалардың бөлшектерінде шектеу аядамаларының функцияларын орындайтын арнайы ернеулер қарастырылған (сонымен қатар 2.2.5.4, 2.2.5.5 және 2.2.5.6 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – Әдетте, маятникті жылжымалы тірек түріндегі сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының жиынтық бөлшектері арнайы болаттардан (зауыттық жағдайда арнайы өңделген болат құймалардан, тиісті маркалардан) жасалады. Қажет болса, сонымен қатар түйіспелі беттердің арнайы жабыны да (мысалы, аптаумен) қарастырылуы мүмкін.

2.2.5.3 Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыны қалыптастыру бойынша техникалық шешімнің ерекшеліктеріне байланысты маятникті сырғу тіректерді келесі түрлерге бөлуге болады:

– бір сфералық сырғу бетімен; бұдан әрі-бір маятникті сырғу тіректері (сонымен қатар 2.2.5.5 қараңыз);

– екі сфералық сырғу беттерімен; бұдан әрі-екі маятникті сырғу тіректері (сонымен қатар 2.2.5.6 қараңыз);

– төрт сфералық сырғу беттерімен бұдан әрі-үш маятникті сырғу тіректері (сонымен қатар 2.2.5.7 қараңыз).

2.2.5.4 Барлық түрдегі маятникті сырғымалы тіректерде:

– сырғытпалар мен тірек тақталарының формалары түйіспелі беттеріндегі кернеулердің біркелкі таралуын қамтамасыз етеді және қолайсыз жергілікті әсерлердің пайда болу мүмкіндігін болдырмайды;

– сырғымалардың сырғудың түйіспелі сфералық беттері бойымен жылжуы кезінде Суперқұрылым көтеріледі және глобалды көлденең жазықтыққа параллель гравитациялық күшінің құрамдас бөлігі оны тұрақты тепе-теңдіктің бастапқы орнына қайтаруға тырысады;

– диссипативті қасиеттер тірек тақталары мен сырғытпалардың түйіспелі беттерінде көрінетін материалдардың үйкеліс қасиеттерімен өзара байланысты, көбінесе диссипативті қасиеттер 10-нан 30% - ға дейінгі мәндермен тиімді ξ - тұтқыр демпферлік коэффициентпен сипатталады.

2.2.5.5 Бір маятникті сырғымалы тірек екі көлденең тірек тақтасынан тұрады, олардың біреуі сфералық ойыс беті бар және сфералық топсалы сырғақ тақталар арасында орналасқан.

Бір маятникті сырғымалы тірек түріндегі сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы (сонымен қатар 2.2.5.2, 2.2.5.3 қараңыз) қарастырылып отырған жағдайда екі тірек тақтайшамен және бір сырғақпен жинақталады, онда жиынтық бөлшектері өзара әрекеттесуінің түйіспелі беттері арнайы түрде қалыптасады.

Осы мақсатта сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы сырғыманың берілген шектерде орын ауыстыруын қамтамасыз ету үшін оның қисықтық радиусының тиісті өлшемімен ойыс сфералық сырғу бетімен көзделетін төменгі тірек тақтайшамен жинақталады.

Жоғарғы тірек тақтайшасы ойыс сфералық сырғу бетімен қамтамасыз етіледі, бірақ қисықтық радиусы оның шар топсасына тән сырғытпамен түйісетін өзара әрекеттесуін қамтамасыз етуге байланысты.

Сырғытпа екі имекті сфералық беттермен орындалады, олардың көлемдік формасы мен геометриялық параметрлері тірек тақталарындағы (төменгі және жоғарғы) сырғу беттеріндегі түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына байланысты. Әйтпесе, мұндай сырғытпаны функционалды түрде топсалы үйкеліс ретінде анықтауға болады.

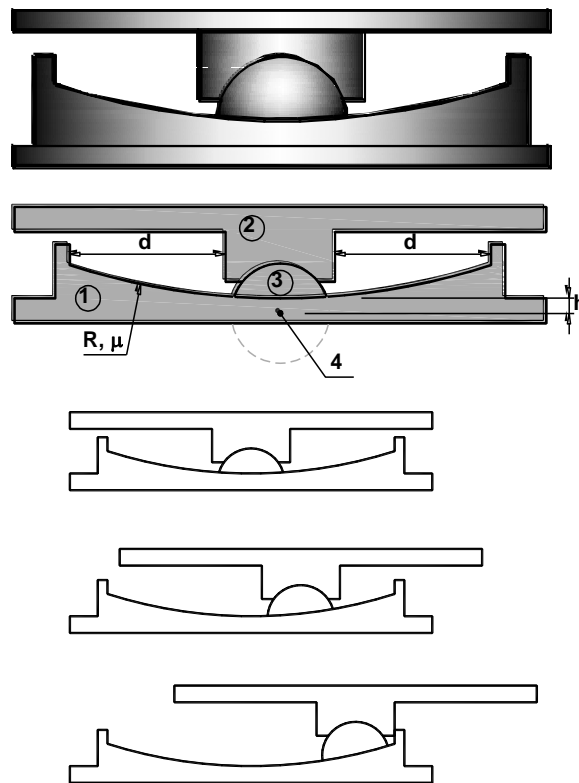
Бір маятникті сырғу тірегінің беталыс ерекшеліктері мен сейсмикалық оқшаулау қасиеттері сфералық сырғу бетінің қисықтық радиусына R және сейсмикалық оқшаулау құрылысының төменгі тірек тақтасындағы сфералық өзара әрекеттесу бетіндегі сырғыманың сырғу үйкеліс коэффициентінің μ шамасына байланысты.

ЕСКЕРТУ – Бір маятникті сырғу тіректерімен сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның меншікті тербелістерінің спектрі негізінен сейсмикалық оқшаулағыш бір маятникті сырғу тірегінің төменгі тірек тақтасындағы сфералық сырғу бетінің таңдалған қисықтық радиусына байланысты және сыртқы әсердің қарқындылығына, сондай-ақ Суперқұрылым тербелістерінің амплитудасына тәуелді емес.

Бір маятникті сырғымалы тіректермен қалыптасқан заманауи сейсмикалық оқшаулау жүйелері келесілерді қамтамасыз ете алады:

- Суперқұрылымдардың 3 с және одан жоғары ауытқу кезеңдерін;
- 1,0 м және одан жоғары Субқұрылымдар мен Суперқұрылымдардың өзара орын ауыстыруын.

Бір сфералық сырғу беті бар сейсмикалық оқшаулағыш бір маятникті сырғу тірегінің құрылысының техникалық шешімі туралы жалпы түсінік және тіректің беталысын көрсету төмендегі 2.9-суретте көрсетілген.



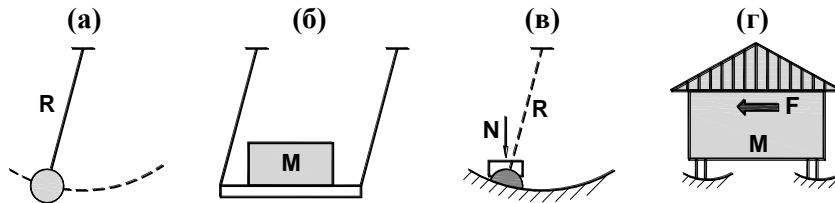
Шартты белгілер:

- 1 - сырғақпен үйкеліс байланысы үшін ойыс сфералық сырғу беті бар төменгі тірек тақтасы;
- 2 - сырғақпен топсалы жанасу үшін ойыс сфералық сырғу беті бар жоғарғы тірек тақтасы;
- 3 - топсалы үйкеліс сырғақ;
- 4 - бұрылу нүктесі.

2.9 – сурет – Бір маятникті сырғымалы тіректің жалпы көрінісі және беталыс сұлбасы

Бір маятникті сырғымалы тіректің жұмыс принципі төмендегі 2.10-суретте көрсетілген, онда көрсетілген:

- (а) - Бір асу нүктесі бар гравитациялық маятниктің тербелісі;
- (б) - екі асу нүктесі бар гравитациялық маятниктің тербелісі;
- (в) - сфералық тірек беті бойымен сфералық сырғақтың сырғуы кезіндегі маятниктік тербелістер;
- (г) - маятникті сырғу тіректеріндегі ғимарат.

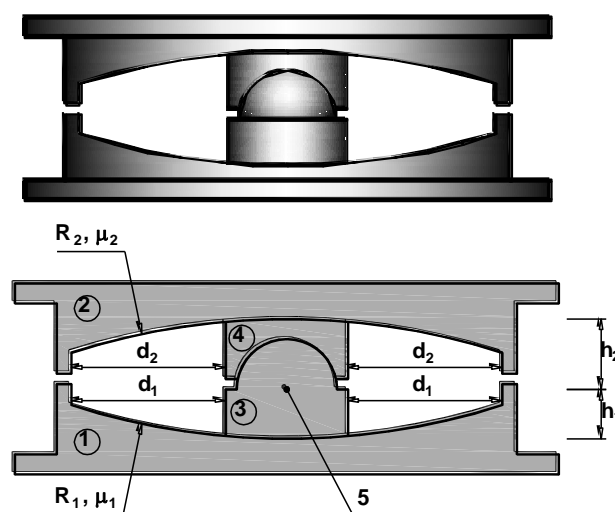


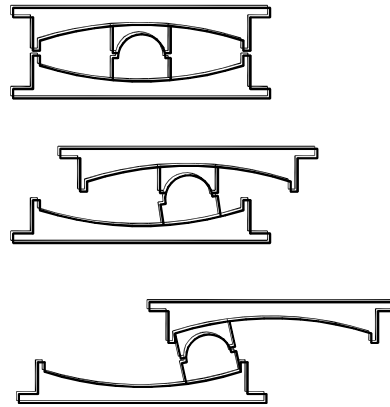
2.10 - сурет – Бір маятникті сырғымалы тіректің әрекет ету принципі

2.2.5.6 Екі маятникті сырғымалы тірек түріндегі сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы (сонымен қатар 2.2.5.2, 2.2.5.3 қараңыз) қарастырылып отырған жағдайда екі тірек тақтайшамен және екі сырғақпен жинақталады, онда жиынтық бөлшектердің өзара әрекеттесуінің жанаспа беттері арнайы түрде қалыптасады.

Осы мақсатта сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы екі, төменгі және жоғарғы, тірек тақталармен жинақталады, олардың әрқайсысы берілген шектерде сырғақтардың орын ауыстыруын қамтамасыз ету үшін олардың қисықтық радиусының тиісті өлшемімен ойыс сфералық сырғу бетімен көзделеді.

Сфералық сырғу беттері бар сейсмикалық оқшаулағыш екі маятникті сырғу тірегі құрылмаларының қағидатты техникалық шешімі туралы жалпы түсінік, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының беталысын көрсету сұлбасы төмендегі 2.11-суретте көрсетілген.





Шартты белгілер:

1 - төменгі сырғақпен үйкеліс түйісуі үшін ойыс сфералық сырғу беті бар төменгі тірек тақтасы;

2 - жоғарғы сырғақпен үйкеліс түйісуі үшін ойыс сфералық сырғанау беті бар жоғарғы тірек тақтасы;

3 - топсалы үйкелістің жоғарғы сырғақ;

4 - топсалы үйкеліс төменгі сырғақ;

5 - бұрылу нүктесі.

2.11 – сурет – Екі маятникті сырғымалы тіректің жалпы көрінісі және беталыс сұлбасы

Екі сырғақты функциялды түрде топсалы-үйкеліс, көлемді формалар және геометриялық параметрлері ретінде анықтауға болады, олар тірек тақталарындағы (төменгі немесе жоғарғы) сырғу беттеріндегі, сондай-ақ тікелей сырғақтар арасындағы түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына байланысты.

Төменгі сырғақ әр түрлі қисықтық радиустары бар екі имек сфералық беттермен орындалады, олардың көлемдік формасы мен геометриялық параметрлері төменгі тірек тақтасындағы сырғу бетіндегі түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына және жоғарғы сырғақпен шар топсасының қағидатына байланысты.

Жоғарғы сырғақ әр түрлі қисықтық радиустарымен бір ойыс төменгі және бір имекті жоғарғы сфералық сырғу беттерімен орындалады, оның көлемдік формасы мен геометриялық параметрлері жоғарғы тірек тақтасындағы сырғу беттеріндегі түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына және төменгі сырғақпен шар топсаның қағидатына байланысты.

Екі маятникті сырғу тірегінің беталысының ерекшеліктері R_1 және R_2 жоғарғы және төменгі сфералық сырғу беттерінің қисықтық радиустарына, сондай-ақ сфералық беттердегі сырғақтардың μ_1 және μ_2 сырғу үйкеліс коэффициенттерінің шамаларына байланысты.

Екі маятникті сырғу тіректерінде жоғарғы және төменгі ойыс сфералық сырғу беттерінің қисықтық радиустары және сырғу үйкеліс коэффициенттері бірдей немесе әртүрлі болуы мүмкін.

Екі маятникті сырғымалы тіректердің маңызды артықшылығы-олардың бір маятникке қарағанда едәуір ықшамды өлшемдері.

ЕСКЕРТУ – Екі маятникті сырғымалы тіректерде сейсмикалық әсерлердің спектрлік құрамы мен қарқындылығына байланысты әрекетке дәйекті түрде қосылатын екі маятниктің механизмі жүзеге асырылды.

Екі маятникті сырғу тіректерінде топсалы және топсалы үйкеліс сырғақтарының қозғалысы сырғудың жоғарғы және төменгі сфералық беттерінде болуы мүмкін (2.11-суретті қараңыз). Осының арқасында екі маятникті сырғу тіректеріндегі тірек тақталарының өзара ығысуы жоспардағы бірдей габариттік өлшемдері бар бір маятникті сырғу тіректерінен екі есе көп болуы мүмкін.

Әр түрлі қисықтық радиустары мен үйкеліс коэффициенттері бар жоғарғы және төменгі сфералық сырғу беттерінің екі маятникті сырғу тіректерінде пайдалану мүмкіндігі осы тіректердің сейсмикалық оқшаулау қасиеттерін арттыруға мүмкіндік береді.

2.2.5.7 Үш маятникті сырғымалы тірек түріндегі сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы (сонымен қатар 2.2.5.2, 2.2.5.3 қараңыз) қарастырылып отырған жағдайда екі тірек тақтайшамен және үш сырғақтармен жинақталады, онда компоненттердің өзара әрекеттесуінің түйіспелі беттері арнайы түрде қалыптасады.

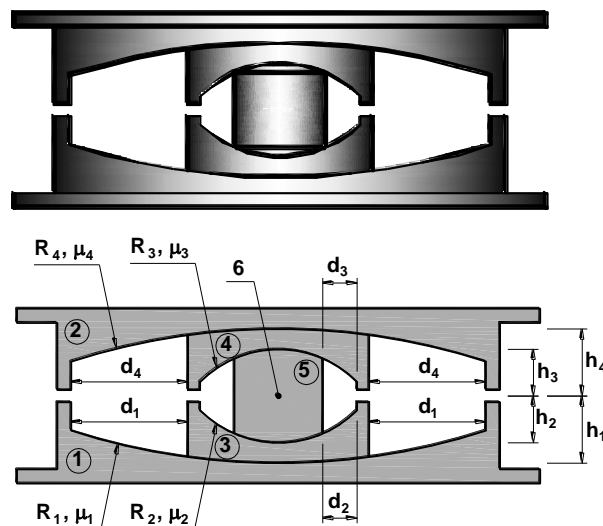
Осы мақсатта сейсмикалық оқшаулағыш құрылғы белгіленген шектерде сырғақтардың орын ауыстыруын қамтамасыз ету үшін олардың қисықтық радиусының тиісті өлшемімен ойыс сфералық сырғу беті көзделетін екі, төменгі және жоғарғы тірек тақталармен жинақталады.

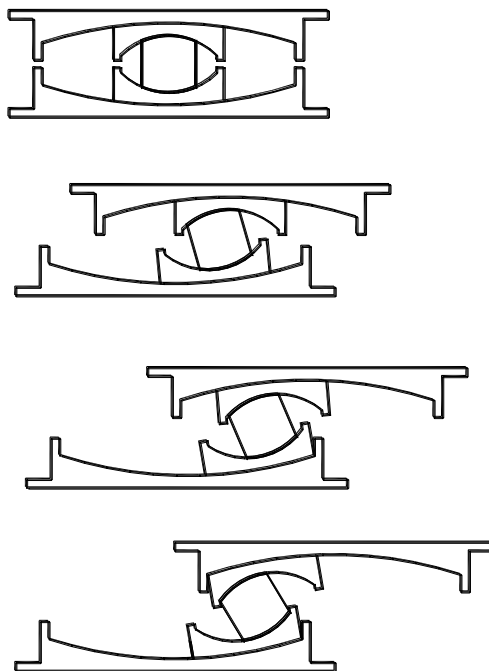
Үш сырғақты (төменгі, жоғарғы және ішкі/аралық) функциялы түрде үйкеліс ретінде анықтауға болады, олардың көлемдік формалары мен геометриялық параметрлері тірек тақталарындағы (төменгі немесе жоғарғы) сырғу беттеріндегі, сондай-ақ тікелей сырғақтар арасындағы түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына байланысты.

Ішкі / аралық сырғақ әр түрлі қисықтық радиустары бар екі имек сфералық беттермен орындалады, олардың көлемдік формасы мен геометриялық параметрлері сәйкесінше төменгі немесе жоғарғы сырғақтардағы сырғу бетіндегі түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына байланысты.

Төменгі және жоғарғы сырғақтар әр түрлі қисықтық радиустары бар бір ойыс және бір имек сфералық беттермен орындалады, олардың көлемдік формасы мен геометриялық параметрлері төменгі немесе жоғарғы тірек тақтасындағы сырғу беттеріндегі түйіспелі өзара әрекеттесудің әр түрлі сипатына, сондай-ақ ішкі/аралық сырғаққа байланысты.

Сфералық сырғанау беттері бар сейсмикалық оқшаулағыш үш маятникті сырғу тірегінің құрылмасының қағидатты техникалық шешімі туралы жалпы түсінік, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының бетталысын көрсету сұлбасы төмендегі 2.12-суретте көрсетілген.





Шартты белгілер:

1 - төменгі сырғақпен үйкеліс байланысы үшін ойыс сфералық сырғу беті бар төменгі тірек тақтасы;

2 - жоғарғы сырғақпен үйкеліс байланысы үшін ойыс сфералық сырғу беті бар жоғарғы тірек тақтасы;

3 - төменгі үйкеліс сырғақ;

4 - жоғарғы үйкеліс сырғақ;

5 - ішкі / аралық үйкеліс;

6 - бұрылу нүктесі.

2.12 – сурет – Үш маятникті сырғымалы тіректің жалпы көрінісі және беталыс сұлбасы

Үш маятникті сырғу тірегінің беталысының ерекшеліктері R_1 , R_2 , R_3 және R_4 жоғарғы және төменгі сфералық сырғу беттерінің қисықтық радиустарына, сондай-ақ сырғу үйкеліс коэффициенттерінің өлшемдеріне μ_1 , μ_2 , μ_3 және μ_4 сфералық сырғу беттеріндегі сырғақтарға байланысты.

Үш маятникті сырғу тіректерінде, екі маятник сияқты, ойыс сфералық сырғу беттерінің радиустары мен сырғу үйкеліс коэффициенттері бірдей немесе әртүрлі болуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Үш маятникті сырғымалы тіректе сейсмикалық әсердің спектрлік құрамы мен қарқындылығына байланысты жұмысқа дәйекті түрде қосылатын үш маятниктің механизмі іске асырылды. Үш маятниктік тіректердің қозғалысы ұлғайған сайын маятниктің тиімді (есептелген) ұзындығы артады және тиімді демпферлеуі артады. Сфералық сырғу беттерінің қисықтық радиустары мен сырғу үйкеліс коэффициенттерінің мәндерін біріктіре отырып, өте жоғары қарқынды және күрделі спектрлік құрамы бар жер сілкінісі кезінде Суперқұрылымға сейсмикалық жүктемелерді тиімді төмендетуге қабілетті үш маятникті сырғымалы тіректерді жобалауға болады.

3 СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАҒЫШ ІРГЕТАСТАРЫ БАР ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ КЕЗЕҢДЕРІ

3.1 Жалпы нұсқаулар

3.1.1 Осы Құралдың 3-бөлімі сейсмикалық оқшаулағыш іргетасымен (немесе құрылыстың төменгі бөлігімен, сондай-ақ 1.1.5 қараңыз) азаматтық ғимараттарды тұжырымдамалық жобалау шеңберінде назарға алынуы тиіс талаптарды, нұсқаулар мен ұсынымдарды ұсынады, олардың жарактандырылуы осы құжатта арнайы айтылған сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің түрлерін және олардың сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларын қалыптастыратын түрлерін пайдалануды көздейді.

3.1.2 Осы Құралда көрсетілген типтердің бірінің сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталған сейсмикалық оқшауланған ғимараттың тұжырымдамалық жобасы ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012, ҚР НТҚ 08-01.1-2017 және ҚР НТҚ 08-01.2-2021 және ҚР ЕЖ EN т. б. нормативтік құжаттардың тиісті ережелеріне, сондай-ақ осы Құралдың оларды толықтыратын ережелеріне негізделуі тиіс [10.5.5(1)].

ЕСКЕРТУ 1 - Осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобаланатын сейсмикалық оқшауланған ғимарат ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011, оның ішінде геотехникалық жобалау аспектілеріне қатысты регламенттелген іргелі талаптарды қанағаттандыруы тиіс.

Жобалық шешімдер жобаланатын құрылыс алаңдарындағы инженерлік-геологиялық және сейсмологиялық жағдайлар туралы объективті деректер негізінде тағайындалуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 2 - ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оған тиісті ҚР НТҚ, ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 және ҚР ЕЖ EN басқа да нормативтік құжаттарының талаптарынан басқа, сейсмикаға төзімді ғимараттарды жобалау барысында сейсмикалық есептік жағдайды қарау кезінде басшылыққа алынуы тиіс қосымша талаптарды регламенттейді және ұсынады.

ЕСКЕРТУ 3 - Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қалыптастыру үшін осы Құралдың ережелеріне сәйкес сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жобалау барысында 2.2.2 – 2.2.5-те көрсетілген сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің түрлерін қолдану ұсынылады.

Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты тұжырымдамалық жобалау шеңберінде бірнеше кезеңдерді қарастыру ұсынылады:

- бастапқы (немесе алдын ала);
- аралық (немесе нақтылау);
- қорытынды.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық қауіп факторын сейсмикалық аймақтарда құрылысқа арналған ғимараттарды тұжырымдамалық жобалаудың алғашқы кезеңдерінде ескеру керек. Бұл қолайлы шығындар кезінде негізгі талаптарға сәйкес келетін құрылмалы жүйелерді әзірлеуге мүмкіндік береді [4.2.1 (1)P].

3.2 Тұжырымдамалық жобалаудың бастапқы кезеңі

3.2.1 Тұжырымдамалық жобалаудың бастапқы кезеңінде сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимаратты бағалау кезінде ҚР НТҚ 08-01.1-2017, ҚР НТҚ 08-01.2-2021 ережелерін және сейсмикалық аймақтарда құрылыс үшін жобалау барысында ортақ болып табылатын талаптар, нұсқаулар мен ұсынымдар беретін осы Құралды басшылыққа алу керек.

ЕСКЕРТУ – Бастапқы кезеңде "топырақ-Субқұрылым-сейсмикалық оқшаулау-Суперқұрылым" глобалды жүйесін жалпы бағалауға ұшырату қажет. Оның негізгі бөліктерін – Субқұрылым

мен Суперқұрылымды бағалаудың жалпы құрылымдық қарсылық жүйесінде (сондай-ақ 2.1.3 қараңыз), олардың құрылымдық типі бойынша жіктелуін, оларды тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемдеріне қанағаттандыру факторларын, олардың қарсылық жүйелерінің құрылымдық сұлбаларының барабарлығын және құрылымдық элементтерді жасау үшін қолданылатын құрылымдық материалдардың қасиеттерін, сондай-ақ өзге де, оның ішінде шектеу талаптарын қамтуы тиіс.

Тұжырымдамалық жобалаудың бастапқы кезеңінде жалпы бағалаудан басқа қажет:

– ғимараттың сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталуына жарамдылығын бағалау;

– көлденең күштерге қарсы тұратын құрылымдық жүйенің сейсмикалық реакциясының төмендеуінің қажетті дәрежесін бағалау;

– сейсмикалық оқшаулау жүйесінің түрін (немесе оны құрамдастыру әдісін) және оның параметрлерін алдын-ала таңдауды жүзеге асыру, олар қолданылатын сейсмикалық оқшаулау құрылымдарының сипаттамалары мен қасиеттеріне байланысты қол жеткізіледі.

Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың жобалық шешімдеріне бағалау жүргізу үшін сейсмикалық есептік жағдайды қарау барысында қажет болатын құрылымдық сұлбалардың және ескерілетін жүктемелердің алдын ала есептік моделдерін барабар түрде қалыптастыру керек.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты жобалаудың жалпы жағдайында глобалды "топырақ-Субқұрылым-сейсмикалық оқшаулау-Суперқұрылым" жүйесінің базалық есептік моделін құру ұсынылады, ол қажет болған жағдайда орындалатын бағалау мен тексерулердің мақсаттарына байланысты тиісті түрде түрлендірілуі мүмкін.

3.2.2 Ғимараттың оны сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықтауға жарамдылығын бағалау келесіні қамтуы және ескеруі тиіс:

– жоспардағы және биіктіктегі ғимараттың (немесе бөлімнің) габариттік өлшемдері;

ЕСКЕРТУ 1 – Осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобаланатын сейсмикалық оқшауланған ғимарат ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінде регламенттелген тиісті нұсқаулар мен шектеу талаптарына сәйкес сипатталуы және бағалануы керек. Сипаттамалар мен бағалаулар сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында орналасқан құрылыстың төменгі бөлігіне (Субқұрылымына), сондай-ақ сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан құрылыстың жоғарғы сейсмикалық оқшауланған бөлігіне (Суперқұрылымына) таралуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты қабат бойынша жіктеу кезінде ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нұсқауларын және құрылыстың жоғарғы сейсмикалық оқшауланған бөлігінің көлемдік-жоспарлау шешімінің сипаттамаларын ескеру керек, олар сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан Суперқұрылымның құрылымдық сұлбасына байланысты болады (сонымен қатар 1.4.3 – 1.4.5 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 3 – Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты құрылымдық түрі бойынша жіктеу барысында сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның құрылымдық сұлбасына негізделген құрылымдық шешімнің ерекшеліктерін ескере отырып, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және ҚР НТҚ-ның тиісті бөлімдерінің ережелерін басшылыққа алу керек.

– негізгі тондар бойынша сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылмаған ғимараттың тербеліс кезеңдері;

ЕСКЕРТУ 4 – Осы Құралда "сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылмаған ғимарат" терминімен әрі қарай зерттелетін сейсмикалық оқшауланған құрылыстың қағидатты жобалық шешімдерін тиісті түрде көрсетуге тиіс "прототиптік ғимарат" деп аталатын ғимаратты түсіну керек. Сейсмикалық оқшауланған құрылыстың іргетасы және/немесе жер асты бөлігі тек қатты деп жобалануы және жіктелуі керек екенін ескере отырып (сонымен қатар 2.1.3 қараңыз), осы мақсаттар үшін құрылыстың жоғарғы сейсмикалық оқшауланған бөлігін және Суперқұрылым жүйесін ғана қамтитын "прототиптік ғимараттың" жеңілдетілген есептік моделін пайдалануға рұқсат етіледі. Мұндай "прототиптік ғимарат" моделін қолдана отырып, модальды талдау сейсмикалық оқшаулағыш құрылымдардың абсолютті қатты денелер (немесе кем

дегенде орын ауыстырылмайтын деформацияланбайтын тіректер) ретінде жұмыс істеуін болжауда жүзеге асырылуы мүмкін, олардың локациясы (орналасуы) сұлбасы жобалық шешімге сәйкес дұрыс ескерілуі тиіс.

– ғимаратқа есептелген жел жүктемелерінің деңгейі;

ЕСКЕРТУ 5 – Осы мақсаттар үшін жоғарыдағы 4-ескертпеде көрсетілгендей ғимараттың Суперқұрылымының құрылмалы жүйесінің есептік моделін пайдалануға рұқсат етіледі. Желдің әсерін ҚР ЕЖ EN 1991-1-4:2003/2011 және ҚР НТҚ талаптарына сәйкес бағалау керек.

– сейсмикалық оқшауланған ғимараттан шектес құрылыстарға дейінгі қашықтық.

ЕСКЕРТУ 6 – Сондай-ақ осы Құралдың 4.2.11 қараңыз.

3.2.3 Жалпы жағдайларда, жаңа құрылыс үшін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалаған қолайлы:

(а) – ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігін және сәйкесінше Суперқұрылымды құруды көздейтін төселмелі кеңістіктік конфигурациясы бар, оның биіктігі оның көлденең проекциясының ең кіші габариттік өлшеміне қатынасы жоспарда 2 (екі)кем;

ЕСКЕРТУ 1 – Төселмелі кеңістіктік конфигурациялары бар ғимараттарға сәйкесінше аз қабатты, орташа қабатты және көп қабатты деп анықталатын қабаттылық жауапкершілігі I, II немесе III класымен сипатталатын құрылыстар кіруі мүмкін (5.2 кестені ҚР НТҚ 08-01-2-2021 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – Кейбір негізделген жағдайларда осы типтік Құралдарда қарастырылған сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолдану жоғарыдағы шарттарға сәйкес келетін Суперқұрылымдары бар ғимараттар үшін ғана емес, сонымен қатар қабаттылық бойынша жауапкершіліктің IV класына жататын жоғары қабатты ғимараттар үшін де орынды болуы мүмкін (кестені қараңыз. 5.2 ҚР НТҚ 08-01.2-2021), олардың Суперқұрылымдары мен құрылмалық типтері төмен диссипативті қасиеттерімен сипатталады.

(б) - Суперқұрылымның негізінде бекітілген негізгі тон бойынша тербеліс кезеңдері 1,0 секундтан аз сипатталады (сонымен қатар 3.2.2 ескерту 4 қараңыз);

(в) – онда Суперқұрылымға есептелген жел әсеріне сәйкес келетін ең үлкен жиынтық көлденең күш ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің салмағының 10% - нан аспайды (ростверк жүйесін қоса алғанда), олардың шамаларының сипаттамалық мәндері бар тұрақты әсерлер мен жүктемелерге байланысты (сонымен қатар 3.2.2 ескерту 5 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 3 – Осы Құралмен биіктігі бойынша 5 (бестен) астам қабаттар саны көзделетін Суперқұрылымдарда сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалауға қатысты қосымша арнайы есептік-құрылмалық талаптар регламенттеледі.

3.2.4 Сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар жаңа ғимараттарды жобалаудың жалпы жағдайларында сейсмикалық оқшаулау жүйесін қолдану есебінен Суперқұрылымның есептік сейсмикалық реакциясын азайтудың нысаналы (болжамды, талап етілетін) дәрежесі ғимараттың мақсатына және оның экономикалық және/немесе әлеуметтік маңыздылығына (немесе оның мазмұнының маңыздылығына) байланысты әрбір нақты жағдайда жеке бағалануы тиіс.

Сейсмикалық оқшаулау жүйесін қолдану есебінен Суперқұрылымның есептік сейсмикалық реакциясын азайтудың талап етілетін дәрежесін бағалау кезінде осы Құралдың 4.2.9-ережесін назарға алу қажет.

Сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар жаңа ғимараттарды жобалау, егер Суперқұрылымның сейсмикалық оқшауланған құрылмалы жүйесінің есептік сейсмикалық

реакциясының кем дегенде 2,0 есе азаюына сенімді түрде қол жеткізілсе, орынды болуы мүмкін.

Қолданыстағы құрылыстың ғимараттары үшін сейсмикалық реакцияның минималды қажетті төмендеуі олардың жер сілкінісіне төзімділік тапшылығын бағалауға байланысты болады.

ЕСКЕРТУ 1 – Сейсмикалық оқшауланған құрылымалы жүйенің есептік сейсмикалық реакциясының төмендеуінің талап етілетін дәрежесін салыстыру арқылы тиісті талдаулардан алынған нәтижелер бойынша бағалау керек:

– сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымға және сейсмикалық оқшаулау жүйесі жоқ прототиптік ғимараттың құрылымына әсер ететін есептелген көлденең сейсмикалық жүктемелердің шамалары, есептеулерде негізде бекітілген ретінде қарастырылады (сонымен қатар 3.2.2 екінші тармақшасын және ескерту 4, сондай-ақ 3.2.3 екінші тармақшасын қараңыз);

– сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылым мен прототиптік ғимарат құрылымының көтеруші құрылмаларындағы статикалық және сейсмикалық әсерлердің есептік әсерлері.

Сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымға және прототиптік ғимарат құрылымына салыстырылатын көлденең жүктемелер q беталыс коэффициенттерінің тиісті мәндерін ескере отырып анықталуы керек.

ЕСКЕРТУ 2 – Жаңа ғимараттар үшін ұсынылған есептік жүктемелерді минималды төмендету мәні 50% - дан астам сейсмикалық төзімділік тапшылығы бар қолданыстағы ғимараттар үшін сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолдану кезінде жеткіліксіз болуы мүмкін.

3.2.5 Ғимаратты жарактандыру үшін сейсмикалық оқшаулау жүйесін алдын ала таңдағанда келесілерді ескеру қажет:

– жобаланатын құрылыс алаңындағы болжамды сейсмикалық әсерлердің қарқындылығы мен спектрлік құрамы;

ЕСКЕРТУ 1 – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды қатты топырақтары бар алаңдарда орналастырған қолайлы (мысалы, IA, IB, II типті; ҚР НТҚ 08-01.1-2017 қараңыз), олардың сейсмикалық тербелістерінде ұзақ мерзімді құрауыштар болмайды.

– Суперқұрылымның салмағы;

ЕСКЕРТУ 2 – Эластомерлік тіректер әдетте ауыр Суперқұрылымдарға сейсмикалық жүктемелерді азайту үшін қолданылады, ал үйкеліс-қозғалмалы тіректер ауырға да, жеңілге де қолданылады.

– сейсмикалық оқшаулау жүйесінің ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігіндегі қарастырылып отырған Суперқұрылымның және/немесе мазмұнның сейсмикалық реакциясын қажетті деңгейге дейін төмендету қабілеті;

– таңдалған сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің сығылатын тік пайдалану және сейсмикалық жүктемелерді, оның ішінде Субқұрылымдарға қатысты Суперқұрылымдардың шекті көлденең орын ауыстырулары кезінде қабылдау қабілеті;

– сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің тік созылу күштерін қабылдау қабілеті;

ЕСКЕРТУ 3 – Қарқынды сейсмикалық әсерлерде Суперқұрылымға әсер ететін көлденең және тік сейсмикалық күштер сейсмикалық оқшаулағыш тіректерде тік гравитациялық күштерден асатын тік созылу күштерін тудыруы мүмкін. Егер сейсмикалық оқшаулағыш тіректер бұл созылу күштерін қабылдай алмаса, онда олар көтеріледі немесе құлайды.

Жекелеген сейсмикалық оқшаулағыш тіректерге қатысты Суперқұрылымның жергілікті шамалы көтерілуі, егер олар сейсмикалық оқшаулау жүйесінің деградациясын тудырмаса, кейбір шетелдік нормаларда рұқсат етілген болып саналады, бірақ тұтастай алғанда оларды қажетсіз деп санау керек. Осы себепті, 2-бөлімде сипатталған үйкеліс-жылжымалы тіректерден пайда болған сейсмикалық оқшаулау жүйелерін кез-келген сейсмикалық оқшаулау тіректерінде алынған тік созылу күштері болмаған жағдайда ғана қолдану ұсынылады (сонымен қатар 3.3.1 б қараңыз).

- жоспардағы және биіктіктегі ғимараттардың асимметриялық дәрежесі;

ЕСКЕРТУ 4 – Сейсмикалық оқшаулағыш үйкеліс-қозғалмалы тіректерде пайда болатын үйкеліс күші оларға түсетін тік гравитациялық күштердің мәндеріне пропорционалды болғандықтан, сейсмикалық оқшаулау жүйесінің масса орталығы мен қаттылығының позициялары әрқашан сәйкес келеді. Нәтижесінде ғимараттың асимметриясынан туындаған бұралу әсерлері үйкеліс-жылжымалы тіректері бар сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолдану кезінде азаяды.

- сейсмикалық оқшаулағыш қабатты жертөле деңгейінде немесе құрылыстың қатты төменгі бөлігінің үстінде орналастыру мүмкіндігі.

ЕСКЕРТУ 5 – Сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің орналасуын таңдағанда, эластомерлік тіректерді жылытылатын бөлмелерде орналастыру керек, өйткені теріс температурада олардың қаттылығы артады, ал диссипативті қасиеттері төмендейді. Өте төмен температурада эластомерлік тіректер морт сынуы мүмкін.

3.2.6 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін алдын-ала таңдағанда, үлкен демпферлеу ($\xi \geq 20\%$) Суперқұрылымға сейсмикалық жүктемені тиімді төмендетіп, оның Субқұрылымға қатысты қозғалысын шектесе де, бұл тербелістің жоғары формаларының, оның кейбір қабаттарының деңгейлеріндегі үдеулерді жергілікті түрде арттыратын, Суперқұрылымында қозудың себебі болуы мүмкін екенін ескеру керек.

Бұл факт, әсіресе, элементтері сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымдардың тербелістерінің жоғары формаларының кезеңдеріне жақын өзіндік тербеліс кезеңдеріне ие болуы мүмкін құнды мүліктері немесе жабдықтары бар ғимараттардың Суперқұрылымдары үшін өте маңызды.

3.3 Шешім қабылдау кезеңі (аралық немесе нақтылау)

3.3.1 Жобалау шешімдерін қабылдаудың аралық (немесе нақтылау) кезеңінде сейсмикалық оқшаулау жүйесінің типі және сейсмикалық оқшаулау қабатын қалыптастыру үшін пайдаланылатын сейсмикалық оқшаулау құрылғыларының номенклатурасы айқындалады және нақтыланады, сондай-ақ жобаланатын ғимараттың (тиісті Субқұрылым мен Суперқұрылымның) төменгі және жоғарғы бөлігі құрылысының нақты алаңының жағдайлары мен құрылмалық-жоспарлау шешімінің өзіндік ерекшеліктері үшін неғұрлым қолайлы болып табылатын құрылыс жоспарының көлденең проекциясы шегінде олардың локациясының (орналасуының) қағидаттық сұлбасы тағайындалады.

Сейсмикалық оқшауланған ғимаратты жобалау қажетті шарт болып табылатын ерекше жағдайларды қоспағанда, жобаланған ғимаратты сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықтаудың экономикалық орындылығын бағалау керек, бұл сейсмикалық оқшаулау құрылғыларының құнына да, оларды жинақтауға, пайдалану жағдайларына, қызмет көрсетуге және т. б. байланысты бірқатар қосымша техникалық шараларды жүзеге асыру қажеттілігіне байланысты.

3.3.2 Ғимаратты жарақтандыру үшін сейсмикалық оқшаулау жүйесіне қатысты жобалық шешімнің қолайлы нұсқасын таңдаудан бұрын болуы тиіс:

- таңдалған сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің (құрылғылардың) қасиеттері туралы паспорттық деректерге негізделген сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қажетті параметрлерін нақтылайтын есептік бағалау;

ЕСКЕРТУ – Паспорттық деректер таңдалған сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың (тіректер, демпферлер, амортизаторлар) өндіруші ұйымынан алынуы тиіс.

– сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың жарамды (нақты) параметрлерінің паспорттық деректерге және талап етілетін есептік параметрлерге сәйкестігін эксперименттік тексеру.

ЕСКЕРТУ – Сандық үлгіні ескере отырып, сейсмикалық оқшаулағыш элементтерді–өкілдерді тексеру оларды пайдаланудың міндетті шарты болып табылады.

3.3.3 Жобалау мақсаттарына қол жеткізу үшін, сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қажетті параметрлеріне қанағаттануды нақтылайтын есептік тексерулер мен бағалауды жүзеге асыру барысында:

а) таңдалған параметрлері бар сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің реакцияларын және пайдалану және сейсмикалық әсерлерге таңдалған құрылымдық сұлбасы бар сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымды болжауға және бағалауға мүмкіндік беретін есептеулер кешені орындалады (сонымен қатар 3.1.2 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 1 – Сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның сейсмикалық тербелістері, дұрыс таңдалған сейсмикалық оқшаулау жүйесімен, әдетте, табиғаты бойынша қатты дененің тербелістеріне жақын болуы тиіс, оның өзіндік деформациясы сейсмикалық оқшаулау қабаты деңгейіндегі көлденең қозғалыстармен салыстырғанда шамалы.

ЕСКЕРТУ 2 – Есептеу нәтижелерін талдау кезінде сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың жер сілкінісіне төзімділігі Суперқұрылымға сейсмикалық жүктемелердің мөлшеріне ғана байланысты емес екенін ескеру керек. Сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің беріктігі (көтергіш қабілеті) және Суперқұрылым мен Субқұрылымның өзара орын ауыстырулары шамасының рұқсат етілген шектері де анықтаушы факторлар болып табылады.

б) таңдалған сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің қасиеттері мен орындалған есептеулердің нәтижелері туралы паспорттық деректер салыстырылады, ал салыстыру нәтижелері бойынша сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қабілеті бағаланады:

- оған түсетін тік және көлденең есептік жүктемелерді қабылдау;
- орындалған есептеулердің нәтижелеріне сәйкес, сондай-ақ осы Құралдардың нұсқауларына сәйкес деформациялану (4-бөлімді қараңыз);
- сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның реакциясын қажетті деңгейге дейін төмендету.

3.3.4 Егер сейсмикалық әсерлердің есептік әсерлері сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың шекті рұқсат етілген параметрлерінен асып кетсе немесе Суперқұрылымға сейсмикалық жүктемелердің азаю дәрежесі қажеттіліктен аз болса, онда сейсмикалық оқшаулау жүйесіне өзгерістер енгізіледі, содан кейін есептеулер қайталап орындалады.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды таңдауды нақтылау және оларды қолдана отырып сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру өзара әрекеттесуі сейсмикалық оқшаулағыш қабат арқылы қамтамасыз етілетін Субқұрылым және Суперқұрылым жүйелерінің құрылымды шешімдерінің ерекшеліктерін ескере отырып жүзеге асырылуы керек.

3.3.5 Сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің–өкілдердің нақты параметрлерінің паспорттық мәліметтерге және қажетті параметрлерге сәйкестігін эксперименттік тексеру оларды жобада және құрылыста қолданғанға дейін жүргізілуі тиіс.

3.3.6 Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің типі мен сұлбасының түпкілікті нұсқасының мақсаты алдында сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қолданылатын жарамды (нақты) параметрлерінің мәлімделген паспорт деректеріне сәйкестігін және қажетті параметрлерге қанағаттануын эксперименттік тексеру жүргізілуі тиіс (3.3.2

қараңыз).

Сейсмикалық оқшаулағыш элементтерді-өкілдерді эксперименттік тексеру оларды растауға жататын параметрлер тізбесін регламенттейтін тестілеу бағдарламасына сәйкес орындалуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 1 – Эксперименттік зерттеулерді осы салада мамандандырылған және қажетті жабдықтары мен ғылыми кадрлары бар мамандандырылған ғылыми ұйымдарды тарта отырып орындау қажет.

ЕСКЕРТУ 2 – Жалпы жағдайда тестілеу бағдарламасы тиісті стандарттардың техникалық талаптарына сәйкес келуі және тексеруді көздеуі тиіс:

- сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қасиеттеріне температуралық әсердің әсерін;
- сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың жел және әлсіз сейсмикалық әсерлерге, сондай-ақ қатты жер сілкінісінен кейін төзімділігін;
- көлденең циклдік орын ауыстырулардың әртүрлі шамаларында сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың реакцияларын;
- қатты жер сілкінісінен кейінгі сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың өміршеңдігі (бастапқы сейсмикалық әсерді бастапқы жағдайға қатысты ығысқан күйде қабылдау қабілеті).

Қажет болған жағдайда негізделген жағдайларда, жалпы сейсмикалық оқшаулау жүйесі эксперименттік тексеруге жатады.

ЕСКЕРТУ 3 – Сейсмикалық оқшаулау жүйесін міндетті шарт ретінде эксперименттік тексеруді жүзеге асыру қажеттілігі нақты сейсмикалық оқшауланған ғимаратты жобалау жөніндегі АТШ құжатында негізделуі мүмкін. Сейсмикалық оқшаулау жүйесін эксперименттік тексеру, егер ол жана (бұрын зерттелмеген) болса немесе жүйені қалыптастыру үшін еуропалық стандарттардың техникалық талаптары қолданылмайтын сейсмикаға қарсы құрылғылар пайдаланылса (Д қосымшасын қараңыз), сондай-ақ осы Құралдың нұсқаулары міндетті болып табылады.

3.3.7 Сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің- өкілдердің паспорттық деректеріне сәйкестігін тестілеу нәтижелері олардың көмегімен қалыптасатын жеткілікті сенімділік дәрежесі бар сейсмикалық оқшаулау жүйесі нысаналы параметрлердің көрінісін қамтамасыз етуге қабілетті болатынын растауға тиіс.

ЕСКЕРТУ – Егер сейсмикалық оқшаулағыш элементтерді-өкілдерді тестілеу нәтижелері айтарлықтай паспорттық деректерге сәйкес келмесе және сейсмикалық оқшаулау жүйесіне жобалаудың алдыңғы кезеңдеріндегі есептік тексерулер мен бағалаулардың нәтижелері бойынша анықталған нысаналы параметрлердің көрінісін қамтамасыз ете алмаса, онда шешімдер қайта қаралып, барлық талдамалық бағалаулар қайтадан орындалуы тиіс. Шешімдерді қайта қарау сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің локация (орналасу) сұлбасының өзгеруімен және олардың санының өзгеруімен немесе мұндай құрылғыларды қолданудан бас тартумен және оларды басқаларына ауыстырумен қатар жүруі мүмкін.

3.3.8 Жобаланған ғимаратты сейсмикалық оқшаулау жүйесінің таңдалған түрімен жарактандырудың және оны сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың түрлерін қалыптастыру үшін пайдаланудың экономикалық орындылығын бағалау кезінде осы іс-шараларға байланысты шығындар келесілерге байланысты болатындығын ескеру керек:

- сейсмикалық оқшаулау жүйесінің түрін таңдау;
- нысаналы параметрлерге қол жеткізуге ықпал ететін және конфигурацияға, жоспардағы және биіктіктегі ғимараттың жалпы өлшемдеріне, сондай-ақ құрылыстың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің салмағына байланысты сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін сейсмикалық оқшаулау құрылғыларының түрлері мен санын таңдаудан;
- нақты ғимараттың құрылмалық-жоспарлау шешімдерінің өзіндік ерекшеліктері, оның ішінде сейсмикалық оқшаулау жүйесін орналастырудың ыңғайлылығына және оған кейіннен қызмет көрсетуге қатысты;

– сейсмикалық оқшаулау жүйесінің және сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың жұмыс істеуіне қолайлы жағдайлар жасау қажеттілігіне, оның ішінде оларды ықтимал қауіпті әсерлерден (өрт, агрессивті орта және шамадан тыс ылғалдылық, температураның күрт өзгеруі және/немесе төмен температура және т. б.) қорғауға байланысты қосымша шығындар;

– тікелей сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында және одан жоғары орналасқан учаскелерде Субқұрылым мен Суперқұрылымның көтеруші құрылмаларына қатысты тікелей сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында және одан жоғары шектес орналасқан учаскелерде тиісті техникалық шешімдер қабылдау қажеттілігіне байланысты қосымша шығындар;

– Суперқұрылымның қоршаған топырақпен немесе шектес құрылыстармен өзара әрекеттесуін болдырмайтын арнайы деформациялық жіктерді орнату қажеттілігіне байланысты қосымша шығындар;

– ғимаратта онымен қиылысатын баспалдақ-лифт тораптарын орнату орны бойынша сейсмикалық оқшаулағыш қабат шегінде Субқұрылым мен Суперқұрылымның барабар өзара іс-қимылын қамтамасыз ететін тиісті техникалық шешімдер қабылдау қажеттілігіне байланысты қосымша шығындар;

– инженерлік коммуникациялардың (су құбыры, канализациялық, газ құбыры, электр, желдету және т. б. желілері) қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз етуге арналған қосымша шығындар, олар үздіксіз жұмыс істеу қабілетін сақтай отырып, сейсмикалық оқшаулау жүйесінің беталысына әсер етпейтіндей және сейсмикалық оқиға кезінде Субқұрылым мен Суперқұрылымның өзара қозғалысына кедергі келтірмейтіндей етіп жобалануы тиіс.

3.4 Тұжырымдамалық жобалаудың соңғы кезеңі

3.4.1 Тұжырымдамалық жобалаудың алдыңғы кезеңдерінің нәтижесіне және орындалған есептік тексерулер мен бағалауларға назар аудара отырып (3.2 және 3.3 қараңыз), қорытынды кезеңде сейсмикалық оқшауланған ғимараттың түпкілікті жалпы көлемдік-жоспарлау және құрылмалық жобалау шешімі қабылданады.

3.4.2 Сейсмикалық оқшаулау жүйесін орналастыру және пайдалану бойынша қажетті шарттарды қанағаттандырудан басқа, сейсмикалық оқшауланған құрылыстың төменгі бөлігінің жобалық шешімінің соңғы нұсқасын тағайындау кезінде, қажет:

– "топырақ-Субқұрылым-сейсмикалық оқшаулау-Суперқұрылым" глобалдық жүйесіндегі өзара іс-қимылын ескере отырып, Субқұрылым жүйесінің және оның құрылмалық сұлбасының барабарлығын тексеру;

– сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды орнатудың тағайындалған сұлбасын ескере отырып, құрылмалық элементтердің (көтеруші құрылмалардың) Субқұрылымын қалыптастыратын жалпы габариттік өлшемдер мен геометриялық параметрлердің жеткіліктілігін тексеру;

– статикалық және сейсмикалық әсерлердің әрекеттеріне қарсы тұру кезінде, оның ішінде геотехникалық аспектілерді ескере отырып, Субқұрылым жүйесінің және оны қалыптастыратын құрылмалық элементтердің тиісті есептік тексерулерін жүргізу;

– есептік тексерулердің нәтижелері бойынша көтеруші құрылмаларды, оның ішінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды Субқұрылымға орнатуға және бекітуге

байланысты техникалық шешімдерді ескере отырып, нақтылауды орындау және жобалық құжаттаманың жұмыс сызбаларын белгіленген тәртіппен ресімдеу.

3.4.3 Сейсмикалық оқшауланған құрылыстың жоғарғы бөлігінің жобалық шешімінің түпкілікті нұсқасын тағайындау барысында, оны жалпы іргелі талаптарға қанағаттандырумен қатар, келесілер қажет:

- тікелей сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан және Суперқұрылым жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылатын ростверктердің көтеруші құрылмасының барабарлығын тексеру;

- Суперқұрылым жүйесінің құрылмалық сұлбасының ерекшеліктеріне сәйкес келетін ростверк құрылмасының жалпы габариттік өлшемдері мен геометриялық параметрлерінің жеткіліктілігін тексеру;

- статикалық және сейсмикалық әсерлердің әрекеттеріне қарсы тұру кезінде Суперқұрылым жүйесінің және оны қалыптастыратын құрылмалық элементтердің тиісті есептік тексерулерін жүргізу;

- есептік тексерулердің нәтижелері бойынша Суперқұрылым жүйесінің көтеруші құрылмаларын, оның ішінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды ростверктердің көтеруші құрылмасына орнатуға және бекітуге байланысты техникалық шешімдерді ескере отырып, егжей-тегжейлі орындауды және жобалық құжаттаманың жұмыс сызбаларын белгіленген тәртіппен ресімдеу.

3.4.4 Сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру жөніндегі жобалық шешім тиісті түрде жұмыс сызбаларында көрсетілуі тиіс, онда:

- сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды орналастыру сұлбаларын және оларды жобалық таңбалауды әзірлеу және келтіру керек;

- сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды спецификациялау және олардың сипаттамаларына, қасиеттеріне, параметрлеріне қойылатын талаптарды көрсету керек;

- сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың Субқұрылым мен Суперқұрылымның көтеруші құрылмаларымен түйісетін монтаждық тораптарын әзірлеу және жүргізу;

- монтаждау жұмыстарын жүргізу және тиісті деңгейдегі бақылауды қамтамасыз ету үшін қажетті ілеспе талаптарды, нұсқаулар мен ұсынымдарды ұсыну.

4 СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАҒЫШ ІРГЕТАСЫ БАР ҒИМАРАТТАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

4.1 Негізгі талаптар

4.1.1 Осы Құралдың ережелеріне сәйкес сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар азаматтық ғимараттарды жобалау барысында ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 2.1-де, сондай-ақ ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативіне ҚР НТҚ басқа да ережелерімен және ҚР ЕЖ EN 1998 басқа Бөлімдерімен регламенттелген талаптар қанағаттандырылуы тиіс.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ 1-ескертудің 3.1.2 қараңыз.

Іргелі талаптарды сақтау үшін (ҚР НТҚ 2.1.1 08-01.1 қараңыз) жобалау барысында ғимараттың сейсмикалық оқшаулағыш қабатымен бөлінген төменгі және жоғарғы бөліктерінде (тиісінше Субқұрылым мен Суперқұрылымда) барабар көлемдік-жоспарлау және құрылмалық шешімдерді тағайындау керек, олар мүмкіндігінше, ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 2 және 3 бөлімдерінде, сондай-ақ осы Құралдың қосымша талаптарымен

регламенттелген, тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемдерін барынша қанағаттандыруы тиіс.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш қабат шегінде сейсмикалық оқшаулау жүйесі құрылғыларының локацияларын (орналасқан жерлерін) анықтайтын құрылмалық сұлбалар (сондай-ақ 3.3.1 қараңыз) Субқұрылым мен Суперқұрылым арасындағы өзара іс-қимылды қамтамасыз ету барысында тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары да барынша қанағаттандырылатындай етіп тағайындалуы тиіс (мысалы, тік құрылмалық элементтер ғимаратының биіктігі бойынша үздіксіздік, сондай-ақ ҚР НТҚ-ның 08-01 3.3.1.1 қараңыз).

4.1.2 Жалпы жағдайда сейсмикалық оқшаулау жүйесінің типін және сейсмикалық оқшаулау құрылғыларының түрлерін, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулау қабатын қалыптастыру бойынша іс-шараларды таңдау келесілерді қамтамасыз етуі тиіс:

- көлденең икемділіктің жоғарылауымен және жоғары тік қаттылықпен тік жүктемелерді қабылдау;
- биіктігі бойынша құрылмалы жүйенің үздіксіздігі қағидаты;
- тұтқыр немесе гистерезис энергиясының диссипациясы;
- ығысулардың өсуімен қарсылық күштерінің артуы;
- қайталанатын циклдік жүктемелердегі қасиеттердің тұрақтылығы;

ЕСКЕРТУ – Пайдалану және қайталанатын циклдік жүктемелер кезінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қасиеттері шектеулі түрде өзгеруі мүмкін (немесе мәндер ауқымымен сипатталады). Егер сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды есептеу сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың есептік параметрлерінің консервативті мәндеріне негізделсе, мұндай өзгерістер рұқсат етілген болып саналады.

- сейсмикалық емес көлденең жүктемелер кезінде (мысалы, жел) жұмыс процесінде пайда болатын көлденең қозғалыстарды шектеу;
- сейсмикалық көлденең әсерлер кезінде Суперқұрылымдар мен Субқұрылымдардың өзара көлденең ығысуларын шектеу;
- сейсмикалық күштер тоқтатылғаннан кейін Суперқұрылымды тұрақты тепе-теңдіктің бастапқы орнына қайтару;
- монтаждау ыңғайлылығы және орталықтандыру мүмкіндігі.

4.1.3 Сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін таңдалған сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың сенімділігі жоғары болуы тиіс [10.3(2)P].

Осы мақсатта әрбір сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыны таңдау кезінде оның параметрлерін бағалау және тексеру кезінде талдаудан алынған әсерлерді ұлғайту коэффициенттерін ескере отырып қабылдау керек:

- а) γ_x – сейсмикалық орын ауыстыруларға қатысты (сондай-ақ 4.2.2 қараңыз);
- б) γ_z - қорытынды тік күштерге қатысты (4.2.3 қараңыз).

4.2 Сәйкестік критерийлері

4.2.1 ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 2.1-де іргелі талаптарды сақтау үшін сейсмикалық есептік жағдайды қарау кезінде асырмағандығына келесілерді тексеру керек:

- айнымалы шекті ахуалі (ULS);
- зақымдануды шектеудің шекті жағдайы (DLS).

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ 2, 3 ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 және 2.2.1 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз.

4.2.2 Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыны таңдағанда, есептелген сейсмикалық орын ауыстыруды талдаудан алынған, үлкейту коэффициентін ескере

отырып ескеру керек – $\gamma_x = 1,2$ (4.1.3 а қараңыз) және НҚ.2.52 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативіне Ұлттық қосымшасында).

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының параметрлерін өнімді өндіруші компания ұсынуы тиіс. Осы Құралдың Д қосымшасын қараңыз.

4.2.3 Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыны таңдағанда, есептелген тік сейсмикалық күштердің (созушы және сығымдаушы) мәндерін талдаудан алынған – $\gamma_z = 1,3$ ұлғаю коэффициентін ескере отырып ескеру қажет (4.1.3 б. қараңыз)).

4.2.4 Сейсмикалық есептік жағдайды қарау кезінде зақымдануды шектеу жөніндегі шекті ахуалдарды тексеру нәтижелері сейсмикалық оқиғалар кезінде серпімді жұмыс шегінде қалуға тиіс сейсмикалық оқшауланған ғимараттың айналасындағы жіктерді кесіп өтетін тіршілікті қамтамасыз ететін коммуникациялар желілерін жобалау кезінде ескерілуге тиіс [10.4(2)P].

ЕСКЕРТУ – Барлық тіршілікті қамтамасыз ететін коммуникация желілерін жобалау барысында (сонымен қатар 4.2.10 қараңыз) арнайы іс-шаралар мен тиісті инженерлік-техникалық шешімдер "топырақ-Субқұрылым-сейсмикалық оқшаулау-Суперқұрылым" глобалдық жүйесіндегі өзара іс-қимылдың нақты қырларын ескере отырып тағайындалуы тиіс, мысалы, сейсмикалық оқшаулағыш қабат шегінде Субқұрылым мен Суперқұрылым арасындағы өзара ығысулардың үлкен шамаларына қол жеткізу мүмкіндігі.

4.2.5 [10.4(3)] Бүлінуді шектеу бойынша шекті жағдайда Субқұрылымдар мен Суперқұрылымдардың қабаттарының қиғаштықтары шектелуі тиіс.

ЕСКЕРТУ – Қабаттардың қиғаштықтарына қойылатын шектеу талаптарына байланысты бүлінулерді шектеу бойынша шекті жағдайлардың туындауы мақсатында қауіпсіздікті тексеруге қатысы бар қосымша нұсқаулар ҚР НТҚ 08-01.2 7.3.2-де келтірілген.

4.2.6 [10.4(4)P] Айнымалы шекті жағдайда сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың беріктігі мен деформациясы тұрғысынан айнымалы көтергіштік қабілеті тиісті қауіпсіздік коэффициенттері кезінде аспауы тиіс.

ЕСКЕРТУ – 6.8.6, сондай-ақ 4.2.2 және 4.2.3 қараңыз.

4.2.7 [10.4(5)] Осы Құралда ғимараттардың толық сейсмикалық оқшаулануы ғана қарастырылады.

ЕСКЕРТУ – Толық сейсмикалық оқшаулау сейсмикалық есептеу жағдайында Суперқұрылым (жалпы құрылымалы жүйенің сейсмикалық оқшауланған бөлігі) серпімді деформациялар саласында жұмыс істейді деп болжайды (сонымен қатар 1.6.7 қараңыз).

4.2.8 [10.4(6)] Белгілі бір жағдайларда Субқұрылымның серпімді емес беталысына жол беріледі, бірақ осы Құралда ол серпімді жұмыс шегінде қалады деп болжанады.

ЕСКЕРТУ – Осы Құрал шеңберінде сейсмикалық есептік жағдай жағдайында Субқұрылым (сейсмикалық оқшаулағыш іргетас немесе жалпы құрылымалы жүйенің төменгі бөлігі) серпімді деформациялар саласында жұмыс істейді деп болжанатын құрылыстар ғана қаралады.

4.2.9 [10.4(7)] Айнымалы шекті күйде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар өздерінің шекті мүмкіндіктеріне жете алады.

Суперқұрылым мен Субқұрылым серпімді жұмыс шегінде қалуы тиіс. Осы Шартты сақтау кезінде Суперқұрылымды және Субқұрылымды жүйелерді күрделі жобалау әдісінің қатаң ережелерін, сондай-ақ иілгіш жұмысты қамтамасыз ету мақсатында оларды бөлшектеуде (құрылымалауда) сақтаудың қажеті жоқ.

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

ЕСКЕРТУ 1 – ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 2.1.4 сәйкес ғимараттардың құрылмалық қарсылық жүйелері тұжырымдамаларға сәйкес жобалануы мүмкін:

- төмен диссипативті беталысы туралы;
- диссипативті беталысы туралы.

Алайда, егер сейсмикалық оқшауланған ғимаратта Суперқұрылымның құрылмалық қарсылық жүйесі сейсмикалық әсер ету кезінде оның иілгіш жұмысын қамтамасыз ету мақсатында жасалса (диссипативті беталыс тұжырымдамасы), онда бұл оған түсетін сейсмикалық жүктемелерді азайтып қана қоймай, жағымсыз әсерлер тудыруы мүмкін.

М (орта) немесе Н (жоғары) концептуалды иілімділік класы бар Суперқұрылымдық құрылмалық жүйені жобалаудың орынсыздығын төмендегі кейбір себептермен түсіндіруге болады (төмендегі ескертулерді қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – Тұжырымдамалық жобалау сейсмикалық оқшауланған ғимаратта сейсмикалық тербеліс энергиясының диссипациясы негізінен Суперқұрылымның құрылмалық элементтерінің иілгіш қасиеттерімен емес, сейсмикалық оқшаулау жүйесімен қамтамасыз етіледі деп болжанады. Мұны растау үшін төмендегі (4.1) Өрнекте көрсетілгендей Суперқұрылымның диссипативті қасиеттерін сипаттайтын тиімді ξ - тұтқыр демпферлік коэффициенттің, мәнін анықтау шартын қолдануға болады:

$$\xi = \frac{\xi_B + \xi_{SI} \frac{C_B}{C_{SI}}}{1 + \frac{C_B}{C_{SI}}} \quad (4.1)$$

мұнда (4.1) Өрнекте:

ξ_B – негізде бекітілген Суперқұрылымның диссипативті қасиеттерін сипаттайтын тиімді тұтқыр демпферлік коэффициент;

ξ_{SI} – сейсмикалық оқшаулау жүйесінің диссипативті қасиеттерін сипаттайтын тиімді тұтқыр демпферлік коэффициент;

C_B – негізде бекітілген Суперқұрылымның көлденең қаттылығы;

C_{SI} – сейсмикалық оқшаулау жүйесінің көлденең қаттылығы.

(4.1) Өрнегінен Суперқұрылымның және сейсмикалық оқшаулау жүйесінің көлденең қаттылығының үлкен айырмашылығына байланысты Суперқұрылымның энергияның диссипациялану қабілеті сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның тиімді ξ - тұтқыр демпферлік коэффициентінің шамасына қандай да бір маңызды әсер етпейтіні шығады.

ЕСКЕРТУ 3 – DCM немесе DCH құрылмалық жүйелерінің диссипативті беталысы туралы жобалау тұжырымдамасы көтеруші құрылмалардың иілгіш жұмысын көздейтіндіктен, Суперқұрылымдағы орын ауыстыру шамалары артып, сейсмикалық оқшаулағыш тіректерге қосымша тік гравитациялық жүктемелер туғызады.

Суперқұрылымның үлкен иілгіш деформациялары және оның тиімді тербеліс кезеңдері сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді кезеңдерімен жақындасқан жағдайда, резонанстық әсерлер сейсмикалық оқшауланған ғимаратта пайда болуы мүмкін.

4.2.10 [10.4(8)P] Айнымалы шекті күйде газ құбыры желілері және Суперқұрылымды қоршаған топырақтан немесе шектес құрылыстардан бөлетін қиылысатын жіктерді басқа да қауіпті коммуникациялар Суперқұрылымның салыстырмалы орын ауыстырулары кезінде олардың қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ететіндей жобалануы қажет. Сонымен қатар, осы Құралдың 4.1.3 және 4.2.2-де келтірілген γ_x – ұлғайту коэффициентін ескеру керек.

Мұндай коммуникациялардың икемділігі сейсмикалық оқшаулау жүйесінің икемділігімен салыстырғанда едәуір үлкен екендігіне және коммуникациялардың жиынтық реакциясы ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің қозғалысына

айтарлықтай наразылық тудырмайтындығына көз жеткізу керек.

Қажет болса, байланыс сейсмикалық оқшаулағыш қабат деңгейінде коммуникацияларға илгіш қосылыстар мен өтемдеуіштерді қосу керек.

4.3 Жобалаудың негізгі ережелері

4.3.1 Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларға арналған негізгі ережелер

4.3.1.1 [10.5.1(1)P] Суперқұрылым мен Субқұрылым арасында басқа да қажетті іс-шаралармен қатар имараттың қызмет ету мерзімі ішінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды орналастыру, қарау, техникалық қызмет көрсету, орталықтандыру және ауыстыру мүмкіндігін қамтамасыз ететін жеткілікті кеңістік қарастырылуы керек.

Аражабын тақтасы немесе сейсмикалық оқшаулау қабатынан жоғары және төмен басқа ұқсас бөлік арасындағы қашықтық, олар сейсмикалық оқшаулау құрылғыларын, құбырларды, байланыс жүйелерін немесе басқа құрылыс жабдықтарын тексеруге кедергі келтірмейтіндей болуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 1 – Сондай-ақ 4.3.3.3 қараңыз.

ЕСКЕРТУ 2 – Ғимараттың есептік пайдалану мерзімі ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 ережелеріне сәйкес белгіленуі керек.

4.3.1.2 [10.5.1(2)] Қажет болған жағдайда сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар от, химиялық және биологиялық ортаның агрессивті әсері сияқты әлеуетті қауіпті әсерлерден қорғалуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 1– Әлеуетті қауіпті әсерлерден қорғауды қамтамасыз етумен қатар, сейсмикалық оқшаулау жүйесі мен сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың жұмыс істеуіне қолайлы жағдайлар жасау сейсмикалық оқшауланған ғимаратты жобалаудың маңызды аспектісі болып табылады. Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің түріне және сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қолданылатын түрлеріне байланысты жобалау құжаттамасында оларды тиісті қорғауды қамтамасыз етуге және жұмыс істеуге қолайлы жағдайлар жасауға бағытталған ілеспе іс-шаралар көрсетілуі керек.

ЕСКЕРТУ 2 – Егер судың сейсмикалық оқшаулау қабатына ену қаупі болса, іргетастың негізіне дренаждық тесік орнатылуы немесе сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының батып кетуіне жол бермеу үшін басқа шаралар қолданылуы керек.

4.3.1.3 Сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жобалау кезінде пайдаланылатын сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың құрылмалық материалдары мен құрылмалары қолданыстағы нормативтік-нұсқаулық құжаттардың талаптарына сәйкес болуы тиіс [10.5.1(3)].

ЕСКЕРТУ – ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және 10-бөлім осы нормативтік құжатта сейсмикалық оқшауланған ғимаратты тұжырымдамалық жобалау кезінде басшылыққа алынуы тиіс жалпы Қағидаттар мен Қағидаларды ғана ұсынады. Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар туралы қосымша ақпарат жоқ. Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар ғимаратты жобалау кезінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар туралы қосымша ақпаратты тікелей тиісті стандарттардан алу керек (мысалы, ҚР СТ EN 15129:2009, ҚР СТ EN 1337 (барлық бөліктер), ISO 22762-1:2018, ISO 22762-3:2018, ISO/TS 22762-4:2019 қараңыз) және/немесе көрсетілген стандарттарға сай келетін, сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды дайындаушы компаниялар ұсынатын, техникалық талаптардан; (сондай-ақ осы Құралдың Д қосымшасындағы қысқаша мәліметтерді қараңыз)).

4.3.2 Орын ауыстыруды бақылау

4.3.2.1 [10.5.2(1)] Айналу әсерін азайту үшін тиімді қаттылық орталығы және сейсмикалық оқшаулау жүйесінің демпферлік орталығы сейсмикалық оқшаулау

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

қабатының бетіндегі Суперқұрылымның масса орталығының проекциясына мүмкіндігінше жақын орналасуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 1 – Осы мақсатта Суперқұрылымның құрылмалы жүйесі, әдетте, оның құрылмалық сұлбасы тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемшарттарын барынша қанағаттандыратындай етіп тағайындалуы керек (сондай-ақ осы Құралдың 4.1.1-ін, сондай-ақ ҚР НТҚ-ның 08-01.2 2.1.10 және 2.2-кіші бөлімін қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулау жүйесі оны қалыптастыратын сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың орналасу сұлбасы Суперқұрылым жүйесіндегі тік көтеруші құрылмалардың (бастапқы бағандар, көтергіш қабырғалар) орналасуының құрылмалық сұлбасына қатысты жақсы теңестірілетіндей етіп тағайындалуы тиіс.

4.3.2.2 [10.5.2(2)] Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың беталысындағы айырмашылықтарды азайту үшін, тұрақты әсер ету жүктемелеріне байланысты олардағы қысу кернеулері мүмкіндігінше жақын болуы тиіс.

ЕСКЕРТУ – Осы мақсатта Суперқұрылым тұжырымдамалық жобалаудың негізгі принциптері мен критерийлерін барынша қанағаттандыратын сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар ғимараттарды жобалау ең қолайлы болып табылады. Бұл сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды таңдау кезінде бірегейлеуге оң әсер етеді.

4.3.2.3 [10.5.2(3)P] Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар Суперқұрылымға да, Субқұрылымға да бекітілуі тиіс.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ, осы Құралдың 4.3.3 бөлімін қараңыз.

4.3.2.4 [10.5.2(4)P] Сейсмикалық оқшаулау жүйесі құрылманың соққылары мен мүмкін болатын бұралу қозғалыстары тиісті іс-шаралар арқылы шектелетіндей етіп жобалануы тиіс.

ЕСКЕРТУ – Осы мақсатта сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар ғимараттарды, олардың Суперқұрылымдары жоспарда және биіктік бойынша тұрақты болып жіктелетіндей етіп жобалаған қолайлы (сондай-ақ 3.2.1 және 3.3.1 ҚР НТҚ 08-01.2 қараңыз). Онда Суперқұрылымдар жоспарда және/немесе биіктігі бойынша (сондай-ақ 3.4 ҚР НТҚ 08-01.2 қараңыз) немесе бұралмалы-икемді (сондай-ақ 3.2.3 ҚР НТҚ 08-01.2-2021 қараңыз) шамадан тыс тұрақты емес болып жіктелетін сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жобалауға болмайды. Сондай-ақ төменде 4.3.2.5 қараңыз.

4.3.2.5 [10.5.2(5)] Соққы жүктемелеріне қатысты 4.3.2.4 талабы, егер олардың әсері тиісті құрылғылардың (мысалы, демпферлер, амортизаторлар және т. б.) көмегімен алынып тасталса, орындалды деп есептеледі.

ЕСКЕРТУ 1 – Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастары бар ғимараттарды жобалау барысында тікелей Суперқұрылымға мүмкін болатын сыртқы әсер ету қаупін болдырмайтын немесе азайтатын іс-шараларды қарастырған қолайлы (мысалы, Субқұрылым жүйесінде де орнатылуы мүмкін қорғаныс бөгеуілдерін орнату арқылы).

ЕСКЕРТУ 2 – Егер Суперқұрылым жоспарда және/немесе биіктігі бойынша орташа тұрақты емес деп жіктелсе (сондай-ақ 3.2.2 және 3.3.2 ҚР НТҚ 08-01.2 қараңыз), онда сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың құрама жүйесін қолдану ұсынылуы мүмкін, онда сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді демпферлермен және/немесе амортизаторлармен барабар түрде біріктіру қажет.

4.3.3 Субқұрыллар мен Суперқұрылымдардағы сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде және астында орналасқан құрылмалық элементтерге қойылатын талаптар

4.3.3.1 Топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының біркелкі еместігінің әсерін

азайту үшін сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде және астында орналасқан құрылмалық элементтер сейсмикалық оқшауланған ғимараттарда көлденең және тік бағытта жеткілікті қатаң жобалануы тиіс [10.5.3(1)].

4.3.3.2 [10.5.3(2)] Ғимараттар үшін талап 4.3.3.1. орындалады, егер келесі шарттардың барлығы қанағаттандырылса:

а) сейсмикалық оқшаулау жүйесінің үстінде және астында темірбетон тақталар немесе олардың деформацияларының барлық тиісті жергілікті және жалпы түрлерін ескере отырып жобаланған айқас арқалықтар жүйесі түрінде жасалған қатаң көлденең диафрагмалар қарастырылған;

б) сейсмикалық оқшаулау жүйесін құрайтын құрылғылар, екі ұшында тікелей қатаң көлденең диафрагмаларға бекітіледі (жоғарыдағы а) тармақшасын қараңыз) немесе, егер бұл мүмкін болмаса, сейсмикалық есептік жағдайда салыстырмалы көлденең ығысуы сейсмикалық оқшаулау жүйесінің көлденең деформацияларының 1/20 кем болуы тиіс, тік элементтердің көмегімен бекітіледі.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында және одан жоғары орналасқан Субқұрылым мен Суперқұрылымның құрылмалық элементтері әрбір сейсмикалық оқшаулағыш құрылғының орнату орны бойынша олардың көтергіш қабілеті мен геометриялық параметрлері оның қажетті қалыпта сенімді бекітілу мүмкіндігін және анкерлік құрылғылары арқылы Субқұрылым мен Суперқұрылымға тиісті бекітілуін қамтамасыз ететіндей жобалануы және бөлшектелуі тиіс. Сондай-ақ 4.3.3.3 және 4.3.3.4 қараңыз.

4.3.3.3 Субқұрылым сейсмикалық оқшаулағыш іргетас жүйесі немесе құрылыстың сейсмикалық оқшаулағыш қатты төменгі бөлігі жүйесі ретінде жобалануы мүмкін (сонымен қатар 2.1.1 қараңыз).

Субқұрылым оның қарсылық жүйесінің құрылмалық сұлбасы тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемдеріне (сондай-ақ 2.1.10 ҚР НТҚ 08-01.2 қараңыз) және осы Құралдың осы кіші бөліміндегі нұсқауларға барынша қанағаттанатындай етіп барабар түрде жобалануы тиіс.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астынан арнайы техникалық қабат қалыптастыру ұсынылады, оның құрылмалы-жоспарлау шешімі 4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.3.2.4 талаптарының орындалуын қамтамасыз етуі тиіс, оның ішінде оның қажетті биіктігіне қатысты, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулағыш қабатты қиып өтетін инженерлік коммуникациялар желілерінің құрылысына байланысты техникалық шешімдерді ескере отырып.

Әдетте, Субқұрылымның құрылмалық элементтерін армирленген монолитті бетоннан (темірбетоннан) жасау керек, оларды жобалау кезінде ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011 және оған ҚР НТҚ, ҚР НТҚ 08-01.3-2021 және осы Құралдың ережелерін басшылыққа алу керек.

Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастар жүйесін жобалау кезінде:

– іргетастар мен топырақ негіздерінің құрылмалық элементтерінің құрылыстың іргетас үстіндегі бөлігінің реакциясы нәтижесінде пайда болатын әсерлерді елеулі қалдық деформацияларсыз қабылдау қабілетін тексеру қажет (2.2.2.7 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз) [2.2.2(4)P];

ЕСКЕРТУ – Іргетастың түрі мен құрылмалық шешімдерін дұрыс таңдау ғимараттың жер сілкінісіне төзімділігін және сейсмикалық оқиғадан кейін оның жөнделуін қамтамасыз ету үшін үлкен маңызға ие. Іргетастардың айтарлықтай зақымдануы ғимараттардың сейсмикалық әсерлерге тиімді қарсы тұру қабілетін бұзады. Іргетастардың зақымдануын жою, әдетте, көп еңбекті қажет етеді және үлкен экономикалық шығындармен байланысты (2.2.6.1 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз).

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

– іргетастардың орындалатын есебі мен құрылмасы және олардың іргетас үстінің құрылысымен байланысы, бүкіл ғимараттың біркелкі сейсмикалық ұйытқыларға ұшырауын қамтамасыз етуі тиіс (2.2.6.2 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз);

– іргетастардың түрін, олардың мөлшері мен тереңдігін таңдау кезінде ҚР ЕЖ ЕН 1998-5:2004/2013 және ҚР НТҚ 08-01.2-2021 ережелерін сақтау қажет, сейсмикалық әсер ету кезіндегі іргетастардың беталысының белгісіздігімен байланысты тәуекелдерді шектеу (ҚР НТҚ-ның 08-01.1 2.2.4.2.4 қараңыз);

– іргетастардың қабылданған қаттылығы жүктемелердің іргетас үстіндегі бөлігінен топырақ негізіне мүмкіндігінше біркелкі берілуін және сейсмикалық әсерлер кезінде құрылыстың жекелеген тіректерінің көлденең және тік орын ауыстыруларының синфазалығын қамтамасыз етуі тиіс (ҚР НТҚ-ның 08-01.1 2.2.4.2.5 қараңыз [2.2.4.2(1)P]).

Жалпы жағдайларда, ғимараттағы сейсмикалық оқшаулағыш іргетас жүйесі биіктігі бойынша бір деңгейлі Субқұрылым болуы мүмкін және оған іргетас тақтасы (ең қолайлы) немесе қиылысатын іргетас таспалары жүйесі, бағандар-тіректер түріндегі тірек құрылмалар жүйесі (көлденең қимасы дамыған қысқа ұстын негіздер түрі бойынша) және/немесе диафрагма қабырғалары, сондай-ақ, қажет болған жағдайда, сыртқы іргетас қабырғалары (тіреуіш ретінде). Көлденең диафрагманың сейсмикалық оқшаулағыш қабатынан тікелей төмен құрылғы қажет болған жағдайда Субқұрылымда дискретті тік тірек құрылмаларының (бағаналар-тіректер және/немесе қабырғалар-диафрагмалар) жоғарғы жағында қиылысатын арқалық-кергілер (екі негізгі бағыттағы байланыстырушы арқалықтар) жүйесі көзделуі мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастың тік құрылмалық элементтерінің (тірек құрылмаларының) орналасуының құрылмалық сұлбасы сейсмикалық оқшаулау жүйесіндегі сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің локация (орналасу) сұлбасымен қатаң келісілуі тиіс. Сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді тік құрылмалық элементтер жоспарларының проекцияларынан тыс (қабырғалар-диафрагмалар, бағандар-тіректер) арқалық-кергілердің аралық учаскелерінде орнатуды, әдетте, қарастыруға болмайды. Сейсмикалық оқшаулау қабатының төменгі деңгейінде сейсмикалық оқшаулау іргетасы жүйесінің тік құрылмалық элементтерінің салыстырмалы көлденең козғалыстары шектелуі және рұқсат етілген шамалардан аспауы тиіс (4.3.3.2 б) қараңыз).

Құрылыстың сейсмикалық оқшаулағыш қатты төменгі бөлігі биіктігі бойынша екі немесе одан да көп деңгейлері бар Субқұрылым болуы мүмкін және бірыңғай қарсылық жүйесіне біріктірілген іргетасты, тік және көлденең құрылмалық элементтерді (қабырғалар, ұстындар, арқалықтар, тақталар) қамтуы мүмкін.

Жалпы жағдайларда, құрылымның қатты төменгі бөлігінің сейсмикалық оқшаулағыш жүйесі жоғарыда көрсетілгендей сейсмикалық оқшаулағыш іргетастарға ұқсас барлық функцияларды орындауы тиіс, оның ішінде сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың тікелей астында орналасқан арнайы техникалық қабаттың қалыптасуына қатысты.

4.3.3.4 Әдетте, құрылыстың сейсмикалық оқшауланған жоғарғы бөлігіндегі Суперқұрылым жүйесін оның қарсылық жүйесінің құрылмалық сұлбасы тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттары мен өлшемдерін барынша қанағаттандыратындай етіп барабар түрде жобалау керек (сондай-ақ 2.1.10 ҚР НТҚ 08-01.2 қараңыз).

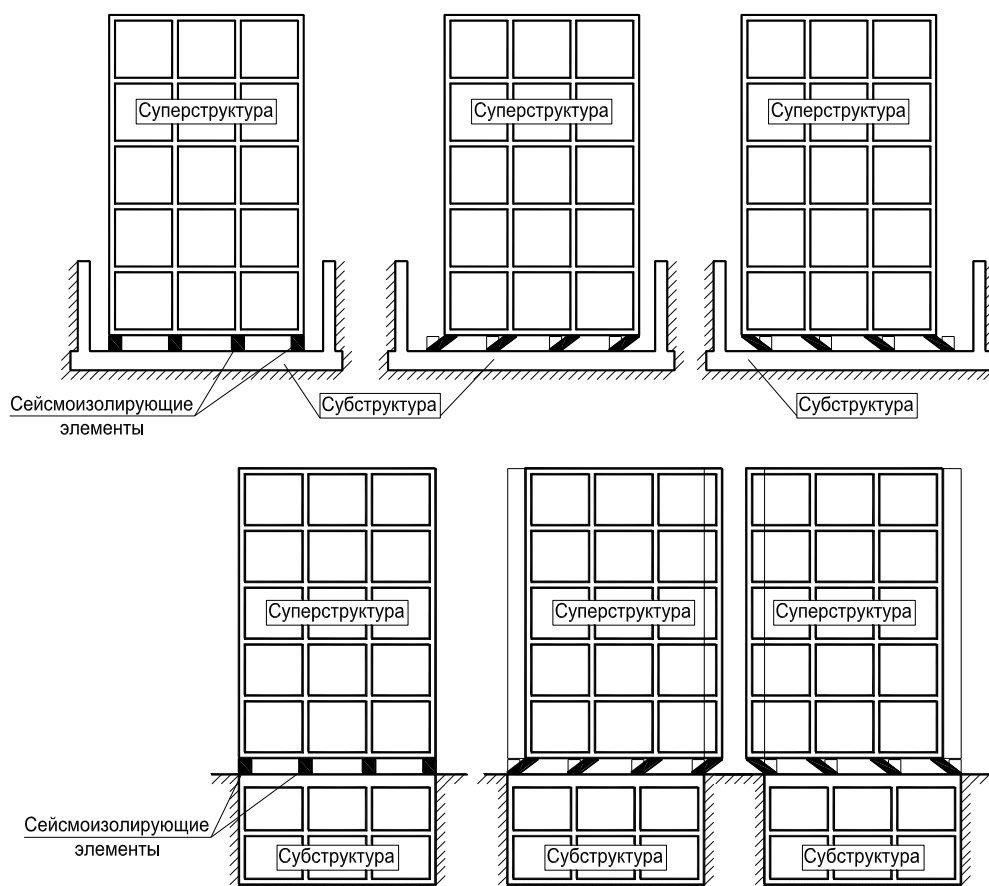
ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан қарсылық жүйелері ретінде Суперқұрылымдарды темірбетон, болат, болат темірбетон немесе барабар құрама түрде жобалауға болады, бірақ Суперқұрылымдық жүйелердің құрылмалы түрлерін әдетте жоғары көлденең қаттылықпен

сипатталатын етіп тағайындау керек (мысалы, бетон жүйелері – қабырғаға немесе қабырғаға қос эквиваленттер, болат немесе болат бетон жүйелері – шоғырланған байланыстармен рамалы немесе қабырғалармен біріктірілген, және т.б.). Суперқұрылымды жобалау кезінде пайдаланылатын құрылмалы материалдарға байланысты оларға ҚР ЕЖ EN және оған ҚР НТҚ, оның ішінде ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 оған ҚР НТҚ серияларын және осы Құралдың ережелерін басшылыққа алу керек.

Суперқұрылым жүйесінің негізіндегі сейсмикалық окшаулағыш қабаттың дәл үстінде негізінен қатаң көлденең диафрагма функцияларын орындайтын арнайы ростверк құрылмасын қалыптастыру ұсынылады (4.3.3.2 а қараңыз)) және қажет болған жағдайда іргетас құрылмасына тән функциялар.

ЕСКЕРТУ – Суперқұрылымның негізіндегі ростверк құрылмасын, әдетте, монолитті темірбетонмен жасау керек. Жалпы жағдайда, ростверктің құрылмасы тұтас монолитті темірбетон плитасы түрінде ұсынылуы мүмкін (сонымен қатар ҚР НТҚ-ның 08-01.2 2.2.6.4 қараңыз). Егер Суперқұрылымның құрылмалы жүйесі көлденең қималардың өлшемдерімен және көлденең қаттылығымен ерекшеленетін көтеруші қабырғалардың дискретті санымен ұсынылса, онда, әдетте, қорапты немесе кессондық типтегі ростверктің қатты монолитті темірбетон құрылмасын қабылдау керек (сондай-ақ ҚР НТҚ-ның 08-01.2 2.2.6.3 қараңыз).

4.3.3.5 Сейсмикалық окшаулағыш іргетасы немесе қатты төменгі бөлігі бар ғимараттардың негізгі құрылмалы шешімдері 4.1-суретте сұлбалық түрде көрсетілген.



