

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.

Бөлім. Биік ғимараттар

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.

Часть. Высотные здания

ҚР НТҚ 08-01.7-2021
(ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012)
НТП РК 08-01.7-2021
(к СП РК EN 1998-1:2004/2012)

Ресми басылым
Издание официальное

**Қазақстан Республикасы индустрия және инфрақұрылымдық
даму министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық
шаруашылық істері комитеті**

**Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного
развития Республики Казахстан**

Нұр Сұлтан 2022

АЛҒЫ СӨЗ

- 1. ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ
- 2. ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі Құрылыс, 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 2021 жылғы 15 желтоқсанындағы №201-НҚ бұйрығымен 1 қаңтардан бастап
- 4. ОРНЫНА** ҚР НТҚ 08-01.7-2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1. РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА»
- 2. ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства Министерство 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 15 декабря 2021 года №201-НҚ с 1 января 2022 года
- 4. ВЗАМЕН:** НТП РК 08-01.7-2014

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

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

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	5
1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР.....	6
1.1 Қолдану саласы	6
1.2 Құралдың мақсаты	7
1.3 Қолдану жөніндегі нұсқаулар	8
1.4 Нормативтік сілтемелер	10
1.5 Терминдер және олардың анықтамалары.....	11
1.6 Таңбалар	15
1.7 СИ бірліктерінің халықаралық жүйесі	15
2 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ	16
2.1 Биік ғимараттардың сипаттамаларына қойылатын талаптар	16
2.1.1 Жалпы ережелер	16
2.1.2 Залалды шектеу жөніндегі талап	16
2.1.3 Елеулі зақымдарды шектеу жөніндегі талап	16
2.1.4 Бұзылудың алдын алу жөніндегі талап.....	17
2.2 Сәйкестік өлшемшарттары	17
2.2.1 Жалпы мәліметтер	17
2.2.2 Шектеулі зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі	18
2.2.3. Елеулі зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі	19
2.2.4 Коллапсқа жақын болу шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі.....	20
3 БИІКҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ САЛУ САПАСЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҚАҒИДАТТАРЫ.....	21
3.1 Жобалау қағидаттары.....	21
3.2 Сапаны қамтамасыз ету жүйесі	23
4 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ КОНСТРУКТИВТІК ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН СХЕМАЛАРЫ	25
4.1 Жалпы ережелер.....	25
4.2 Биік ғимараттардың іргетастары мен жерасты бөліктері	26
4.3 Биік ғимараттар конструкцияларына қойылатын жалпы талаптар	27
4.4 Биік ғимараттардың конструктивтік жүйелері және конструктивті-жасақтау схемалары	29
5 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫС АЛАҢДАРЫН ТАҢДАУ.....	34
5.1 Жалпы мәліметтер.....	34
5.2 Биік ғимараттар құрылысының алаңдарына қойылатын жалпы талаптар.....	35
6 ЕСЕПТІК СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕР.....	37
6.1 Жалпы ережелер.....	37
6.2 Сейсмикалық әсерлердің сипаттамасы.....	39
6.2.1 Жалпы ережелер	39

6.2.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын үдеулердегі серпімді реакциялардың спектрлері.....	40
6.2.3 Сейсмикалық әсердің тік құрауыштарын сипаттайтын үдеулердегі серпімді реакциялардың спектрлері	42
7 ҒИМАРАТТАРДЫ ЕСЕПТЕУ	44
7.1 Жалпы ережелер	44
7.2 Есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтаудың спектрлік-модальдық әдісі ..	45
7.3 Есептеу реакцияларының спектрлері.....	46
7.3.1 Жалпы ережелер.....	46
7.3.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштары үшін үдеулердегі есептік реакциялар спектрлері.....	47
7.3.3 Сейсмикалық әсердің тік құрауыштары үшін үдеулердегі есептік реакциялар спектрлері.....	48
7.3.4 Сейсмикалық әсерлердің әсерін айқындау кезінде ғимараттардың биіктігі бойынша конструктивтік схемаларының тұрақсыздығын есепке алу.....	48
7.3.5 Жоспардағы кездейсоқ бұралудың әсері.....	49
7.3.6 Сейсмикалық әрекеттерден модальды жауаптардың комбинациясы	50
7.3.6.1 Бір сейсмикалық компоненттен модальды жауаптардың комбинациясы	50
7.3.6.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарынан әсердің комбинациясы	51
7.3.6.3 Көлденең және тік сейсмикалық компоненттер әсерінің комбинациясы	52
7.4 Жобалық сейсмикалық әрекеттер кезінде конструктивтік жүйелердің ығысуын анықтау	53
8 ҚАУІПСІЗДІКТІ ТЕКСЕРУ	54
8.1 Елеулі зақымдарды шектеу бойынша талап	54
8.1.1 Жалпы мәліметтер	54
8.1.2 Қарсы тұру шарты.....	54
8.1.3 Жалпы және жергілікті икемділік шарттары	55
8.1.4 Тепе-теңдік шарты	55
8.2 Залалды шектеу жөніндегі талап.....	56
9 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ САЛМАҚ ТҮСПЕЙТІН ЭЛЕМЕНТТЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН НЕГІЗГІ ТАЛАПТАР	58
9.1 Негізгі ережелер.....	58
9.2 Салмақ түспейтін қабырға элементтеріне қойылатын талаптар.....	59
9.3 Қасбеттік аспалы қоршау конструкциялары	59
9.3.1 Жалпы ережелер.....	59
9.3.2 Аспалы жарық өткізгіш мөлдір қасбеттерге, витриналарға және шыны арақабырғаларға қойылатын арнайы талаптар	61

10 СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРДІҢ ЖОҒАРЫ ҚҰРЫЛЫС	
ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ МІНЕЗ-ҚҰРЫЛЫСЫН БАҚЫЛАУ	64
10.1 Жалпы ережелер.....	64
10.2 БМЖ станцияларына қойылатын талаптар	64
А қосымшасы (ақпараттық). Сейсмикалық әсерлерге арналған биік ғимаратты	
есептеу мысалы	66
A.1 Жалпы мәліметтер	66
A.2 Биік ғимараттың қысқаша сипаттамасы	72
A.3 Көп қабатты ғимараттың есептік моделінің жалпы сипаттамасы	73
A.4 Жалпы есептеу нәтижелері бойынша ғимараттың конструктивтік жүйесінің түрін анықтау	75
A.5 Ғимаратқа есептік сейсмикалық әсерлер.....	77
A.6 Реакцияланған спектрлердің құрылысы	77
A.7 Есептік сейсмикалық жағдайларда ескерілетін ғимарат массасы	80
A.8 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің есептік модельдерінде қабылданатын салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығы	80
A.9 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде ескерілетін есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтау. Сейсмикалық әсерлердің комбинациясы	81
A.10 Ғимараттың тербеліс кезеңдері мен нысандары	82
A.11 Жоспардағы және биіктіктегі ғимараттың тұрақтылығын тексеру	85
A.12 Залалды шектеу жөніндегі талап. Бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде қабаттардың ең жоғарғы көлденең қисаюын анықтау	88
A.13 Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде ғимаратқа есептік жүктемелер шамасына екінші түрдегі әсерлердің (p-Δ әсерлер) әсер етуін тексеру.....	92
A.14 Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптарды тексеру.	94

КІРІСПЕ

Осы нормативтік-техникалық құрал «Қазақстан Республикасындағы сәулет, қала құрылысы және құрылыс қызметі туралы» Қазақстан Республикасының 2001 жылғы 16 шілдедегі № 242-ІІ Заңын ескере отырып жасалды және Қазақстан Республикасының сейсмикалық аймақтарында биік ғимараттарды жобалау қағидаттары мен қағидаларын белгілейді.

Осы нормативтік-техникалық құралда келтірілген биік ғимараттарды жобалау қағидаттары мен қағидалары «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» Қазақстан Республикасының Техникалық регламентіне оның механикалық қауіпсіздікке қойылатын талаптары бөлігінде сәйкес келеді.

Осы нормативтік-техникалық құралды «Қазақ Құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау-эксперименттік институты» АҚ Қазақстан Республикасының сейсмикаға төзімді құрылысының нормативтік базасын жетілдіру және оны еуропалық нормалармен үйлестіру мақсатында әзірледі.

Тақырып жетекшісі, редактор - Көлбаев Б.В., ғылыми жетекшілері – тех. ғылымдарының канд. Ицков И. Е., тех. ғылымдарының канд. Шокбаров Е.М., жауапты орындаушы – Ицков И. Е., бірлесіп орындаушылар – тех. ғылымдарының канд. Омаров Ж. А., инж. Ли П.А., инж. Лопухов А. А., инж. Шаймерденов Т.А., инж. Абақанов М. М.