4.1-сурет – Сейсмикалық окшауланған ғимараттардың көлденең кескіндерінің сұлбалық түрлері

4.3.4 Сейсмикалық әсерлер кезінде Суперқұрылымның орын ауыстыруын қамтамасыз ету

4.3.4.1 Есептелген сейсмикалық әсерлер кезінде Суперқұрылымның барлық бағытта қажетті орын ауыстырулары үшін жеткілікті болатын Суперқұрылым мен қоршаған топырақ немесе оған шектес имараттар арасында саңылаулар көзделуі керек (4.1-суретті де қараңыз).

Сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жобалау кезінде барлық сәулет-құрылыс және инженерлік шешімдерді, сейсмикалық оқшаулау қабатының үстінде орналасқан, Суперқұрылымның ықтимал орын ауыстыру факторын ескере отырып, есептелген сейсмикалық әсерлерге байланысты тағайындау керек.

Осы мақсатта:

– Супер құрылым мен оның айналасындағы топырақ, Субқұрылым құрылмалары мен шектес имараттар арасында есептелген сейсмикалық әсерлер кезінде Суперқұрылымды барлық бағытта орын ауыстыру үшін жеткілікті кеңістік (саңылаулар) көзделуі керек [10.5.4(1)P];

– сейсмикалық оқшауланған ғимараттың айналасында (сыртқы периметрі бойынша) барлық бағыттарда сейсмикалық оқшаулау жүйесімен қамтамасыз етілетін Суперқұрылымның ең үлкен орын ауыстыруының ені кемінде 2-3 еселенген қолжетімділігі шектеулі бос аймақтарды қамтамасыз ету ұсынылады;

ЕСКЕРТУ – Осы Құралдың 2.2-кіші бөлімінде атап өтілгендей, сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қарастырылып отырған түрлері төменгі ығысу қаттылығына (көлденең икемділікке) ие және көлденең әсер ету кезінде айтарлықтай мәндерге жететін көлденең ығысу деформацияларына шыдай алады, сондай-ақ Субқұрылымдарға қатысты Суперқұрылымдардың маңызды көлденең ығысуларына ие. Сондықтан сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимарат құрылыстың сейсмикалық оқшауланғанын ескертетін, сондай-ақ қол жетімділігі шектеулі ықтимал қауіпті аймақтарды белгілейтін сыртқы көрнекі белгілермен жабдықталуы тиіс.

– Субқұрылымдардың ішкі кеңістігіне кіреберістерді сыртқы етіп қарастыру, сондай-ақ қажет болған жағдайда жеке технологиялық шұңқыршаларды, ішкі Субқұрылымдардың қабырғалары мен төбелеріндегі ойықтарды қарастыру ұсынылады;

– әдетте, құрылмалары сейсмикалық оқшаулағыш қабатпен қиылысатын және күрделі инженерлік-техникалық шешімдер қабылдауды көздейтін баспалдақ-лифт торабын орнату арқылы сейсмикалық оқшауланған ғимараттың жоғарғы және төменгі бөліктері арасындағы функциялық өзара байланысты көздейтін архитектуралық жобалау шешімдерінен аулақ болу ұсынылады, оның ішінде оның айналасындағы тиісті деформациялық жіктерді қамтамасыз етуге қатысты.

5 ЕСЕПТЕ ЕСКЕРІЛЕТІН СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕР ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚШАУЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

5.1 Сейсмикалық әсерлер

5.1.1 Сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау барысында сейсмикалық әсер ету параметрлері ғимараттың функциялық мақсаты бойынша – II, III немесе IV жауапкершілік класына жатқызылуын назарға ала отырып, осы Құралдың 5.1.2, 5.1.3 және 5.1.4 нұсқауларына сәйкес (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР

НТҚ 08-01.2 нормативіндегі 5.1-кестені қараңыз), сонымен қатар, Суперқұрылымның биіктігі бойынша қабаттар санын ескере отырып (сондай-ақ, 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативіндегі 5.2-кестені қараңыз) (сондай-ақ, 3.2.2 , ескерту - 2 қараңыз) қабаттығы бойынша ғимараттың жіктеу жауапкершілігін анықтау керек.

5.1.2 [10.6(1)P] Сейсмикалық әсердің екі көлденең және тік компоненттері бір уақытта әрекет ететінін ескеру керек.

ЕСКЕРТУ 1 – Көлденең сейсмикалық әсер серпімді реакциялардың бірдей спектрлерімен сипатталатын екі ортогоналды компоненттермен сипатталады (ҚР НТҚ 08-01.1 4.2.1.3 қараңыз). Тік сейсмикалық әсер (әсер ету компоненті, көлденең жазықтыққа ортогоналды) көлденең компоненттерге сәйкес келетін, реакциялар спектрінен ерекшеленетін, реакциялар спектрімен сипатталады (ҚР НТҚ 08-01.1 4.2.1.4 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – Сондай – ақ, ескертудің 5.1.6 қараңыз.

5.1.3 Егер функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік класына жатқызылған жобаланатын ғимаратта – II, III немесе IV, Суперқұрылым биіктігі бойынша қабаттар саны 5 (бес) қоса алғанда (қабаттар бойынша жауапкершілік класы – I немесе II) дейін көзделсе, онда сейсмикалық әсердің әрбір құрауышын сипаттайтын, серпімді реакциялар спектрлерінің ординаттарының мәндерін жергілікті топырақ жағдайларына және a_g топырағының есептік үдеуіне байланысты, сондай – ақ жауапкершілік коэффициентінің тиісті мәні- γ_I кезінде анықтау керек.

ЕСКЕРТУ 1 – I немесе II қабаттылық бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылған ғимараттар үшін γ_I жауапкершілік коэффициенті функциялық мақсаты мен қабаттылығы бойынша ғимараттың жауапкершілік кластарының үйлесімін ескеретін γ_h және γ_{IV} коэффициенттерінің мәндерін регламенттейтін ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.3 және 5.3-кестесінің нұсқауларына сәйкес тағайындалуы керек.

ЕСКЕРТУ 2 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3-бөлімінде құрылыс аймақтарының сейсмикалық қауіптілігін, құрылыс алаңдарының топырақ жағдайлары мен сейсмикалық қауіптілігін бағалау бойынша нұсқаулар, ал 4.1-кіші бөлімінде жобаланатын құрылыс алаңдарындағы сейсмикалық әсерлердің есептік қарқындылығын бағалау бойынша нұсқаулар береді.

5.1.4 Егер функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік класына жатқызылған жобаланатын ғимаратта – II, III немесе IV, Суперқұрылым биіктігі бойынша қабаттар саны 5 (бестен) астам көзделсе, онда сейсмикалық әсердің әрбір құрауышты сипаттайтын серпімді реакциялар спектрлері ординаттарының мәндері коэффициент мәні кезінде 5.1.3 сәйкес айқындалған реакциялар спектрлері ординаттарының мәндерінің көбейтіндісі ретінде айқындалуға тиіс жауапкершілік $\gamma_I=1,0$ -ге тең, бірақ $\gamma_h(T)$ үдетуші коэффициентінің тиісті мәндерін ескере отырып, келесі төменгі (5.1) – (5.3) Өрнектердің көмегімен анықтау керек:

$0 \leq T \leq 0,1$ сек. кезінде

$$\gamma_h(T) = 1,0 + 10 \cdot T \cdot (\gamma_{h,(T=0,1)} - 1,0), \text{ бірақ } \gamma_I \text{ кем емес} \quad (5.1)$$

$0,1 \leq T \leq 4$ сек. кезінде

$$\gamma_h(T) = \frac{1,4}{1,4 - 0,02(n - 5)} + 0,00625 \cdot T \cdot (n - 5), \text{ бірақ } \gamma_I \text{ кем емес және } 1,8 \text{ артық емес} \quad (5.2)$$

$T > 4$ сек. кезінде

$$\gamma_h(T) = \gamma_{h,(T=4)} \quad (5.3)$$

мұнда:

$\gamma_{h,(T=0,1)}$ – $T=0,1$ сек. кезінде (5.2) Өрнегі арқылы анықталған $\gamma_h(T)$ коэффициентінің мәні;

$\gamma_{h,(T=4)}$ – $T=4$ сек кезінде (5.2) Өрнегі арқылы анықталған $\gamma_h(T)$ коэффициентінің мәні;
 T – реакциялар спектрінің ординаттарының мәндері анықталатын тербеліс кезеңдері;
 n – ғимараттағы Суперқұрылым қабаттарының саны ($5 \leq n \leq 19$).

ЕСКЕРТУ 1 – γ_l жауапкершілік коэффициенттерінің мәндеріне қатысты 1-ескертпенің 5.1.3-ін де қараңыз.

ЕСКЕРТУ 2 – Соңдай-ақ 2-ескертудің 3.2.3 қараңыз.

ЕСКЕРТУ 3 – Функциялық мақсаты бойынша II, III немесе IV жауапкершілік класына жатқызылған және қабаттар саны 5 (беске) дейін қоса алғанда Суперқұрылымы бар ғимараттар үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдары А қосымшасында келтірілген.

Функциялық мақсаты бойынша II, III немесе IV жауапкершілік класына жатқызылған және 5 (бес) қабаттан асатын Суперқұрылымы бар ғимараттар үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдары Б қосымшасында келтірілген.

5.1.5 [10.6(3)] $M_s \geq 6,5$ магнитудасы бар ықтимал белсенді ақадан 15 км-ден аз қашықтықта орналасқан IV жауапкершілік класына жататын ғимараттар үшін жергілікті топырақ жағдайларын ғана емес, сонымен қатар сейсмикалық көзден әсер ету ерекшеліктерін де ескеретін серпімді реакциялар спектрін ескеру керек. Егер ғимарат үшін 5.1.3 және 5.1.4-те анықталған стандартты спектрге қарағанда онша қауіпті болмаса, мұндай спектр қарастырылмауы мүмкін.

5.1.6 [10.6(4)] Сейсмикалық әсердің әртүрлі компоненттерінен ықпалдардың комбинациясы ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінің 6.6-кіші бөліміндегі нұсқауларға сәйкес жасалуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық әсердің тік компонентін және оның сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерімен бірлескен әсерін ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 6.2.7 және 6.2.8 нұсқауларына сәйкес ескеру керек.

5.1.7 [10.6(5)] Егер тікелей динамикалық есептеулерді орындау қажет болса, онда кемінде үш сейсмикалық оқиға жазбаларының жиынтығын пайдалану және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативінің 4.3.1 және 4.3.2-кіші бөлімдерінің нұсқауларын ескеру керек.

ЕСКЕРТУ 1 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.3.1-кіші бөлімі уақытша түрде сейсмикалық әсердің баламалы ұсынылуына қатысты нұсқаулар ұсынады және 4.3.2-кіші бөлімінде сейсмикалық әсердің кеңістіктік моделіне қатысты нұсқаулар ұсынады.

ЕСКЕРТУ 2 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.3.1.1.6 сәйкес және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 4.3.3.4.3(3) сәйкес, егер ғимараттың реакциясы уақытша облыста кемінде жеті сызықтық емес есептеулердің нәтижелері бойынша анықталса, онда E_d әсер ету ықпалының есептік мәні ретінде барлық осы есептеулер бойынша анықталған реакцияның орташа шамасын қабылдау керек. Басқа жағдайда осы есептеулерден реакция шамасының ең қолайсыз мәні E_d ретінде қабылдануы керек.

5.2 Беталыс коэффициенті

5.2.1 [10.7(1)P] Осы Құралдың 6.8.5-де айтылған жағдайлардан басқа, беталыс коэффициентінің (q) мәнін $q = 1,0$ тең етіп қабылдау қажет.

5.3 Есептеулерде ескерілетін сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің қасиеттері

5.3.1 [10.8(1)P] Есептеуде сейсмикалық оқшаулау жүйесінің физикалық және

механикалық қасиеттерінің ең қолайсыз мәндерін оның бүкіл пайдалану мерзімінде қабылдау керек. Бұл қасиеттер ықпалды көрсетуі тиіс:

- жүктеменің жылдамдығы;
- жүктеменің тік шамалары;
- көлденең жүктеменің шамалары;
- (қоршаған ортаның) температуралары;
- болжамды пайдалану мерзімі ішінде сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қасиеттерінің өзгеруі.

ЕСКЕРТУ 1 – Тік және көлденең жүктеменің шамаларын ҚР ЕЖ EN және ҚР НТҚ тиісті нұсқауларына, сондай-ақ осы Құралдың ережелеріне сәйкес анықтау керек.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулау жүйесін пайдалану мерзімі сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың өміршеңдігі мен қасиеттерінің сақталуына, оның ішінде қоршаған ортаны пайдалану жағдайларын ескеруге байланысты.

5.3.2 [10.8(2)] Жер сілкінісінен туындаған инерция күштерін, қаттылықтың максималды мәнін және демпферлік және үйкеліс коэффициенттерінің минималды мәнін ескере отырып бағалау керек.

ЕСКЕРТУ – Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің сипаттамалары сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың параметрлерімен және қасиеттерімен байланысты, олар өнім өндіруші компания ұсынатын паспорттық мәліметтерде көрсетілуі тиіс (сонымен қатар осы Құралдың 3.3.2 және 4.3.1 қараңыз).

5.3.3 [10.8(3)] Орын ауыстырулар қаттылықтың, демпфердің және үйкеліс коэффициенттерінің минималды мәндерін ескере отырып есептелуі қажет.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ, жоғарыдағы 5.3.2-де ескертуді қараңыз.

5.3.4 [10.8(4)] Функциялық мақсаты бойынша жауапкершіліктің II класына жатқызылған сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалау кезінде экстремалды мәндер (максимум немесе минимум) орташа мәндерден 15%-дан аспайтын жағдайда, сейсмикалық оқшаулау жүйесінің физикалық және механикалық қасиеттерінің орташа мәндері пайдаланылуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Жобаланатын ғимараттарды функциялық мақсаты бойынша II жауапкершілік класына жатқызу кезінде 5.1, 5.2 нұсқауларын және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.1-кестесін басшылыққа алу керек.

6 ҚҰРЫЛМАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ

6.1 Жалпы мәліметтер

6.1.1 [10.9.1(1)P] Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың динамикалық реакциясын үдеу, инерция және орын ауыстыру күштері тұрғысынан зерттеу керек.

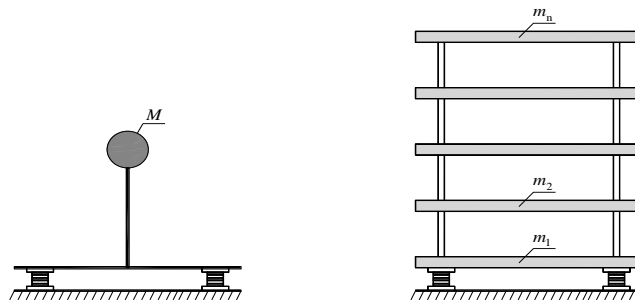
6.1.2 [10.9.1(2)P] Ғимараттар үшін бұрау әсерін, соның ішінде, бұл ҚР НТҚ 08-01.2 6.5-те анықталғанғандай, кездейсоқ эксцентриситетпен қолданылатын әсерлерді назарға алу қажет.

6.1.3 [10.9.1(3)] Сейсмикалық оқшаулау жүйесін моделдеу кезінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың кеңістіктегі таралуын екі көлденең бағыттағы орын ауыстыруларды, аударылу моментінің сәйкес әсерлерін және ғимараттың тік осінің айналасында айналуы жеткілікті түрде есепке алу үшін жеткілікті дәл көрсету керек.

Есептеу моделі сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін қолданылатын әртүрлі құрылғылардың сипаттамаларын дұрыс көрсетуі тиіс.

ЕСКЕРТУ 1 – Осы мақсатта сейсмикалық оқшаулау жүйесін модельдеудің алдында Субқұрылым мен Суперқұрылымның қарсылық жүйелерінің барабар құрылмалық сұлбаларын тағайындау және оларды алдын ала бағалау, оның ішінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылармен тікелей өзара іс-қимыл жасайтын олардың құрылмалық элементтерінің геометриялық параметрлерін, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қолданылатын түрлері туралы объективті ақпараттық мәліметтерді зерделеу, жобалау мақсаттарына қол жеткізу үшін олардың мәлімделген сипаттамаларын бағалау болуға тиіс, оларды алдынала тандау және сейсмикалық оқшаулағыш қабаттағы локациясының (орналасуының) барабар сұлбаларын тағайындау.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттарға қатысты аналитикалық бағалауды жүзеге асыру кезінде есептеу моделдерін қолдануға болады – бір массалы немесе көп массалы (6.1-суретті қараңыз).



6.1 - сурет – Сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның есептік моделдері: бір массалы (қолдануға ұсынылмайды) және көп массалы.

Тербелістің жоғары формаларының Суперқұрылымдардың динамикалық реакциясына ықтимал әсерін ескеру қажет және осыған байланысты:

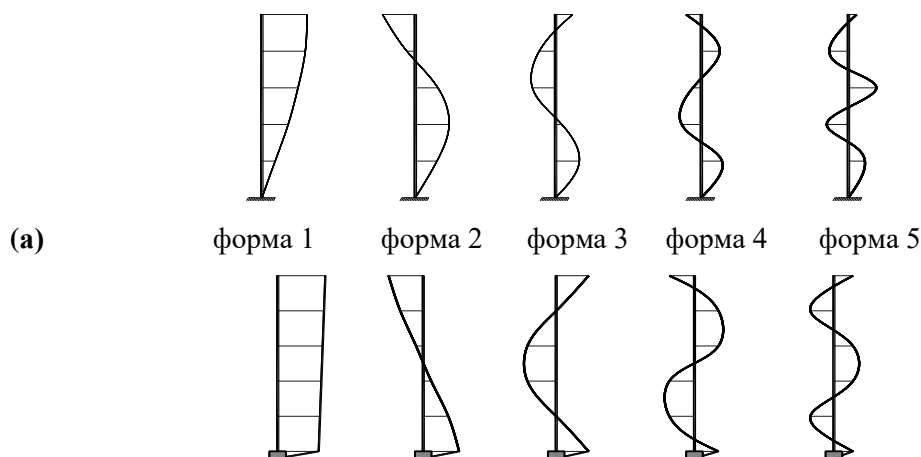
– бір массалық есептеу моделдерін сейсмикалық әсерлер кезінде сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымдардың беталысы туралы жалпы түсінік алу үшін және тұжырымдамалық жобалаудың бастапқы (алдын ала) кезеңінде сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың қажетті параметрлерін бағалау үшін ғана қолдануға рұқсат етіледі;

– шешім қабылдау кезеңінде барлық нақтылау бағалары тек көп массалы есептеу моделдерін қолдана отырып жүргізілуі керек.

ЕСКЕРТУ 3 – Оның негізінде бекітілген Суперқұрылымның және сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның өзіндік көлденең тербелістерінің формалары 6.2-суретте сұлбалық түрде көрсетілген.

Тербелістің жоғары формаларының Суперқұрылымындағы қозудың негізгі себептері жалпы болып саналады:

- сейсмикалық оқшаулау жүйесінің жоғары бастапқы көлденең қаттылығы;
- сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тербеліс энергиясының диссипациясына жоғары қабілеттілігі ($\xi \geq 20\%$).



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

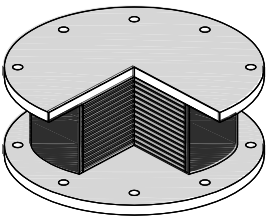
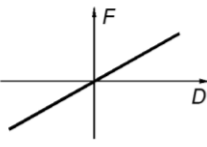
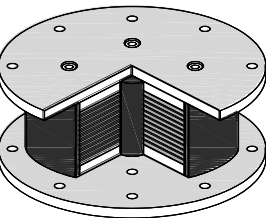
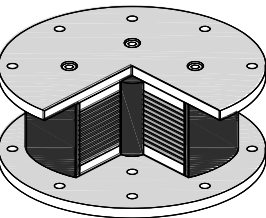
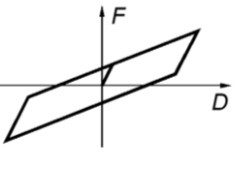
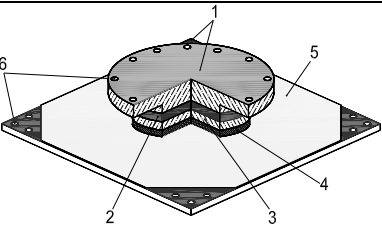
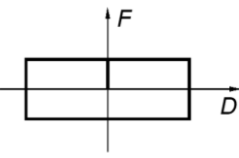
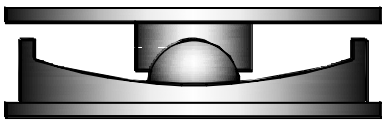
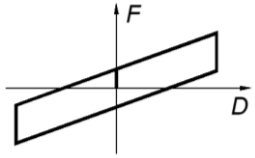
6.2 – сурет – Суперқұрылымның өзіндік көлденең тербелістерінің формалары:

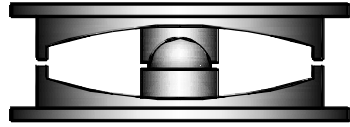
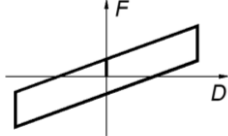

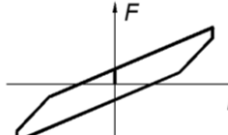
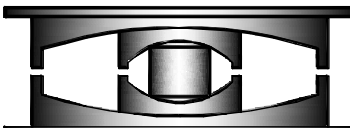

(а) – негізде бекітілген; (б) - сейсмикалық оқшауланған.

6.2 Сейсмикалық оқшаулау жүйесін моделдеу

6.2.1 Сейсмикалық әсерлер кезінде сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің беталысын сипаттау үшін осы Құралдың 2-бөлімінде айтылған сейсмикалық оқшаулау элементтерінің түрлерін сипаттайтын және 6.1-кестеде келтірілген идеалдандырылған жүктеме-орын ауыстыру тәуелділіктерін пайдалануға болады.

6.1-кесте - Сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді сипаттайтын және сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің беталысын сипаттау үшін қолданылатын идеалдандырылған жүктеме-орын ауыстыру тәуелділіктері

Сейсмикалық оқшаулағыш тіректің түрі	Сейсмикалық оқшаулағыш тіректің құрылымалы шешімі	Идеалдандырылған жүктеме-орын ауыстыру тәуелділігі (F-D)
Эластомерлік тіректер	<p>(а) – энергияның диссипацияға қабілеттілігі төмен</p> 	<p>(а)</p> 
		<p>(б) – энергияның диссипацияға қабілеттілігі жоғары</p> 
	<p>(в) – қорғасын өзегімен</p> 	<p>(в)</p> 
Үйкеліс-жылжымалы тіректер	<p>(г) – тегіс көлденең сырғу беттерімен</p> 	<p>(г)</p> 
	<p>(д) – бір маятникті, сфералық сырғу беттері бар</p> 	<p>(д)</p> 

<p>(е) – екі маятникті, $R_1=R_2$ және $\mu_1\approx\mu_2$ кезінде сфералық сырғу беттерімен</p>		 <p>(е)</p>
<p>(ж) – екі маятникті, $R_1=R_2$ және $\mu_1\neq\mu_2$ кезінде сфералық сырғу беттерімен</p>		 <p>(ж)</p>
<p>(к) – үш маятникті, сфералық сырғу беттері бар</p>		 <p>(к)</p>

6.3 Эквивалентті сызықтық есептеу

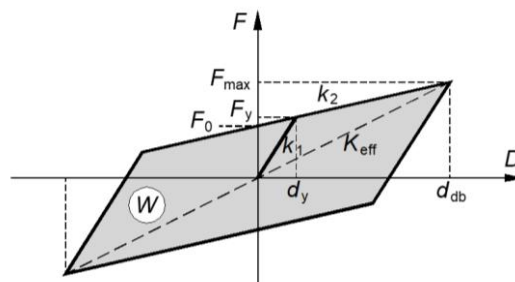
6.3.1 [10.9.2(1)] Осы 6.3.5-кіші бөлімде келтірілген шарттарды ескере отырып, энергияны диссипациялау қабілеті төмен серпімді қабатты эластомерлік тіректерден тұратын сейсмикалық оқшаулау жүйесін эквивалентті сызықтық тұтқыр – серпімді қасиеттері бар жүйе түрінде, ал серпімді-пластикалық типтегі құрылғылардан тұратын сейсмикалық оқшаулау жүйесін екі сызықты гистерезис қасиеттері бар жүйе түрінде моделдеуге болады.

6.3.2 Егер эквивалентті сызықтық модель қолданылса, онда энергияның диссипациялану қабілеті төмен әрбір сейсмикалық оқшаулағыш серпімді қабатты эластомерлік тірек үшін 5.3.1 көрсеткіштерін ескере отырып есептелген тиімді қаттылықты (яғни суперқұрылымның толық есептелген орын ауыстыруындағы қималық қаттылықтың мәні – d_{db}) анықтау қажет. Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді K_{eff} қаттылығы сейсмикалық оқшаулау элементтерінің тиімді қаттылықтарының жиынтығы болып табылады [10.9.2(2)].

ЕСКЕРТУ 1 – Энергияны диссипациялау қабілеті жоғары және қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің тиімді қаттылығын (6.1) Өрнек арқылы анықтау керек.

$$K_{eff} = \frac{F_{max}}{d_{db}} = k_2 + \frac{F_0}{d_{db}} = \frac{F_{max} - F_y}{d_{db} - d_y} + \frac{F_0}{d_{db}} \quad (6.1)$$

(6.1) Өрнекте қабылданған шартты белгілер 6.3-суретте көрсетілген.



6.3-сурет – Идеалдандырылған жүктеме-орын ауыстыру тәуелділігі (F-D), энергияны диссипациялау қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің және қорғасын өзектері бар тіректің беталысын сипаттайды

6.3 - суретте және (6.1) Өрнекте:

k_1 – монотонды артатын жүктеме кезіндегі тіректің бастапқы көлденең серпімді қаттылығы, жеңілдету кезіндегі қаттылыққа тең, (6.2) Өрнектен анықталады:

$$k_1 = \frac{F_y}{d_y}; \quad (6.2)$$

k_2 – (6.3) Өрнегінен анықталатын аққыштық шегінен тыс тіректің көлденең қаттылығы:

$$k_2 = \frac{F_{\max} - F_y}{d_{db} - d_y}; \quad (6.3)$$

F_{\max} – максималды көлденең күш;

F_y – аққыштық шегін сипаттайтын көлденең күш;

F_0 – кезеңдік жүктеме барысында нөлдік орын ауыстыруға сәйкес келетін көлденең күш;

d_y – аққыштық шегіне сәйкес келетін жүктеме кезінде орын ауыстыру;

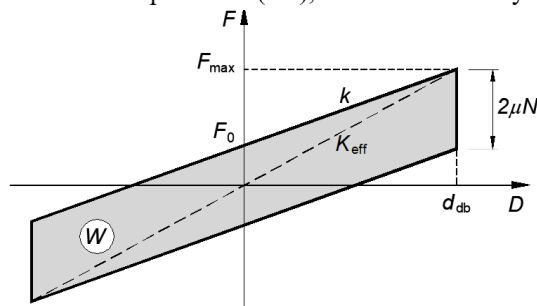
W – есептелген орын ауыстыруға сәйкес келетін бір кезеңде бөлінетін энергия гистерезис топсасының жалпы ауданына тең және келесі Өрнек арқылы анықталады:

$$W = 4F_0(d_{db} - d_y); \quad (6.4)$$

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулағыш бір маятникті сырғу тіректерінің тиімді қаттылығын (6.5) Өрнек арқылы анықтау керек.

$$K_{\text{eff}} = \frac{F_{\max}}{d_{db}} = \frac{kd_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{\frac{N}{R}d_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{N}{R} + \frac{\mu N}{d_{db}} \quad (6.5)$$

(6.5) Өрнекте қабылданған шартты белгілер 6.4-суретте көрсетілген.



6.4 - сурет – Сейсмикалық оқшаулағыш бір маятникті сырғу тірегіннің әрекетін сипаттайтын идеалдандырылған(F-D) жүктеме-орын ауыстыру тәуелділігі

6.4 - суретте және (6.5) Өрнекте:

k – үйкеліс күшінен асып кеткеннен кейін тіректің көлденең қаттылығы (6.6) Өрнегінен анықталады:

$$k = \frac{N}{R}; \quad (6.6)$$

F_0 – сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыдағы үйкеліс күші келесі Өрнек арқылы анықталады:

$$F_0 = \mu N; \quad (6.7)$$

N – сейсмикалық оқшаулағыш тірекке тік жүктеме;

R – тірек тақтасының сфералық бетінің қисықтық радиусы;

μ – сырғақтың сфералық бетіндегі сырғу үйкеліс коэффициенті;

W – есептелген орын ауыстыруға сәйкес келетін, бір кезеңде бөлінетін энергия - гистерезис топсасының жалпы ауданына тең және келесі Өрнек арқылы анықталады:

$$W = 4\mu Nd_{db} = 4F_0 d_{db}; \quad (6.8)$$

6.3.3 [10.9.2(3)] Эквивалентті сызықтық моделді қолданған кезде сейсмикалық оқшаулау жүйесімен энергияның диссипациясы эквивалентті тұтқыр демпфер (ξ_{eff}) "тиімді демпфер" ретінде көрсетілуі керек. Тіректердегі энергияның диссипациясы қарастырылатын жиіліктер диапазонындағы тербеліс жиілігімен және меншікті тербеліс формаларымен кезеңдік режимде диссипацияланған энергияны өлшеу нәтижелері бойынша анықталуы тиіс. Осы диапазоннан тыс жоғары формалар үшін модальды диссипация коэффициенті негізде қысылған Суперқұрылымның диссипация коэффициентіне тең болуы тиіс.

ЕСКЕРТУ 1 – Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректер мен қорғасын өзегі тіректерінің тиімді ξ_{eff} тұтқыр демпферлік коэффициентінің мәндерін (6.9) Өрнек арқылы анықтау керек. (6.9) Өрнегінде қабылданған шартты белгілер 6.3-суретте көрсетілген.

$$\xi_{\text{eff}} = \frac{2F_0(d_{db}-d_y)}{\pi K_{\text{eff}} d_{db}^2}; \quad (6.9)$$

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулағыш бір маятникті сырғу тіректері мен жоғарғы және төменгі сфералық беттердің қисықтық радиустары бірдей және сфералық беттердегі сырғакты сырғу үйкеліс коэффициенттерінің бірдей мәндері бар екі маятникті сырғу тіректері үшін тиімді ξ_{eff} тұтқыр демпфер коэффициентінің мәндерін (6.10) Өрнек арқылы анықтау керек.

(6.10) Өрнекте қабылданған шартты белгілер 6.4-суретте көрсетілген.

$$\xi_{\text{eff}} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d_{db}}{\mu R} + 1}; \quad (6.10)$$

6.3.4 [10.9.2(4)] Жеке сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің тиімді қаттылығы немесе тиімді демпфері ddc есептелген қозғалысына тәуелді болған жағдайда, қабылданған және есептелген мәндер арасындағы айырмашылық қабылданған мәннің 5% - на жеткенше итерациялық процедураны қолдану керек.

6.3.5 [10.9.2(5)] Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қасиеттерін келесі шарттардың барлығы орындалса, сызықтық қасиеттерге баламалы деп қарастыруға болады:

а) осы Кіші бөлімнің 6.3.2-де анықталған сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді қаттылығы $0,2d_{dc}$ орын ауыстырған кезде тиімді қаттылықтың кемінде 50% - % құрайды;

б) осы Кіші бөлімнің 6.3.3-де анықталған сейсмикалық оқшаулау жүйесін тиімді демпферлеу коэффициенті 30 %- дан аспайды;

в) сейсмикалық оқшаулау жүйесінің "күш-орын ауыстыру" диаграммасының сипаттамалары жүктеме жылдамдығы өзгерген кезде немесе тік жүктемелердің әсерінен 10% - дан аспайды;

г) $0,5d_{dc}$ және d_{dc} арасындағы орын ауыстыру үшін сейсмикалық оқшаулау жүйесіндегі қалпына келтіру күшінің ұлғаюы сейсмикалық оқшаулау жүйесіндегі жалпы гравитациялық жүктеменің кемінде 2,5% құрайды.

ЕСКЕРТУ – Шешім қабылдау кезеңінде сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың есептеулері сейсмикалық оқшаулағыш элементтердің сызықтық емес қасиеттерін ескере отырып жүргізілуі керек.

6.3.6 Егер сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қасиеттері сызықтық қасиеттерге баламалы ретінде қарастырылса және сейсмикалық әсер осы Құралдың 5.1 сәйкес серпімді

спектрдің көмегімен анықталса, онда диссипация бойынша спектрді түзету ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2.3 сәйкес жүзеге асырылуы керек [10.9.2(6)].

6.4 Жеңілдетілген сызықтық есептеу

6.4.1 [10.9.3(1)] Жеңілдетілген сызықтық есептеу әдісі бұраудан статикалық ықпалдар қолданылатын екі көлденең динамикалық ілгерілемелі қозғалысты қарастырады.

Бұл әдіс Суперқұрылым осы Кіші бөлімнің 6.4.2 және 6.4.3 шарттарына бағынатын сейсмикалық оқшаулау жүйесінің үстінде орналасқан қатты, деформацияланбайтын дене деп болжайды.

Бұл жағдайда ілгерілемелі қозғалыстардың тиімді кезеңі келесі Өрнектен анықталады:

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K_{\text{eff}}}}, \quad (6.11)$$

мұнда:

M – Суперқұрылымның массасы;

K_{eff} – сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді көлденең қаттылығы (6.1) Өрнегімен анықталады (1-ескертудің 6.3.2 қараңыз);

ЕСКЕРТУ – Эластомерлік тіректері бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың тиімді кезеңдерін (оның ішінде қорғасын өзегі бар) d_{dc} -нің есептелген орын ауыстырулары кезінде (6.12) Өрнек арқылы да анықтауға болады:

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{Md_{\text{dc}}}{F_{\text{dc}}}}, \quad (6.12)$$

Есептелген d_{dc} орын ауыстыруларында бір маятникті сейсмикалық оқшаулағыш тіректері бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың тиімді кезеңдерін (6.13) Өрнек арқылы анықтауға болады):

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{d_{\text{dc}}} \right)}}, \quad (6.13)$$

6.4.2 [10.9.3(2)] Тиімді көлденең қаттылықты бағалау және оңайлатылған сызықтық есептеуді қолдану кезінде, егер екі негізгі көлденең бағыттың әрқайсысында сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қаттылық орталығы мен Суперқұрылымның масса орталығының тік проекциясы арасындағы жалпы эксцентриситет (кездейсоқ эксцентриситетті қоса алғанда) қаралатын көлденең бағытқа көлденең болып табылатын бағытта оның ұзындығының 7,5% аспайтын болса, тік оське қатысты бұрау әсерін елемуге болады. Бұл жеңілдетілген сызықтық әдісті қолданудың қажетті шарты болып табылады.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ, Суперқұрылым жүйесін базалық қағидаттар мен өлшемшарттарға қанағаттандыруға қатысты осы Құралдың 4.1.1, 4.3.2.2, 4.3.3.4 қараңыз.

6.4.3 [10.9.3(3)] Жеңілдетілген әдісті, егер олар барлық келесі шарттарға сәйкес келсе, баламалы сызықтық демпферлік қасиеттері бар сейсмикалық оқшаулау жүйелеріне қолдануға болады:

а) құрылыс алаңынан $M_s \geq 6,5$ магнитудасы 15 км-ден асатын ең жақын ықтимал қауіпті жарылымға дейінгі қашықтық;

- б) Суперқұрылым жоспарындағы ең үлкен өлшем 50,0 м аспайды;
- в) Субқұрылым, топырақтың синхронды емес қозғалыстарының әсерін азайту үшін жеткілікті қатаң болып табылады;
- г) барлық сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылар, тік жүктемелерді қабылдайтын Субқұрылымнан жоғары орналасқан;
- д) T_{eff} тербелісінің тиімді кезеңі келесі шартты қанағаттандырады:

$$3T_f \leq T_{eff} \leq 3 \text{ с}, \quad (6.14)$$

мұнда T_f – Суперқұрылымның тербелістерінің негізгі тонусының кезеңі оның негізде қатты қысылуын жорамалдауда (жеңілдетілген Өрнек бойынша анықталған).

6.4.4 [10.9.3(4)] Ғимараттарда, осы Кіші бөлімнің 6.4.3 - не қосымша, эквивалентті сызықтық демпферлік сейсмикалық оқшаулау жүйелеріне қолданылатын жеңілдетілген әдіс үшін келесі шарттардың барлығы қанағаттандырылуы тиіс:

- а) көлденең жүктемелерді қабылдайтын Суперқұрылымның құрылмалы жүйесі жоспардағы құрылыстың екі негізгі осіне қатысты тұрақты, симметриялы болуы тиіс;
- б) негіздегі Субқұрылымның тербелмелі тербелістерін елемеуге болады;
- в) сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тік және көлденең қаттылығы арасындағы қатынас келесі Өрнекке бағынуы тиіс:

$$\frac{K_v}{K_{eff}} \geq 150. \quad (6.15)$$

- г) T_v тік тербелістерінің негізгі тонының кезеңі 0,1 секундтан аспауы тиіс, мұнда

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K_v}}. \quad (6.16)$$

6.4.5 [10.9.3(5)] Сейсмикалық әсер ету кезінде қаттылық орталығының орын ауыстыруы әрбір көлденең бағытта келесі Өрнек бойынша есептелуі тиіс:

$$d_{dc} = \frac{M S_e(T_{eff}, \xi_{eff})}{K_{eff,min}}, \quad (6.17)$$

мұнда $S_e(T_{eff}, \xi_{eff})$ – 6.3.3 сәйкес ξ_{eff} тиімді демпферлеудің тиісті мәнін ескере отырып анықталған спектрлік үдеу.

6.4.6 [10.9.3(6)] Суперқұрылымның әр деңгейінде қолданылатын көлденең күштер келесі Өрнектің көмегімен әр көлденең бағытта есептелуі тиіс:

$$f_j = m_j S_e(T_{eff}, \xi_{eff}), \quad (6.18)$$

мұнда m_j – j деңгейінде шоғырланған масса.

6.4.7 [10.9.3(7)] 6.4.6-да қарастырылған күштер жүйесі табиғи және кездейсоқ эксцентриситеттердің үйлесуіне байланысты бұрау ықпалын тудырады.

6.4.8 [10.9.3(8)] Егер осы Кіші бөлімнің 6.4.2-дегі шарт орындалса, онда жеке сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыдағы бұраудың ықпалы осы Кіші бөлімнің 6.4.5 және 6.4.6-да көрсетілгендей анықталған әр бағытта алынған нәтижелерді келесі Өрнекпен анықталған δ_i коэффициентіне көбейту арқылы есептелуі мүмкін (x бағыты бойынша

әрекет ету үшін):

$$\delta_{xi} = 1 + \frac{e_{tot,y}}{r_y^2} y_i, \quad (6.19)$$

мұнда:

y – қарастырылып отырған бағытқа көлденең бағыт x ;

(x_i, y_i) – тиімді қаттылық орталығына қатысты i сейсмикалық оқшаулағыш элементтің координаттары;

$e_{tot,y}$ – y бағыты бойынша жалпы эксцентриситет;

r_y – сейсмикалық оқшаулау жүйесінің бұрау радиусы y бағытында, ол келесі Өрнекпен анықталады:

$$r_y^2 = \sum (x_i^2 K_{yi} + y_i^2 K_{xi}) / \sum K_{xi}. \quad (6.20)$$

K_{xi} және K_{yi} – тиісінше x және y бағыттарындағы i элементтің тиімді қаттылығы болып табылады.

6.4.9 Суперқұрылымдағы бұрау әсерлері ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 6.5-кіші бөлімінің ережелеріне сәйкес бағалануы тиіс [10.9.3(9)].

6.5 Модалды жеңілдетілген сызықтық есептеу

6.5.1 [10.9.4(1)] Егер сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың беталысы эквивалентті сызықтық ретінде қарастырылуы мүмкін, бірақ 6.4.2 және 6.4.3 шарттарының кез келгені орындалмаса немесе 6.4.4 қолданылмаса, онда ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 6.3 сәйкес модалды-спектрлік есептеу орындалуы мүмкін.

6.5.2 [10.9.4(2)] Егер 6.4.3-тің барлық шарттары орындалса және 6.4.4 қолданылса, онда ғимараттың Субқұрылымы мен Суперқұрылымы қатты денелер сияқты жұмыс істейді деген болжаммен тік осьтің айналасындағы көлденең орын ауыстырулар мен бұрылыстар қарастырылатын жеңілдетілген есептеу қолданылуы мүмкін. Бұл жағдайда есептеу кезінде Суперқұрылым массасының жалпы эксцентриситеті (ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 6.5 сәйкес кездейсоқ эксцентриситетті қоса алғанда) ескерілуі тиіс. Құрылыстың әр нүктесіндегі орын ауыстырулар ілгерілемелі және бұралмалы орын ауыстыруларды біріктіру арқылы есептелуі тиіс. Бұл тек әрбір сейсмикалық оқшаулағыш элементтің тиімді қаттылығын бағалауға қатысты. Инерциялық күштер мен сәттер сейсмикалық оқшаулағыш элементтерді, сондай-ақ құрылыстың Субқұрылымы мен Суперқұрылымын тексеру кезінде ескерілуі тиіс.

6.6 Уақытша салада есептеу

6.6.1 Егер сейсмикалық оқшаулау жүйесін эквивалентті сызықтық модель ретінде ұсыну мүмкін болмаса (яғни, егер шарттар 6.3.5-те орындалмаса), онда ғимараттың сейсмикалық реакциясы сейсмикалық есептеу жағдайында күтілетін деформациялар мен жылдамдықтар диапазонында сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың беталысын барабар қайталауға мүмкіндік беретін белгіленген тәуелділіктерді пайдалана отырып, уақыт бойынша топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының жазбалары арқылы бағалануы тиіс [10.9.5(1)P].

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

ЕСКЕРТУ 1 – Жасанды, аспаптық және синтезделген акселерограммаларды қолдана отырып, ғимараттар мен имараттардың есептеулерін жер сілкінісіне төзімді құрылыс саласында маманданған ғылыми-зерттеу ұйымдарының қатысуымен орындау керек (4.3.1.1.7 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз).

Уақыт өте келе топырақтың сейсмикалық қозғалысының жазбалары арқылы орындалатын есептеуді, сейсмикалық оқшауланған ғимараттың орын ауыстыруын және оған түсетін сейсмикалық жүктемелерді анықтаудың қолайлы әдісі ретінде қарастыруға болады.

Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың сейсмикалық реакциясын уақыт бойынша топырақтың сейсмикалық тербелістерінің жазбалары арқылы бағалау барлық жағдайларда ұсынылады.

Аспаптық жазбалардың амплитудалық, спектрлік сипаттамалары мен тиімді ұзақтығы сейсмикалық әсердің аймақтық сипаттамаларына сәйкес келуі тиіс. Тиімді ұзақтық деп қарқындылығы максимумның кемінде жартысы болатын негіз топырағының тербелістерінің ұзақтығы түсініледі.

ЕСКЕРТУ 2 – Уақытша облыста ғимаратты немесе имаратты есептеуді орындау үшін сейсмикалық оқиғалар кезінде топырақтың қозғалысын сипаттайтын кемінде жеті жазбаны пайдалану ұсынылады (4.3.1.1.6 ҚР НТҚ 08-01.1 қараңыз).

6.7 Құрылмалық емес элементтер

6.7.1 [10.9.6(1)P] Құрылмалық емес элементтерді есептеу сейсмикалық оқшаулаудың динамикалық әсерлерін міндетті түрде қарастыра отырып, ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 6.8 сәйкес орындалуы тиіс (сондай-ақ, 6.8.1 ҚР НТҚ 08-01.2 қараңыз).

6.8 Айнымалы шекті күйдегі қауіпсіздік тексерулері (ULS)

6.8.1 [10.10(1)P] Субқұрылым оған тікелей қолданылатын инерция күштерінің әсеріне, сондай-ақ оған сейсмикалық оқшаулау жүйесі берген күштер мен сәттерге тексерілуі тиіс.

6.8.2 [10.10(2)P] Субқұрылым мен Суперқұрылымның айнымалы шекті ахуалын ҚР НТҚ-да ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 басқа тиісті бөлімдеріне анықталған γ_m мәндерін пайдалана отырып тексеру қажет γ_m .

ЕСКЕРТУ 1 – Сондай-ақ, 4.2.1, 4.3.3.4 ескертулерін қараңыз.

ЕСКЕРТУ 2 – ҚР НТҚ-ы ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 5 және 6-бөлімдеріне жер сілкінісіне төзімді ғимараттардың бетон және болат тірек құрылмаларын жобалау бойынша талаптар, нұсқаулар мен ұсынымдар ұсынады. Жер сілкінісіне төзімді ғимараттардың композиттік болат бетонды көтеруші құрылмалары ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 7-бөлімінде қосымша ережелерге сәйкес жобалануы керек.

6.8.3 [10.10(3)P] Субқұрылым мен Суперқұрылымның теңдігі мен кедергісіне қатысты қауіпсіздік тексерулерін ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 7-бөлімінің ережелеріне сәйкес орындау керек. Капаситивті жобалау талаптарын және глобалды немесе жергілікті иілімділік шарттарын сақтаудың қажеті жоқ.

ЕСКЕРТУ – Сонымен қатар 4.2.8 және 4.2.9, сондай-ақ 5.2.1 қараңыз.

6.8.4 [10.10(4)] Сейсмикалық оқшауланған ғимараттарда Субқұрылым мен Суперқұрылымның құрылмалық элементтері диссипативті емес ретінде жобалануы

мүмкін.

Ғимараттардың бетон, болат немесе болат бетон қарсылық жүйелері үшін төмен диссипативті беталыс тұжырымдамасына сәйкес келетін төмен (DCL) тұжырымдамалық иімділік класы қабылдануы мүмкін және сәйкесінше, 5.3, 6.1.2(2)P, 6.1.2(3) және 6.1.2(4) немесе 7.1.2(2)P және 7.1.2(3) ҚР ЕЖ 1998-1:2004/2012 ережелері, сондай-ақ ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің Бөлімдеріне тиісті ҚР НТҚ ережелері қолданылады.

ЕСКЕРТУ – Сонымен қатар, 2-ескертудің 6.8.2, және сондай-ақ, 4.2.8 және 4.2.9 қараңыз.

6.8.5 [10.10(5)] Ғимараттарда 1,5-тен аспайтын q беталысының коэффициентіне бөлінген сейсмикалық әсерді ескере отырып, Суперқұрылымның құрылмалық элементтерінің қарсылық шарттары қанағаттандырылуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Сонымен қатар, 2- ескертудің 5.2.1 және 6.8.2 қараңыз.

6.8.6 [10.10(6)P] Сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың тұрақтылығының ықтимал жоғалуын және γ_M ұлттық анықталған мәндерін пайдалануды ескере отырып, сейсмикалық оқшаулау жүйесінің қарсылығын 4.2.2-де келтірілген γ_x коэффициентін ескере отырып бағалануы тиіс.

ЕСКЕРТУ – γ_M мәндеріне қатысты, сондай-ақ ҚР НТҚ нормативін ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 нормативінің басқа да тиісті бөлімдеріне қараңыз.

6.8.7 [10.10(7)] Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің типіне және қарастырылып отырған сейсмикалық оқшаулағыш құрылғылардың түріне байланысты олардың төзімділігі келесі параметрлердің әрқайсысы бойынша айнымалы шекті күйде бағалануы тиіс:

а) – сейсмикалық есептеу жағдайында мүмкін болатын ең жоғары тік және көлденең күштері, соның ішінде төңкерілу ықпалы ескеріле отырып;

б) – сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың төменгі және жоғарғы беттері арасындағы жалпы салыстырмалы көлденең орын ауыстыруы; сейсмикалық есептеу жағдайында жалпы көлденең орын ауыстыру есептелген сейсмикалық әсерден туындаған деформацияны және арматураның отыруына, жылжымалылығына, температуралық әсеріне және керілуіне байланысты ықпалдарды қамтуы тиіс (егер Суперқұрылым алдын ала кернелген болса).

А - ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Функциялық мақсаты бойынша II, III, IV жауапкершілік кластарына жатқызылған және қабаттар саны 5 (беске) дейінгі қоса алғанда, Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды талдау үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдары

A1. Жалпы мәліметтер

A1.1 Осы А - қосымшамен осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобаланатын сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың қарсылық құрылмалы жүйелерінің уақытша саласында есептеу (талдау) кезінде қолданылатын жасанды акселерограммаларды өндіру үшін пайдаланылатын үдеулерде серпімді реакциялар спектрлерін құру бойынша нұсқаулар мен ұсынымдар беріледі:

– функциялы мақсаты бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылған – II, III немесе IV (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.1-кестесін қараңыз);

– қабаттар саны 5 (беске) дейін қоса алғанда Суперқұрылымдары бар, олар қабаттар бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылуы мүмкін – I немесе II (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.2-кестесін қараңыз).

ЕСКЕРТУ 1 – А-қосымша 6.6-кіші бөлімнің нұсқауларын толықтырады және дамытады.

ЕСКЕРТУ 2 – Ғимараттардың құрылмалы қарсылық жүйелері олардың көтеруші құрылмаларының сызықтық-серпімді жұмысы болжамымен зерттеледі (сонымен қатар 4.2.7 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 3 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2 сәйкес сейсмикалық әсердің көлденең компоненттері үшін серпімді реакциялар спектрлері ординаттарының мәндерін $\xi=5\%$ тұтқыр демпферлеу коэффициентімен есептеу керек.

A1.2 Осы Қосымшаның 1.1-де көрсетілген сейсмикалық оқшауланған ғимараттар үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдарында шартты түрде келесі бастапқы деректер ескерілді:

– құрылыс аймағының сейсмикалық қауіптілігі ОСЗ-1₄₇₅ картасына сәйкес бағаланады және $a_{gR(475)} = 0,5g$ мәнімен сипатталады;

– құрылыс аймағының сейсмикалық қауіптілігі ОСЗ-1₂₄₇₅ картасына сәйкес бағаланады және $a_{gR(2475)} = 0,6g$ мәнімен сипатталады;

– құрылыс алаңы сейсмикалық қасиеттері бойынша II (бірінші) топырақ жағдайымен сипатталады (сонымен қатар 3.2 және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативінің 3.1-кестесін қараңыз);

– құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық ықпалдарды күшейтудің топографиялық әсерлерін ескеретін коэффициент $S_T = 1,0$ тең болып қабылданды (сондай-ақ ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3.3.4 қараңыз).

ЕСКЕРТУ – Құрылыстың шартты алаңын сипаттайтын сейсмикалық жағынан қандай да бір қолайсыз факторлар байқалмайды деп болжанады.

A1.3 Осы Қосымшаның 1.1-де көрсетілген сейсмикалық оқшауланған ғимараттар үшін серпімді реакциялар спектрін құру процесі екі негізгі кезеңде (бірінші және екінші) орындалуы керек.

Үдеудегі серпімді реакциялар спектрлерін құрудың екінші кезеңінің алдында ғимараттың функциялық мақсаты бойынша жіктелуін нақтылауды ескере отырып құрылыс алаңындағы сейсмикалық әсерлердің есептік қарқындылығын анықтаудың міндетті бірінші кезеңі болуы тиіс.

ЕСКЕРТУ – Ғимараттардың жіктелуіне байланысты кезеңдердің мазмұны туралы толығырақ осы Қосымшада сәйкесінше А2, А3 және А4 (А(1), А(2) және А (3) мысалдары) бөлімдерін қараңыз.

А2. А(1) мысалы - Функциялық мақсаты бойынша II (екінші) жауапкершілікке жатқызылған және 5 қабатты Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимаратты талдау үшін үдеулерде серпімді реакциялар спектрін құру.

А2.1 Серпімді реакциялар спектрін құрудың бірінші кезеңінде бұзудың болмауы жөніндегі талапты тексеру кезінде құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық әсердің есептік қарқындылығын сипаттайтын a_g ең жоғары үдеуінің мәні ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1.1 нұсқауларына сәйкес анықталуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – А(1) Мысалының шеңберінде сейсмикалық микроаймақтандыру (СМА) карталарының мәліметтері жоқ деп болжанады, сондықтан a_g шыңының үдеуінің мәнін ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.1) Өрнектің көмегімен анықтауға болады, онда $a_{g(475)}$ және $a_{g(2475)}$ – құрылыс алаңындағы көлденең шыңның үдеуінің мәндері оның нақты топырақты және топографиялық жағдайлары кезінде ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (3.3), (3.4) және (4.1) Өрнектің көмегімен 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 және 4.1.1-нұсқауларына сәйкес анықталуы мүмкін.

Осы Қосымшаның А1.1-де ескертілген және функциялық мақсаты бойынша II (екінші) жауапкершілік класына жатқызылған ғимараттар үшін γ_1 жауапкершілік коэффициентінің мәні $\gamma_1 = 1,0$ -ге тең болуы тиіс (ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.3-кестесін қараңыз).

ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1.1 нұсқауларына сәйкес және осы Қосымшаның А1.2-де келтірілген бастапқы деректерді ескере отырып, бұзушылықтың болмауы жөніндегі талапты тексеру кезінде ескерілетін a_g үдеуінің есептік мәні ретінде ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінде (4.1) Өрнектің көмегімен анықталатын екі мәннен көп мәнді қабылдау керек.

Осылайша, нәтиже ретінде қабылданады: $a_g = \gamma_1 a_{g(475)} = 1,0 * 0,5g = 0,5g$.

А2.2 Спектрді құрудың екінші кезеңінде осы Қосымшаның А1.1 және А1.2-де келтірілген бастапқы деректерді, сондай-ақ сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерін сипаттайтын $S_e(T)$ серпімді реакциялар спектрінің ординаталарының мәндерін анықтау үшін $\xi=5\%$ тұтқыр демпфирлеу коэффициентінде жоғарыдағы А2.1-дегі бағаларды ескере отырып, ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативінің 4.2.2 бөлімшесінің нұсқауларын пайдалануға болады.

ЕСКЕРТУ 1 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2.1 сәйкес, ғимараттың немесе имараттың бұзылмауы жөніндегі талаптарды тексеру кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерін сипаттайтын үдеулердегі серпімді реакциялар спектрлерінің $S_e(T)$ мәндері ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің (4.2) – (4.4) Өрнектерінің көмегімен анықталады:

$$0 \leq T \leq T_B: S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]; \quad (4.2)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 ; \quad (4.3)$$

$$T_c \leq T: \quad S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] \quad (4.4)$$

мұнда

$S_e(T)$ – сейсмикалық әсердің көлденең компонентін сипаттайтын серпімді реакциялар спектрі;

T – бір еркіндік дәрежесі бар сызықтық жүйенің тербеліс кезеңі, сек;

a_g – негіздіктің есептік үдеуі $a_g = 0,5g$ -ге тең деп қабылданады (осы Қосымшаның А 2.1-ін қараңыз);

T_B – спектрлік үдеу кестесінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең төменгі мәні; қаралатын жауапкершілік кластарының ғимараттары үшін және сейсмикалық қасиеттері бойынша I топырақ жағдайлары **ІБ** типі кезінде $T_B = 0,15$ сек тең болып қабылданады (осы Қосымшаның А1.1, А1.2, сондай-ақ 4.2.2.2 және ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1-кестесін қараңыз);

T_C – спектрлік үдеу кестесінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең жоғары мәні; қаралатын жауапкершілік кластарының ғимараттары үшін және сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайлары **ІБ** типі кезінде $T_C=0,44$ сек тең болып қабылданады (осы қосымшаның А1.1, А1.2, сондай-ақ 4.2.2.2 және ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1-кестесін қараңыз);

η – $\xi = 5\%$ тұтқыр демпфирлеу коэффициенті үшін $\eta = 1$ мәні бар демпфирлеу бойынша түзету коэффициенті (Осы Қосымшаның 3-ескертпесінің А1.1, сондай-ақ ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2.1 қараңыз) .

Реакциялар спектрінің ординаттарын анықтау үшін (ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативіндегі 4.2) – (4.4) Өрнектерінде (g үлестерінде) жоғарыда айқындалған a_g , T_B , T_C , η мәндерін ауыстырамыз және нәтижелері ретінде аламыз:

$$\text{при } 0 \leq T \leq 0,15 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,5 \cdot \left[1 + \frac{T}{0,15} (1 \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,5 \cdot (1 + 10T);$$

$$\text{при } 0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,5 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,25;$$

$$\text{при } 0,44 \text{ сек} \leq T: S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0,5 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{0,44}{T} \right] = \frac{0,55}{T}.$$

ЕСКЕРТУ 2 – Көлденең сейсмикалық әсерлерді сипаттайтын серпімді реакция спектрі II (екінші) жауапкершілік класына жатқызылған және сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының **ІБ** типі кезінде қоса алғанда 5 (беске) дейінгі Суперқұрылым қабаттарының саны бар сейсмикалық оқшауланған ғимарат үшін А. 1-суретте тұтас сызықпен көрсетілген.

А3 А(2) мысалы - Функциялық мақсаты бойынша III (үшінші) жауапкершілік класына жатқызылған және 5 қабатты Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимаратты талдау үшін үдеулерде серпімді реакциялар спектрін құру

А3.1 Спектрді құрудың бірінші кезеңінде будың болмауы жөніндегі талапты тексеру кезінде құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық әсердің есептік қарқындылығын сипаттайтын a_g шындық үдеуінің мәні нұсқауларға сәйкес, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1.1-де және осыған ұқсас түрде, А2.1-де айтылғандай анықталуы мүмкін.

Осы Қосымшаның А.1. 1-де келісілген және функциялық мақсаты бойынша III (үшінші) жауапкершілік класына жатқызылған ғимараттар үшін γ_I жауапкершілік коэффициентінің мәнін $\gamma_I = 1,25$ -ке тең етіп қабылдау керек (ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.3-кестесін қараңыз).

Осылайша, нәтиже ретінде қабылданады: $a_g = \gamma_I a_g(475) = 1,25 * 0,5g = 0,625g$.

А3.2 Спектрді құрудың екінші кезеңінде, осы Қосымшаның А1.1 және А1.2-де келтірілген бастапқы деректерді, сондай-ақ сейсмикалық әсердің көлденең

компоненттерін сипаттайтын $S_e(T)$ серпімді реакциялар спектрінің ординаталарының мәндерін айқындау үшін $\xi=5\%$ тұтқыр демпфирлеу коэффициенті кезінде жоғарыдағы А3.1-дегі бағалауды назарға ала отырып, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2-кіші бөлімінің нұсқауларын және А2.2-де айтылғандай ұқсас тәсілмен пайдалануға болады.

ЕСКЕРТУ 1 – ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативіндегі (4.2) – (4.4) Өрнектердегі реакциялар спектрінің ординаттарын (g үлесімен) анықтау үшін А2.2-де жоғарыда анықталған T_B , T_C , η мәндерін, А3.1-де анықталған a_g мәнін қоя отырып, нәтижелер ретінде аламыз:

$$\text{при } 0 \leq T \leq 0,15 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,625 \cdot \left[1 + \frac{T}{0,15} (1 \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,625 \cdot (1 + 10T);$$

$$\text{при } 0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,625 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,5625;$$

$$\text{при } 0,44 \text{ сек} \leq T: S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = 0,625 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{0,44}{T} \right] = \frac{0,6875}{T}.$$

ЕСКЕРТУ 2 – Көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын, жауапкершіліктің III (үшінші) класына жатқызылған және сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының IB типі кезінде қоса алғанда 5 (беске) дейінгі Суперқұрылым қабаттарының саны бар сейсмикалық оқшауланған ғимарат үшін серпімді реакция спектрі А. 1-суретте нүктелі сызықпен көрсетілген.

А4 А(3) мысалы – Функциялық мақсаты бойынша IV (төртінші) жауапкершілік класына жатқызылған және 5 қабатты Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимаратты талдау үшін үдеулерде серпімді реакциялар спектрін құру

А4.1 Спектрді құрудың бірінші кезеңінде бұзушылықтың болмауы жөніндегі талапты тексеру кезінде құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық әсердің есептік қарқындылығын сипаттайтын a_g ең жоғары үдеуінің мәні нұсқауларға сәйкес, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1.1-де және осыған ұқсас түрде, жоғарыда А2.1 және А3.1-де айтылғандай анықталуы мүмкін.

Осы Қосымшаның А1.1-де ескертілген және функциялық мақсаты бойынша жауапкершіліктің IV (төртінші) класына жатқызылған ғимараттар үшін γ жауапкершілік коэффициентінің мәні $\gamma = 1,5$ -ке тең болуы керек (ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.3-кестесін қараңыз).

Осылайша, нәтиже ретінде қабылданады: $a_g = \gamma a_g(475) = 1,5 * 0,5g = 0,75g$.

А4.2 Спектрді құрудың екінші кезеңінде осы Қосымшаның А1.1 және А1.2-де келтірілген бастапқы деректерді, сондай-ақ сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерін сипаттайтын $S_e(T)$ серпімді реакциялар спектрінің ординаталарының мәндерін айқындау үшін $\xi=5\%$ тұтқыр демпфирлеу коэффициенті кезінде жоғарыдағы А4.1-дегі бағалауды назарға ала отырып, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2-кіші бөлімінің нұсқауларын және жоғарыда А2.2 және А3.2 айтылғандай ұқсас тәсілмен пайдалануға болады.

ЕСКЕРТУ 1 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.2) – (4.4) Өрнектердегі реакциялар спектрінің ординаттарын (g үлесімен) анықтау үшін А2.2 және А3.2 -де жоғарыда анықталған T_B , T_C , η мәндерін, А4.1-де анықталған a_g мәнін қоя отырып, нәтижелер ретінде аламыз:

$$\text{при } 0 \leq T \leq 0,15 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,75 \cdot \left[1 + \frac{T}{0,15} (1 \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,75 \cdot (1 + 10T);$$

при $0,15 \leq T \leq 0,44$ сек : $S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,75 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,875$;

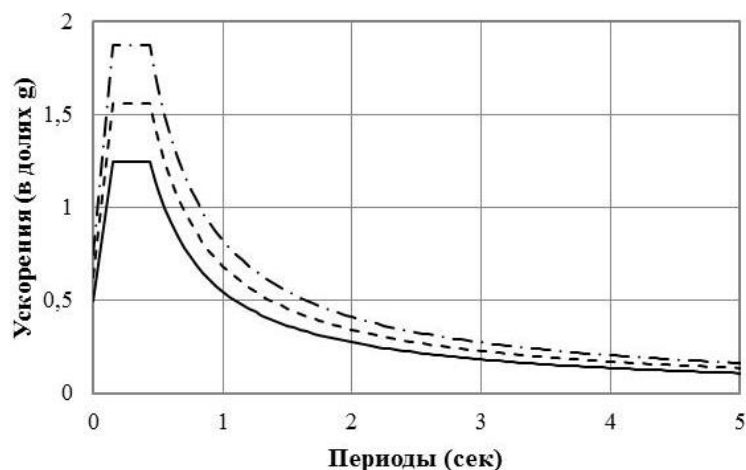
при $0,44 \text{ сек} \leq T$: $S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0,75 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{0,44}{T} \right] = \frac{0,825}{T}$.

ЕСКЕРТУ 2 – Көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын серпімді реакция спектрі Суперқұрылым қабаттарының саны қоса алғанда 5 (беске) дейінгі сейсмикалық оқшауланған ғимарат үшін жауапкершіліктің IV (төртінші) класына жатқызылған және сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының ІБ типі кезінде А. 1-суретте штрих нүктелі сызықпен көрсетілген.

А5 Сейсмикалық әсердің көлденең компоненттері үшін серпімді реакция спектрлерінің формалары

А5.1 Осы Қосымшаның А1.1 – де көрсетілген және функциялық мақсаты бойынша II, III немесе IV жауапкершілік кластарына жатқызылған Суперқұрылым қабаттары 5 (беске) дейін қоса алғанда саны бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттар үшін $\xi = 5\%$ тұтқыр демпферлеу коэффициентінде және топырақ жағдайлары ІБ типінде салынған сейсмикалық әсердің көлденең компоненттері үшін серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлерінің жалпы түрлері сейсмикалық қасиеттері бойынша А. 1-суретте көрсетілген.

ЕСКЕРТУ – Сондай-ақ, 2-ескертудің А 2.2, 2-ескертудің А 3.2, 2-ескертудің А 4.2 қараңыз.



А.1 – сурет – Сейсмикалық әсерлердің көлденең компоненттері үшін қалыпқа келтірілген спектрлерінің формалары

Б - ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

II, III, IV функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылған және 5 (бес) қабаттан асатын Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды талдау үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдары

Б1. Жалпы мәліметтер

Б1.1 Осы Б – Қосымшасы осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобаланатын сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың құрылымдық қарсылық жүйелерін есептеу (талдау) кезінде қолданылатын жасанды акселерограммаларды өндіру үшін пайдаланылатын үдеулерде серпімді реакциялар спектрлерін құру бойынша нұсқаулар мен ұсынымдар береді:

- функциялық мақсаты бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылған – II, III немесе IV (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.1-кестесін қараңыз);
- қабаттарының саны 5 (бестен) асатын Суперқұрылымдары бар, олар қабаттылығы бойынша жауапкершілік кластарына жатқызылуы мүмкін – III немесе IV (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінің 5.2-кестесін қараңыз).

ЕСКЕРТУ 1 – Б– қосымшасы 6.6-кіші бөлімнің нұсқауларын толықтырады және дамытады.

ЕСКЕРТУ 2 – Қабаттылық бойынша жауапкершіліктің IV (төртінші) класына жатқызылған және қабаттар саны 13-19 (биіктігі $42 \leq H < 66$ м) Суперқұрылымдары бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттарға қатысты; сондай – ақ, 2–ескертудің 3.2.3 қараңыз.

ЕСКЕРТУ 3 – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың құрылымдық қарсылық жүйелері олардың көтеруші құрылымдарының сызықтық-серпімді жұмысы туралы болжаммен зерттеледі (4.2.7 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 4 – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2 сәйкес сейсмикалық әсердің көлденең компоненттері үшін серпімді реакциялар спектрлері ординаттарының мәндерін $\xi=5\%$ тұтқыр демпферлеу коэффициентімен есептеу керек.

Б1.2 Осы Қосымшаның 1.1-де көрсетілген сейсмикалық оқшауланған ғимараттар үшін серпімді реакциялар спектрлерін құру мысалдарында шартты түрде келесі бастапқы деректер ескерілді:

- құрылыс аймағының сейсмикалық қауіптілігі ОСЗ-1₄₇₅ картасына сәйкес бағаланады және $a_{gR(475)} = 0,5g$ мәнімен сипатталады;

- құрылыс аймағының сейсмикалық қауіптілігі ОСЗ-1₂₄₇₅ картасына сәйкес бағаланады және $a_{gR(2475)} = 0,6g$;

- құрылыс алаңы сейсмикалық қасиеттері бойынша IB (бірінші) типті топырақ жағдайымен сипатталады (сонымен қатар 3.2 және ҚР НТҚ 08-01-1 нормативінің 3.1-кестесін қараңыз);

- құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық әсерлерді күшейтудің топографиялық әсерлерін ескеретін коэффициент $S_T = 1,0$ тең болып қабылданды (сондай-ақ, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3.3.4 қараңыз).

ЕСКЕРТУ – Құрылыстың шартты алаңын сипаттайтын сейсмикалық жағынан қандай да бір қолайсыз факторлар байқалмайды деп болжанады.

Б2 Б(1)-мысал – 5 (бес)қабаттан асатын Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимаратты талдау үшін үдеудегі серпімді реакциялар спектрін құру

Б2.1 Бірінші кезеңде бұзушылықтың болмауы жөніндегі талапты тексеру кезінде құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық әсердің есептік қарқындылығын сипаттайтын

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

аg шыңының үдеуінің мәні ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1.1 нұсқауларына сәйкес анықталуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ – Б (1) мысалының шеңберінде сейсмикалық микроаймақтандыру (СМА) карталарының мәліметтері жоқ деп болжанады, сондықтан a_g шыңының үдеуінің мәнін ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.1) Өрнектің көмегімен анықтауға болады, онда $a_{g(475)}$ және $a_{g(2475)}$ – құрылыс алаңындағы көлденең шыңның үдеуінің мәндері оның нақты топырақты және топографиялық жағдайлары кезінде ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (3.3) және (3.4) (4.1) Өрнектің көмегімен және 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 -нұсқауларына сәйкес анықталуы мүмкін.

Осы Қосымшаның Б1.1-де келісілген және функциялық мақсаты бойынша **II** (екінші) жауапкершілік класына жатқызылған ғимараттар үшін γ_I жауапкершілік коэффициентінің мәні $\gamma_I = 1,0$ -ге тең болуы тиіс (ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінің 5.3-кестесін қараңыз).

ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.1.1 нұсқауларына сәйкес және осы Қосымшаның Б1.2-де келтірілген бастапқы деректерді ескере отырып, бұзушылықтың болмауы жөніндегі талапты тексеру кезінде ескерілетін a_g үдеуінің есептік мәні ретінде ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.1) Өрнектің көмегімен анықталатын екі мәннен көп мәнді қабылдау керек.

Осылайша, нәтиже ретінде қабылданады: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,0 * 0,5g = 0,5g$.

Осы Қосымшаның Б1.1-де келісілген және функциялық мақсаты бойынша **III** (үшінші) жауапкершілік класына жатқызылған ғимараттар үшін γ_I жауапкершілік коэффициентінің мәні $\gamma_I = 1,25$ тең болуы тиіс (ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.3-кестесін қараңыз).

Осылайша, нәтиже ретінде қабылданады: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,25 * 0,5g = 0,625g$.

Осы Қосымшаның Б1.1-де келісілген және функциялық мақсаты бойынша жауапкершіліктің **IV** (төртінші) класына жатқызылған ғимараттар үшін γ_I жауапкершілік коэффициентінің мәні $\gamma_I = 1,5$ тең болуы керек (ҚР НТҚ 08-01.2-2021 нормативінің 5.3-кестесін қараңыз).

Осылайша, нәтиже ретінде қабылданады: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,5 * 0,5g = 0,75g$.

B2.2 Екінші кезеңде осы Қосымшаның Б1.1 және Б1.2-де келтірілген бастапқы деректерді, сондай-ақ жоғарыдағы B2.1-дегі бағаларды ескере отырып, $\xi=5\%$ тұтқыр демпферлік коэффициентпен, сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерін сипаттайтын $S_e(T)$ серпімді реакциялар спектрінің ординаталарының мәндерін анықтау үшін, ҚР НТҚ 08-01.1-2017 нормативінің 4.2.2-кіші бөлімінің нұсқауын пайдалануға болады.

ЕСКЕРТУ – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2.1 сәйкес, ғимараттың немесе имараттың бұзылмауы жөніндегі талаптарды тексеру кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерін сипаттайтын үдеулердегі серпімді реакциялар спектрлерінің $S_e(T)$ мәндері ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.2) - (4.4) Өрнектерінің көмегімен анықталады.

B2.3 Талап етіледі делік: II, III, IV жауапкершілік кластары және Суперқұрылымдағы қабаттар саны бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың уақытша аймағында есептеу кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерін сипаттайтын үдеулерде серпімді реакциялар спектрлерін салу 14 (он төрт). ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2 ережелеріне сәйкес спектрлер ординаттарының мәндерін $\xi=5\%$ тұтқыр демпфирлеу коэффициентімен есептеу керек

5.1.2 б) осы Құралға сәйкес II, III, IV жауапкершілік кластары және 5-тен астам қабаттар саны бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттар үшін сейсмикалық әсердің әрбір компонентін сипаттайтын серпімді реакциялар спектрлері ординаттарының мәндері туындылар ретінде анықталуы керек:

– 5.1.2 а) $\gamma_1=1,0$ кезінде осы Құралға сәйкес анықталған, реакциялар спектрлерінің ординаттарының мәндері, және

– арттыру коэффициентінің сәйкес мәндері $\gamma_h(T)$.

$\gamma_h(T)$ коэффициентінің мәндерін осы Құралдың 5.1.4 – тегі (5.1) - (5.3) Өрнектерінің көмегімен анықтау керек, бірақ кем емес қабылдау керек:

– III жауапкершілік класындағы ғимараттар үшін – 1,25;

– IV жауапкершілік класындағы ғимараттар үшін – 1,50.

5.1.2 а) сәйкес анықталған реакциялар спектрі ретінде А -қосымшасының А (1)-мысалында құрылған реакциялар спектрін қабылдаймыз.

γ_1 коэффициентінің мәндері ҚР НТҚ 08-01.02 нормативінің 5.3-кестесіне сәйкес қабылданған, және сәйкесінше Б. 1, б. 2 мен Б. 3 кестелерінде келтірілген II, III немесе IV жауапкершілік кластарына жатқызылған ғимараттардың 14 қабатты Суперқұрылымдары үшін осы Құралдың 5.1.4 – тегі (5.1) - (5.3) Өрнектерімен есептелген $\gamma_h(T)$ коэффициенті келтірілген.

Б.1-кесте – 14 қабатты Суперқұрылымы бар II(екінші) жауапкершілік класындағы ғимарат үшін γ_1 және $\gamma_h(T)$ коэффициенттерінің мәндері

T (сек)	γ_1	$\gamma_h(T)$	T (сек)	γ_1	$\gamma_h(T)$	T (сек)	γ_1	$\gamma_h(T)$
0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,175666	1,8	1,0	1,248791
0,05		1,076583	0,6		1,181291	2,0		1,260041
0,1		1,153166	0,7		1,186916	2,5		1,288166
0,15		1,155978	0,8		1,192541	3,0		1,316291
0,2		1,158791	1,0		1,203791	3,5		1,344416
0,3		1,164416	1,2		1,215041	4,0		1,372541
0,4		1,170041	1,4		1,226291	4,5		1,372541
0,44		1,172291	1,6		1,237541	5,0		1,372541

Б.2-кесте – 14 қабатты Суперқұрылымы III(үшінші) жауапкершілік класындағы ғимарат үшін γ_1 және $\gamma_h(T)$ коэффициенттерінің мәндері

T (сек)	γ_1	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_1	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_1	$\gamma_h(T)$	
		(1)	(2)			(1)	(2)			(1)	(2)
0	1,25	1,0	1,25	0,5	1,25	1,175	1,25	1,8	1,25	1,249	1,25
0,05		1,076	1,25	0,6		1,181	1,25	2,0		1,260	1,260
0,1		1,153	1,25	0,7		1,187	1,25	2,5		1,288	1,288
0,15		1,155	1,25	0,8		1,192	1,25	3,0		1,316	1,316
0,2		1,158	1,25	1,0		1,204	1,25	3,5		1,344	1,344
0,3		1,164	1,25	1,2		1,215	1,25	4,0		1,372	1,372
0,4		1,170	1,25	1,4		1,226	1,25	4,5		1,372	1,372
0,44		1,172	1,25	1,6		1,237	1,25	5,0		1,372	1,372

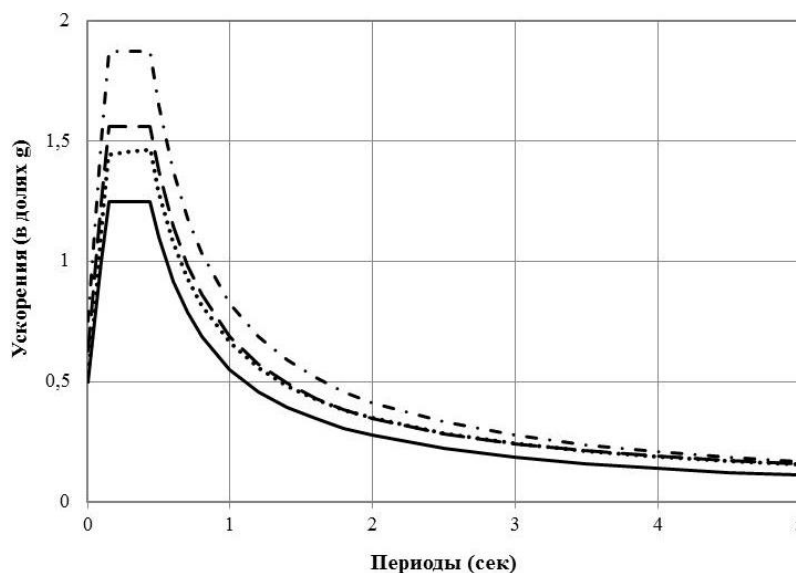
(1) – осы Құралдың 5.1.4-де (5.1) - (5.3) Өрнектерімен есептелген $\gamma_h(T)$ мәндері $\gamma_1=1,0$ кезінде;
 (2) – $\gamma_1=1,25$ кезінде $\gamma_h(T)$ есептік мәндері.

Б.3-кесте – 14 қабатты Суперқұрылымы IV(төртінші) жауапкершілік класындағы ғимарат үшін γ_1 және $\gamma_h(T)$ коэффициенттерінің мәндері

T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$	
		(1)	(2)			(1)	(2)			(1)	(2)
0	1,5	1,0	1,5	0,5	1,5	1,175	1,5	1,8	1,5	1,249	1,5
0,05		1,076	1,5	0,6		1,181	1,5	2,0		1,260	1,5
0,1		1,153	1,5	0,7		1,187	1,5	2,5		1,288	1,5
0,15		1,155	1,5	0,8		1,192	1,5	3,0		1,316	1,5
0,2		1,158	1,5	1,0		1,204	1,5	3,5		1,344	1,5
0,3		1,164	1,5	1,2		1,215	1,5	4,0		1,372	1,5
0,4		1,170	1,5	1,4		1,226	1,5	4,5		1,372	1,5
0,44		1,172	1,5	1,6		1,237	1,5	5,0		1,372	1,5

(1) – осы Құралдың 5.1.4-де (5.1) - (5.3) Өрнектерімен есептелген $\gamma_h(T)$ мәндері $\gamma_I=1,0$ кезінде;
 (2) – $\gamma_I=1,5$ кезінде $\gamma_h(T)$ есептік мәндері.

Б2.4 Б. 2-суретте II (екінші) жауапкершілік класындағы ғимаратқа көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын серпімді реакциялардың спектрлері көрсетілген, 5 қабатты Суперқұрылымы бар (--) көрнекі салыстыру үшін және II (.....), III (— —) және IV (— • —) жауапкершілік кластарына жатқызылған, 14 қабатты Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттар.



Б.2-сурет – 14 қабатты Суперқұрылымы бар II, III немесе IV жауапкершілік кластарының ғимараттары үшін салынған $\xi=5\%$ кезіндегі серпімді реакциялар спектрлері

В - ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Бес қабатты ғимаратқа арналған сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің қажетті параметрлерін тиімді тербеліс кезеңінің берілген мәндерімен және тиімді тұтқыр демпфирлеу коэффициентімен алдын ала анықтау мысалдары

В1 Жалпы мәліметтер

В1.1 Осы В - қосымшасы сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар өкіл-ғимараттың осы Құралдарының ережелеріне сәйкес жобалау мысалдарында сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің қажетті параметрлерін алдын ала анықтау мақсаттары үшін Құралдың ережелерін практикалық қолдану бойынша ұсыныстар береді.

В1.2 Шартты құрылыс алаңының қысқаша сипаттамасы:

- құрылыс аймағының сейсмикалық қауіптілігі ОСЗ-1₄₇₅ картасына сәйкес бағаланады және $a_{gR(475)} = 0,5g$ мәнімен сипатталады;
- құрылыс аймағының сейсмикалық қауіптілігі ОСЗ-1₂₄₇₅ картасына сәйкес бағаланады және $a_{gR(2475)} = 0,6g$ мәнімен сипатталады;
- құрылыс алаңы сейсмикалық қасиеттері бойынша ІБ (бірінші) топырақ жағдайларының типімен сипатталады (сондай-ақ 3.2 және ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3.1-кестесін қараңыз);
- құрылыс алаңында көлденең сейсмикалық әсерлерді күшейтудің топографиялық ықпалын ескеретін коэффициент $ST = 1,0$ тең болып қабылданды (сондай-ақ ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3.3.4қараңыз).

ЕСКЕРТУ – Құрылыстың шартты алаңын сипаттайтын сейсмикалық жағынан қандай да бір қолайсыз факторлар байқалмайды деп болжанады.

В1.3 Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталған шартты өкіл-ғимарат туралы қысқаша мәліметтер:

- функциялық мақсаты бойынша ІІ (екінші) жауапкершілік класына жатқызылуы тиіс қоғамдық ғимарат (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.1-кестесін қараңыз);
- сейсмикалық оқшауланған құрылыста сәйкесінше сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың астында және одан жоғары орналасқан Субқұрылым мен Суперқұрылымның құрылымдық элементтерін армирленген монолитті бетоннан (темірбетоннан) орындау қарастырылады;
- Суперқұрылым 5 (бес) қабат санымен көзделеді, ал ғимарат қабат бойынша ІІ (екінші) жауапкершілік класына жатқызылуы мүмкін (сондай-ақ 5.1, 5.2 және ҚР НТҚ 08-01.2 нормативінің 5.2-кестесін қараңыз);
- Субқұрылым мен Суперқұрылым, олардың қарсылық жүйелерін қалыптастыратын, темірбетонды құрылымдық элементтердің (көтеруші құрылымдардың) сызықтық-серпімді жұмысы болжамымен зерттеледі (сондай-ақ 4.2.7 қараңыз);

ЕСКЕРТУ – ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 4.2.2 сәйкес сейсмикалық әсердің көлденең компоненттері үшін серпімді реакциялар спектрлері ординаттарының мәндерін $\xi=5\%$ тұтқыр демпфирлеу коэффициенті кезінде есептеу керек.

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

– ғимараттағы сейсмикалық оқшаулағыш қабатты сейсмикалық оқшаулау жүйесін құру арқылы бірдей типтегі (құрамдастырусыз) сейсмикалық оқшаулағыш тіректерді қолдану арқылы қалыптастыру болжанады.

ЕСКЕРТУ – Энергияның жоғары диссипациясы бар немесе қорғасын өзектері бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерді пайдалана отырып, Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесі құрылады деп болжанады (сондай-ақ осы Құралдың 2.1.4, 2.2.2 немесе 2.2.3 қараңыз).

V1.4 Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылатын, өкіл-шартты ғимараттың Суперқұрылымының қысқаша сипаттамасы:

– Екі негізгі ортогональды бағыттағы Суперқұрылым құрылмалық типі бойынша монолитті темірбетонды рамалық жүйе (немесе ұстындары бар арқалықтардың қатты қосылыстары бар рамалық қаңқа) ретінде жіктеледі (сондай-ақ ҚР НТҚ 08-01.3 нормативінің 2.2.1 а) қараңыз);

– жоспардағы Суперқұрылымның рамалық қаңқасының жалпы өлшемдері 36,0x16,0 м құрайды (шеткі рамалардың осьтерінде); әр қабаттың биіктігі 1-ден 5-ші қабатқа дейін қоса алғанда 3,0 м құрайды; рамалардың ұстындары-50x50 см өлшемдері бар көлденең қиманың тікбұрышты формасын; рамалық арқалықтар – өлшемдері 30x60(h) см болатын көлденең қиманың тікбұрышты формасын (h-тақтаның қалыңдығын ескере отырып, арқалықтың биіктігі);

– Суперқұрылым жүйесіндегі көлденең диафрагмалар, монолитті темірбетонды тұтас тақталар түрінде көзделеді (ростверк, қабат аралық аражабындар және жабын); ростверк тақтасының қалыңдығы-400 мм; қабат аралық аражабындар мен жабындар тақталарының қалыңдығы – 150 мм құрайды;

– Суперқұрылым жүйесінің құрылмалық сұлбасын тұтастай алғанда тұжырымдамалық жобалаудың базалық қағидаттарын қанағаттандыратын ретінде қарастырылуы мүмкін (сондай-ақ ҚР НТҚ 02-01.2 нормативінің 2.1.10 қараңыз).

V1.5 Құрылатын Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесіндегі сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің орналасу жоспарының сұлбасы Субқұрылымның рамалық қаңқасының ұстындарының жоспарындағы орналасу сұлбасымен келісіледі деп болжанады.

Осы мақсатта, жоспардағы эластомерлік тіректердің орналасуын үйлестіру сейсмикалық оқшаулағыш құрылғыларды рамалық қаңқаның әрбір ұстынының орналасқан жері бойынша тікелей орнатуды шарттайтын, Суперқұрылым рамасының бағдарлық осьтерінің торымен сәйкес келетінін көздейді. Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш тіректі орталықтандыру Суперқұрылымның рамалық қаңқасы ұстынның орталық бойлық осьтік сызығының орнын ескере отырып көзделетін болады.

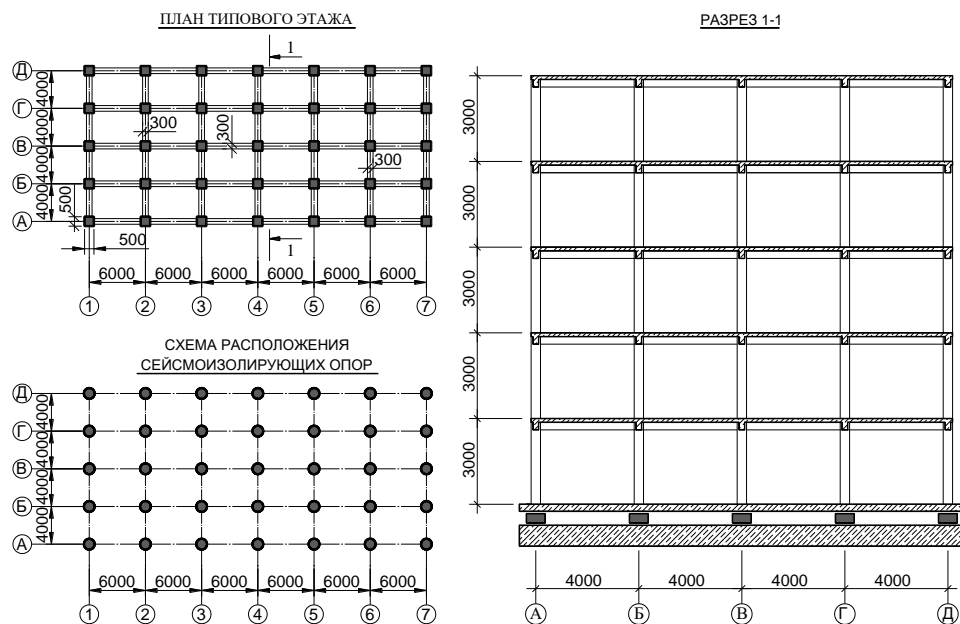
Сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін – 35 (отыз бес) құрылғы мөлшерінде сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректер пайдаланылатын болады (сондай-ақ V1.6 және В.1-суретті қараңыз.).

Болжам бойынша, қарастырылып отырған ғимаратты ($\zeta_{eff} \geq 10\%$) энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерді пайдалана отырып, Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандыру $T_{eff} = 2$ сек кем емес (T_{eff}) үдемелі тербелістердің мақсатты тиімді кезеңіне қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Осы мақсаттарға жету үшін келесілер қажет: энергияны диссипациялау қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің қажетті қаттылық параметрлерін анықтау.

В1.6 Рамалық қаңқаның сұлбалық жоспары, сейсмикалық оқшаулау жүйесінің сұлбасы және жоспардағы сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің орналасуы, сондай-ақ сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттың негізгі құрылымдық-жоспарлау шешімін көрсететін сейсмикалық оқшауланған құрылыстың жалпы қарсылық жүйесінің көлденең бейінінің түрі В.1-суретте көрсетілген.

ЕСКЕРТУ – Құрылыстың жалпы қарсылық жүйесінде Субқұрылым кеңістіктік қаттылық пен көтергіштік қабілетінің өте жоғары дәрежесімен сипатталатын және В.1 суретте шартты түрде көрсетілген тұжырымдамалық жобалаудың негізгі принциптері мен критерийлеріне сәйкес келетін бір деңгейлі қатты төменгі бөлік болады деп болжанады.



В. 1-сурет – Сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттың негізгі құрылымдық-жоспарлау шешімі

В1.7 Ерекше сейсмикалық есептік жағдайды қарау кезінде олардың сипаттамалық мәндерімен тұрақты жүктемелердің шамаларына байланысты тұрақты әсерлер (**G**) назарға алынды:

- темірбетон құрылымдық элементтерінің өз салмағынан бөлінген; армирленген ауыр бетонның тығыздығы – $25,0 \text{ кН/м}^3$ тең болып қабылданды;
- қабат аралық аражабындарға біркелкі бөлінген (тұтастырғырдың, едендердің, арақабырғалардың (және сыртқы қоршаулардың) және басқа да құрылымды емес элементтердің салмағынан); жиынтық – $2,0 \text{ кН/м}^2$ ($2,0 \text{ кПа}$) тең болып қабылданды;
- жабынға біркелкі бөлінген (тұтастырғыштың, жылуұстағыштың, орама материалдардың және т. б. салмағынан); жиынтық тең – $1,0 \text{ кН/м}^2$ ($1,0 \text{ кПа}$) қабылданды.

В1.8 Ерекше сейсмикалық есептік жағдайды қарастыру кезінде қолданылатын жүктемелердің шамаларына, олардың сипаттамалық мәндеріне байланысты әсер ету айнымалылары (**Q**) назарға алынды:

- қабат аралық аражабындарға біркелкі бөлінген (пайдалану санатына қарамастан) – $3,0 \text{ кН/м}^2$ ($3,0 \text{ кПа}$) тең болып қабылданды;

– жабынға біркелкі бөлінген (пайдалану және қар); жиынтық – $2,7 \text{ кН/м}^2$ ($2,7 \text{ кПа}$) тең қабылданды.

В1.9 Сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан ғимараттың жоғарғы сейсмикалық оқшауланған бөлігін алдын-ала (статикалық) талдау нәтижелері бойынша келесілер анықталды:

– Суперқұрылымның темірбетон құрылмалық элементтерінің жалпы салмағы шамамен – 20757 кН құрайды;

– ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің сейсмикалық әсерлерді есепке алмағанда дағдарысты шекті ахуалын тексеру кезінде ескерілетін ең жоғары есептік салмағы- 51068 кН .

– сейсмикалық әсерлері бар комбинацияларда ескерілетін ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің есептік салмағы - 30974 кН .

– сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде ескерілетін ғимараттың сейсмикалық оқшауланған бөлігінің массасы - $3078 \text{ кН}\cdot\text{с}^2/\text{м}$.

В2. В(1)-мысалы – Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің параметрлерін анықтау

В2.1 В(1) мысалының шеңберінде сейсмикалық оқшауланған ғимарат туралы жалпы мәліметтер және осы қосымшаның В1 кіші бөлімінде және В.1-суретінде келтірілген алдын ала талдау нәтижелері назарға алынады, сондай-ақ құрылыс энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің бірдей түрін пайдалана отырып қалыптастырылатын Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жаратқандырылады деп болжанады (сондай-ақ осы Құралдың 2.2.1 және 2.2.2 қараңыз).

Қалыптасқан сейсмикалық оқшаулау жүйесі кем дегенде $T_{\text{eff}}=2$ сек үдемелі тербелістердің мақсатты тиімді кезеңіне (T_{eff}) қол жеткізуді қамтамасыз ететін энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің қажетті параметрлерін анықтау процесін бірнеше дәйекті кезеңдерде орындау ұсынылады.

В2.2 1 - кезең.

Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің бірдей түрін пайдалана отырып қалыптастырылатын Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді қаттылығын ($K_{\text{eff total}}$) осы Құралдың 6.4.1-де берілген (6.11) Өрнектің көмегімен бағалауға болады.

(6.11) Өрнегін түрлендіру арқылы және $T_{\text{eff}}=2$ сек кезінде ($K_{\text{eff total}}$) мәнін келесідей есептеуге болады:

$$K_{\text{eff total}} = 4\pi^2 \frac{M}{T_{\text{eff}}^2} = 4 \cdot 9,86 \cdot \frac{3078}{4} = 30349 \text{ кН/м}$$

В2.3 2 - кезең.

Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш тіректің тиімді қаттылығы (K_{eff}) қарастырылып отырған жағдайда сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін энергияны диссипациялау қабілеті жоғары және 35 (отыз бес) құрылғы санында сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің бірдей түрі қолданылатынын ескере отырып, (K_{eff}) мәнді келесідей есептеуге болады:

$$K_{\text{eff}} = \frac{K_{\text{eff total}}}{n} = \frac{30349}{35} = 867 \text{ кН/м}$$

В2.4 3 - кезең.

$\xi=5\%$ ($\eta=1,0$) тұтқыр демпферлік коэффициенті кезінде $T=2$ сек кезеңіндегі $S_e(T)$ үдеуінде серпімді реакциялар спектрінің ординатасының мәнін ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.4) Өрнегінің көмегімен төмендегідей есептеуге болады:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot \frac{0,44}{2} = 0,275 \text{ g}$$

В2.5 4 - кезең.

$\xi=5\%$ ($\eta=1,0$) тұтқыр демпферлеу коэффициенті кезінде $T=2$ сек кезеңіндегі $S_{De}(T)$ орын ауыстыруларындағы серпімді реакциялар спектрінің ординатасының мәнін ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.10) Өрнегінің көмегімен келесідей есептеуге болады:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2 = 0,275 \cdot 9810 \cdot \left[\frac{2}{2 \cdot 3,14} \right]^2 = 273,6 \text{ мм} = 0,2736 \text{ м}$$

В2.6 5 - кезең.

Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерге тән $\xi=15\%$ тұтқыр демпферлік коэффициенті кезінде $T=2$ сек қалыпты $S_{De}(T)$ қозғалыстарындағы серпімді реакциялар спектрінің ординатасының мәнін келесідей есептеуге болады:

$$d_{dc} = S_{D(T=2)} \cdot \eta = 273,6 \cdot 0,673 = 184 \text{ мм} = 0,184 \text{ м}$$

Есептеу кезінде η коэффициентінің мәні ҚР НТҚ 08-01.1 нормативіндегі (4.5) – (4.8) Өрнектерінің көмегімен анықталды:

$$\text{при } T = 2,0 \text{ сек} \quad \eta = \rho(1/T)^\lambda = 0,646 \cdot (1/2)^{-0,0595} = 0,673$$

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

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

В2.7 6 - кезең.

d_{dc} есептелген орын ауыстыруына сәйкес келетін F_{dc} көлденең күш шамасының мәнін келесідей есептеуге болады:

$$F_{dc} = K_{\text{eff}} \cdot d_{dc} = 867 \cdot 0,184 = 159,5 \text{ кН}$$

В2.8 7 - кезең.

Циклдік жүктеме кезінде энергияны диссипациялау қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің нөлдік қозғалысына сәйкес келетін F_0 көлденең күш шамасының мәнін осы Құралдың (6.9) Өрнегін түрлендіру арқылы бағалауға болады.

F_0 анықтау кезінде энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің аққыштық шегіне сәйкес келетін жүктеме кезінде d_y орын ауыстыру шамасының мәні 25 мм қабылданады.

Нәтижені келесідей есептеуге болады:

$$F_0 = \frac{\xi_{eff} \pi K_{eff} d_{dc}^2}{2(d_{dc} - d_y)} = \frac{0,15 \cdot 3,14 \cdot 867 \cdot 0,184^2}{2(0,184 - 0,025)} = 43,5 \text{ кН}$$

В2.9 8 - кезең.

Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің аққыштық шегін сипаттайтын F_y -көлденең күш шамасының мәнін келесідей есептеуге болады:

$$F_y = F_0 + (F_{dc} - F_0) \frac{d_y}{d_{dc}} = 43,5 + (159,5 - 43,5) \frac{0,025}{0,184} = 59,3 \text{ кН}$$

В2.10 9 - кезең.

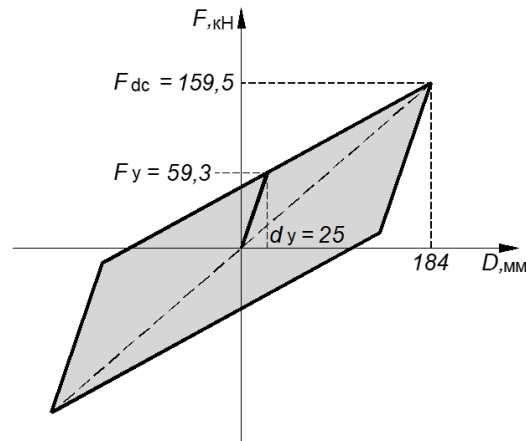
Энергия диссипациясының жоғары қабілеттілігі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің бастапқы көлденең серпімді қаттылығын (k_1) монотонды жүктеме кезінде келесідей есептеуге болады:

$$k_1 = F_y / d_y = 59,3 / 0,025 = 2372 \text{ кН/м}$$

Жоғары энергетикалық диссипация қабілеті бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің көлденең қаттылығын (k_2) келесідей есептеуге болады:

$$k_2 = \frac{F_{dc} - F_0}{d_{dc}} = \frac{159,5 - 43,5}{0,184} = 630 \text{ кН/м}$$

В2.11 Жоғарыда есептелген параметрлермен энергияны диссипациялау қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің әрекетін сипаттайтын жүктеме-орын ауыстырудың идеалдандырылған тәуелділігі (**F-D**) В 2-суретте көрсетілген.



В.2-сурет – Энергия диссипациясының жоғары қабілеті бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің беталысын сипаттайтын жүктеме-орын ауыстырудың идеалдандырылған тәуелділігі (F-D), В (1)-мысалында қарастырылған

В3. В (2)-мысалы – Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің параметрлерін анықтау

В3.1 В(2) Мысалының шеңберінде сейсмикалық оқшауланған ғимарат туралы жалпы мәліметтер және осы Қосымшаның В1 кіші бөлімінде және В.1-суретінде келтірілген алдын ала талдау нәтижелері назарға алынады, сондай-ақ құрылыс қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің бірдей түрін пайдалана отырып

қалыптастырылатын Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдыкталады деп болжанады (сондай-ақ осы Құралдың 2.2.1 мен 2.2.3 қараңыз).

Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің қажетті параметрлерін анықтау процесі, онда қалыптасқан сейсмикалық оқшаулау жүйесі үдемелі тербелістердің мақсатты тиімді кезеңіне (T_{eff}) кемінде $T_{\text{eff}}=2$ сек қол жеткізуді қамтамасыз етеді, бірнеше тізбекті кезеңдерде орындау ұсынылады $T_{\text{eff}}=2$ сек.

В3.2 1 - кезең.

Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің бірдей түрін қолдану арқылы қалыптасқан Бірінші типті сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімді қаттылығын В2.2 В (1) мысалында көрсетілгендей мәнді бірдей бағалауға және есептеуге болады:

$$K_{\text{eff total}} = 4\pi^2 \frac{M}{T_{\text{eff}}^2} = 4 \cdot 9,86 \cdot \frac{3078}{4} = 30349 \text{ кН/м}$$

В3.3 2 - кезең.

Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш тіректің тиімді қаттылығы, қарастырылып отырған жағдайда сейсмикалық оқшаулау жүйесін қалыптастыру үшін қорғасын өзегі бар және 35 (отыз бес) құрылғы санындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің бірдей түрі пайдаланылатынын ескере отырып, В2.3-В (1) мысалында көрсетілгендей мәнді бірдей бағалауға және есептеуге болады:

$$K_{\text{eff}} = \frac{K_{\text{eff total}}}{n} = \frac{30349}{35} = 867 \text{ кН/м}$$

В3.4 3 - кезең.

$\xi=5\%$ ($\eta=1,0$) тұтқыр демпферлік коэффициенті кезінде $T=2$ сек кезеңіндегі $S_e(T)$ үдеуіндегі серпімді реакциялар спектрінің ординатасының мәнін ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің (4.4) Өрнегі арқылы келесідей есептеуге болады:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot \frac{0,44}{2} = 0,275 \text{ g}$$

В3.5 4 - кезең.

$\xi=5\%$ ($\eta=1,0$) тұтқыр демпферлеу коэффициенті кезінде $T=2$ сек кезеңіндегі $S_{De}(T)$ орын ауыстыруларындағы серпімді реакциялар спектрінің ординатасының мәнін ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің (4.10) Өрнегінің көмегімен келесідей есептеуге болады:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2 = 0,275 \cdot 9810 \cdot \left[\frac{2}{2 \cdot 3,14} \right]^2 = 273,6 \text{ мм} = 0,2736 \text{ м}$$

В3.6 5 - кезең.

Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерге тән, $\xi=25\%$ тұтқыр демпферлік коэффициенті кезінде $T=2$ сек кезеңіндегі $S_{De}(T)$ орын ауыстыруларындағы серпімді реакциялар спектрінің ординатасының мәнін келесідей есептеуге болады:

$$d_{dc} = S_{D(T=2)} \cdot \eta = 273,6 \cdot 0,582 = 159 \text{ мм} = 0,159 \text{ м}$$

Есептеу кезінде η коэффициентінің мәні ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің (4.5) – (4.8) Өрнектерінің көмегімен анықталды:

$$\text{при } T = 2,0 \text{ сек} \quad \eta = \rho(1/T)^\lambda = 0,552 \cdot (1/2)^{-0,0775} = 0,582$$

$$\rho = 1 + \frac{0,05 - \xi}{0,05 + 2\xi - 3\xi^2} = 1 + \frac{0,05 - 0,25}{0,05 + 2 \cdot 0,25 - 3 \cdot 0,25^2} \approx 0,552,$$

$$\lambda = \frac{0,05 - \xi}{0,33 + 9\xi} = \frac{0,05 - 0,25}{0,33 + 9 \cdot 0,25} \approx -0,0775$$

В3.7 6 - кезең.

d_{dc} есептелген орын ауыстыруына сәйкес келетін F_{dc} көлденең күш шамасының мәнін келесідей есептеуге болады:

$$F_{dc} = K_{\text{eff}} \cdot d_{dc} = 867 \cdot 0,159 = 137,9 \text{ кН}$$

В3.8 7 - кезең.

Циклдік жүктеме кезінде қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің нөлдік орын ауыстыруына сәйкес келетін F_0 көлденең күш шамасының мәнін осы Құралдың (6.9) Өрнегін түрлендіру арқылы бағалауға болады.

F_0 анықтау кезінде, қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің аққыштық шегіне сәйкес келетін жүктеме кезінде d_y орын ауыстыру шамасының мәні 15 мм қабылданады.

$$F_0 = \frac{\xi_{\text{eff}} \pi K_{\text{eff}} d_{dc}^2}{2(d_{dc} - d_y)} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 867 \cdot 0,159^2}{2(0,159 - 0,015)} = 59,7 \text{ кН}$$

В3.9 8 - кезең.

Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің аққыштық шегін сипаттайтын F_y -көлденең күш шамасының мәнін келесідей есептеуге болады:

$$F_y = F_0 + (F_{dc} - F_0) \frac{d_y}{d_{dc}} = 59,7 + (137,9 - 59,7) \frac{0,015}{0,159} = 67,1 \text{ кН}$$

В3.10 9 - кезең.

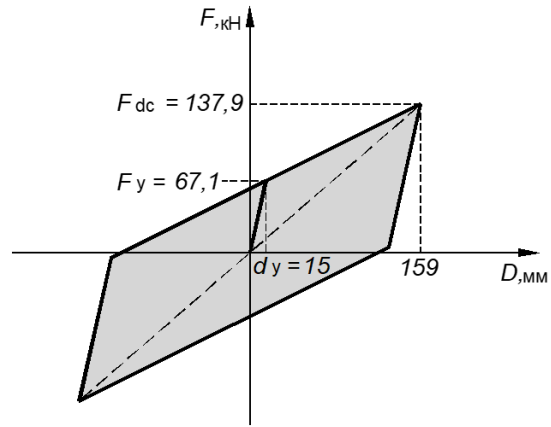
Монотонды жүктеме кезінде қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің бастапқы көлденең серпімді қаттылығын (k_1) келесідей есептеуге болады:

$$k_1 = F_y / d_y = 67,1 / 0,015 = 4473 \text{ кН/м}$$

Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің көлденең қаттылығын (k_2) төмендегідей есептеуге болады:

$$k_2 = \frac{F_{dc} - F_0}{d_{dc}} = \frac{137,9 - 59,7}{0,159} = 492 \text{ кН/м}$$

В3.11 Жоғарыда есептелген параметрлерімен қабылданған қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің беталысын сипаттайтын жүктеме-орын ауыстырудың идеалдандырылған тәуелділігі (**F-D**) В. 3-суретте көрсетілген.



В.3-сурет – В (2) Мысалында қабылданған қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің беталысын сипаттайтын жүктеме-орын ауыстырудың идеалдандырылған тәуелділігі (F-D)

Г - ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының жазбаларын пайдалана отырып орындалатын есептеулер нәтижелері бойынша 5 (бес) қабат саны бар, Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттың реакцияларын бағалау

ЕСКЕРТУ – Г қосымшасында осы Құралдың 6.6-кіші бөлімінің ережелерін іске асыру үшін практикалық мақсаттарда қолданылуы мүмкін нұсқаулар мен ұсынымдар бар.

Г1. Г(1)-мысалы – Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректермен қалыптасатын сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақталған сейсмикалық оқшауланған ғимараттың 5 қабатты Суперқұрылымының реакцияларын бағалау

Г1.1 Бастапқы деректер

Г1.1.1 Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылатын өкіл-ғимараттың құрылысының шартты алаңының қысқаша сипаттамасы осы Құралдың В қосымшасының В1.2 – де ұсынылғанға ұқсас.

Г1.1.2 Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылатын шартты өкіл-ғимарат туралы қысқаша мәліметтер В- қосымшасының В1.3-де қабылданғанға ұқсас.

Г1.1.3 Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылатын шартты өкіл-ғимараттың Суперқұрылымының қысқаша сипаттамасы осы Құралдың В қосымшасының В1.3-де ұсынылғанға ұқсас (сондай-ақ, В1.5-ті және В қосымшасындағы В.1-суретті қараңыз).

Суперқұрылымның диссипативті қасиеттері $\zeta=5\%$ тұтқыр демпфер коэффициентінің мәнімен сипатталады .

Г1.1.4 Сейсмикалық оқшаулау жүйесі туралы қысқаша жалпы мәліметтер, оны шартты өкіл-ғимаратпен жарақтандыру болжанады, В қосымшасының В1.4-де қабылданған мәліметтерге ұқсас (сондай-ақ, В қосымшасындағы В.1-суретті қараңыз).

Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің көлденең қаттылығын сипаттайтын параметрлер В қосымшасының В(1) мысалында қабылданған параметрлерге ұқсас (сонымен қатар, В қосымшасының В2.1, В2.2 және В2.3 қараңыз).

Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің тік қаттылығы шартты түрде $K_z=1500000$ кН/м тең қабылданады.

Г1.1.5 Сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақтандырылатын шартты өкіл-ғимаратты талдауда ескерілетін әсерлер мен жүктемелер туралы қысқаша жалпы мәліметтер В - қосымшасының В1.6 және В1.7-де қабылданғанға ұқсас.

Сейсмикалық оқшаулағыш қабаттың үстінде орналасқан ғимараттың жоғарғы сейсмикалық оқшауланған бөлігін алдын ала (статикалық) талдау нәтижелері В қосымшасының В1.8-де орнатылғанға және қабылданғанға ұқсас.

Г1.2 Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың сейсмикалық реакцияларын бағалау үшін қолданылған акселерограммалар

Г1.2.1 Сейсмикалық әсерлер кезінде 5 қабатты Суперқұрылымы бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттың реакциялары үш есептелген сейсмикалық оқиғалар кезінде

топырақ қозғалысын моделдейтін үш компонентті акселерограммаларды қолдана отырып жасалған оның есептеулерінің нәтижелері бойынша бағаланды.

Барлық үш есептелген сейсмикалық оқиғалардың көлденең компоненттері жасанды акселерограммалармен сипатталды, олар ІА және ІБ ретінде жіктелген сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының типтерімен сипатталатын алаңдарда магнитудасы 6,9 (Irpina жер сілкінісі), 7,5 (Kocaeli) және 7,6 (Chi-Chi) нақты сейсмикалық оқиғаларда тіркелген аспаптық акселерограммаларды сәйкесінше түзету арқылы құрылды (сондай-ақ, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің 3.2-кіші бөлімін қараңыз).

Топырақ қозғалысының шындық үдеуінің мәндері бірдей ортогоналды бағыттардағы нақты сейсмикалық оқиғаларды сипаттайтын акселерограммалар (ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің Д-қосымшасын қараңыз), Г1.1, Г1.5 және Г1.9 суреттерінде көрсетілген.

$\xi=5\%$ тұтқыр демпферлеу коэффициентінің мәні кезінде осы акселерограммалар бойынша құрылған серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлері және $\xi=5\%$ және $S=1,0$ тұтқыр демпферлеу коэффициентінің мәні болған кезде, ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің (4.2) – (4.4) Өрнектеріне сәйкес құрылған серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген стандартты спектрі Г1.2, Г1.6 және Г1.10 суреттерде келтірілген.

ЕСКЕРТУ – $S_{(agR(475))}$ және $S_{(agR(2475))}$ коэффициенттерінің құрылыс алаңының топырақ жағдайларының типіне және $a_{gR(475)}$ және $a_{gR(2475)}$ шындық үдеулерінің шамаларына байланысты мәндерін сәйкесінше ҚР НТҚ 08-01. 1-2017 нормативінде келтірілген 3.3.3-де (3.3) және (3.4) және 3.3 кестесіндегі өрнектердің көмегімен анықтау керек.

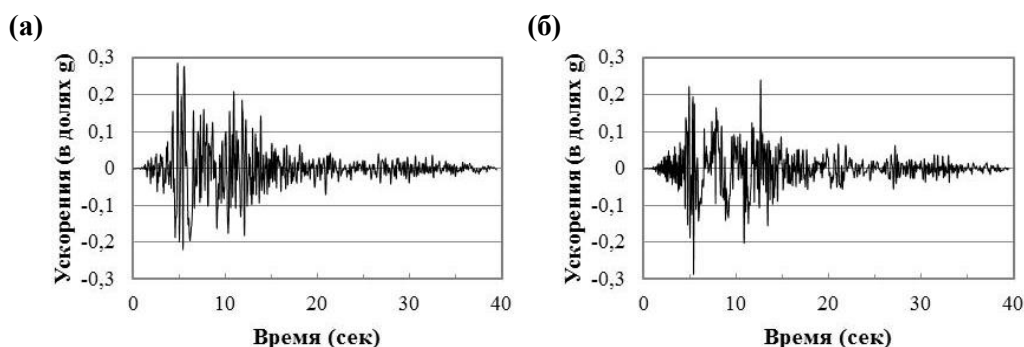
Г1.2.2 Аспаптық акселерограммаларды түзету «SeismoMatch» бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды (ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің Г-қосымшасын қараңыз).

Жасанды акселерограммалар, $\xi=5\%$ коэффициентінде, құрылыс алаңындағы есептелген үдеу – $a_g=1,0g$ және $S=1,0$ коэффициентінде құрастырылған серпімді реакциялардың спектрлері жоғарыда көрсетілген нормаланған стандартты серпімді реакциялар спектріне сәйкес келетіндей етіп жасалды.

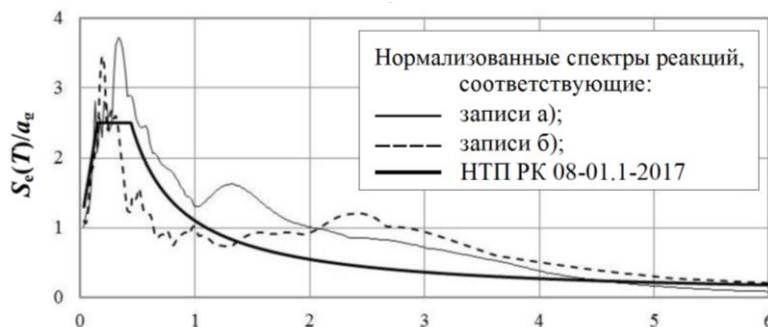
Жасанды акселерограммаларды құру кезінде Irpina және Chi-Chi сейсмикалық оқиғаларының жоғары жиіліктегі спектрлік ерекшеліктері сақталып, Kocaeli сейсмикалық оқиғасы түзетілді.

Ортогональды бағыттардағы есептелген сейсмикалық оқиғаларды сипаттайтын жасанды акселерограммалар Г1.3, Г1.7 және Г1.10 суреттерінде көрсетілген.

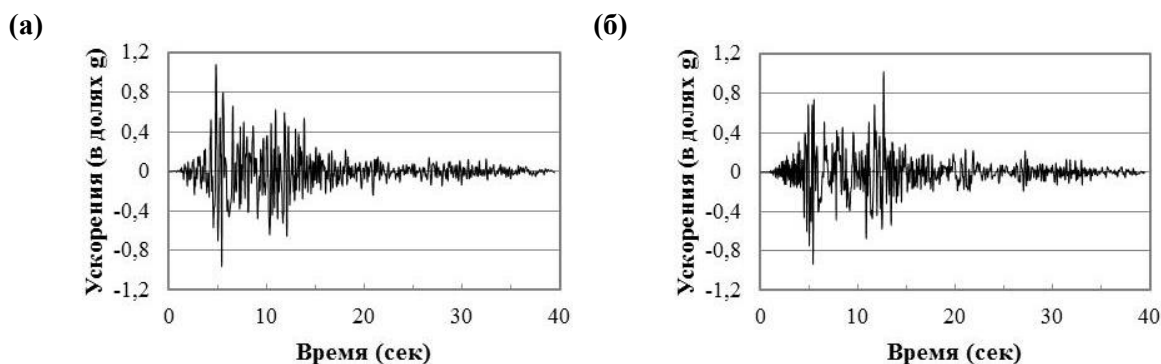
Жасанды акселерограммалар бойынша салынған серпімді реакциялардың спектрлері және ҚР НТҚ 08-01.1 нормативінің (4.2) – (4.4) өрнектеріне сәйкес салынған серпімді реакциялардың стандартты спектрі Г1.4, Г1.8 және Г1.12 суреттерінде келтірілген.



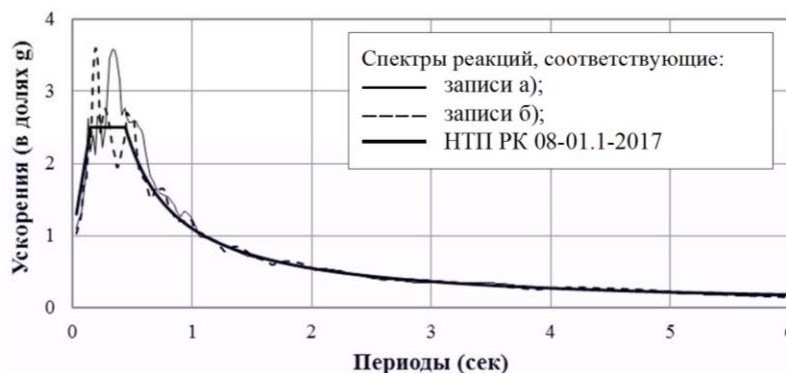
Г1.1-сурет – Irpina (A-STU стансасы) жер сілкінісі кезіндегі ортогональды бағытта бірдей шындық үдеу мәндерімен топырақтың көлденең қозғалысын сипаттайтын акселерограммалар



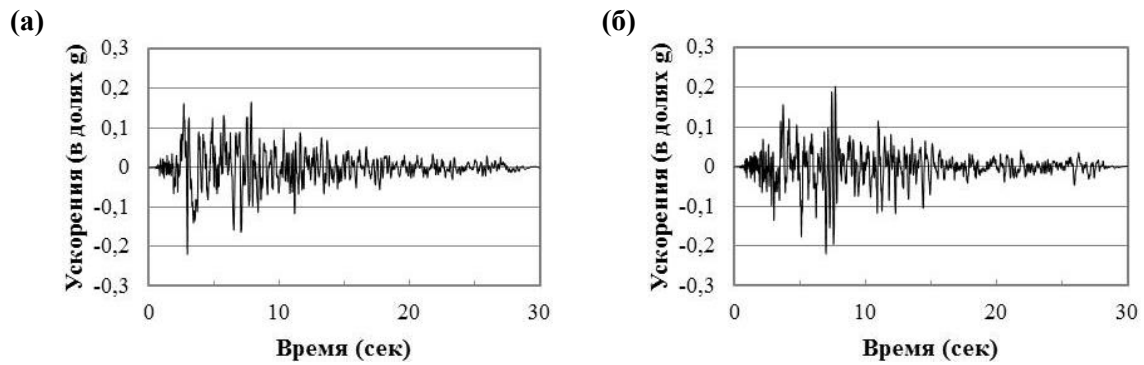
Г1.2-сурет – Г1.1-суретте көрсетілген жазбалар бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес құрылған серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлері



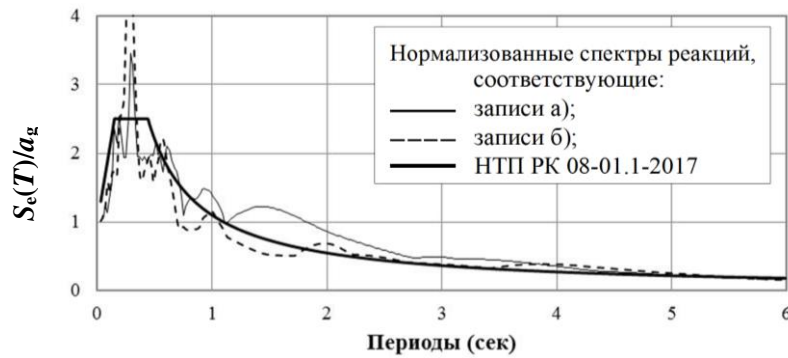
Г1.3-сурет – Г1.1-суретте көрсетілген Ірпіна (а-STU стансасы) жер сілкінісі жазбалары бойынша салынған жасанды акселерограммалар



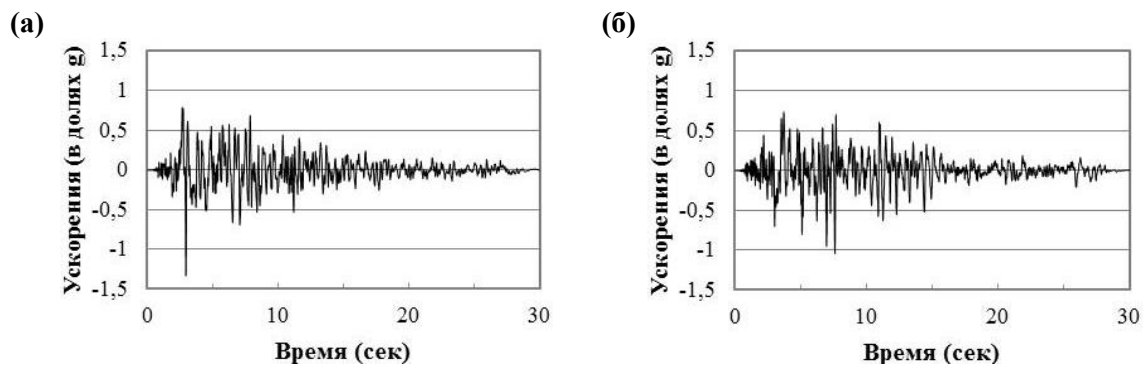
Г1.4-сурет – Г1.3-суретте көрсетілген жазбалар бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес құрылған серпімді реакциялар спектрлері



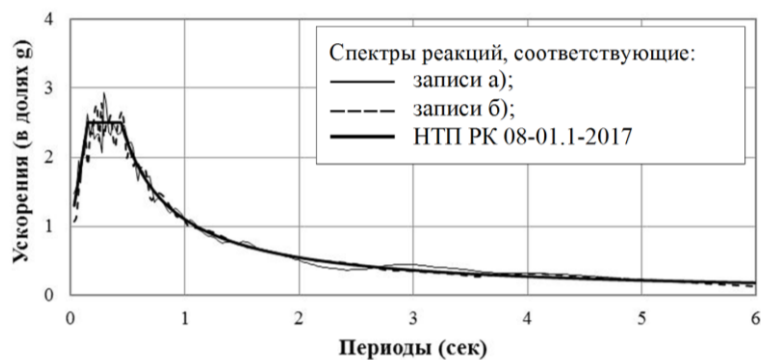
Г1.5-сурет – Косаели (ІЗТ стансасы) ортогональды бағытта шындық үдеу мәндері бірдей жер сілкінісі кезінде топырақтың көлденең қозғалысын сипаттайтын акселерограммалар



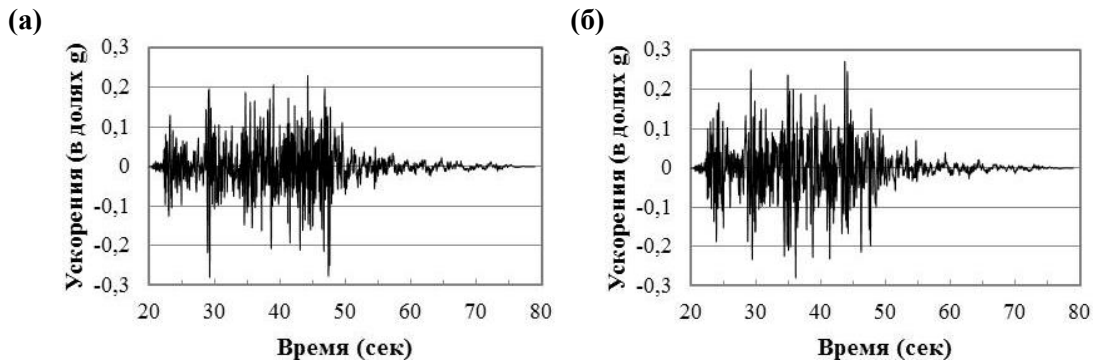
Г1.6-сурет – Г1.5-суретте көрсетілген жазбалар бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес құрылған серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлері



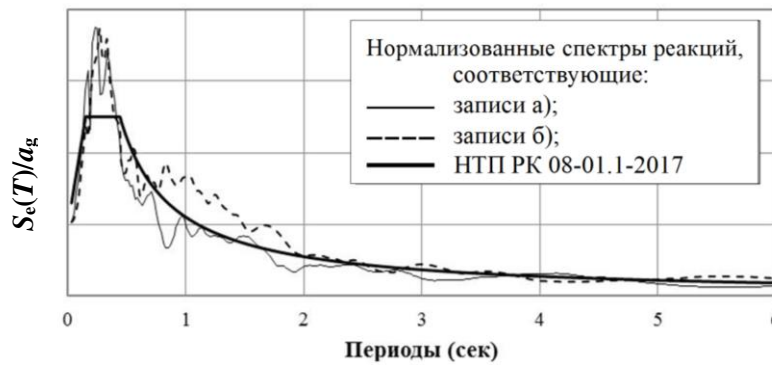
Г1.7-сурет – Г1.5-суретте көрсетілген Косаели (ІЗТ стансасы) жер сілкінісінің жазбалары бойынша салынған жасанды акселерограммалар



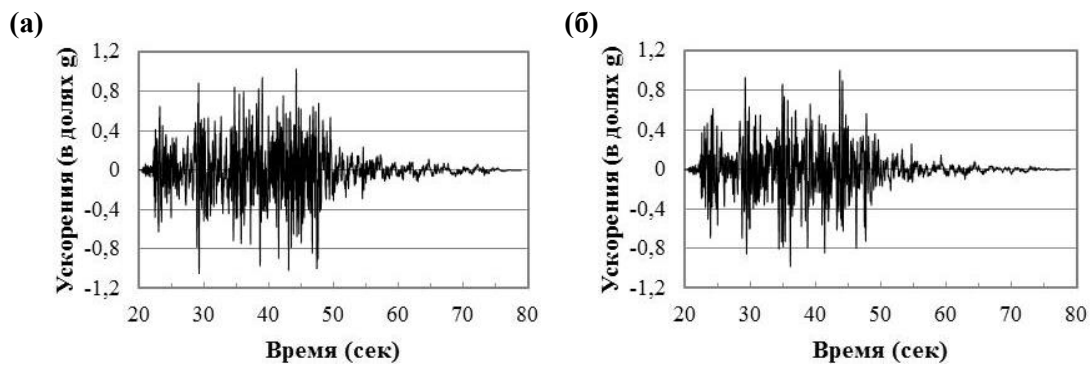
Г1.8-сурет – Г1.7-суретте көрсетілген жазбалар бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес құрылған серпімді реакциялар спектрлері



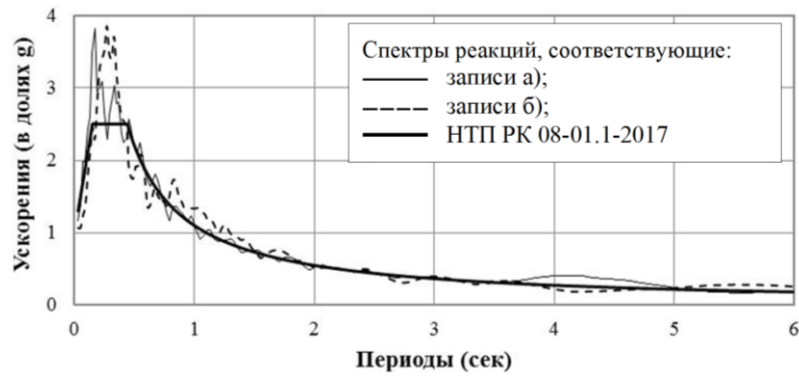
Г1.9-сурет – Chi-Chi (TCU089 стансасы) ортогональды бағытта бірдей шындық үдеу мәндерімен жер сілкінісі кезіндегі топырақтың көлденең қозғалысын сипаттайтын акселерограммалар



Г1.10-сурет – Г1.9-суретте көрсетілген жазбалар бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес құрылған серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлері



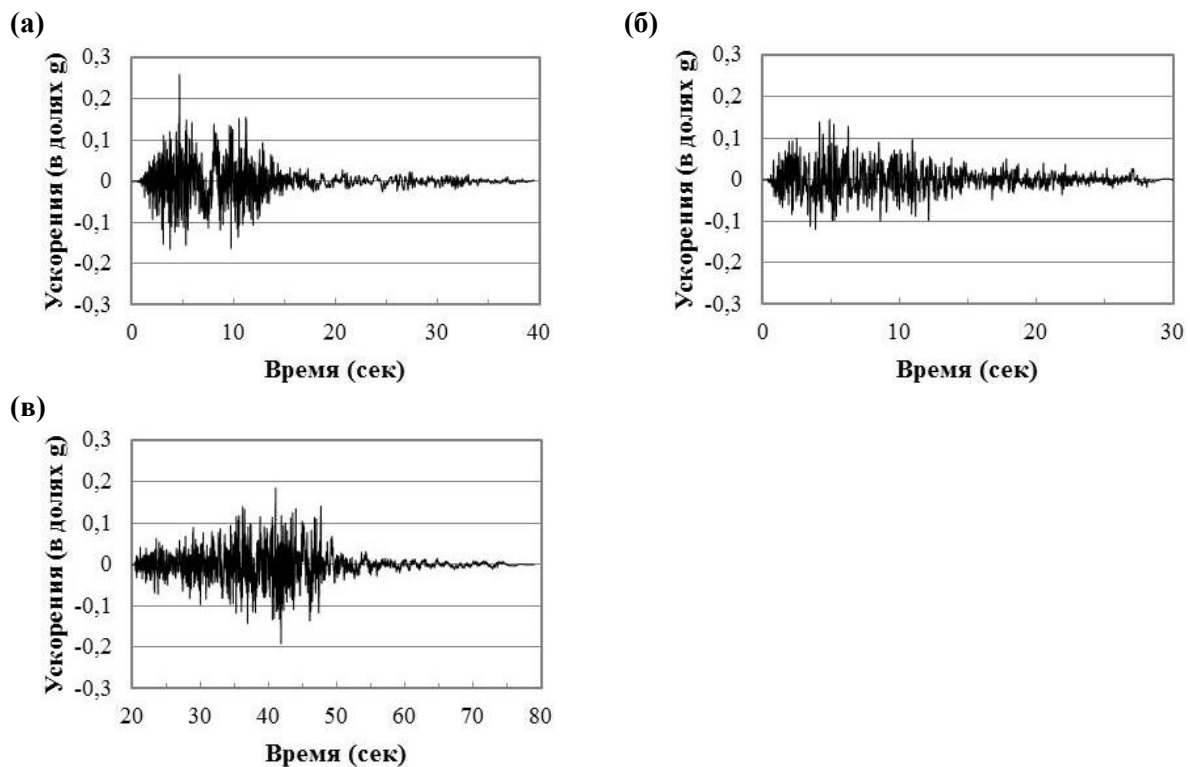
Г1.11 – сурет – Г1.5-суретте көрсетілген Chi-Chi (TCU089 стансасы) жер сілкінісі жазбалары бойынша салынған жасанды акселерограммалар



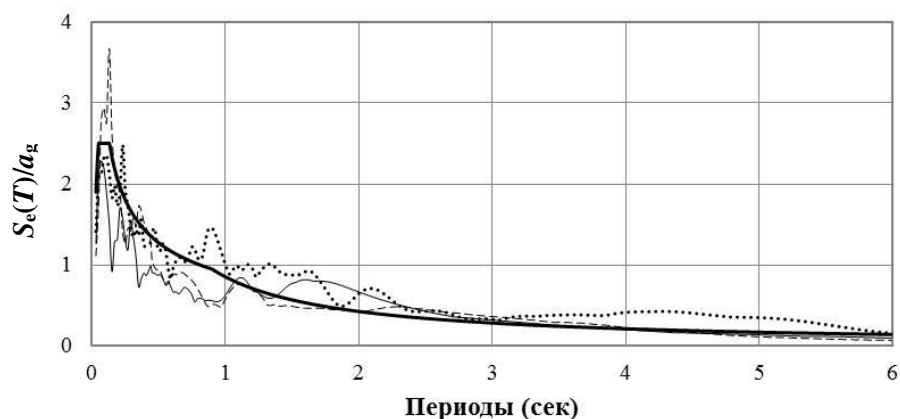
Г1.12-сурет – Г1.11-суретте көрсетілген жазбалар бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес құрылған серпімді реакциялар спектрлері

Г1.2.3. Сейсмикалық әсердің тік компоненттері Г1.13-суретте көрсетілген Ірріна, Косаелі және Chi-Chi жер сілкіністеріндегі топырақ қозғалысының аспаптық жазбаларымен сипатталды.

Топырақ қозғалысының тік компоненттерінің аспаптық жазбалары бойынша және ҚР НТҚ 08-01.1 сәйкес құрылған серпімді реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлері Г1.14 суретте көрсетілген.



Г1.13-сурет – Ірріна (а), Косаелі (б) және Chi-Chi (в) жер сілкіністеріндегі топырақ қозғалысының тік компоненттерінің аспаптық жазбалары



Г1.14-сурет – Irpina (- - -), Kocaeli (- . - .) және Chi-Chi (······) жер сілкіністеріндегі топырақ қозғалысының тік компоненттерінің аспаптық жазбаларына негізделген реакциялардың қалыпқа келтірілген спектрлері ҚР НТҚ 08-01.1-2017 (—) сәйкес

Г1.2.4 Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың есептеулерін орындау кезінде сейсмикалық әсерлердің көлденең компоненттерін сипаттайтын салынған жасанды акселерограммаларға және сейсмикалық әсерлердің тік компоненттерін сипаттайтын аспаптық тіркелген акселерограммаларға Г1. 1 кестесінде келтірілген масштабтау коэффициенттері қолданылды.

ЕСКЕРТУ – Г1.1-кестеде:

- 00 индекстері Г1.3 (а), 1.7 (а) және Г1.11 (а) суреттерінде көрсетілген жасанды акселерограммалар үшін қабылданады;
- 90 индекстері Г1.3 (б), Г1.7 (б) және Г1.11 (б) суреттерінде көрсетілген жасанды акселерограммалар үшін қабылданады;
- z индекстері Г1.13 суретте көрсетілген аспаптық акселерограммалар үшін қабылданады.

Г1.1-кесте

Жасанды акселерограммалардың атаулары	Масштабтауға дейінгі үдеудің шындық мәндері (g үлестерінде)	Масштабтау коэффициенті	Масштабтаудан кейінгі үдеудің шындық мәндері (g үлестерінде)
A-STU-00	1,081	0,5	0,540
A-STU-90	1,020		0,510
IZT-00	1,404		0,702
IZT-90	1,043		0,521
TCU089-00	1,049		0,524
TCU089-90	1,055		0,527
A-STU-Z	0,260	1,73	0,450
IZT-Z	0,146	3,08	0,450
TCU089-Z	0,191	2,36	0,450

Г1.2.5 Есептеулерді орындау кезінде ғимаратқа сейсмикалық әсердің екі комбинациясы ("1" және "2") ескерілді.

ЕСКЕРТУ – "1" комбинациясында:

- ғимараттың бойлық бағытындағы көлденең сейсмикалық әсерлер 00 индексі бар акселерограммалармен берілген;
- ғимараттың көлденең сейсмикалық әсерлері 90 индексі бар акселерограммалармен берілген;

- тік сейсмикалық әсерлер Z индексі бар акселерограммалармен берілген.
- "2" комбинациясында:
- ғимараттың бойлық бағытындағы көлденең сейсмикалық әсерлер 90 индексі бар акселерограммалармен берілген;
- ғимараттың көлденең сейсмикалық әсерлері 00 индексі бар акселерограммалармен берілген;
- тік сейсмикалық әсерлер Z индексі бар акселерограммалармен берілген.

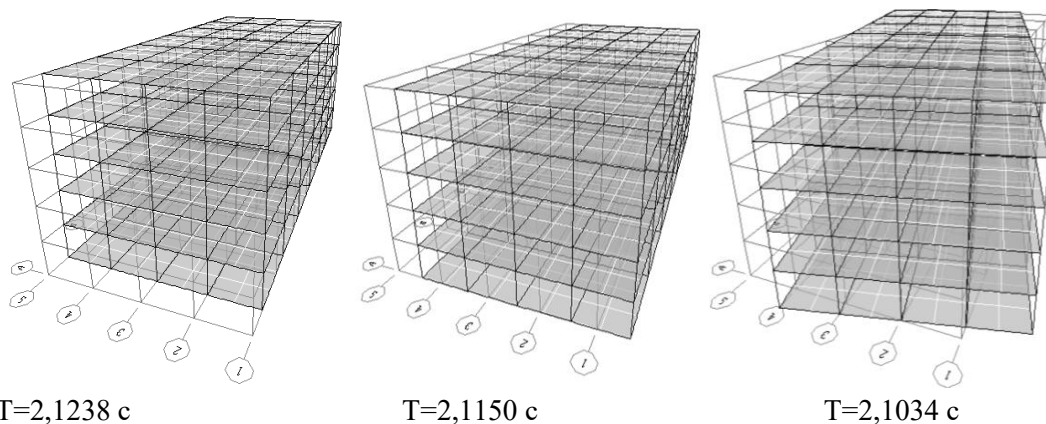
Г1.3 Энергияның диссипациялану қабілеті жоғары сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректермен қалыптасатын сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталған сейсмикалық оқшауланған ғимараттың 5 қабатты Суперқұрылымының сейсмикалық реакцияларын бағалаудың негізгі нәтижелері

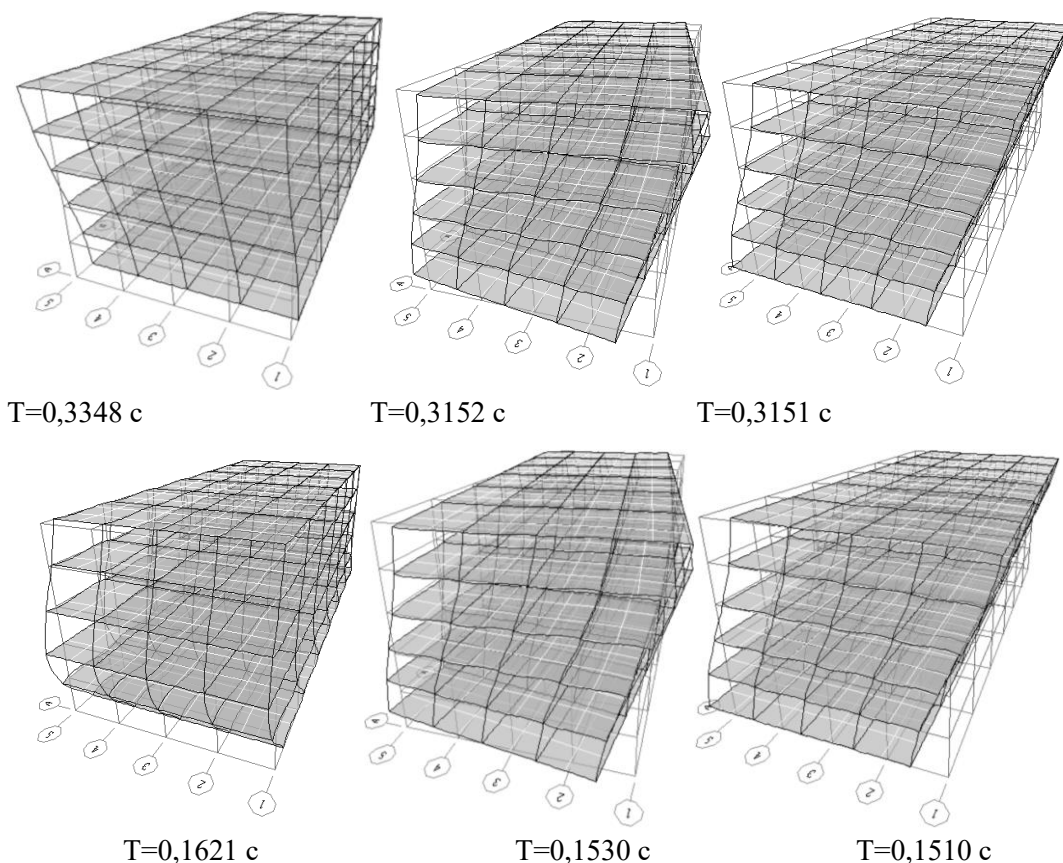
Г1.3.1 Ғимараттың есептеулері ETABS бағдарламасы арқылы орындалды.

Сейсмикалық оқшауланған ғимаратқа сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде:

- сейсмикалық әсердің екі көлденең және тік компоненттері бір уақытта әрекет етеді деп көзделген;
- сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің деформациясының сызықтық емес сипаты ескерілді;
- Субқұрылымдық құрылмалы жүйе серпімді деформацияланатын ретінде қарастырылды (сонымен қатар, В қосымшасындағы В1.3 төртінші тармақшасын және В 1.5-ін қараңыз);
- есептеуде қабылданған сейсмикалық оқшаулау жүйесінің физикалық және механикалық қасиеттері оның бүкіл пайдалану кезеңіндегі ең қолайсыз мәндеріне сәйкес келеді деп болжанған;
- қабаттардың кездейсоқ массалық эксцентриситеттері ескерілмеді; жоспардағы ғимараттың бұрау әсерлері (кездейсоқ эксцентриситеттер есебінен) осы Құралдың 6.4.8 сәйкес құрылмалы жүйенің және сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің қауіпсіздігін тексеру кезінде ескерілуі мүмкін деп есептелді.

Г1.3.2 $K_{eff}=867$ кН/м сейсмикалық оқшаулағыш тіректердің тиімді қаттылығымен бес қабатты сейсмикалық оқшауланған ғимараттың сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымының меншікті көлденең тербелістерінің формалары (В - қосымшасының В2.3 қараңыз) Г1.15-суретте көрсетілген.

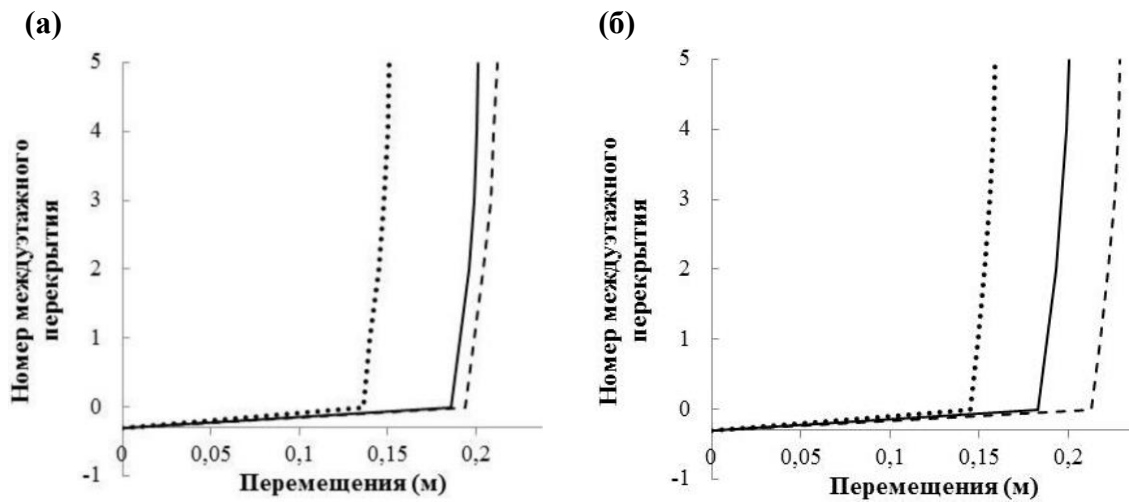




Г1.15-сурет-Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың 5 қабатты сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымының өзіндік көлденең тербелістерінің формалары

Г1.3.3 Қарастырылып отырған сейсмикалық оқшауланған құрылмалы суперқұрылым жүйесінің динамикалық реакциясы үдеулер, инерция күштері және орын ауыстыру бөлігінде зерттелді.

Орындалған есептеулердің нәтижелері сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның сейсмикалық тербелістері табиғаты бойынша қатты дененің тербелістеріне жақын екенін көрсетті, олардың өзіндік деформациялары сейсмикалық оқшаулағыш қабат деңгейіндегі көлденең қозғалыстармен салыстырғанда шамалы. Мысал ретінде, Г1.16-суретте жасанды А-STU (—), IZT (— — —) және TCU089 (·····) акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсерлердің "1" комбинациялары кезінде ғимараттың Суперқұрылымының Субқұрылымға қатысты қозғалыстары көрсетілген.



Г1.16-сурет – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың бойлық (А) және көлденең (Б) бағыттардағы Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның максималды ығысуы кезіндегі салыстырмалы орын ауыстырулары

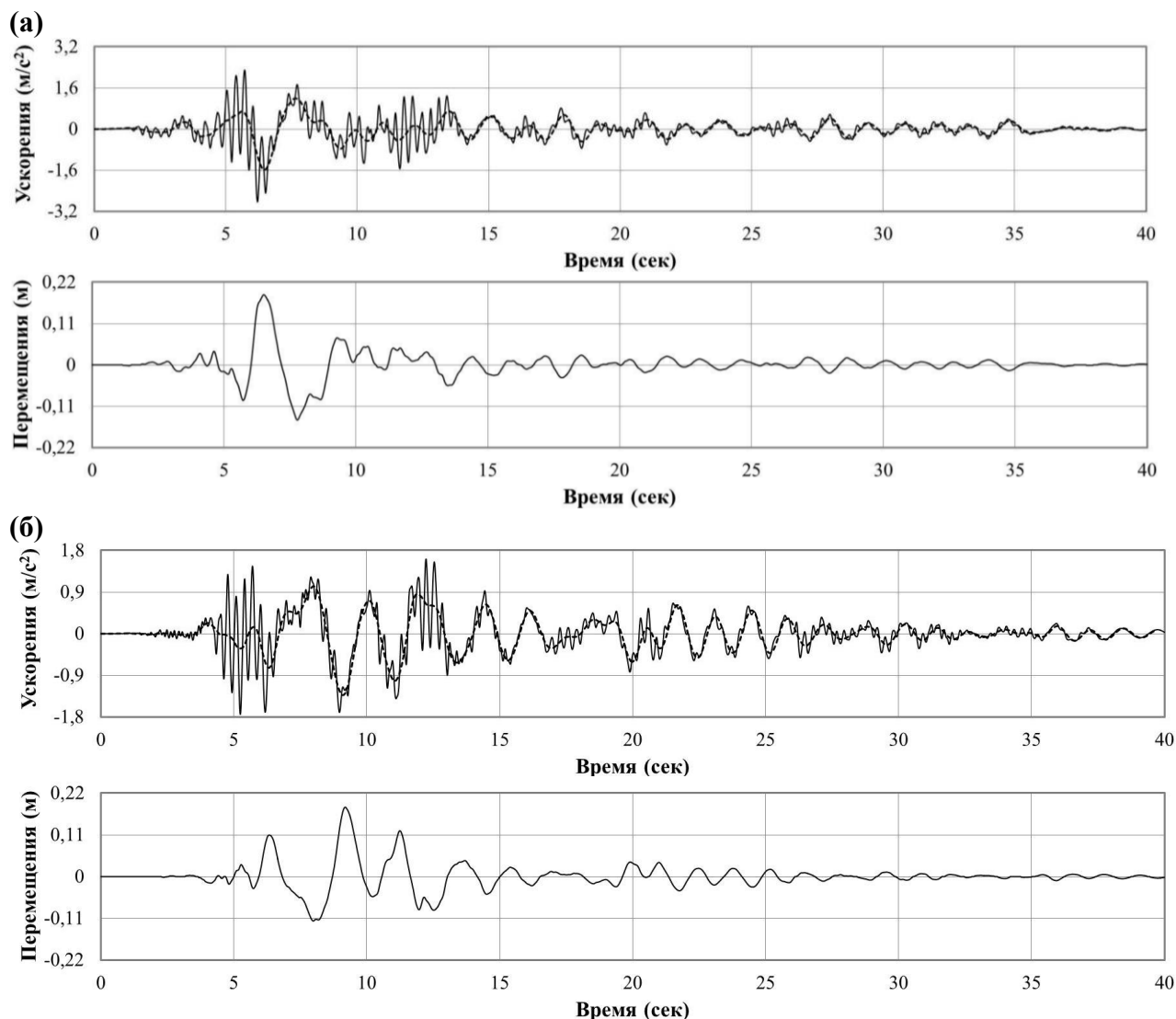
Г1.3.4 Сейсмикалық әсерлердің "1" және "2" комбинациялары кезінде сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылым қабаттарының көлденең қиғаштануының максималды мәндері Г1.2 кестесінде келтірілген.

Г1.2-кесте

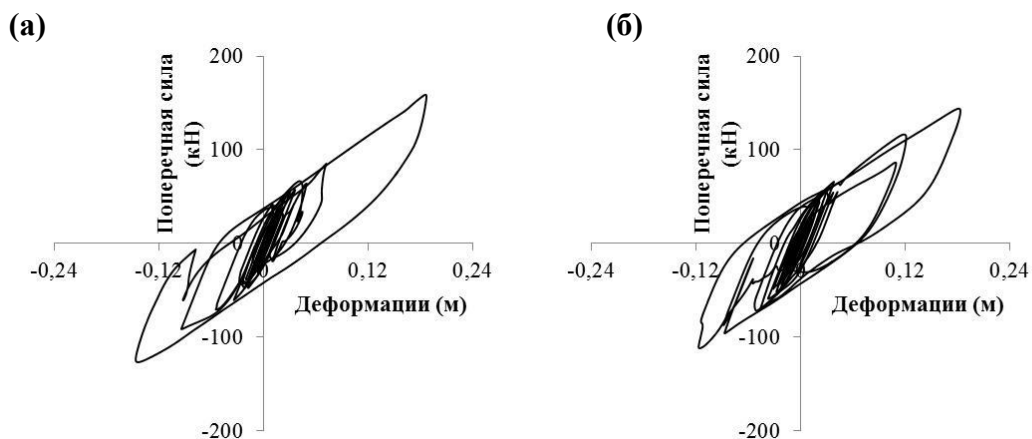
Әсерлердің комбинациясы	Сейсмикалық әсерлер	Суперқұрылым қабаттарының қиғаштықтарының максималды мәндері (мм)									
		бойлық бағытта					көлденең бағытта				
		Қабат нөмірлері									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
«1»	A-STU	6,72	7,27	6,35	4,73	2,69	5,09	4,93	3,98	2,89	1,69
	IZT	5,67	5,93	4,93	3,49	1,92	5,18	5,10	4,12	2,90	1,65
	TCU089	5,17	5,54	4,78	3,52	1,98	4,43	4,66	3,95	2,87	1,66
«2»	A-STU	5,81	5,75	4,70	3,31	1,78	5,65	6,02	5,26	3,94	2,31
	IZT	5,79	5,75	4,56	3,12	1,68	4,85	4,90	4,02	2,87	1,60
	TCU089	4,92	5,14	4,30	3,07	1,69	4,48	4,71	3,98	2,89	1,64

Бойлық және көлденең бағыттардағы сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негіз деңгейіндегі көлденең тербелістерді сипаттайтын үдеу мен орын ауыстыру жазбалары Г1.17, Г1.19 және Г1.21 суреттерінде көрсетілген. Бұл суреттерден Суперқұрылымдағы сейсмикалық әсерлер кезінде тербелістердің төмен ғана емес, сонымен қатар жоғары формалары да қозатынын көруге болады. Тербелістердің жоғары формаларының Суперқұрылым ахуалының ерекшеліктеріне әсерін суреттеу үшін 1.17-суретте Суперқұрылымның тербелістерінің жоғары формаларын (үзік сызықтар) есепке ала отырып (тұтас сызықтар) және есепке алмай құрастырылған үдеу жазбалары көрсетілген.

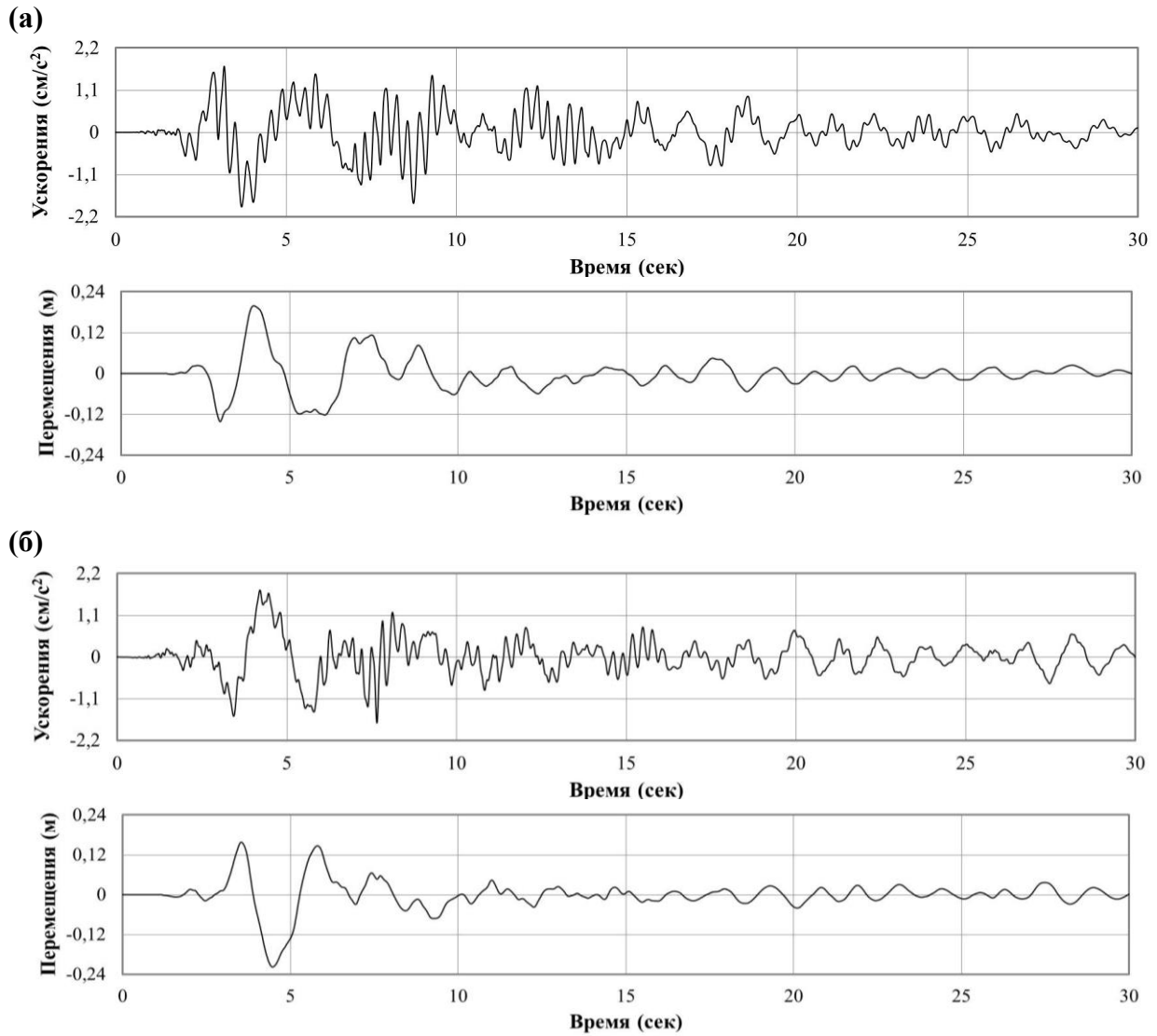
Ғимараттың бойлық және көлденең бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің әрекетін сипаттайтын тәуелділіктер Г1.18, Г1.20 және Г1.22 суреттерінде келтірілген.



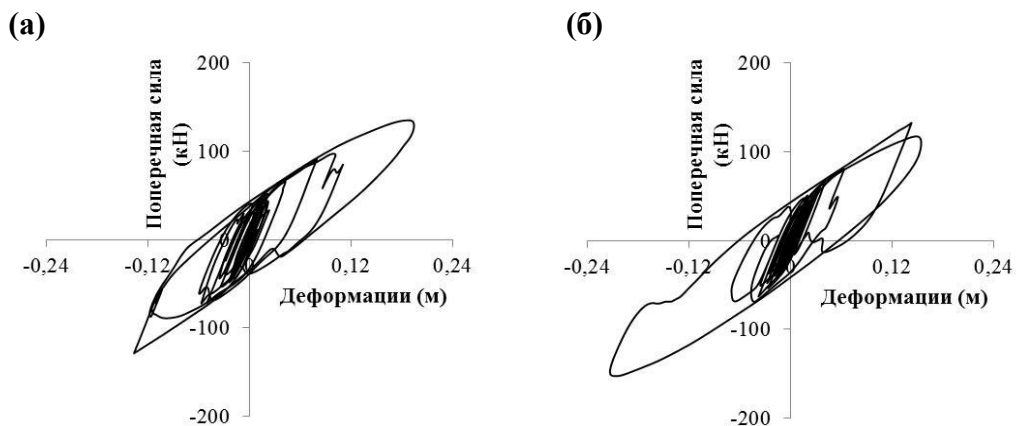
Г1.17-сурет – Жасанды А-STU акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізгі деңгейінде көлденең үдеу және уақыт бойынша орын ауыстыру



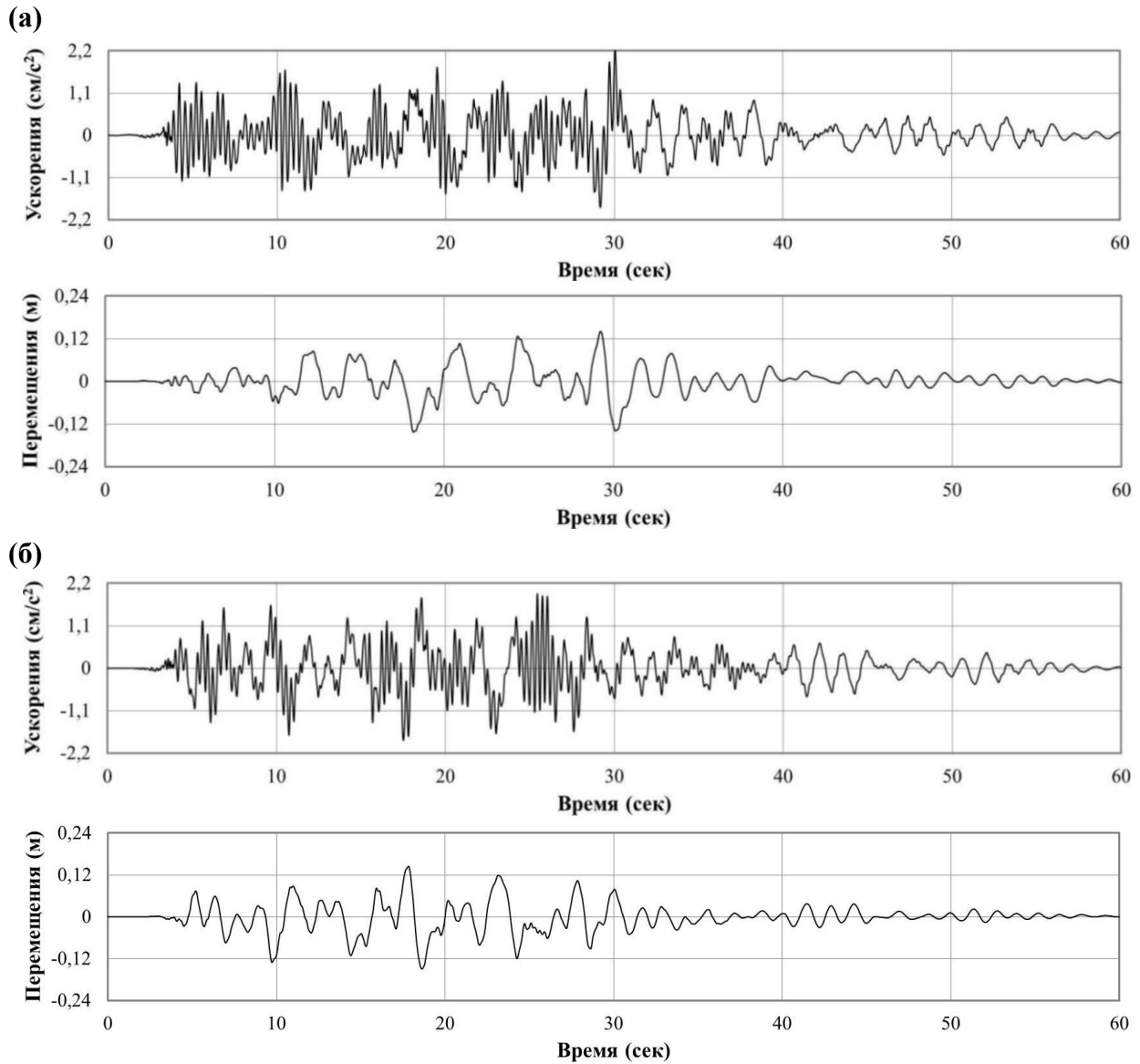
Г1.18-сурет – Жасанды А-сту акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің беталысын сипаттайтын тәуелділіктер



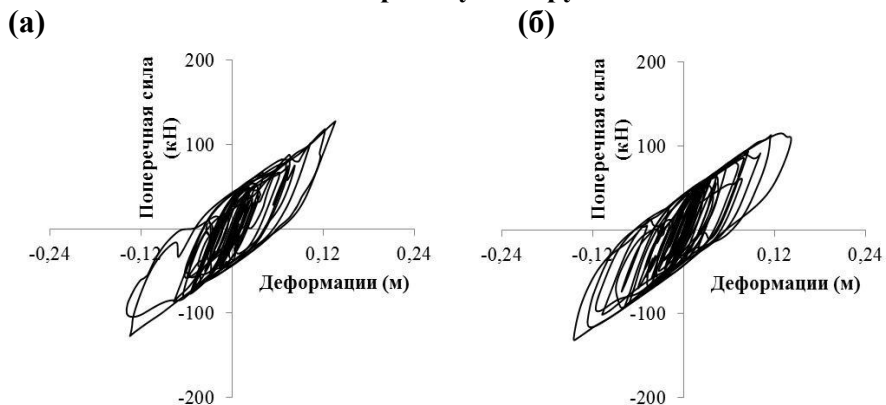
Г1.19-сурет – IZT жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізгі деңгейіндегі көлденең үдеу және уақыт бойынша орын ауыстыру



Г1.20-сурет – IZT жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің беталысын сипаттайтын тәуелділіктер

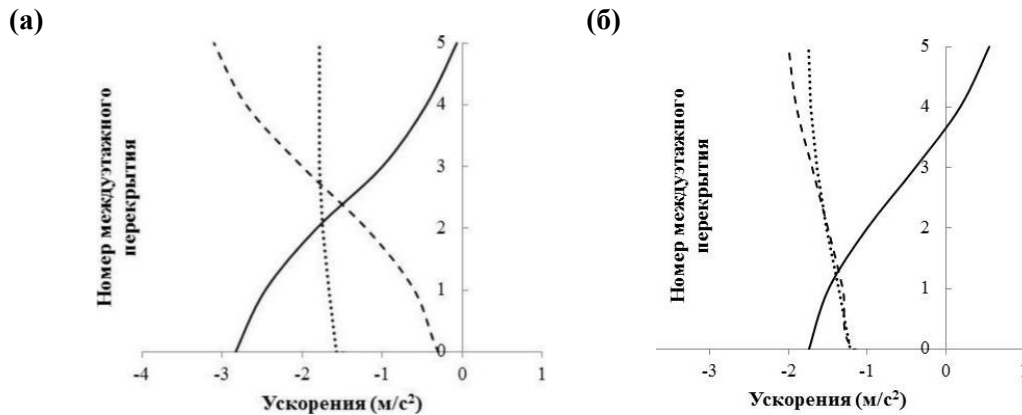


Г1.21-сурет – ТСУ089 жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізгі деңгейіндегі көлденең үдеу және уақыт бойынша орын ауыстыру



Г1.22-сурет – ТСУ089 жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің беталысын сипаттайтын тәуелділіктер

Г1.3.5 А-STU акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсер кезінде ғимараттың биіктігі бойынша көлденең үдеулердің таралуын сипаттайтын диаграммалар Г1.23 -суретте көрсетілген.



Г1.23-сурет – А-STU акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсерлердегі биіктік бойынша үдеулердің таралу эпюралары:

(а) – ғимараттың бойлық бағытында;

(б) – ғимараттың көлденең бағытында;

— - сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негіз деңгейінде максималды үдеу кезінде;

- - - - сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның жоғарғы деңгейінде максималды үдеу кезінде;

..... - сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның жоғарғы бөлігінің максималды орын ауыстыруы кезінде.

Сейсмикалық әсерлердің "1" және "2" комбинациялары кезінде сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізі деңгейіндегі көлденең күштердің максималды шамаларын салыстыру Г1.3- кестесінде берілген. Сейсмикалық әсерлердің "1" және "2" комбинациялары кезінде сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізі деңгейінде көлденең күштердің шамаларын уақыт бойынша бөлу сәйкесінше Г1.24 және Г1.25 - суреттерінде көрсетілген.

Г1.3-кесте

Әсерлердің комбинациясы	Сейсмикалық әсерлер	Суперқұрылымның төменгі деңгейіндегі көлденең күштің максималды мәндері (кН)	
		бойлық бағытта	көлденең бағытта
«1»	A-STU	5554	5037
	IZT	4724	5339
	TCU089	4470	4596
«2»	A-STU	5052	5563
	IZT	5278	4820
	TCU089	4550	4478

Г1.4 Алынған нәтижелерді талдау

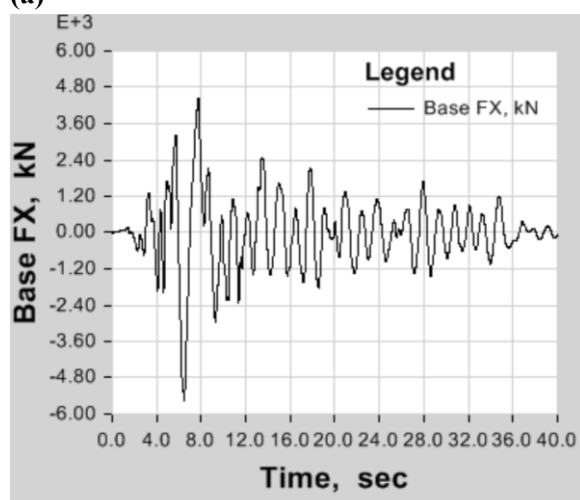
Г1.4.1 Есептеулер нәтижелерінен қарастырылған үш есептік сейсмикалық оқиғаның сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның құрылмалы жүйесі үшін ең қолайсыз

болып жасанды А-STU акселерограммаларымен моделденген сейсмикалық оқиға болып табылады.

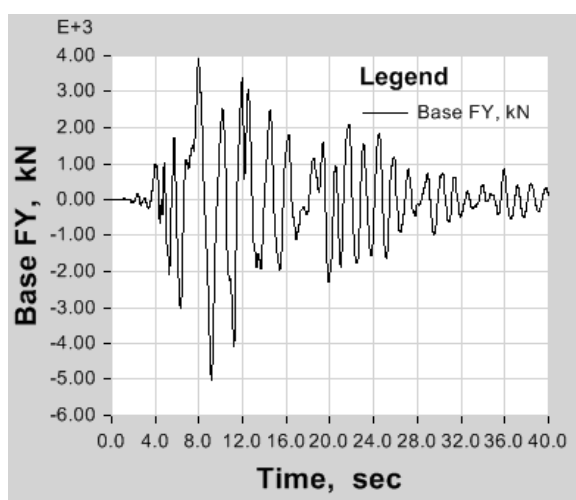
Бұл сейсмикалық оқиға кезінде:

- сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негіз деңгейіндегі көлденең күштер және оның төменгі қабаттарының көлденең қиғаштары ең үлкен мәнге ие;
- аражабынды қабат аралық деңгейлерінде Суперқұрылым тербелістерінің жоғары формаларының қозуына байланысты үдеулердің ең үлкен мәндері байқалады.

(a)

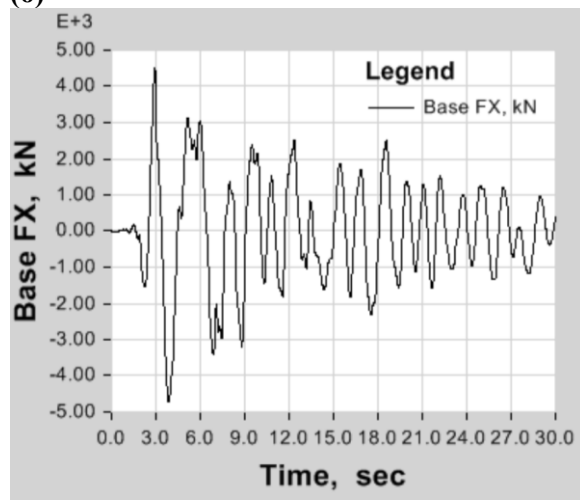


Max: (7.74, 4454.82715); Min: (6.48, -5554)

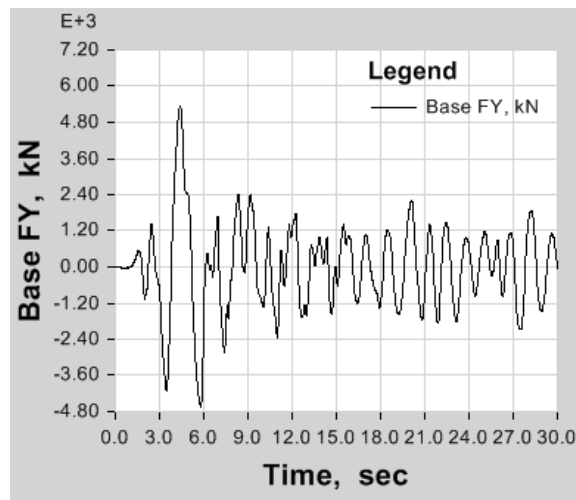


Max: (7.95, 3931.120069); Min: (9.15, -5037)

(b)

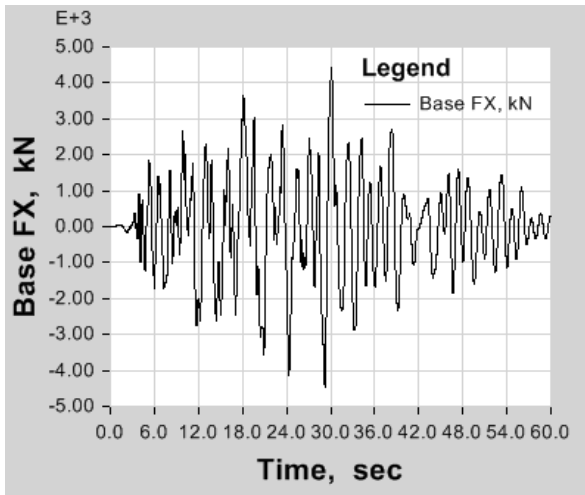


Max: (2.94, 4496.253414); Min: (3.87, -4724)

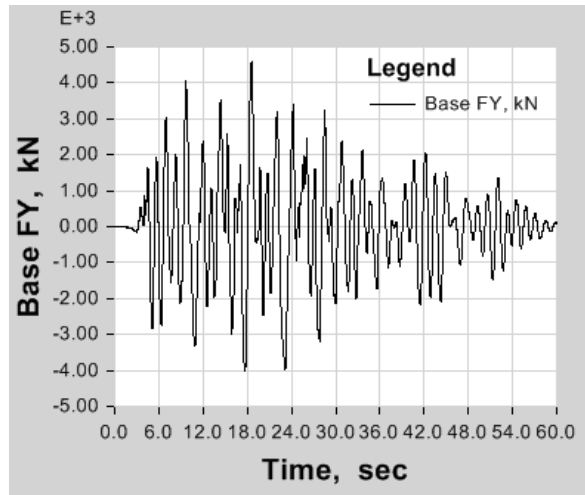


Max: (4.4, 5339.473696); Min: (5.81, -4641)

(B)

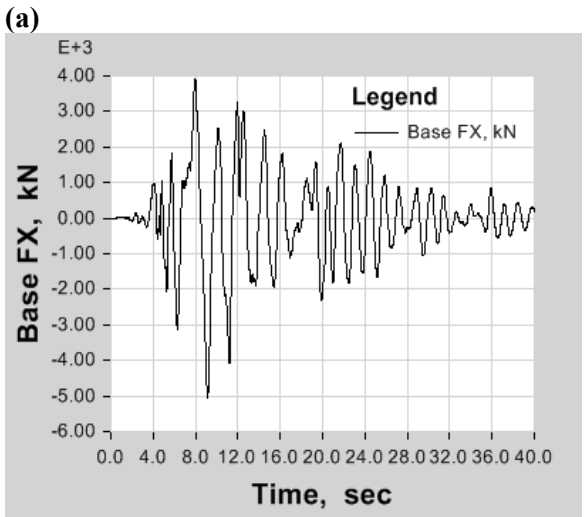


Max: (30.11, 4445.047618); Min: (29.24, -4470)

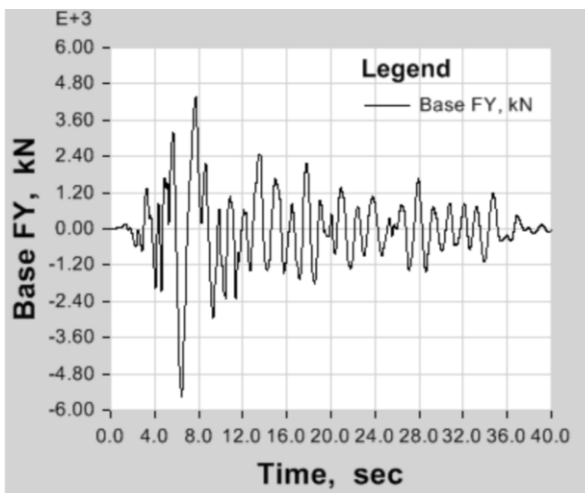


Max: (18.59, 4596.87668); Min: (17.65, -4031)

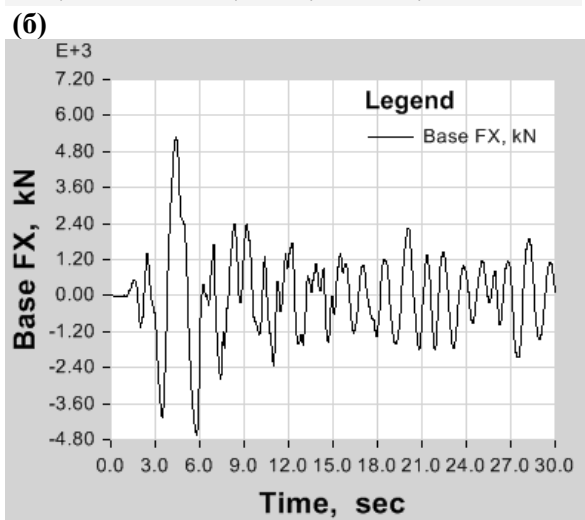
Г1.24-сурет – А-STU (а), IZT (б) және TCU089 (в) жасанды акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсерлердің "1" комбинациясы кезінде сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізі деңгейіндегі көлденең күштердің шамалары



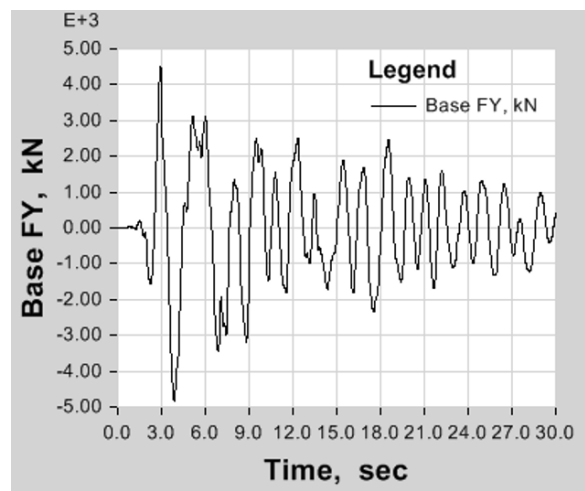
Max: (7.95, 3925.629031); Min: (9.15, -5052)



Max: (7.74, 4394.738425); Min: (6.46, -5563)

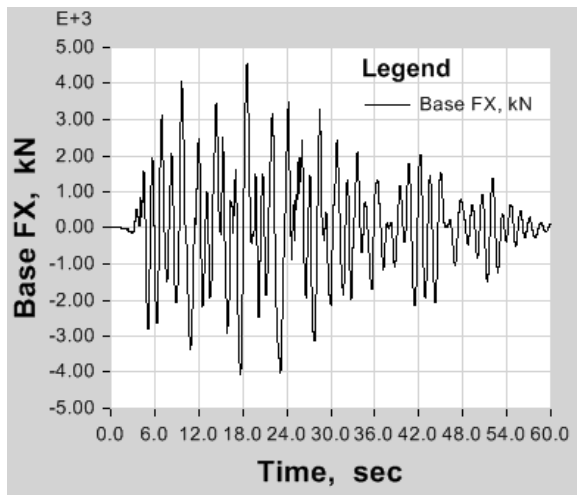


Max: (4.41, 5278.553041); Min: (5.81, -4647)

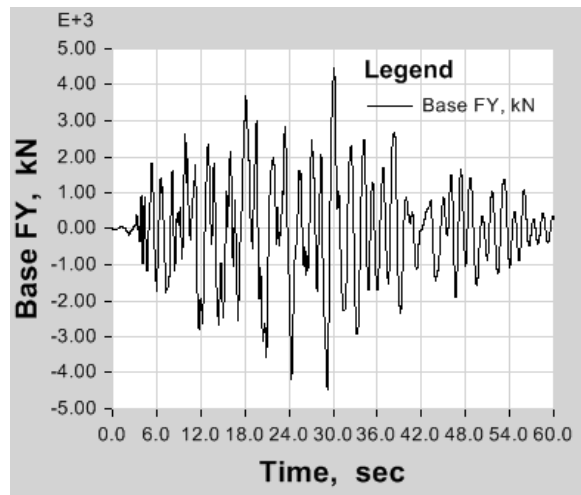


Max: (2.94, 4513.966377); Min: (3.87, -4820)

(в)



Max: (18.6, 4550.227593); Min: (17.65, -4046)



Max: (30.13, 4454.93766); Min: (29.25, -4478)

Г1.25 – сурет – А-STU (а), IZT (б) және TCU089 (в) жасанды акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсерлердің "2" комбинациясы кезінде сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізі деңгейіндегі көлденең күштердің шамалары

Г1.4.2 Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның ең үлкен орын ауыстырулары А-STU (186 мм) және IZT (213 мм) акселерограммаларымен берілген есептелген сейсмикалық оқиғаларға сәйкес келеді.