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

**СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ.
БИІК ҒИМАРАТТАР БӨЛІМІ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.
ЧАСТЬ: ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ**

**DESIGN OF BUILDINGS FOR EARTHQUAKE RESISTANCE.
PART: HIGH-RISE BUILDINGS**

Енгізу күні - 2022.01.01

1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

1.1 Қолдану саласы

1.1.1 Осы нормативтік-техникалық құрал келесіні дамыту мақсатында әзірленді ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 1 бөлім: Жалпы қағидалар, сейсмикалық әсерлер және ғимараттарға арналған қағидалар» және ҚР НТҚ 08-01.1-2017, ҚР НТҚ 08-01.2-2021, ҚР НТҚ 08-01.3-2021 және ҚР НТҚ 08-01.5-2012 ережелеріне қосымша.

1.1.2 Осы нормативтік-техникалық құрал (бұдан әрі НТҚ) Қазақстан Республикасының сейсмикалық аймақтарындағы биік ғимараттарды жобалаудың жалпы қағидаттары мен қағидаларын қамтиды, оларды мынадай жағдайларда басшылыққа алу керек:

- биік ғимараттардың конструктивтік типтері мен схемаларын таңдау;
- жобаланатын биік ғимараттардың сейсмикалық қорғалуын қамтамасыз ету;
- жобаланатын биік ғимараттарға мекенжайлық талаптарды қамтитын арнайы техникалық шарттарды жасау;

– биік ғимараттарды жобалау және салу сапасын бақылау;
– құрылыс және пайдалану процесінде биік ғимараттардың жай-күйін мониторингілеу.

1.1.3 ҚР НТҚ-08-01.2-2021 5.2-кестесінде қабылданған биіктігі бойынша ғимараттардың жіктелуіне сәйкес биік ғимараттарға жер үсті қабаттарының саны 20-дан 50-ге дейін қоса алғанда немесе биіктігі 75-тен 200 метрге дейінгі ғимараттар жатады.

Ескертпе - Осы НТҚ ережелері тиісті жағдайларда, аз қабатты және биіктіктегі ғимараттарды жобалау кезінде қолданылуы мүмкін.

1.1.4 Осы НТҚ, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 келтірілген қағидаттар мен қағидалармен қатар, мыналарды қамтиды:

а) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 Ұлттық қосымшасында келтірілген ұлттық белгіленген параметрлер;

б) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 кейбір қағидаларын дамытатын және нақтылайтын қосымша қағидалар;

в) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 кейбір қағидаларының орнына қабылданған балама қағидалар;

г) осы НТҚ кейбір қағидаларының түсініктемелері мен негіздемелері бар ескертпелер.

1.1.5 НТҚ-да келтірілген қосымша және балама қағидалар:

– сынақтан өткізілген техникалық шешімдерге және/немесе жер сілкінісінің салдарын талдау және эксперименттік-теориялық зерттеулер нәтижелеріне негізделеді;

– олар ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 негізгі қағидаттарына сәйкес келеді және ғимараттардың сейсмикаға төзімділігін қамтамасыз етудің заманауи тәжірибесіне сәйкес келеді.

Ескертпе – 1.4(5) ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 және 1.4(1) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 қағидаларына қарағанда ерекшеленетін жобалау қағидаларын ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 қағидаларына сәйкес, егер бұл қағидалар ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 негізгі қағидаттарына сәйкес келсе қолдануға рұқсат етіледі және ғимараттардың жобалау көрсеткіштерін қамтамасыз етсе, кем дегенде еурокодтарда көзделген көрсеткіштерге сәйкес келетін конструктивтік қауіпсіздік, пайдалану жарамдылығы және ұзақ мерзімділікті қамтамасыз етеді. Осы НТҚ-да қабылданған қосымша және балама қағидалар осы Шартқа сәйкес келеді.

1.1.6 Осы НТҚ ережелері келесі ғимараттарға қолданылмайды:

а) ҚР НТҚ-08-01.2-2021 5.2-кестесінде жіктелген биіктігі 50 қабаттан немесе 200 метрден астам - «бірегей биік ғимараттар» ретінде;

б) сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен және ғимараттардың сейсмикалық әсерлерге реакциясын реттеудің өзге де жүйелерімен;

в) шамадан тыс жүйесіз және / немесе бұралмалы-иілгіш конструктивтік жүйелер ретінде жіктелген (ҚР НТҚ-08-01.2-2021 3.2.3-т. қараңыз);

г) сейсмикалық жағынан қолайсыз топырақ жағдайлары бар алаңдарда құрылыс үшін жобаланатын (5.2.3-т. қараңыз).

1.2 Құралдың мақсаты

1.2.1 Осы НТҚ Қазақстан Республикасының сейсмикаға төзімді құрылысының нормативтік базасын жетілдіру, оны еуропалық нормалармен үйлестіру және құрылыс саласының инженерлік-техникалық қызметкерлеріне жобалау қағидаттары мен қағидаларын игеруде әдістемелік және практикалық көмек көрсету мақсатында құрылған, олар келесілерге ықпал етеді:

– жер сілкінісі кезінде адамдардың өмірін қорғау;

– жер сілкіністерінен болатын зиянды шектеу;

– сейсмикалық оқиғалардан кейін жұмыс істеуі қажет ғимараттардың пайдалану сапасын сақтау.

1.2.2 1.2.1-де көрсетілген мақсатқа жету үшін НТҚ-да мыналар келтірілген:

– осы НТҚ-ның кейбір қағидаларына түсініктеме беретін және/немесе оларды негіздейтін ескертпелер;

– осы НТҚ-ның негізгі ережелерін практикада қолдануды суреттейтін мысалдар.

1.3 Қолдану жөніндегі нұсқаулар

1.3.1 Осы НТҚ қолданумен биік ғимараттарды жобалау кезінде ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 1.3(2) келтірілген шарттарды сақтау керек. Осы шарттарға сәйкес:

- конструктивтік жүйені таңдау және ғимаратты есептеу тәжірибелі білікті мамандармен жүзеге асырылуы керек;
- құрылысты тиісті дағдылары мен тәжірибесі бар қызметкерлер жүзеге асыруы керек;
- сапаны қадағалау және бақылау конструкцияларды зауытта және/немесе алаңда дайындауды қоса алғанда, жобалау мен құрылыстың барлық кезеңдерінде жүзеге асырылуы тиіс;
- қолданылатын құрылыс материалдары мен бұйымдары ҚР ЕЖ EN талаптарына сәйкес келуі немесе жұмыстарды жүргізуге немесе материалдар мен бұйымдарға арналған тиісті стандарттардың талаптарына сәйкес болуы тиіс;
- биік ғимарат тиісті түрде жарамды күйде ұсталуы тиіс;
- биік ғимарат жобалау құжаттамасына сәйкес келетін мақсаты бойынша пайдаланылуға тиіс.

1.3.2 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004 /2012 1.3(2) Р келтірілген шартқа сәйкес, құрылыс барысында және биік ғимаратты кейіннен пайдалану кезінде, мұндай өзгерістер тиісті түрде негізделген және тексерілген жағдайларды қоспағанда, онда қандай да бір өзгерістер жүргізілмейді деп болжанады.

Ғимараттардың сейсмикалық әсерлерге реакцияларының ерекше сипатына байланысты бұл шарт биік ғимараттардың қарсыласуының артуына әкелетін өзгерістерге қатысты да сақталуы керек.

1.3.3 Осы НТҚ қолдану кезінде мыналарды ескеру қажет.

а) Осы НТҚ басым түрде басқа нормативтік құжаттардың (ҚР ЕЖ EN және НТҚ) ережелерімен бірге сақталуы тиіс сейсмикалық аймақтардағы биік ғимараттарды жобалау жөніндегі ережелерді қамтиды. Осы НТҚ ережелері негізінен басқа нормативтік құжаттардың ережелерін толықтырады және олардың ең маңыздыларына назар аударады.

б) Биік ғимараттар қауіпсіздігінің қолайлы деңгейін қамтамасыз ететін көрсеткіштердің сандық мәндері осы НТҚ-да осы ғимараттарды жобалау және салу сапасы, сондай-ақ оларды жобалау және салу сапасын бақылау тиісті стандарттарда және ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 белгіленген талаптарға сәйкес келеді деген болжаммен қабылданды.

1.3.4 Осы НТҚ-ны қолданып биік ғимараттарды жобалауды жүзеге асыратын мамандар, кем дегенде, ҚР НТҚ 08-01.1-2017, ҚР НТҚ 08-01.2-2021, ҚР НТҚ 08-01.3-2021 және ҚР НТҚ 08-01.5-2012 ережелерін іс жүзінде қолданудың тиісті дағдылары мен тәжірибесіне ие деп болжанады.

1.3.5 Сейсмикалық аймақтарда биік ғимараттарды жобалау мен салуды осы НТҚ ережелері нақтылануы (құрылыстың нақты жағдайларына, жобаланатын объектінің конструктивтік-жоспарлау ерекшеліктеріне, пайдаланылатын материалдар мен бұйымдардың түріне байланысты) және төмендегілерге қатысты оларға қайшы келмейтін

тиісті ҚР ЕЖ EN, ұлттық қосымшалар мен ҚР НТҚ ережелерімен толықтырылуы тиіс арнайы техникалық шарттар (АТШ) негізінде жүзеге асырған жөн:

- биік ғимараттың конструктивтік жүйесін және конструктивтік орналасу схемасын таңдау;
- биік ғимарат элементтерін есептеу және құрастыру әдістерін таңдау;
- биік ғимараттың және оның салмақ түсетін және салмақ түспейтін конструктивтік элементтерінің қауіпсіздігін тексеруді орындау;
- биік ғимаратты жобалау және салу процестерін ғылыми-техникалық сүйемелдеу рәсімдері;
- Құрылыс және пайдалану кезіндегі биік ғимараттың жай-күйін бақылау.

Арнайы техникалық шарттардың мазмұнына, келісу және бекіту тәртібіне қойылатын талаптар ҚР ҚН 1.02-03-2011 ережелеріне сәйкес келуге тиіс.

Ескерту – АТШ құрастыру және биік ғимараттарды жобалау кезінде шағын және орта қабатты ғимараттарды жобалау кезінде қабылданатын конструктивтік жүйелер мен схемалар төмендегідей шағын және орта қабатты ғимараттардан ерекшеленетін биік ғимараттарды жобалау кезінде әрдайым тиімді бола бермейтінін ескеру қажет:

- сейсмикалық әсерлер кезінде энергияны диссипациялау қабілеті төмен;
- есептік сейсмикалық жүктемелерге қатысты аз беріктік резервтерімен;
- иілгіштік деформацияларын дамыту қабілеті төмен;
- сейсмикалық әсер ету салдарына тербелістердің жоғары нысандарының ықпалы неғұрлым маңызды;
- қираудың ауыр экономикалық және әлеуметтік салдарымен (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 бойынша ССЗ салдарлар класы);
- құрылыстың жоғары үлестік және жалпы құнымен;
- төтенше жағдайлар кезінде шұғыл эвакуациялауға қиын болатын көптеген адамдардың ұзақ уақыт жиналуымен.

1.3.6 Арнайы техникалық шарттарға, қажет болған жағдайда, табиғи эксперименттік зерттеулер жүргізу туралы нұсқауларды қосу керек:

- жобаланған конструктивтік жүйенің есептік талдау нәтижелерінің эксперименттік зерттеулер нәтижелеріне сәйкестік дәрежесін анықтау;
- қолданылатын материалдардың нақты сипаттамаларының жобалық көрсеткіштерге сәйкестігін тексеру;
- биік ғимараттың динамикалық параметрлерінің нақты және есептік мәндерін салыстыру;
- осы НТҚ ережелеріне сәйкес жобаланған биік ғимараттың әртүрлі қарқындылығындағы сейсмикалық әсерлер кезіндегі күй болжамын жүзеге асыру.

Биіктігі 100 метрден асатын ғимараттар үшін аталған эксперименттік зерттеулер жүргізу міндетті болып табылады.

1.3.7 Биік ғимараттарды жобалауға арналған арнайы техникалық шарттар белгіленген тәртіппен келісілгеннен және бекітілгеннен кейін сейсмикалық аймақтардағы азаматтық ғимараттарды жобалау мен салу қағидаларын регламенттейтін нормативтік құжаттар жүйесінде осы НТҚ сияқты күшке ие болады.

1.3.8 Жобаланатын объект үшін жоқ нормативтерді алмастыратын жобалау мен құрылысқа арналған арнайы техникалық шарттарды (АТШ) тапсырыс беруші ғылыми-

зерттеу және (қажет болған жағдайда) мамандандырылған отандық немесе шетелдік ұйымдар мен сарапшыларды тарта отырып әзірлеуге тиіс.

1.3.9 Жаңа материалдар, конструкциялар мен бұйымдар оларды биік құрылыста қолданғанға дейін тиісті эксперименттік тексеруден өтуі тиіс.

1.3.10 Осы НТҚ қағидаларынан ерекшеленетін биік ғимараттарды есептеу мен жобалаудың қағидаларын осы қағидалардың НТҚ негіз қалаушы ережелеріне сәйкестігі туралы дәлелдемелер болған кезде ғана қолдануға жол беріледі. Бұл дәлелдемелер танылған ғылыми ережелерге, сынақтан өткен техникалық шешімдерге негізделуге және биік ғимараттарға осы НТҚ-да көзделген ең кемі бірдей сенімділікті қамтамасыз етуге тиіс.

Осы НТҚ қағидаларынан ерекшеленетін балама қағидалар тапсырыс берушімен және НТҚ құрастырушы ұйыммен келісім бойынша ғана қолданылуы мүмкін.

1.3.11 НТҚ-да қандай да бір жағдайдан ауытқу мүмкіндігі көзделген жағдайларда, бұл ереже «әдетте» немесе «ұсынылады» деген сөздермен сүйемелденеді деп болжанады.

«Әдетте» деген сөздер бұл ереженің басым екенін білдіреді, ал одан ауытқу негізді болуы керек.

Ұсынылатын ережелерге құрылыстың (өндірістің) нақты жағдайларына байланысты өзгеруі мүмкін ережелер жатады.

1.4 Нормативтік сілтемелер

Осы НТҚ мынадай нормативтік құжаттар мен стандарттарға сілтемелерді қамтиды:

ҚР ҚН 1.02-03-2011 Құрылысқа арналған жобалау құжаттамасын әзірлеу, келісу, бекіту тәртібі және құрамы.

ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Салмақ түсетін конструкцияларды жобалау негіздері».

ҚР ЕЖ EN 1991-1-1:2002/2011 «Салмақ түсетін конструкцияларға әсерлер. 1-1 бөлім: Үлес салмақ, ғимараттарға тұрақты және түсірілген жүктемелер».

ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011 «Темірбетон конструкцияларды жобалау. 1-1-бөлім: Жалпы қағидалар және ғимараттарға арналған қағидалар»

ҚР ЕЖ EN 1993-1-1:2005/2011 «Болат конструкцияларды жобалау. 1-1 бөлім. Жалпы қағидалар және ғимараттарға арналған қағидалар».

ҚР ЕЖ EN 1997-1:2004/2011 «Геотехникалық жобалау. 1 бөлім: Жалпы қағидалар».

ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 1-бөлім: Жалпы қағидалар, сейсмикалық әсерлер және ғимараттарға арналған қағидалар».

ҚР ЕЖ EN 1998-5:2004/2013 «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 5-бөлім: Іргетастар, тірек конструкциялар және геотехникалық аспектілер».

ҚР НТҚ-08-01.1-2017 «Сейсмикаға төзімді ғимараттар мен құрылыстарды жобалау. Бөлім: Жалпы ережелер. Сейсмикалық әсерлер» ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 1-3 бөлімдеріне.

ҚР НТҚ-08-01.2-2021). «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. Бөлім: Азаматтық ғимараттарды жобалау. ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 4-бөліміне қойылатын жалпы талаптар».

ҚР НТҚ-08-01.3-2021 «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. Бөлім: Монолитті темір бетоннан жасалған ғимараттар» ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 5-бөліміне.

ҚР НТҚ 08-01.5-2012 «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. Бөлім: Болат конструкциялардан жасалған ғимараттар» ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 6-бөліміне.

ҚР ЕЖ 3.02-02-2008 «Көп функциялы –биік ғимараттар мен кешендерді жобалау» қағидаларының жиынтығы.

ҚР ЕЖ 5.06-19-2012 «Ауа саңылауы бар аспалы қасбеттерді жобалау және монтаждау» қағидаларының жиынтығы.

Ескертпе-осы НТҚ пайдалану кезінде ақпараттық ««Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізбесі», «Қазақстан Республикасының стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттарының көрсеткіші» және ағымдағы жылғы жағдай бойынша жыл сайын жасалатын «Мемлекетаралық нормативтік құжаттардың көрсеткіші» бойынша анықтамалық құжаттардың қолданылуын тексерген орынды. Егер сілтемелік құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормативтерді пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алған жөн. Егер сілтемелік құжат ауыстырусыз жойылса, онда оған сілтеме берілген ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлігінде қолданылады.

1.5 Терминдер және олардың анықтамалары

Төменде НТҚ-да жиі қолданылатын терминдер және олардың анықтамалары келтірілген. Кейбір терминдер мен анықтамалар мәтінде олар қолданылатын жерде келтірілген.