Ғимаратқа есептік сейсмикалық жүктемелерді азайту бөлігінде сейсмикалық оқшаулау жүйесін қолданудың ықпалын сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негізі деңгейіндегі сейсмикалық көлденең күштердің есептік мәндерінің Суперқұрылымның негізінде бекітілген төменгі деңгейдегі сейсмикалық көлденең күштердің есептік мәндеріне қатынасы арқылы бағалауға болады.

Сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негіз деңгейіндегі максималды есептелген сейсмикалық көлденең күштер:

- ғимараттың бойлық бағытында $5554/1,5=3703$ кН;
- ғимараттың көлденең бағытында $5563/1,5=3709$ кН.

ЕСКЕРТУ – Жоғарыда келтірілген өрнектерде:

5554 кН – уақытша аймақтағы есептеу нәтижелері бойынша анықталған Суперқұрылымның бойлық бағытындағы көлденең күштің максималды мәні;

5563 кН – уақытша облыста есептеу нәтижелері бойынша анықталған Суперқұрылымның көлденең бағытындағы көлденең күштің максималды мәні;

1,5-сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылым үшін q беталыс коэффициенті (осы Құралдың 6.8.5 қараңыз).

Г1.4.3 Есептелген сейсмикалық көлденең күш Суперқұрылымның негізінде бекітілген төменгі деңгейде:

- ғимараттың бойлық бағытында 9478 кН;
- ғимараттың көлденең бағытында 8849 кН.

ЕСКЕРТУ – Көрсетілген көлденең күш мәндері, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 4.3.2 сәйкес анықталды, келесі бастапқы деректермен:

- ғимараттың есептік массасы $3245,6 \text{ кН} \cdot \text{с}^2/\text{м}$;
- көлденең бағыттағы негізгі тонға – 0,497 сек, бұрау формасына – 0,490 сек, бойлық бағыттағы негізгі тонға-0,464 сек сәйкес келетін Суперқұрылымның өзіндік тербеліс кезеңдері;

– q беталысының шартты коэффициенті 3,45-ке тең.

Г1.4.3. Келтірілген деректерден, қарастырылған сейсмикалық оқшаулау жүйесін қолдану сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның құрылмалы жүйесіне көлденең есептелген сейсмикалық жүктемелерді азайтуға мүмкіндік беретіні шығады:

- бойлық бағытта – 2,56 есе;
- көлденең бағытта – 2,38 есе.

Есептеулердің нәтижелері сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерге сәйкес келетін өндіруші кәсіпорындардың каталогтары бойынша таңдау және оларды сынауға қойылатын талаптарды анықтау үшін негіз болып табылады.

Таңдалған сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерді сынаудан және олардың физика-механикалық параметрлерін нақтылаудан кейін сейсмикалық оқшауланған ғимараттың реакцияларын бағалау қайта (немесе сейсмикалық оқшаулау жүйесінің сипаттамасының өзгеруін ескере отырып, қайтадан) орындалуы тиіс.

Г2. Г(2)-мысалы – Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректермен қалыптасатын сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жарақталған бес қабатты сейсмикалық оқшауланған ғимараттың Суперқұрылымының реакцияларын бағалау

Г2.1 Бастапқы деректер

Г2.1.1 Г1.1.1-ні қараңыз.

Г2.1.2 Г1.1.2 -ні қараңыз.

Г2.1.3 Г1.1.3-ні қараңыз.

Г2.1.4 Шартты өкіл-ғимаратты жарақтандыру болжанатын сейсмикалық оқшаулау жүйесі туралы қысқаша жалпы мәліметтер В - қосымшасының В 1.4 - де қабылданған мәліметтерге ұқсас (В-қосымшаның В. 1-суретін қараңыз).

Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің көлденең қаттылығын сипаттайтын параметрлер В қосымшасының В (2) мысалында қабылданғандарға ұқсас (сонымен қатар, В қосымшасының В3.1, В3.2 және В3.3 қараңыз).

Әрбір сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректің тік қаттылығы шартты түрде $K_z=1500000$ кН/м тең қабылданады.

Г2.1.5 Г1.1.5-ні қараңыз.

Г2.2 Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың сейсмикалық реакцияларын бағалау үшін қолданылатын акселерограммалар

Г2.2.1 Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың сейсмикалық реакцияларын бағалау үшін қолданылатын акселерограммалар жоғарыдағы Г(1) мысалында қабылданғандармен бірдей.

Г2.2.2 Есептеулерді орындау кезінде ғимаратқа сейсмикалық әсердің екі комбинациясы ескерілді (жоғарыдағы Г (1) мысалын қараңыз).

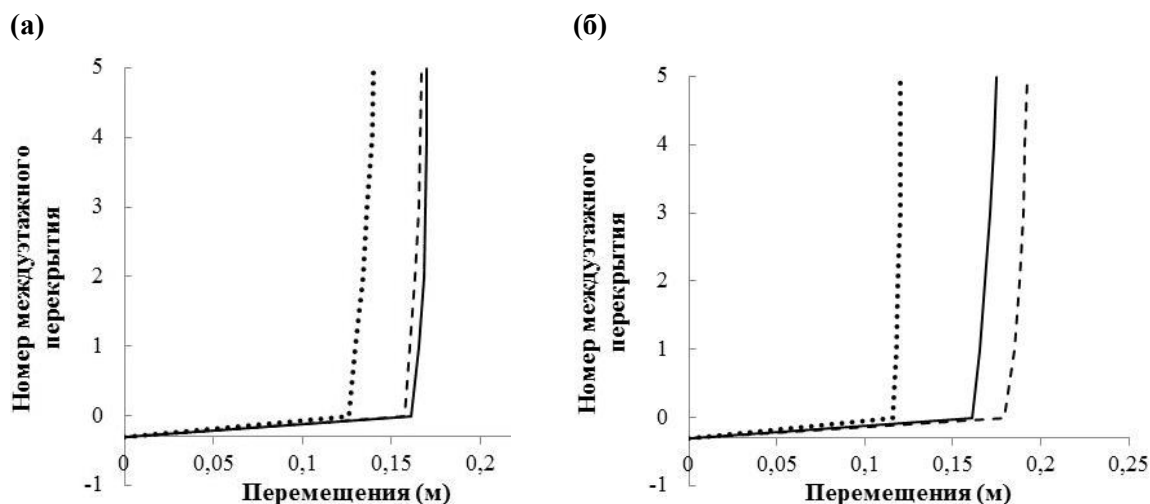
Ғимараттың есептеулері ETABS бағдарламасы арқылы орындалды.

Г2.2.3 Есепте қабылданған ұйғарымдар мен алғышарттар Г (1) мысалында қабылданғанға ұқсас.

Г2.3 Қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерден түзілетін сейсмикалық оқшаулау жүйесімен жабдықталған бес қабатты ғимараттың Суперқұрылымының сейсмикалық реакциясын бағалаудың негізгі нәтижелері¹

Орындалған есептеулердің нәтижелері сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның сейсмикалық тербелістері табиғаты бойынша қатты дененің тербелістеріне жақын екенін көрсетті, олардың өзіндік деформациялары сейсмикалық оқшаулағыш қабат деңгейіндегі көлденең орын ауыстырулармен салыстырғанда шамалы.

Мысал ретінде, Г2.26-суретте А – STU (—), IZT (— — —) және TCU089 (·····) акселерограммаларымен берілген "1" комбинациясы кезінде сейсмикалық әсерлердің Субқұрылымына қатысты ғимараттың Суперқұрылымының орын ауыстырулары көрсетілген.



Г2.26-сурет – Сейсмикалық оқшауланған ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның максималды ығысуы кезіндегі салыстырмалы орын ауыстырулары

Сейсмикалық әсерлердің "1" және "2" комбинацияларындағы Суперқұрылым қабаттарының көлденең қиғаштықтарының максималды мәндері Г2.4 -кестеде келтірілген

Г2.4 -кесте

Әсерлердің комбинациясы	Сейсмикалық әсерлер	Суперқұрылым негізіндегі көлденең күштің максималды мәні (кН)	
		бойлық бағытта	көлденең бағытта
«1»	A-STU	4750	4226
	IZT	4085	4297
	TCU089	4179	3891
«2»	A-STU	4233	4772
	IZT	4224	4084
	TCU089	3854	4209

¹Әр түрлі эластомерлік тіректері бар сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың есептеулерінде маңызды әдіснамалық айырмашылықтар жоқ екенін ескере отырып, осы Г (2) мысалы қысқартылған түрде келтірілген

Бойлық және көлденең бағыттардағы Суперқұрылым негізінің деңгейіндегі көлденең тербелістерді сипаттайтын үдеу мен орын ауыстыру жазбалары Г2.27, Г2.29 және Г2.31 суреттерінде көрсетілген.

Ғимараттың бойлық және көлденең бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің әрекетін сипаттайтын тәуелділіктер Г2.28, Г2.30 және Г2.32 суреттерінде келтірілген.

Әр түрлі сейсмикалық әсерлердегі Суперқұрылым негізінде көлденең күштердің шамаларын салыстыру Г2.5 -кестеде келтірілген. Сейсмикалық әсерлердің "1" және "2" комбинациялары кезіндегі Субқұрылым негізінде көлденең күштердің шамаларының жазбалары сәйкесінше Г2.33 және Г2.34 -суреттерде келтірілген.

Г2.5-кесте

Әсерлердің комбинациясы	Сейсмикалық әсерлер	Суперқұрылым қабаттарының қиғаштықтарының максималды мәндері (мм)									
		бойлық бағытта					көлденең бағытта				
		Қабат нөмірлері									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
«1»	A-STU	6,06	6,84	6,19	4,68	2,66	4,39	4,48	4,00	2,96	1,71
	IZT	5,12	5,48	4,65	3,33	1,84	4,26	4,32	3,57	2,55	1,47
	TCU089	4,68	5,63	5,35	4,23	2,55	4,16	4,69	4,14	3,05	1,76
«2»	A-STU	5,08	5,49	5,03	3,87	2,30	5,21	5,85	5,27	4,00	2,34
	IZT	4,66	4,68	3,74	2,57	1,39	4,33	4,52	3,79	2,74	1,56
	TCU089	4,54	5,04	4,46	3,34	1,94	3,97	4,68	4,49	3,61	2,19

Г2.4 Алынған нәтижелерді талдау

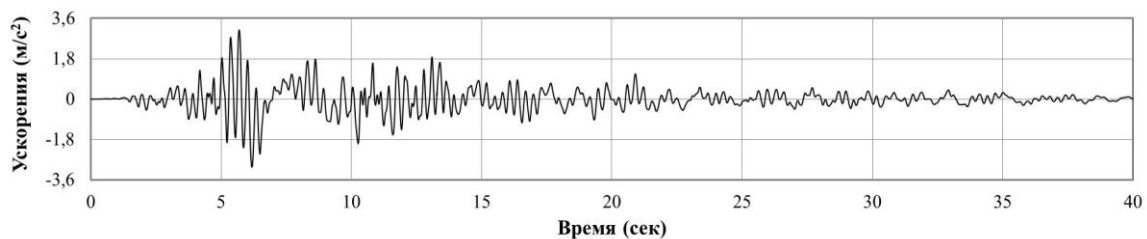
Есептеу нәтижелерінен Г(1) мысалындағыдай, қарастырылған үш есептік сейсмикалық оқиғаның сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның құрылмалы жүйесі үшін ең қолайсыз болып жасанды А-STU акселерограммаларымен моделденген сейсмикалық оқиға болып табылады.

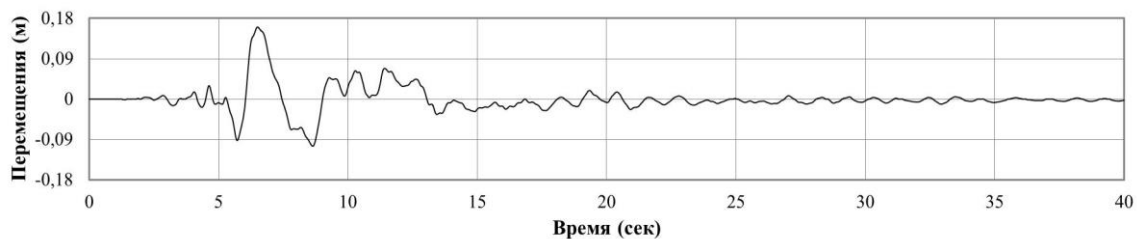
Бұл сейсмикалық оқиға кезінде:

- Суперқұрылымның негіз деңгейіндегі көлденең күштер және оның төменгі қабаттарының көлденең қиғаштары ең үлкен мәнге ие;
- қабат аралық аражабындар деңгейінде Суперқұрылым тербелістерінің жоғары формаларының козуына байланысты үдеулердің ең үлкен мәндері байқалады.

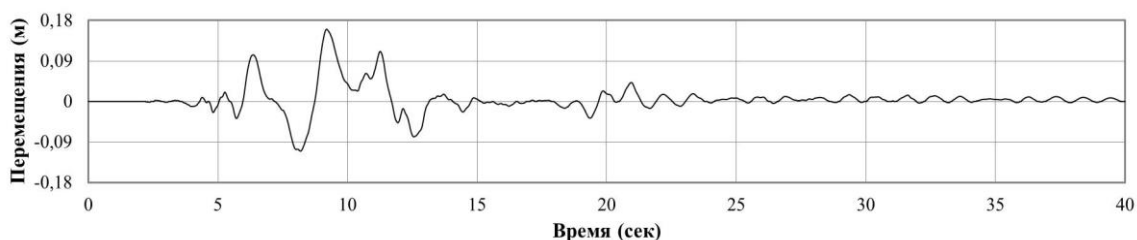
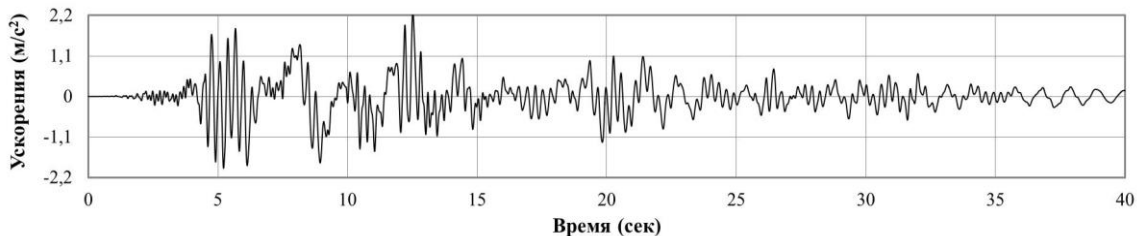
Субқұрылымға қатысты Суперқұрылымның ең үлкен орын ауыстырулары А-STU (161 мм) және IZT (179 мм) акселерограммаларымен берілген есептелген сейсмикалық оқиғаларға сәйкес келеді.

(а)





(б)

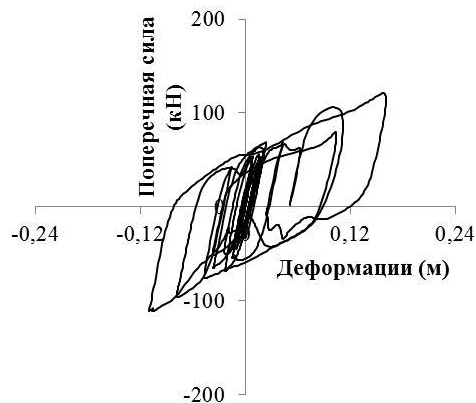


Г2.27 – сурет- А-STU жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы Суперқұрылым негізінің деңгейінде көлденең үдеу және уақыт бойынша орын ауыстыру

(а)

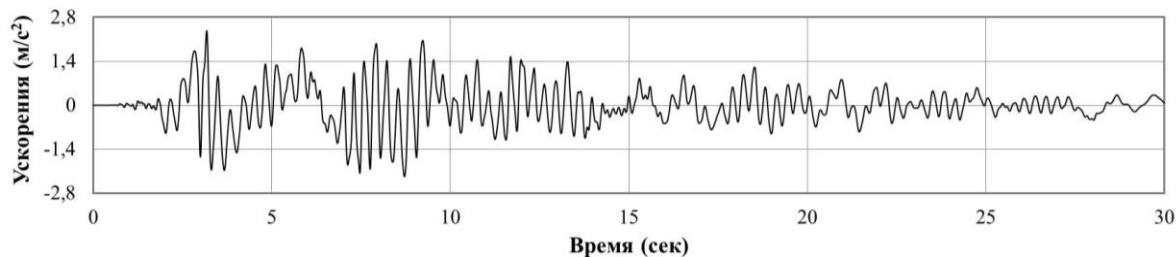


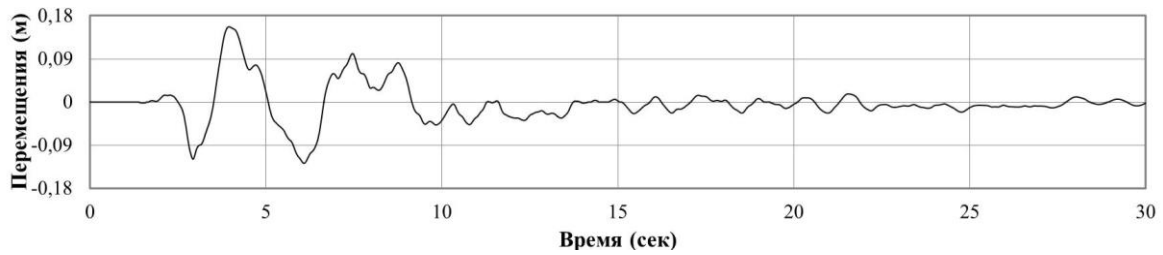
(б)



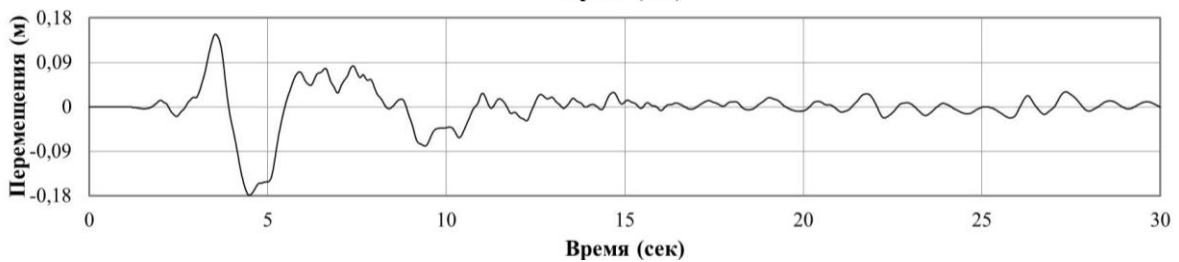
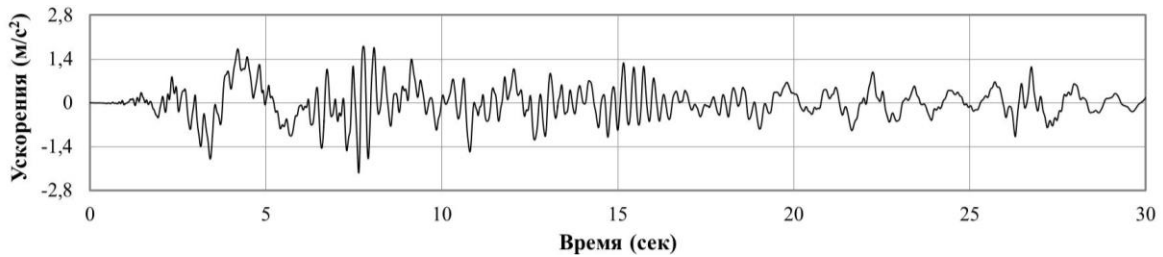
Г2.28 – сурет – А-STU жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің беталысын сипаттайтын тәуелділіктер

(а)



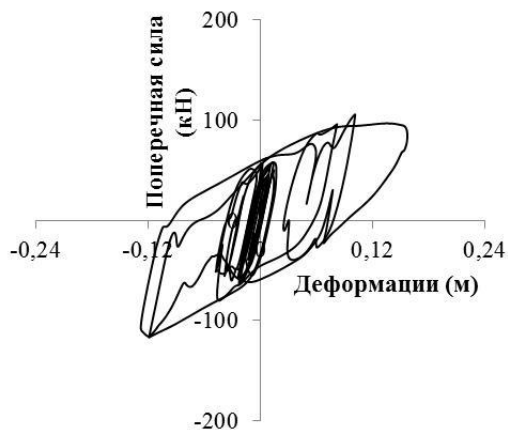


(б)

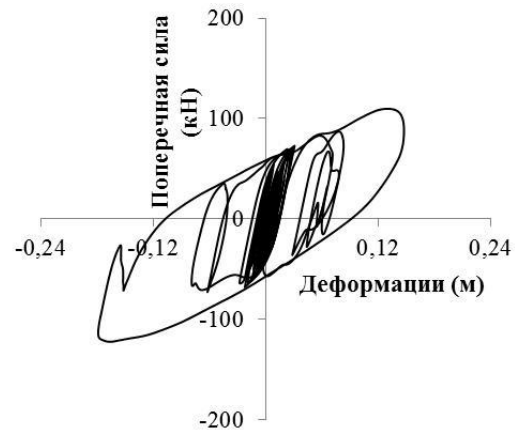


Г2.29-сурет – IZT жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы Суперқұрылым негізінің деңгейінде көлденең үдеу және уақыт бойынша орын ауыстыру

(а)

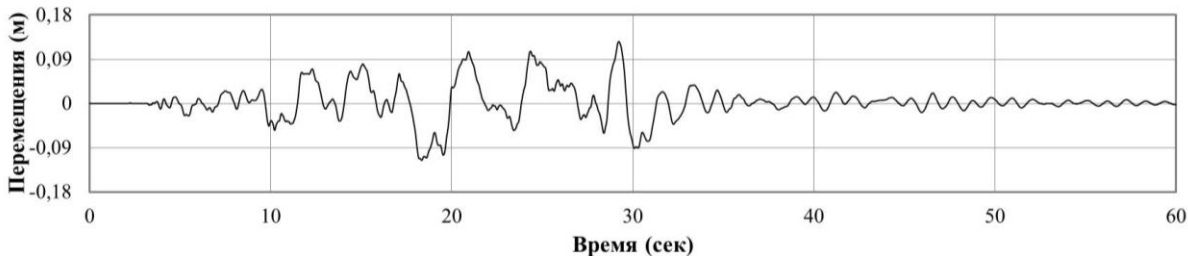
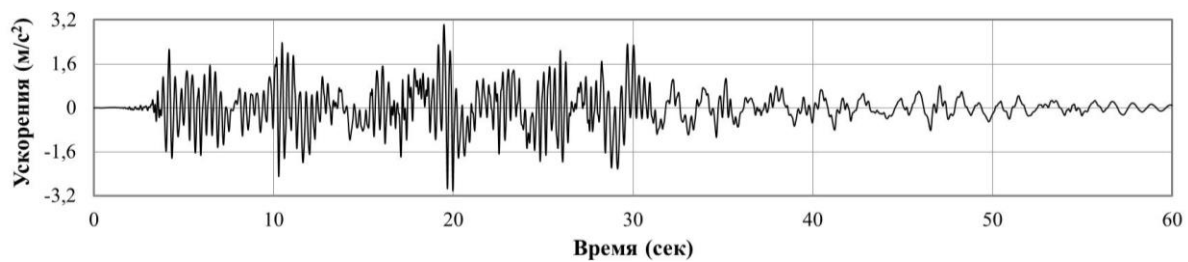


(б)

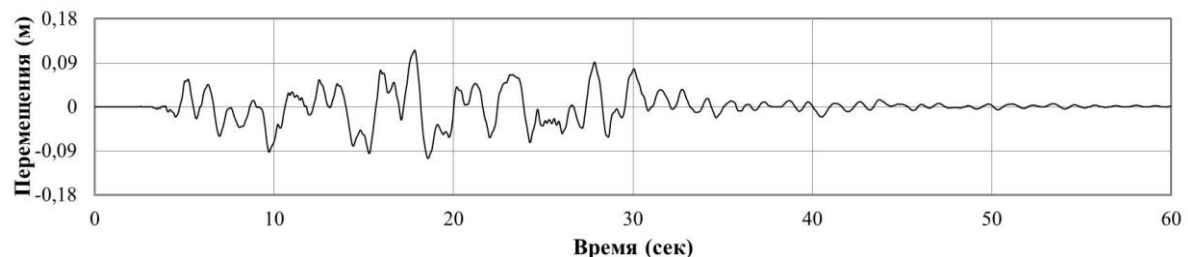
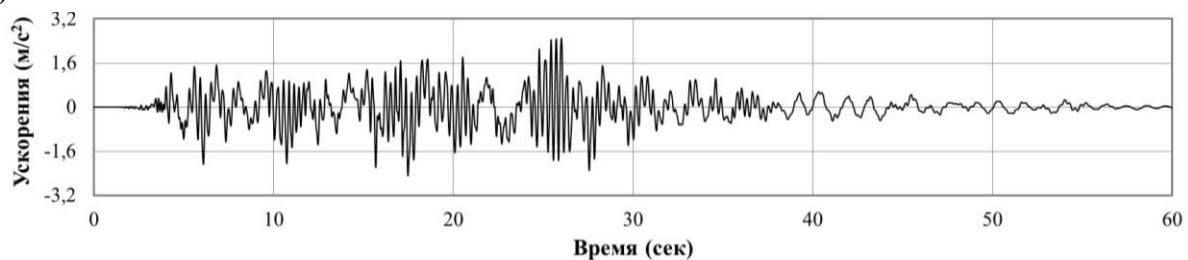


Г2.30-сурет – IZT жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің әрекетін сипаттайтын тәуелділіктер

(а)

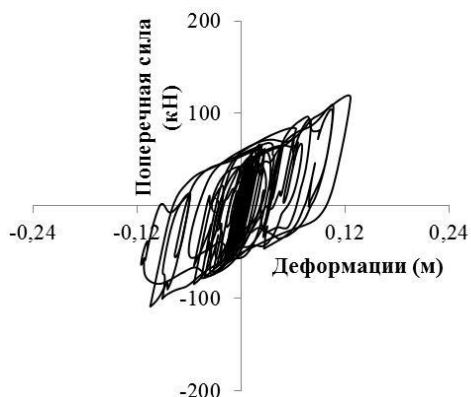


(б)

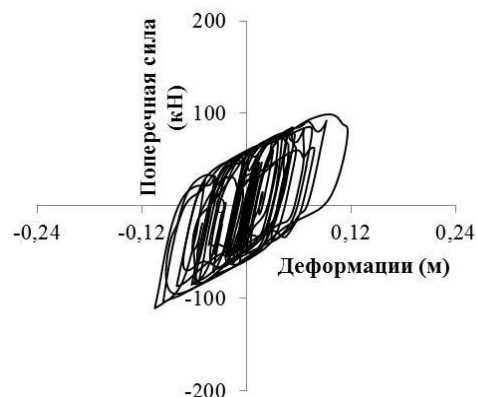


Г2.31-сурет – ТСУ089 жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде бойлық (а) және көлденең (б) бағыттардағы Суперқұрылым негізінің деңгейінде көлденең үдеу және уақыт бойынша орын ауыстыру

(а)

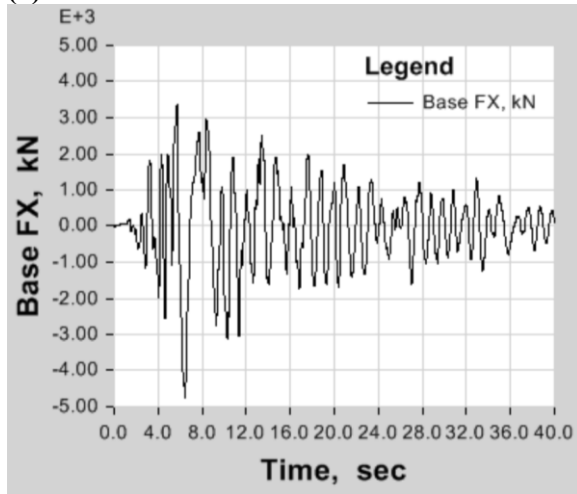


(б)

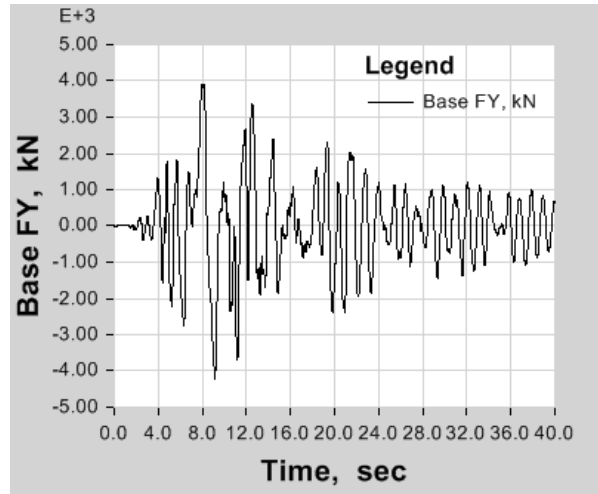


Г2.32-сурет – ТСУ089 жасанды акселерограммаларымен берілген "1" сейсмикалық әсерлердің комбинациясы кезінде ғимараттың бойлық (а) және көлденең (б) бағыттарындағы сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің әрекетін сипаттайтын тәуелділіктер

(a)

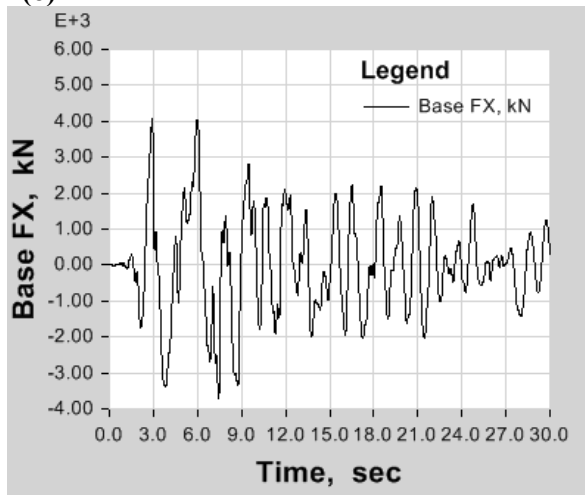


Max: (5.72, 3357.657068); Min: (6.46, -4750)

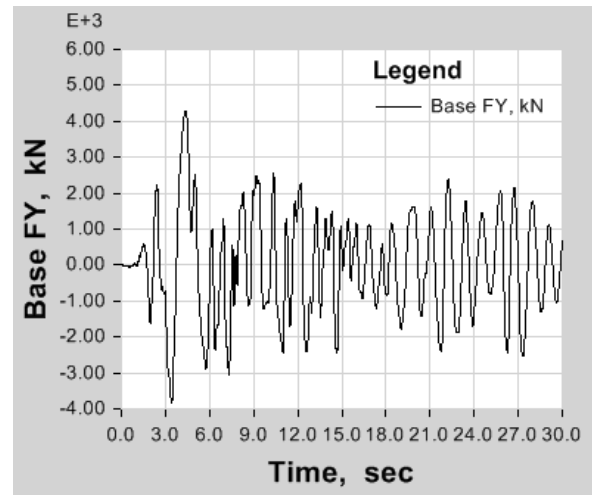


Max: (8.01, 3915.755238); Min: (9.15, -4226)

(б)

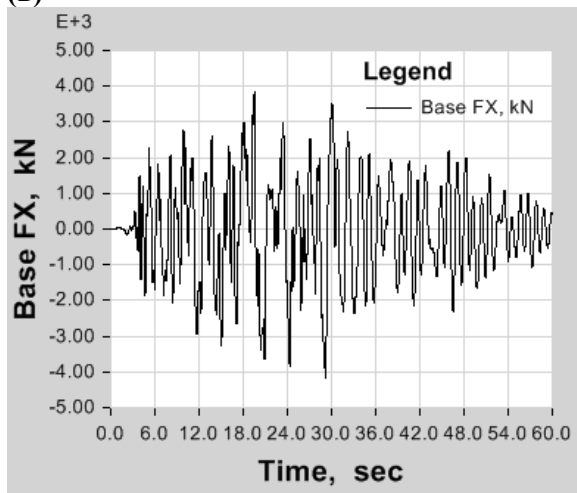


Max: (2.93, 4085.395493); Min: (7.45, -3699)

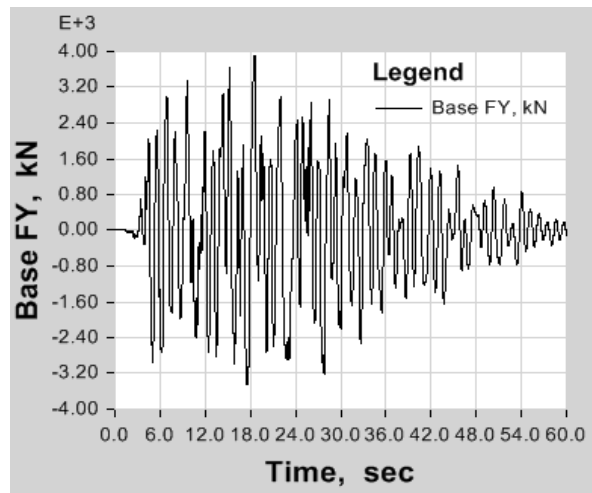


Max: (4.37, 4297.263191); Min: (3.42, -3836)

(в)



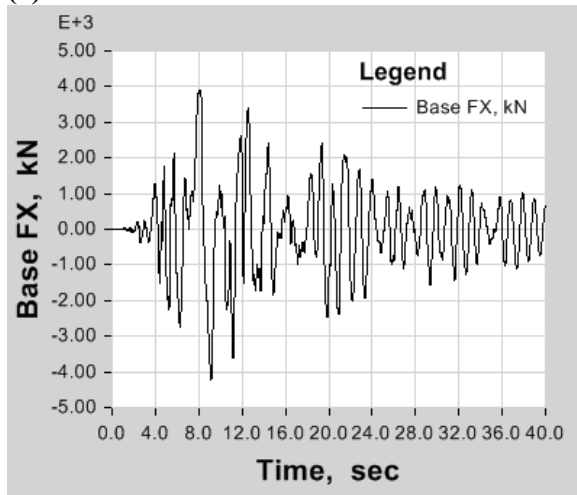
Max: (19.53, 3822.683425); Min: (29.18, -4179)



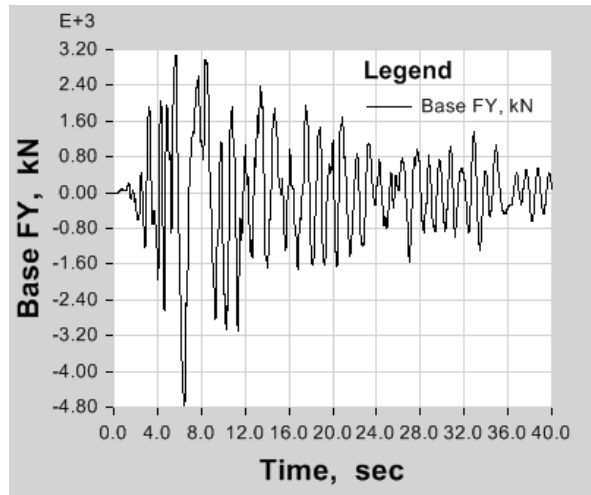
Max: (18.57, 3891.025642); Min: (17.57, -3458)

Г2.33-сурет – А-STU (а), IZT (б) және TCU089 (в) жасанды акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсерлердің "1" комбинациясы кезіндегі Суперқұрылым негізінің деңгейіндегі көлденең күштердің шамалары

(a)

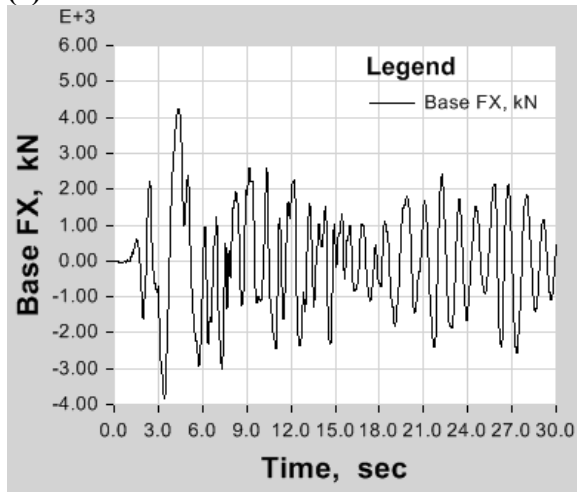


Max: (8.01, 3898.365933); Min: (9.14, -4233)

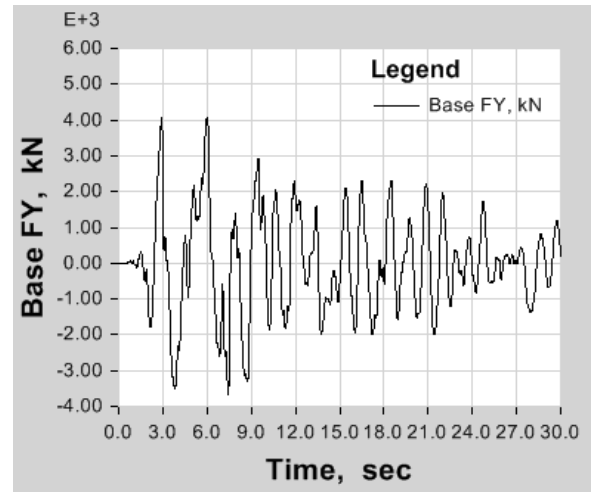


Max: (5.68, 3083.02615); Min: (6.46, -4772)

(б)

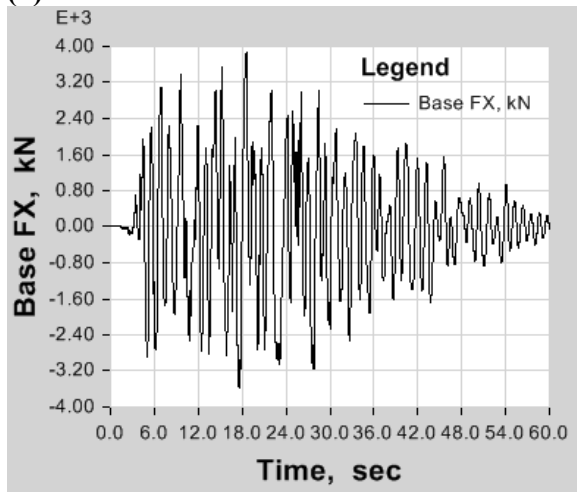


Max: (4.38, 4224.521045); Min: (3.41, -3815)

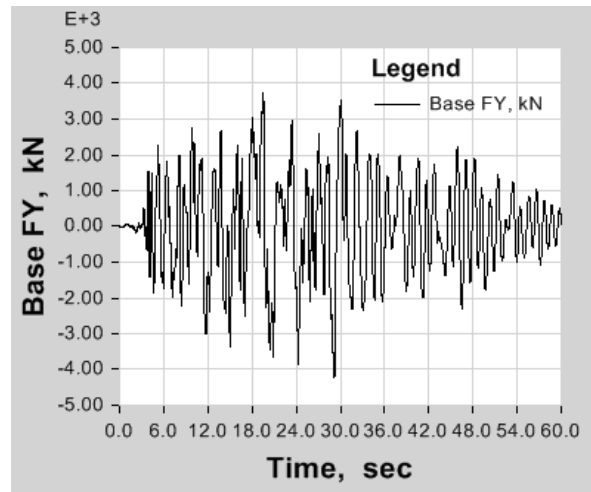


Max: (2.93, 4084.281263); Min: (7.45, -3659)

(в)



Max: (18.58, 3854.338447); Min: (17.6, -3571)



Max: (19.52, 3754.40715); Min: (29.19, -4209)

Г2.34-сурет – А-STU (а), IZT (б) және TCU089 (в) жасанды акселерограммаларымен берілген сейсмикалық әсерлердің "2" комбинациясы кезінде Суперқұрылым негізінің деңгейіндегі көлденең күштердің шамалары

Сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымның негіз деңгейіндегі максималды есептелген сейсмикалық көлденең күштер келесілерді құрайды:

- ғимараттың бойлық бағытында $4750/1,5=3167$ кН;
- ғимараттың көлденең бағытында $4772/1,5=3181$ кН.

ЕСКЕРТУ – Жоғарыдағы келтірілген Өрнектерде:

4750 кН – уақытша аймақтағы есептеу нәтижелері бойынша анықталған Суперқұрылымның бойлық бағытындағы көлденең күштің максималды мәні;

4772 кН – уақытша облыста есептеу нәтижелері бойынша анықталған Суперқұрылымның көлденең бағытындағы көлденең күштің максималды мәні;

1,5-сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылым үшін q беталыс коэффициенті (осы Құралдың 6.8.5-ін қараңыз).

Есептелген сейсмикалық көлденең күш Суперқұрылымның негізінде бекітілген төменгі деңгейде келесілерді құрайды:

- ғимараттың бойлық бағытында 9478 кН;
- ғимараттың көлденең бағытында 8849 кН.

Келтірілген деректерден қарастырылған сейсмикалық оқшаулау жүйесін қолдану ғимараттың сейсмикалық оқшауланған Суперқұрылымының құрылмалы жүйесіне көлденең есептелген сейсмикалық жүктемелерді азайтуға мүмкіндік беретіні шығады:

- бойлық бағытта - 2,99 есе;
- көлденең бағытта – 2,78 есе.

Д - ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Осы Құралда қолданылатын сілтемелері бар еуропалық стандарттарға қысқаша шолу

Д1 Жалпы мәліметтер

Д1.1 Д-қосымша осы Құралдың ережелеріне және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің талаптарына жауап беретін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалау кезінде талаптары ескерілуі немесе ескерілуі ұсынылатын еуропалық стандарттар туралы жалпы ақпараттық мәліметтерді ұсынады.

Д1.2 Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін жобалауға қатысты, осы Құралдың 1.5.1 және 4.3.1.3 сәйкес, келесі Еуропалық стандарттарға нормативтік сілтемелер қолданылады:

ISO 22762-1:2018	Эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер-1 бөлім. Сынақ әдістері (Elastomeric seismic-protection isolators Part-1: Test methods)
ISO 22762-3:2018	Эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер-3 бөлім. Ғимараттарға арналған нұсқаулық-Техникалық шарттар (Elastomeric seismic-protection isolators Part-3: Applications for buildings – Specifications)
ISO/TS 22762-4-2019	Эластомерлі сейсмикалық оқшаулағыш тіректер. 4 бөлім. ISO 22762-3 қолдану жөніндегі Басшылық (Elastomeric seismic-protection isolators - Part 4: Guidance on the application of ISO 22762-3)
СТ РК EN 1337 (барлық бөлімдер)	Тірек бөліктері (Structural bearings)
СТ РК EN 15129:2009	Антисейсмикалық құрылғылар. CEN (Anti-seismic devices)

Д2 ҚР СТ EN 15129:2009 құжаттарына және ҚР СТ EN 1337 сериясына қысқаша шолу

Д2.1 ҚР СТ EN 15129:2009 және ҚР СТ EN 1337 (барлық бөлімдер) Д1.2 – де көрсетілген құжаттар-бұл сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің түрлері мен сейсмикалық оқшаулау құрылғыларының түрлерін пайдалана отырып, сейсмикалық оқшаулау іргетасы бар ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау кезінде талаптарын басшылыққа алу қажет еуропалық стандарттарға ұқсас стандарттардың ұлттық редакциялары (осы Құралдың 2 - бөлімін қараңыз).

ЕСКЕРТУ 1 – ҚР СТ EN 15129:2009 құжат:

- сейсмикалық әсерге реакциясын өзгерту мақсатында ғимараттарда көзделген құрылғыларды жобалауға қолданылады;
- осы стандарттың 3.4-де анықталғандай, құрылғылардың типтері мен олардың комбинацияларына қолданылады;

– сейсмикалық жағдайға арналған функциялық талаптар мен жобалаудың жалпы ережелерін, материалдардың сипаттамаларын, дайындау мен сынауға қойылатын талаптарды, сондай-ақ сәйкестікті бағалауға, орнатуға және техникалық қызмет көрсетуге қойылатын талаптарды белгілейді.

ҚР СТ EN 15129:2009 құжатының қысқаша мазмұны:

- 1 бөлім - Қолдану саласы.
- 2 бөлім - Нормативтік сілтемелер.
- 3 бөлім - Терминдер мен анықтамалар, белгілер мен қысқартулар.
- 4 бөлім - Жалпы есеп айырысу нормалары.
- 5 бөлім - Қатты түйін.
- 6 бөлім - Ығысуға тәуелді құрылғылар.
- 7 бөлім - Жылдамдыққа тәуелді құрылғылар.
- 8 Бөлім - Сейсмикалық оқшаулағыштар.
- 9 бөлім - Құрылғы комбинациясы.
- 10 бөлім - Сәйкестікті бағалау.
- 11 Бөлім - Орнату.
- 12 бөлім - Пайдалану процесінде тексеру.
- А - қосымшасы (ақпараттық).
- В - қосымшасы (ақпараттық).
- С - қосымшасы (ақпараттық).
- Д - қосымшасы (ақпараттық).
- Е - қосымшасы (ақпараттық).
- Ғ - қосымшасы (ақпараттық).
- Г - қосымшасы (міндетті).
- Н - қосымшасы (ақпараттық).
- І - қосымша (ақпараттық).
- Ж - қосымшасы (ақпараттық).
- Библиография.
- Д.А - қосымшасы (ақпараттық).

Осы Құралдың ережелеріне және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің талаптарына сай келетін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды тұжырымдамалық жобалау мақсаттары үшін ҚР СТ EN 15129:2009 құжатының 4, 8 және ішінара 9-бөлімдері неғұрлым пайдалы.

ҚР СТ EN 15129:2009 құжатын пайдаланған кезде оның қолданыстағы мәртебесін тексерген орынды, себебі Техникалық комитеттің ақпаратына сәйкес, CEN/TC 340 "Сейсмикаға қарсы құрылғылар", оның хатшылығын UNI басқарады, EN 15129:2009 құжаты prEN 15129:2016 құжатымен ауыстырылады деп болжанған.

ЕСКЕРТУ 2 – Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін жобалау үшін қосымша мәліметтер құрылмалы тіректерге (structural bearings) қойылатын талаптарды регламенттейтін ҚР СТ EN 1337 (Құрылыс құрылмаларының тіректері) құжаттар сериясының тиісті бөліктерінен алынуы тиіс. ҚР СТ EN 1337 құжаттар сериясы 11 (он бір) Бөлімнен тұрады:

- 1 - бөлім-Жалпы жобалау ережелері.
- 2 - бөлім-Сырғу элементтері.
- 3 - бөлім-Эластомерлі тіреулер.
- 4 - бөлім-Аунақты тіреулер.
- 5 - бөлім-Құрсамада құрамдастырылған тіреулер.
- 6 - бөлім-Тербелмелі тіреулер.
- 7 - бөлім- ПТФЭ сфералық және цилиндрлік тіреулер.
- 8 - бөлім-Бағыттаушы және шектегіш тіреулер.
- 9 - бөлім-Қорғау.
- 10 - бөлім-Бақылау және техникалық қызмет көрсету.
- 11 - бөлім-Тасымалдау, аралық сақтау және жинақтау.

ЕСКЕРТУ 3 – ҚР СТ EN 15129:2009 және ҚР СТ EN 1337 сериясының тиісті бөліктері осы Құралдың ережелеріне және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің талаптарына жауап беретін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар азаматтық ғимараттарды жобалау кезінде қолданылатын негізгі басшылық құжаттар ретінде қарастырылуы тиіс.

Д3 ISO 22762 сериясындағы құжаттарға қысқаша шолу

Д3.1 Д1.2 – де көрсетілген ISO 22762-1:2018, ISO 22762-3:2018, ISO/TS 22762-4-2019 құжаттары Еуропалық стандарттардың өзектендірілмеген редакциялары болып табылады, олардың талаптарын ҚР СТ EN 15129 және ҚР СТ EN 1337 құжаттарымен қатар, осы Құралда көрсетілген, сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіреулерді (Elastomeric seismic-protection isolators) пайдаланумен қалыптасатын, азаматтық ғимараттарды сейсмикалық оқшаулау жүйелермен жобалау кезінде ескерген орынды.

ISO 22762-1:2018, ISO 22762-3:2018, ISO/TS 22762-4-2019 құжаттарының қысқаша шолулары осы Д қосымшасында төменде, сәйкесінше Д3.2, Д3.3 және Д3.4 кіші бөлімдерінде берілген.

Д3.2 ISO 22762-1:2018 - құжатының қысқаша мазмұны:

Foreword	Алғы сөз
Introduction	Кіріспе
Clause 1 - Scope	1 - бөлім - Қолдану саласы
Clause 2 - Normative references	2 - бөлім - Нормативтік сілтемелер
Clause 3 - Terms and definitions	3 - бөлім - Терминдер мен анықтамалар
Clause 4 - Symbols and cross-section of isolator	4 - бөлім - Оқшаулағыштың шартты белгілері және көлденең қимасы
Clause 5 - Rubber material tests	5 - бөлім - Резеңке материалдарды сынау
Clause 6 - Isolator tests	6 - бөлім - Оқшаулағыштарды сынау
Annex A (normative) - Determination of accelerated ageing conditions equivalent to expected life at standard laboratory temperature (23 °C or 27 °C).	A - қосымшасы (міндетті) - Стандартты зертханалық температурада (23 °C немесе 27 °C) күтілетін қызмет ету мерзіміне баламалы жеделдетілген тозу жағдайларын анықтау.
Annex B (normative) - Inertia force correction	B - қосымшасы (міндетті) - Инерция күшін түзету
Annex C (normative) - Friction force correction	C - қосымшасы (міндетті) - Үйкеліс күшіне түзетпе
Annex D (normative) - Determination of coefficient linear thermal expansion	D - қосымшасы (міндетті) - Сызықтық жылу кеңею коэффициентін анықтау
Annex E (informative) - Alternative methods of determining shear properties	E - қосымшасы (ақпараттық) - Ығысу қасиеттерін анықтаудың балама әдістері
Annex F (informative) - Creep test	F - қосымшасы (ақпараттық) - Сырғақтық сынағы
Annex G (informative) - Determination of reaction force due to low-rate deformation	G - қосымшасы (ақпараттық) - Төмен жылдамдықты деформацияға байланысты реакция күшін анықтау
Annex H (informative) - Durability investigation of elastomeric isolators used for 10 years in a bridge	H - қосымшасы (ақпараттық) - Көпірлерде 10 жыл бойы қолданылатын эластомерлік оқшаулағыштардың беріктігін зерттеу
Annex I (informative) - Durability investigation of elastomeric isolators used for seven years in a building	I - қосымша (ақпараттық) - Ғимаратта жеті жыл бойы пайдаланылатын эластомерлік
Bibliography	

	оқшаулағыштардың беріктігін зерттеу. Библиография
--	--

ЕСКЕРТУ 1 – Сондай-ақ, ISO 22762 құжаттар сериясы, көпірлер мен ғимараттар үшін сейсмикалық қорғаныс эластомерлік оқшаулағыштарының (elastomeric seismic-protection isolators) сипаттамаларына қатысты екі бөлікті қамтитынын ескеру қажет.

Осы Құрал аясында ғимараттарға арналған сейсмикалық қорғаныс эластомерлік оқшаулағыштары басқаша сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік (резеңке металл) тіректер деп аталады, олардың жалпы принципті сипаттамасы осы Құралдың 2.2.2 және 2.2.3 нұсқаларында берілген.

ЕСКЕРТУ 2 – Көпір құрылымдарын (құрылымдарын) жарақтандыру үшін эластомерлік оқшаулағыштарға қатысты ISO 22762-2 құжаты, ал сейсмикалық оқшауланған ғимараттарды жарақтандыру үшін эластомерлік оқшаулағыштарға қатысты ISO 22762-3 құжаты қолданылады.

Бұл екі өнімнің ұқсас негізгі тұжырымдамаларына қарамастан, көпірлер мен ғимараттарға арналған сейсмикалық эластомерлік оқшаулағыштарға қойылатын талаптар бірқатар айырмашылықтарға ие, олар келесідей:

а) көпірлерге арналған эластомерлік оқшаулағыштар негізінен тікбұрышты, ал ғимараттар үшін дөңгелек формада болады;

б) көпірлерге арналған эластомерлік оқшаулағыштар олардың бұрылыстарда да, көлденең ығысуларда да жұмыс қабілеттілігін ескере отырып қолданылады, ал ғимараттарға арналған эластомерлік оқшаулағыштар негізінен олардың көлденең ығысулардағы жұмыс қабілеттілігін ескере отырып қолданылады;

в) эластомерлі көпір оқшаулағыштары көлік құралдары тудыратын динамикалық жүктемелерге, соның ішінде температураның өзгеруінен туындаған көпір ұзындығының өзгеруіне, сондай-ақ жер сілкінісі кезінде төтеп беру үшін күнделікті режимде тиімді жұмыс істеуге арналған;

г) ғимараттарға арналған эластомерлік оқшаулағыштар негізінен пайдалану жүктемелерімен қатар сейсмикалық жүктемелерге төтеп беруге, сондай-ақ сейсмикалық оқиғалар кезінде тіректердің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуге арналған.

ЕСКЕРТУ 3 – Ғимараттар мен көпірлерден басқа ғимараттар үшін (мысалы, резервуарлар, эстакадалар және т. б.) құрылыс инженері осы ғимараттарға қойылатын талаптарға байланысты ISO 22762-2 немесе ISO 22762-3 пайдаланады.

ЕСКЕРТУ 4 – ISO 22762-1:2018 құжаты төмендегілерді анықтау үшін сынақ әдістеріне қатысты қолданылады:

а) сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерді жасау үшін қолданылатын резеңке материалдың қасиеттерін және

б) сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректердің сипаттамаларын.

Резеңке материалдар мен құрылыс эластомерлік о сынауға байланысты іс – шараларды жүзеге асыруға қатысты ең төменгі талаптар 5 және 6-бөлімдерде, сондай-ақ ISO 22762-1:2018 құжатындағы А-І (міндетті және ақпараттық) қосымшаларында ұсынылады, оларды сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау кезінде назарға алу ұсынылады.

ЕСКЕРТУ 5 – Осы Құралдың ережелеріне сәйкес сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалау кезінде ISO 22762-1:2018 құжатының 3.11, 3.13, 3.14-те айтылған терминдер мен анықтамаларды пайдалана отырып, сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тіректерді сәйкестендіру (белгілеу) ұсынылуы мүмкін.

Мысалы, ISO 22762-1:2018 3.11 құжатына және осы Құралдың 2.2.2.5 нұсқауларына сәйкес резеңкенің арнайы құрамы мен қоспаларды қолдану арқылы алынған салыстырмалы түрде жоғары демпферлік қасиеттері бар эластомерлік оқшаулағыш "жоғары энергетикалық диссипациясы бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тірек" ретінде анықталуы және "**HDR**" (high-damping rubber bearing) аббревиатурасымен белгіленуі мүмкін; ISO 22762-1:2018 құжатының 3.13 анықтамасына жауап беретін эластомерлік оқшаулағыш осы Құралдың 2.2.3 нұсқауларына сәйкес "қорғасын өзегі бар сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тірек" ретінде анықталуы және "**LRB**" (lead rubber bearing) аббревиатурасымен белгіленуі мүмкін; ISO құжатының 3.14 анықтамасына жауап беретін эластомерлік оқшаулағыш ISO 22762-1:2018 осы Құралдың 2.2.2.4 нұсқауларына сәйкес "энергияны диссипациялау қабілеті төмен сейсмикалық оқшаулағыш эластомерлік тірек" ретінде және "**LNR**" (linear natural rubber bearing) аббревиатурасымен белгіленуі мүмкін.

Д3.3 ISO 22762-3:2018 құжатының қысқаша мазмұны:

Foreword	Алғы сөз
Introduction	Кіріспе
Clause 1 - Scope	1 - Қолдану саласы
Clause 2 - Normative references	2 - бөлім - Нормативтік сілтемелер
Clause 3 - Terms and definitions	3 - бөлім - Терминдер мен анықтамалар
Clause 4 - Symbols	4 - бөлім - Таңбалар
Clause 5 - Classification	5 - бөлім - Жіктеу
Clause 6 - Requirement	6 - бөлім - Талап
Clause 7 - Design rules	7 - бөлім - Жобалау ережелері
Clause 8 - Manufacturing tolerances	8 - бөлім - Өндірістік рұқсаттар
Clause 9 - Marking and labelling	9 - бөлім - Таңбалау және затбелгі
Clause 10 - Test methods	10 - бөлім - Сынақ әдістері
Clause 11 - Quality assurance	11 - бөлім - Сапаны қамтамасыз ету
Annex A (normative) - Tensile stress in reinforcing steel plate	A - қосымшасы (міндетті) - Арматуралық болат пластинадағы созу кернеуі
Annex B (normative) - Determination of ultimate property diagram based on experimental results	B - қосымшасы (міндетті) - Эксперимент нәтижелері бойынша шекті қасиеттер диаграммасын анықтау
Annex C (informative) - Minimum recommended physical properties of rubber material	C - қосымшасы (ақпараттық) - Резеңке материалдың ең аз ұсынылатын физикалық қасиеттері
Annex D (informative) - Effect of inner-hole diameter and second shape factor on shear properties	D - қосымшасы (ақпараттық) - Саңылаудың ішкі диаметрінің және форманың екінші коэффициентінің ығысу қасиеттеріне әсері
Annex E (informative) - Determination of compressive properties of elastomeric isolators	E - қосымшасы (ақпараттық) - Эластомерлік окшаулардың компрессиялық қасиеттерін анықтау
Annex F (informative) - Determination of shear properties of elastomeric isolators	F - қосымшасы (ақпараттық) - Эластомерлік окшаулардың ығысу қасиеттерін анықтау
Annex G (informative) - Method of predicting buckling limit at large deformations	G - қосымшасы (ақпараттық) - Үлкен деформациялар кезінде тұрақтылықтың жоғалу шегін болжау әдісі
Annex H (informative) - Design of fixing bolts and flanges	H - қосымшасы (ақпараттық) - Бекіту болттары мен фланецтердің құрылмалары
bibliography	Библиография

ЕСКЕРТУ 1 – ISO 22762-3:2018 құжаты ғимараттарды жабдықтау үшін қолданылатын құрылыс эластомерлік окшаулағыштарына және осындай сейсмикалық окшаулағыш құрылғыларды өндіруде қолданылатын резеңке материалға қойылатын минималды талаптар мен сынақ әдістерін белгілейді.

ISO 22762-3:2018 құжаты және тиісті ISO 22762-1:2018 тармақтары ғимараттарды жер сілкінісінен қорғау үшін пайдаланылатын эластомерлік окшаулағыштарға қолданылады, басқаша сейсмикалық окшаулағыш эластомерлік тіректер деп аталады (осы Құралдың 2.2.2 және 2.2.3 қараңыз).

ЕСКЕРТУ 2 – ISO 22762-3:2018 құжатының 5-бөлімі құрылғылардың құрылмалық ерекшеліктерін ескере отырып, оларды жіктеуге қатысты сейсмикалық қорғаныс эластомерлік окшаулағыштарына қойылатын жалпы минималды талаптарды белгілейді (ISO 22762-3:2018 құжатының 2-кестесін қараңыз), сондай-ақ ығысу қасиеттеріне төзімділік бойынша құрылғыларды жіктеу (ISO 22762-3:2018 құжатының 3-кестесін қараңыз), оларды сейсмикалық окшаулағыш эластомерлік тіректерді жіктеу мақсаттары үшін сейсмикалық окшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау кезінде ескеру ұсынылады.

ЕСКЕРТУ 3 – ISO 22762-3:2018 құжатының 6-бөлімі типтік сынақтармен және қасиеттері мен сипаттамаларын, оның ішінде болат және қорғасын компоненттерін стандартты (белгіленген тәртіппен) сынаумен байланысты іс-шараларды жүзеге асыру тәртібіне қатысты сейсмикалық қорғаныс эластомерлік окшаулағыштарына және осы құрылғыларды дайындау үшін пайдаланылатын материалдарға қойылатын жалпы минималды талаптарды, сондай-ақ өлшемдерге қойылатын талаптарды белгілейді (геометриялық параметрлері), сейсмикалық окшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес жобалау кезінде ескеру ұсынылады.

ЕСКЕРТУ 4 – ISO 22762-3:2018 құжатының 7-бөлімі сейсмикалық қорғаныс эластомерлік оқшаулағыштарына және олардың Субқұрылым мен Суперқұрылымның құрылмалы элементтерімен қосылыстарына шекті ахуал шарттарын қанағаттандыруға байланысты және осы Құралдың ережелеріне және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің талаптарына жауап беретін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды жобалау кезінде назарға алу ұсынылатын жалпы ең төменгі талаптарды белгілейді.

ЕСКЕРТУ 5 – ISO 22762-3:2018 құжатының 8-11 бөлімдері сейсмикалық қорғаныс эластомерлік оқшаулағыштарына және олардың қосылыстарына өндірістік төзімділікке, таңбалауға және затбелгіге, сынау әдістеріне және сапаны қамтамасыз етуге қатысты жалпы минималды талаптарды белгілейді. ISO 22762-3:2018 құжатындағы А – Н қосымшалары (міндетті және ақпараттық) құрылғыларға қойылатын техникалық талаптарға түсініктеме беретін қосымша нұсқаулар береді.

Д3.4. ISO/TS 22762-4:2019 құжатының қысқаша мазмұны:

Foreword	Алғы сөз
Clause 1 - Scope	1 - бөлім - Қолдану саласы
Clause 2 - Normative references	2 - бөлім - Нормативтік сілтемелер
Clause 3 - Terms and definitions	3 - бөлім - Терминдер мен анықтамалар
Clause 4 - Guidance on the use of Clause 4 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	4 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 4-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық берілмейді)
Clause 5 - Guidance on the use of Clause 5 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	5 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 5-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық берілмейді)
Clause 6 - Guidance on the use of Clause 6 of ISO 22762-3:2018	6 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 6-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық
Clause 7 - Guidance on the use of Clause 7 of ISO 22762-3:2018	7 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 7-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық
Clause 8 - Guidance on the use of Clause 8 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	8 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 8-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық берілмейді)
Clause 9 - Guidance on the use of Clause 9 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	9 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 9-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық берілмейді)
Clause 10 - Guidance on the use of Clause 10 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	10 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 10-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық берілмейді)
Clause 11 - Guidance on the use of Clause 11 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	11 - бөлім - ISO 22762-3:2018 стандартының 11-бөлімін пайдалану жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық берілмейді)

ЕСКЕРТУ 1 – ISO / TS 22762-4:2019 құжаты тек ISO 22762-3:2018 және ISO 22762-1:2018 құжаттарымен бірге қолданылады.

ЕСКЕРТУ 2 – ISO / TS 22762-4:2019 құжаты негізінен ISO 22762-3:2018 құжатының 6 және 7 бөлімдеріндегі нұсқауларды қолдануға арналған нұсқаулық болып табылады және жобалық есептеулердің (анықтаулардың) мысалдарын қамтиды, сонымен қатар ISO 22762-1:2018 және ISO 22762-3:2018 көрсетілген эластомерлік оқшаулағыштардың барлық түрлері үшін алынған сипаттамалар туралы деректерді ұсынады. ISO/TS 22762-4:2019 құжаты ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 нормативінің 10-бөлімінің талаптарына жауап беретін сейсмикалық оқшаулағыш іргетасы бар ғимараттарды осы Құралдың ережелеріне сәйкес практикалық жобалау мақсатында пайдалану үшін ұсынылуы мүмкін.

Е - ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Осы Құралда қарастырылмаған сейсмикалық оқшаулағыш іргетастардың құрылмалы жүйелеріне қысқаша шолу

Сейсмикалық оқшаулау жүйелеріне қойылатын жалпы талаптар.

Е.1. Сейсмикалық оқшаулау жүйелерінің келесі топтары негізгі болып табылады:

– Минималды деформациялары бар (сырғу үйкелісі немесе теңселу үйкелісі элементтері бар кинематикалық іргетастар) ғимараттың (суперқұрылымның) іргетас бөлігінің үстінен орын ауыстыру арқылы сейсмикалық жүктемелердің төмендеуін қамтамасыз ететін кинематикалық типтегі жүйелер Е.1-суретті қараңыз;

– Энергияның диссипациясын жоғарылату арқылы сейсмикалық жүктемелердің төмендеуін қамтамасыз ететін әр түрлі типтегі демпферлері бар жүйелер (құрғақ және тұтқыр үйкелісті демпферлер, құрғақ түйістерге негізделген демпферлер және топырақ демпферлерінің әр түрлі типтері, энергия жұтқыштар, экструзивті және электромагниттік демпферлер). Е.2-суретті қараңыз;

– Динамикалық тербеліс азайтқыштары бар әр түрлі жүйелер (әр түрлі типтегі құрамалы, серіппелі және маятникті азайтқыштар). Тербелісті азайтқыштардың қосымша массасы резонанстық тербелістердің белгілі бір формада азаюын қамтамасыз етеді, Е. 3-суретті қараңыз;

– Негізгі формадағы тербеліс кезеңін өзгерту арқылы резонанстық тербелістерден қалпына келтіруді қамтамасыз ететін жүйелер (қосылатын немесе өшірілетін байланыстары бар жүйелер, реттелетін иілгіш қабаттар, аспалы тіректері бар жүйелер және т. б.) Е.4 және Е.5 суреттерін қараңыз.

Е.2. Сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолданудың алдында осы аумақтағы сейсмикалық әсердің ерекшеліктерін – ошақтың тереңдігі мен күтілетін жер сілкіністерінің магнитудасын, жер сілкінісі ошағындағы қозғалу түрлерін, сейсмикалық әсердің тиімді ұзақтығын зерделену тиіс. Қолданылатын сейсмикалық оқшаулау жүйесінің типін таңдау сейсмикалық әсердің ерекшеліктерімен анықталады. Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің тиімділігі сейсмикалық әсердің спектрлік және амплитудалық сипаттамаларын ескере отырып анықталады.

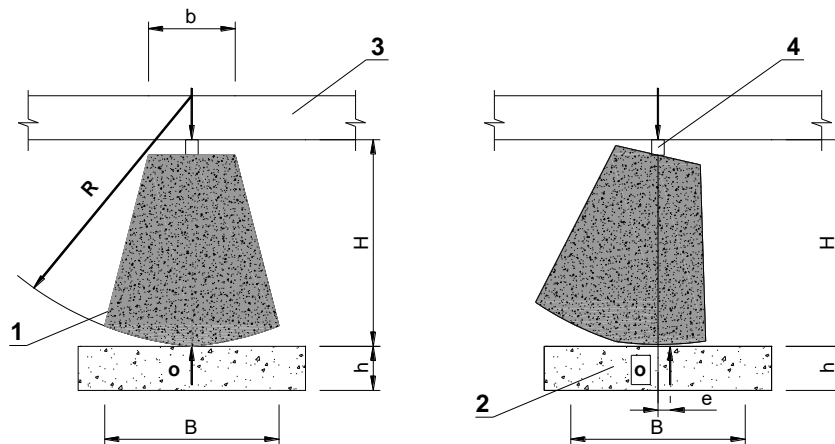
Е.3. Сейсмикалық оқшаулау жүйесінің динамикасы әдетте сызықты емес динамикалық жүйелермен сипатталады. Сондықтан, бұл жүйелер үшін сызықтық емес есептеу сұлбаларын қолдану кезінде сейсмикалық жүктемелерді, орын ауыстыруларды және қиғаштықтарды анықтау үшін қолданылатын нақты немесе жасанды акселерограммалар жиынтығы орналастырылуы керек.

Е.4. Мүмкіндігінше имараттың есептік қызмет ету мерзіміндегі жер сілкіністерінің ықтималдығына қатысты Сейсмикалық аймақтарға бөлу карталарының деректерін ескеру қажет. Ол үшін имараттарды есептеудің, сейсмикалық оқшауланған ғимараттардың сенімділігін ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы ретінде бағалаудың ықтималдық әдістері пайдаланылуы тиіс. Істен шығу критерийі ретінде сейсмикалық оқшаулағыш қабат деңгейінде орын ауыстырудың жол берілмейтін шамалары немесе ғимарат қабаттарының қиғаштығының шамадан тыс мәндері пайдаланылуы мүмкін. Мүмкіндігінше сейсмикалық оқшауланатын объектілер үшін сейсмикалық белгілерді бағалау қажет.

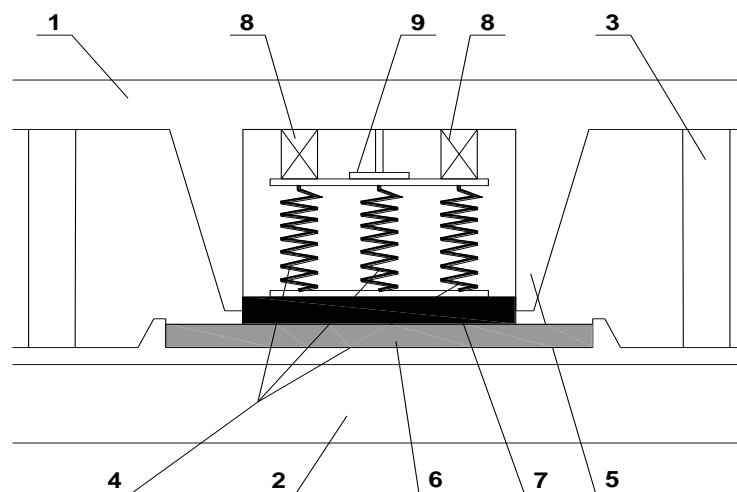
Е.5. Кез-келген типтегі демпферлерді қолданған кезде белгілі Фойгт моделіне қарағанда энергияның диссипациясын сипаттайтын күрделі моделдерді қолдануға рұқсат етіледі.

ЕСКЕРТУ – Кельвин-Фойгт моделі-серпімділік пен тұтқырлық қасиеттерімен сипатталатын тұтқыр-серпімді материалдардың моделі. Е.6-суретті қараңыз.

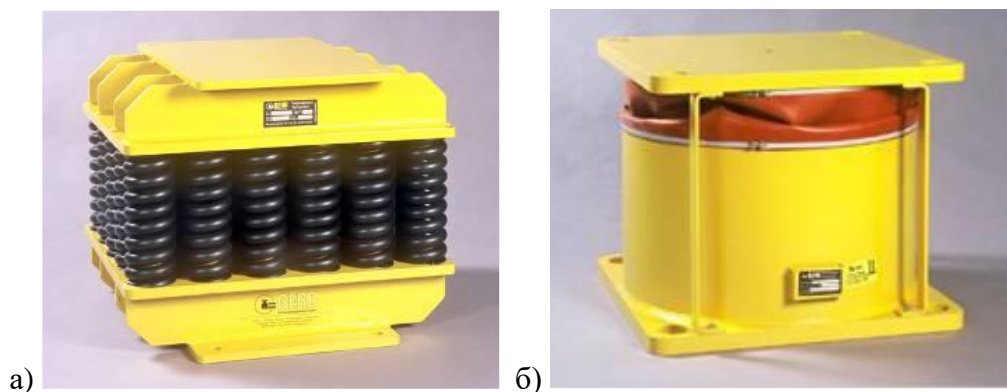
Е.6. Жоғарыда көрсетілген ережелерді сақтау сейсмикалық әсердің кез келген қарқындылығында сейсмикалық оқшаулау жүйелерін тиімді пайдалануды қамтамасыз етеді.



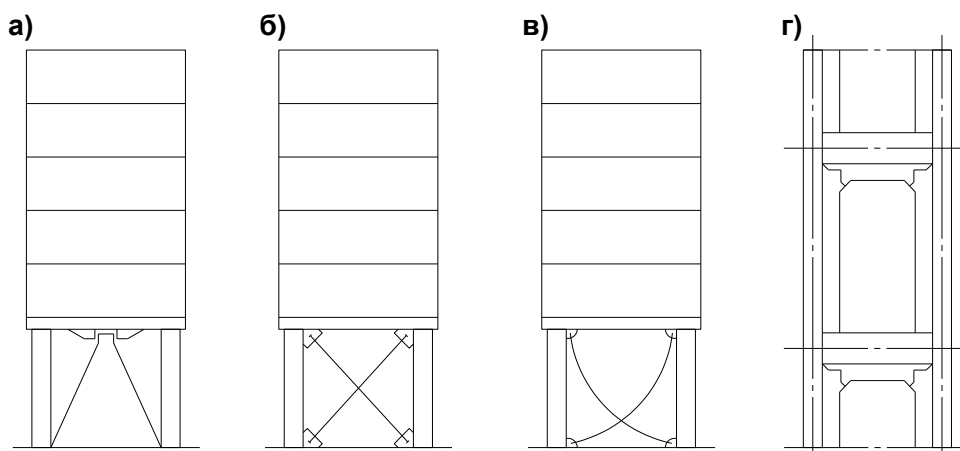
Е.1-сурет - КФ құрылмалы сұлбасы:
 1-КФ; 2 - тірек тақтасы; 3 - көтергіш ростверк; 4-топсалы қосылыс



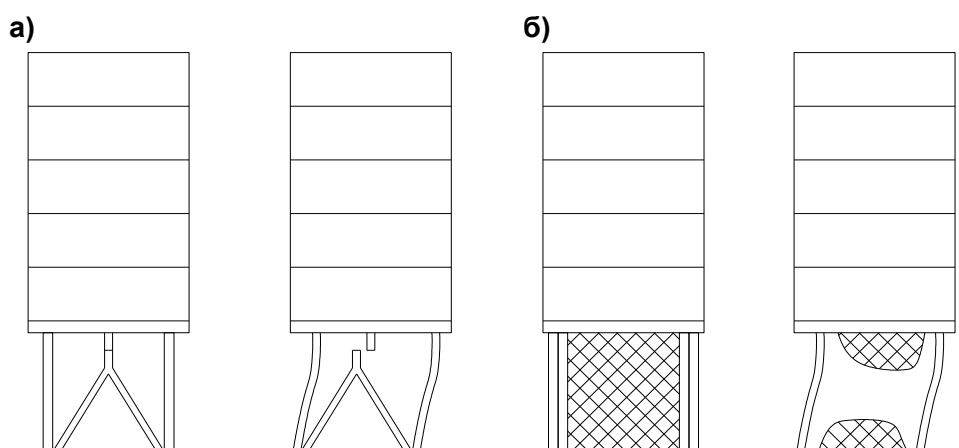
Е.2-сурет – Құрғақ үйкеліс демпферлері:
 1-Суперқұрылым; 2-Субқұрылым; 3-тірек элементі; 4 - серіппелі құрылғы; 5-үстіңгі тақтайшаның шығыңқы бөлігі (суперқұрылым); 6-сусымалы материалдан жасалған үйкелісті қабат; 7-темірбетон тақтасы; 8-орналасу бекіткіштері; 9-домкраттарды орнату орны



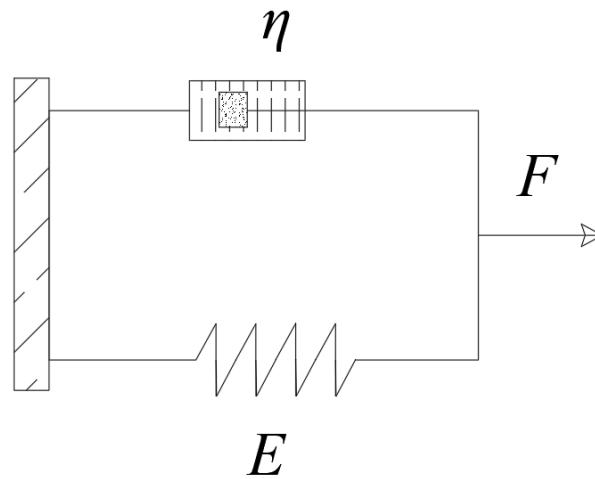
Е.3-сурет – Үш компонентті серіппелі-демпферлік жүйе:
3D кеңістіктік оқшаулауға арналған бұралған серіппелер блогы (а); Тұтқыр серпімді 3D кеңістіктік демпфер (б)



Е.4-сурет – Байланысты қамтитын ғимарат жүйесі:
а) тіректер-шектелгіштер; б) серпімді байланыстар; и) салбыраған кергілер; г) көпқабатты ғимараттарға арналған қатты панельдер



Е.5-сурет – Өшірілетін байланыстары бар ғимарат жүйесі:
а) арнайы өшірілетін элементтер; б) бұзылатын панельдер-байланыстар



Е.6-сурет – Тұтқыр-серпімді материалдардың моделі (Кельвин-Фойгт моделі), η – тұтқыр сұйықтықпен цилиндрде қозғалатын тесіктері бар поршень (тұтқыр элемент); E – серіппелер (серпімді элемент); F - қолданылатын тұрақты күш

ӘОЖ 63:699.841

МСЖ 01.120:91.040

Түйінді сөздер: Сеймикаға төзімділік, құрылма жүйесі, сеймикалық оқшаулағыш жүйесі, сеймикалық оқшаулағыш тіректер, алаңның сеймикалығы, жауапкершілік кластары, тербелістердің формалары, шындық үдеу, сеймикалық әсер, жер сілкінісінің акселерограммасы, реакциялар спектрі, есептеу моделі, топырақ жағдайының типі

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	V
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	1
1.1 Область применения Пособия.....	1
1.2 Цель Пособия.....	3
1.3 Указания по применению Пособия	4
1.4 Дополнительные области применения систем сейсмоизоляции	5
1.5 Нормативные ссылки	7
1.6 Термины и определения	8
1.7 Международная система единиц СИ.....	13
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ И СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ.....	14
2.1 Концепции проектирования систем сейсмоизоляции	14
2.2 Сейсмоизолирующие элементы (устройства)	18
2.2.1 Общие сведения.....	18
2.2.2 Эластомерные опоры	19
2.2.3 Эластомерные опоры со свинцовым сердечником.....	22
2.2.4 Опоры фрикционно-подвижного типа с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения.....	24
2.2.5 Фрикционно-подвижные опоры со сферическими поверхностями скольжения.....	26
3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ С СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ ФУНДАМЕНТАМИ.....	33
3.1 Общие указания.....	33
3.2 Начальный этап концептуального проектирования	34
3.3 Этап принятия решений (промежуточный или уточняющий).....	37
3.4 Заключительный этап концептуального проектирования.....	40
4 ТРЕБОВАНИЯ К ЗДАНИЯМ С СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ ФУНДАМЕНТАМИ.....	42
4.1 Основные требования	42
4.2 Критерии соответствия	43
4.3 Основные положения для проектирования	45
4.3.1 Основные положения для сейсмоизолирующих устройств.....	45
4.3.2 Контроль перемещений	46
4.3.3 Требования к конструктивным элементам, расположенным выше и ниже сейсмоизолирующего слоя в Субструктурах и Суперструктурах.....	47
4.3.4 Обеспечение перемещений Суперструктуры при сейсмических воздействиях ..	50
5 СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И СВОЙСТВА СИСТЕМ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ, УЧИТЫВАЕМЫЕ В РАСЧЕТЕ.....	51
5.1 Сейсмические воздействия.....	51
5.2 Коэффициент поведения	53
5.3 Свойства систем сейсмоизоляции, учитываемые в расчетах	53
6 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ.....	54
6.1 Общие сведения.....	54
6.2 Моделирование систем сейсмоизоляции	56
6.3 Эквивалентный линейный расчет.....	57
6.4 Упрощенный линейный расчет.....	60
6.5 Модальный упрощенный линейный расчет	62

6.6 Расчет во временной области	62
6.7 Неконструктивные элементы	63
6.8 Проверки безопасности в критическом предельном состоянии (ULS)	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А (<i>информационное</i>) Примеры построения спектров упругих реакций для анализа сейсмоизолированных зданий, отнесенных к классам II, III, IV ответственности по функциональному назначению и имеющих Суперструктуру с количеством этажей до 5 (пяти) включительно	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (<i>информационное</i>) Примеры построения спектров упругих реакций для анализа сейсмоизолированных зданий, отнесенных к классам ответственности по функциональному назначению II, III, IV и имеющих Суперструктуру с количеством этажей более 5 (пяти).....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ В (<i>информационное</i>) Примеры предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор для пятиэтажного здания при заданных значениях эффективного периода колебаний и коэффициента эффективного вязкого демпфирования	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (<i>информационное</i>) Оценка реакций сейсмоизолированного здания, имеющего Суперструктуру с количеством 5 (пять) этажей, по результатам расчетов, выполняемых с использованием записей сейсмических движений грунтов	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (<i>информационное</i>) Краткий обзор европейских стандартов, ссылки на которые применяются в настоящем Пособии.....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (<i>информационное</i>) Краткий обзор конструктивных систем сейсмоизолирующих фундаментов, которые в настоящем Пособии не рассмотрены	115

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее нормативно-техническое Пособие составлено согласно Закону Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242-III «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан» и устанавливает требования к проектированию гражданских зданий с сейсмоизолирующим фундаментом для строительства в сейсмически опасных зонах Республики Казахстан.