1.5.1 Тәждік қаттылық диафрагмалары- ғимараттың жоғарғы деңгейінде қарастырылған және оның кеңістіктік қаттылығын арттыруға арналған қатты немесе торлы белдеулер. Жоғарғы техникалық қабаттардың периметрлік қабырғалары немесе биік жақтаулар түрінде орындалуы мүмкін.

1.5.2 Биік ғимарат -Жер үсті қабаттарының саны 20-дан 50-ге дейін қоса алғанда немесе биіктігі 75-тен 200 метрге дейін қоса алғанда биік ғимарат.

1.5.3 Ғимараттың биіктігі - Ғимараттың биіктігі ретінде ғимаратқа іргелес жоспарланған жер бетінің және сыртқы қабырғалардың жоғарғы бөлігінің (жоғарғы техникалық және мансардтық қабаттарды, жақтаулар мен шатырларды қоспағанда) немесе итарқа конструкцияларының төменгі бөлігінің орташа деңгейінің белгілері алынады.

1.5.4 Диссипативті аймақтар - Диссипативті конструкцияның алдын-ала анықталған жергілікті учаскелері, оларда негізінен олардың энергияны диссипациялау қабілеті жүзеге асырылады. Бұл учаскелер сындарлы аймақтар немесе аудандар деп те аталады.

1.5.5 Диссипативті конструктивтік жүйе - Бұл пластикалық гистерезистік күй нәтижесінде және/немесе басқа механизмдер арқылы энергияны диссипациялауға қабілетті конструктивтік жүйе.

1.5.6 Энергияның диссипациясы - Сейсмикалық тербелістер энергиясының шашырауы.

1.5.7 Сары сызық - Тұрғын және қоғамдық ғимараттардың ықтимал бұзылуынан үйінділердің таралу шекарасы.

1.5.8 Конструктивтік элемент- Конструктивтік жүйенің физикалық ерекшеленетін бөлігі (мысалы, баған, арқалық, тақта, байланыс, қабырға және т.б.).

1.5.9 Конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын конструктивтік элементтер (салмақ түспейтін конструктивтік элементтер) – өзінің жеткіліксіз беріктігіне немесе ғимараттың конструктивтік жүйесіне қосылудың қабылданған тәсіліне байланысты жобалау кезінде конструктивтік жүйеге келетін сейсмикалық жүктемені қабылдайтын конструктивтік элементтер ретінде қаралмайтын элементтер (салмақ түспейтін арақабырғалар, аспалы төбелер, желдеткіш блоктар, фронтондар, аспалы қасбеттер).

1.5.10 Конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылатын конструктивтік элементтер (салмақ түсетін немесе бастапқы конструктивтік элементтер) – Есептік сейсмикалық жағдайға сәйкес жобаланған, сейсмикалық әсерге қарсы тұратын конструктивтік жүйенің бөлігі ретінде қаралатын элементтер.

1.5.11 Конструктивтік жүйе- Бірлесіп жұмыс істеу үшін белгілі бір тәсілмен біріктірілген ғимарат конструкцияларының қалыптасқан комбинациясы.

1.5.12 Конструктивтік-құрастыру схемасы (конструктивтік схема) – Ғимараттың конструктивтік жүйесінің оның элементтерінің құрамы мен кеңістіктік орналасу белгілері бойынша нұсқасы.

1.5.13 Күй коэффициенті- Материалдың, конструктивтік жүйенің, базаның және қабылданған жобалау әдістемесінің сипаттамаларының сызықтық емес жұмысына байланысты ғимараттың сызықтық емес реакциясын есепке алу үшін сызықтық есептеу нәтижесінде анықталған күштерді (сейсмикалық әсердің әсерін) азайту үшін қолданылатын төмендету коэффициенті.

1.5.14 Жауапкершілік коэффициенті - ғимаратқа есептік сейсмикалық жүктемені айқындау кезінде пайдаланылатын және оның функционалдық мақсатына, қабаттылығына (биіктігіне) және халықты азаматтық қорғау үшін маңыздылығына қарай ғимараттың істен шығуының әлеуметтік-экономикалық салдарын ескеретін мультимодальды коэффициент.

1.5.15 Сындарлы шекті жай-күй- Конструкциялардың (ғимараттың) бұзылуына немесе істен шығуының басқа да нысандарына байланысты жай-күй.

1.5.16 Капаситивті жобалау әдісі онда конструктивтік жүйеде үлкен деформацияларда энергияны бөлуге арналған элементтер таңдалатын және сәйкесінше жасалатын, ал басқа конструктивтік элементтер энергияны бөлетін таңдалған элементтердің жұмыс күйінде қалуы үшін жеткілікті күшке ие болуы керек жобалау әдісі.

Капаситивті жобалау әдісі («capacity design method»), негізінен, бастапқы элементтердің тең беріктігі шарттарын сақтай отырып, конструктивтік жүйелерді жобалау әдісінен бас тартуды мәлімдейді және конструктивтік жүйелердің зақымдану аймақтарын жоспарлауды көздейді.

1.5.17 Конструкциялардың бірдей беріктігі жағдайына сәйкес жобалау әдісі- Онда конструктивтік жүйенің барлық бастапқы элементтері олардағы жүктемелерге қатысты шамамен бірдей беріктік қорына ие жобалау әдісі. Конструктивтік жүйенің тепе-теңдік жағдайына қатаң сәйкестігімен барлық немесе оның бастапқы элементтерінің көп бөлігінің зақымдануы мен істен шығуы бір уақытта басталуы керек. Алайда, іс жүзінде, конструктивтік жүйенің элементтеріндегі күштердің нақты бөлінуін және ондағы әртүрлі кемшіліктердің болуын анықтау проблемалылығына байланысты конструктивтік жүйеде зақымданудың даму дәйектілігі болжанбайтын сипатқа ие.

1.5.18 Модальды талдау- Ғимараттың өзіндік тербелістерінің бірнеше нысандарын ескере отырып орындалатын теориялық талдау нәтижелері бойынша есептелген сейсмикалық жүктемелерді анықтау.

1.5.19 Ғылыми-техникалық сүйемелдеу – стандартты емес есептеу әдістерін, конструктивтік және технологиялық шешімдерді қолдануды ескере отырып, құрылыстардың сенімділігін қамтамасыз ету мақсатында іздестіру, жобалау және құрылыс процесінде жүзеге асырылатын ғылыми-талдамалық, әдістемелік, ақпараттық, сараптамалық-бақылау және ұйымдастырушылық сипаттағы жұмыстар кешені.

1.5.20 Жүк көтергіштігі - Конструктивтік элементтің немесе оның көлденең қимасының механикалық бұзылусыз әсерлерге төтеп беру қабілеті.

1.5.21 Үдемелі қирау - Жекелеген салмақ түсетін конструктивтік элементтердің бастапқы жергілікті зақымдануынан туындаған және бүкіл ғимараттың немесе оның едәуір бөлігінің құлауына әкелетін ғимараттың салмақ түсетін конструкцияларының дәйекті бұзылуы.

1.5.22 Жалпы есептеу – Конструкциядағы күштердің, моменттер мен күштердің шамаларын, салмақ түсетін конструкцияға әсер етумен тепе-теңдікте және геометриялық өлшемдерге, конструктивтік шешімдерге және материалдардың қасиеттеріне байланысты анықтау.

1.5.23 Иілімділік- Бұзылмай серпімді деформациялану қабілеті.

1.5.24 Иілгіш конструктивтік жүйе- Деформациясы құлдырауға дейін беріктіктің айтарлықтай жоғалуынсыз, сынудың нәзік нысандарының көрінуінсіз жүретін және тербеліс энергиясының едәуір дисперсиясымен жүретін жүйе.

1.5.25 Пластикалық деформациялар- Кернеудің өзгеруінен туындаған және қолданылатын күштердің әрекеті аяқталғаннан кейін (толық немесе ішінара) жойылмайтын дененің қайтымсыз деформациялары.

1.5.26 Көлденең толқындар- бойлық толқындарға қарағанда баяу таралатын және бойлық толқынның таралу бағытына қатысты көлденең қозғалыстардан тұратын сейсмикалық толқындар.

1.5.27 Шекті жай-күй – Асып кеткен кезде құрылыс конструкциялары жобалау нормаларының талаптарына сай келмейтін жай-күй.

1.5.28 Есептік сейсмикалық әсер- Шекті жай-күйге қол жеткізбеу жөніндегі талаптарды сақтау үшін назарға алынатын сейсмикалық әсер.

1.5.29 **Пайдаланудың есептік мерзімі-** Құрылыс немесе оның бөлігі тиісті техникалық қызмет көрсету кезінде, бірақ күрделі жөндеусіз өзінің функционалдық мақсаты бойынша пайдаланылуға тиіс уақыт кезеңі.