Требования к проектированию гражданских зданий, приведенные в настоящем нормативно-техническом Пособии, соответствуют Техническому регламенту Республики Казахстан «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» в части его требований к механической безопасности.

Настоящее нормативно-техническое Пособие разработано АО «Казахский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт строительства и архитектуры» с целью совершенствования нормативной базы сейсмостойкого строительства в Республике Казахстан и гармонизации ее с европейскими стандартами (строительными Еврокодами).

Автор настоящего нормативно-технического пособия – канд. техн. наук Ицков И.Е. Руководитель темы – Кульбаев Б.Б., научный руководитель – канд. техн. наук Шокбаров Е.М., ответственный исполнитель – канд. техн. наук Омаров Ж.А., канд. техн. наук Шокбаров Е.М., научный консультант – канд. техн. наук Лапин В.А., соисполнители – инж. Лопухов С.А., инж. Шаймерденов Т.А., инж. Абаканов М.М.

Положения настоящего нормативно-технического Пособия базируются на Принципах и Правилах, содержащихся в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012. В качестве нормативного документа настоящее нормативно-техническое Пособие является неотъемлемой частью СП РК EN 1998-1:2004/2012 и серии НТП РК к нему.

Настоящее нормативно-техническое Пособие дополняет и развивает положения Раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012, содержит комментарии и примеры, иллюстрирующие практическое применение положений Раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012 при проектировании гражданских зданий с сейсмоизолирующим фундаментом для строительства в сейсмических зонах Республики Казахстан.

При разработке настоящего документа были приняты во внимание:

- положения других Разделов СП РК EN 1998-1:2004/2012 и актуальных НТП РК к СП РК EN 1998-1:2004/2012, других Частей СП РК EN 1998, других СП РК EN и актуальных НТП РК к ним;
- требования современных нормативных документов других стран;
- результаты исследований АО «КазНИИСА» и зарубежных организаций, специализирующихся в области сейсмостойкого строительства.

Ссылки на номера пунктов СП РК EN 1998-1:2004/2012, текст которых идентичен пунктам настоящего Пособия (в том числе по смысловому содержанию), указаны в квадратных скобках рядом с номерами пунктов Пособия.

Ссылки на номера пунктов СП РК EN 1998-1:2004/2012, текст которых частично использован в пунктах настоящего Пособия, указаны в квадратных скобках в конце соответствующего текста пунктов Пособия.

Ссылки на нормативные документы системы СП РК EN, в том числе и НТП РК к СП РК EN 1998-1:2004/2012, стандарты и другие источники информации, указаны в тексте соответствующих пунктов настоящего Пособия там, где это необходимо.

Настоящее Пособие может использоваться:

- заказчиками проектной документации (например, для формулирования основных требований к сейсмостойкости зданий);
- специалистами, осуществляющими контроль качества проектирования и строительства зданий;
- соответствующими административными органами;
- научными работниками, преподавателями и студентами высших учебных заведений.

Настоящее нормативно-техническое пособие вводится в действие для применения на добровольной основе в качестве нормативного документа Республики Казахстан.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ
1-БӨЛІМ. АЗАМАТТЫҚ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ. СЕЙСМИКАЛЫҚ
ОҚШАУЛАЙТЫН ІРГЕТАСТАР. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.
ЧАСТЬ 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.
СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИЕ ФУНДАМЕНТЫ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Дата введения – 2022-12-09

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Область применения Пособия

1.1.1 Настоящее нормативно-техническое пособие (далее – Пособие) развивает и дополняет положения Раздела 10 «Сейсмоизолирующие фундаменты» государственного нормативного документа СП РК EN 1998-1:2004/2012 «Проектирование сейсмостойких конструкций – Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий».

ПРИМЕЧАНИЕ – Настоящее Пособие в качестве нормативного документа является неотъемлемой частью СП РК EN 1998-1:2004/2012, наряду с прочими НТП РК к другим Разделам СП РК EN 1998-1:2004/2012. Положения, приведенные в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и настоящем Пособии, являются дополнительными к положениям в других СП РК EN (см. также 1.1.1(3)Р СП РК EN 1998-1:2004/2012 и указания в настоящем Пособии).

1.1.2 Положения настоящего Пособия следует применять:

- при проектировании для строительства новых гражданских (жилых, общественных, производственных) зданий, оснащаемых системами сейсмоизоляции и представляющих собой строения с сейсмоизолирующим фундаментом (см. также 1.1.5);
- при разработке мероприятий в отношении гражданских зданий, являющихся объектами существующей застройки, в целях повышения их сейсмостойкости за счет оснащения эффективными системами сейсмоизоляции (например, при модернизации и реконструкции).

1.1.3 В настоящем Пособии приведены общие положения по проектированию зданий, оснащаемых пассивными системами сейсмоизоляции, предназначенными для уменьшения реакций конструктивных систем при сейсмических воздействиях.

ПРИМЕЧАНИЕ – В соответствии со сложившейся практикой системы сейсмоизоляции классифицируются как пассивные, активные и гибридные.

Пассивные системы сейсмоизоляции – это системы, параметры которых зависят только от свойств, образующих их сейсмоизолирующих элементов (устройств антисейсмических), активирующихся при сейсмических воздействиях. Эти системы являются пассивными в том смысле, что обеспечивают снижение механической энергии, передающейся конструктивной системе при землетрясении от основания, без использования дополнительных источников энергии.

Активные системы сейсмоизоляции – это системы, осуществляющие антисейсмическую защиту зданий с помощью дополнительных источников энергии, генерирующих воздействия, уменьшающие эффекты от сейсмических (или ветровых) воздействий.

Издание официальное

Активные системы базируются на компьютерном управлении процессом колебаний зданий при землетрясении.

Гибридные системы сейсмоизоляции – это системы, сочетающие в себе признаки пассивных и активных систем.

1.1.4 Проектирование гражданских зданий, оснащаемых пассивными системами сейсмоизоляции, следует осуществлять:

- при обязательном научно-техническом сопровождении специализированными научно-исследовательскими организациями, аккредитованными уполномоченным государственным органом по делам архитектуры, градостроительства и строительства;
- по специальным техническим условиям (СТУ).
- Документ СТУ должен разрабатываться для каждого конкретного объекта с учетом:
 - инженерно-геологических и сейсмологических условий на проектируемой площадке строительства;
 - индивидуальных особенностей архитектурно-строительных решений (объемно-планировочного и конструктивного) сейсмоизолированного здания;
 - особенностей применяемой системы сейсмоизоляции и антисейсмических устройств;
 - требований, указаний и рекомендаций, предоставляемых положениями настоящего Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ – Проектирование и строительство конструктивных систем и конструкций, специальные требования к которым в нормативных документах отсутствуют, следует осуществлять на основании специальных технических условий на проектирование, которые должны:

- разрабатываться научно-исследовательскими организациями, имеющими соответствующий опыт и аккредитованными уполномоченным органом по делам архитектуры, градостроительства и строительства;
- 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.

Требования к содержанию, порядку согласования и утверждению специальных технических условий должны соответствовать положениям СН РК 1.02-03. Разработка СТУ на проектирование сейсмоизолированного здания осуществляется на основании и в строгом соответствии с техническим заданием Заказчика (см. также СН РК 1.02-03).

1.1.5 Положения настоящего Пособия распространяются на проектирование сейсмоизолированных гражданских зданий, в которых:

- система сейсмоизоляции, предназначенная для уменьшения сейсмической реакции конструктивной системы сопротивления, располагается ниже основной массы строения [10.1(1)Р];
- фундамент или жесткая нижняя часть строения должны идентифицироваться как сейсмоизолирующие [10.1(3)];

ПРИМЕЧАНИЕ – Системы фундамента или жесткой нижней части строения (подвальные, цокольный этажи), непосредственно выше которых устраивается сейсмоизолирующий слой, должны проектироваться адекватным образом (см. также 4.3.3).

- конструктивные системы сопротивления в наибольшей степени удовлетворяют базовым принципам и критериям концептуального проектирования, а также нормативным ограничительным требованиям.

1.1.6 Положения настоящего Пособия не распространяются на проектирование:

- зданий, оснащаемых системами диссипации энергии, распределенными по нескольким этажам или уровням конструктивной системы [10.1(4)];
- промышленных зданий и сооружений специального назначения и/или со специальными технологическими режимами эксплуатации, и/или других специфичных объектов (см. также Таблицу 5.1, прим. НТП РК 08-01.2-2021);
- зданий, классифицируемых как высотные (см. также НТП РК 08-01.2 и НТП РК 08-01.7);

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 3.2.2 и 3.2.3 настоящего Пособия.

- зданий, размещаемых на участках возможного проявления тектонических разломов на дневной поверхности;
- зданий, размещаемых на площадках строительства, сейсмичность которых характеризуется величинами расчетных ускорений (a_g), превышающих $a_g=0,6g$, определенных в зависимости от классификации типа местных грунтовых условий по сейсмическим свойствам и при значении коэффициента ответственности $\gamma=1,0$ (см. также подраздел 5.1 настоящего Пособия);

ПРИМЕЧАНИЕ – Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам на проектируемой площадке строительства, как правило, следует классифицировать исходя из экспериментально установленных значений скоростей распространения поперечных волн ($v_{s,30}$) и ($v_{s,10}$) в поверхностных 30-ти и 10-метровых толщах (см. 3.2.8 НТП РК 08-01.1).

- зданий, размещаемых на площадках строительства, в пределах границ которых инженерно-геологические условия характеризуются стратиграфическим профилем с грунтовыми отложениями, содержащими слой мощностью более 10 м, в пределах которого скорости распространения поперечных волн, v_{s30} , составляют менее 100 м/с;
- зданий, размещаемых на площадках строительства, сложенных грунтовыми отложениями, способными к разжижению.

ПРИМЕЧАНИЕ – При необходимости осуществления строительства сейсмоизолированных зданий на неблагоприятных в сейсмическом отношении площадках должно сопровождаться специальными инженерными мероприятиями по улучшению свойств грунтового основания (укрепление или замена).

1.2 Цель Пособия

1.2.1 Настоящее Пособие составлено с целью совершенствования нормативной базы сейсмостойкого строительства Республики Казахстан, гармонизации ее с европейскими стандартами (строительными Еврокодами) и оказания методической и практической помощи инженерно-техническим работникам строительной отрасли в освоении принципов и правил проектирования, способствующих:

- защите жизни людей при землетрясениях;
- ограничению ущерба от землетрясений;
- сохранению эксплуатационных качеств зданий, функционирование которых для защиты населения после сейсмических событий является важным и необходимым.

1.2.2 Для достижения целей, указанных в 1.2.1, при проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия сейсмоизолированных зданий следует руководствоваться:

- общими условиями, изложенными в 1.3(2) СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011;

- предпосылкой, приведенной в 1.3(2)Р СП РК EN 1998-1:2004/2012 (см. также 2.2.4.3.3 НТП РК 08-01.1);
- положениями настоящего Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ – В настоящем Пособии приведены примечания, комментирующие и/или обосновывающие некоторые требования настоящего Пособия или других имеющих к этому отношении нормативных документов, а также примеры, иллюстрирующие применение основных положений настоящего Пособия на практике.

1.3 Дополнительные указания по применению Пособия

1.3.1 Настоящее Пособие следует применять совместно с СП РК EN 1990 – СП РК EN 1997, СП РК EN 1999 и НТП РК к ним, а также СП РК EN 1998-1:2004/2012 и серией актуальных НТП РК к другим его Разделам.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В рамках настоящего Пособия предполагается, что первичные конструктивные элементы (несущие конструкции) систем сопротивления, проектируемых сейсмоизолированных зданий, могут выполняться армированными бетонными (железобетонными), стальными и сталебетонными композитными (сталежелезобетонными).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Принципы и Правила проектирования железобетонных, стальных и сталежелезобетонных несущих конструкций регламентируются положениями соответствующих нормативных документов СП РК EN и НТП РК к ним, в том числе СП РК EN 1998-1:2004/2012 и серией НТП РК к нему (например, НТП РК 08-01.1-2017 к разделам 1 – 3 и НТП РК 08-01.2-2021 к разделу 4 СП РК EN 1998-1:2004/2012, и др.).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Принципы и Правила, приведенные в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и положения настоящего Пособия, являются общими для сейсмоизолированных зданий вне зависимости от вида применяемых конструкционных материалов. Настоящее Пособие содержит только те положения, которые должны быть соблюдены при проектировании сейсмоизолированных зданий в дополнение к положениям СП РК EN 1990 – СП РК EN 1997, СП РК EN 1999.

1.3.2 Настоящее Пособие следует применять, принимая во внимание требования СТ РК EN 15129:2009 и соответствующие части серии СТ РК EN 1337, а также когда это уместно и серии ISO 22762.

ПРИМЕЧАНИЕ – Дополнительные сведения об указанных стандартах см. Приложение Д к настоящему Пособию.

1.3.3 Положениями настоящего Пособия следует руководствоваться при составлении специальных технических условий (СТУ) и иных документов (территориальных строительных норм, рекомендаций, стандартов и др.), регламентирующих требования к зданиям с сейсмоизолирующими фундаментами.

Проектирование в соответствии с положениями настоящего Пособия сейсмоизолированных зданий должно осуществляться на основании СТУ (см. также 1.1.4), в рамках которых концепция проектирования конкретизируется в отношении:

- выбора архитектурно-строительных решений (объемно-планировочного и конструктивного), в наибольшей степени отвечающих базовым принципам и критериям концептуального проектирования, и нормативным ограничительным требованиям;
- выбора систем сейсмоизоляции и используемых для ее формирования антисейсмических устройств;

ПРИМЕЧАНИЕ – При проектировании систем сейсмоизоляции должны быть приняты во внимание, наряду с сейсмическими, эффекты, связанные с воздействиями ветровыми и температурными.

- выбора расчетных моделей сейсмоизолированных зданий, систем сейсмоизоляции и сейсмических воздействий;
- определения эффектов сейсмических воздействий в сейсмоизолированных конструктивных системах;
- проверок соответствия систем сейсмоизоляции и сейсмоизолированных зданий требованиям СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК к нему.

1.3.4 Положения документов, составляемых в развитие положений Раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и настоящего Пособия не должны противоречить Принципам, содержащимся в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и указаниям настоящего Пособия.

1.3.5 Альтернативные специальные правила расчета и конструирования сейсмоизолированных зданий, отличающиеся от Правил, содержащихся в настоящем Пособии, допускается применять только при наличии доказательств их полного соответствия Принципам, приведенным в СП РК EN 1998-1:2004/2012, в том числе и Разделе 10 этого документа. Эти доказательства должны базироваться на признанных научных положениях, апробированных технических решениях и обеспечивать зданиям надежность, как минимум равнозначную, предусмотренной в СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, СП РК EN 1998-1:2004/2012 и в настоящем Пособии.

1.3.6 Если проекты сейсмоизолированных зданий выполнены с применением правил, отличающихся от Правил, приведенных в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012, то разработанные проекты, даже если они соответствуют Принципам, приведенным в СП РК EN 1998-1:2004/2012, не могут рассматриваться, как полностью соответствующие требованиям Еврокодов (см. 1.4(5) СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

1.4 Дополнительные области применения систем сейсмоизоляции

1.4.1 Системы сейсмоизоляции, соответствующие положениям настоящего Пособия, могут применяться при строительстве новых зданий или для повышения сейсмостойкости зданий существующей застройки по усмотрению Заказчика.

1.4.2 При проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия системами сейсмоизоляции рекомендуется оснащать:

- новые здания, сейсмостойкость которых важна исходя из социальных последствий их разрушения (класс ответственности по функциональному назначению – III (третий), согласно Таблице 5.1 НТП РК 08-01.2);
- новые здания, функционирование которых после землетрясений необходимо для гражданской защиты населения (класс ответственности по функциональному назначению – IV (четвертый), согласно Таблице 5.1 НТП РК 08-01.2);
- новые здания, содержимое которых является более дорогостоящим и значимым, чем сами здания (например, строительные объекты с хранилищами национальных и культурных ценностей или с чувствительным к колебаниям уникальным оборудованием);
- новые здания, конструктивные системы которых обладают ограниченной способностью к развитию пластических деформаций и к диссипации энергии сейсмических колебаний;
- здания существующей застройки, представляющих историческую и культурную ценность, для повышения их сейсмостойкости;

– новые здания для целей расширения области использования промышленных типовых строительных 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 адекватного увеличения высоты зданий).

1.4.3 При проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия гражданских зданий с системами сейсмоизоляции, характеризующихся специфическим функциональным назначением, в целях минимизации неблагоприятных последствий их повреждений и разрушений следует руководствоваться специальными ограничительными требованиями при назначении предельных высот строений, как это указано ниже в 1.4.4 и 1.4.5.

1.4.4 Принимая во внимание указания Раздела 5 НТП РК 08-01.2 предельную высоту строений с системами сейсмоизоляции следует ограничивать для следующих категорий гражданских объектов:

- (а) – отнесенных к классу III (третьему) ответственности по функциональному назначению зданий больниц (в том числе содержащих особо ценное оборудование), школ;
- (б) – отнесенных к классу IV (четвертому) ответственности по функциональному назначению зданий госпиталей и больниц с травматологическими и хирургическими отделениями, станций скорой медицинской помощи и т.п.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – См. также Таблицу 5.1 НТП РК 08-01.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 * – *(Исключен – Приказ КДСиЖКХ от 31.07.2024 г. №107-НК).*

1.4.5 * Согласно п. 5.7 НТП РК 08-01.2-2021, при проектировании указанных в 1.4.4(а) и (б) зданий школ, больниц и дошкольных учреждений (ясли, детские сады), как строений с системами сейсмоизоляции, для строительства на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов количество этажей их Суперструктур (см. также 1.6.2) следует ограничивать и назначать не более, чем 5 (пять) этажей.

Проектирование жилых и общественных зданий свыше 6 этажей, на площадках 8, 9 баллов рекомендуется выполнять с учетом применения систем сейсмоизоляций, обеспечивающих снижение колебаний изолируемых зданий относительно сейсмических колебаний грунтов основания. *(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 31.07.2024 г. №107-НК).*

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В пятиэтажных сейсмоизолированных зданиях школ:

- на верхних 4 (четвертом) и 5 (пятом) этажах не допускается размещать помещения начальных классов;
- 5 (пятый) этаж необходимо отводить под размещение помещений административных, административно-хозяйственных кабинетов, учительских, медицинских кабинетов, библиотеки, лаборантских, препаратных и музея.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Проектирование зданий и сооружений для строительства на площадках с неблагоприятными в сейсмическом отношении и на площадках с расчетной сейсмичностью 10 баллов следует осуществлять в строгом соответствии с требованиями действующих в РК государственных нормативных документов, в том числе и региональных. Проектирование зданий с сейсмоизолирующим фундаментом для строительства на площадках с неблагоприятными в сейсмическом отношении и на площадках с расчетной сейсмичностью 10 баллов, как правило, не допускается.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – С целью получения достоверной информации о поведении при землетрясениях зданий и сооружений с системами сейсмоизоляции, определенных уполномоченным государственным органом по делам архитектуры, градостроительства и строительства, следует предусматривать установку инженерно-сейсмометрических станций. (см. также 2.2.4.3.8 НТП РК 08-01.1).

1.5 Нормативные ссылки

1.5.1 В настоящем нормативно-техническом пособии использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СН РК 1.02-03-2022	Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство
СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011	Основы проектирования несущих конструкций
СП РК EN 1991-1-1:2002/2011	Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1: Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания
СП РК EN 1991-1-3:2004/2011	Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-3: Общие воздействия. Снеговые нагрузки
СП РК EN 1991-1-4:2005/2011	Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-4: Общие воздействия. Ветровые воздействия
СП РК EN 1992-1-1:2004/2011	Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий
СП РК EN 1993-1-1:2005/2011	Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий
СП РК EN 1994-1-1:2004/2011	Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий
СП РК EN 1997-1:2004/2011	Геотехническое проектирование. Часть 1: Общие правила
СП РК EN 1998-1:2004/2012	Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий
СП РК EN 1998-3:2005/2013	Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 3: Оценка и реконструкция зданий
СП РК EN 1998-5:2004/2013	Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 5: Фундаменты, подпорные конструкции и геотехнические аспекты
НТП РК 08-01.1-2017 к СП РК EN 1998-1:2004/2012	Нормативно-техническое пособие «Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Часть: Общие положения. Сейсмические воздействия» к Разделам 1 – 3 СП РК EN 1998-1:2004/2012.
НТП РК 08-01.3-2021 к СП РК EN 1998-1:2004/2012	Нормативно-техническое пособие «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Здания из монолитного железобетона» к Разделу 5 СП РК EN 1998-1:2004/2012.
НТП РК 01-01-2.1-2012 к СП РК EN 1991-1-2:2002/2011	Нагрузки и воздействия. Воздействия на конструкции при пожаре
НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017 к СП РК EN 1991-1-3 и 4:2003/2011	Нагрузки и воздействия на здания Часть 1-3. Снеговые нагрузки Часть 1-4. Ветровые воздействия
НТП РК 02-01-1.1-2011 к СП РК EN 1992-1-1:2004/2011	Проектирование бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых бетонов без

СТ РК EN 1337 (все части)	предварительного напряжения арматуры.
СТ РК EN 15129:2009	Опорные части (Structural bearings)
ISO 22762-1:2018	Устройства антисейсмические (Anti-seismic devices)
	Эластомерные сейсмоизолирующие опоры – Часть 1. Методы испытаний (Elastomeric seismic-protection isolators Part-1: Test methods).
ISO 22762-3:2018	Эластомерные сейсмоизолирующие опоры - Часть 3. Инструкция для зданий – Технические условия (Elastomeric seismic-protection isolators Part-3: Applications for buildings – Specifications).
ISO/TS 22762-4-2019	Эластомерные сейсмоизолирующие опоры. Часть 4. Руководство по применению ISO 22762-3 (Elastomeric seismic-protection isolators - Part 4: Guidance on the application of ISO 22762-3).
ISO 80000-1:2009	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)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – При пользовании настоящим государственным нормативом целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным каталогам «Перечень нормативных правовых актов и нормативных технических документов в области архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Каталог национальных стандартов и национальных классификаторов технико-экономической информации РК» и «Каталог межгосударственных стандартов», составляемым ежегодно по состоянию на текущий год, и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным бюллетеням - журналам и информационным указателям стандартов, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом, если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Неотъемлемой частью каждого нормативного документа СП РК EN является Национальное Приложение (НП) к нему. Соответствующие национальные Нормативно-технические Пособия (НТП РК) к СП РК EN также следует рассматривать как неотъемлемые части каждого нормативного документа СП РК EN. Эти документы формируют общую систему нормативных документов СП РК EN и соответствующим образом должны применяться совместно.

1.6 Термины и определения

1.6.1 В настоящем Пособии применяются термины и определения (общие, дополнительные и специальные), принятые:

- в СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, других нормативных документах СП РК EN и НТП РК к ним;
- в СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК к его соответствующим разделам;
- в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

1.6.2 В настоящем Пособии применяются следующие термины и определения, принятые в Разделе 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

Система сейсмоизоляции (isolation system): Совокупность элементов (устройств), применяемых для обеспечения сейсмоизоляции и расположенных в сейсмоизолирующем слое.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Сейсмоизолирующий слой, как правило, расположен ниже основной массы сооружения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Под совокупностью сейсмоизолирующих элементов (устройств) следует понимать их размещение соответствующим системным образом в пределах сейсмоизолирующего слоя (поверхности) для формирования одной из основных частей общей конструктивной системы сопротивления сейсмоизолированного строения.

Сейсмоизолирующий слой (isolation interface): Слой, разделяющий Субструктуру и Суперструктуру, и в пределах которого расположена система сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В зданиях, резервуарах и силосах сейсмоизолирующий слой, обычно, расположен в основании сооружения. В мостах система сейсмоизоляции обычно комбинируется с опорными частями пролетных строений, а сейсмоизолирующий слой находится между мостовым настилом и опорами или устоями моста.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Настоящее Пособие распространяется на гражданские здания (см. 1.1.2) с сейсмоизолирующими фундаментами, где сейсмоизолирующий слой (или иначе поверхность взаимодействия), в пределах которого формируется система сейсмоизоляции, обеспечивает разделение здания, в том числе и общей конструктивной системы сопротивления строения, на две основные (нижнюю и верхнюю) части, соответственно, классифицируемые дополнительно как «Субструктура» и «Суперструктура».

Сейсмоизолирующие элементы (isolator units): Элементы (устройства), образующие систему сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ – Для формирования системы сейсмоизоляции в зданиях (см. 1.1.2) с сейсмоизолирующими фундаментами, отвечающих положениям настоящего Пособия, рекомендуется предусматривать посредством использования сейсмоизолирующих элементов или устройств (isolator units or devices), которые представляют собой слоистые эластомерные опоры с упругопластическими устройствами, вязкостные или фрикционные демпферы, маятниковые и другие устройства, поведение которых соответствует 2.2.1.

Субструктура (Substructure): Часть сооружения, включая фундамент, расположенная ниже сейсмоизолирующего слоя.

ПРИМЕЧАНИЕ – В рамках настоящего Пособия, в основной части сейсмоизолированного строения, расположенной ниже сейсмоизолирующего слоя, как Субструктуру (Substructure) следует различать и относить к ней конструктивную систему сопротивления, которая может формироваться системами либо фундаментов или нижней части (подземной), включающей фундаменты. Как правило, горизонтальная податливость Субструктуры должна быть незначительной по сравнению с податливостью самой системы сейсмоизоляции и проектироваться как жесткий фундамент или жесткая нижняя часть.

Суперструктура (Superstructure): Сейсмоизолированная часть сооружения, расположенная выше сейсмоизолирующего слоя.

ПРИМЕЧАНИЕ – В рамках настоящего Пособия, в основной части сейсмоизолированного строения, расположенной выше сейсмоизолирующего слоя, как Суперструктуру (Superstructure) следует различать и относить к ней конструктивную систему сопротивления, которая может формироваться пространственными системами, классифицируемых по конструктивному типу как это указано в разделах 5, 6 и 7 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК к этим разделам (см. также 1.1.5 настоящего Пособия), а также конструкцией ростверка в основании Суперструктуры.

Полная изоляция (Full isolation): Суперструктура считается полностью

сейсмоизолированной, если при сейсмической расчетной ситуации она работает в области упругих деформаций. В противном случае Суперструктура считается частично сейсмоизолированной.

Центр эффективной жесткости (Effective stiffness centre): Центр жесткости на верхней поверхности сейсмоизолирующего слоя, определенный с учетом податливости сейсмоизолирующих элементов и Субструктуры.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В зданиях, резервуарах и аналогичных им сооружениях, податливостью Субструктуры при определении центра эффективной жесткости можно пренебречь и принять его совпадающим с центром жесткости сейсмоизолирующих элементов.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – При проектировании согласно положениям настоящего Пособия сейсмоизолированного здания предполагается, что системы фундаментов и/или жесткой нижней части в общей конструктивной системе сопротивления строения будут устраиваться таким образом, чтобы в общих случаях была сформирована система Субструктуры, удовлетворяющая базовым принципам и критериям концептуального проектирования (см. также 2.1.10 НТП РК 08-01.2-2021) и обеспечивающая ее адекватную прочность и пространственную жесткость.

Расчетное перемещение (системы сейсмоизоляции в главном направлении) (Design displacement (of the isolation system in a principal direction)): Максимальное горизонтальное перемещение верха Субструктуры относительно низа Суперструктуры в центре эффективной жесткости, соответствующее расчетному сейсмическому воздействию.

Полное расчетное перемещение (сейсмоизолирующего элемента в главном направлении) (Total design displacement (of an isolator unit in a principal direction)): Максимальное горизонтальное перемещение в месте расположения сейсмоизолирующего элемента, включающее расчетное перемещение и перемещение, вызванное кручением Суперструктуры вокруг вертикальной оси.

Эффективная жесткость (системы сейсмоизоляции в главном направлении) (Effective stiffness (of the isolation system in a principal direction)): 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).

ПРИМЕЧАНИЕ – Эффективную жесткость обычно вычисляют с помощью итерационного динамического расчета.

Эффективный период (Effective Period): Период 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.

Эффективное демпфирование (системы сейсмоизоляции в главном направлении) (Effective damping (of the isolation system in a principal direction)): Значение эффективного вязкого демпфирования, соответствующее энергии, диссипированной системой сейсмоизоляции при циклической реакции на расчетное перемещение.

1.6.3 В настоящем Пособии применяются следующие дополнительные термины, имеющие отношение к СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК к нему:

Акселерограмма (accelerogram): Зависимость (в виде графика или оцифровки), характеризующая ускорения движений грунта или строения во времени.

Акселерограмма инструментальная (instrumental accelerogram): Акселерограмма,

инструментально зарегистрированная при реальном землетрясении.

Акселерограмма искусственная (Artificial accelerogram): 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.

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.

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.

Демпфирование – Влияние внутренних механизмов рассеивания энергии в конструктивной системе, вызывающее снижение эффектов динамических воздействий.

Деформация – Изменение формы твердого тела под действием внешних или внутренних сил.

Диафрагма – Горизонтальная или почти горизонтальная конструкция (например, плита перекрытия, предназначенная для передачи горизонтальных сейсмических нагрузок на вертикальные конструкции, сопротивляющиеся сейсмическим воздействиям).

Жесткая нижняя часть здания – Нижняя часть здания, включающая фундамент, а также подвальные этажи и/или цокольный этаж, характеризующаяся высокой степенью пространственной жесткости.

Зафиксированное в основании здание (fixed-base building): Здание без системы сейсмоизоляции, рассматриваемое в расчетах как зафиксированное в основании.

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.

Конструктивная система – Сформированная комбинация несущих конструкций здания, объединенных определенным способом для совместной работы.

Конструктивная система диссипативная – Конструктивная система, способная рассеивать энергию посредством пластичного гистерезисного поведения и/или с помощью иных механизмов.

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.

Конструктивная схема – Вариант характеризующего представления

конструктивной системы здания по признакам состава и пространственного размещения формирующих ее конструктивных элементов.

Конструктивно-планировочное решение – Планировочное решение здания, согласующееся с его конструктивной системой, компоновкой несущих конструкций и объемно-пространственной конструктивной схемой.

Конструктивный элемент – Физически различимая часть конструктивной системы (например, колонна, балка, плита, связь, стена и др.)

Коэффициент поведения (behaviour factor): коэффициент, используемый при проектировании для уменьшения сил, полученных в результате линейного расчета, с целью учета нелинейной реакции сооружения, обусловленной особенностями конструкционного материала, конструктивной системы и принятой методики проектирования.

Коэффициент ответственности (importance factor): Коэффициент, учитывающий последствия отказа сооружения.

ПРИМЕЧАНИЕ – При рассмотрении сейсмической расчетной ситуации дифференциация надежности реализуется путем классификации сооружений на различные классы ответственности, каждому из которых присваивается коэффициент ответственности. Коэффициент ответственности – коэффициент, используемый при определении расчетных сейсмических нагрузок на здание. Значения коэффициента ответственности нормируются в зависимости от функционального назначения здания и его этажности (высоты), ценности присутствующего в здании оборудования, значимости здания для гражданской защиты населения и социально-экономических последствий отказа здания при сейсмических воздействиях.

Критические предельные состояния (ultimate limit states): Состояния, связанные с разрушением или другими формами отказа конструкции (сооружения).

ПРИМЕЧАНИЕ – При рассмотрении сейсмической расчетной ситуации критические предельные состояния (ULS) – это такие состояния, которые ассоциируются с разрушением или другими формами конструктивного отказа, которые могут поставить под угрозу безопасность людей.

Предельные состояния по эксплуатационной пригодности (serviceability limit states): Состояния, при превышении которых не выполняются установленные требования к эксплуатационной пригодности сооружения или его конструктивных элементов.

ПРИМЕЧАНИЕ – При рассмотрении сейсмической расчетной ситуации предельные состояния по ограничению повреждений (DLS) – это такие состояния, которые ассоциируются с повреждениями, после возникновения которых, установленные эксплуатационные требования больше не выполняются.

Неконструктивный (ненесущий) элемент (non-structural element): 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.

Нормализованный спектр упругих реакций (normalized elastic response spectrum): Спектр упругих реакций, амплитудные составляющие которого отнесены к максимальной амплитуде, заданной акселерограммы (нормированы по максимуму).

ПРИМЕЧАНИЕ – Иначе – это спектр упругих реакций, построенный по акселерограмме, максимум которой приведен к 1 (единице).

Основание грунтовое (foundation soil): Массив грунта, воспринимающий нагрузки и воздействия от здания и передающий на здание сейсмические воздействия от природных и техногенных процессов.

Принципы (Principles): Принципы, приведенные в СП РК EN 1998 и других СП РК EN, включают в себя общие положения и определения, для которых нет альтернатив, а также требования или аналитические модели, для которых нет альтернатив, если иное специально не оговорено.

Правила (Rules): Общеизвестные положения, которые находятся в соответствии с Принципами и обеспечивают выполнение их требований.

ПРИМЕЧАНИЕ – Положения альтернативные – взаимоисключающие положения (требования, аналитические модели, правила и т.п.), не противоречащие Принципам СП РК EN 1998-1:2004/2012 и обеспечивающие возможность выбора одного варианта решения из нескольких возможных.

Расчет конструктивный (structural analysis): Процедура или алгоритм определения эффектов воздействий (сил, моментов, напряжений, деформаций) в любой точке сооружения.

ПРИМЕЧАНИЕ – Расчет можно проводить на трех уровнях, используя различные модели: общий расчет, расчет отдельных конструктивных элементов, локальный (местный) 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.

Сейсмическая расчетная ситуация (seismic design situation): Расчетная ситуация, учитывающая особые условия для сооружения при сейсмических воздействиях.

Сейсмическое воздействие (A_E) (seismic action (A_E)): Воздействие, вызванное движениями грунта во время землетрясения.

Сейсмические нагрузки – Инерционные силы, действующие на здание при сейсмическом воздействии.

Сейсмическая нагрузка расчетная – Нагрузка на проектируемые здания, обусловленная их реакциями на предполагаемые расчетные сейсмические воздействия, определяемые в соответствии с положениями норм.

Сейсмоизолированное здание (seismically isolated building): Здание, оснащенное системой сейсмоизоляции.

Спектр упругих реакций (elastic response spectrum): 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.

Эффект воздействий (E) (effect of action (E)): Результат воздействия на элементы конструкции (например, внутренние силы, моменты, напряжения, деформации) или реакция всего сооружения (например, прогибы, повороты), вызванные воздействиями.

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.

1.7 Международная система единиц СИ

1.7.1 Должны использоваться единицы СИ согласно ISO 80000-1:2009.

1.7.2 При вычислениях рекомендуется применять следующие единицы измерений:

- силы и нагрузки: кН, кН/м, кН/м²;
- удельная масса (плотность): кг/м³, т/м³;
- масса: кг, т;
- удельный вес: кН/м³;
- напряжения и прочность: Н/мм² (= МН/м² или МПа), кН/м² (= кПа);
- моменты (изгибающие, и т.д.): кНм;
- ускорение: м/с², g (= 9,81 м/с²).

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ И СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ

2.1 Концепции проектирования систем сейсмоизоляции

2.1.1 Положения данного раздела 2 настоящего Пособия относятся к сейсмоизолированным гражданским зданиям (см. также 1.1.2), концептуальным проектированием которых предусматривается их оснащение оговоренными ниже системами сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ – В рамках настоящего Пособия, под термином «сейсмоизолированное здание», следует также понимать и здание (строение) «с сейсмоизолирующим фундаментом» и/или «с сейсмоизолирующей жесткой нижней частью».

2.1.2 Уменьшение реакции конструктивной системы здания на сейсмические воздействия может быть достигнуто в результате увеличения ее периода колебаний по основному тону, изменения формы колебаний по основному тону, повышения демпфирования или комбинацией этих эффектов [10.1(2)].

Система сейсмоизоляции может содержать линейные или нелинейные эластичные элементы и/или демпферы.

ПРИМЕЧАНИЕ – Для зданий с нелинейными системами сейсмоизоляции под периодами собственных колебаний понимаются «эффективные периоды колебаний», под количественными показателями демпфирования – значения «эффективного вязкого демпфирования», а под формами колебаний – формы деформирования при нелинейных колебаниях, разложенные по собственным формам линейных колебаний.

2.1.3 Для достижения целей в 2.1.2 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».

Субструктура – это расположенная ниже сейсмоизолирующего слоя нижняя часть общей конструктивной системы сопротивления, которая включает в себя фундаменты или фундаменты и жесткую нижнюю часть, и непосредственно взаимодействует с грунтовым основанием, а также и с окружающим ее с боковых сторон грунтом обратных засыпок.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 4.3.3.3.

Суперструктура – это расположенная выше сейсмоизолирующего слоя верхняя часть общей конструктивной системы сопротивления, на которую эффекты сейсмических

движений грунта, взаимодействующего с Субструктурой, передаются через систему сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 4.3.3.4.

2.1.4 Степень уменьшения сейсмической реакции Суперструктуры зависит от свойств системы сейсмоизоляции и формирующих ее сейсмоизолирующих элементов (устройств, опор), расположенных в пределах сейсмоизолирующего слоя, а также характеристик и параметров Суперструктуры.

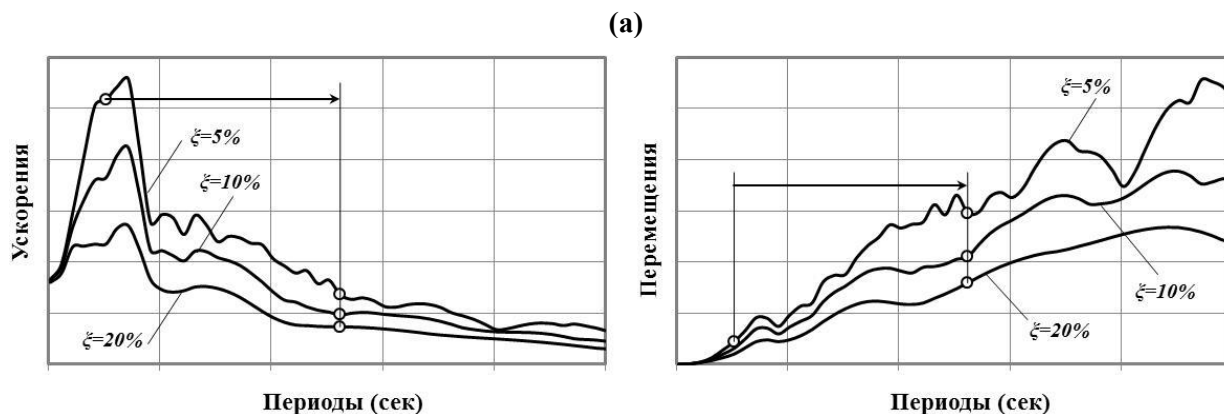
Системы сейсмоизоляции, рассматриваемые в настоящем Пособии, можно подразделить на три типа (Первый, Второй и Третий), общие сведения о характеристиках и особенностях которых приведены в подпунктах 2.1.4.1 – 2.1.4.3 ниже.

2.1.4.1 Система сейсмоизоляции Первого типа характеризуется способностью уменьшать величины горизонтальных сейсмических нагрузок на Суперструктуру за счет изменения частотного спектра ее собственных колебаний, и в частности, увеличения периодов колебаний Суперструктуры по основному тону.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Спектры реакций, построенные по инструментальным записям землетрясений, свидетельствуют, что диапазон периодов, в пределах которого наблюдаются наибольшие величины спектральных ускорений, обычно близок к диапазону периодов собственных колебаний зданий по основным тонам. Это негативно сказывается на безопасности зданий и требует значительных затрат на мероприятия, ограничивающие потери от возможных сейсмических событий.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Система сейсмоизоляции Первого типа, формируемая посредством использования соответствующих сейсмоизолирующих элементов (устройств), имеет повышенную горизонтальную податливость, позволяющую увеличить периоды основных тонов колебаний Суперструктуры до значений 1,5 – 3,0 сек и более, на которых спектральные ускорения обычно в несколько раз меньше, чем на периодах 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 2.1.



(б)

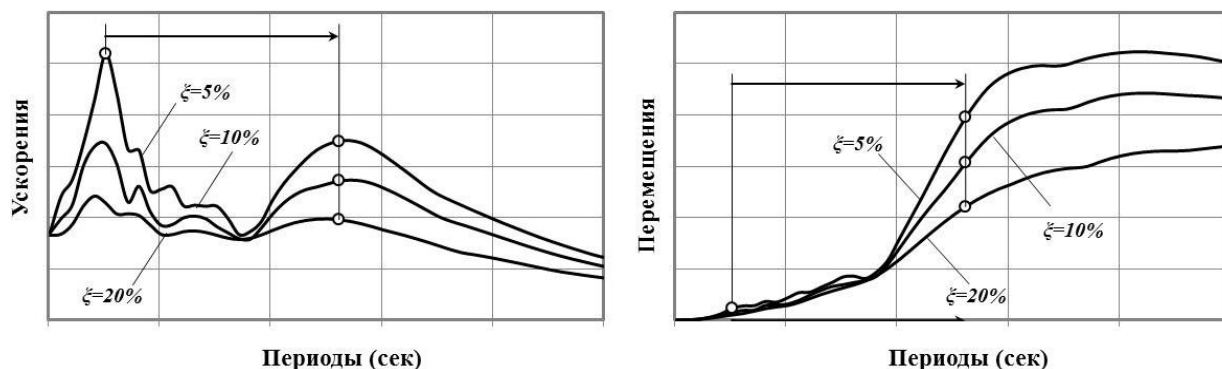


Рисунок 2.1 - Спектры реакций в ускорениях и перемещениях, характеризующие сейсмические воздействия с разным спектральным составом (а) и (б), и иллюстрирующие разницу в реакциях зданий с малыми и большими периодами собственных колебаний по основному тону при разных значениях коэффициента вязкого демпфирования ξ

Из Рисунка 2.1 следует, что величины реакций зданий (сейсмоизолированных и неоснащенных системой сейсмоизоляции) 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.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Диссипативные свойства сейсмоизолированного здания определяются преимущественно диссипативными свойствами системы сейсмоизоляции Первого типа (см. также Примечание 2 в 4.2.9), 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.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Установлено, что в случаях применения системы сейсмоизоляции Первого типа с низкой способностью к диссипации энергии взаимные горизонтальные перемещения Суперструктуры и Субструктуры при интенсивных и длиннопериодных сейсмических воздействиях могут достигать нескольких сот миллиметров (в наиболее неблагоприятных ситуациях – до одного метра и более) и вызывать разрушение системы сейсмоизоляции (из-за исчерпания пределов свойств сейсмоизолирующих элементов).

Правильный выбор диссипативных свойств системы сейсмоизоляции позволяет:

- предотвращать чрезмерные перемещения Суперструктуры относительно Субструктуры;
- регулировать в значительных пределах величины сейсмических нагрузок, действующих на Суперструктуру;
- подавлять возможные резонансные эффекты на периодах сейсмоизолированной Суперструктуры.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – Описание некоторых видов сейсмоизолирующих элементов (устройств), применяемых в системе сейсмоизоляции Первого типа, приведено в 2.2.2 и 2.2.3 настоящего Пособия.

2.1.4.2 Система сейсмоизоляции Второго типа характеризуется способностью ограничивать уровень горизонтальных сейсмических нагрузок, воздействующих на Суперструктуру.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Система сейсмоизоляции Второго типа способствует ограничению величины горизонтальных нагрузок на Суперструктуру за счет обеспечения взаимодействия между Субструктурой и Суперструктурой посредством сейсмоизолирующего слоя в виде так называемого «скользящего пояса», который формируется из сейсмоизолирующих элементов (устройств), принципиально представляющих собой опоры фрикционно-подвижные с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Системы сейсмоизоляции Второго типа не изменяют частотный спектр собственных колебаний Суперструктуры. До определенного уровня горизонтальных нагрузок (сейсмических и ветровых) они обеспечивают жесткую кинематическую связь Суперструктуры с Субструктурой, а после превышения этого уровня (достижения порога срабатывания) – допускают их взаимные горизонтальные смещения, сопровождающиеся диссипацией энергии за счет сил трения между

контактирующими плоскими горизонтальными поверхностями элементов (комплектующих деталей сейсмоизолирующего устройства).

Максимальные сейсмические силы, действующие на Суперструктуру с системами сейсмоизоляции Второго типа, стабилизируются на уровне, зависящем от конструктивных особенностей этих опор и фрикционных свойств материалов, использованных для выполнения комплектующих деталей с горизонтальными поверхностями скольжения в сейсмоизолирующем устройстве.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Разница в реакциях зданий, имеющих жесткую связь с основанием, и зданий с системами сейсмоизоляции Второго типа при сейсмических воздействиях с разным спектральным составом схематично показана на Рисунке 2.2.

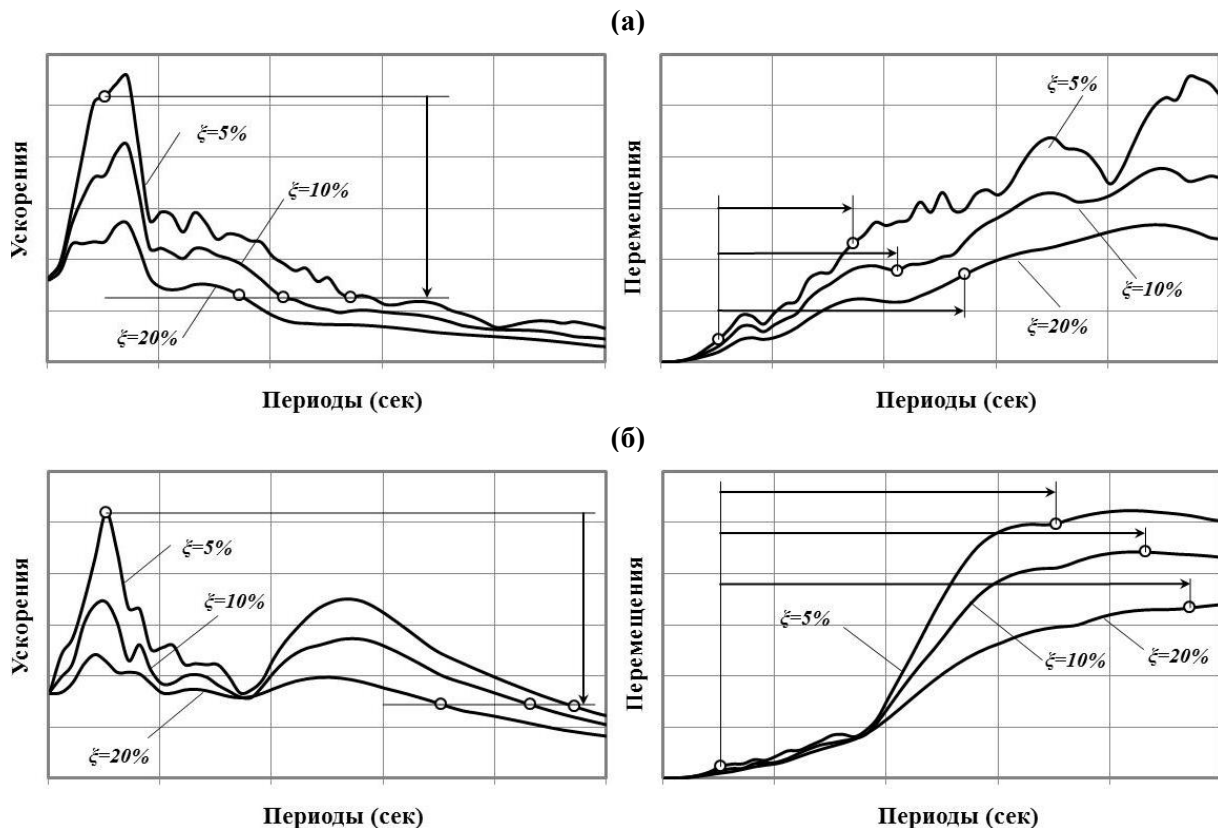


Рисунок 2.2 - Спектры реакций в ускорениях и перемещениях, характеризующие сейсмические воздействия с разным спектральным составом (а) и (б), и иллюстрирующие разницу в реакциях зданий, зафиксированных в основании и зданий с системами сейсмоизоляции Второго типа при разных значениях коэффициента вязкого демпфирования ξ

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Из Рисунка 2.2 видно, что интенсивность и особенности спектрального состава сейсмического воздействия не влияют на уровень инерционных сил, приходящихся на Суперструктуру здания, но отражаются на величинах взаимных перемещений Суперструктуры относительно Субструктуры.

При отсутствии ограничений на взаимные горизонтальные перемещения Суперструктуры и Субструктуры (что обычно не практикуется), суммарные сейсмические силы, действующие на Суперструктуру, не будут превышать величину, равную произведению веса сейсмоизолированной части здания на коэффициент трения между поверхностями скольжения.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – Описание некоторых видов сейсмоизолирующих элементов (устройств), применяемых в системе сейсмоизоляции Второго типа, приведено в 2.2.4 настоящего Пособия.

2.1.4.3. Система сейсмоизоляции Третьего типа характеризуется сочетанием способностей изменять частотный спектр собственных колебаний Суперструктуры со способностью ограничивать уровень горизонтальных сейсмических нагрузок, воздействующих на Суперструктуру.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Система сейсмоизоляции Третьего типа способствует ограничению величины горизонтальных сейсмических нагрузок на Суперструктуру за счет обеспечения взаимодействия между Субструктурой и Суперструктурой посредством создания сейсмоизолирующего слоя, который формируется из размещаемых системным образом сейсмоизолирующих элементов (устройств), принципиально представляющих собой опоры фрикционно-подвижные со сферическими поверхностями скольжения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Сейсмоизолирующие элементы (устройства) в виде опор фрикционно-подвижных со сферическими поверхностями скольжения до определенного уровня горизонтальных нагрузок обеспечивают жесткую кинематическую связь между Субструктурой и Суперструктурой, а после превышения этого уровня – допускают их взаимные горизонтальные перемещения, сопровождающиеся увеличением периодов колебаний Суперструктуры по основным тонам и диссипацией энергии за счет сил трения между контактирующими сферическими поверхностями комплектующих деталей в сейсмоизолирующем устройстве.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Эффективность системы сейсмоизоляции Третьего типа в меньшей степени зависит от интенсивности и особенностей частотного состава сейсмических воздействий, чем эффективность систем сейсмоизоляции Первого и Второго типов.

Описание некоторых видов сейсмоизолирующих элементов (устройств), применяемых в системах сейсмоизоляции Третьего типа, приведено в 2.2.5 настоящего Пособия.

2.2 Сейсмоизолирующие элементы (устройства)

2.2.1 Общие сведения

2.2.1.1 Способность систем сейсмоизоляции уменьшать и ограничивать реакции зданий на сейсмические воздействия зависит от свойств сейсмоизолирующих элементов (устройств), образующих эти системы.

ПРИМЕЧАНИЕ – В настоящее время известны десятки вариантов конструктивных решений систем сейсмоизоляции. Однако только некоторые из этих систем прошли проверку при сильных землетрясениях и/или их эффективность была общепризнана по результатам экспериментально-теоретических исследований.

В настоящем Пособии рассматриваются только апробированные системы сейсмоизоляции, получившие признание в мировой практике сейсмостойкого строительства и соответствующие требованиям СП РК EN 1998-1:2004/2012.

2.2.1.2 Наиболее широкое распространение в мировой практике сейсмостойкого строительства получили системы сейсмоизоляции, которые могут формироваться с использованием следующих видов сейсмоизолирующих устройств:

- а) опор эластомерных (слоистых резинометаллических);
- б) опор фрикционно-подвижных с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения;
- в) опор фрикционно-подвижных со сферическими поверхностями скольжения.

ПРИМЕЧАНИЕ – Оговоренные в 2.2.1.2 сейсмоизолирующие опоры в настоящем Пособии рассматриваются как наиболее рекомендуемые для использования в формировании систем сейсмоизоляции при проектировании гражданских зданий с сейсмоизолирующим фундаментом.

2.2.1.3 При проектировании согласно положениям настоящего Пособия гражданских зданий, с сейсмоизолирующим фундаментом могут рассматриваться следующие варианты их оснащения:

- системой сейсмоизоляции Первого типа (см. также 2.1.4.1) с использованием сейсмоизолирующих эластомерных опор с низкой способностью к диссипации энергии или с высокой способностью (см. также 2.2.2) или сейсмоизолирующих опор эластомерных со свинцовым сердечником (см. также 2.2.3);

- системой сейсмоизоляции Второго типа (см. также 2.1.4.2) с использованием сейсмоизолирующих опор фрикционно-подвижных с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения (см. также 2.2.4);
- системой сейсмоизоляции Третьего типа (см. также 2.1.4.3) с использованием сейсмоизолирующих опор фрикционно-подвижных со сферическими поверхностями скольжения (см. также 2.2.5).

2.2.1.4 При проектировании согласно положениям настоящего Пособия гражданских зданий, с сейсмоизолирующим фундаментом может быть допустимо формирование систем сейсмоизоляции комбинированных типов, в которых адекватным образом должны сочетаться как свойства типов систем сейсмоизоляции, так и параметры, и характеристики используемых видов сейсмоизолирующих опор (см. также 2.2.1.2 и 2.2.1.3). Для достижения целей проектирования при создании комбинированных систем сейсмоизоляции дополнительно могут применяться также и различные специальные демпферы вязкостного или гистерезисного типа.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Проектирование сейсмоизолированных зданий, оснащаемых комбинированными типами систем сейсмоизоляции, принимая во внимание необходимость осуществления более сложных процедур проверок и оценок, рекомендуется предусматривать только в необходимых и обоснованных случаях.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Фактор сочетаемости свойств сейсмоизолирующих опор при формировании комбинированных типов систем сейсмоизоляции должен приниматься во внимание. Например, в пределах конкретной комбинированной системы сейсмоизоляции могут использоваться опоры эластомерные и фрикционно-подвижные с горизонтальными поверхностями скольжения, которые не могут сочетаться с сейсмоизолирующими опорами фрикционно-подвижными со сферическими поверхностями скольжения, поведение которых реализуется на несколько ином принципе действия механизма устройства (см. также 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4 и 2.2.5).

2.2.1.5 Расчетный срок эксплуатации систем сейсмоизоляции и сейсмоизолирующих опор должен соответствовать расчетному сроку эксплуатации проектируемого сейсмоизолированного здания.

2.2.2 Эластомерные опоры

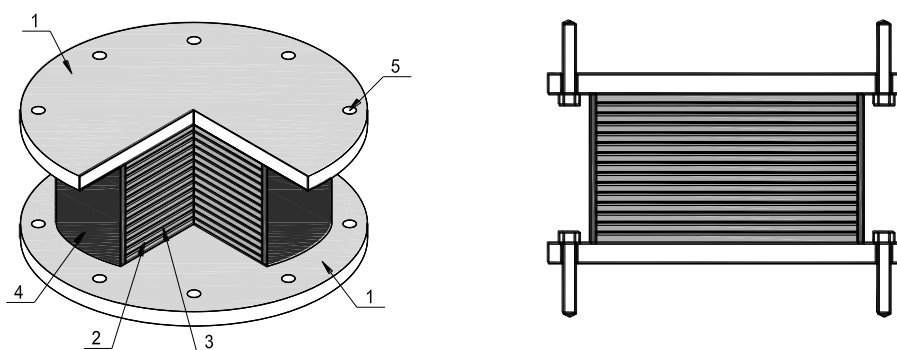
2.2.2.1 Эластомерная опора (или слоистая резинометаллическая, см. также 2.2.1.2 и 2.2.1.3), применяемая для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции Первого типа (см. также 2.1.4.1), представляет собой сейсмоизолирующее устройство, представляющего собой единый пакетный набор поочередно уложенных горизонтальных слоев из листовой стали и листов из натуральной или искусственной резины.

В общем слоистом резинометаллическом пакете эластомерных опор на нижнем и верхнем торцах предусматриваются стальные соединительные фланцы, через которые эластомерные опоры прикрепляются к системам Субструктуры и Суперструктуры при помощи специальных анкерных болтов.

Объединение в единый слоистый пакет листов резины и стали между собой, в целях обеспечения композитного взаимодействия этих компонентов на всех контактных поверхностях, выполняется путем вулканизации или с помощью специальных склеивающих материалов.

ПРИМЕЧАНИЕ – Настоящим Пособием предоставляются только информационные сведения, имеющие общий характер. Конкретные сведения о параметрах сейсмоизолирующих эластомерных опор, характеристиках и свойствах конструкционных материалов, применяемых для их изготовления, и другие данные, например, соответствие изделий требованиям соответствующих стандартов, технические требования по монтажу и эксплуатации, а также степень защищенности изделия от внешних воздействий, должны предоставляться компанией-изготовителем. Особо важными показателями, влияющими на параметры сейсмоизолирующих эластомерных опор, являются характеристики и свойства резиновой компоненты в композитном слоистом пакете. Использование для прикрепления к системам Субструктуры и Суперструктуры специальных анкерных болтов обеспечивает возможность, при необходимости, осуществлять замену сейсмоизолирующей опоры в случае ее повреждения или каких-либо дефектов изделия.

Общее представление о принципиальном техническом решении типичной конструкции эластомерной опоры (или обычно называемой слоистой резинометаллической) показано на Рисунке 2.3.



Условные обозначения:

- 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.

Рисунок 2.3 – Сейсмоизолирующая эластомерная опора

2.2.2.2 В зависимости от проектных требований, предъявляемых к эластомерным опорам в части обеспечения диссипативных свойств, прочности, вертикальной и горизонтальной жесткости, долговечности и ряда других эксплуатационных показателей, конструкция эластомерной опоры, должна назначаться с учетом физико-механических свойств материалов компонентов (стали и резины), а также необходимых геометрических параметров эластомерной опоры (количество слоев основных компонентов и их толщин, размеры слоистого пакета по высоте и его горизонтальной проекции плана, а также толщины и размеры горизонтальной проекции плана соединительных фланцев).

Слои из листовой стали в композитном слоистом пакете эластомерной опоры, главным образом, препятствуют выпучиванию листов резины (ограничивая в них поперечные горизонтальные деформации) при действии вертикальных нагрузок и обеспечивают вертикальную жесткость и прочность эластомерных опор. Слои из листов

резины, обладающие низкой сдвиговой жесткостью, главным образом, обеспечивают горизонтальную податливость эластомерных опор.

Эластомерные опоры, благодаря их малой сдвиговой жесткости, изменяют частотный спектр собственных горизонтальных колебаний Суперструктуры, а восстанавливающие силы, возникающие при деформациях опор, стремятся вернуть Суперструктуру в исходное положение.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – 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 2.4).

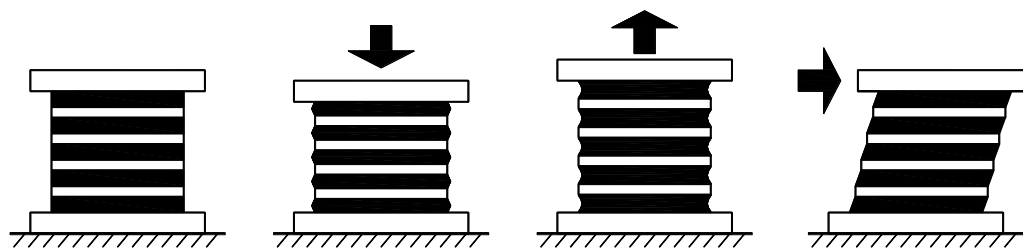


Рисунок 2.4 – Деформации эластомерных опор при вертикальных и горизонтальных нагрузках

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Свойства и характеристики компонент эластомерных опор прогнозируются в достаточно высокой степени надежности, что позволяет достаточно корректно осуществлять аналитические оценки и интерпретировать результаты анализа, а также использовать эти результаты при детализации несущих конструкций в зонах их взаимодействия с устройствами системы сейсмоизоляции. См. также Приложение Д настоящего Пособия.

2.2.2.3 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.

2.2.2.4 В настоящем Пособии под эластомерными опорами с низкой способностью к диссипации энергии понимаются опоры, диссипативные свойства которых характеризуются коэффициентом вязкого демпфирования ξ , значения которого не превышают 5 % от критического значения.

Для изготовления эластомерных опор с низкой способностью к диссипации энергии используются листы из резины (искусственной или натуральной), при производстве которой применяются технологии, не предусматривающие повышение ее демпфирующих свойств.

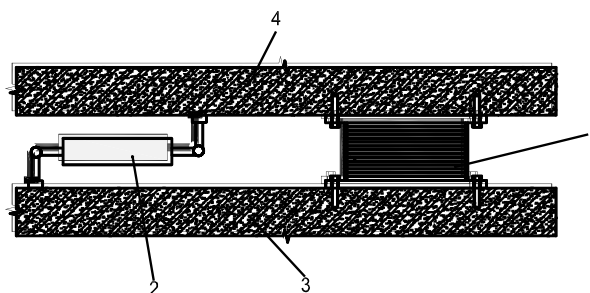
ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Значения коэффициента ξ , характеризующего диссипативные свойства эластомерных опор с низкой способностью к диссипации энергии, зависят от сил внутреннего трения, возникающих в деформирующихся опорах и, обычно, составляют 2-3 %.

Эластомерные опоры с низкой способностью к диссипации энергии просты в изготовлении, малочувствительны к скоростям и истории нагружения, а также к температуре и старению. Для них типично линейное поведение при относительных деформациях сдвига до 100 % и более.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Относительные деформации сдвига эластомерных опор здесь и далее указаны в процентах от их высоты.

Эластомерные опоры с низкой способностью к диссипации энергии применяют, при необходимости, совместно со специальными демпферами вязкостного или гистерезисного

типа, позволяющими компенсировать низкую способность таких эластомерных опор к диссипации энергии сейсмических колебаний. Принципиальное техническое решение комбинирования эластомерных опор с демпферами показано на рисунке 2.5 ниже.



Условные обозначения:

- 1 – эластомерная опора;
- 2 – демпфер;
- 3 – Субструктура;
- 4 – Суперструктура.

Рисунок 2.5 – Фрагмент системы сейсмоизоляции при комбинировании эластомерной опоры с демпфером

2.2.2.5 В настоящем Пособии под эластомерными опорами с высокой способностью к диссипации энергии понимаются опоры, диссипативные свойства которых характеризуются коэффициентом вязкого демпфирования ζ со значениями более 10 %.

ПРИМЕЧАНИЕ – 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 ζ в пределах 10-20 %.

В эластомерных опорах с высокой способностью к диссипации энергии применяются листы из резины, изготовленной по специальным 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.

ПРИМЕЧАНИЕ – Необходимо понимать, что процесс износа старения обусловлен, главным образом, деградацией со временем физико-механических свойств резиновой компоненты эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии, поэтому ее долговечность должна согласовываться с проектным сроком эксплуатации строения.

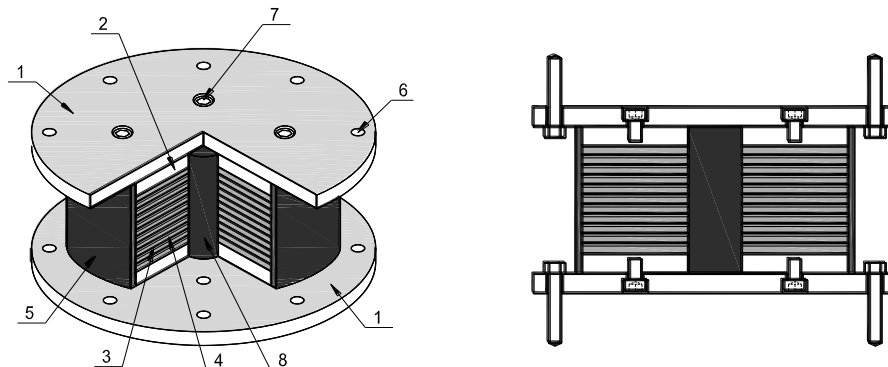
2.2.3 Эластомерные опоры со свинцовым сердечником

2.2.3.1 Опора эластомерная со свинцовым сердечником (см. также 2.2.1.2 и 2.2.1.3), применяемая для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции Первого типа (см. также 2.1.4.1), 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 2.2.2.1), 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 2.6.



Условные обозначения:

- 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.

Рисунок 2.6 – Опора эластомерная со свинцовым сердечником

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.

2.2.3.2 Диссипативные свойства опор эластомерных со свинцовым сердечником зависят от величин их горизонтальных сдвиговых деформаций и характеризуются

коэффициентом эффективного вязкого демпфирования ζ со значениями в пределах от 15 до 35%.

2.2.3.3 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 2.2.2.5.

2.2.3.4 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.

ПРИМЕЧАНИЕ – Сейсмоизолирующие эластомерные опоры со свинцовым сердечником являются наиболее часто применяемым видом сейсмоизолирующих устройств при проектировании сейсмоизолированных зданий для строительства в зонах с высокой сейсмичностью.

2.2.4 Опоры фрикционно-подвижная типа с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения

2.2.4.1 Сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения (см. также 2.2.1.2, 2.2.1.3), применяемая для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции Второго типа (см. также 2.1.4.2), представляет собой сейсмоизолирующее устройство, которое должно быть укомплектовано жестким опорным блоком и стальной пластиной площадки скольжения.

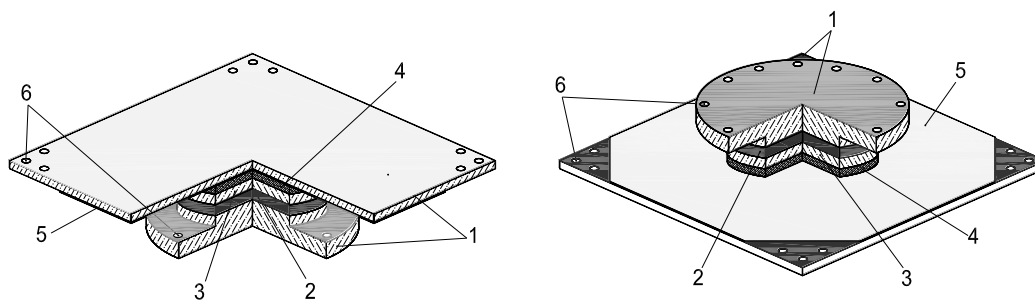
Жесткий опорный блок состоит из нескольких, композитно взаимодействующих между собой, компонентов:

- 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 композитного взаимодействия этих компонентов 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 2.7.



Условные обозначения:

- 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; жесткого опорного блока
- 5 – стальная пластина (например, из нержавеющей стали), по которой происходит скольжение;
- 6 – отверстия под анкерные болты, необходимые для закрепления опоры для прикрепления (фиксации) частей фрикционно-подвижной опоры к Субструктуре и Суперструктуре.

Рисунок 2.7 – Сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения

2.2.4.2 Сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения (или плоская скользящая опора), в отличие от высокодиссипативных эластомерных опор (см. 2.2.2 и 2.2.3), характеризуются довольно низким порогом срабатывания и обеспечивают намного бóльшее рассеивание энергии (до $\xi=63,7\%$), чем высокодиссипативные 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.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – 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.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Необходимо обеспечивать строгую пространственную локацию (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.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – 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

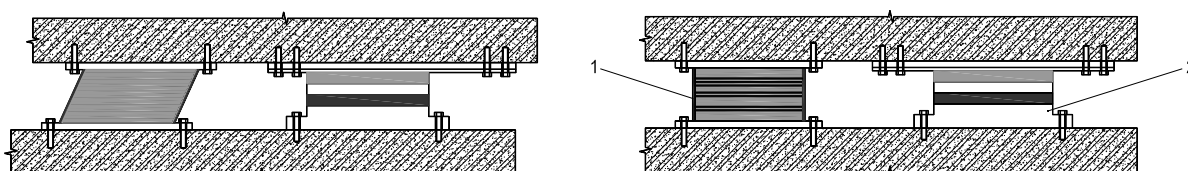
результате могут изменяться условия взаимодействия между Субструктурой и Суперструктурой, предусмотренные проектной схемой локации (местоположения) жестких опорных блоков и площадок скольжения. В зависимости от верхнего или нижнего расположения площадки скольжения, остаточные большие односторонние горизонтальные смещения могут обуславливать наличие эффектов общего и/или локального характера в системе сопротивления сейсмоизолированного здания, не предусмотренных при проектировании.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – 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 большемерные 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.

2.2.4.3 При проектировании сейсмоизолированного здания, оснащаемого системой сейсмоизоляции с использованием сейсмоизолирующих плоских скользящих опор, как правило, следует предусматривать проектные мероприятия, предусматривающих 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 2.8 ниже) и/или дополнительные упругие элементы (амортизаторы).



Условные обозначения:

1 – сейсмоизолирующая эластомерная опора;

2 – сейсмоизолирующая опора фрикционно-подвижная с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения.

Рисунок 2.8 – Вариант комбинирования плоской скользящей опоры и эластомерной опоры в системе сейсмоизоляции

2.2.5 Фрикционно-подвижные опоры со сферическими поверхностями скольжения

2.2.5.1 Применяемые для оснащения сейсмоизолированного здания системой сейсмоизоляции Третьего типа (см. также 2.1.4.3) фрикционно-подвижные опоры со

сферическими поверхностями скольжения (или маятниковые скользящие опоры, см. также 2.2.1.2, 2.2.1.3) – это сейсмоизолирующие устройства, в которых комплектующие их детали изготавливаются таким образом, чтобы контактные поверхности скольжения между ними имели соответствующую сферическую форму.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Сейсмоизолирующие фрикционно-подвижные опоры со сферическими поверхностями скольжения называют маятниковыми скользящими опорами, так как расположенная на них Суперструктура совершает при сейсмических воздействиях движения, подобные движениям маятника при наличии трения (см. Рисунок 2.10 в 2.2.5.5 настоящего Подраздела). В настоящем Пособии рассматриваются три вида маятниковых скользящих опор (см. также 2.2.5.3).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – 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 настоящем Пособии не рассматриваются. Дополнительные информационные сведения о некоторых системах с использованием таких и иных антисейсмических устройств см. Приложение Е настоящего Пособия.

2.2.5.2 В данном подразделе настоящего Пособия 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 2.2.5.5, 2.2.5.6 и 2.2.5.7);
- ползуна (или группы ползунов) с формированием на них выпуклых и вогнутых сферических поверхностей скольжения с требуемыми геометрическими параметрами (см. также 2.2.5.5, 2.2.5.6 и 2.2.5.7).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Для ограничений в заданных пределах горизонтальных перемещений ползунов по поверхностям скольжения в деталях опорных плит и некоторых ползунов предусматриваются специальные бортики, выполняющие функции ограничительных упоров (см. также 2.2.5.4, 2.2.5.5 и 2.2.5.6).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – 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 специальное покрытие контактных поверхностей (например, плакированием).

2.2.5.3 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 2.2.5.5);
- с двумя сферическими поверхностями скольжения; далее – двухмаятниковые скользящие опоры (см. также 2.2.5.6);
- с четырьмя сферическими поверхностями скольжения; далее – трехмаятниковые скользящие опоры (см. также 2.2.5.7).

2.2.5.4 В маятниковых скользящих опорах всех видов:

- формы ползунов и опорных плит обеспечивают однородное распределение напряжений на контактных поверхностях и исключают возможность возникновения неблагоприятных локальных эффектов;
- при перемещениях ползунов по контактными сферическим поверхностям скольжения Суперструктура приподнимается и составляющая гравитационной силы,

параллельная глобальной горизонтальной плоскости, стремится 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 ζ со значениями в пределах от 10 до 30%.

2.2.5.5 Одномаятниковая скользящая опора состоит из двух горизонтальных опорных плит, одна из которых имеет сферическую вогнутую поверхность, и расположенного между плитами сферического шарнирного ползуна.

Сейсмоизолирующее устройство в виде одномаятниковой скользящей опоры (см. также 2.2.5.2, 2.2.5.3) в рассматриваемом случае комплектуется двумя опорными плитами и одним ползуном, в которых специальным образом формируются контактные поверхности взаимодействия комплектующих деталей между собой.

В этих целях сейсмоизолирующее устройство 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.

Ползун выполняется 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.

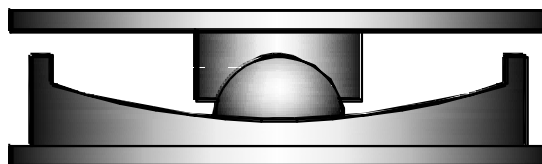
Особенности поведения и сейсмоизолирующие свойства одномаятниковой скользящей опоры зависят от радиуса кривизны сферической поверхности скольжения R и величины коэффициента трения скольжения μ ползуна по сферической поверхности взаимодействия в нижней опорной плите сейсмоизолирующего устройства.

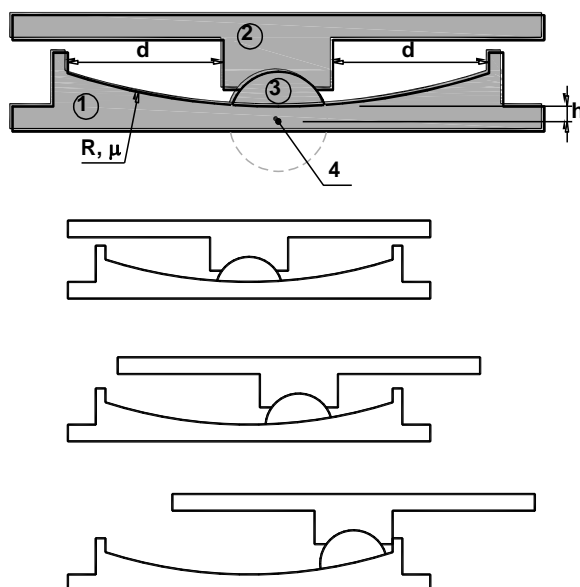
ПРИМЕЧАНИЕ – Спектр собственных колебаний Суперструктуры, сейсмоизолированной с помощью одномаятниковых скользящих опор, зависит преимущественно от выбранного радиуса кривизны сферической поверхности скольжения в нижней опорной плите сейсмоизолирующей одномаятниковой скользящей опоры и не зависит от интенсивности внешнего воздействия, а также амплитуд колебаний Суперструктуры.

Современные системы сейсмоизоляции, формируемые одномаятниковыми скользящими опорами, способны обеспечивать:

- периоды колебаний Суперструктур до 3 с и более;
- взаимные перемещения Субструктур и Суперструктур до 1,0 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 2.9 ниже.





Условные обозначения:

- 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.

Рисунок 2.9 – Общий вид и схема поведения одномаятниковой скользящей опоры

Принцип действия одномаятниковой скользящей опоры продемонстрирован на Рисунке 2.10 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.

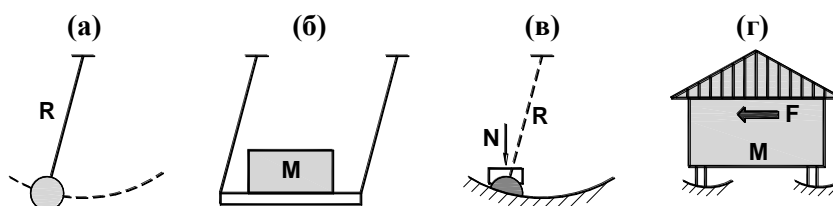


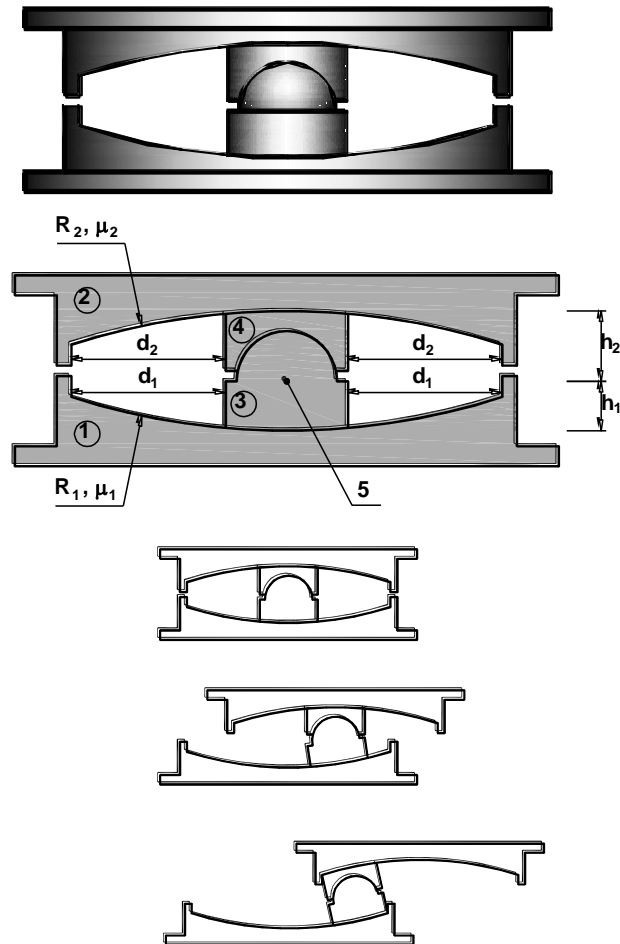
Рисунок 2.10 – Принцип действия одномаятниковой скользящей опоры

2.2.5.6 Сейсмоизолирующее устройство в виде двухмаятниковой скользящей опоры (см. также 2.2.5.2, 2.2.5.3) в рассматриваемом случае комплектуется двумя опорными плитами и двумя ползунами, в которых специальным образом формируются контактные поверхности взаимодействия комплектующих деталей между собой.

В этих целях сейсмоизолирующее устройство 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 2.11 ниже.



Условные обозначения:

- 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.

Рисунок 2.11 – Общий вид и схема поведения двухмаятниковой скользящей опоры

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.

Особенности поведения двухмаятниковой скользящей опоры зависят 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.

Важное достоинство двухмаятниковых скользящих опор – это их более компактные размеры, чем у одномаятниковых.

ПРИМЕЧАНИЕ – 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 2.11). 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 сейсмоизолирующие свойства этих опор.

2.2.5.7 Сейсмоизолирующее устройство в виде трехмаятниковой скользящей опоры (см. также 2.2.5.2, 2.2.5.3) в рассматриваемом случае комплектуется двумя опорными плитами и тремя ползунами, в которых специальным образом формируются контактные поверхности взаимодействия комплектующих деталей между собой.

В этих целях сейсмоизолирующее устройство 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.

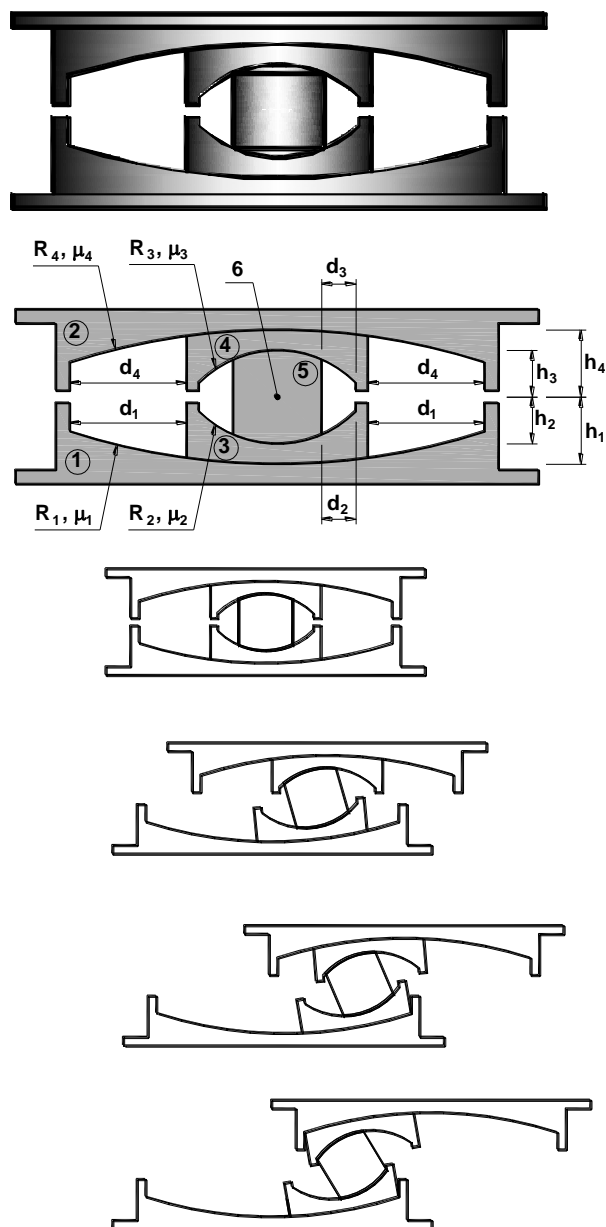
Три ползуна (нижний, верхний и внутренний/промежуточный) можно функционально идентифицировать как фрикционные, объемные формы и геометрические параметры которых обусловлены разным характером контактного взаимодействия на поверхностях скольжения в опорных плитах (нижней или верхней), а также и непосредственно 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 2.12 ниже.



Условные обозначения:

- 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 – нижний ползун фрикционный;
- 4 – верхний ползун фрикционный;
- 5 – внутренний/промежуточный фрикционный;

б – точка поворота.

Рисунок 2.12 – Общий вид и схема поведения трехмаятниковой скользящей опоры

Особенности поведения трехмаятниковой скользящей опоры зависят 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.

ПРИМЕЧАНИЕ – 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.

3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ С СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ ФУНДАМЕНТАМИ

3.1 Общие указания

3.1.1 Раздел 3 настоящего Пособия предоставляет требования, указания и рекомендации, которые должны приниматься во внимание в рамках концептуального проектирования гражданских зданий с сейсмоизолирующим фундаментом (или нижней частью строения, см. также 1.1.5), оснащение которых предполагает использование типов систем сейсмоизоляции и видов, формирующих их сейсмоизолирующих устройств, оговоренных специально в настоящем документе.

3.1.2 Концептуальное проектирование сейсмоизолированного здания, оснащаемого системой сейсмоизоляции одного из типов, оговоренных в настоящем Пособии, должно основываться на соответствующих положениях СП РК EN 1998-1:2004/2012, НТП РК 08-01.1-2017 и НТП РК 08-01.2-2021 и др. нормативных документов СП РК EN, а также на дополняющих их положениях настоящего Пособия [10.5.5(1)].

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Проектируемое согласно положениям настоящего Пособия сейсмоизолированное здание должно удовлетворять фундаментальным требованиям, регламентированным СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, в том числе и в отношении аспектов геотехнического проектирования.

Проектные решения должны назначаться на основании объективных данных об инженерно-геологических и сейсмологических условиях на проектируемых площадках строительства.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – СП РК EN 1998-1:2004/2012 и соответствующие НТП РК к нему регламентируют и предоставляют дополнительные требования, которыми следует руководствоваться при рассмотрении сейсмической расчетной ситуации при проектировании сейсмостойких зданий, помимо требований СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и других нормативных документов СП РК EN.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – При проектировании сейсмоизолированных зданий в соответствии с положениями настоящего Пособия для формирования систем сейсмоизоляции рекомендуется применять те виды сейсмоизолирующих опор, которые оговорены в 2.2.2 – 2.2.5.

3.1.3 В рамках концептуального проектирования сейсмоизолированного здания рекомендуется предусматривать несколько этапов:

- начальный (или предварительный);
- промежуточный (или уточняющий);
- заключительный.

ПРИМЕЧАНИЕ – Фактор сейсмической опасности следует принимать во внимание уже на ранних этапах концептуального проектирования зданий для строительства в сейсмических зонах. Это позволит разрабатывать конструктивные системы, которые при приемлемых затратах будут соответствовать основным требованиям [4.2.1(1)P].

3.2 Начальный этап концептуального проектирования

3.2.1 На начальном этапе концептуального проектирования при оценках здания с сейсмоизолирующим фундаментом следует руководствоваться положениями НТП РК 08-01.1-2017, НТП РК 08-01.2-2021 и настоящего Пособия, предоставляющих требования, указания и рекомендации, которые являются общими при проектировании для строительства в сейсмических зонах.

ПРИМЕЧАНИЕ – На начальном этапе необходимо подвергать общим оценкам глобальную систему «грунт-Субструктура-сейсмоизоляция-Суперструктура». В общей конструктивной системе сопротивления оценки ее основных частей – Субструктуры и Суперструктуры (см. также 2.1.3), должны охватывать их классификации по конструктивному типу, факторы их удовлетворения базовым принципам и критериям концептуального проектирования, адекватность их конструктивных схем систем сопротивления и свойства конструкционных материалов, применяемых для создания конструктивных элементов, а также и прочие, в том числе и ограничительные требования.

На начальном этапе концептуального проектирования помимо общих оценок также необходимо:

- оценивать пригодность здания для оснащения системой сейсмоизоляции;
- оценивать требуемую степень уменьшения сейсмической реакции конструктивной системы, сопротивляющейся горизонтальным силам;
- осуществлять предварительный выбор типа системы сейсмоизоляции (или способ ее комбинирования) и ее параметров, которые будут достигаться за счет характеристик и свойств, используемых сейсмоизолирующих устройств.

Для проведения оценок проектных решений сейсмоизолированного здания следует адекватным образом формировать предварительные расчетные модели конструктивных схем и учитываемых нагрузок, которые будут необходимы при рассмотрении сейсмической расчетной ситуации.

ПРИМЕЧАНИЕ – В общем случае проектирования сейсмоизолированного здания рекомендуется создавать базовую расчетную модель глобальной системы «грунт-Субструктура-сейсмоизоляция-Суперструктура», которая при необходимости может быть модифицирована соответствующим образом, в зависимости от целей выполняемых оценок и проверок.

3.2.2 Оценки пригодности здания для его оснащения системой сейсмоизоляции должны охватывать и учитывать следующее:

- габаритные размеры здания (или отсека) в плане и по высоте;

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Проектируемое согласно положениям настоящего Пособия сейсмоизолированное здание следует характеризовать и оценивать согласно соответствующим указаниям и ограничительным требованиям, регламентированным в НТП РК 08-01.2-2021. Характеристики и оценки должны

распространяться как на нижнюю часть строения (Субструктуру), расположенную ниже сейсмоизолирующего слоя, так и на верхнюю сейсмоизолированную часть строения (Суперструктуру), расположенную выше сейсмоизолирующего слоя.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – При классификации сейсмоизолированного здания по этажности следует принимать во внимание указания НТП РК 08-01.2-2021 и характеристики объемно-планировочного решения верхней сейсмоизолированной части строения, которые будут обусловлены конструктивной схемой Суперструктуры, расположенной выше сейсмоизолирующего слоя (см. также 1.4.3 – 1.4.5).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – При классификации сейсмоизолированного здания по конструктивному типу следует руководствоваться положениями соответствующих разделов СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК к ним, с учетом специфических особенностей конструктивного решения, обусловленного конструктивной схемой сейсмоизолированной Суперструктуры.