1.5.30 **Сейсмикалық әсер-** Табиғи немесе техногендік факторлардан (жер сілкінісі, жарылыс, көлік қозғалысы, өнеркәсіптік жабдықтардың жұмысы) туындаған топырақ қозғалысына байланысты әсер ету.

1.5.31 **Сейсмикалық жүктемелер-** Сейсмикалық әсер ету кезінде ғимаратқа әсер ететін инерциялық күштер. Ғимараттарды есептеу кезінде сейсмикалық жүктеме квазистатикалық ретінде қарастырылады.

1.5.32 **Сейсмикалық қауіп-** Қаралатын аумақта (немесе берілген тармақта) белгілі бір уақыт аралығы ішінде белгілі бір күштің сейсмикалық әсерінің пайда болу ықтималдығы.

1.5.33 **Сейсмикалық есептік жағдай-** Сейсмикалық әсерлер кезінде ғимарат үшін ерекше жағдайларды ескеретін есептік жағдай.

1.5.34 **Кездейсоқ эксцентриситет** - Ғимаратты тікелей түрде есептеу кезінде ескерілмеген факторлардың әсерінен пайда болатын қабат массасының эксцентриктілігі.

1.5.35 **Жүйенің еркін тербелісі-**Тербеліс процесін қолдау үшін ауыспалы сыртқы әсерсіз және энергияның сырттан келіп түсуінсіз жүретін консервативті (демпфирленбеген) жүйенің тербелісі.

1.5.36 **Жүйенің өзінің тербелісі-** бастапқы қысқа мерзімді бұзылудан кейін консервативті жүйенің өз формаларының біріне сәйкес еркін тербелісі, содан кейін жүйе өзіне беріледі.

1.5.37 **Жүйенің тербелістерінің өзіндік формасы** - Меншікті жиіліктердің бірімен тербелмелі сызықтық жүйенің консервативтік тербелістерінің бір түрі. Әрбір табиғи жиілік тербелістің белгілі бір формасына сәйкес келеді, яғни барлық амплитудалық қозғалыстар арасындағы белгілі бір қатынас.

1.5.38 **Жүйенің табиғи тербеліс жиілігі-** Консервативті сызықтық жүйенің еркін тербеліс жиіліктерінің кез келгені.

1.5.39 **Серпімді реакциялар спектрі (жауап)** – Берілген акселерограмма әсерінен сызықтық серпімді осцилляторлардың тербелмелі жүйесінің ең жоғары реакцияларының абсолютті мәндерінің жиынтығын сипаттайтын график, меншікті кезеңдер (жиіліктер) функциясы және осцилляторлардың демпферлік параметрі ретінде құрылған.

1.5.40 **Қалыпқа** келтірілген серпімді реакциялар спектрі - Үдеулердегі реакциялар спектрінің ординатасының абсолютті мәндерін базаның үдеуінің ең жоғары абсолютті мәніне бөлу арқылы алынған серпімді реакциялардың өлшемсіз спектрі. Реакциялар спектрінің ординаты қалыпқа келтірілген мәндері – бұл негіз үдеулерінің ең жоғары мәніне бөлінген үдемелердегі ординаттардың абсолюттік мәндері.

1.5.41 **Қарсылық-** Конструкцияның немесе конструктивтік элементтің статикалық және динамикалық (сейсмикалық) жүктемелерге төтеп беру қабілетін сипаттайтын көрсеткіш.

1.5.42 **Сейсмикалық оқиғалардан кейін жұмыс істеуі қажет ғимараттардың пайдалану сапасын сақтау** – Сейсмикалық оқиғалардан кейін өз функцияларын орындауға қабілетті нормативтік құжаттар мен техникалық құжаттаманың талаптарымен белгіленген ғимараттардың пайдалану сапасын сақтау. Бұл ретте, нормаланған пайдалану

сапасының кейбіреулері жобаның, нормалар мен стандарттардың талаптарына сәйкес келмеуі мүмкін, бірақ бұл қасиеттердің бұзылуы ғимараттардағы адамдардың денсаулығына, өмірі мен қызметіне қауіп төндірмейді және технологиялық процестердің айтарлықтай бұзылуына әкелмейді.

1.5.43 Ғимараттардың қабаттылығы – Сейсмикалық аймақтарда құрылыс үшін жобаланатын ғимараттардың қабаттылығын анықтау кезінде мансардтық, жоғарғы техникалық, цокольдық және жертөле қабаттары есепке алынбайды. Егер ғимараттың сейсмикаға қарсы тігіспен бөлінбеген жекелеген бөліктерінде жер үсті қабаттарының саны әртүрлі болса, онда ғимараттың қабаты оның ең жоғары бөлігіндегі қабаттардың саны бойынша анықталады.

1.5.44 Әсер ету әсерлері- Әсер етуден туындаған конструкция элементтеріне әсер ету нәтижелері (мысалы, ішкі күштер, моменттер, кернеулер, деформациялар) немесе бүкіл ғимараттың реакциясы (мысалы, иілу, бұрылу).

1.5.45 Екінші ретті әсерлер- Сейсмикалық жүктемелер кезінде конструктивтік жүйенің деформациясы нәтижесінде пайда болатын қосымша қайталама әсерлер. Конструктивтік жүйенің деформацияланған геометриясынан («Р-Δ» әсерлері) қосымша әсерлер екінші ретті теория бойынша есептеулер жүргізу кезінде анықталады.

1.6 Таңбалар

Осы НТҚ-да қабылданған таңбалар мәтінде олар қолданылатын жерде анықталады.

1.7 СИ бірліктерінің халықаралық жүйесі

СИ бірліктері ISO 1000 сәйкес қолданылуы керек.

Есептеу кезінде келесі өлшем бірліктерін қолдану ұсынылады:

- күш пен жүктеме: кН, кН/м, кН/м²
- үлес салмағы: кг/м³, т/м³
- салмағы: кг, т
- үлес салмағы: кН/м³
- кернеу және беріктік: Н / мм² (=МН/м² немесе МПа), кН/м² (=кПа)
- моменттер (иілу және т. б.): кНм
- үдету: м/с², g (= 9,81 м/с²)

2 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ

2.1 Биік ғимараттардың сипаттамаларына қойылатын талаптар

2.1.1 Жалпы ережелер

2.1.1.1 Сейсмикалық аймақтарда салынатын биік ғимараттар келесі талаптарға сай болуы тиіс:

- а) зиянды шектеу бойынша;
- б) елеулі зақымдарды шектеу бойынша;
- в) қираудың алдын алу үшін.

Осы талаптардың және осы талаптар сақталуға тиіс есептік сейсмикалық әсерлердің жалпы сипаттамасы 2.1.2, 2.1.3 және 2.1.4-те берілген.

2.1.1.2 Сейсмикалық аймақтарда биік ғимараттарды жобалау мен салу 2.2.1.1-де келтірілген талаптар жеткілікті сенімділік дәрежесінде сақталатындай етіп жүзеге асырылуы тиіс.

2.1.1.3 Белгісіздіктерді шектеу және сейсмикалық әсерлер кезінде биік ғимараттар конструкцияларының тиісті мінез-құлқын қамтамасыз ету мақсатында 3 және 4-бөлімдерде келтірілген нұсқауларды сақтау қажет.

2.1.2 Залалды шектеу жөніндегі талап

2.1.2.1 Залалды шектеу жөніндегі талапқа сәйкес, биік ғимарат сейсмикалық әсерге төзімді болуы керек, олар сирек сейсмикалық әсерге қарағанда үлкен ықтималдылыққа ие және оны пайдалану кезеңінде бірнеше рет қайталануы мүмкін:

- бастапқы сейсмикалық және гравитациялық жүктемелерге қарсы тұру қабілетін сақтау;
- елеулі зақымдарсыз және олармен байланысты пайдалану шектеулерінсіз, оларды жою ғимараттың конструктивтік жүйесінің құнымен салыстырғанда пропорционалды емес жоғары шығындармен байланысты.

2.1.2.2 Залалды шектеу жөніндегі талаптың сақталуын тексеру кезінде назарға алынатын есептік сейсмикалық әсерлердің қарқындылығын 6.1.1 а) және 6.1.2-ережелерге сәйкес айқындаған жөн.

2.1.3 Елеулі зақымдарды шектеу жөніндегі талап

2.1.3.1 Елеулі зақымдануларды шектеу жөніндегі талапқа сәйкес биік ғимарат пайдалану кезеңінде бір рет ұшырауы мүмкін деп болжанған сирек сейсмикалық әсерге төзуі тиіс:

- конструктивтік жүйенің тұтастығын және оның тік гравитациялық жүктемелер мен қайталама сейсмикалық әсерлерді қабылдау қабілетін бұзатын конструкциялардың жергілікті немесе жаһандық бұзылуларынсыз;

– конструктивтік жүйенің және оның топырақ негізінің елеулі қалдық деформацияларынсыз;

– адамдардың қауіпсіздігіне қауіп төндіретін салмақ түсетін және салмақ түспейтін конструкцияларға зақым келтірместен.