– периоды колебаний здания, неоснащенного системой сейсмоизоляции, по основным тонам;

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – В настоящем Пособии под термином «здание, неоснащенное системой сейсмоизоляции», следует далее понимать здание, именуемое как «здание-прототип», которое соответствующим образом должно отражать принципиальные проектные решения исследуемого сейсмоизолированного строения. Учитывая, что фундамент и/или подземная часть сейсмоизолированного строения должны проектироваться и классифицироваться только как жесткие (см. также 2.1.3), то для этих целей допускается использовать упрощенную расчетную модель «здания-прототипа», охватывающую только верхнюю сейсмоизолированную часть строения и систему Суперструктуры. Модальный анализ с использованием такой модели «здания-прототипа» может выполняться в предположении работы сейсмоизолирующих устройств как абсолютно жестких тел (или как минимум несмещаемых недеформируемых опор), схема локации (местоположения) которых должна быть учтена корректным образом, согласно проектному решению.

– уровень расчетных ветровых нагрузок на здание;

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – Для этих целей допускается использовать расчетную модель конструктивной системы Суперструктуры здания, как это указано в примечании 4 выше. Воздействия ветра следует оценивать согласно требованиям СП РК EN 1991-1-4:2003/2011 и НТП РК к нему.

– расстояния от сейсмоизолированного здания до смежных строений.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 – См. также 4.2.11 настоящего Пособия.

3.2.3 В общих случаях, для нового строительства предпочтительно проектировать здания с сейсмоизолирующим фундаментом:

(а) – имеющих приземистую пространственную конфигурацию, которая предполагает создание сейсмоизолированной части здания, и соответственно Суперструктуры, с соотношением ее высоты к наименьшему габаритному размеру ее горизонтальной проекции в плане менее чем 2 (два);

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – К зданиям с приземистыми пространственными конфигурациями могут относиться строения, характеризующиеся классом I, II или III ответственности по этажности, идентифицируемые соответственно, как малоэтажные, средней этажности и многоэтажные (см. табл. 5.2 НТП РК 08-01-2-2021).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В некоторых обоснованных случаях применение систем сейсмоизоляции, рассматриваемых в настоящем Пособии типов, может оказаться целесообразным не только для зданий с Суперструктурами, отвечающих условию (а) выше, но и для зданий повышенной этажности, отнесенных к классу IV ответственности по этажности (см. табл. 5.2 НТП РК 08-01.2-2021), Суперструктуры и конструктивные типы которых характеризуются низкими диссипативными свойствами.

(б) – в которых зафиксированные в основании Суперструктуры характеризуются периодами колебаний по основному тону менее чем 1,0 сек (см. также 3.2.2 прим. 4);

(в) – в которых наибольшая суммарная горизонтальная сила, соответствующая расчетному ветровому воздействию на Суперструктуру, не превышает 10% от веса сейсмоизолированной части здания (включая и систему ростверка), обусловленного только постоянными воздействиями и нагрузками с характеристическими значениями их величин (см. также 3.2.2 прим. 5).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Настоящим Пособием в отношении проектирования зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, в Суперструктурах в которых по высоте предусматривается количество этажей более 5 (пяти), регламентируются дополнительные специальные расчетно-конструктивные требования.

3.2.4 В общих случаях проектирования новых зданий с сейсмоизолирующим фундаментом целевую (прогнозируемую, требуемую) степень уменьшения расчетной сейсмической реакции Суперструктуры за счет применения системы сейсмоизоляции следует оценивать в каждом конкретном случае индивидуально в зависимости от назначения здания и его экономической и/или социальной значимости (или значимости его содержимого).

При оценке, требуемой степени уменьшения расчетной сейсмической реакции Суперструктуры за счет применения системы сейсмоизоляции следует принимать во внимание положения 4.2.9 настоящего Пособия.

Проектирование новых зданий с сейсмоизолирующим фундаментом может быть 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 оценки дефицита их сейсмостойкости.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – 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 структуру здания-прототипа без системы сейсмоизоляции, рассматриваемого в расчетах как зафиксированную в основании (см. также 3.2.2 подпункт второй и прим. 4, а также 3.2.3 подпункт второй);

- расчетных эффектов статических и сейсмических воздействий в несущих конструкциях сейсмоизолированной Суперструктуры и структуры здания-прототипа.

Сопоставляемые расчетные горизонтальные нагрузки на сейсмоизолированную Суперструктуру и на структуру здания-прототипа следует определять с учетом соответствующих значений коэффициентов поведения q .

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – 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%.

3.2.5 При предварительном выборе системы сейсмоизоляции для оснащения здания следует учитывать:

- интенсивность и спектральный состав прогнозируемых сейсмических воздействий на проектируемой площадке строительства;

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Сейсмоизолированные здания предпочтительно располагать на площадках с жесткими грунтами (например, тип IA, IB, II; см. НТП РК 08-01.1-2017), сейсмические колебания которых не содержат длиннопериодных составляющих.

- вес Суперструктуры;

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Эластомерные опоры обычно применяются для снижения сейсмических нагрузок на тяжелые Суперструктуры, а фрикционно-подвижные – как на тяжелые, так и на легкие.

- способность системы сейсмоизоляции 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 сейсмоизолирующих опор воспринимать вертикальные растягивающие силы;

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Горизонтальные и вертикальные сейсмические силы, действующие на Суперструктуру при интенсивных сейсмических воздействиях, могут вызывать в сейсмоизолирующих опорах вертикальные силы растяжения, превышающие вертикальные гравитационные силы. Если сейсмоизолирующие опоры неспособны воспринимать эти растягивающие силы, то они будут приподниматься или разрушаться.

Местные незначительные поднятия Суперструктуры относительно отдельных сейсмоизолирующих опор, если они не вызывают деградацию системы сейсмоизоляции, в некоторых зарубежных нормах считаются допустимыми, но в целом их следует рассматривать как нежелательные. По этой причине системы сейсмоизоляции, образованные фрикционно-подвижными опорами, описанными в Разделе 2, рекомендуется применять только при условии, что в любой из сейсмоизолирующих опор отсутствуют результирующие вертикальные растягивающие силы (см. также 3.3.1 б).

- степень асимметричности зданий в плане и по высоте;

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Поскольку сила трения, возникающая в сейсмоизолирующих фрикционно-подвижных опорах, пропорциональна значениям приходящихся на них вертикальных гравитационных сил, то положения центра масс и жесткостей системы сейсмоизоляции всегда совпадают. Как следствие, крутильные эффекты, вызываемые асимметричностью здания, при применении систем сейсмоизоляции с фрикционно-подвижными опорами, уменьшаются.

- возможность размещения сейсмоизолирующего слоя в уровне подвала или над жесткой нижней частью строения.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – При выборе мест расположения систем сейсмоизоляции необходимо учитывать, что эластомерные опоры следует располагать в отапливаемых помещениях, так как при отрицательных температурах их жесткость увеличивается, а диссипативные свойства уменьшаются. При очень низких температурах эластомерные опоры могут хрупко разрушаться.

3.2.6 При предварительном выборе систем сейсмоизоляции следует учитывать, что, хотя большое демпфирование ($\xi \geq 20\%$) эффективно уменьшает сейсмические нагрузки на Суперструктуру и ограничивает ее перемещения относительно Субструктуры, оно может явиться причиной возбуждения в Суперструктуре высших форм колебаний, локально увеличивающих ускорения в уровнях ее некоторых этажей.

Этот факт особенно важен для Суперструктур зданий, содержащих ценное имущество или оборудование, элементы которых могут иметь периоды собственных колебаний, близкие к периодам высших форм колебаний сейсмоизолированных Суперструктур.

3.3 Этап принятия решений (промежуточный или уточняющий)

3.3.1 На промежуточном (или уточняющем) этапе принятия проектных решений

определяется и конкретизируется тип системы сейсмоизоляции и номенклатура сейсмоизолирующих устройств, используемых для формирования сейсмоизолирующего слоя, а также назначается принципиальная схема их локации (местоположения) в пределах горизонтальной проекции плана строения, которые являются наиболее приемлемыми для условий конкретной площадки строительства и специфических особенностей конструктивно-планировочного решения нижней и верхней частей проектируемого здания (соответственно, Субструктуры и Суперструктуры).

За исключением особых случаев, когда проектирование сейсмоизолированного здания является необходимым условием, следует оценивать экономическую целесообразность оснащения проектируемого здания системой сейсмоизоляции, обусловленную как стоимостью сейсмоизолирующих устройств, так и необходимостью осуществления ряда дополнительных технических мероприятий, связанных с их монтажом, условиями эксплуатации, обслуживанием и пр.

3.3.2 Выбору приемлемого варианта проектного решения в отношении системы сейсмоизоляции для оснащения здания должны предшествовать:

– уточняющая расчетная оценка требуемых параметров системы сейсмоизоляции, основанная на паспортных данных о свойствах, выбранных сейсмоизолирующих элементов (устройств);

ПРИМЕЧАНИЕ – Паспортные данные должны быть получены от организации-изготовителя выбранных сейсмоизолирующих устройств (опор, демпферов, амортизаторов).

– экспериментальная проверка соответствия действительных (фактических) параметров, выбранных сейсмоизолирующих устройств паспортным данным и требуемым расчетным параметрам.

ПРИМЕЧАНИЕ – Проверки сейсмоизолирующих элементов–представителей с учетом количественной выборки является обязательным условием для их использования.

3.3.3 Для достижения целей проектирования, при осуществлении уточняющих расчетных проверок и оценок удовлетворения требуемым параметрам системы сейсмоизоляции:

а) выполняется комплекс расчетов, позволяющих спрогнозировать и оценить реакции сейсмоизолирующих опор с выбранными параметрами и сейсмоизолированной Суперструктуры с выбранной конструктивной схемой на эксплуатационные и сейсмические воздействия (см. также 3.1.2).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Сейсмические колебания сейсмоизолированной Суперструктуры, при правильно подобранной системе сейсмоизоляции, как правило, должны быть близки по своему характеру к колебаниям жесткого тела, собственные деформации которого незначительны по сравнению с горизонтальными перемещениями в уровне сейсмоизолирующего слоя.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – При анализе результатов расчетов следует учитывать, что сейсмостойкость сейсмоизолированных зданий зависит не только от величин сейсмических нагрузок на Суперструктуру. Определяющими факторами являются также прочность (несущая способность) сейсмоизолирующих опор и допустимые пределы величины взаимных перемещений Суперструктуры и Субструктуры.

б) сопоставляются паспортные данные о свойствах, выбранных сейсмоизолирующих опор и результаты выполненных расчетов, а по результатам сопоставления оценивается способность системы сейсмоизоляции:

– воспринимать приходящиеся на нее вертикальные и горизонтальные расчетные нагрузки;

- деформироваться в пределах, соответствующих результатам выполненных расчетов, а также и согласно указаниям настоящего Пособия (см. Раздел 4);
- уменьшать реакции сейсмоизолированной Суперструктуры до требуемого уровня.

3.3.4 В случае, если расчетные эффекты сейсмических воздействий превышают предельно допустимые параметры сейсмоизолирующих устройств или степень уменьшения сейсмических нагрузок на Суперструктуру меньше необходимой, то в систему сейсмоизоляции вносятся изменения, после чего расчеты выполняются повторно.

ПРИМЕЧАНИЕ – Конкретизацию выбора сейсмоизолирующих устройств и формирование с их использованием системы сейсмоизоляции следует осуществлять с учетом специфических особенностей конструктивных решений систем Субструктуры и Суперструктуры, взаимодействие которых между собой обеспечивается через сейсмоизолирующий слой.

3.3.5 Экспериментальная проверка соответствия действительных параметров сейсмоизолирующих элементов–представителей паспортным данным и требуемым параметрам должна быть выполнена до их применения в проекте и строительстве.

3.3.6 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. также 3.3.2).

Экспериментальная проверка сейсмоизолирующих элементов-представителей должна выполняться в соответствии с программой тестирования, регламентирующей перечень параметров, подлежащих их подтверждению.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Экспериментальные исследования необходимо выполнять с привлечением специализированных научных организаций, специализирующихся в данной области и располагающих необходимым оборудованием и научными кадрами.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В общем случае программа тестирования должна соответствовать техническим требованиям соответствующих стандартов и предусматривать проверку:

- влияния температурных воздействий на свойства сейсмоизолирующих устройств;
- сопротивляемости сейсмоизолирующих устройств ветровым и слабым сейсмическим воздействиям, а также после сильного землетрясения;
- реакции сейсмоизолирующих устройств при разных величинах горизонтальных циклических перемещений;
- живучесть сейсмоизолирующих устройств после сильного землетрясения (способность воспринимать повторные сейсмические воздействия в положении, смещенном относительно исходного).

При необходимости в обоснованных случаях, экспериментальной проверке подлежит система сейсмоизоляции в целом.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Необходимость осуществления такой экспериментальной проверки системы сейсмоизоляции, как обязательного условия, может быть обоснована в документе СТУ по проектированию конкретного сейсмоизолированного здания. Экспериментальная проверка системы сейсмоизоляции обязательна, если она является новой (неисследованной ранее), или если для формирования системы используются антисейсмические устройства, в отношении которых не распространяются технические требования европейских стандартов (см. Приложение Д), а также указания настоящего Пособия.

3.3.7 Результаты тестирования на соответствие паспортным данным сейсмоизолирующих элементов-представителей должны подтверждать, что формируемая с их использованием система сейсмоизоляции с достаточной степенью надежности будет способна обеспечивать проявление целевых параметров.

ПРИМЕЧАНИЕ – Если результаты тестирования сейсмоизолирующих элементов-представителей не соответствуют значимо паспортным данным и не способны обеспечивать системе сейсмоизоляции проявление целевых параметров, определенных по результатам расчетных проверок и оценок на предшествующих этапах проектирования, то решения должны быть пересмотрены и все аналитические оценки выполнены заново. Пересмотр решений может сопровождаться изменением схемы локации (местоположения) сейсмоизолирующих опор и изменением их количества, или отказом в применении таких устройств и их заменой на другие.

3.3.8 При оценках экономической целесообразности оснащения проектируемого здания выбранным типом системы сейсмоизоляции и использования для ее формирования видов сейсмоизолирующих устройств, следует принимать во внимание, что стоимость связанных с этими мероприятиями зависит от:

- выбора типа системы сейсмоизоляции;
- от 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 конкретного здания, в том числе и в отношении удобства 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/или низких температур, и пр.);
- 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 специальных деформационных швов, исключающих возможное взаимодействие Суперструктуры с окружающим грунтом или со смежными строениями;
- дополнительных затрат, связанных с необходимостью принятия соответствующих технических решений, обеспечивающих адекватное 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 должны проектироваться таким образом, чтобы они, сохраняя способность к бесперебойному функционированию, не влияли на поведение системы сейсмоизоляции и не препятствовали взаимным перемещениям Субструктуры и Суперструктуры во время сейсмического события.

3.4 Заключительный этап концептуального проектирования

3.4.1 Ориентируясь на результат предшествующих этапов концептуального проектирования и выполненных расчетных проверок и оценок (см. 3.2 и 3.3), на заключительном этапе принимается окончательное общее объемно-планировочное и

конструктивное проектное решение сейсмоизолированного здания.

3.4.2 При назначении окончательного варианта проектного решения нижней части сейсмоизолированного строения, помимо ее удовлетворения требуемым условиям по размещению и эксплуатации системы сейсмоизоляции, необходимо:

- проверить адекватность системы Субструктуры и ее конструктивной схемы с учетом ее взаимодействия в глобальной системе «грунт-Субструктура-сейсмоизоляция-Суперструктура»;
- проверить достаточность общих габаритных размеров и геометрических параметров, формирующих Субструктуру конструктивных элементов (несущих конструкций) 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, в том числе и с рассмотрением геотехнических аспектов;
- по результатам расчетных проверок выполнить детализацию несущих конструкций, в том числе и с учетом технических решений, связанных с установкой и креплениями сейсмоизолирующих устройств к Субструктуре, и оформить рабочие чертежи проектной документации в установленном порядке.

3.4.3 При назначении окончательного варианта проектного решения верхней части сейсмоизолированного строения, помимо ее удовлетворения общим фундаментальным требованиям, необходимо:

- проверить адекватность несущей конструкции ростверка, расположенной непосредственно над сейсмоизолирующим слоем и являющейся неотъемлемой частью системы Суперструктуры;
- проверить достаточность общих 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, в том числе и с учетом технических решений, связанных с установкой и креплениями сейсмоизолирующих устройств к несущей конструкции ростверка, и оформить рабочие чертежи проектной документации в установленном порядке.

3.4.4 Проектное решение по формированию системы сейсмоизоляции должно быть соответствующим образом 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.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ЗДАНИЯМ С СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ ФУНДАМЕНТАМИ

4.1 Основные требования

4.1.1 При проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия гражданских зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, должны удовлетворяться требования, регламентированные в 2.1 НТП РК 08-01.1, а также положениями других НТП РК к СП РК EN 1998-1:2004/2012 и другим Частям СП РК EN 1998.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 3.1.2 прим.1.

Для соблюдения фундаментальных требований (см. 2.1.1 НТП РК 08-01.1) при проектировании следует назначать адекватные объемно-планировочное и конструктивное решения в разделенных сейсмоизолирующим слоем нижней и верхней частях здания (соответственно, в Субструктуре и Суперструктуре), которые по возможности в наибольшей степени должны удовлетворять базовым принципам и критериям концептуального проектирования, регламентированным в разделах 2 и 3 НТП РК 08-01.2, а также дополнительным требованиям настоящего Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ – Конструктивные схемы, определяющие локации (местоположения) устройств системы сейсмоизоляции в пределах сейсмоизолирующего слоя (см. также 3.3.1), должны назначаться таким образом, чтобы при обеспечении взаимодействия между Субструктурой и Суперструктурой в наибольшей степени также удовлетворялись базовые принципы концептуального проектирования (например, непрерывность по высоте здания вертикальных конструктивных элементов, см. также 3.3.1.1 НТП РК 08-01.2).

4.1.2 В общем случае выбор типа системы сейсмоизоляции и видов сейсмоизолирующих устройств, а также мероприятий по формированию сейсмоизолирующего слоя должны обеспечивать:

- восприятие вертикальных нагрузок при повышенной горизонтальной податливости и высокой вертикальной жесткости;
- принцип непрерывности конструктивной системы по высоте;
- вязкое или гистерезисное диссипирование энергии;
- увеличение сил сопротивления с ростом смещений;
- стабильность свойств при повторных циклических нагружениях;

ПРИМЕЧАНИЕ – Свойства сейсмоизолирующих устройств в процессе эксплуатации и повторных циклических нагружений могут ограниченно изменяться (или характеризоваться диапазоном значений). Такие изменения считаются допустимыми, если расчет сейсмоизолированных зданий основывается на консервативных значениях расчетных параметров сейсмоизолирующих устройств.

- ограничение горизонтальных перемещений, возникающих в процессе эксплуатации при несейсмических горизонтальных нагрузках (например, ветровых);
- 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.

4.1.3 Сейсмоизолирующие устройства, выбранные для формирования системы

сейсмоизоляции, должны обладать повышенной надежностью [10.3(2)P].

В этих целях, при выборе каждого сейсмоизолирующего устройства эффекты, полученные из анализа при оценках и проверках его параметров, следует принимать с учетом коэффициентов увеличения:

- а) γ_x – в отношении сейсмических перемещений (см. также 4.2.2);
- б) γ_z – в отношении результирующих вертикальных сил (см. также 4.2.3).

4.2 Критерии соответствия

4.2.1 Для соблюдения фундаментальных требований в 2.1 НТП РК 08-01.1 при рассмотрении сейсмической расчетной ситуации следует проверять, что не превышены:

- критическое предельное состояние (ULS);
- предельное состояние по ограничению повреждений (DLS).

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 2, 3 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и 2.2.1 НТП РК 08-01.1.

4.2.2 При выборе каждого сейсмоизолирующего устройства, полученные из анализа расчетные сейсмические перемещения, следует принимать во внимание с учетом коэффициента увеличения – $\gamma_x=1,2$ (см. также 4.1.3а) и НП.2.52 в Национальном Приложении к СП РК EN 1998-1:2004/2012).

ПРИМЕЧАНИЕ – Параметры сейсмоизолирующего устройства должны быть предоставлены компанией-изготовителем изделия. См. также Приложение Д настоящего Пособия.

4.2.3 При выборе каждого сейсмоизолирующего устройства, полученные из анализа результирующие значения расчетных вертикальных сейсмических сил (растягивающих и сжимающих), следует принимать во внимание с учетом коэффициента увеличения – $\gamma_z = 1,3$ (см. также 4.1.3б)).

4.2.4 Результаты проверок предельных состояний по ограничению повреждений при рассмотрении сейсмической расчетной ситуации должны приниматься во внимание при проектировании пересекающих швы вокруг сейсмоизолированного здания жизнеобеспечивающих линий коммуникаций, которые при сейсмических событиях должны оставаться в пределах упругой работы [10.4(2)P].

ПРИМЕЧАНИЕ – При проектировании всех жизнеобеспечивающих линий коммуникаций (см. также 4.2.10) специальные мероприятия и соответствующие инженерно-технические решения должны назначаться с учетом специфических условий взаимодействия в глобальной системе «грунт-Субструктура-сейсмоизоляция-Суперструктура», например, возможность достижения больших величин взаимных смещений между Субструктурой и Суперструктурой в пределах сейсмоизолирующего слоя.

4.2.5 [10.4(3)] В предельном состоянии по ограничению повреждений перекосы этажей Субструктур и Суперструктур должны быть ограничены.

ПРИМЕЧАНИЕ – Дополнительные указания, имеющие отношение к проверкам безопасности в целях ненаступления предельных состояний по ограничению повреждений, связанных с ограничительными требованиями к перекосам этажей, приведены в 7.3.2 НТП РК 08-01.2.

4.2.6 [10.4(4)P] В критическом предельном состоянии критическая несущая способность сейсмоизолирующих устройств с позиций прочности и деформативности не должна быть превышена при соответствующих коэффициентах безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. 6.8.6, а также 4.2.2 и 4.2.3.

4.2.7 [10.4(5)] В настоящем Пособии рассматривается только полная сейсмоизоляция зданий.

ПРИМЕЧАНИЕ – Полная сейсмоизоляция предполагает, что в условиях сейсмической расчетной ситуации Суперструктура (сейсмоизолированная часть общей конструктивной системы) работает в области упругих деформаций (см. также 1.6.7).

4.2.8 [10.4(6)] В определенных случаях допускается неупругое поведение Субструктуры, но в настоящем Пособии предполагается, что оно остается в пределах упругой работы.

ПРИМЕЧАНИЕ – В рамках настоящего Пособия рассматриваются только строения, в которых предполагается, что в условиях сейсмической расчетной ситуации Субструктура (сейсмоизолирующий фундамент или нижняя часть общей конструктивной системы) работает в области упругих деформаций.

4.2.9 [10.4(7)] В критическом предельном состоянии сейсмоизолирующие устройства могут достигать своих предельных возможностей.

Суперструктура и Субструктура должны оставаться в пределах упругой работы. При соблюдении этого условия нет необходимости следовать строгим правилам метода капаситивного проектирования систем Суперструктуры и Субструктуры, а также в их детализации (конструировании) с целью обеспечения пластической работы.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Согласно 2.1.4 НТП РК 08-01.2 конструктивные системы сопротивления зданий могут проектироваться в соответствии с концепциями:

- о низкодиссипативном поведении;
- о диссипативном поведении.

Однако, если в сейсмоизолированном здании конструктивная система сопротивления Суперструктуры будет разработана с целью обеспечения ее пластической работы при сейсмических воздействиях (концепция о диссипативном поведении), то это может не только не уменьшить приходящиеся на нее сейсмические нагрузки, но и вызвать негативные эффекты.

Нецелесообразность проектирования конструктивной системы Суперструктуры с концептуальным классом пластичности М (средний) или Н (высокий) может быть объяснена некоторыми приведенными ниже причинами (см. примечания далее).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Концептуальным проектированием предполагается, что в сейсмоизолированном здании диссипация энергии сейсмических колебаний, главным образом, обеспечивается системой сейсмоизоляции, а не пластическими свойствами конструктивных элементов Суперструктуры. В качестве подтверждения этому можно воспользоваться условием определения значения коэффициента эффективного вязкого демпфирования – ξ , характеризующего диссипативные свойства Суперструктуры, как это указано в Выражении (4.1) ниже:

$$\xi = \frac{\xi_B + \xi_{SI} \frac{C_B}{C_{SI}}}{1 + \frac{C_B}{C_{SI}}} \quad (4.1)$$

где в Выражении (4.1):

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 (4.1) следует, что из-за большой разницы в горизонтальных жесткостях собственно Суперструктуры и системы сейсмоизоляции, способность Суперструктуры к диссипации энергии не

оказывает сколько-нибудь значимого влияния на величину коэффициента эффективного вязкого демпфирования ζ сейсмоизолированной Суперструктуры.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Поскольку концепция проектирования о диссипативном поведении конструктивных систем DCM или DCN предполагает пластическую работу несущих конструкций, то величины перемещений в Суперструктуре возрастут и вызовут дополнительные вертикальные гравитационные нагрузки на сейсмоизолирующие опоры.

В случае больших пластических деформаций Суперструктуры и сближения ее эффективных периодов колебаний с эффективными периодами системы сейсмоизоляции в сейсмоизолированном здании могут возникнуть резонансные эффекты.

4.2.10 [10.4(8)P] 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 их безопасное функционирование при относительных перемещениях Суперструктуры. При этом следует принимать во внимание коэффициент увеличения – γ_x , приведенный в 4.1.3 и 4.2.2 настоящего Пособия.

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.

4.3 Основные положения для проектирования

4.3.1 Основные положения для сейсмоизолирующих устройств

4.3.1.1 [10.5.1(1)P] Между Суперструктурой и Субструктурой, наряду с другими необходимыми мероприятиями, следует предусмотреть достаточное пространство, обеспечивающее возможность размещения, осмотра, технического обслуживания, центрирования и замены сейсмоизолирующих устройств в течение срока службы сооружения.

Расстояние между плитами перекрытия или другой подобной им частью выше и ниже слоя сейсмоизоляции должно быть таким, чтобы они не препятствовали проверкам сейсмоизоляционных устройств, трубопроводов, систем связи или другого строительного оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – См. также 4.3.3.3.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Расчетный срок эксплуатации здания следует устанавливать согласно правилам СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

4.3.1.2 [10.5.1(2)] В случае необходимости сейсмоизолирующие устройства должны быть защищены от потенциально опасных воздействий, таких как огонь, агрессивное воздействие химической и биологической среды.

ПРИМЕЧАНИЕ – Помимо обеспечения защиты от потенциально опасных воздействий, создание благоприятных условий функционирования системы сейсмоизоляции и сейсмоизолирующих устройств является важным аспектом проектирования сейсмоизолированного здания. В зависимости от типа системы сейсмоизоляции и используемых видов сейсмоизолирующих устройств, в проектной документации следует указывать сопроводительные мероприятия, направленные на обеспечение их соответствующей защиты и создание благоприятных условий функционирования.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В случае, если существует опасность проникновения воды в слой сейсмоизоляции, в основании фундамента следует установить дренажное отверстие или принять другие меры для предотвращения погружения сейсмоизоляционного устройства.

4.3.1.3 Используемые при проектировании сейсмоизолированных зданий конструкционные материалы и конструкции сейсмоизолирующих устройств, должны соответствовать требованиям действующих нормативно-инструктивных документов [10.5.1(3)].

ПРИМЕЧАНИЕ – СП РК EN 1998-1:2004/2012 и Раздел 10 в этом нормативном документе предоставляют только общие Принципы и Правила, которыми следует руководствоваться при концептуальном проектировании сейсмоизолированного здания. Дополнительная информация о сейсмоизолирующих устройствах отсутствует. При проектировании здания с сейсмоизолирующими фундаментами, дополнительную информацию о сейсмоизолирующих устройствах следует получать непосредственно из соответствующих стандартов (например, см. также СТ РК EN 15129:2009, СТ РК EN 1337 (все части), ISO 22762-1:2018, ISO 22762-3:2018, ISO/TS 22762-4:2019) и/или технических требований, предоставляемых компаниями-изготовителями сейсмоизолирующих устройств, отвечающих указанным стандартам; (см. также краткие сведения в Приложении Д настоящего Пособия)).

4.3.2 Контроль перемещений

4.3.2.1 [10.5.2(1)] Для минимизации крутящих воздействий, центр эффективной жесткости и центр демпфирования системы сейсмоизоляции должны располагаться как можно ближе к проекции центра масс Суперструктуры на поверхности сейсмоизолирующего слоя.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В этих целях конструктивную систему Суперструктуры, как правило, следует назначать таким образом, чтобы ее конструктивная схема в наибольшей степени удовлетворяла базовым принципам и критериям концептуального проектирования (см. также 4.1.1 настоящего Пособия, а также 2.1.10 и подраздел 2.2 НТП РК 08-01.2).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Система сейсмоизоляции должна назначаться таким образом, чтобы схема локации формирующих ее сейсмоизолирующих устройств была хорошо сбалансирована по отношению к конструктивной схеме расположения вертикальных несущих конструкций (первичных колонн, несущих стен) в системе Суперструктуры.

4.3.2.2 [10.5.2(2)] Для минимизации различий в поведении сейсмоизолирующих устройств, напряжения сжатия в них, обусловленные нагрузками постоянных воздействий, должны быть как можно более близкими.

ПРИМЕЧАНИЕ – В этих целях, проектирование зданий с сейсмоизолирующими фундаментами, в которых Суперструктура в наибольшей степени удовлетворяет базовым принципам и критериям концептуального проектирования, является наиболее предпочтительным. Это положительно скажется на унификации при выборе сейсмоизолирующих устройств.

4.3.2.3 [10.5.2(3)P] Сейсмоизолирующие устройства должны быть закреплены как к Суперструктуре, так и к Субструктуре.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 4.3.3 настоящего Пособия.

4.3.2.4 [10.5.2(4)P] Система сейсмоизоляции должна быть запроектирована так, чтобы удары и возможные крутильные движения конструкции ограничивались с помощью соответствующих мероприятий.

ПРИМЕЧАНИЕ – В этих целях, здания с сейсмоизолирующими фундаментами предпочтительно проектировать таким образом, чтобы их Суперструктуры классифицировались как регулярные в плане и по

высоте (см. также 3.2.1 и 3.3.1 НТП РК 08-01.2). Не следует проектировать сейсмоизолированные здания, в которых Суперструктуры классифицируются как чрезмерно нерегулярные в плане и/или по высоте (см. также 3.4 НТП РК 08-01.2) или крутильно-податливые (см. также 3.2.3 НТП РК 08-01.2). См. также 4.3.2.5 ниже.

4.3.2.5 [10.5.2(5)] Требование 4.3.2.4, относящееся к ударным нагрузкам, считается выполненным, если воздействия от них исключены с помощью соответствующих устройств (например, демпферов, амортизаторов и т.д.).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – При проектировании зданий с сейсмоизолирующими фундаментами предпочтительно предусматривать мероприятия, которые будут исключать или минимизировать риск возможных внешних ударных воздействий непосредственно на Суперструктуру (например, посредством устройства защитных барьеров, которые могут устраиваться и в системе Субструктуры).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Если Суперструктура классифицируется как умеренно нерегулярная в плане и/или по высоте (см. также 3.2.2 и 3.3.2 НТП РК 08-01.2), то может быть рекомендовано применять комбинированную систему сейсмоизолирующих устройств, в которой необходимо адекватным образом сейсмоизолирующие опоры сочетать с демпферами и/или амортизаторами.

4.3.3 Требования к конструктивным элементам, расположенным выше и ниже сейсмоизолирующего слоя в Субструктурах и Суперструктурах

4.3.3.1 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 [10.5.3(1)].

4.3.3.2 [10.5.3(2)] Для зданий требование 4.3.3.1. выполняется, если удовлетворяются все следующие условия:

а) выше и ниже системы сейсмоизоляции предусмотрены жесткие горизонтальные диафрагмы, выполненные в виде железобетонных плит или системы перекрестных балок, запроектированных с учётом всех соответствующих локальных и общих видов их деформаций;

б) устройства, образующие систему сейсмоизоляции, закреплены на обоих концах непосредственно к жестким горизонтальным диафрагмам (см. подпункт, а) выше) или, если это не осуществимо, крепятся с помощью вертикальных элементов, относительное горизонтальное смещение которых в сейсмической расчетной ситуации должно быть менее $1/20$ горизонтальных деформаций системы сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ – 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. См. также 4.3.3.3 и 4.3.3.4.

4.3.3.3 Субструктура может быть запроектирована как система сейсмоизолирующего фундамента или как система сейсмоизолирующей жесткой нижней части строения (см. также 2.1.1).

Субструктура должна проектироваться адекватным образом, чтобы ее конструктивная схема системы сопротивления в наибольшей степени удовлетворяла базовым принципам и критериям концептуального проектирования (см. также 2.1.10 НТП РК 08-01.2) и указаниям в этом подразделе настоящего Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ – Непосредственно ниже сейсмоизолирующего слоя рекомендуется формировать специальный технический этаж, конструктивно-планировочное решение которого должно обеспечивать выполнение требований в 4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.3.2.4, в том числе и в отношении его требуемой высоты, а также с учетом технических решений, связанных с устройством сетей инженерных коммуникаций, пересекающих сейсмоизолирующий слой.

Как правило, конструктивные элементы Субструктуры следует выполнять из армированного монолитного бетона (железобетона), при проектировании которых следует руководствоваться СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 и НТП РК к нему, НТП РК 08-01.3 и положениями настоящего Пособия.

При проектировании системы сейсмоизолирующих фундаментов:

– необходимо проверить способность конструктивных элементов фундаментов и грунтового основания без существенных остаточных деформаций воспринимать воздействия, возникающие в результате реакции надфундаментной части строения (см. 2.2.2.7 НТП РК 08-01.1) [2.2.2(4)P];

ПРИМЕЧАНИЕ – Правильный выбор типа и конструктивных решений фундаментов имеет большое значение для обеспечения сейсмостойкости здания и его ремонтпригодности после сейсмического события. Значительные повреждения фундаментов нарушают способность зданий эффективно сопротивляться сейсмическим воздействиям. Устранение повреждений фундаментов, как правило, трудоемко и сопряжено с большими экономическими затратами (см. 2.2.6.1 НТП РК 08-01.1).

– выполняемый расчет и конструирование фундаментов и их соединений с надфундаментным строением должны гарантировать, что все здание будет подвержено равномерному сейсмическому возмущению (см. 2.2.6.2 НТП РК 08-01.1).

– при выборе типа фундаментов, их размеров и глубины заложения следует соблюдать положения СП РК EN 1998-5:2004/2013 и НТП РК-08-01.2, ограничивающие риски, связанные с неопределенностью поведения фундаментов при сейсмических воздействиях (см. 2.2.4.2.4 НТП РК 08-01.1);

– принятая жесткость фундаментов должна обеспечивать как можно более равномерную передачу нагрузок от надфундаментной части строения к грунтовому основанию и синфазность горизонтальных и вертикальных перемещений отдельных опор строения при сейсмических воздействиях (см. 2.2.4.2.5 НТП РК 08-01.1 [2.2.4.2(1)P]).

В общих случаях, система сейсмоизолирующего фундамента в здании может представлять собой одноуровневую по высоте Субструктуру и включать в себя фундаментную плиту (что наиболее предпочтительно) 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). При необходимости устройства непосредственно 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).

ПРИМЕЧАНИЕ – Конструктивная схема расположения вертикальных конструктивных элементов (опорных конструкций) сейсмоизолирующего фундамента должна строго согласовываться со схемой локации (местоположения) сейсмоизолирующих опор в системе сейсмоизоляции. Предусматривать установку сейсмоизолирующих опор вне проекций планов вертикальных конструктивных элементов (стен-диафрагм, столбов-устоев) на пролетных участках балок-распорок, как правило, не следует. В уровне низа сейсмоизолирующего слоя относительные горизонтальные перемещения вертикальных конструктивных

элементов системы сейсмоизолирующего фундамента должны быть ограничены и не превышать допустимых величин (см. 4.3.3.26)).

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).

В общих случаях, система сейсмоизолирующей жесткой нижней части строения должна выполнять все функции, аналогичные сейсмоизолирующим фундаментам как указано выше, в том числе и в отношении формирования специального технического этажа, расположенного непосредственно ниже сейсмоизолирующего слоя.

4.3.3.4 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 (см. также 2.1.10 НТП РК 08-01.2).

ПРИМЕЧАНИЕ – Суперструктуры, как системы сопротивления, расположенные выше сейсмоизолирующего слоя могут проектироваться железобетонными, стальными, сталежелезобетонными или адекватно комбинированными, но конструктивные типы систем Суперструктур, как правило, следует назначать таким образом, чтобы они характеризовались высокой горизонтальной жесткостью (например, бетонные системы – стеновые или двойные эквиваленты стеновым, стальные или сталебетонные системы – рамные с концентрическими связями или комбинируемые со стенами, и т.п.). В зависимости от используемых конструкционных материалов при проектировании Суперструктуры следует руководствоваться соответствующими СП РК EN и НТП РК к ним, в том числе также серией НТП РК к СП РК EN 1998-1:2004/2012 и положениями настоящего Пособия.

Непосредственно выше сейсмоизолирующего слоя в основании системы Суперструктуры рекомендуется формировать специальную конструкцию ростверка, выполняющую главным образом функции жесткой горизонтальной диафрагмы (см. 4.3.3.2а)) и также при необходимости, функции присущие фундаментной конструкции.

ПРИМЕЧАНИЕ – Конструкцию ростверка в основании Суперструктуры, как правило, следует выполнять монолитной железобетонной. В общем случае конструкция ростверка может быть представлена в виде сплошной монолитной железобетонной плиты (см. также 2.2.6.4 НТП РК 08-01.2). Если конструктивная система Суперструктуры представлена дискретным количеством несущих стен, различающихся между собой размерами поперечных сечений и горизонтальными жесткостями, то как правило, следует принимать жесткую монолитную железобетонную конструкцию ростверка коробчатого или кессонного типа (см. также 2.2.6.3 НТП РК 08-01.2).

4.3.3.5 Принципиальные конструктивные решения зданий с сейсмоизолирующим фундаментом или жесткой нижней частью схематично отражены на Рисунке 4.1.

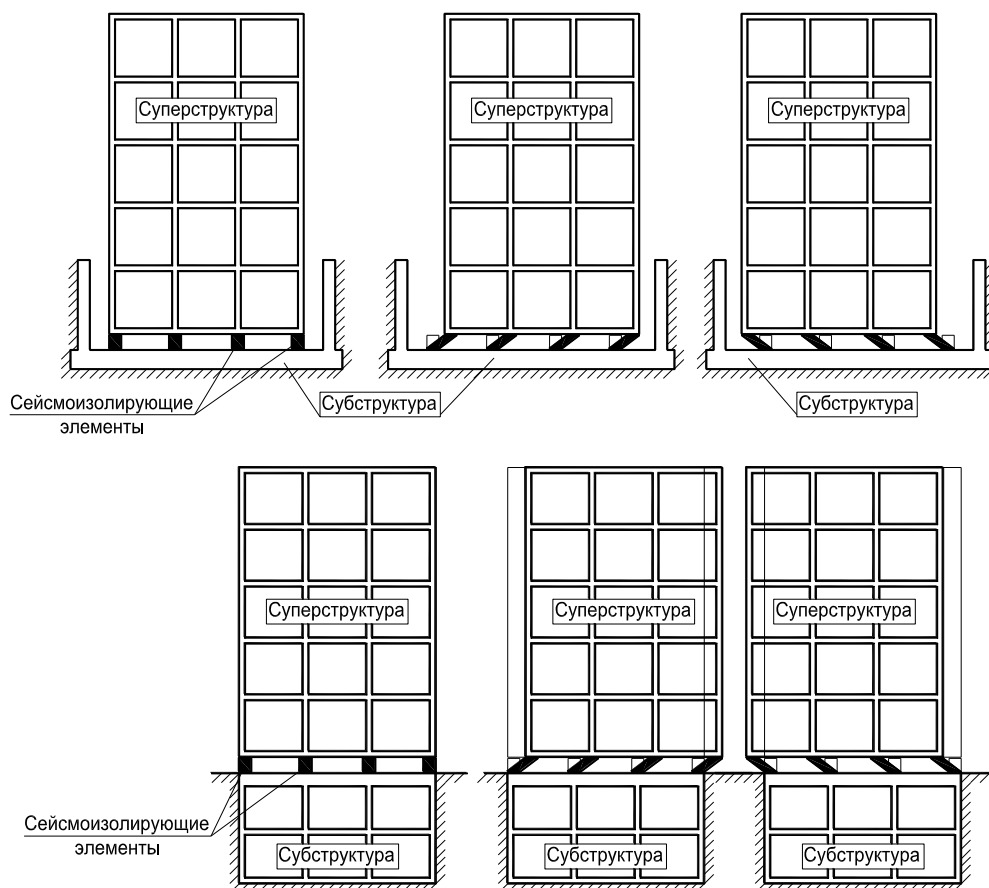


Рисунок 4.1 – Схематические виды поперечных профилей сейсмоизолированных зданий

4.3.4 Обеспечение перемещений Суперструктуры при сейсмических воздействиях

4.3.4.1 Между Суперструктурой и окружающим грунтом или смежными с ней сооружениями, следует предусматривать зазоры, достаточные для необходимых перемещений Суперструктуры во всех направлениях при расчетных сейсмических воздействиях (см. также Рисунок 4.1).

4.3.4.2 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.

В этих целях:

- 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 [10.5.4(1)P];

- вокруг сейсмоизолированного здания (по внешнему периметру) рекомендуется обеспечивать свободные зоны с ограниченным доступом шириной не менее 2-3-кратной величины наибольшего возможного смещения Суперструктуры, обеспечиваемого системой сейсмоизоляции во всех направлениях;

ПРИМЕЧАНИЕ – Как отмечено в подразделе 2.2 настоящего Пособия, рассматриваемые виды сейсмоизолирующих устройств обладают низкой сдвиговой жесткостью (горизонтальной

податливостью) и могут переносить горизонтальные сдвиговые деформации, которые достигают значительных величин при горизонтальных воздействиях, а также иметь значимые горизонтальные смещения Суперструктур относительно Субструктур. Поэтому здание с сейсмоизолирующим фундаментом должно оснащаться внешними визуально заметными указателями, которые предупреждают о том, что строение является сейсмоизолированным, а также обозначают потенциально опасные зоны с ограниченным доступом.

- 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.

5 СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И СВОЙСТВА СИСТЕМ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ, УЧИТЫВАЕМЫЕ В РАСЧЕТЕ

5.1 Сейсмические воздействия

5.1.1 При проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия сейсмоизолированных зданий, параметры сейсмических воздействий следует определять согласно указаниям в 5.1.2, 5.1.3 и 5.1.4 настоящего Пособия, принимая во внимание отнесение здания по функциональному назначению к классу ответственности – II, III или IV (см. также 5.1, 5.2 и Таблицу 5.1 в НТП РК 08-01.2), а также классификацию ответственности здания по этажности (см. также 5.1, 5.2 и Таблицу 5.2 в НТП РК 08-01.2) с учетом количества этажей по высоте Суперструктуры (см. также 3.2.2, прим.2).

5.1.2 [10.6(1)P] Следует предусматривать, что две горизонтальные и вертикальная компоненты сейсмического воздействия действуют одновременно.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Горизонтальное сейсмическое воздействие описывается двумя ортогональными компонентами, характеризующихся одинаковыми спектрами упругих реакций (см. 4.2.1.3 НТП РК 08-01.1). Вертикальное сейсмическое воздействие (компонента воздействия, ортогональная к горизонтальной плоскости) характеризуется спектром реакций, отличающимся от спектров реакций, соответствующих горизонтальным компонентам (см. 4.2.1.4 НТП РК 08-01.1).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – См. также 5.1.6 прим.

5.1.3 Если в проектируемом здании, отнесенном по функциональному назначению к классу ответственности – II, III или IV, Суперструктура предусматривается по высоте с количеством этажей до 5 (пяти) 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 и расчетного ускорения грунта a_g , а также при соответствующем значении коэффициента ответственности – γ_I .

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Для зданий, отнесенных к классам ответственности по этажности – I или II, коэффициент ответственности γ_I следует назначать согласно указаниям 5.3 и Таблицы 5.3 НТП РК 08-01.2.

2021, регламентирующих значения коэффициентов γ_h и γ_{IV} , учитывающих сочетание классов ответственности здания по функциональному назначению и по этажности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – НТП РК 08-01.1-2017 предоставляет в Разделе 3 указания по оценкам сейсмической опасности зон строительства, грунтовых условий и сейсмической опасности площадок строительства, и в подразделе 4.1 указания по оценкам расчетной интенсивности сейсмических воздействий на проектируемых площадках строительства.

5.1.4 Если в проектируемом здании, отнесенном по функциональному назначению к классу ответственности – II, III или IV, 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 5.1.3 при значении коэффициента ответственности равного $\gamma_I=1,0$, но с учетом соответствующих значений повышающего коэффициента $\gamma_h(T)$, которые следует определять с помощью ниже следующих Выражений (5.1) – (5.3):

при $0 \leq T \leq 0,1$ сек

$$\gamma_h(T) = 1,0 + 10 \cdot T \cdot (\gamma_{h,(T=0,1)} - 1,0), \text{ но не менее } \gamma_I \quad (5.1)$$

при $0,1 \leq T \leq 4$ сек

$$\gamma_h(T) = \frac{1,4}{1,4 - 0,02(n - 5)} + 0,00625 \cdot T \cdot (n - 5), \text{ но не менее } \gamma_I \text{ и не более } 1,8 \quad (5.2)$$

при $T > 4$ сек

$$\gamma_h(T) = \gamma_{h,(T=4)} \quad (5.3)$$

где

$\gamma_{h,(T=0,1)}$ – значение коэффициента $\gamma_h(T)$, определенное с помощью Выражения (5.2) при $T=0,1$ сек;

$\gamma_{h,(T=4)}$ – значение коэффициента $\gamma_h(T)$, определенное с помощью Выражения (5.2) при $T=4$ сек;

T – периоды колебаний, для которых определяются значения ординат спектра реакций;

n – количество этажей Суперструктуры в здании ($5 \leq n \leq 19$).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В отношении значений коэффициентов ответственности γ_I следует см. также 5.1.3 прим. 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – См. также в 3.2.3 прим. 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Примеры построения спектров упругих реакций для зданий, отнесенных по функциональному назначению к классу ответственности II, III или IV, и имеющих Суперструктуру с количеством этажей до 5 (пяти) включительно, приведены в Приложении А.

Примеры построения спектров упругих реакций для зданий, отнесенных по функциональному назначению к классу ответственности II, III или IV, и имеющих Суперструктуру с количеством этажей более 5 (пяти), приведены в Приложении Б.

5.1.5 [10.6(3)] Для зданий, относящихся к классу ответственности IV, расположенных на расстоянии менее 15 км от потенциально активного разлома 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. Такой спектр может не приниматься к рассмотрению, если он менее опасен для здания, чем стандартный спектр, определённый в 5.1.3 и 5.1.4.

5.1.6 [10.6(4)] Комбинации эффектов от разных компонент сейсмического воздействия могут быть составлены согласно указаниям, в подразделе 6.6 НТП РК 08-01.2-2021.

ПРИМЕЧАНИЕ – Вертикальную компоненту сейсмического воздействия и ее совместное действие с горизонтальными компонентами сейсмического воздействия следует учитывать согласно указаниям 6.2.7 и 6.2.8 НТП РК 08-01.2.

5.1.7 [10.6(5)] Если необходимо выполнить прямые динамические расчеты, то следует использовать набор из записей не менее трех сейсмических событий и учитывать указания подраздела 4.3.1 и 4.3.2 НТП РК 08-01.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Подраздел 4.3.1 НТП РК 08-01.1 предоставляет указания в отношении альтернативного представления сейсмического воздействия во временном виде и в подразделе 4.3.2 предоставляет указания в отношении пространственной модели сейсмического воздействия.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Согласно 4.3.1.1.6 НТП РК 08-01.1 и 4.3.3.4.3(3) СП РК EN 1998-1:2004/2012, 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 по всем этим расчетам. В ином случае из этих расчетов в качестве E_d следует принимать самое неблагоприятное значение величины реакции.

5.2 Коэффициент поведения

5.2.1 [10.7(1)P] Кроме случаев, оговоренных в 6.8.5 настоящего Пособия, значение коэффициента поведения (q) необходимо принимать равным $q = 1,0$.

5.3 Свойства систем сейсмоизоляции, учитываемые в расчетах

5.3.1 [10.8(1)P] В расчёте следует принимать наиболее неблагоприятные значения физических и механических свойств системы сейсмоизоляции за весь срок ее эксплуатации. Эти свойства должны отображать влияние:

- скорости нагружения;
- величин вертикальной нагрузки;
- величин горизонтальной нагрузки;
- температуры (окружающей среды);
- изменения свойств системы сейсмоизоляции на протяжении её прогнозируемого срока эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Величины вертикальной и горизонтальной нагрузки следует определять согласно указаниям соответствующих СП РК EN и НТП РК к ним, а также положениям настоящего Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Срок эксплуатации системы сейсмоизоляции, обусловлен живучестью и сохранением свойств сейсмоизолирующих устройств, в том числе и с учетом условий окружающей эксплуатационной среды.

5.3.2 [10.8(2)] Силы инерции, вызванные землетрясением, следует оценивать, принимая во внимание максимальное значение жесткости и минимальное значение коэффициентов демпфирования и трения.

ПРИМЕЧАНИЕ – Характеристики системы сейсмоизоляции связаны с параметрами и свойствами сейсмоизолирующих устройств, которые должны быть указаны в их паспортных данных, предоставляемых компанией-изготовителем изделий (см. также 3.3.2 и 4.3.1 настоящего Пособия).

5.3.3 [10.8(3)] Перемещения необходимо вычислять с учётом минимальных значений жесткости, демпфирования и коэффициентов трения.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также примечание в 5.3.2 выше.

5.3.4 [10.8(4)] При проектировании зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, отнесенных к классу II ответственности по функциональному назначению, 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 %.

ПРИМЕЧАНИЕ – При отнесении проектируемых зданий к классу II ответственности по функциональному назначению следует руководствоваться указаниями 5.1, 5.2 и Таблицы 5.1 НТП РК 08-01.2.

6 КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЕТ

6.1 Общие сведения

6.1.1 [10.9.1(1)P] Динамическую реакцию сейсмоизолированного здания следует исследовать в части ускорений, сил инерции и перемещений.

6.1.2 [10.9.1(2)P] Для зданий необходимо принимать во внимание влияние кручения, включая воздействия, приложенные со случайным эксцентриситетом, как это определено в 6.5 НТП РК 08-01.2-2021.

6.1.3 [10.9.1(3)] При моделировании системы сейсмоизоляции следует достаточно точно отображать распределение сейсмоизолирующих устройств в пространстве, чтобы адекватно учесть перемещения в обоих горизонтальных направлениях, соответствующие эффекты опрокидывающего момента и поворота вокруг вертикальной оси здания. Расчетная модель должна правильно отображать характеристики различных видов устройств, применяемых для формирования системы сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В этих целях, моделированию системы сейсмоизоляции должно предшествовать назначение адекватных конструктивных схем систем сопротивления Субструктуры и Суперструктуры и их предварительные оценки, в том числе геометрических параметров их конструктивных элементов, непосредственно взаимодействующих с сейсмоизолирующими устройствами, а также изучение объективных информационных сведений о применяемых видах сейсмоизолирующих устройств, оценки их заявленных характеристик для достижения целей проектирования, их предварительный подбор и назначение адекватных схем их локации (местоположения) в сейсмоизолирующем слое.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – При осуществлении аналитических оценок в отношении сейсмоизолированных зданий могут использоваться расчетные модели – одномассовая или многомассовая (см. рисунок 6.1).

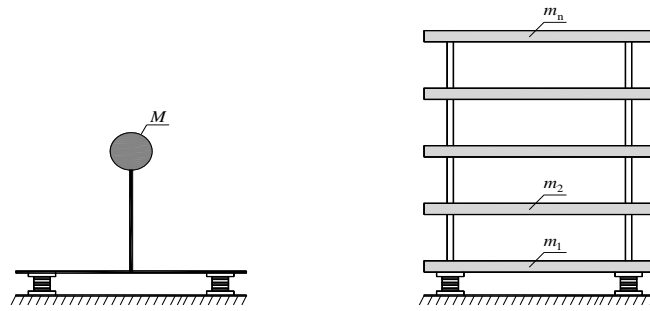


Рисунок 6.1 – Расчетные модели сейсмоизолированной Суперструктуры: одномассовая (нерекомендуемая к применению) и многомассовая.

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 этапе принятия решений все уточняющие оценки следует выполнять только с использованием многомассовых расчетных моделей.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Формы собственных горизонтальных колебаний Суперструктуры, зафиксированной в ее основании, и сейсмоизолированной Суперструктуры, схематично показаны на Рисунке 6.2.

Основными причинами возбуждения в Суперструктуре высших форм колебаний принято считать:

- высокую начальную горизонтальную жесткость системы сейсмоизоляции;
- высокую способность системы сейсмоизоляции к диссипации энергии колебаний ($\xi \geq 20\%$).

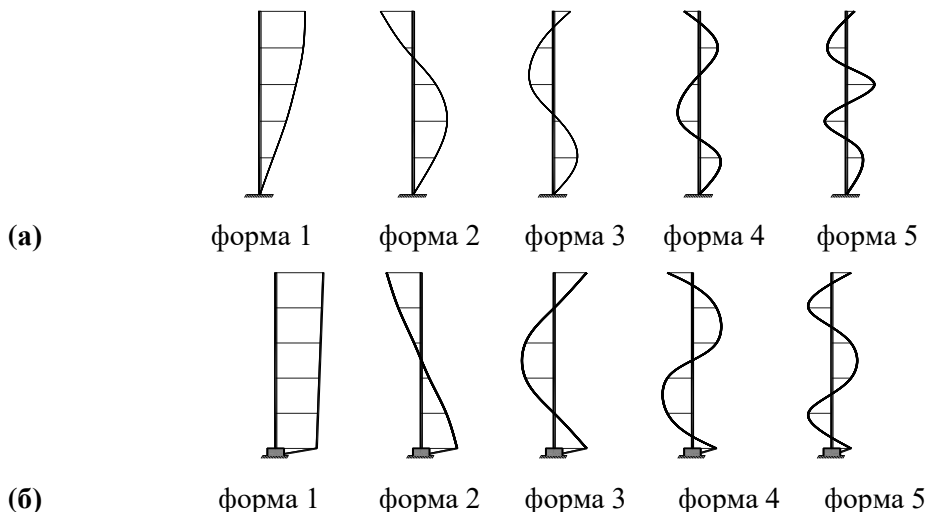
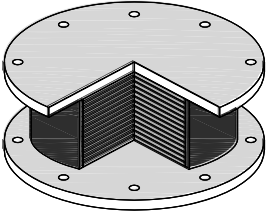
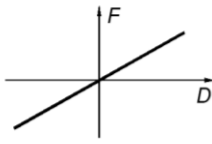
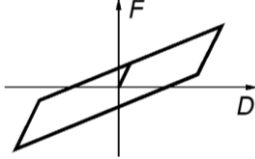
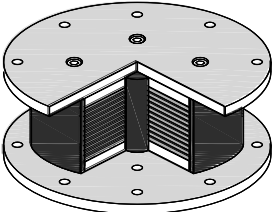
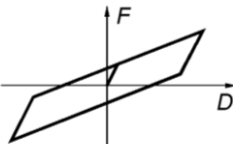
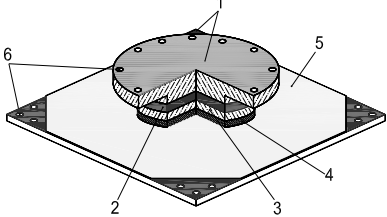
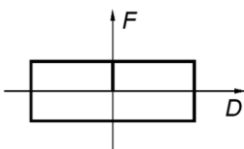
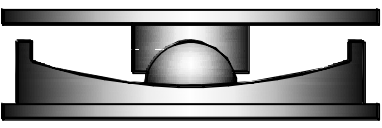
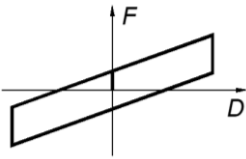
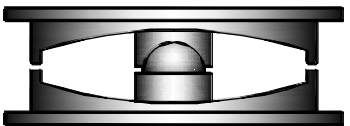
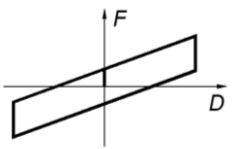


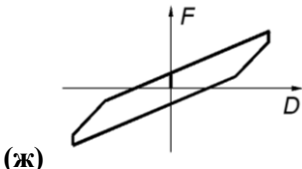
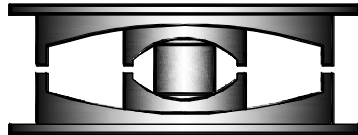

Рисунок 6.2 – Формы собственных горизонтальных колебаний Суперструктуры: (а) – зафиксированной в основании; (б) – сейсмоизолированной

6.2 Моделирование системы сейсмоизоляции

6.2.1 Для описания поведения систем сейсмоизоляции при сейсмических воздействиях могут использоваться идеализированные зависимости нагрузка-перемещение, характеризующие оговоренные в Разделе 2 настоящего Пособия виды сейсмоизолирующих элементов, и представленные в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Идеализированные зависимости нагрузка-перемещение, 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		(а) 
	(б) – с высокой способностью к диссипации энергии		(б) 
	(в) – со свинцовым сердечником		(в) 
Фрикционно-подвижные опоры	(г) – с плоскими горизонтальными поверхностями скольжения		(г) 
	(д) – однамятниковая, со сферическими поверхностями скольжения		(д) 
	(е) – двухмятниковая, со сферическими поверхностями скольжения при $R_1=R_2$ и $\mu_1=\mu_2$		(е) 

<p>(ж) – двухмятниковая, со сферическими поверхностями скольжения при $R_1=R_2$ и $\mu_1 \neq \mu_2$</p>		 <p>(ж)</p>
<p>(к) – трехмятниковая, со сферическими поверхностями скольжения</p>		 <p>(к)</p>

6.3 Эквивалентный линейный расчет

6.3.1 [10.9.2(1)] При соблюдении условий, приведенных в 6.3.5 этого Подраздела, 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.

6.3.2 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 5.3.1. Эффективная жесткость K_{eff} системы сейсмоизоляции является суммой эффективных жесткостей сейсмоизолирующих элементов [10.9.2(2)].

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Эффективные жесткости сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии и со свинцовым сердечником следует определять с помощью Выражения (6.1).

$$K_{eff} = \frac{F_{max}}{d_{db}} = k_2 + \frac{F_0}{d_{db}} = \frac{F_{max} - F_y}{d_{db} - d_y} + \frac{F_0}{d_{db}} \quad (6.1)$$

Условные обозначения, принятые в Выражении (6.1), показаны на Рисунке 6.3.

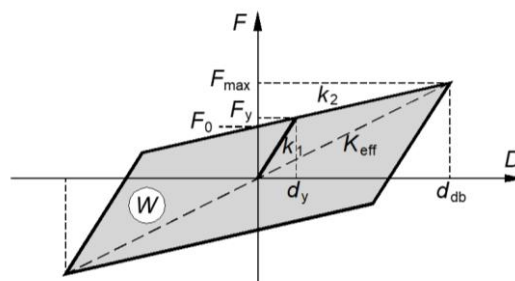


Рисунок 6.3 – Идеализированная зависимость нагрузка-перемещение (F-D), характеризующая поведение сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии и опоры со свинцовыми сердечниками

На Рисунке 6.3 и в Выражении (6.1):

k_1 – начальная горизонтальная упругая жесткость опоры при монотонно возрастающей нагрузке, равная жесткости при разгрузке, определяемая из Выражения (6.2):

$$k_1 = \frac{F_y}{d_y}; \quad (6.2)$$

k_2 – горизонтальная жесткость опоры за пределом текучести, определяемая из Выражения (6.3):

$$k_2 = \frac{F_{\max} - F_y}{d_{db} - d_y}; \quad (6.3)$$

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;

W – энергия, выделяемая за один цикл, соответствующий расчетному перемещению – равна общей площади петли гистерезиса и определяется с помощью следующего Выражения:

$$W = 4F_0(d_{db} - d_y); \quad (6.4)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Эффективные жесткости сейсмоизолирующих одномаятниковых скользящих опор следует определять с помощью Выражения (6.5).

$$K_{\text{eff}} = \frac{F_{\max}}{d_{db}} = \frac{kd_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{\frac{N}{R}d_{db} + \mu N}{d_{db}} = \frac{N}{R} + \frac{\mu N}{d_{db}} \quad (6.5)$$

Условные обозначения, принятые в Выражении (6.5), показаны на Рисунке 6.4.

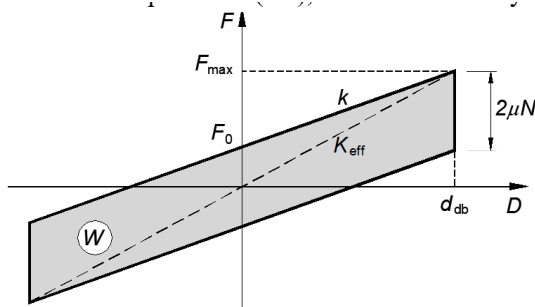


Рисунок 6.4 – Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (F-D), характеризующая поведение сейсмоизолирующей одномаятниковой скользящей опоры

На рисунке 6.4 и в Выражении (6.5):

k – горизонтальная жесткость опоры после превышения силы трения, определяемая из Выражения (6.6):

$$k = \frac{N}{R}; \quad (6.6)$$

F_0 – сила трения в сейсмоизолирующем устройстве, определяемая с помощью следующего Выражения:

$$F_0 = \mu N; \quad (6.7)$$

N – вертикальная нагрузка на сейсмоизолирующую опору;

R – радиус кривизны сферической поверхности опорной плиты;

μ – коэффициента трения скольжения ползуна по сферической поверхности;

W – энергия, выделяемая за один цикл, соответствующий расчетному перемещению – равна общей площади петли гистерезиса и определяется с помощью следующего Выражения:

$$W = 4\mu Nd_{db} = 4F_0 d_{db}; \quad (6.8)$$

6.3.3 [10.9.2(3)] 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, заземленной в основании.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – 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 (6.9). Условные обозначения, принятые в Выражении (6.9), показаны на Рисунке 6.3.

$$\xi_{\text{eff}} = \frac{2F_0(d_{\text{db}} - d_y)}{\pi K_{\text{eff}} d_{\text{db}}^2}; \quad (6.9)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Значения коэффициента эффективного вязкого демпфирования ξ_{eff} для сейсмоизолирующих одномаятниковых скользящих опор и двухмаятниковых скользящих 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 (6.10).

Условные обозначения, принятые в Выражении (6.10), показаны на Рисунке 6.4.

$$\xi_{\text{eff}} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d_{\text{db}}}{\mu R} + 1}; \quad (6.10)$$

6.3.4 [10.9.2(4)] В тех случаях, когда эффективная жесткость или эффективное демпфирование отдельных сейсмоизолирующих опор 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.

6.3.5 [10.9.2(5)] Свойства системы сейсмоизоляции можно рассматривать как эквивалентные линейным свойствам, если выполняются все следующие условия:

а) эффективная жесткость системы сейсмоизоляции, определенная в 6.3.2 этого Подраздела, составляет не менее 50 % эффективной жесткости при перемещении $0,2d_{\text{dc}}$;

б) коэффициент эффективного демпфирования системы сейсмоизоляции, определенный в 6.3.3 этого Подраздела, 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 $0,5d_{\text{dc}}$ и d_{dc} составляет не меньше 2,5 % от общей гравитационной нагрузки над системой сейсмоизоляции.

ПРИМЕЧАНИЕ – На этапе принятия решений расчеты сейсмоизолированных зданий следует выполнять с учетом нелинейных свойств сейсмоизолирующих элементов.

6.3.6 Если свойства системы сейсмоизоляции рассматриваются как эквивалентные линейным свойствам и сейсмическое воздействие определяется с помощью упругого спектра согласно 5.1 настоящего Пособия, то корректировку спектра по диссипации следует осуществлять в соответствии с 4.2.2.3 НТП РК 08-01.1 [10.9.2(6)].

6.4 Упрощенный линейный расчет

6.4.1 [10.9.3(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 6.4.2 и 6.4.3 этого Подраздела.

В этом случае эффективный период поступательных движений определяется из Выражения:

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K_{\text{eff}}}}, \quad (6.11)$$

где

M – масса Суперструктуры;

K_{eff} – эффективная горизонтальная жесткость системы сейсмоизоляции, определяемая с помощью Выражения (6.1) (см. 6.3.2 прим.1);

ПРИМЕЧАНИЕ – Эффективные периоды сейсмоизолированных зданий с эластомерными опорами (в том числе со свинцовым сердечником) при расчетных перемещениях d_{dc} можно определять также с помощью Выражения (6.12):

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{Md_{\text{dc}}}{F_{\text{dc}}}}, \quad (6.12)$$

Эффективные периоды сейсмоизолированных зданий с однопяточковыми сейсмоизолирующими опорами при расчетных перемещениях d_{dc} можно определять с помощью Выражения (6.13):

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{d_{\text{dc}}} \right)}}, \quad (6.13)$$

6.4.2 [10.9.3(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 % её длины в направлении, являющемся поперечным к рассматриваемому горизонтальному направлению. Это является необходимым условием применения упрощенного линейного метода.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 4.1.1, 4.3.2.2, 4.3.3.4 настоящего Пособия в отношении удовлетворения системы Суперструктуры базовым принципам и критериям.

6.4.3 [10.9.3(3)] Упрощенный метод можно применять к системам сейсмоизоляции с эквивалентными линейными демпфирующими свойствами, если они отвечают всем следующим условиям:

а) расстояние от площадки строительства до ближайшего потенциально опасного разлома с магнитудой $M_s \geq 6,5$ больше 15 км;

б) наибольший размер в плане Суперструктуры не превышает 50,0 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:

$$3T_f \leq T_{\text{eff}} \leq 3 \text{ с}, \quad (6.14)$$

где T_f – период основного тона колебаний Суперструктуры в предположении её жесткого защемления в основании (определенный по упрощенному Выражению).

6.4.4 [10.9.3(4)] В зданиях, в дополнение к 6.4.3 этого Подраздела, 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 строения в плане;

б) качательными колебаниями Субструктуры в основании можно пренебречь;

в) соотношение между вертикальной и горизонтальной жесткостями системы сейсмоизоляции должно подчиняться следующему Выражению:

$$\frac{K_v}{K_{\text{eff}}} \geq 150. \quad (6.15)$$

г) период основного тона вертикальных колебаний T_v должен быть не более 0,1 сек, где

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K_v}}. \quad (6.16)$$

6.4.5 [10.9.3(5)] Перемещение центра жесткости при сейсмическом воздействии должно вычисляться в каждом горизонтальном направлении по следующему Выражению:

$$d_{\text{dc}} = \frac{M S_e(T_{\text{eff}}, \xi_{\text{eff}})}{K_{\text{eff}, \text{min}}}, \quad (6.17)$$

где $S_e(T_{\text{eff}}, \xi_{\text{eff}})$ – спектральное ускорение, определенное с учётом соответствующего значения эффективного демпфирования ξ_{eff} в соответствии с 6.3.3.

6.4.6 [10.9.3(6)] Горизонтальные силы, приложенные в каждом уровне Суперструктуры, должны быть вычислены в каждом горизонтальном направлении с помощью следующего Выражения:

$$f_j = m_j S_e(T_{\text{eff}}, \xi_{\text{eff}}), \quad (6.18)$$

где m_j – сосредоточенная масса в уровне j .

6.4.7 [10.9.3(7)] Система сил, рассмотренная в 6.4.6, вызывает эффекты кручения из-за сочетания естественных и случайных эксцентриситетов.

6.4.8 [10.9.3(8)] Если условие в 6.4.2 этого Подраздела, выполняется, то влияние кручения в отдельном сейсмоизолирующем устройстве может быть рассчитано путём умножения полученных в каждом направлении результатов, определенных как указано в

6.4.5 и 6.4.6 этого Подраздела, на коэффициент δ_i , определяемый следующим Выражением (для действия по направлению x):

$$\delta_{xi} = 1 + \frac{e_{tot,y}}{r_y^2} y_i, \quad (6.19)$$

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:

$$r_y^2 = \sum (x_i^2 K_{yi} + y_i^2 K_{xi}) / \sum K_{xi}. \quad (6.20)$$

K_{xi} и K_{yi} – являются эффективными жесткостями элемента i в направлениях x и y , соответственно.

6.4.9 Эффекты кручения в Суперструктуре должны оцениваться согласно положениям подраздела 6.5 НТП РК 08-01.2 [10.9.3(9)].

6.5 Модальный упрощённый линейный расчет

6.5.1 [10.9.4(1)] Если поведение сейсмоизолирующих устройств может рассматриваться как эквивалентное линейное, но не выполняется любое из условий 6.4.2 и 6.4.3 или, если не применимо 6.4.4, то может быть выполнен модально-спектральный расчет, соответствующий 6.3 НТП РК 08-01.2.

6.5.2 [10.9.4(2)] Если все условия 6.4.3 выполняются и если применимо 6.4.4, 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 6.5 НТП РК 08-01.2). 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.

6.6 Расчет во временной области

6.6.1 Если система сейсмоизоляции не может быть представлена в виде эквивалентной линейной модели (т.е. если условия в 6.3.5 не выполняются), то сейсмическая реакция здания должна быть оценена с помощью записей сейсмических движений грунтов во времени, используя установленные зависимости, позволяющие адекватно воспроизводить поведение сейсмоизолирующих устройств в диапазоне

деформаций и скоростей, ожидаемых в сейсмической расчетной ситуации [10.9.5(1)P].

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Расчеты зданий и сооружений с применением искусственных, инструментальных и синтезированных акселерограмм следует выполнять при участии научно-исследовательских организаций, специализирующихся в области сейсмостойкого строительства (см. 4.3.1.1.7 НТП РК 08-01.1).

Расчет, выполняемый с помощью записей сейсмических движений грунтов во времени, может рассматриваться 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.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Для выполнения расчета здания или сооружения во временной области рекомендуется использовать не менее семи записей, характеризующих движения грунта при сейсмических событиях (см. 4.3.1.1.6 НТП РК 08-01.1).

6.7 Неконструктивные элементы

6.7.1 [10.9.6(1)P] Расчет неконструктивных элементов должен быть выполнен согласно 6.8 НТП РК 08-01.2 с обязательным рассмотрением динамических эффектов сейсмоизоляции (см. также 6.8.1 НТП РК 08-01.2).

6.8 Проверки безопасности в критическом предельном состоянии (ULS)

6.8.1 [10.10(1)P] Субструктура должна быть проверена на воздействие сил инерции, непосредственно приложенных к ней, а также на силы и моменты, переданные ей системой сейсмоизоляции.

6.8.2 [10.10(2)P] Критические предельные состояния Субструктуры и Суперструктуры необходимо проверить, используя значения γ_m , определенные в НТП РК к другим соответствующим разделам СП РК EN 1998-1:2004/2012.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – См. также 4.2.1, 4.3.3.4 прим.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – НТП РК к разделам 5 и 6 СП РК EN 1998-1:2004/2012 предоставляют требования, указания и рекомендации по проектированию бетонных и стальных несущих конструкций сейсмостойких зданий. Композитные сталебетонные несущие конструкции сейсмостойких зданий следует проектировать согласно дополнительным правилам в разделе 7 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

6.8.3 [10.10(3)P] Проверки безопасности, относящиеся к равновесию и сопротивлению Субструктуры и Суперструктуры, следует выполнять в соответствии с положениями Раздела 7 НТП РК 08-01.2. В соблюдении требований капацитивного проектирования и условий глобальной или локальной пластичности нет необходимости.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 4.2.8 и 4.2.9, а также 5.2.1.

6.8.4 [10.10(4)] В сейсмоизолированных зданиях, конструктивные элементы Субструктуры и Суперструктуры могут быть запроектированы как недиссипативные.

НТП РК 08-01.6-2022

Для бетонных, стальных или сталебетонных систем сопротивления зданий может быть принят концептуальный класс пластичности низкий (DCL), отвечающий концепции о низкодиссипативном поведении, и соответственно, применены положения 5.3, 6.1.2(2)Р, 6.1.2(3) и 6.1.2(4) или 7.1.2(2)Р и 7.1.2(3) СП РК EN 1998-1:2004/2012, а также положения НТП РК к соответствующим Разделам СП РК EN 1998-1:2004/2012.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 6.8.2 прим. 2, и также 4.2.8 и 4.2.9.

6.8.5 [10.10(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.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также 5.2.1 и 6.8.2 прим. 2.

6.8.6 [10.10(6)Р] Принимая во внимание возможную потерю устойчивости сейсмоизолирующих устройств и использование национально определенных значений γ_m , сопротивляемость системы сейсмоизоляции должна быть оценена с учётом коэффициента γ_x , приведенного в 4.2.2.

ПРИМЕЧАНИЕ – В отношении значений γ_m , см. также НТП РК к другим соответствующим разделам СП РК EN 1998-1:2004/2012.

6.8.7 [10.10(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 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*(информационное)***Примеры построения спектров упругих реакций для анализа сейсмоизолированных зданий, отнесенных к классам II, III, IV ответственности по функциональному назначению и имеющих Суперструктуру с количеством этажей до 5 (пяти) включительно****A1 Общие сведения**

A1.1 Настоящим Приложением А предоставляются указания и рекомендации по построению спектров упругих реакций в ускорениях, используемых для генерирования искусственных акселерограмм, применяемых при расчете (анализе) во временной области структурных систем сопротивления сейсмоизолированных зданий, проектируемых в соответствии с положениями настоящего Пособия:

- отнесенных к классам ответственности по функциональному назначению – II, III или IV (см. также 5.1, 5.2 и таблицу 5.1 НТП РК 08-01.2-2021);
- имеющих Суперструктуры с количеством этажей до 5 (пяти) включительно, которые могут быть отнесены к классам ответственности по этажности – I или II (см. также 5.1, 5.2 и таблицу 5.2 НТП РК 08-01.2-2021).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Приложение А дополняет и развивает указания подраздела 6.6.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Конструктивные системы сопротивлений зданий исследуются в предположении линейно-упругой работы их несущих конструкций (см. также 4.2.7).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Согласно 4.2.2 НТП РК 08-01.1-2017 значения ординат спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия следует вычислять при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$.

A1.2 В примерах построения спектров упругих реакций для сейсмоизолированных зданий, указанных в A1.1 настоящего Приложения, были приняты во внимание условно следующие исходные данные:

- сейсмическая опасность зоны строительства оценивается согласно карте ОСЗ-1₄₇₅ и характеризуется значением $a_{gR(475)} = 0,5g$;
- сейсмическая опасность зоны строительства оценивается согласно карте ОСЗ-1₂₄₇₅ и характеризуется значением $a_{gR(2475)} = 0,6g$;
- площадка строительства характеризуется типом IБ (первый) грунтовых условий по сейсмическим свойствам (см. также 3.2 и таблицу 3.1 НТП РК 08-01-1-2017);
- коэффициент, учитывающий топографические эффекты усиления горизонтальных сейсмических воздействий на площадке строительства, принят равным $S_T = 1,0$ (см. также 3.3.4 НТП РК 08-01.1-2017).

ПРИМЕЧАНИЕ – Предполагается, что какие-либо иные неблагоприятные в сейсмическом отношении факторы, характеризующие условную площадку строительства, не проявляются.

A1.3 Для сейсмоизолированных зданий, указанных в A1.1 настоящего Приложения, процесс построения спектра упругих реакций следует выполнять в два основных этапа (первый и второй).

Второму этапу построения спектров упругих реакций в ускорениях должен предшествовать обязательный первый этап определения расчетной интенсивности

сейсмических воздействий на площадке строительства с учетом конкретизации классификации здания по функциональному назначению.

ПРИМЕЧАНИЕ – Подробнее о содержании этапов, в зависимости от классификации зданий, см. в подразделах А2, А3 и А4 (Примеры А(1), А(2) и А(3), соответственно, в настоящем Приложении.

А2 Пример А(1) – Построение спектра упругих реакций в ускорениях для анализа сейсмоизолированного здания, отнесенного к классу II (второму) ответственности по функциональному назначению и имеющего 5-этажную Суперструктуру.

А2.1 На первом этапе построения спектра упругих реакций значение пикового ускорения a_g , характеризующего расчетную интенсивность горизонтального сейсмического воздействия на площадке строительства при проверке требования по отсутствию разрушения, может быть определено согласно указаниям в 4.1.1 НТП РК 08-01.1.

ПРИМЕЧАНИЕ – В рамках Примера А(1) предполагается, что сведения Карт сейсмического микрозонирования (СМЗ) отсутствуют, и поэтому значение пикового ускорения a_g , может быть определено с помощью Выражения (4.1) в НТП РК 08-01.1, в котором $a_{g(475)}$ и $a_{g(2475)}$ – значения горизонтальных пиковых ускорений на площадке строительства при ее фактических грунтовых и топографических условиях, могут быть определены согласно указаниям 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 и 4.1.1 с помощью Выражений (3.3), (3.4) и (4.1) в НТП РК 08-01.1.

Для зданий, оговоренных в А1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классу II (второму) ответственности по функциональному назначению, значение коэффициента ответственности γ_I следует принимать равным $\gamma_I = 1,0$ (см. таблицу 5.3 НТП РК 08-01.2-2021).

Согласно указаниям 4.1.1 НТП РК 08-01.1 и принимая во внимание исходные данные, приведенные в А1.2 настоящего Приложения, в качестве расчетного значения ускорения a_g , учитываемого при проверке требования по отсутствию разрушения, следует принимать большее из двух значений, определяемых с помощью Выражения (4.1) в НТП РК 08-01.1.

Таким образом, как результат принимается: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,0 * 0,5g = 0,5g$.

А2.2 На втором этапе построения спектра, принимая во внимание исходные данные, приведенные в А1.1 и А1.2 настоящего Приложения, а также оценки в А2.1 выше, при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$, для определения значений ординат спектра упругих реакций $S_e(T)$, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, можно воспользоваться указаниями подраздела 4.2.2 НТП РК 08-01.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Согласно 4.2.2.1 НТП РК 08-01.1, значения спектров упругих реакций в ускорениях, $S_e(T)$, характеризующих горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, учитываемого при проверке требования по отсутствию разрушения здания или сооружения, определяются с помощью Выражений (4.2) – (4.4) в НТП РК 08-01.1-2017:

$$0 \leq T \leq T_B: S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]; \quad (4.2)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 ; \quad (4.3)$$

$$T_C \leq T: \quad S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad (4.4)$$

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 равным $a_g = 0,5g$ (см. А2.1 настоящего Приложения);

T_B – минимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений; для зданий рассматриваемых классов ответственности и при типе **ИБ** грунтовых условий по сейсмическим свойствам принимается равным $T_B = 0,15$ сек (см. А1.1, А1.2 настоящего Приложения, а также 4.2.2.2 и Таблицу 4.1 НТП РК 08-01.1);

T_C – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений; для зданий рассматриваемых классов ответственности и при типе **ИБ** грунтовых условий по сейсмическим свойствам принимается равным $T_C = 0,44$ сек (см. А1.1, А1.2 настоящего Приложения, а также 4.2.2.2 и Таблицу 4.1 НТП РК 08-01.1);

η – коэффициент коррекции по демпфированию, имеющий значение $\eta = 1$ для коэффициента вязкого демпфирования $\xi = 5\%$ (см. А1.1 прим.3 настоящего Приложения, а также 4.2.2.1 НТП РК 08-01.1).

Для определения ординат спектра реакций (в долях g) в Выражения (4.2) – (4.4) в НТП РК 08-01.1 подставляем значения a_g , T_B , T_C , η , определенные выше и как результаты получаем:

$$\text{при } 0 \leq T \leq 0,15 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,5 \cdot \left[1 + \frac{T}{0,15} (1 \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,5 \cdot (1 + 10T);$$

$$\text{при } 0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,5 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,25;$$

$$\text{при } 0,44 \text{ сек} \leq T: \quad S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = 0,5 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{0,44}{T} \right] = \frac{0,55}{T}.$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Спектр упругой реакции, характеризующий горизонтальные сейсмические воздействия, для сейсмоизолированного здания с количеством этажей Суперструктуры до 5 (пяти) включительно, отнесенного к II (второму) классу ответственности и при типе **ИБ** грунтовых условий по сейсмическим свойствам показан на рисунке А.1 сплошной линией.

А3 Пример А(2) – Построение спектра упругих реакций в ускорениях для анализа сейсмоизолированного здания, отнесенного к классу III (третьему) ответственности по функциональному назначению и имеющего 5-этажную Суперструктуру.

А3.1 На первом этапе построения спектра значение пикового ускорения a_g , характеризующего расчетную интенсивность горизонтального сейсмического воздействия на площадке строительства при проверке требования по отсутствию разрушения, может быть определено согласно указаниям, в 4.1.1 НТП РК 08-01.1 и аналогичным образом, как это оговорено в А2.1.

Для зданий, оговоренных в А.1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классу **III** (третьему) ответственности по функциональному назначению, значение коэффициента ответственности γ_I следует принимать равным $\gamma_I = 1,25$ (см. таблицу 5.3 НТП РК 08-01.2-2021).

Таким образом, как результат принимается: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,25 * 0,5g = 0,625g$.

А3.2 На втором этапе построения спектра, принимая во внимание исходные данные, приведенные в А1.1 и А1.2 настоящего Приложения, а также оценки в А3.1 выше, при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$, для определения значений ординат спектра упругих реакций $S_e(T)$, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, можно воспользоваться указаниями подраздела 4.2.2 НТП РК 08-01.1 и аналогичным образом, как это оговорено в А2.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Для определения ординат спектра реакций (в долях g) в Выражения (4.2) – (4.4) в НТП РК 08-01.1-2017 подставляем значения T_B , T_C , η , определенные в А2.2 выше и значение a_g , определенное в А3.1, и как результаты получаем:

$$\text{при } 0 \leq T \leq 0,15 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,625 \cdot \left[1 + \frac{T}{0,15} (1 \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,625 \cdot (1 + 10T);$$

$$\text{при } 0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,625 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,5625;$$

$$\text{при } 0,44 \text{ сек} \leq T: S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = 0,625 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{0,44}{T} \right] = \frac{0,6875}{T}.$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Спектр упругой реакции, характеризующий горизонтальные сейсмические воздействия, для сейсмоизолированного здания с количеством этажей Суперструктуры до 5 (пяти) включительно, отнесенного к III (третьему) классу ответственности и при типе ИБ грунтовых условий по сейсмическим свойствам показан на рисунке А.1 пунктирной линией.

А4 Пример А(3) – Построение спектра упругих реакций в ускорениях для анализа сейсмоизолированного здания, отнесенного к классу IV (четвертому) ответственности по функциональному назначению и имеющего 5-этажную Суперструктуру.

А4.1 На первом этапе построения спектра значение пикового ускорения a_g , характеризующего расчетную интенсивность горизонтального сейсмического воздействия на площадке строительства при проверке требования по отсутствию разрушения, может быть определено согласно указаниям, в 4.1.1 НТП РК 08-01.1 и аналогичным образом, как это оговорено в А2.1 и А3.1 выше.

Для зданий, оговоренных в А1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классу IV (четвертому) ответственности по функциональному назначению, значение коэффициента ответственности γ_I следует принимать равным $\gamma_I = 1,5$ (см. таблицу 5.3 НТП РК 08-01.2).

Таким образом, как результат принимается: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,5 * 0,5g = 0,75g$.

А4.2 На втором этапе построения спектра, принимая во внимание исходные данные, приведенные в А1.1 и А1.2 настоящего Приложения, а также оценки в А4.1 выше, при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$, для определения значений ординат спектра упругих реакций $S_e(T)$, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, можно воспользоваться указаниями подраздела 4.2.2 НТП РК 08-01.1-2017 и аналогичным образом, как это оговорено в А2.2 и А3.2 выше.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Для определения ординат спектра реакций (в долях g) в Выражения (4.2) – (4.4) в НТП РК 08-01.1 подставляем значения T_B , T_C , η , определенные в А2.2 и А3.2 выше и значение a_g , определенное в А4.1, и как результаты получаем:

$$\text{при } 0 \leq T \leq 0,15 \text{ сек: } S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,75 \cdot \left[1 + \frac{T}{0,15} (1 \cdot 2,5 - 1) \right] = 0,75 \cdot (1 + 10T);$$

при $0,15 \leq T \leq 0,44$ сек : $S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,75 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,875$;

при $0,44 \text{ сек} \leq T$: $S_e(T) = a_g \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0,75 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{0,44}{T} \right] = \frac{0,825}{T}$.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Спектр упругой реакции, характеризующий горизонтальные сейсмические воздействия, для сейсмоизолированного здания с количеством этажей Суперструктуры до 5 (пяти) включительно, отнесенного к IV (четвертому) классу ответственности и при типе IB грунтовых условий по сейсмическим свойствам показан на рисунке А.1 штрихпунктирной линией.

А5. Формы спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия

А5.1. Для сейсмоизолированных зданий с количеством этажей Суперструктуры до 5 (пяти) включительно, указанных в А1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классам ответственности по функциональному назначению – II, III или IV, общие виды нормализованных спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия, построенные при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi = 5\%$ и при типе IB грунтовых условий по сейсмическим свойствам, показаны на Рисунке А.1.

ПРИМЕЧАНИЕ – См. также А2.2 прим.2, А3.2 прим.2, А4.2 прим.2.

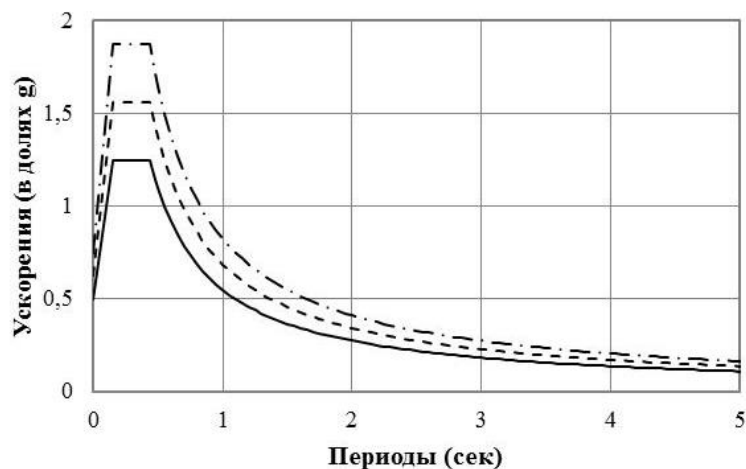


Рисунок А.1 – Формы нормализованных спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмических воздействий

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(информационное)

Примеры построения спектров упругих реакций для анализа сейсмоизолированных зданий, отнесенных к классам ответственности по функциональному назначению II, III, IV и имеющих Суперструктуру с количеством этажей более 5 (пяти)

Б1. Общие сведения

Б1.1. Настоящим Приложением Б предоставляются указания и рекомендации по построению спектров упругих реакций в ускорениях, используемых для генерирования искусственных акселерограмм, применяемых при расчете (анализе) во временной области структурных систем сопротивления сейсмоизолированных зданий, проектируемых в соответствии с положениями настоящего Пособия:

- отнесенных к классам ответственности по функциональному назначению – II, III или IV (см. также 5.1, 5.2 и таблицу 5.1 НТП РК 08-01.2);
- имеющих Суперструктуры с количеством этажей более 5 (пяти), которые могут быть отнесены к классам ответственности по этажности – III или IV (см. также 5.1, 5.2 и таблицу 5.2 НТП РК 08-01.2-2021).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Приложение Б дополняет и развивает указания подраздела 6.6.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В отношении сейсмоизолированных зданий, отнесенных к IV (четвертому) классу ответственности по этажности и имеющих Суперструктуры с количеством этажей 13 – 19 (высотой $42 \leq H < 66$ м); см. также 3.2.3 прим. 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Конструктивные системы сопротивлений сейсмоизолированных зданий исследуются в предположении линейно-упругой работы их несущих конструкций (см. также 4.2.7).

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Согласно 4.2.2 НТП РК 08-01.1 значения ординат спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия следует вычислять при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$.

Б1.2. В примерах построения спектров упругих реакций для сейсмоизолированных зданий, указанных в Б1.1 настоящего Приложения, были приняты во внимание условно следующие исходные данные:

- сейсмическая опасность зоны строительства оценивается согласно карте ОСЗ-1₄₇₅ и характеризуется значением $a_{gR(475)} = 0,5g$;
- сейсмическая опасность зоны строительства оценивается согласно карте ОСЗ-1₂₄₇₅ и характеризуется значением $a_{gR(2475)} = 0,6g$;
- площадка строительства характеризуется типом IБ (первый) грунтовых условий по сейсмическим свойствам (см. также 3.2 и таблицу 3.1 НТП РК 08-01-1-2017);
- коэффициент, учитывающий топографические эффекты усиления горизонтальных сейсмических воздействий на площадке строительства принят равным $S_T = 1,0$ (см. также 3.3.4 НТП РК 08-01.1).

ПРИМЕЧАНИЕ – Предполагается, что какие-либо иные неблагоприятные в сейсмическом отношении факторы, характеризующие условную площадку строительства, не проявляются.

Б2. Пример Б(1) – Построение спектра упругих реакций в ускорениях для анализа сейсмоизолированного здания, имеющего Суперструктуру с количеством этажей более 5 (пяти)

Б2.1. На первом этапе значение пикового ускорения a_g , характеризующего расчетную интенсивность горизонтального сейсмического воздействия на площадке строительства при проверке требования по отсутствию разрушения, может быть определено согласно указаниям, в 4.1.1 НТП РК 08-01.1.

ПРИМЕЧАНИЕ – В рамках Примера Б(1) предполагается, что сведения Карт сейсмического микроразделения (СМЗ) отсутствуют, и поэтому значение пикового ускорения a_g , может быть определено с помощью Выражения (4.1) в НТП РК 08-01.1, в котором $a_{g(475)}$ и $a_{g(2475)}$ – значения горизонтальных пиковых ускорений на площадке строительства при ее фактических грунтовых и топографических условиях, могут быть определены согласно указаниям 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 и с помощью Выражений (3.3) и (3.4) в НТП РК 08-01.1.

Для зданий, оговоренных в Б1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классу **II** (второму) ответственности по функциональному назначению, значение коэффициента ответственности γ_I следует принимать равным $\gamma_I = 1,0$ (см. таблицу 5.3 НТП РК 08-01.2).

Согласно указаниям 4.1.1 НТП РК 08-01.1-2017 и принимая во внимание исходные данные, приведенные в Б1.2 настоящего Приложения, в качестве расчетного значения ускорения a_g , учитываемого при проверке требования по отсутствию разрушения, следует принимать большее из двух значений, определяемых с помощью Выражения (4.1) в НТП РК 08-01.1.

Таким образом, как результат принимается: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,0 * 0,5g = 0,5g$.

Для зданий, оговоренных в Б.1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классу **III** (третьему) ответственности по функциональному назначению, значение коэффициента ответственности γ_I следует принимать равным $\gamma_I = 1,25$ (см. таблицу 5.3 НТП РК 08-01.2).

Таким образом, как результат принимается: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,25 * 0,5g = 0,625g$.

Для зданий, оговоренных в Б1.1 настоящего Приложения и отнесенных к классу **IV** (четвертому) ответственности по функциональному назначению, значение коэффициента ответственности γ_I следует принимать равным $\gamma_I = 1,5$ (см. таблицу 5.3 НТП РК 08-01.2).

Таким образом, как результат принимается: $a_g = \gamma_I a_{g(475)} = 1,5 * 0,5g = 0,75g$.

Б2.2. На втором этапе, принимая во внимание исходные данные, приведенные в Б1.1 и Б1.2 настоящего Приложения, а также оценки в Б2.1 выше, при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$, для определения значений ординат спектра упругих реакций $S_e(T)$, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, можно воспользоваться указаниями подраздела 4.2.2 НТП РК 08-01.1.

ПРИМЕЧАНИЕ – Согласно 4.2.2.1 НТП РК 08-01.1-2017, значения спектров упругих реакций в ускорениях, $S_e(T)$, характеризующих горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, учитываемого при проверке требования по отсутствию разрушения здания или сооружения, определяются с помощью Выражений (4.2) – (4.4) в НТП РК 08-01.1-2017.

Б2.3. Допустим, что требуется: построить спектры упругих реакций в ускорениях, характеризующие горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, учитываемые при расчете во временной области сейсмоизолированных зданий с классами ответственности II, III, IV и количеством этажей в Суперструктуре 14 (четырнадцать). Согласно положениям 4.2.2 НТП РК 08-01.1 значения ординат спектров следует вычислять при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$

В соответствии с 5.1.26) настоящего Пособия, для сейсмоизолированных зданий с классами ответственности II, III, IV и количеством этажей более 5 значения ординат

спектров упругих реакций, характеризующих каждую компоненту сейсмического воздействия, следует определять, как произведения:

- значений ординат спектров реакций, определенных согласно 5.1.2а) настоящего Пособия при $\gamma_I=1,0$, и
- соответствующих значений повышающего коэффициента $\gamma_h(T)$.
- Значения коэффициента $\gamma_h(T)$ следует определять с помощью Выражений (5.1) – (5.3) в 5.1.4 настоящего Пособия, но принимать не менее:
 - для зданий класса ответственности III – 1,25;
 - для зданий класса ответственности IV – 1,50.

В качестве спектра реакций, определенного согласно 5.1.2а), примем спектр реакций, построенный в Примере А(1) Приложения А.

Значения коэффициента γ_I , принятые согласно таблице 5.3 НТП РК-08-01.02, и коэффициента $\gamma_h(T)$, вычисленные с помощью Выражений (5.1) – (5.3) в 5.1.4 настоящего Пособия как для 14-этажных Суперструктур зданий, отнесенных к классам ответственности II, III или IV, приведены в таблицах Б.1, Б.2 и Б.3, соответственно.

Таблица Б.1 – Значения коэффициентов γ_I и $\gamma_h(T)$ для здания класса ответственности II (второй) с 14-этажной Суперструктурой

T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$	T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$	T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$
0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,175666	1,8	1,0	1,248791
0,05		1,076583	0,6		1,181291	2,0		1,260041
0,1		1,153166	0,7		1,186916	2,5		1,288166
0,15		1,155978	0,8		1,192541	3,0		1,316291
0,2		1,158791	1,0		1,203791	3,5		1,344416
0,3		1,164416	1,2		1,215041	4,0		1,372541
0,4		1,170041	1,4		1,226291	4,5		1,372541
0,44		1,172291	1,6		1,237541	5,0		1,372541

Таблица Б.2 – Значения коэффициентов γ_I и $\gamma_h(T)$ для здания класса ответственности III (третий) с 14-этажной Суперструктурой

T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$	
		(1)	(2)			(1)	(2)			(1)	(2)
0	1,25	1,0	1,25	0,5	1,25	1,175	1,25	1,8	1,25	1,249	1,25
0,05		1,076	1,25	0,6		1,181	1,25	2,0		1,260	1,260
0,1		1,153	1,25	0,7		1,187	1,25	2,5		1,288	1,288
0,15		1,155	1,25	0,8		1,192	1,25	3,0		1,316	1,316
0,2		1,158	1,25	1,0		1,204	1,25	3,5		1,344	1,344
0,3		1,164	1,25	1,2		1,215	1,25	4,0		1,372	1,372
0,4		1,170	1,25	1,4		1,226	1,25	4,5		1,372	1,372
0,44		1,172	1,25	1,6		1,237	1,25	5,0		1,372	1,372

(3) – значения $\gamma_h(T)$, вычисленные с помощью Выражений (5.1) – (5.3) в 5.1.4 настоящего Пособия при $\gamma_I=1,0$;

(4) – расчетные значения $\gamma_h(T)$ при $\gamma_I=1,25$.

Таблица Б.3 – Значения коэффициентов γ_I и $\gamma_h(T)$ для здания с класса ответственности IV (четвертый) с 14-этажной Суперструктурой

T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$		T (сек)	γ_I	$\gamma_h(T)$	
		(1)	(2)			(1)	(2)			(1)	(2)
0	1,5	1,0	1,5	0,5	1,5	1,175	1,5	1,8	1,5	1,249	1,5

0,05		1,076	1,5	0,6		1,181	1,5	2,0		1,260	1,5
0,1		1,153	1,5	0,7		1,187	1,5	2,5		1,288	1,5
0,15		1,155	1,5	0,8		1,192	1,5	3,0		1,316	1,5
0,2		1,158	1,5	1,0		1,204	1,5	3,5		1,344	1,5
0,3		1,164	1,5	1,2		1,215	1,5	4,0		1,372	1,5
0,4		1,170	1,5	1,4		1,226	1,5	4,5		1,372	1,5
0,44		1,172	1,5	1,6		1,237	1,5	5,0		1,372	1,5

(3) – значения $\gamma_h(T)$, вычисленные с помощью Выражений (5.1) – (5.3) в 5.1.4 настоящего Пособия при $\gamma_l=1,0$;
 (4) – расчетные значения $\gamma_h(T)$ при $\gamma_l=1,5$.

Б2.4. На рисунке Б.2 показаны спектры упругих реакций, характеризующие горизонтальные сейсмические воздействия на здание класса ответственности II (второй) с 5-этажной Суперструктурой (—) для наглядного сопоставления и на сейсмоизолированные здания с 14-этажной Суперструктурой, отнесенных к классам ответственности II (⋯⋯), III (— —) и IV (— • —).

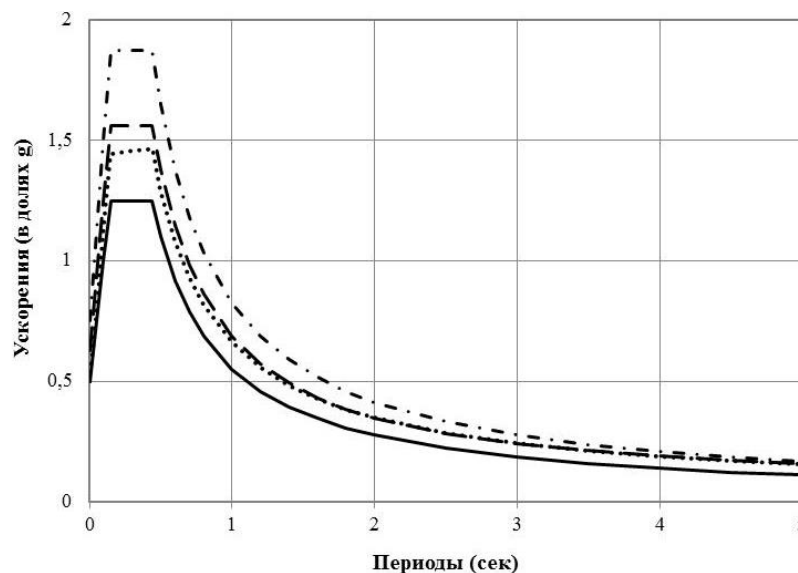


Рисунок Б.2 – Спектры упругих реакций при $\xi=5\%$, построенные для зданий классов ответственности II, III или IV с 14-этажной Суперструктурой

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(информационное)

Примеры предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор для пятиэтажного здания при заданных значениях эффективного периода колебаний и коэффициента эффективного вязкого демпфирования

В1 Общие сведения

В1.1 Настоящее Приложение В, предоставляет рекомендации по практическому применению положений Пособия для целей предварительного определения требуемых параметров сейсмоизолирующих опор на примерах проектирования в соответствии с положениями настоящего Пособия здания-представителя с сейсмоизолирующим фундаментом.

В1.2 Краткая характеристика условной площадки строительства:

- сейсмическая опасность зоны строительства оценивается согласно карте ОСЗ-1₄₇₅ и характеризуется значением $a_{gR(475)} = 0,5g$;
- сейсмическая опасность зоны строительства оценивается согласно карте ОСЗ-1₂₄₇₅ и характеризуется значением $a_{gR(2475)} = 0,6g$;
- площадка строительства характеризуется типом ИБ (первый) грунтовых условий по сейсмическим свойствам (см. также 3.2 и таблицу 3.1 НТП РК 08-01-1);
- коэффициент, учитывающий топографические эффекты усиления горизонтальных сейсмических воздействий на площадке строительства принят равным $S_T = 1,0$ (см. также 3.3.4 НТП РК 08-01.1).

ПРИМЕЧАНИЕ – Предполагается, что какие-либо иные неблагоприятные в сейсмическом отношении факторы, характеризующие условную площадку строительства, не проявляются.

В1.3 Краткие сведения об условном здании-представителе, оснащаемого системой сейсмоизоляции:

- здание общественное, которое следует относить к классу II (второму) ответственности по функциональному назначению (см. также 5.1, 5.2 и таблицу 5.1 НТП РК 08-01.2);
- в сейсмоизолированном строении конструктивные элементы Субструктуры и Суперструктуры, соответственно расположенные ниже и выше сейсмоизолирующего слоя, предусматривается выполнять из армированного монолитного бетона (железобетона);
- Суперструктура предусматривается с количеством 5 (пять) этажей, а здание может быть отнесено к классу II (второму) ответственности по этажности (см. также 5.1, 5.2 и таблицу 5.2 НТП РК 08-01.2);
- Субструктура и Суперструктура исследуются в предположении линейно-упругой работы железобетонных конструктивных элементов (несущих конструкций), формирующих их системы сопротивления (см. также 4.2.7);

ПРИМЕЧАНИЕ – Согласно 4.2.2 НТП РК 08-01.1 значения ординат спектров упругих реакций для горизонтальных компонент сейсмического воздействия следует вычислять при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$.

– сейсмоизолирующий слой в здании предполагается формировать посредством создания системы сейсмоизоляции с использованием сейсмоизолирующих опор одинакового вида (без комбинирования).

ПРИМЕЧАНИЕ – Предполагается, что будет создаваться система сейсмоизоляции Первого типа с использованием сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой диссипацией энергии или со свинцовыми сердечниками (см. также 2.1.4, 2.2.2 или 2.2.3 настоящего Пособия).

В1.4 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 2.2.1а) НТП РК 08-01.3-2021);

– общие размеры рамного каркаса Суперструктуры в плане составляют 36,0x16,0 м (в осях крайних рам); высота каждого этажа с 1-го по 5-й включительно составляет по 3,0 м; колонны рам – прямоугольной формы поперечного сечения с размерами 50x50 см; балки рам – прямоугольной формы поперечного сечения с размерами 30x60(h) см (h – это 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 – 400 мм; толщины плит междуэтажных перекрытий и покрытия составляют – по 150 мм;

– конструктивная схема системы Суперструктуры может рассматриваться как в целом удовлетворяющая базовым принципам концептуального проектирования (см. также 2.1.10 НТП РК 02-01.2).

В1.5 Предполагается, что схема плана локации сейсмоизолирующих эластомерных опор в создаваемой системе сейсмоизоляции Первого типа будет согласовываться со схемой расположения в плане колонн рамного каркаса Субструктуры.

В этих целях, координация локации 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 ($\zeta_{eff} \geq 10\%$) будет обеспечивать достижение целевого эффективного периода поступательных колебаний (T_{eff}) не менее $T_{eff}=2$ сек.

Для достижения этих целей требуется: определить требуемые жесткостные параметры сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии.

В1.6 Схематический план рамного каркаса, схема системы сейсмоизоляции и локация сейсмоизолирующих опор в плане, а также вид поперечного профиля общей системы сопротивления сейсмоизолированного строения, отражающие принципиальное конструктивно-планировочное решение здания с сейсмоизолирующим фундаментом, показаны на рисунке В.1.

ПРИМЕЧАНИЕ – Предполагается, что в общей системе сопротивления строения Субструктура будет представлять собой одноуровневую жесткую нижнюю часть, отвечающую базовым принципам и критериям концептуального проектирования, характеризующуюся очень высокой степенью пространственной жесткости и несущей способности, и которая на рисунке В.1 показана условно.

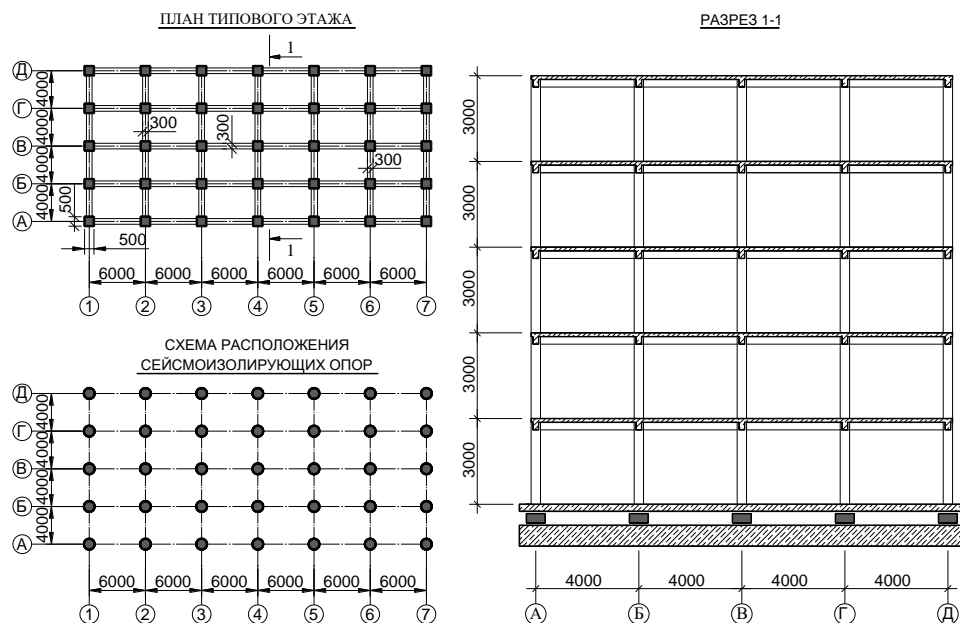


Рисунок В.1 – Принципиальное конструктивно-планировочное решение здания с сейсмоизолирующим фундаментом

В1.7 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 – $25,0 \text{ кН/м}^3$;
- равномерно распределенные на междуэтажные перекрытия (от веса стяжки, полов, перегородок (и наружных ограждений) и других неконструктивных элементов); суммарно принята равной – $2,0 \text{ кН/м}^2$ ($2,0 \text{ кПа}$);
- равномерно распределенные на покрытие (от веса стяжки, утеплителя, рулонных материалов и др.); суммарно принята равной – $1,0 \text{ кН/м}^2$ ($1,0 \text{ кПа}$).

В1.8 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 – 3,0 кН/м² (3,0 кПа);
- равномерно распределенные на покрытие (эксплуатационная и снеговая); суммарно принята равной – 2,7 кН/м² (2,7 кПа).

В1.9 Согласно результатам предварительного (статического) анализа верхней сейсмоизолированной части здания, расположенной выше сейсмоизолирующего слоя, установлено следующее:

- общий вес железобетонных конструктивных элементов Суперструктуры составляет примерно – 20757 кН;
- максимальный расчетный вес сейсмоизолированной части здания, учитываемый при проверке критического предельного состояния без учета сейсмических воздействий – 51068 кН.
- расчетный вес сейсмоизолированной части здания, учитываемый в комбинациях с сейсмическими воздействиями – 30974 кН.
- масса сейсмоизолированной части здания, учитываемая при определении сейсмических нагрузок – 3078 кН·с²/м.

В2 Пример В(1) – Определение параметров сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипацией энергии

В2.1 В рамках Примера В(1) принимаются во внимание общие сведения о сейсмоизолированном здании и результаты предварительного анализа, приведенные в подразделе В1 и на рисунке В.1 настоящего Приложения, 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 2.2.1 и 2.2.2 настоящего Пособия).

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 $T_{\text{eff}}=2$ сек, рекомендуется выполнять в несколько последовательных этапов.

В2.2 Этап 1.

Эффективную жесткость ($K_{\text{eff total}}$) системы сейсмоизоляции Первого типа, формируемой с использованием одинакового вида сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии, можно оценить с помощью Выражения (6.11), представленного в 6.4.1 настоящего Пособия.

Посредством преобразования Выражения (6.11) и при $T_{\text{eff}}=2$ сек, значение ($K_{\text{eff total}}$) можно вычислить следующим образом:

$$K_{\text{eff total}} = 4\pi^2 \frac{M}{T_{\text{eff}}^2} = 4 \cdot 9,86 \cdot \frac{3078}{4} = 30349 \text{ кН/м}$$

В2.3 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:

$$K_{\text{eff}} = \frac{K_{\text{eff total}}}{n} = \frac{30349}{35} = 867 \text{ кН/м}$$

В2.4 Этап 3.

Значение ординаты спектра упругих реакций в ускорениях $S_e(T)$ на периоде $T=2$ сек при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$ ($\eta=1,0$) можно вычислить с помощью Выражения (4.4) НТП РК 08-01.1-2017 следующим образом:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot \frac{0,44}{2} = 0,275 \text{ g}$$

В2.5 Этап 4.

Значение ординаты спектра упругих реакций в перемещениях $S_{De}(T)$ на периоде $T=2$ сек при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5\%$ ($\eta=1,0$) можно вычислить с помощью Выражения (4.10) НТП РК 08-01.1-2017 следующим образом:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2 = 0,275 \cdot 9810 \cdot \left[\frac{2}{2 \cdot 3,14} \right]^2 = 273,6 \text{ мм} = 0,2736 \text{ м}$$

В2.6 Этап 5.

Значение ординаты спектра упругих реакций в перемещениях $S_{De}(T)$ на периоде $T=2$ сек при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=15\%$, типичном для сейсмоизолирующих эластомерных опор с высокой способностью к диссипации энергии, можно вычислить следующим образом:

$$d_{dc} = S_{D(T=2)} \cdot \eta = 273,6 \cdot 0,673 = 184 \text{ мм} = 0,184 \text{ м}$$

При вычислении, значение коэффициента η было определено с помощью Выражений (4.5) – (4.8) НТП РК 08-01.1-2017:

$$\text{при } T = 2,0 \text{ сек} \quad \eta = \rho(1/T)^\lambda = 0,646 \cdot (1/2)^{-0,0595} = 0,673$$

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

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

В2.7 Этап 6.

Значение величины поперечной силы F_{dc} , соответствующей расчетному перемещению d_{dc} , можно вычислить следующим образом:

$$F_{dc} = K_{\text{eff}} \cdot d_{dc} = 867 \cdot 0,184 = 159,5 \text{ кН}$$

В2.8 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 (6.9) настоящего Пособия.

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:

$$F_0 = \frac{\xi_{\text{eff}} \pi K_{\text{eff}} d_{\text{dc}}^2}{2(d_{\text{dc}} - d_y)} = \frac{0,15 \cdot 3,14 \cdot 867 \cdot 0,184^2}{2(0,184 - 0,025)} = 43,5 \text{ кН}$$

В2.9 Этап 8.

Значение величины F_y – поперечной силы, характеризующей предел текучести сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии, можно вычислить следующим образом:

$$F_y = F_0 + (F_{\text{dc}} - F_0) \frac{d_y}{d_{\text{dc}}} = 43,5 + (159,5 - 43,5) \frac{0,025}{0,184} = 59,3 \text{ кН}$$

В2.10 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:

$$k_1 = F_y / d_y = 59,3 / 0,025 = 2372 \text{ кН/м}$$

Горизонтальную жесткость (k_2) сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии за пределом текучести можно вычислить следующим образом:

$$k_2 = \frac{F_{\text{dc}} - F_0}{d_{\text{dc}}} = \frac{159,5 - 43,5}{0,184} = 630 \text{ кН/м}$$

В2.11 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.

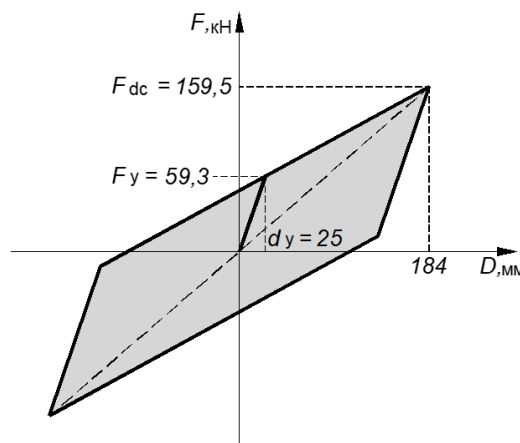


Рисунок В.2 – Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения(**F-D**), характеризующая поведение сейсмоизолирующей эластомерной опоры с высокой способностью к диссипации энергии, принятой рассматриваемой в Примере В(1)

В3 Пример В(2) – Определение параметров сейсмоизолирующих эластомерных опор со свинцовым сердечником

В3.1 В рамках Примера В(2) принимаются во внимание общие сведения о сейсмоизолированном здании и результаты предварительного анализа, приведенные в подразделе В1 и на рисунке В.1 настоящего Приложения, а также предполагается, что строение будет оснащено системой сейсмоизоляции Первого типа, формируемой с использованием одинакового вида сейсмоизолирующих эластомерных опор со свинцовым сердечником (см. также 2.2.1 и 2.2.3 настоящего Пособия).

Процесс определения требуемых параметров сейсмоизолирующих эластомерных опор со свинцовым сердечником, при которых формируемая система сейсмоизоляции будет обеспечивать достижение целевого эффективного периода поступательных колебаний (T_{eff}) не менее $T_{\text{eff}}=2$ сек, рекомендуется выполнять в несколько последовательных этапов.

В3.2 Этап 1.

Эффективную жесткость системы сейсмоизоляции Первого типа, формируемой с использованием одинакового вида сейсмоизолирующих эластомерных опор со свинцовым сердечником, можно идентичным образом оценить и вычислить значение, как это указано в В2.2 Пример В(1):

$$K_{\text{eff total}} = 4\pi^2 \frac{M}{T_{\text{eff}}^2} = 4 \cdot 9,86 \cdot \frac{3078}{4} = 30349 \text{ кН/м}$$

В3.3 Этап 2.

Эффективную жесткость каждой сейсмоизолирующей опоры, принимая во внимание, что в рассматриваемом случае для формирования системы сейсмоизоляции будут использоваться одинакового вида сейсмоизолирующие эластомерные опоры со свинцовым сердечником и в количестве 35 (тридцати пяти) устройств, можно идентичным образом оценить и вычислить значение, как это указано в В2.3 Пример В(1):

$$K_{\text{eff}} = \frac{K_{\text{eff total}}}{n} = \frac{30349}{35} = 867 \text{ кН/м}$$

В3.4 Этап 3.

Значение ординаты спектра упругих реакций в ускорениях $S_e(T)$ на периоде $T=2$ сек при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5$ % ($\eta=1,0$) можно вычислить с помощью Выражения (4.4) НТП РК 08-01.1-2017 следующим образом:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot \frac{0,44}{2} = 0,275 \text{ g}$$

В3.5 Этап 4.

Значение ординаты спектра упругих реакций в перемещениях $S_{De}(T)$ на периоде $T=2$ сек при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=5$ % ($\eta=1,0$) можно вычислить с помощью Выражения (4.10) НТП РК 08-01.1-2017 следующим образом:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2 = 0,275 \cdot 9810 \cdot \left[\frac{2}{2 \cdot 3,14} \right]^2 = 273,6 \text{ мм} = 0,2736 \text{ м}$$

В3.6 Этап 5.

Значение ординаты спектра упругих реакций в перемещениях $S_{De}(T)$ на периоде $T=2$ сек, при коэффициенте вязкого демпфирования $\xi=25$ %, типичном для

сейсмоизолирующих эластомерных опор со свинцовым сердечником, можно вычислить следующим образом:

$$d_{dc} = S_{D(T=2)} \cdot \eta = 273,6 \cdot 0,582 = 159 \text{ мм} = 0,159 \text{ м}$$

При вычислении, значение коэффициента η было определено с помощью Выражений (4.5) – (4.8) НТП РК 08-01.1:

$$\begin{aligned} \text{при } T = 2,0 \text{ сек } \quad \eta &= \rho(1/T)^\lambda = 0,552 \cdot (1/2)^{-0,0775} = 0,582 \\ \rho &= 1 + \frac{0,05 - \xi}{0,05 + 2\xi - 3\xi^2} = 1 + \frac{0,05 - 0,25}{0,05 + 2 \cdot 0,25 - 3 \cdot 0,25^2} \approx 0,552, \\ \lambda &= \frac{0,05 - \xi}{0,33 + 9\xi} = \frac{0,05 - 0,25}{0,33 + 9 \cdot 0,25} \approx -0,0775 \end{aligned}$$

В3.7 Этап 6.

Значение величины поперечной силы F_{dc} , соответствующей расчетному перемещению d_{dc} , можно вычислить следующим образом:

$$F_{dc} = K_{\text{eff}} \cdot d_{dc} = 867 \cdot 0,159 = 137,9 \text{ кН}$$

В3.8 Этап 7.

Значение величины поперечной силы F_0 , соответствующей нулевому перемещению сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником при циклической нагрузке, можно оценить, преобразовав Выражение (6.9) настоящего Пособия.

При определении F_0 , значение величины перемещения d_y при нагрузке, соответствующей пределу текучести сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником, примем 15 мм.

$$F_0 = \frac{\xi_{\text{eff}} \pi K_{\text{eff}} d_{dc}^2}{2(d_{dc} - d_y)} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 867 \cdot 0,159^2}{2(0,159 - 0,015)} = 59,7 \text{ кН}$$

В3.9 Этап 8.

Значение величины F_y – поперечной силы, характеризующей предел текучести сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником, можно вычислить следующим образом:

$$F_y = F_0 + (F_{dc} - F_0) \frac{d_y}{d_{dc}} = 59,7 + (137,9 - 59,7) \frac{0,015}{0,159} = 67,1 \text{ кН}$$

В3.10 Этап 9.

Начальную горизонтальную упругую жесткость (k_1) сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником при монотонно возрастающей нагрузке можно вычислить следующим образом:

$$k_1 = F_y / d_y = 67,1 / 0,015 = 4473 \text{ кН/м}$$

Горизонтальную жесткость (k_2) сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником за пределом текучести можно вычислить следующим образом:

$$k_2 = \frac{F_{dc} - F_0}{d_{dc}} = \frac{137,9 - 59,7}{0,159} = 492 \text{ кН/м}$$

В3.11 Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения (**F-D**), характеризующая поведение сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником с принятыми вычисленными выше параметрами, показана на рисунке В.3.

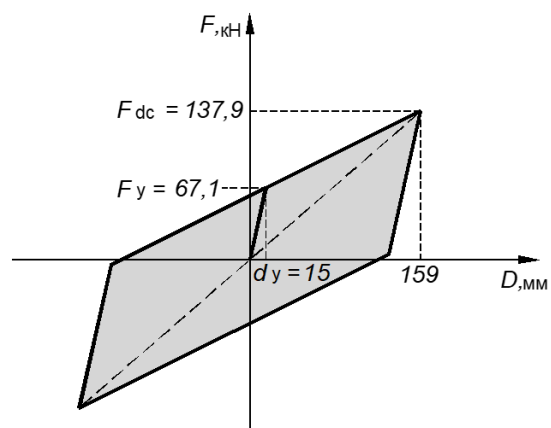


Рисунок В.3 – Идеализированная зависимость нагрузка-перемещения ($F-D$), характеризующая поведение сейсмоизолирующей эластомерной опоры со свинцовым сердечником, принятой рассматриваемой в Примере В(2)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г*(информационное)***Оценка реакций сейсмоизолированного здания, имеющего Суперструктуру с количеством 5 (пять) этажей, по результатам расчетов, выполняемых с использованием записей сейсмических движений грунтов**

ПРИМЕЧАНИЕ – Приложение Г содержит указания и рекомендации, которые могут быть применены в практических целях для реализации положений Подраздела 6.6 настоящего Пособия.

Г1 Пример Г(1) – Оценка реакций 5-этажной Суперструктуры сейсмоизолированного здания, оснащенного системой сейсмоизоляции, формируемой сейсмоизолирующими эластомерными опорами с высокой способностью к диссипации энергии

Г1.1 Исходные данные

Г1.1.1 Краткая характеристика условной площадки строительства здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции – аналогична, представленной в В1.2 Приложения В настоящего Пособия.

Г1.1.2 Краткие сведения об условном здании-представителе, оснащаемого системой сейсмоизоляции – аналогичны, принятым в В1.3 Приложения В.

Г1.1.3 Краткая характеристика Суперструктуры условного здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции – аналогична, представленной в В1.3 Приложения В настоящего Пособия (см. также В1.5 и Рисунок В.1 в Приложении В).

Диссипативные свойства Суперструктуры характеризуются значением коэффициента вязкого демпфирования $\xi=5\%$.

Г1.1.4 Краткие общие сведения о системе сейсмоизоляции, которой предполагается, оснастить условное здание-представитель – аналогичны, принятым в В1.4 Приложения В (см. также Рисунок В.1 в Приложении В).

Параметры, характеризующие горизонтальную жесткость каждой сейсмоизолирующей эластомерной опоры – аналогичны, принятым в Примере В(1) Приложения В (см. также В2.1, В2.2 и В2.3 Приложения В).

Вертикальная жесткость каждой сейсмоизолирующей эластомерной опоры условно принята равной $K_z=1500000$ кН/м.

Г1.1.5 Краткие общие сведения о воздействиях и нагрузках, учитываемых в анализе условного здания-представителя, оснащаемого системой сейсмоизоляции – аналогичны, принятым в В1.6 и В1.7 Приложения В.

Результаты предварительного (статического) анализа верхней сейсмоизолированной части здания, расположенной выше сейсмоизолирующего слоя – аналогичны, установленным и принятым в В1.8 Приложения В.

Г1.2 Акселерограммы, использованные для оценки сейсмических реакций сейсмоизолированного здания

Г1.2.1 Реакции сейсмоизолированного здания с 5-этажной Суперструктурой при сейсмических воздействиях оценивались по результатам его расчетов, выполненных с использованием трехкомпонентных акселерограмм, моделирующих движения грунтов при трех расчетных сейсмических событиях.

Горизонтальные компоненты всех трех расчетных сейсмических событий описывались искусственными акселерограммами, которые были построены путем соответствующей корректировки инструментальных акселерограмм, зарегистрированных при реальных сейсмических событиях с магнитудами 6,9 (землетрясение Igrina), 7,5 (Kocaeli) и 7,6 (Chi-Chi) на площадках, характеризующихся типами грунтовых условий по сейсмическим свойствам, классифицированных как IA и IB (см. также Подраздел 3.2 НТП РК 08-01.1).

Акселерограммы, характеризующие реальные сейсмические события на ортогональных направлениях с одинаковыми значениями пиковых ускорений движений грунтов (см. Приложение Д НТП РК 08-01.1-2017), показаны на Рисунках Г1.1, Г1.5 и Г1.9.

Нормализованные спектры упругих реакций, построенные по этим акселерограммам при значении коэффициента вязкого демпфирования $\zeta=5\%$, и нормализованный стандартный спектр упругих реакций, построенный в соответствии с Выражениями (4.2) – (4.4) НТП РК 08-01.1-2017 при значении коэффициента вязкого демпфирования $\zeta=5\%$ и $S=1,0$, приведены на рисунках Г1.2, Г1.6 и Г1.10.

ПРИМЕЧАНИЕ – Значения коэффициентов $S_{(agR(475))}$ и $S_{(agR(2475))}$, зависящие от типа грунтовых условий площадки строительства и величин пиковых ускорений $a_{gR(475)}$ и $a_{gR(2475)}$, соответственно, следует определять с помощью выражений (3.3) и (3.4) в 3.3.3 и в таблице 3.3, приведенных в НТП РК 08-01.1.

Г1.2.2 Корректировка инструментальных акселерограмм осуществлялась с помощью программы «SeismoMatch» (см. Приложение Г к НТП РК 08-01.1-2017). Искусственные акселерограммы были сгенерированы таким образом, чтобы построенные по ним спектры упругих реакций соответствовали указанному выше нормализованному стандартному спектру упругих реакций, построенному при коэффициенте $\zeta=5\%$, расчетном ускорении на площадке строительства – $a_g=1,0g$ и коэффициенте $S=1,0$.

При построении искусственных акселерограмм спектральные особенности сейсмических событий Igrina и Chi-Chi в области высоких частот сохранялись, а сейсмического события Kocaeli - корректировались.

Искусственные акселерограммы, характеризующие расчетные сейсмические события на ортогональных направлениях, показаны на рисунках Г1.3, Г1.7 и Г1.10.

Спектры упругих реакций, построенные по искусственным акселерограммам, и стандартный спектр упругих реакций, построенный в соответствии с Выражениями (4.2) – (4.4) НТП РК 08-01.1, приведены на рисунках Г1.4, Г1.8 и Г1.12.

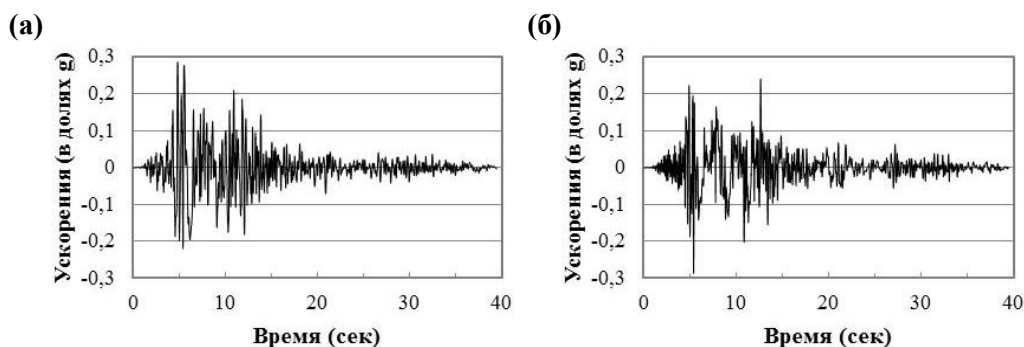


Рисунок Г1.1 – Акселерограммы, характеризующие горизонтальные движения грунтов при землетрясении Igrina (станция A-STU) на ортогональных направлениях с одинаковыми значениями пиковых ускорений

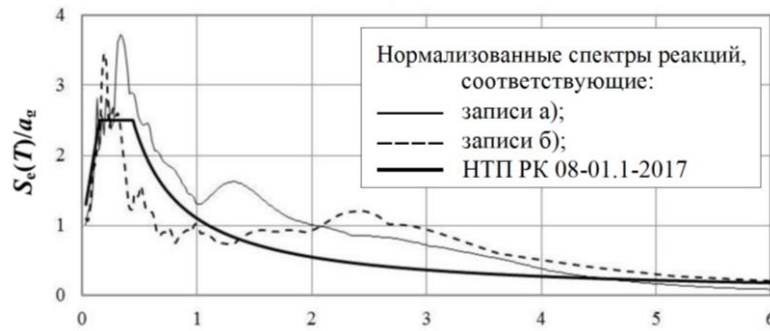


Рисунок Г1.2 – Нормализованные спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г1.1 и в соответствии с НТП РК 08-01.1

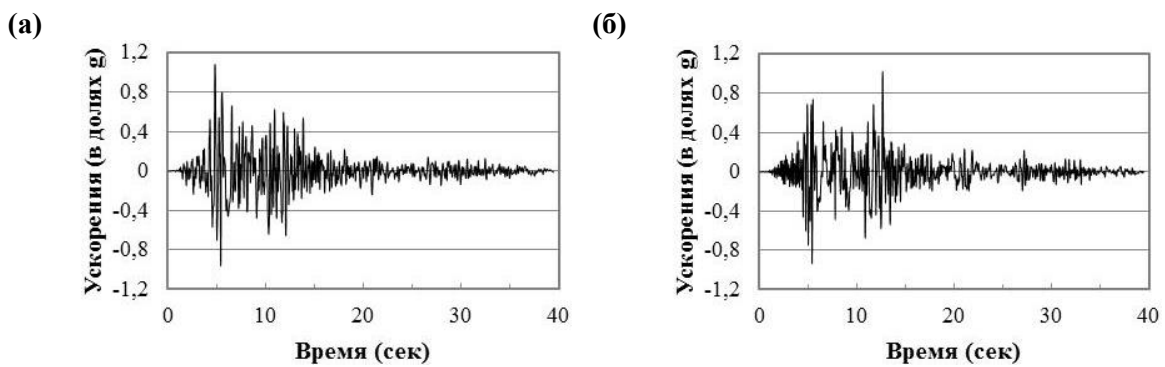


Рисунок Г1.3 – Искусственные акселерограммы, построенные по записям землетрясения Igrina (станция A-STU), показанным на рисунке Г1.1

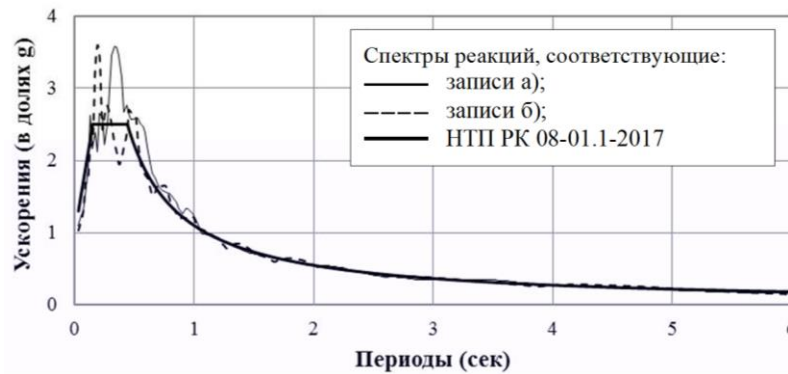


Рисунок Г1.4 – Спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г1.3 и в соответствии с НТП РК 08-01.1

(а)

(б)

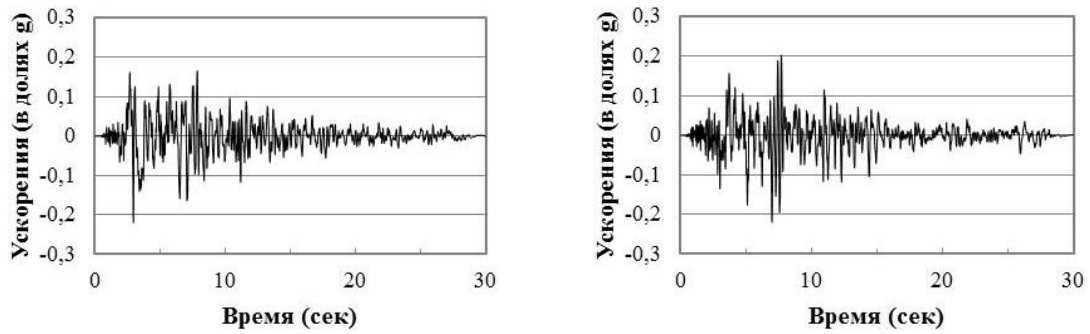


Рисунок Г1.5 – Акселерограммы, характеризующие горизонтальные движения грунтов при землетрясении Косаеі (станция IZT) на ортогональных направлениях с одинаковыми значениями пиковых ускорений

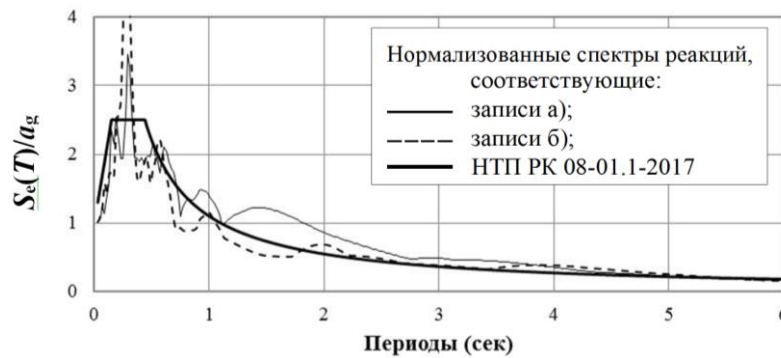


Рисунок Г1.6 – Нормализованные спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г1.5 и в соответствии с НТП РК 08-01.1

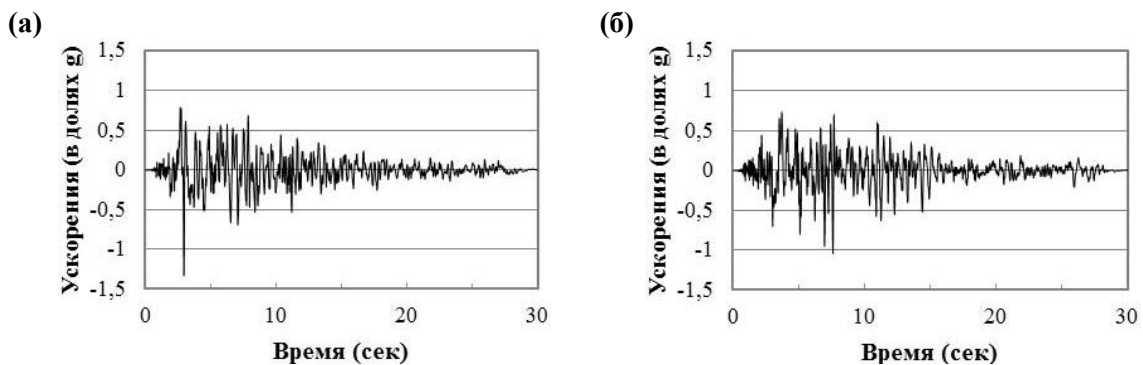


Рисунок Г1.7 – Искусственные акселерограммы, построенные по записям землетрясения Косаеі (станция IZT), показанным на рисунке Г1.5

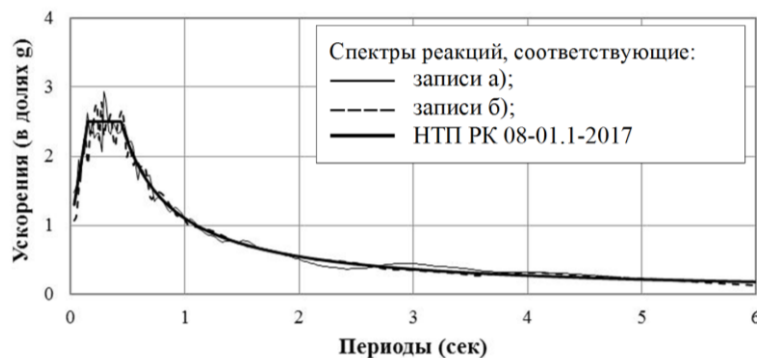


Рисунок Г1.8 – Спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г1.7 и в соответствии с НТП РК 08-01.1

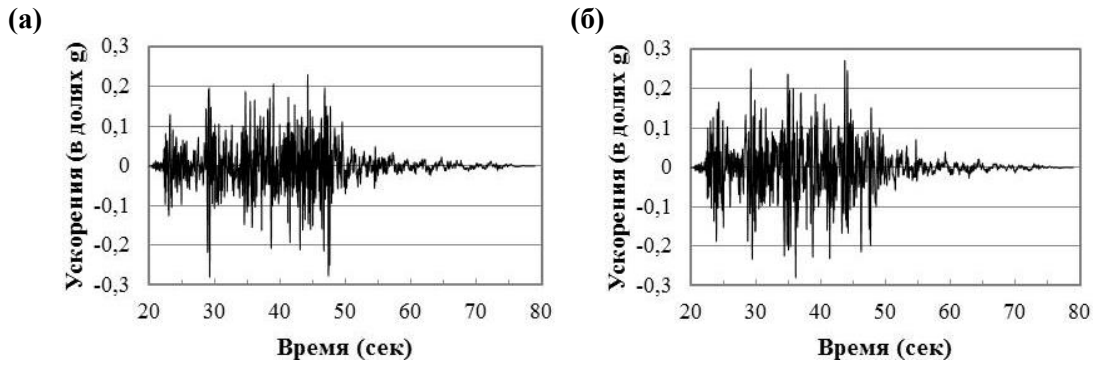


Рисунок Г1.9 – Акселерограммы, характеризующие горизонтальные движения грунтов при землетрясении Chi-Chi (станция TCU089) на ортогональных направлениях с одинаковыми значениями пиковых ускорений

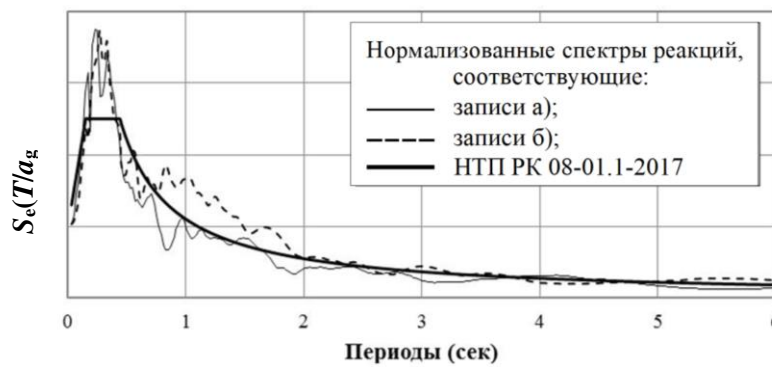


Рисунок Г1.10 – Нормализованные спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г1.9 и в соответствии с НТП РК 08-01.1-2017

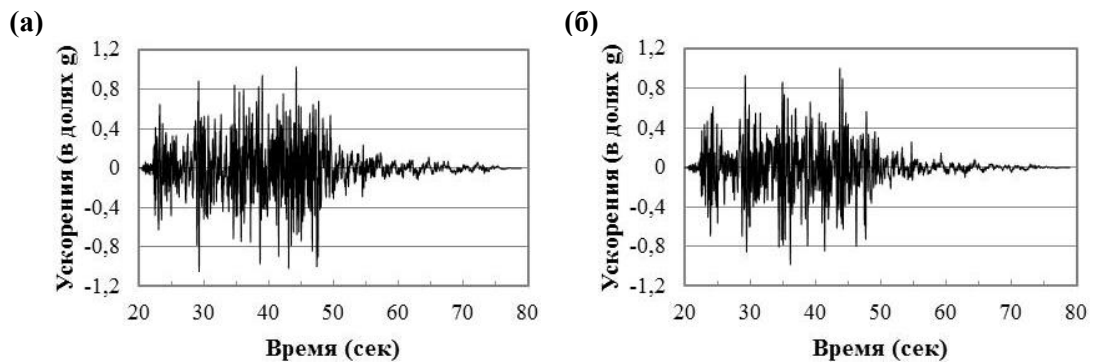


Рисунок Г1.11 – Искусственные акселерограммы, построенные по записям землетрясения Chi-Chi (станция TCU089), показанным на рисунке Г1.5

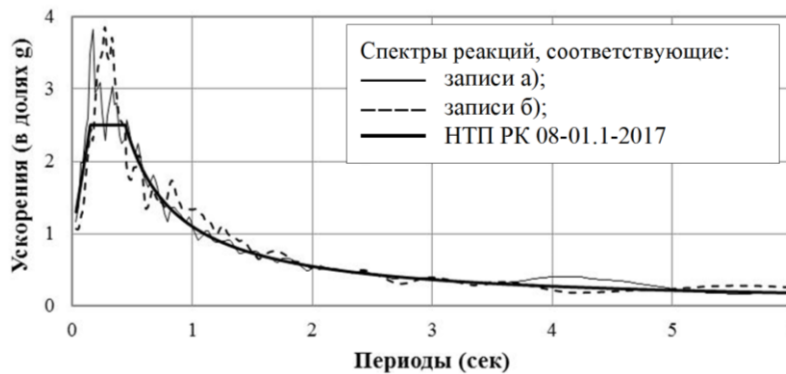


Рисунок Г1.12 – Спектры упругих реакций, построенные по записям, показанным на рисунке Г1.11 и в соответствии с НТП РК 08-01.1

Г1.2.3 Вертикальные компоненты сейсмических воздействий описывались инструментальными записями движений грунтов при землетрясениях Igrina, Kocaeli и Chi-Chi, показанными на рисунке Г1.13.

Нормализованные спектры упругих реакций, построенные по инструментальным записям вертикальных компонент движений грунтов и в соответствии с НТП РК 08-01.1, показаны на рисунке Г1.14.

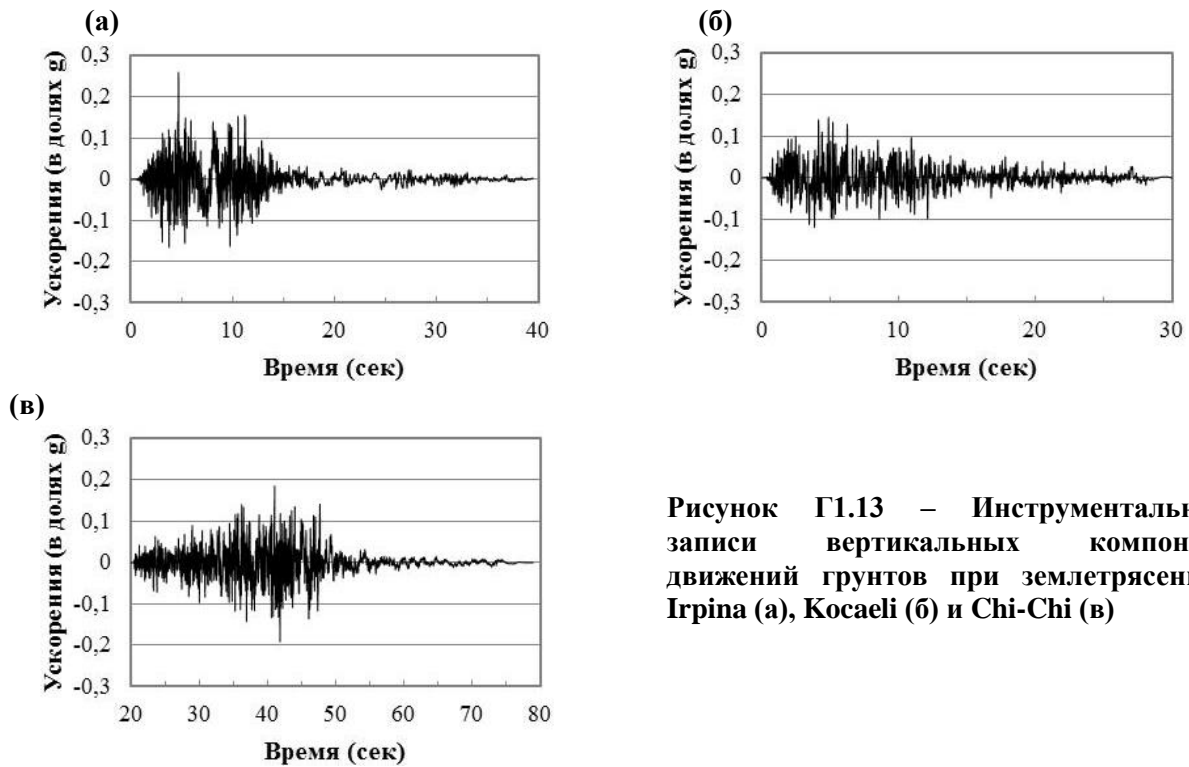


Рисунок Г1.13 – Инструментальные записи вертикальных компонент движений грунтов при землетрясениях Igrina (а), Kocaeli (б) и Chi-Chi (в)

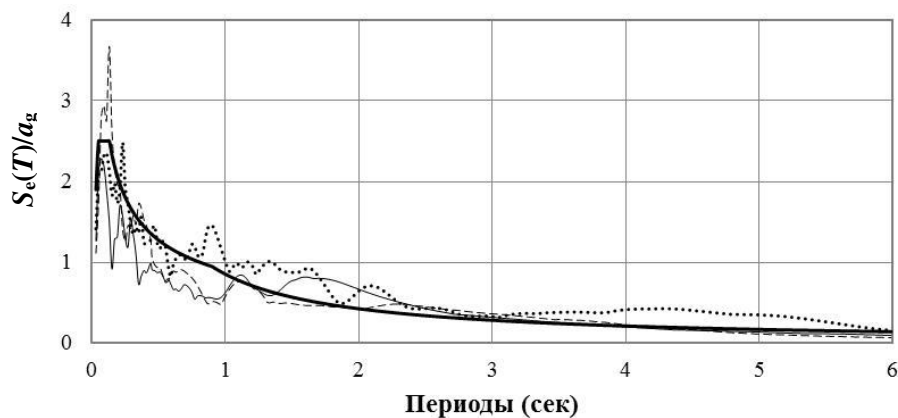


Рисунок Г1.14 – Нормализованные спектры реакций, построенные по инструментальным записям вертикальных компонент движений грунтов при землетрясениях Igrina (—), Kocaeli (- - -) и Chi-Chi (.....) и в соответствии с НТП РК 08-01.1-2017 (—)

Г1.2.4. При выполнении расчетов сейсмоизолированного здания к построенным искусственным акселерограммам, характеризующим горизонтальные компоненты сейсмических воздействий, и к инструментально зарегистрированным акселерограммам,

характеризующим вертикальные компоненты сейсмических воздействий, применялись масштабирующие коэффициенты, приведенные в таблице Г1.1.

ПРИМЕЧАНИЕ – В таблице Г1.1:

- индексы 00 приняты для искусственных акселерограмм, показанных на Рисунках Г1.3 (а), Г1.7 (а) и Г1.11 (а);
- индексы 90 приняты для искусственных акселерограмм, показанных на Рисунках Г1.3 (б), Г1.7 (б) и Г1.11 (б);
- индексы Z приняты для инструментальных акселерограмм, показанных на Рисунке Г1.13.

Таблица Г1.1

Наименования искусственных акселерограмм	Пиковые значения ускорений до масштабирования (в долях g)	Масштабирующий коэффициент	Пиковые значения ускорений после масштабирования (в долях g)
A-STU-00	1,081	0,5	0,540
A-STU-90	1,020		0,510
IZT-00	1,404		0,702
IZT-90	1,043		0,521
TCU089-00	1,049		0,524
TCU089-90	1,055		0,527
A-STU-Z	0,260	1,73	0,450
IZT-Z	0,146	3,08	0,450
TCU089-Z	0,191	2,36	0,450

Г1.2.5. При выполнении расчетов учитывались две комбинации («1» и «2») сейсмических воздействий на здание.

ПРИМЕЧАНИЕ – В комбинации «1»:

- горизонтальные сейсмические воздействия в продольном направлении здания задавались акселерограммами с индексом 00;
 - горизонтальные сейсмические воздействия в поперечном направлении здания задавались акселерограммами с индексом 90;
 - вертикальные сейсмические воздействия задавались акселерограммами с индексом Z.
- В комбинации «2»:
- горизонтальные сейсмические воздействия в продольном направлении здания задавались акселерограммами с индексом 90;
 - горизонтальные сейсмические воздействия в поперечном направлении здания задавались акселерограммами с индексом 00;
 - вертикальные сейсмические воздействия задавались акселерограммами с индексом Z.

Г1.3. Основные результаты оценки сейсмических реакций 5-этажной Суперструктуры сейсмоизолированного здания, оснащенного системой сейсмоизоляции, формируемой сейсмоизолирующими эластомерными опорами с высокой способностью к диссипации энергии

Г1.3.1. Расчеты здания выполнялись с помощью программы ETABS.

При определении сейсмических нагрузок на сейсмоизолированное здание:

- предусматривалось, что две горизонтальные и вертикальная компоненты сейсмического воздействия действуют одновременно;
- учитывался нелинейный характер деформирования сейсмоизолирующих опор;

- конструктивная система Субструктуры рассматривалась как упруго деформирующаяся (см. также В1.3 подпункт четвертый и В1.5 прим. в Приложении В);
- предполагалось, что принятые в расчете физические и механические свойства системы сейсмоизоляции соответствуют ее наиболее неблагоприятным значениям за весь период эксплуатации;
- 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 6.4.8 настоящего Пособия.

Г1.3.2. Формы собственных горизонтальных колебаний сейсмоизолированной Суперструктуры пятиэтажного сейсмоизолированного здания при эффективной жесткости сейсмоизолирующих опор $K_{\text{eff}}=867$ кН/м (см. В2.3 Приложение В) показаны на Рисунке Г1.15.

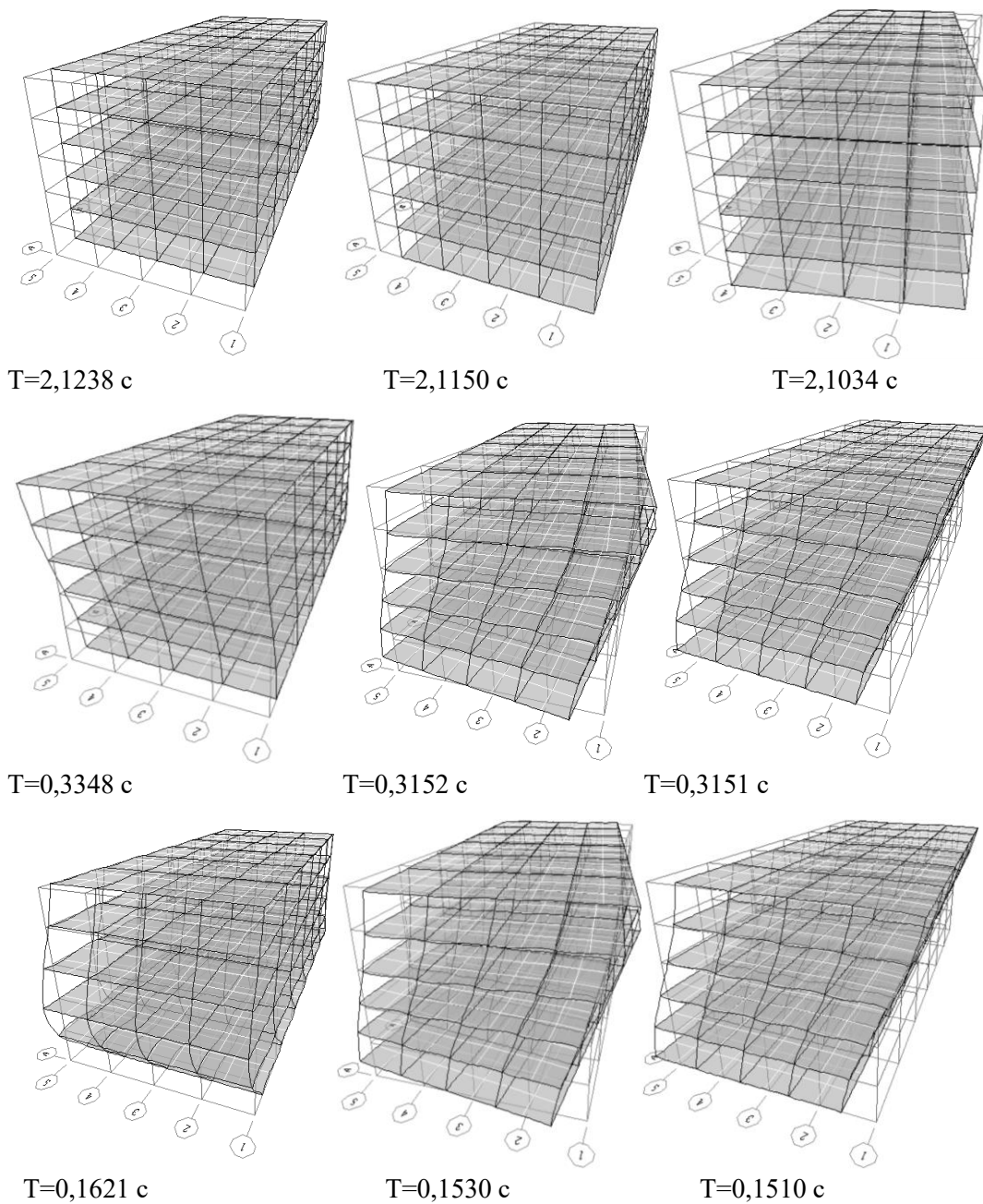


Рисунок Г1.15 – Формы собственных горизонтальных колебаний 5-этажной сейсмоизолированной Суперструктуры сейсмоизолированного здания

Г1.3.3. Динамическая реакция рассматриваемой сейсмоизолированной конструктивной системы Суперструктуры была исследована в части ускорений, сил инерции и перемещений.

Результаты выполненных расчетов показали, 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 Г1.16 показаны перемещения Суперструктуры здания относительно Субструктуры при комбинациях «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами А-STU (—), IZT (---) и TCU089 (.....).

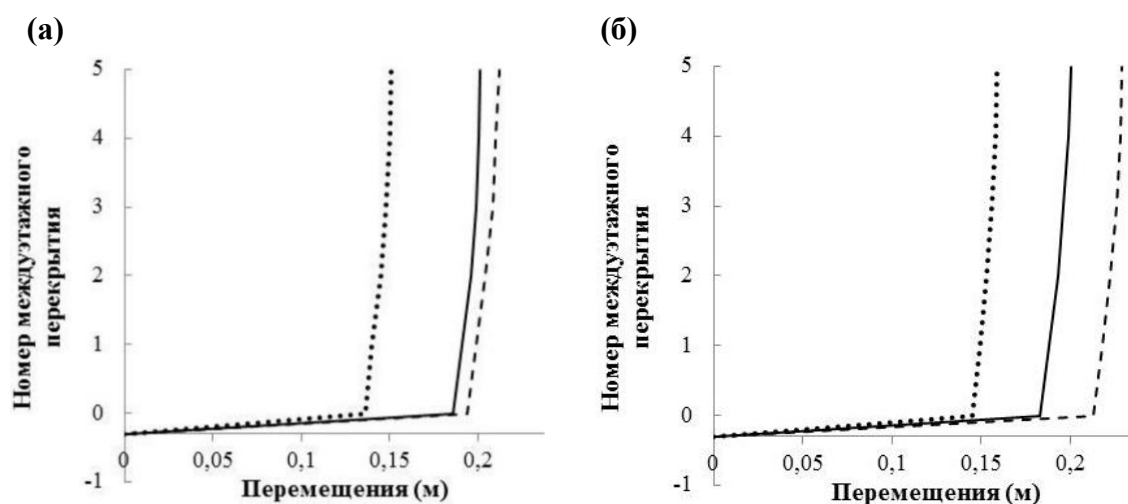


Рисунок Г1.16 – Относительные перемещения сейсмоизолированного здания в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при максимальных смещениях Суперструктуры относительно Субструктуры

Г1.3.4. Максимальные значения горизонтальных перекосов этажей сейсмоизолированной Суперструктуры при комбинациях сейсмических воздействий «1» и «2» приведены в Таблице Г1.2.

Таблица Г1.2

Комбинация воздействий	Сейсмические воздействия	Максимальные значения перекосов этажей Суперструктуры (мм)									
		в продольном направлении					в поперечном направлении				
		Номера этажей									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
«1»	A-STU	6,72	7,27	6,35	4,73	2,69	5,09	4,93	3,98	2,89	1,69
	IZT	5,67	5,93	4,93	3,49	1,92	5,18	5,10	4,12	2,90	1,65
	TCU089	5,17	5,54	4,78	3,52	1,98	4,43	4,66	3,95	2,87	1,66
«2»	A-STU	5,81	5,75	4,70	3,31	1,78	5,65	6,02	5,26	3,94	2,31
	IZT	5,79	5,75	4,56	3,12	1,68	4,85	4,90	4,02	2,87	1,60
	TCU089	4,92	5,14	4,30	3,07	1,69	4,48	4,71	3,98	2,89	1,64

Записи ускорений и перемещений, характеризующие горизонтальные колебания в уровне снования сейсмоизолированной Суперструктуры в продольном и поперечном направлениях, показаны на рисунках Г1.17, Г1.19 и Г1.21. Из этих Рисунков видно, что при сейсмических воздействиях в Суперструктуре возбуждаются не только низкие, но и высшие формы колебаний. Для иллюстрации влияния высших форм колебаний на особенности поведения Суперструктуры на рисунке Г1.17 показаны записи ускорений, построенные с учетом (сплошные линии) и без учета высших форм колебаний Суперструктуры (пунктирные линии).

Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном и поперечном направлениях здания, приведены на рисунках Г1.18, Г1.20 и Г1.22.

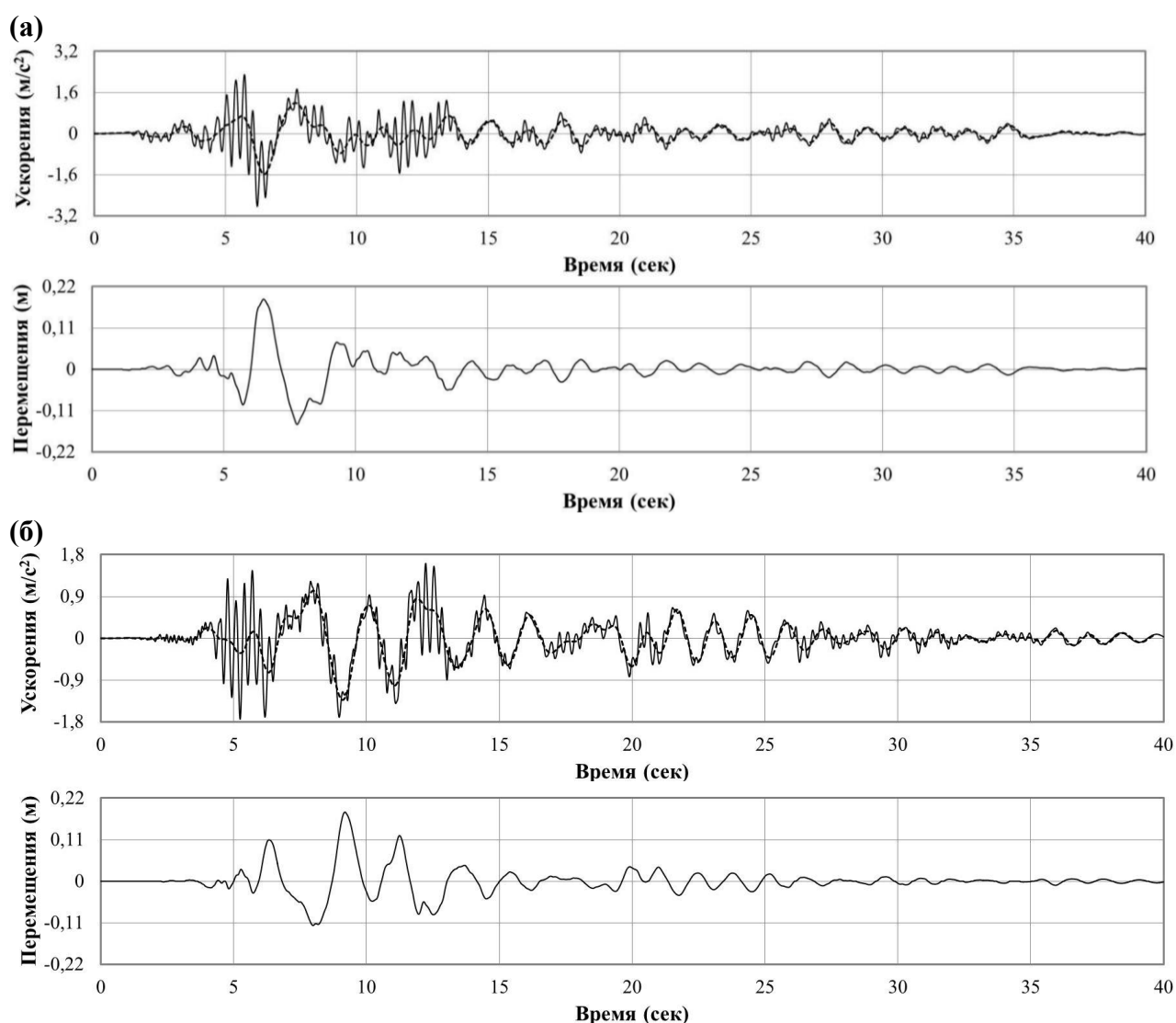


Рисунок Г1.17 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне снования сейсмоизолированной Суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами А-STU

(а)

(б)

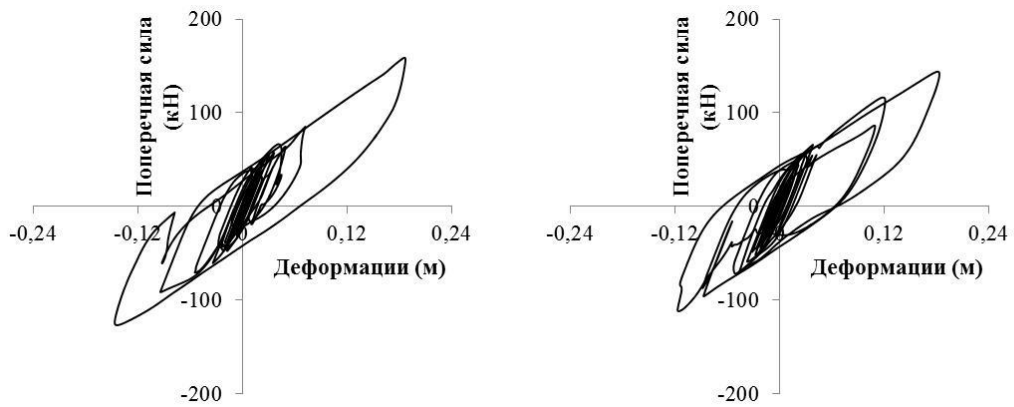


Рисунок Г1.18 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами А-STU

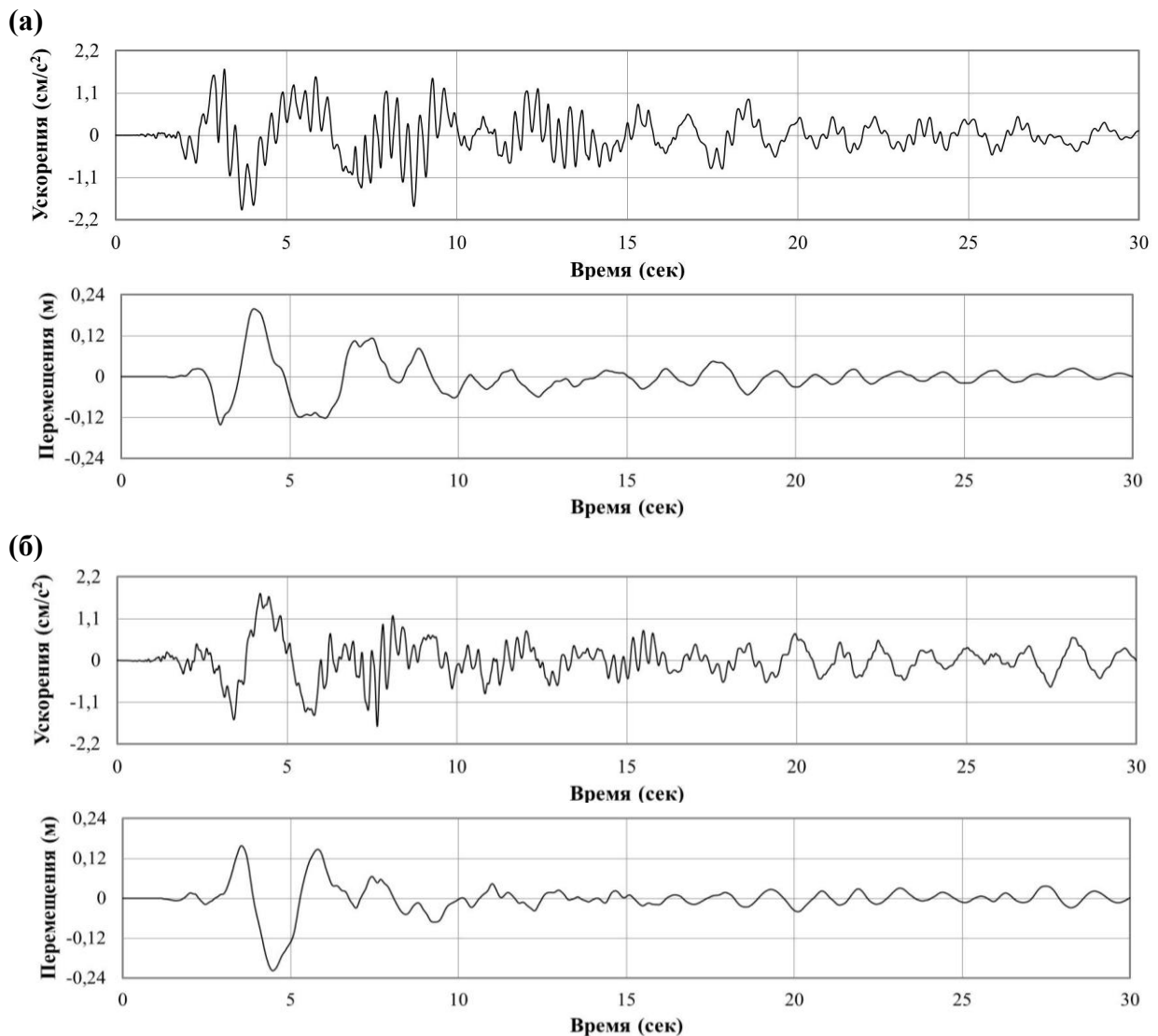


Рисунок Г1.19 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне снования сейсмоизолированной Суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами IZT

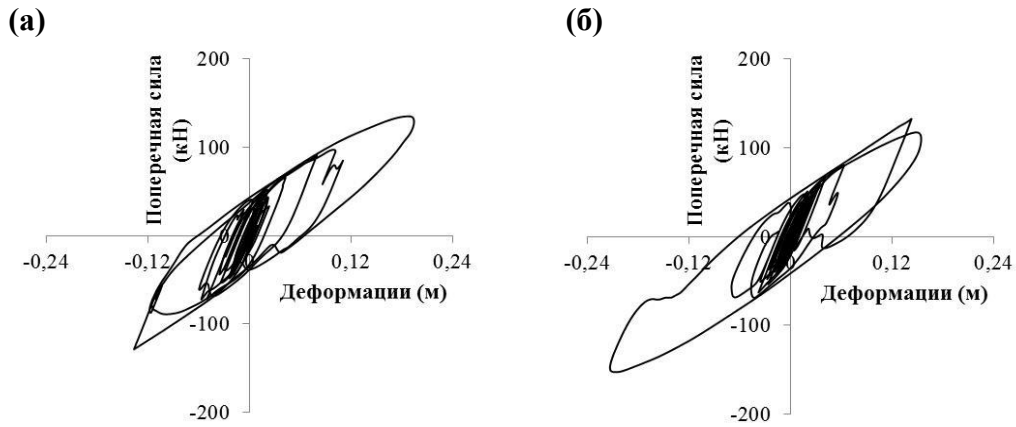


Рисунок Г1.20 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами IZT

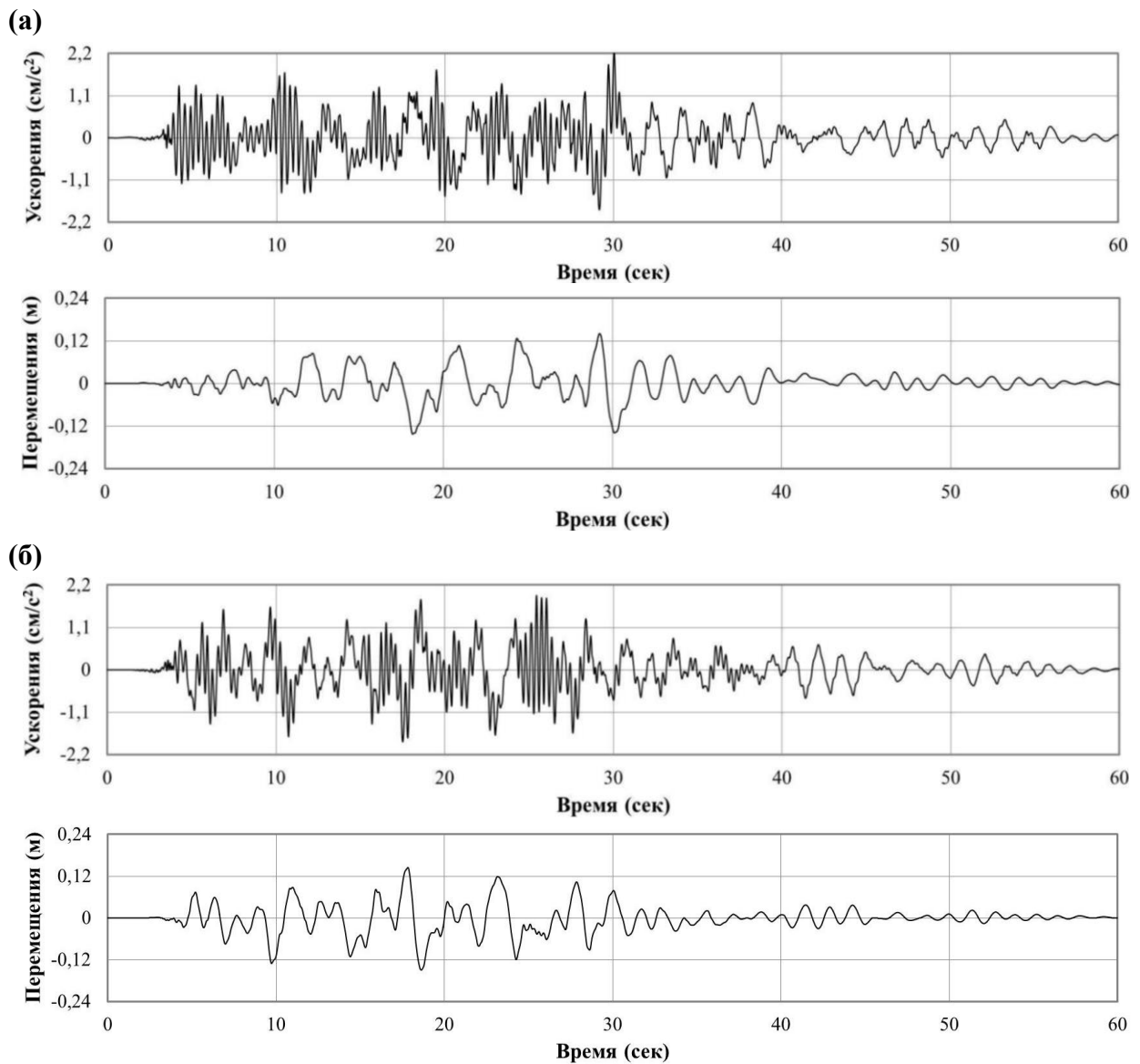


Рисунок Г1.21 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне снования сейсмоизолированной Суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при

комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами TCU089

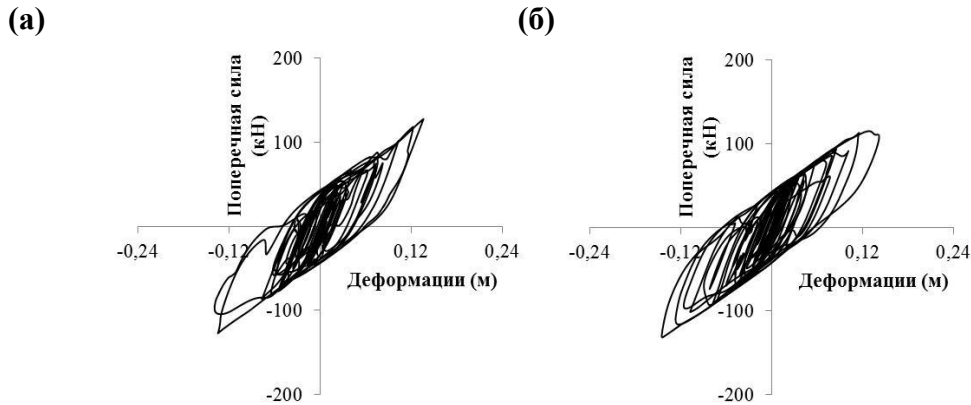


Рисунок Г1.22 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами TCU089

Г1.3.5. Эпюры, характеризующие распределение горизонтальных ускорений по высоте здания при сейсмическом воздействии, заданном акселерограммами A-STU, показаны на Рисунке Г1.23.