2.1.3.2 Сирек сейсмикалық әсер ету нәтижесінде пайда болған салмақ түсетін және салмақ түспейтін конструкциялардың зақымдануы ғимараттың пайдалану жарамдылығын уақытша шектеуге және жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу қажеттілігіне әкелуі мүмкін.

2.1.3.3 Елеулі зақымдануларды шектеу жөніндегі талаптың сақталуын тексеру кезінде назарға алынатын сирек сейсмикалық әсердің қарқындылығын 6.1.1 б) және 6.1.3-ережелерге сәйкес айқындаған жөн.

2.1.4 Бұзылудың алдын алу жөніндегі талап

2.1.4.1 Бұзылудың алдын алу талабына сәйкес, биік ғимарат конструктивтік жүйенің тік гравитациялық жүктемелерді қабылдау қабілетін сақтай отырып, өте сирек сейсмикалық әсерге төтеп беруі керек.

2.1.4.2 Өте сирек сейсмикалық әсер деп 50 жыл ішінде $P_{NCR}=2\%$ артуының референттік ықтималдығы бар әсер немесе қайталанудың референттік кезеңі $T_{NCR}=2475$ жыл түсініледі.

2.1.4.3 Өте сирек сейсмикалық әсерден кейін биік ғимаратты қалпына келтіру тиімсіз болуы мүмкін.

2.2 Сәйкестік өлшемшарттары

2.2.1 Жалпы мәліметтер

2.2.1.1 2.1.1.1-де келтірілген талаптарды сақтау үшін сейсмикалық аймақтардағы биік ғимараттарды жобалау кезінде осы ғимараттардың келесі шарттар бойынша шекті жағдайларға қол жеткізбеуіне тексерулер жүргізілуі тиіс:

- шектеулі зақым;
- елеулі зақым;
- ыдырауға жақын.

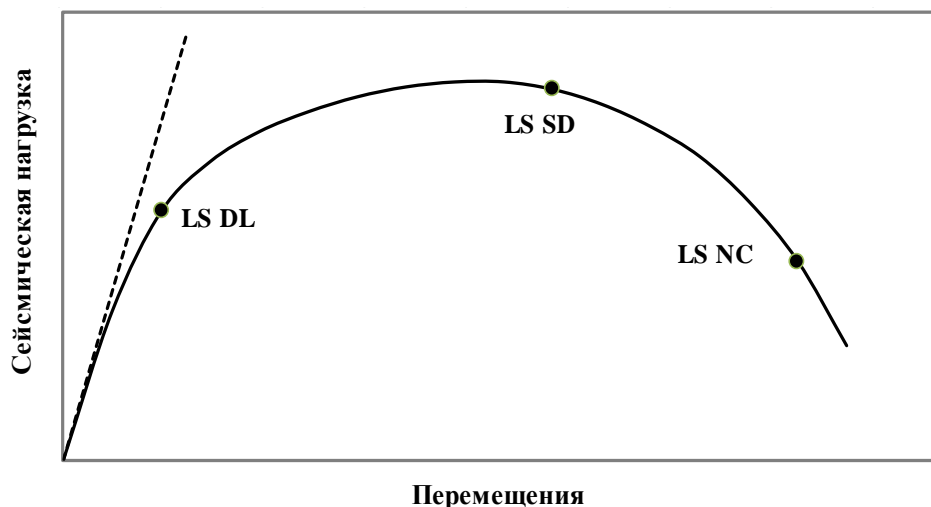
Ескертпе-2.1-суретте тұтас сызықпен сейсмикалық әсер ету кезінде бір еркіндік дәрежесі бар конструктивтік жүйенің сызықтық емес мінез – құлқын жалпы түрде сипаттайтын «жүктеме-орын ауыстырудың» типтік тәуелділігі көрсетілген. Сызылған сызық конструктивтік жүйенің сызықтық – серпімді жұмысына сәйкес келетін «жүктеме-қозғалыс» тәуелділігін көрсетеді.

Кестедегі нүктелер келесілерге сәйкес келетін параметрлердің болжалды арақатынасын сипаттайды:

- шектелген зақымдану шарты бойынша шекті жай-күйі (Limit States – LS) (Damage Limitation-DL);*
- елеулі зақымдану шарты бойынша шекті жай-күйі (Significant Damage-SD);
- коллапсқа жақын болу шарты бойынша шекті жағдай (Near Collapse – NC).

2.2.1.2 Шектеулі зақымдану, елеулі зақымдану және коллапсқа жақын болу шарттары бойынша шекті жай-күйлердің сипаттамасы тиісінше 2.2.2, 2.2.3 және 2.2.4-те берілген. Осы кіші бөлімдерде сақталуы көрсетілген шекті жағдайларға қол жеткізбеуге

қатысты биік ғимараттар сенімділігінің жеткілікті деңгейін қамтамасыз ететін қағидалар келтірілген.



2.1-сурет – «Сейсмикалық жүктеме-орын ауыстыру» тәуелділігі

2.2.2 Шектеулі зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі

2.2.2.1 Шектелген зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі-бұл ғимарат пайдалану талаптарын қанағаттандырмайтын жай-күй.

2.2.2.2 Шектелген зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйіне мынадай себептер бойынша қол жеткізуге болады (төменде көрсетілгендердің біреуі немесе бірнешеуі бойынша):

а) ғимараттың конструктивтік жүйесінің сейсмикалық әсерлерге қарсы тұру және/немесе оның элементтерінде және/немесе топырақ негізінде шекті рұқсат етілген деформациялардан асатын қалдық деформациялардың пайда болуының бастапқы қабілетінің төмендеуі нәтижесінде;

в) ғимараттың қалыпты пайдаланылуына кедергі келтіретін салмақ түспейтін конструктивтік элементтерде (арақабырғаларда, қабырғалық толтыруларда және басқаларында) зақымданулардың пайда болуына байланысты;

б) жер сілкінісінен кейін адамдардың тіршілік әрекетін қамтамасыз ету үшін қажетті жабдықтың жұмыс істеу қабілетінің бұзылуына байланысты.

2.2.2.3 Егер ғимаратты жобалау кезінде едәуір зақымдану (LS DL) жағдайы бойынша шекті жағдайға қол жеткізбеу туралы талапты сақтай отырып, конструктивтік жүйеге сирек сейсмикалық әсерге төзу қабілетін қамтамасыз ететін қағидалар сақталса, сейсмикалық әсерге қарағанда үлкен ықтималдығы бар сейсмикалық әсерлер кезінде шектеулі зақымдану (LS SD) жағдайы бойынша ғимараттың конструктивтік жүйесіне қол жеткізбеу туралы талапты орындалған деп санаған жөн.

2.2.2.4 Сирек сейсмикалық әсерге қарағанда, пайда болу ықтималдығы жоғары сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың салмақ түспейтін конструктивтік элементтерінің зақымдануы көбінесе конструктивтік жүйенің көлденең деформацияларымен өзара байланысты. Сондықтан, салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің шектеулі

зақымдану шарты бойынша шекті күйдің болмау өлшемшарттары ғимарат қабаттарының көлденең қисықтарының рұқсат етілген шекті мәндері арқылы көрсетіледі.

2.2.2.5 Егер зиянды шектеу жөніндегі талаптың сақталуын тексеру кезінде назарға алынатын есептік сейсмикалық әсерлер кезінде ғимарат қабаттарының көлденең қисаюы осы НТҚ 08-01.2-2021 7.3-т. және ҚР НТҚ 8.2-т. көрсетілген шекті рұқсат етілген мәндерден аспаса, салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің шектеулі зақымдануы жағдайы бойынша шекті жай-күйге қол жеткізбеуге қатысты ғимарат сенімділігінің жеткілікті деңгейін қамтамасыз етілген деп санауға болады.

2.2.2.6 Ғимаратта механикалық және электр жабдығын орналастыруға және бекітуге қойылатын талаптарды Қазақстан Республикасының мемлекетаралық және ұлттық стандарттары негізінде жобалау құжаттамасында белгілеу керек.

2.2.2.7 Механикалық және электр жабдығының сейсмикалық әсерлерге тұрақтылығы және сейсмикалық оқиғалардан кейін оны пайдалану мүмкіндігі динамикалық сынақтардың нәтижелерімен расталуға тиіс.

2.2.3. Елеулі зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі

2.2.3.1 Ғимараттың елеулі зақымдану шарты бойынша шекті жай-күйі-бұл адамдардың қауіпсіздігіне ықтимал қауіп-қатерлерге байланысты ғимаратты одан әрі пайдалану уақытша тоқтатылуы немесе шектелуі тиіс жай-күй.

2.2.3.2 Елеулі зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйіне мынадай жағдайларда қол жеткізілген болып есептеледі:

- конструктивтік жүйенің көлденең және тік жүктемелерге бастапқы кедергісін елеулі төмендету, оның конструктивтік элементтерінің тұтастығын бұзумен бірге жүреді;
- конструктивтік жүйенің және/немесе оның кейбір элементтерінің үлкен көлденең және/немесе тік қалдық ығысулары;
- конструктивтік жүйенің кедергісін қамтамасыз ететін топырақ негізінің шамадан тыс қалдық деформациялары;
- салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің және/немесе олардың конструктивтік элементтермен байланысының бұзылуы;
- салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің үлкен көлденең және / немесе тік қалдық ығысулары (мысалы, жазықтықтан қалқаларды шығару, қасбеттік жүйелерді деформациялау).

2.2.3.3 2.2.3.2-тармаққа сәйкес елеулі зақымдану шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйіне ғимараттың өзіндік конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануы нәтижесінде және/немесе конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын және жобалау кезінде ғимаратқа келетін сейсмикалық жүктемені қабылдайтын элементтер ретінде қаралмайтын ғимараттың салмақ түспейтін элементтерінің елеулі зақымдануы нәтижесінде қол жеткізуге болады.

2.2.3.4 Сирек сейсмикалық әсері бар ғимараттың конструктивтік жүйесінің зақымдануы негізінен оған әсер ететін сейсмикалық жүктемелердің шамаларымен байланысты. Сондықтан конструктивтік жүйенің елеулі зақымдану жағдайына сәйкес ғимараттың шекті күйін алмау өлшемшарттары конструктивтік жүйенің және оның

топырақ негізінің төзімділік көрсеткіштері арқылы, сондай-ақ ғимараттың төңкерілу мен ығысуға қарсы тұрақтылық көрсеткіштері арқылы көрінеді.

2.2.3.5 Егер елеулі зақымдануларды шектеу жөніндегі талапқа сәйкес келетін есептік сейсмикалық жүктемелер кезінде конструктивтік жүйенің қарсыласуы ҚР НТҚ-ның ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 тиісті ережелеріне жауап берсе, елеулі зақымдану жағдайы бойынша шекті жай-күйге қол жеткізбеуге қатысты конструктивтік жүйе сенімділігінің жеткілікті деңгейін қамтамасыз етілген деп санауға болады.

2.2.3.6 Сирек сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың салмақ түспейтін конструктивтік элементтерінің зақымдануы конструктивтік жүйенің деформацияларымен және олардың жазықтығы мен жазықтығынан салмақ түспейтін конструктивтік элементтерге әсер еткен сейсмикалық жүктемелердің шамаларымен өзара байланысты.

2.2.3.7 Егер салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің елеулі зақымдануын шектеу жөніндегі талапқа сәйкес келетін есептік сейсмикалық жүктемелер кезінде салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің қарсыласуы 8-бөлімнің тиісті ережелеріне сәйкес келсе, салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің елеулі бүлінуін шектеу жөніндегі талапқа сәйкес келетін болса, ғимарат сенімділігінің жеткілікті деңгейін қамтамасыз етілген деп санауға болады.

2.2.4 Коллапсқа жақын болу шарты бойынша ғимараттың шекті жай-күйі

2.2.4.1 Коллапсқа жақын болу шарты бойынша шекті жай-күй - бұл ғимарат құлау шегінде тұрған және оны одан әрі пайдалану адамдардың қауіпсіздігіне тікелей қатер төнуіне байланысты дереу тоқтатылуы тиіс жай-күй. Бұл жағдайда:

- ғимараттың конструктивтік жүйесі қатты зақымдалған, қалдық көлденең беріктігі мен қаттылығы төмен, ал салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің көпшілігі бұзылған немесе үлкен қалдық ығысуларға ие;

- ғимарат тіпті орташа қарқындылықтағы тағы бір жер сілкінісіне төтеп бере алмауы мүмкін, бірақ оның тік салмақ түсетін конструкциялары әлі де тік жүктемелерді қабылдай алады.

2.2.4.2 Коллапсқа жақын болу шарты бойынша шекті жай-күйге қол жеткізбеуге қатысты ғимараттың конструктивтік жүйесі сенімділігінің жеткілікті деңгейін, егер шектелген бүліну мен елеулі зақымданудың шекті жай-күйіне қол жеткізбеу шарттары орындалса, қамтамасыз етілген деп санауға болады.

Ескертпе-Осы НТҚ-да екі талаптың сақталуын айқын тексеру көзделген: залалды шектеу жөніндегі талаптар және елеулі зақымдануларды шектеу жөніндегі талаптар. Залалды шектеу және елеулі зақымдарды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру бұзылудың алдын алу жөніндегі талаптардың сақталуына кепілдік береді деп болжанады. Бұл болжам ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 қағидаттары мен қағидаларына негізделеді, оларға сәйкес конструктивтік жүйенің сейсмикалық әсерлерге нақты қарсы тұруы конструктивтік жүйенің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптарды тексеру кезінде назарға алынатын есептік сейсмикалық жүктемелерден кемінде 1,5 есе асып түседі.

3 БИІКҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ САЛУ САПАСЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҚАҒИДАТТАРЫ

3.1 Жобалау қағидаттары

3.1.1 Биік ғимараттарды тұжырымдамалық жобалау сатысында ескерілетін негізгі қағидаттарға сәйкес, биік ғимараттардың конструктивтік жүйелері мен схемалары:

- конструктивтік қарапайымдылық;
- біркелкілік, симметрия және артықтық;
- екі көлденең бағытта қарсылық пен қаттылық;
- жоспардағы бұралу кедергісі мен қаттылығы;
- қабатаралық аражабындардың (жабындардың) барабар қаттылығы;
- барабар іргетастар.

Сейсмикалық аймақтардағы ғимараттарды тұжырымдамалық жобалау қағидаттарының толық сипаттамасы ҚР НТҚ 08-01.2-2021 2-бөлімінде берілген.

3.1.2 Жобаланатын биік ғимараттар олардың конструктивтік жүйелері мен конструктивті-жасақтау схемаларының ерекшеліктеріне қарай жоспардағы жүйелілігі бойынша және биіктігі бойынша, сондай-ақ жоспардағы бұралу қаттылығы бойынша жіктелуі тиіс.

Жоспардағы жүйелілік бойынша және биіктігі бойынша биік ғимараттардың конструктивтік схемалары, сондай-ақ қабаттылығы бойынша басқа да жауапкершілік сыныптарындағы ғимараттар (ҚР НТҚ 08-01.2-2021 5.2-кестені қараңыз) жоспардағы және/немесе биіктігі бойынша тұрақты, орташа тұрақты емес немесе тым тұрақты емес болып, ал жоспардағы бұралу қаттылығына байланысты-жоспардағы бұралу-иілімді және жоспарда бұралу үшін жеткілікті қаттылыққа ие болып бөлінеді.

Жоспардағы жүйелілік бойынша және биіктігі бойынша, сондай-ақ бұралу қаттылығы бойынша биіктік ғимараттарының конструктивтік схемаларын жіктеуге мүмкіндік беретін өлшемдер мен есептік тексерулер ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3-бөлімінде келтірілген.

3.1.3 Биік ғимараттарды жобалау кезінде:

– ғимараттарға есептік сейсмикалық жүктемелердің ең аз мәнін және олардың салмақ түсетін элементтеріндегі күш шамасын қамтамасыз ететін материалдарды, конструкцияларды және конструктивті-жасақтау схемаларын (бұдан әрі, әдетте, конструктивтік схемалар) қолдану;

– бірнеше рет статикалық анықталмаған конструктивтік жүйелерге артықшылық беру;

– конструкциялар мен олардың арасындағы қосылыстарда пластикалық деформациялардың дамуы кезінде конструктивтік жүйелердің тұрақтылығы мен геометриялық өзгермейтіндігін қамтамасыз ететін конструктивтік іс-шараларды көздеу.

3.1.4 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің көлденең қаттылығын таңдағанда, сейсмикалық әсердің әсерін барынша азайтуға деген ұмтылыстардан басқа (құрылыс алаңының инженерлік-геологиялық ерекшеліктері мен әсер ету спектріне негізделген) конструктивтік жүйенің шамадан тыс орын ауыстыруын шектеу қажеттігі туралы талапты талапты басшылыққа алу қажет, ол келесіні тудыруға қабілетті:

– конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын конструктивтік элементтердің (мысалы, арақабырғалар мен қабырғалық толтырулар) және конструктивтік емес элементтердің елеулі зақымдануы;

– екінші ретті әсерлердің пайда болуына байланысты конструктивтік жүйенің тұрақсыздығы.

3.1.5 3.1.4-шарттарға сәйкес келуден басқа, биік ғимараттардың конструктивтік жүйелерінің көлденең қаттылығы әдеттегі пайдалану жағдайларында қамтамасыз ету үшін жеткілікті болуы тиіс:

– ғимараттардың инженерлік және технологиялық жабдықтарының қалыпты жұмыс істеуі;

– жел әсерлері кезінде тербелістердің үдеуі өлшемшарттары бойынша адамдардың жайлы болу шарттары.

Ескертпе - Адамдардың биік ғимараттарда жайлы болуын қамтамасыз ету үшін жел жүктемесінің әсері кезінде жоғарғы бес қабат жабындарының тербелістерін жеделдету $0,08 \text{ м/с}^2$ аспауы тиіс.

3.1.6 Сейсмикалық есептік жағдайға байланысты биік ғимараттарды төмен иілгіштік сыныбы L (DCL) бар төмен диссипативті құрылыстар ретінде және орташа иілгіштік сыныбы M (DCM) немесе жоғары иілгіштік сыныбы H (DCH) бар диссипативті құрылыстар ретінде жобалауға жол беріледі.

3.1.7 L төмен иілгіштік сыныбы бар биік ғимараттардың конструктивтік жүйелерін қолдануға рұқсат етіледі:

– сейсмикалығы төмен алаңдарда ($0,05 g \leq a_g \leq 0,08 g$);

– сейсмикалық оқшаулау жүйелерімен жабдықталған ғимараттардың суперқұрылымы ретінде.

3.1.8 Егер қаралып отырған сейсмикалығы төмен құрылыс алаңы үшін a_g және γ_{ih} (мұнда a_g – негіздің есептік үдеуінің мәні, ал γ_{ih} – ғимараттың жауапкершілігін ескеретін коэффициент) мәндерінің көбейтіндісі $0,05 g$ -ден $0,08 g$ -ге дейінгі диапазонда болса, онда онда орналасқан биік ғимараттардың сейсмикалық әсеріне есептеулерді орындамауға жол беріледі:

а) кәдімгі құрылыс жағдайларына қолданылатын ҚР ЕЖ EN қағидалары;

б) есептеулердің нәтижелеріне қарамастан қабылданатын және 7 балл қарқындылығымен сейсмикалық әсер ету кезінде салмақ түспейтін конструкцияларды (мысалы, тас қалаудан жасалған арақабырғаларды) зақымданудан қорғауға бағытталған конструктивтік іс-шаралар.

3.1.9 Егер қаралып отырған сейсмикалығы төмен құрылыс алаңы үшін ($0,05 g \leq a_g \leq 0,08 g$) a_g және γ_{ih} мәндерінің көбейтіндісі $0,08 g$ -ден асса, ол кезде онда орналасқан биік ғимараттар диссипативті құрылыстар ретінде жобалануы керек, бұл ретте келесілер сақталады:

– капаситивті жобалау әдісінің қағидалары;

– сейсмикалығы 7 балл болатын алаңдарда салынатын ғимараттар үшін қабылданатын конструктивтік талаптар.

3.1.10 Биік ғимараттарды жобалау кезінде есептік сейсмикалық жағдайлардың ерекшеліктеріне қарамастан, осы НТҚ қағидаларын сақтау және мыналарды ескеру қажет:

– иілмділік сыныбы М болып жобаланған биік ғимараттардың темірбетон конструктивтік жүйелері ҚР НТҚ -08-01.3-2021 қағидаларына және оларға қайшы келмейтін ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 қағидаларына сәйкес келуі керек;

Ескертпе - ҚР НТҚ-08-01.3-2021 ережелеріне сәйкес темірбетон конструктивтік жүйелері бар ғимараттарды иілгіштіктің Н сыныбымен жобалау ұсынылмайды.

– М немесе Н иілгіштік сыныптарымен жобаланатын биік ғимараттардың болат және болат-темір бетонды конструктивтік жүйелері ҚР НТҚ-08-01.4-2012 және ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 ережелеріне сәйкес келуі тиіс.

3.1.11 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің жалпы диссипативті және иілгіштік қалпын қамтамасыз ету үшін оның элементтерінің сынғыш бұзылу мүмкіндігін немесе онда пластикалық деформацияның тұрақсыз механизмдерінің пайда болуын болдырмау қажет.

3.1.12 ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 сәйкес ғимараттарды жобалау есептеу нәтижелеріне немесе есептеу мен сынау нәтижелерінің комбинациясына негізделуі мүмкін (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 қараңыз).

Ескертпе – Сынақтар келесілер үшін қажет болуы мүмкін:

- барабар есептеу модельдерін таңдаумен байланысты проблемаларды жою үшін;
- бір типті конструкциялардың үлкен санын қолдану кезінде;
- жобалау кезінде қабылданған жорамалдар мен алғышарттардың заңдылығын растау үшін.

Сынақ нәтижелерін пайдалана отырып, биік ғимаратты жобалау есептік сейсмикалық жағдайға сәйкес келетін оның сенімділік деңгейін қамтамасыз етуі тиіс.

Сынақтардың нәтижелерін ескере отырып, биік ғимаратты жобалау кезінде сынақтардың шектеулі санына және сынақтардың қабылданған әдістерінің ерекшеліктеріне байланысты белгісіздіктерді назарға алған жөн.

3.2 Сапаны қамтамасыз ету жүйесі

3.2.1 Осы НТҚ-да қабылданған талаптар мен алғышарттарға сәйкес келетін биік ғимаратты құру үшін ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 2.4(1) көзделген оны жобалау мен салудың тиісті сапасын қамтамасыз ету жөніндегі іс-шараларды көздеген жөн.

Жобалау мен құрылыстың тиісті сапасын қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар мыналарды қамтиды:

- ұйымдастыру іс-шаралары;
- жобалау мен жұмыс өндірісінің барлық кезеңдерінде, сондай-ақ пайдалану және техникалық қызмет көрсету процесінде бақылау.

3.2.2 Жобалау және салу кезінде биік ғимараттарды қираулар мен зақымданулардың болжамды салдарлары бойынша СС3 сыныбына, ал талап етілетін сенімділік деңгейі бойынша Rс3 сенімділік сыныбына жататын құрылыстар ретінде сыныптау керек (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 В1 кестесін қараңыз).

Ескертпе-ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 В1 кестесіне сәйкес СС3 сыныбына адамдардың өмірі үшін ауыр зардаптарға және өте үлкен экономикалық, әлеуметтік немесе экологиялық зардаптарға әкелуі мүмкін зақымдар мен қираулар ғимараттарын жатқызған жөн.

СС3 салдарының сыныптары және RC3 сенімділік сыныптары жобалау және құрылыс сапасын бақылаудың тиісті деңгейлерімен сәйкес келуі тиіс.

3.2.3 Биік ғимараттарды жобалау кезінде DSL3 деңгейіне сәйкес келетін жобалау сапасын күшейтілген бақылауды жүзеге асыру қажет (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 В.4 кестесін қараңыз).

ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 В.4 кестесіне сәйкес биік ғимараттарды жобалау сапасының күшейтілген DSL3 бақылауын жобаны әзірлеген ұйымға тәуелсіз ұйым орындауы тиіс.

Ескертпе – жобалау сапасын күшейтілген бақылаудың негізгі мақсаты-құрылыс процесінің келесі сатыларына жобалық шешімдерде (оның ішінде нормалар талаптарынан негізсіз ауытқуларға байланысты) қателер мен әртүрлі кемшіліктердің берілуін болдырмау. Күшейтілген бақылау процесінде қабылданған жобалық шешімдердің ұтымдылығына, іске асыру мүмкіндігіне, нормативтік талаптарға және есептеу нәтижелеріне және/немесе эксперименттік деректерге сәйкестігі тексеріледі.

3.2.4 Биік ғимараттарды жобалауға DSL3 деңгейін күшейтілген бақылау мемлекеттік сараптама ұйымы орындайтын биік ғимараттарды салу жобаларына ведомстводан тыс кешенді сараптама шеңберінде жүзеге асырылады.

3.2.5 Биік ғимараттарды салу кезінде IL3 деңгейіне сәйкес келетін құрылыс сапасына күшейтілген бақылауды жүзеге асыру қажет (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 В.5 кестесін қараңыз).

Ескертпе - Құрылыс сапасын бақылауды күшейтудің негізгі мақсаты -биік ғимараттың сейсмикаға қарсы сенімділігі мен