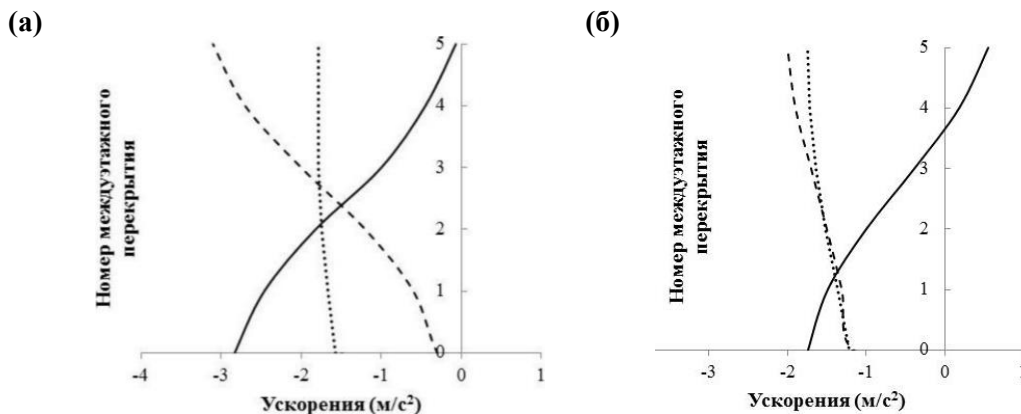


Рисунок Г1.23 – Эпюры распределения ускорений по высоте при сейсмических воздействиях, заданных акселерограммами A-STU:

- (а) – в продольном направлении здания;
- (б) – в и поперечном направлении здания;
- - при максимальном ускорении в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры;
- - - - при максимальном ускорении в уровне верха сейсмоизолированной Суперструктуры;
- - при максимальном перемещении верха сейсмоизолированной Суперструктуры.

Сопоставление максимальных величин поперечных сил в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры при комбинациях сейсмических воздействиях «1» и «2» дано в таблице Г1.3. Распределение во времени величин поперечных сил в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры при комбинациях сейсмических воздействий «1» и «2» показано на рисунках Г1.24 и Г1.25 соответственно.

Таблица Г1.3

Комбинация	Сейсмические	Максимальные значения поперечной силы в уровне низа
------------	--------------	---

воздействий	воздействия	Суперструктуры (кН)	
		в продольном направлении	в поперечном направлении
«1»	A-STU	5554	5037
	IZT	4724	5339
	TCU089	4470	4596
«2»	A-STU	5052	5563
	IZT	5278	4820
	TCU089	4550	4478

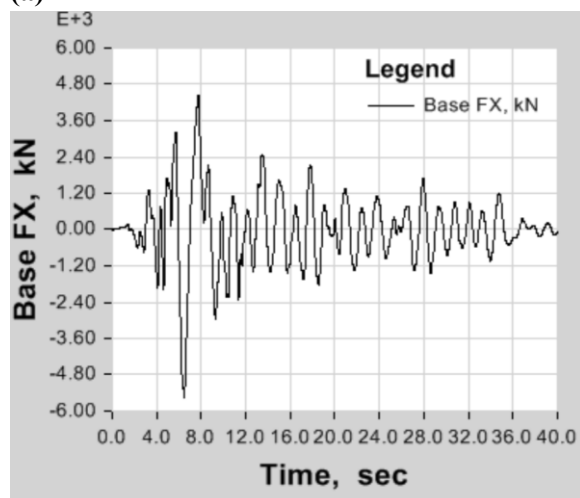
Г1.4. Анализ полученных результатов

Г1.4.1. Из результатов расчетов следует, что из трех рассмотренных расчетных сейсмических событий наиболее неблагоприятным для конструктивной системы сейсмоизолированной Суперструктуры является сейсмическое событие, смоделированное искусственными акселерограммами A-STU.

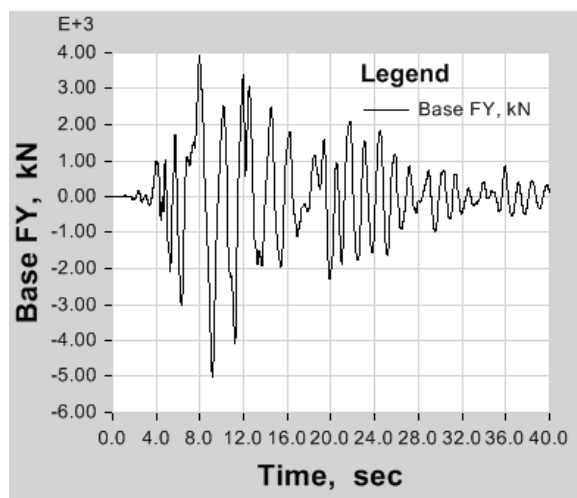
При этом сейсмическом событии:

- поперечные силы в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры и горизонтальные перекосы ее нижних этажей имеют наибольшие значения;
- в уровнях междуэтажных перекрытий наблюдаются наибольшие значения ускорений, обусловленные возбуждением высших форм колебаний Суперструктуры.

(а)

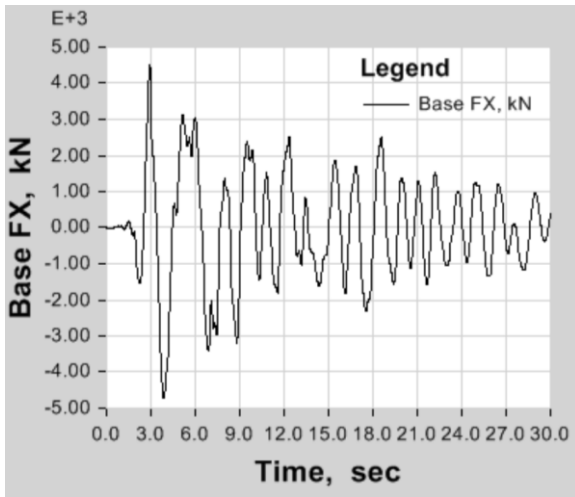


Max: (7.74, 4454.82715); Min: (6.48, -5554)

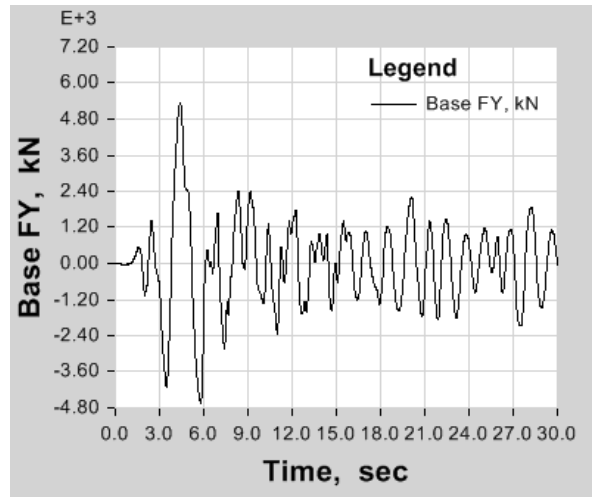


Max: (7.95, 3931.120069); Min: (9.15, -5037)

(б)

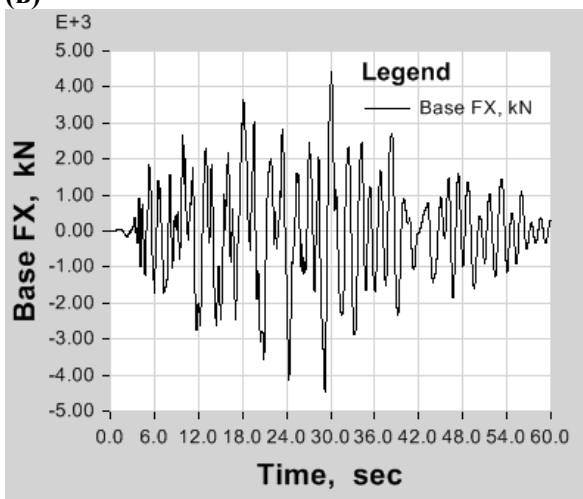


Max: (2.94, 4496.253414); Min: (3.87, -4724)

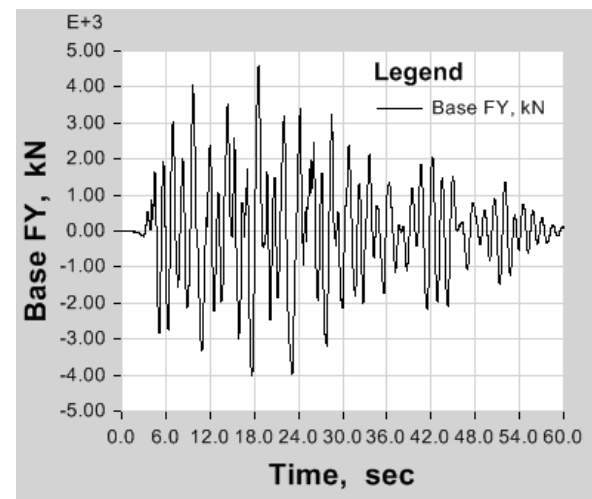


Max: (4.4, 5339.473696); Min: (5.81, -4641)

(B)



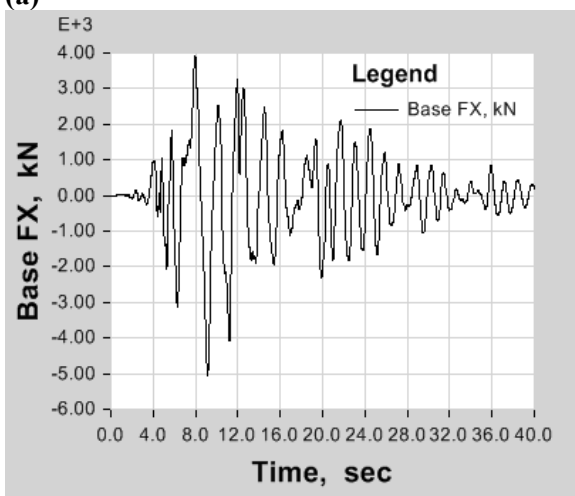
Max: (30.11, 4445.047618); Min: (29.24, -4470)



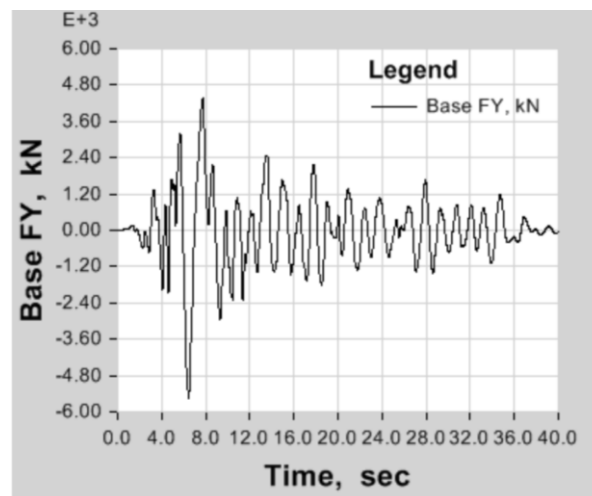
Max: (18.59, 4596.87668); Min: (17.65, -4031)

Рисунок Г1.24 – Величины поперечных сил в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами A-STU (а), IZT (б) и TCU089 (в)

(a)

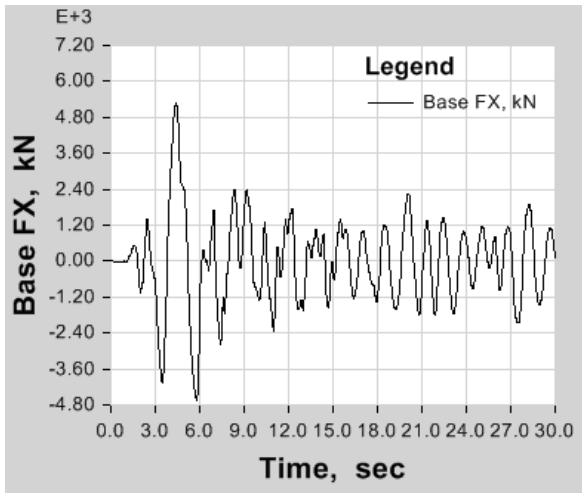


Max: (7.95, 3925.629031); Min: (9.15, -5052)

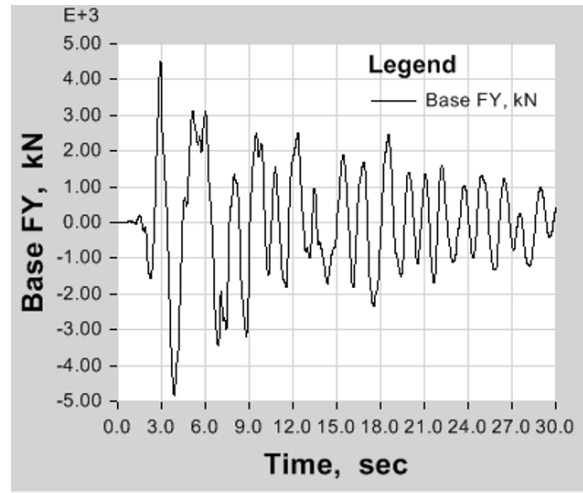


Max: (7.74, 4394.738425); Min: (6.46, -5563)

(б)

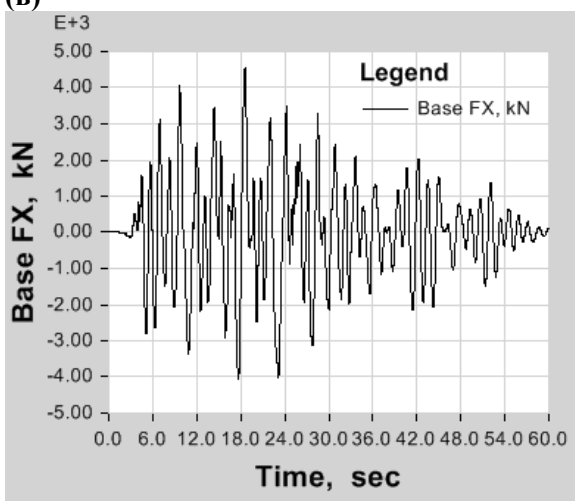


Max: (4.41, 5278.553041); Min: (5.81, -4647)

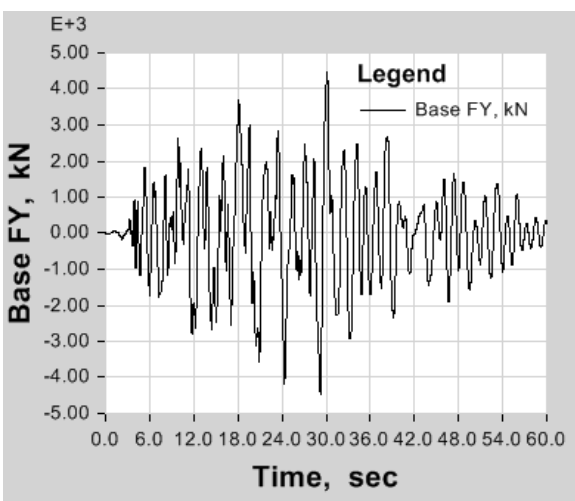


Max: (2.94, 4513.966377); Min: (3.87, -4820)

(B)



Max: (18.6, 4550.227593); Min: (17.65, -4046)



Max: (30.13, 4454.93766); Min: (29.25, -4478)

Рисунок Г1.25 – Величины поперечных сил в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры при комбинации «2» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами A-STU (а), IZT (б) и TCU089 (в)

Г1.4.2 Наибольшие перемещения Суперструктуры относительно Субструктуры соответствуют расчетным сейсмическим событиям, заданным акселерограммами A-STU (186 мм) и IZT (213 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 сейсмические поперечные силы в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры составляют:

- в продольном направлении здания 5554:1,5=3703 кН;
- в поперечном направлении здания 5563:1,5=3709 кН.

ПРИМЕЧАНИЕ – В приведенных выше Выражениях:

5554 кН – максимальное значение поперечной силы в продольном направлении Суперструктуры, определенное по результатам расчета во временной области;

5563 кН – максимальное значение поперечной силы в поперечном направлении Суперструктуры, определенное по результатам расчета во временной области;

1,5 – коэффициент поведения q для сейсмоизолированной Суперструктуры (см. 6.8.5 настоящего Пособия).

Г1.4.3. Расчетная сейсмическая поперечная сила в уровне низа зафиксированной в основании Суперструктуры составляет:

- в продольном направлении здания 9478 кН;
- в поперечном направлении здания 8849 кН.

ПРИМЕЧАНИЕ – Указанные значения поперечной силы были определены в соответствии с 4.3.3.2.2 СП РК EN 1998-1:2004/2012 при следующих исходных данных:

- расчетная масса здания 3245,6 кН·с²/м;
- периоды собственных колебаний Суперструктуры, соответствующие: основному тону в поперечном направлении – 0,497 сек, крутильной форме – 0,490 сек, основному тону в продольном направлении – 0,464 сек;
- условный коэффициент поведения q равен 3,45.

Г1.4.3. Из приведенных данных следует, что применение рассмотренной системы сейсмоизоляции позволяет снизить горизонтальные расчетные сейсмические нагрузки на конструктивную систему сейсмоизолированной Суперструктуры:

- в продольном направлении – в 2,56 раза;
- в поперечном направлении – в 2,38 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, заново).

Г2. Пример Г(2) – Оценка реакций Суперструктуры пятиэтажного сейсмоизолированного здания, оснащенного системой сейсмоизоляции, формируемой сейсмоизолирующими эластомерными опорами со свинцовым сердечником

Г2.1. Исходные данные

Г2.1.1. См. Г1.1.1.

Г2.1.2. См. Г1.1.2.

Г2.1.3. См. Г1.1.3.

Г2.1.4 Краткие общие сведения о системе сейсмоизоляции, которой предполагается, оснастить условное здание-представитель – аналогичны, принятым в В1.4 Приложения В (см. также Рисунок В.1 Приложения В).

Параметры, характеризующие горизонтальную жесткость каждой сейсмоизолирующей эластомерной опоры – аналогичны, принятым в Примере В(2) Приложения В (см. также В3.1, В3.2 и В3.3 Приложения В).

Вертикальная жесткость каждой сейсмоизолирующей эластомерной опоры условно принята равной $K_z = 1500000$ кН/м.

Г2.1.5 См. Г1.1.5.

Г2.2 Акселерограммы, использованные для оценки сейсмических реакций сейсмоизолированного здания

Г2.2.1 Акселерограммы, использованные для оценки сейсмических реакций сейсмоизолированного здания – те же, что приняты в Примере Г(1) выше.

Г2.2.2 При выполнении расчетов учитывались две комбинации сейсмических воздействий на здание (см. Пример Г(1) выше).

Расчеты здания выполнялись с помощью программы ETABS.

Г2.2.3 Допущения и предпосылки, принятые в расчете, аналогичны принятым в Примере Г(1).

Г2.3 Основные результаты оценки сейсмической реакции Суперструктуры пятиэтажного здания, оснащенного системой сейсмоизоляции, формируемой сейсмоизолирующими эластомерными опорами со свинцовым сердечником²

Результаты выполненных расчетов показали, 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 Г2.26 показаны перемещения Суперструктуры здания относительно Субструктуры при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных акселерограммами А-STU (—), IZT (---) и TCU089 (.....).

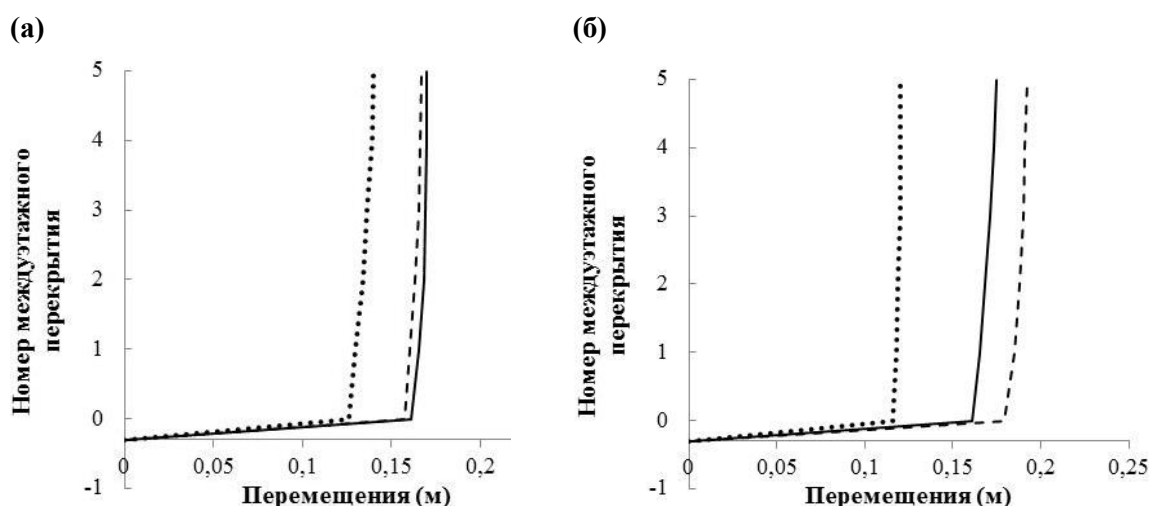


Рисунок Г2.26 – Относительные перемещения сейсмоизолированного здания в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при максимальных смещениях Суперструктуры относительно Субструктуры

Максимальные значения горизонтальных перекосов этажей Суперструктуры при комбинациях сейсмических воздействий «1» и «2» приведены в Таблице Г2.4.

² Учитывая, что расчеты сейсмоизолированных зданий с разными видами эластомерных опор не имеют значимых методологических различий, настоящий Пример Г(2) изложен в сокращенном виде.

Таблица Г2.4

Комбинация воздействий	Сейсмические воздействия	Максимальное значение поперечной силы в основании Суперструктуры (кН)	
		в продольном направлении	в поперечном направлении
«1»	A-STU	4750	4226
	IZT	4085	4297
	TCU089	4179	3891
«2»	A-STU	4233	4772
	IZT	4224	4084
	TCU089	3854	4209

Записи ускорений и перемещений, характеризующие горизонтальные колебания в уровне основания Суперструктуры в продольном и поперечном направлениях, показаны на Рисунках Г2.27, Г2.29 и Г2.31.

Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном и поперечном направлениях здания, приведены на Рисунках Г2.28, Г2.30 и Г2.32.

Сопоставление величин поперечных сил в основании Суперструктуры при разных сейсмических воздействиях дано в Таблице Г2.5. Записи величин поперечных сил в основании Субструктуры при комбинациях «1» и «2» сейсмических воздействий приведены на Рисунках Г2.33 и Г2.34 соответственно.

Таблица Г2.5

Комбинация воздействий	Сейсмические воздействия	Максимальные значения перекосов этажей Суперструктуры (мм)									
		в продольном направлении					в поперечном направлении				
		Номера этажей									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
«1»	A-STU	6,06	6,84	6,19	4,68	2,66	4,39	4,48	4,00	2,96	1,71
	IZT	5,12	5,48	4,65	3,33	1,84	4,26	4,32	3,57	2,55	1,47
	TCU089	4,68	5,63	5,35	4,23	2,55	4,16	4,69	4,14	3,05	1,76
«2»	A-STU	5,08	5,49	5,03	3,87	2,30	5,21	5,85	5,27	4,00	2,34
	IZT	4,66	4,68	3,74	2,57	1,39	4,33	4,52	3,79	2,74	1,56
	TCU089	4,54	5,04	4,46	3,34	1,94	3,97	4,68	4,49	3,61	2,19

Г2.4 Анализ полученных результатов

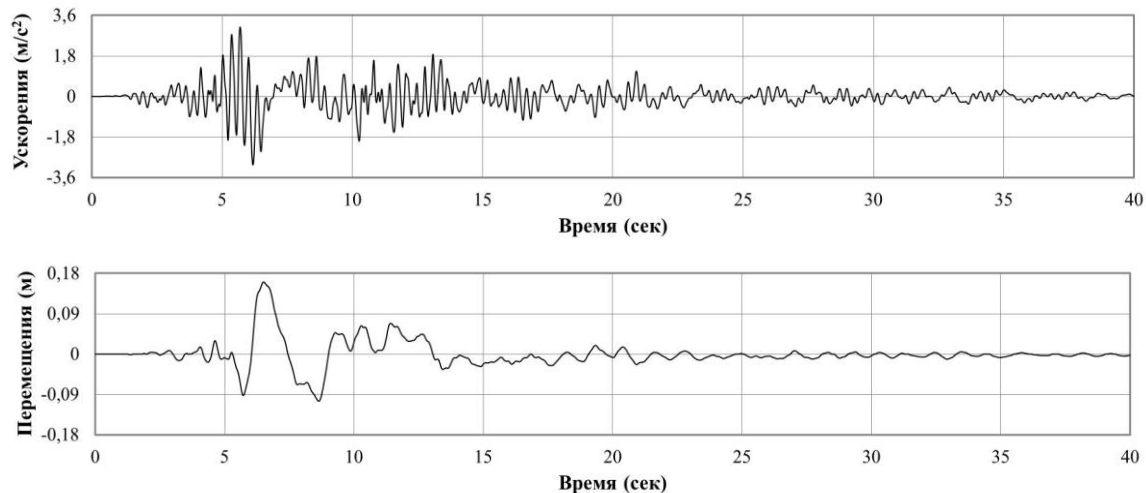
Из результатов расчетов следует, что, как и в Примере Г(1), из трех рассмотренных расчетных сейсмических событий наиболее неблагоприятным для конструктивной системы сейсмоизолированной Суперструктуры является сейсмическое событие, смоделированное искусственными акселерограммами A-STU.

При этом сейсмическом событии:

- поперечные силы в уровне основания Суперструктуры и горизонтальные перекосы ее нижних этажей имеют наибольшие значения;
- в уровнях междуэтажных перекрытий наблюдаются наибольшие значения ускорений, обусловленные возбуждением высших форм колебаний Суперструктуры.

Наибольшие перемещения Суперструктуры относительно Субструктуры соответствуют расчетным сейсмическим событиям, заданным акселерограммами А-STU (161 мм) и IZT (179 мм).

(а)



(б)

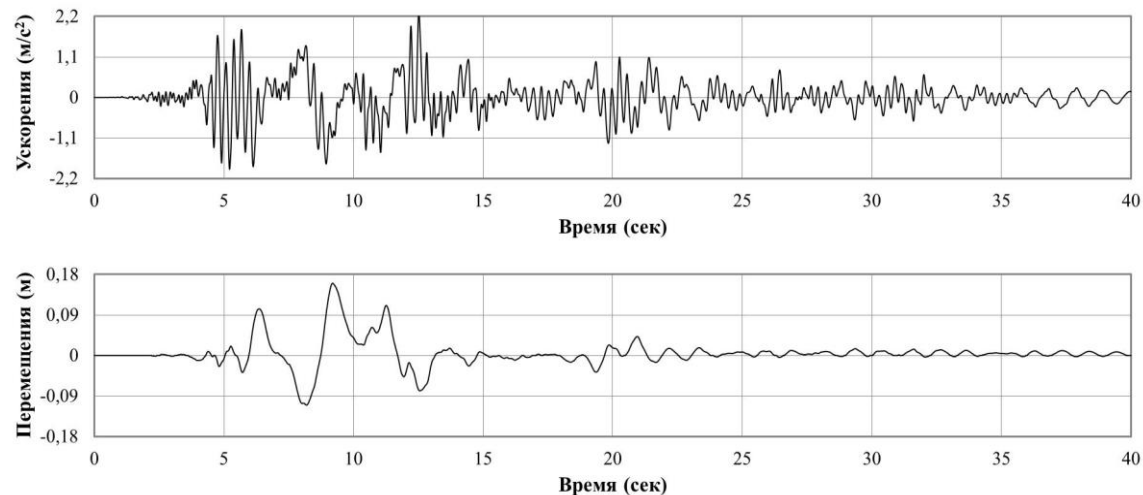


Рисунок Г2.27 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне основания Суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами А-STU

(а)

(б)

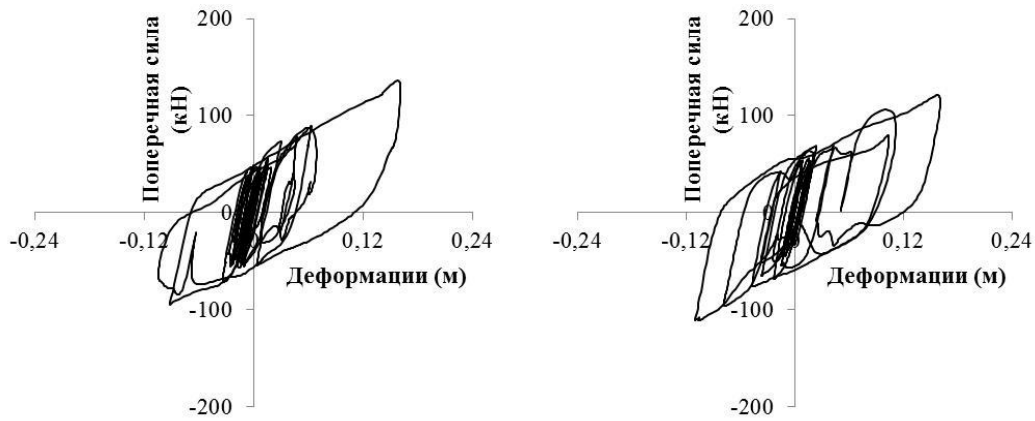


Рисунок Г2.28 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами A-STU

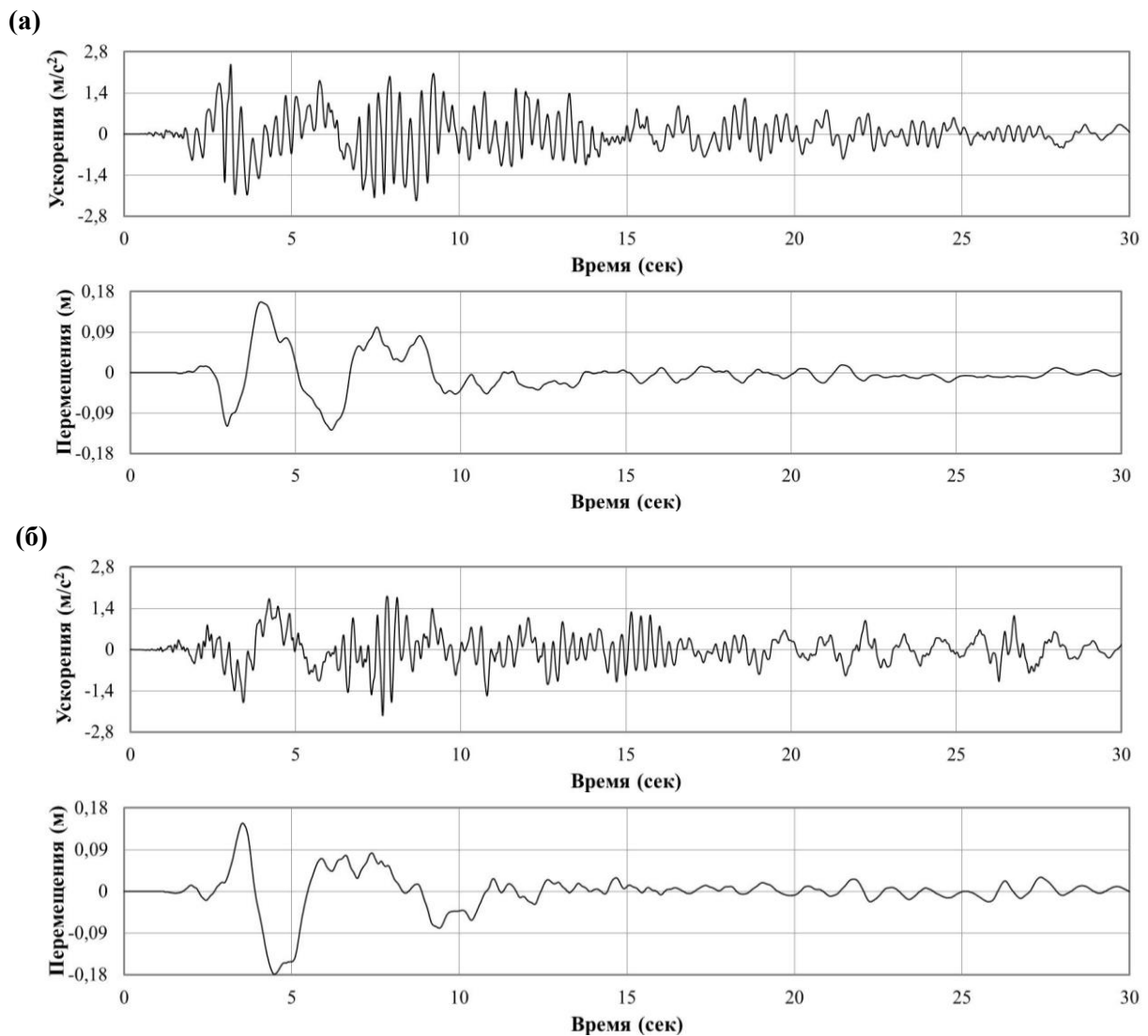


Рисунок Г2.29 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне основания Суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами IZT

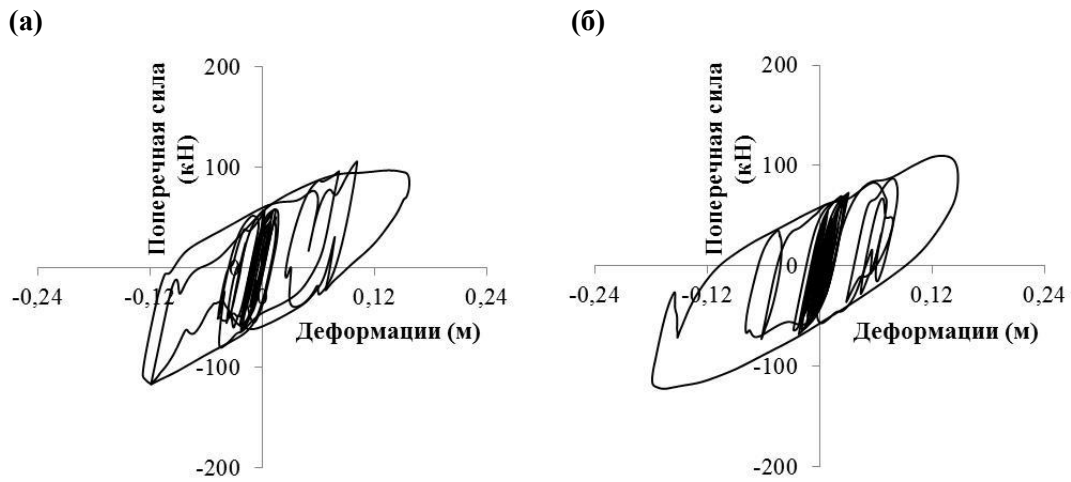


Рисунок Г2.30 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами IZT

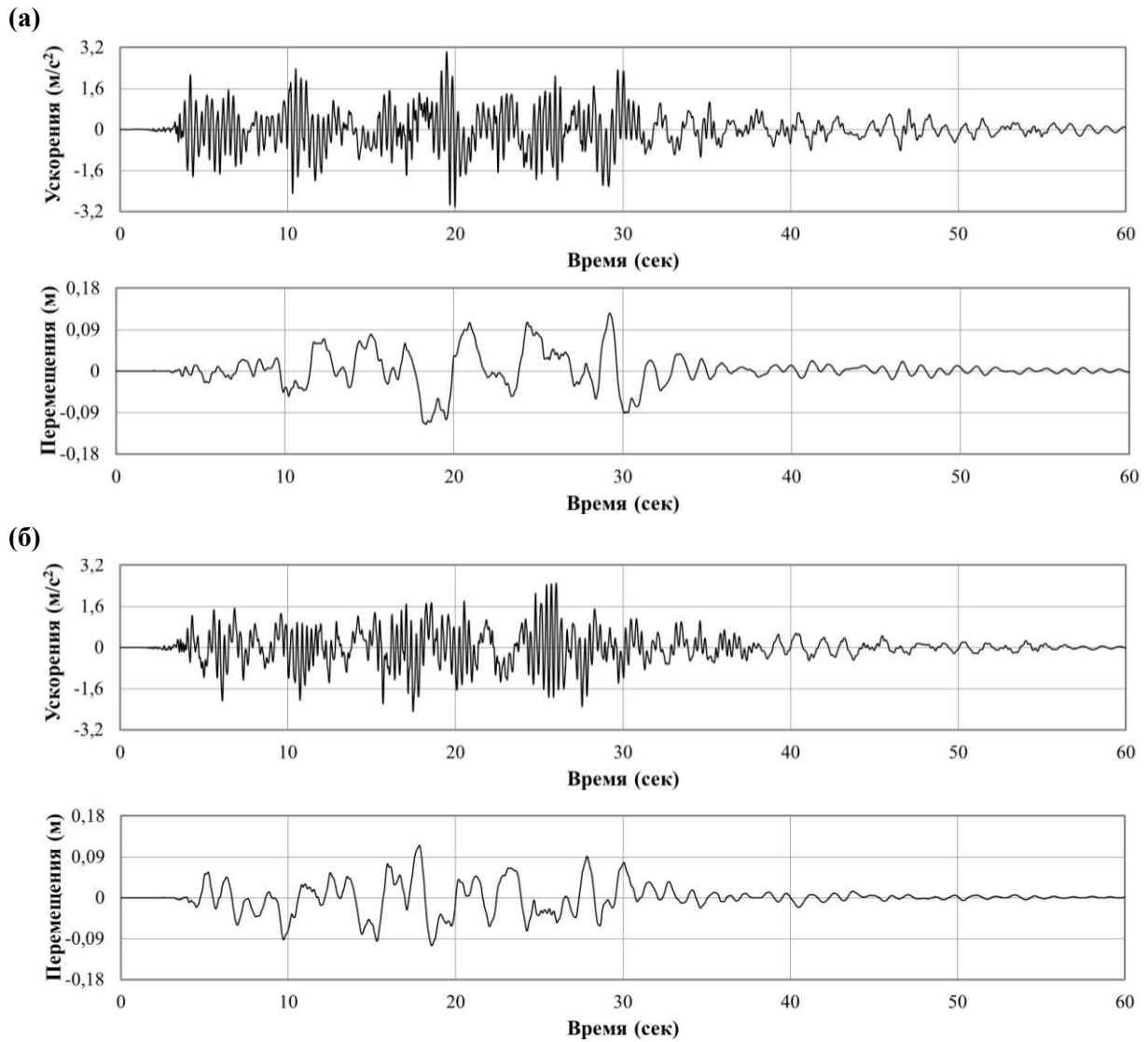


Рисунок Г2.31 – Горизонтальные ускорения и перемещения во времени в уровне основания Суперструктуры в продольном (а) и поперечном (б) направлениях при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами TCU089

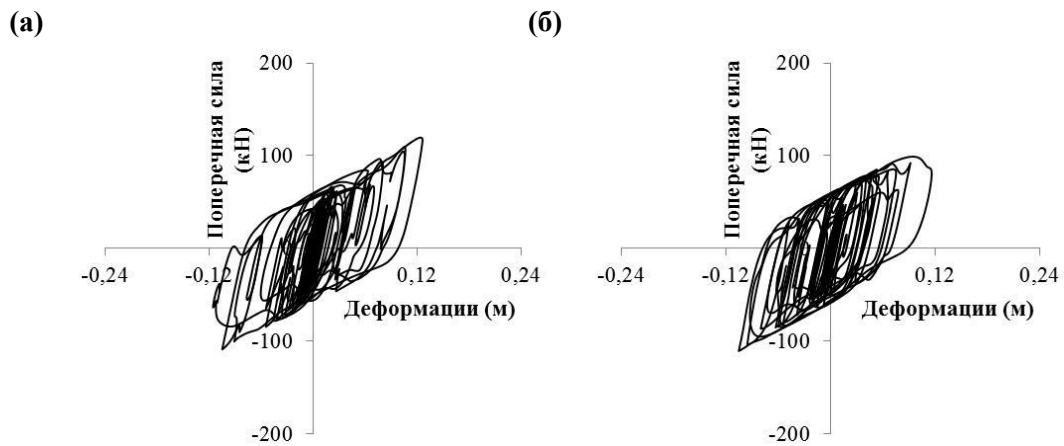
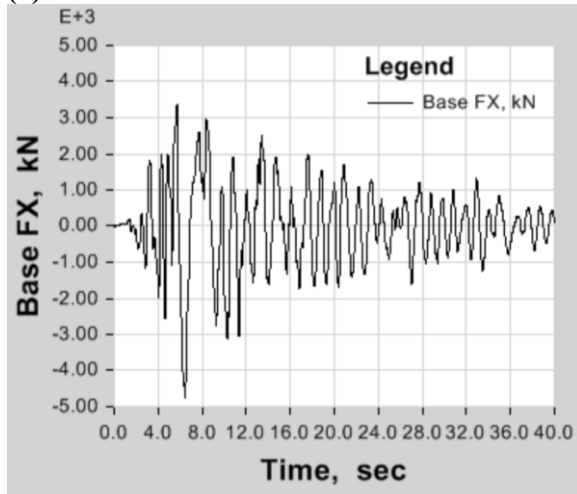
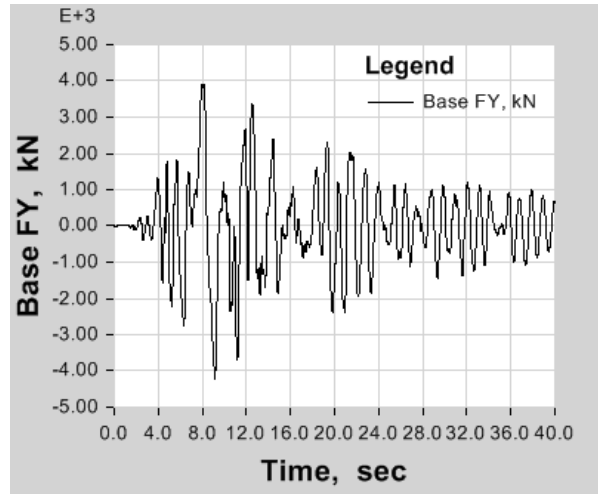


Рисунок Г2.32 – Зависимости, характеризующие поведение сейсмоизолирующих эластомерных опор в продольном (а) и поперечном (б) направлениях здания при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами TCU089

(a)

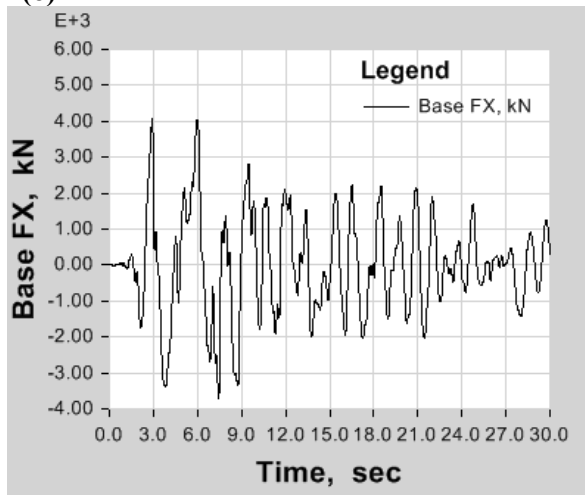


Max: (5.72, 3357.657068); Min: (6.46, -4750)

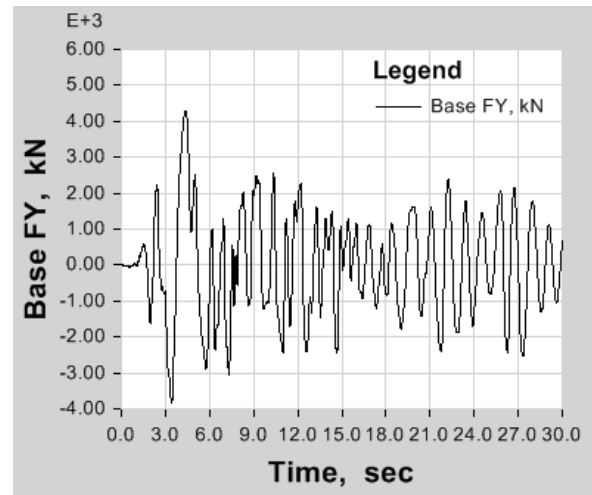


Max: (8.01, 3915.755238); Min: (9.15, -4226)

(б)

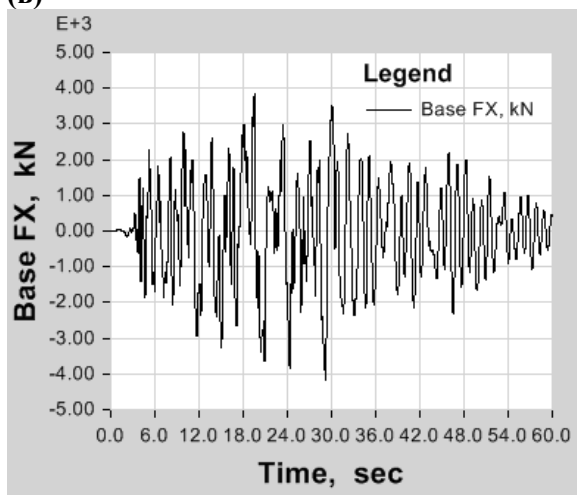


Max: (2.93, 4085.395493); Min: (7.45, -3699)

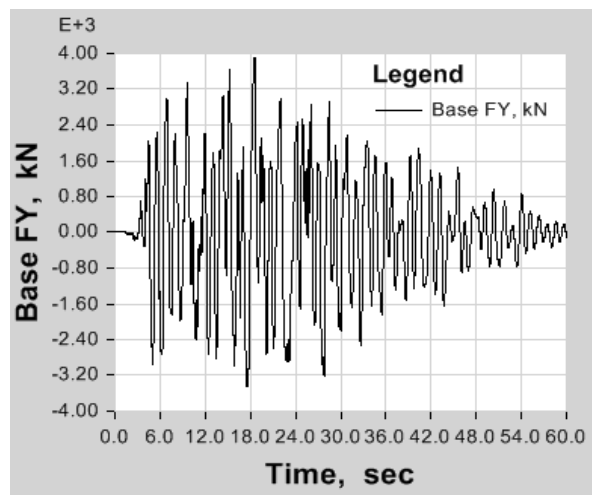


Max: (4.37, 4297.263191); Min: (3.42, -3836)

(в)

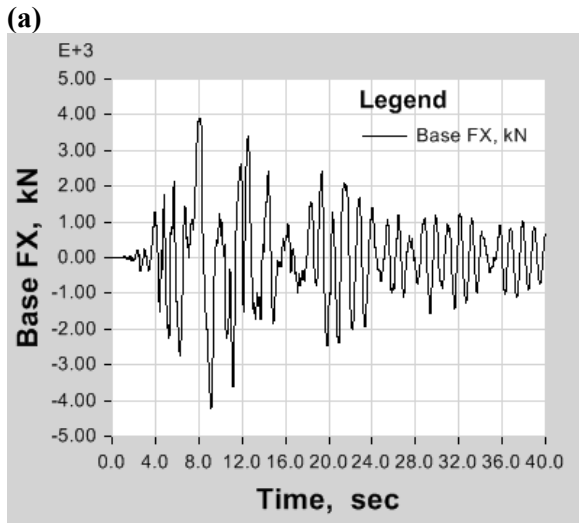


Max: (19.53, 3822.683425); Min: (29.18, -4179)

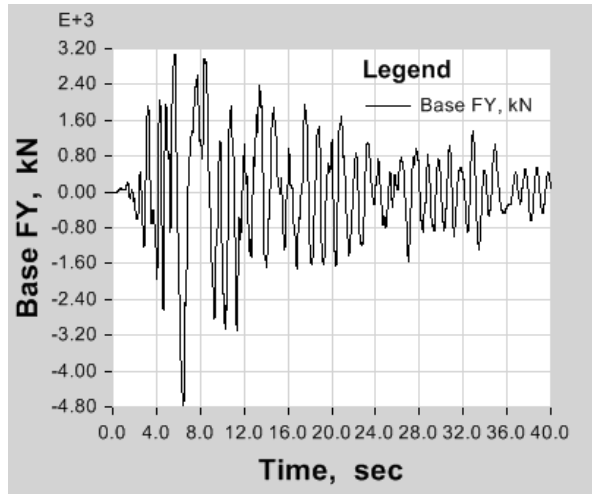


Max: (18.57, 3891.025642); Min: (17.57, -3458)

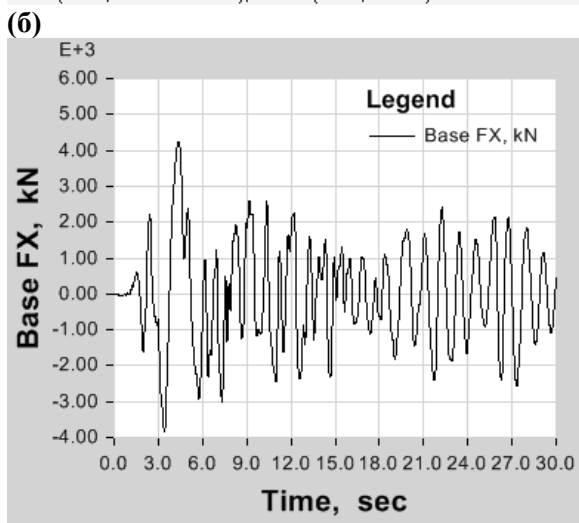
Рисунок Г2.33 – Величины поперечных сил в уровне основания Суперструктуры при комбинации «1» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами A-STU (а), IZT (б) и TCU089 (в)



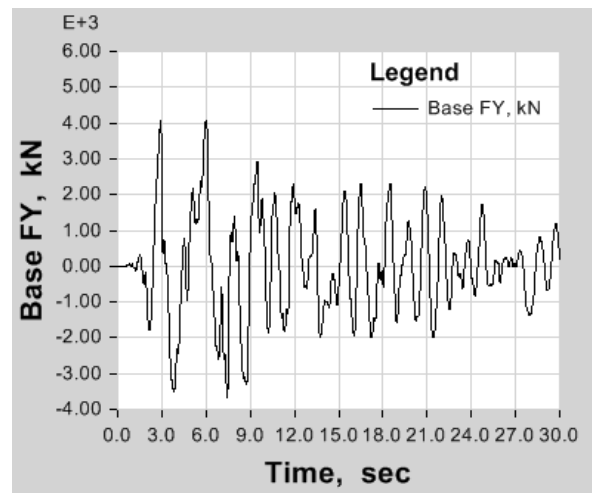
Max: (8.01, 3898.365933); Min: (9.14, -4233)



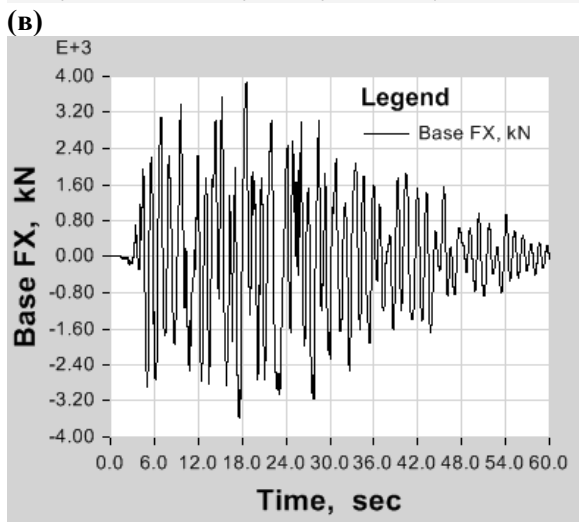
Max: (5.68, 3083.02615); Min: (6.46, -4772)



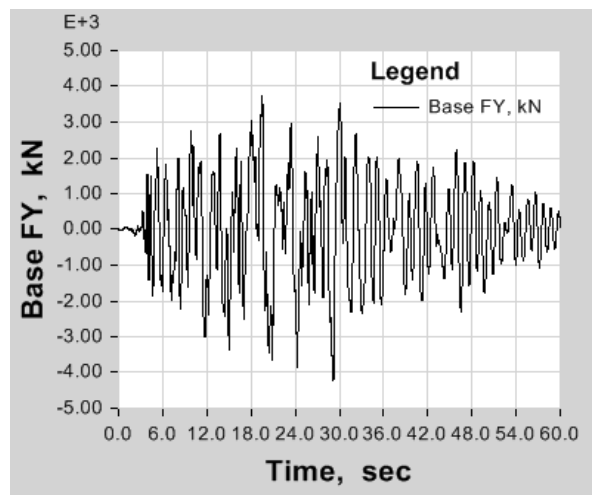
Max: (4.38, 4224.521045); Min: (3.41, -3815)



Max: (2.93, 4084.281263); Min: (7.45, -3659)



Max: (18.58, 3854.338447); Min: (17.6, -3571)



Max: (19.52, 3754.40715); Min: (29.19, -4209)

Рисунок Г2.34 – Величины поперечных сил в уровне основания Суперструктуры при комбинации «2» сейсмических воздействий, заданных искусственными акселерограммами A-STU (а), IZT (б) и TCU089 (в)

Максимальные расчетные сейсмические поперечные силы в уровне основания сейсмоизолированной Суперструктуры составляют:

- в продольном направлении здания $4750:1,5=3167$ кН;
- в поперечном направлении здания $4772:1,5=3181$ кН.

ПРИМЕЧАНИЕ – В приведенных выше Выражениях:

4750 кН – максимальное значение поперечной силы в продольном направлении Суперструктуры, определенное по результатам расчета во временной области;

4772 кН – максимальное значение поперечной силы в поперечном направлении Суперструктуры, определенное по результатам расчета во временной области;

1,5 – коэффициент поведения q для сейсмоизолированной Суперструктуры (см. 6.8.5 настоящего Пособия).

Расчетная сейсмическая поперечная сила в уровне низа зафиксированной в основании Суперструктуры составляет:

- в продольном направлении здания 9478 кН;
- в поперечном направлении здания 8849 кН.

Из приведенных данных следует, что применение рассмотренной системы сейсмоизоляции позволяет снизить горизонтальные расчетные сейсмические нагрузки на конструктивную систему сейсмоизолированной Суперструктуры здания:

- в продольном направлении – в 2,99 раза;
- в поперечном направлении – в 2,78 раза.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д*(информационное)***Краткий обзор европейских стандартов, ссылки на которые применяются в настоящем Пособии****Д1 Общие сведения**

Д1.1 Приложение Д предоставляет общие информационные сведения об европейских стандартах, требования которых следует или рекомендуется принимать во внимание, при проектировании зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, отвечающих положениям настоящего Пособия и требованиям раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

Д1.2 В отношении проектирования систем сейсмоизоляции, согласно 1.5.1. и 4.3.1.3 настоящего Пособия, применяются нормативные ссылки на следующие европейские стандарты:

ISO 22762-1:2018	Эластомерные сейсмоизолирующие опоры – Часть 1. Методы испытаний (Elastomeric seismic-protection isolators Part-1: Test methods).
ISO 22762-3:2018	Эластомерные сейсмоизолирующие опоры - Часть 3. Инструкция для зданий – Технические условия (Elastomeric seismic-protection isolators Part-3: Applications for buildings – Specifications).
ISO/TS 22762-4-2019	Эластомерные сейсмоизолирующие опоры. Часть 4. Руководство по применению ISO 22762-3 (Elastomeric seismic-protection isolators - Part 4: Guidance on the application of ISO 22762-3).
СТ РК EN 15129:2009	Устройства антисейсмические. CEN (Anti-seismic devices. CEN).
СТ РК EN 1337 (все части)	Опорные части. CEN (Structural bearings. CEN).

Д2 Краткий обзор документов СТ РК EN 15129:2009 и серии СТ РК EN 1337

Д2.1 Указанные в Д1.2 документы СТ РК EN 15129:2009 и СТ РК EN 1337 (все части) – это национальные редакции стандартов, идентичных европейским, требованиями которых необходимо руководствоваться при проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия зданий с сейсмоизолирующим фундаментом с использованием оговоренных в Пособии типов систем сейсмоизоляции и видов сейсмоизолирующих устройств (см. также Раздел 2 настоящего Пособия).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Документ СТ РК EN 15129:2009:

- распространяется на проектирование устройств, предусмотренных в сооружениях, с целью изменения их реакции на сейсмическое воздействие;
- распространяется на типы устройств и их комбинации, как определено в 3.4 этого стандарта;
- устанавливает функциональные требования и общие правила проектирования для сейсмической ситуации, характеристики материалов, требования к изготовлению и испытаниям, а также требования к оценке соответствия, установке и техническому обслуживанию.

Краткое содержание документа СТ РК EN 15129:2009:

- Раздел 1 - Область применения.
- Раздел 2 - Нормативные ссылки.
- Раздел 3 - Термины и определения, обозначения и сокращения.
- Раздел 4 - Общие расчетные нормы.
- Раздел 5 - Жесткий узел.
- Раздел 6 - Зависимые от смещения устройства.
- Раздел 7 - Зависимые от скорости устройства.
- Раздел 8 – Сейсмоизоляторы.
- Раздел 9 - Комбинации устройств.
- Раздел 10 - Оценка соответствия.
- Раздел 11 – Установка.
- Раздел 12 - Проверка в процессе эксплуатации.
- Приложение А (информационное).
- Приложение В (информационное).
- Приложение С (информационное).
- Приложение D (информационное).
- Приложение Е (информационное).
- Приложение F (информационное).
- Приложение G (обязательное).
- Приложение H (информационное).
- Приложение I (информационное).
- Приложение J (информационное).
- Библиография.
- Приложение Д.А (информационное).

Для целей концептуального проектирования отвечающих положениям настоящего Пособия и требованиям раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012 зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, наиболее полезны разделы 4, 8 и частично 9 документа СТ РК EN 15129:2009.

При использовании документа СТ РК EN 15129:2009 целесообразно проверить его действующий статус, поскольку согласно информации Технического комитета, CEN/TC 340 «Антисейсмические устройства», секретариат которого находится в ведении UNI, предполагалось, что документ EN 15129:2009 будет заменен документом prEN 15129:2016.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Дополнительные сведения для проектирования систем сейсмоизоляции также должны быть получены в соответствующих частях серии документов СТ РК EN 1337 (Опоры строительных конструкций), регламентирующих требования к структурным опорам (structural bearings). Серия документов СТ РК EN 1337 состоит из 11 (одиннадцати) Частей:

- Часть 1 - Общие правила проектирования.
- Часть 2 - Элементы скольжения.
- Часть 3 - Опоры эластомерные.
- Часть 4 - Опоры катковые.
- Часть 5 - Опоры комбинированные в обойме.
- Часть 6 - Опоры качающиеся.
- Часть 7 - Опоры сферические и цилиндрические ПТФЭ.
- Часть 8 - Опоры направляющие и ограничительные.
- Часть 9 – Защита.
- Часть 10 - Контроль и техническое обслуживание.
- Часть 11 - Транспортирование, хранение и монтаж.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – СТ РК EN 15129:2009 и соответствующие части серии СТ РК EN 1337 должны рассматриваться как основные руководящие документы, которые должны применяться при проектировании гражданских зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, отвечающих положениям настоящего Пособия и требованиям раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

Д3 Краткий обзор документов из серии ISO 22762

Д3.1 Указанные в Д1.2 документы ISO 22762-1:2018, ISO 22762-3:2018, ISO/TS 22762-4:2019 – это неактуализированные редакции Европейских стандартов, требования которых целесообразно также, наряду с документами СТ РК EN 15129 и СТ РК EN 1337, принимать во внимание при проектировании оговоренных в настоящем Пособии гражданских зданий с системами сейсмоизоляции, формируемых с использованием сейсмоизолирующих эластомерных опор (Elastomeric seismic-protection isolators).

Краткие обзоры документов ISO 22762-1:2018, ISO 22762-3:2018, ISO/TS 22762-4:2019 предоставлены в данном Приложении Д ниже, соответственно, в подразделах Д3.2, Д3.3 и Д3.4.

Д3.2 Краткое содержание документа ISO 22762-1:2018:

<p>Foreword Introduction Clause 1 - Scope Clause 2 - Normative references Clause 3 - Terms and definitions Clause 4 - Symbols and cross-section of isolator Clause 5 - Rubber material tests Clause 6 - Isolator tests</p> <p>Annex A (normative) - Determination of accelerated ageing conditions equivalent to expected life at standard laboratory temperature (23 °C or 27 °C). Annex B (normative) - Inertia force correction Annex C (normative) - Friction force correction Annex D (normative) - Determination of coefficient linear thermal expansion Annex E (informative) - Alternative methods of determining shear properties Annex F (informative) - Creep test Annex G (informative) - Determination of reaction force due to low-rate deformation Annex H (informative) - Durability investigation of elastomeric isolators used for 10 years in a bridge Annex I (informative) - Durability investigation of elastomeric isolators used for seven years in a building Bibliography</p>	<p>Предисловие Введение Раздел 1 - Область применения Раздел 2 - Нормативные ссылки Раздел 3 - Термины и определения Раздел 4 - Условные обозначения и поперечное сечение изолятора Раздел 5 - Испытания резиновых материалов Раздел 6 - Испытания изоляторов</p> <p>Приложение А (обязательное) - Определение условий ускоренного старения, эквивалентных ожидаемому сроку службы при стандартной лабораторной температуре (23 °C или 27 °C). Приложение В (обязательное) - Коррекция силы инерции Приложение С (обязательное) - Поправка на силу трения Приложение Д (обязательное) - Определение коэффициента линейного теплового расширения Приложение Е (информационное) – Альтернативные методы определения сдвиговых свойств Приложение F (информационное) - Испытание на ползучесть Приложение G (информационное) - Определение силы реакции из-за низкоскоростной деформации Приложение H (информационное) – Исследование долговечности эластомерных изоляторов, используемых в мостах в течение 10 лет Приложение I (информационное) – Исследование долговечности эластомерных изоляторов, используемых в здании в течение семи лет Библиография</p>
---	--

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Необходимо принимать во внимание также, что серия документов ISO 22762 включает в себя две части, относящиеся к спецификациям сейсмозащитных эластомерных изоляторов (elastomeric seismic-protection isolators) для мостов и для зданий.

В рамках настоящего Пособия сейсмозащитные эластомерные изоляторы для зданий иначе именуются как сейсмоизолирующие эластомерные (резинометаллические) опоры, общее принципиальное описание которых предоставлено в 2.2.2 и 2.2.3 настоящего Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В отношении эластомерных изоляторов для оснащения мостовых конструкций (структур) применяется документ ISO 22762-2, а в отношении эластомерных изоляторов для оснащения сейсмоизолированных зданий применяется документ ISO 22762-3.

Это обусловлено тем, что, не смотря на схожие основные концепции этих двух продуктов, требования к сейсмозащитным эластомерным изоляторам для мостов и для зданий имеют ряд различий, которые в общих чертах заключаются в следующем:

а) эластомерные изоляторы для мостов в основном имеют прямоугольную форму, а для зданий – круглую форму;

б) эластомерные изоляторы, предназначенные для мостов, используются с учетом их работоспособности как при поворотах, так при горизонтальных смещениях, а предназначенные для зданий эластомерные изоляторы, главным образом, используются с учетом их работоспособности при горизонтальных смещениях;

в) эластомерные изоляторы для мостов рассчитаны на эффективное функционирование в ежедневном режиме, чтобы выдерживать динамические нагрузки, создаваемые транспортными средствами, в том числе и с учетом изменений длины мостов, вызванных изменениями температуры, а также во время землетрясений;

г) эластомерные изоляторы для зданий рассчитаны, главным образом на то, чтобы наряду с эксплуатационными нагрузками выдерживать и сейсмические нагрузки, а также обеспечивать эффективное функционирование опор во время сейсмических событий.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Для сооружений, отличных от зданий и мостов (например, резервуаров, эстакад и др.), инженер-строитель использует либо ISO 22762-2, либо ISO 22762-3, в зависимости от предъявляемых к этим сооружениям требований.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Документ ISO 22762-1:2018 применяется в отношении методов испытаний для определения:

а) свойства резинового материала, используемого для изготовления сейсмоизолирующих эластомерных опор, и

б) характеристики сейсмоизолирующих эластомерных опор.

Минимальные требования в отношении осуществления мероприятий, связанных с испытаниями резиновых материалов и строительных эластомерных изоляторов, предоставляются в разделах 5 и 6, а также приложениях А – I (обязательные и информационные) в документе ISO 22762-1:2018, которые рекомендуется принимать во внимание при проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия зданий с сейсмоизолирующим фундаментом.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – При проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия зданий с сейсмоизолирующим фундаментом может быть рекомендовано идентифицировать (обозначать) сейсмоизолирующие эластомерные опоры с использованием терминов и определений, оговоренных в 3.11, 3.13, 3.14 документа ISO 22762-1:2018.

Например, эластомерный изолятор с относительно высокими демпфирующими свойствами, полученный за счет специального состава резины и использования добавок, согласно 3.11 документа ISO 22762-1:2018 и указаниям 2.2.2.5 настоящего Пособия может быть идентифицирован как «сейсмоизолирующая эластомерная опора с высокой диссипацией энергии» и обозначаться аббревиатурой «**HDR**» (high-damping rubber bearing); эластомерный изолятор, отвечающий определению 3.13 документа ISO 22762-1:2018 может быть идентифицирован согласно указаниям в 2.2.3 настоящего Пособия как «сейсмоизолирующая эластомерная опора со свинцовым сердечником» и обозначаться аббревиатурой «**LRB**» (lead rubber bearing); эластомерный изолятор, отвечающий определению 3.14 документа ISO 22762-1:2018 может быть идентифицирован согласно указаниям в 2.2.2.4 настоящего Пособия как «сейсмоизолирующая эластомерная опора с низкой способностью к диссипации энергии» и обозначаться аббревиатурой «**LNR**» (linear natural rubber bearing).

Д3.3 Краткое содержание документа ISO 22762-3:2018:

Foreword	Предисловие
Introduction	Введение
Clause 1 - Scope	Раздел 1 - Область применения
Clause 2 - Normative references	Раздел 2 - Нормативные ссылки
Clause 3 - Terms and definitions	Раздел 3 - Термины и определения
Clause 4 - Symbols	Раздел 4 - Символы
Clause 5 - Classification	Раздел 5 - Классификация
Clause 6 - Requirement	Раздел 6 - Требование
Clause 7 - Design rules	Раздел 7 - Правила проектирования
Clause 8 - Manufacturing tolerances	Раздел 8 - Производственные допуски
Clause 9 - Marking and labelling	Раздел 9 - Маркировка и этикетирование
Clause 10 - Test methods	Раздел 10 - Методы испытаний
Clause 11 - Quality assurance	Раздел 11 - Обеспечение качества
Annex A (normative) - Tensile stress in reinforcing steel plate	Приложение А (обязательное) - Напряжение растяжения в арматурной стальной пластине
Annex B (normative) - Determination of ultimate property diagram based on experimental results	Приложение В (обязательное) - Определение диаграммы предельных свойств по результатам экспериментов
Annex C (informative) - Minimum recommended physical properties of rubber material	Приложение С (информационное) - Минимальные рекомендуемые физические свойства резинового материала
Annex D (informative) - Effect of inner-hole diameter and second shape factor on shear properties	Приложение D (информационное) – Влияние внутреннего диаметра отверстия и второго коэффициента формы на свойства сдвига
Annex E (informative) - Determination of compressive properties of elastomeric isolators	Приложение E (информационное) - Определение компрессионных свойств эластомерных изоляторов
Annex F (informative) - Determination of shear properties of elastomeric isolators	Приложение F (информационное) - Определение сдвиговых свойств эластомерных изоляторов
Annex G (informative) - Method of predicting buckling limit at large deformations	Приложение G (информационное) - Метод прогнозирования предела потери устойчивости при больших деформациях
Annex H (informative) - Design of fixing bolts and flanges	Приложение H (информационное) - Конструкция крепежных болтов и фланцев
bibliography	Библиография

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Документ ISO 22762-3:2018 устанавливает минимальные требования и методы испытаний для строительных эластомерных изоляторов, используемых для оснащения зданий, и для резинового материала, используемого при производстве таких сейсмоизолирующих устройств.

Документ ISO 22762-3:2018 и соответствующие пункты ISO 22762-1:2018 применяются к используемым для защиты зданий от землетрясений эластомерным изоляторам, именуемым иначе как сейсмоизолирующие эластомерные опоры (см. также 2.2.2 и 2.2.3 в настоящем Пособии).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Раздел 5 документа ISO 22762-3:2018 устанавливает общие минимальные требования к сейсмозащитным эластомерным изоляторам в отношении их классификации с учетом конструктивных особенностей устройств (см. Таблицу 2 документа ISO 22762-3:2018), а также классификации устройств по допуску на свойства сдвига (см. Таблицу 3 документа ISO 22762-3:2018), которые рекомендуется принимать во внимание при проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия зданий с сейсмоизолирующим фундаментом для целей классификации сейсмоизолирующих эластомерных опор.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Раздел 6 документа ISO 22762-3:2018 устанавливает общие минимальные требования к сейсмозащитным эластомерным изоляторам и материалам, используемых для изготовления этих устройств, в отношении порядка осуществления мероприятий, связанных с типовыми испытаниями и

стандартными (в установленном порядке) испытаниями свойств и характеристик, в том числе стальных и свинцовых компонентов, а также требования к размерам (геометрическим параметрам) устройств, которые рекомендуется принимать во внимание при проектировании в соответствии с положениями настоящего Пособия зданий с сейсмоизолирующим фундаментом.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Раздел 7 документа ISO 22762-3:2018 устанавливает общие минимальные требования к сейсмозащитным эластомерным изоляторам и их соединениям с конструктивными элементами Субструктуры и Суперструктуры, связанных с удовлетворением условиям предельных состояний, и которые рекомендуется принимать во внимание при проектировании зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, отвечающих положениям настоящего Пособия и требованиям раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 – Разделы с 8 по 11 документа ISO 22762-3:2018 устанавливают общие минимальные требования к сейсмозащитным эластомерным изоляторам и их соединениям в отношении производственных допусков, маркировки и этикетирования, методов испытаний и обеспечения качества. Приложения А – Н (обязательные и информационные) в документе ISO 22762-3:2018 предоставляют дополнительные указания, комментирующие технические требования к устройствам.

Д3.4 Краткое содержание документа ISO/TS 22762-4:2019:

Foreword	Предисловие
Clause 1 - Scope	Раздел 1 - Область применения
Clause 2 - Normative references	Раздел 2 - Нормативные ссылки
Clause 3 - Terms and definitions	Раздел 3 - Термины и определения
Clause 4 - Guidance on the use of Clause 4 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	Раздел 4 - Руководство по использованию Раздела 4 стандарта ISO 22762-3:2018 (Руководство не дается)
Clause 5 - Guidance on the use of Clause 5 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	Раздел 5 - Руководство по использованию Раздела 5 стандарта ISO 22762-3:2018 (Руководство не дается)
Clause 6 - Guidance on the use of Clause 6 of ISO 22762-3:2018	Раздел 6 - Руководство по использованию Раздела 6 стандарта ISO 22762-3:2018
Clause 7 - Guidance on the use of Clause 7 of ISO 22762-3:2018	Раздел 7 - Руководство по использованию Раздела 7 стандарта ISO 22762-3:2018
Clause 8 - Guidance on the use of Clause 8 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	Раздел 8 - Руководство по использованию Раздела 8 стандарта ISO 22762-3:2018 (Руководство не дается)
Clause 9 - Guidance on the use of Clause 9 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	Раздел 9 - Руководство по использованию Раздела 9 стандарта ISO 22762-3:2018 (Руководство не дается)
Clause 10 - Guidance on the use of Clause 10 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	Раздел 10 - Руководство по использованию Раздела 10 стандарта ISO 22762-3:2018 (Руководство не дается)
Clause 11 - Guidance on the use of Clause 11 of ISO 22762-3:2018 (No guidance is given)	Раздел 11 - Руководство по использованию Раздела 11 стандарта ISO 22762-3:2018 (Руководство не дается)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Документ ISO/TS 22762-4:2019 применяется только совместно с документами ISO 22762-3:2018 и ISO 22762-1:2018.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Документ ISO/TS 22762-4:2019 является руководством по применению, главным образом, указаний в разделах 6 и 7 документа ISO 22762-3:2018 и включает в себя примеры проектных расчетов (вычислений), а также предоставляет данные о характеристиках, полученных для всех типов эластомерных изоляторов, указанных ISO 22762-1:2018 и ISO 22762-3:2018. Документ ISO/TS 22762-4:2019 может быть рекомендован для использования в целях практического проектирования в соответствии с положениями настоящего Пособия зданий с сейсмоизолирующим фундаментом, отвечающих требованиям раздела 10 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е*(информационное)***Краткий обзор конструктивных систем сейсмоизолирующих фундаментов, которые в настоящем Пособии не рассмотрены****Общие требования к сейсмоизолирующим системам.**

Е.1 Основными являются следующие группы систем сейсмозоляции:

– Системы кинематического типа, обеспечивающие снижение сейсмических нагрузок за счет перемещения надфундаментной части здания (суперструктуры) с минимальными деформациями (кинематические фундаменты с элементами трения скольжения или трения качения) см. Рисунок Е.1;

– Системы с демпферами различных типов, обеспечивающих снижение сейсмических нагрузок за счет повышения диссипации энергии (демпферы с сухим и вязким трением, демпферы на базе сухих стыков и разные типы грунтовых демпферов, энергопоглотители, экструзивные и электромагнитные демпферы). см. Рисунок Е.2;

– Различные системы с динамическими гасителями колебаний (пружинные и маятниковые гасители, комбинированные различных типов). Дополнительная масса гасителя колебаний обеспечивает гашение резонансных колебаний по определенной форме, см. рисунок Е.3;

– Системы, обеспечивающие отстройку от резонансных колебаний за счет изменения периода колебаний по основной форме (системы с включающимися или выключающимися связями, регулируемый гибкий этажи, системы с подвесными опорами и т.д.) см. Рисунки Е.4 и Е.5.

Е.2 Применению сейсмоизолирующих систем должно предшествовать изучение особенностей сейсмического воздействия на данной территории – глубина очага и магнитуды ожидаемых землетрясений, типы подвижки в очаге землетрясения, эффективной длительности сейсмического воздействия. Выбор типа применяемой системы сейсмозоляции определяется особенностями сейсмического воздействия. Эффективность системы сейсмозоляции определяется учетом спектральных и амплитудных характеристик сейсмического воздействия.

Е.3 Динамика системы сейсмозоляции, как правило, описывается нелинейными динамическими системами. Поэтому для данных систем следует располагать набором реальных или искусственных акселерограмм, которые будут применяться для определения сейсмических нагрузок, перемещений и перекосов при применении нелинейных расчетных схем.

Е.4 При возможности необходимо учитывать данные Карт сейсмического зонирования касательно вероятности землетрясений за расчетный срок службы сооружения. Для этого должны использоваться вероятностные методы расчета сооружений, оценки надежности сейсмоизолированных зданий как вероятности безотказной работы. В качестве критерия отказа могут использоваться недопустимые величины перемещения в уровне сейсмоизолирующего слоя или чрезмерные значения перекоса этажей здания. При возможности необходимо проводить оценки сейсмического риска для сейсмоизолируемых объектов.

Е.5 При использовании демпферов любого типа допускается применение более сложных моделей, описывающих диссипацию энергии, чем известная модель Фойгта.

ПРИМЕЧАНИЕ – Модель Кельвина-Фойгта – это модель вязко-упругих материалов, характеризующихся свойствами упругости и вязкости. см. рисунок Е.6.

Е.6 Соблюдение указанных выше положений обеспечит эффективное применение сейсмоизолирующих систем, при любой интенсивности сейсмического воздействия.

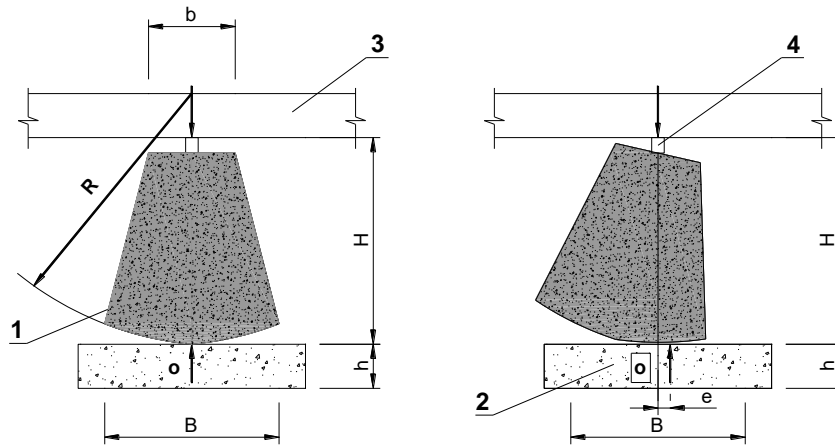


Рисунок Е.1 - Конструктивная схема КФ:
1 - КФ; 2 - опорная плита; 3 - несущий ростверк; 4 - шарнирное соединение

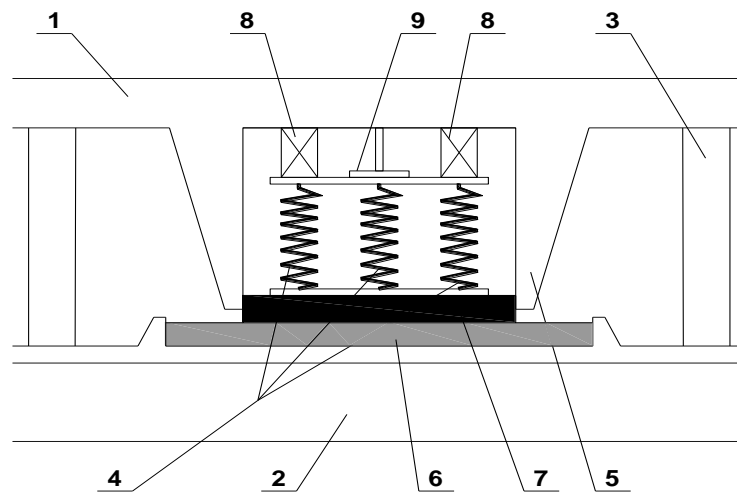


Рисунок Е.2 - Демпферы сухого трения:
1 - Суперструктура; 2 - Субструктура; 3 – опорный элемент; 4 – пружинное устройство; 5 – выступ верхней плиты (суперструктуры); 6 – фрикционный слой из сыпучего материала; 7 – железобетонная плита; 8 – фиксаторы положения; 9 – место установки домкратов

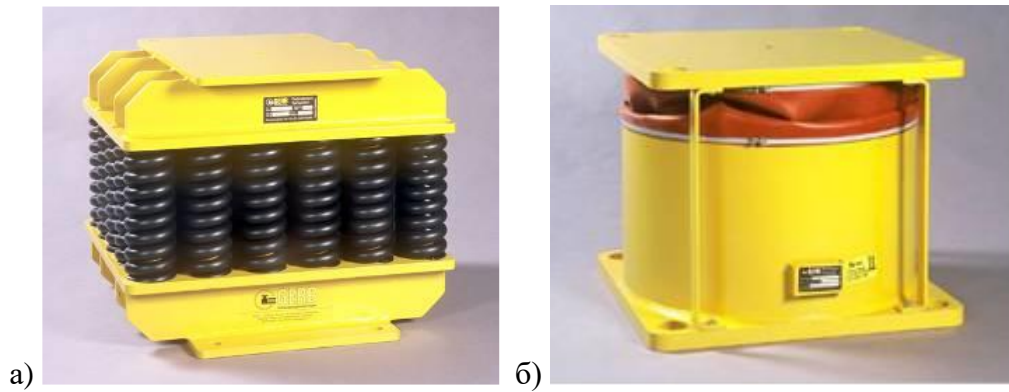


Рисунок Е.3 -Трехкомпонентная пружинно-демпферная система:
 Блок витых пружин для пространственной 3D изоляции (а); Вязкоупругий
 пространственный 3D демпфер (б)

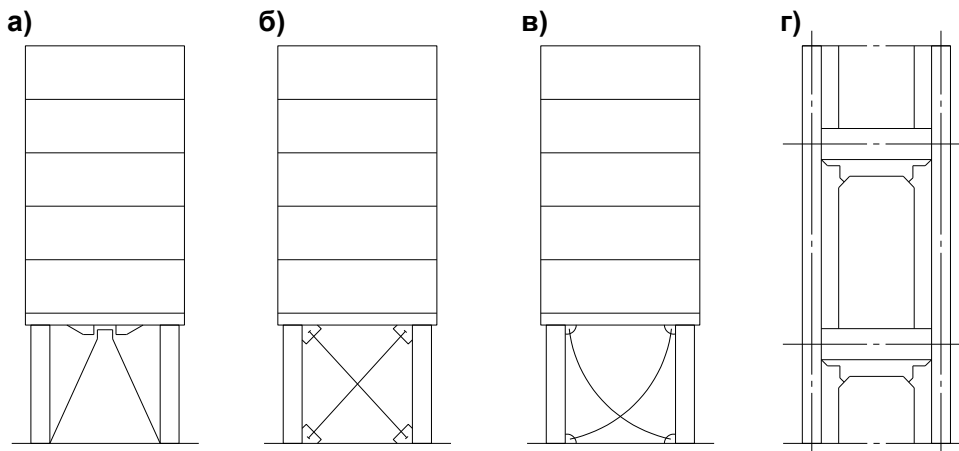


Рисунок Е.4 - Система здания с включающими связями:
 а) упоры-ограничители; б) упругие связи; и) провисающие растяжки; г) жесткие панели для
 многоэтажных зданий

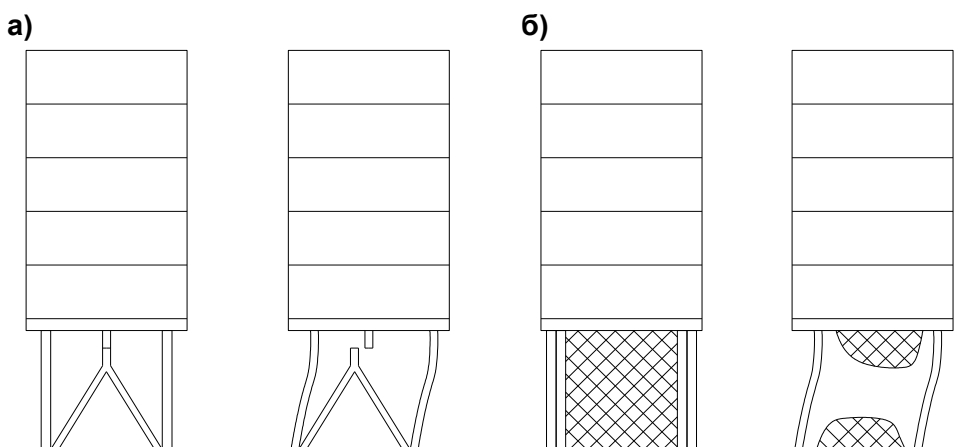


Рисунок Е.5 - Система здания с выключающими связями:
 а) специальные выключающиеся элементы; б) разрушающиеся панели-связи

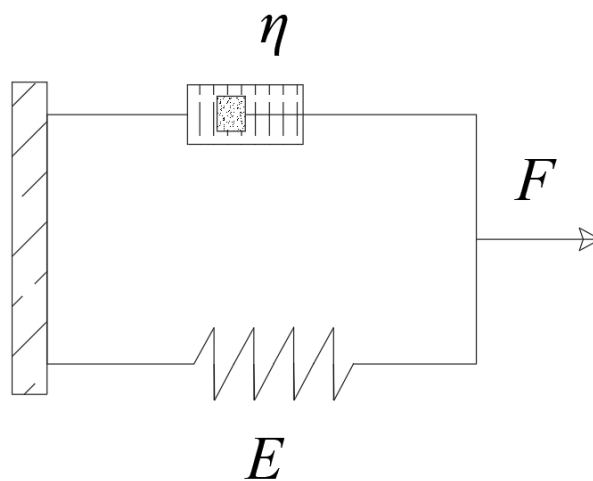


Рисунок Е.6 - Модель вязко-упругих материалов (модель Кельвина-Фойгта), η – поршень с отверстиями, движущегося в цилиндре с вязкой жидкостью (вязкий элемент); E – пружины (упругий элемент); F – прикладываемая постоянная сила

УДК 63:699.841

МКС 01.120:91.040

Ключевые слова: сейсмостойкость, конструктивные системы, сейсмоизолирующие системы, сейсмоизолирующие опоры, сейсмичность площадки, классы ответственности, формы колебаний, пиковое ускорение, сейсмическое воздействие, акселерограмма землетрясения, спектр реакций, расчетная модель, тип грунтовых условий.

Ресми басылым

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ИНДУСТРИЯ ЖӘНЕ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ
ДАМУ МИНИСТРЛІГІНІҢ ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ
ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

ҚР НТҚ 08-01.6-2022

СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ

**1-бөлім. Азаматтық ғимараттарды жобалау. Сейсмикалық оқшаулайтын
іргетастар. Жалпы ережелер**

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА МИНИСТЕРСТВА ИНДУСТРИИ И ИНФРАСТРУКТУРНОГО
РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
Республики Казахстан**

НТП РК 08-01.6-2022

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.

**Часть 1. Проектирование гражданских зданий. Сейсмоизолирующие
фундаменты. Общие положения**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная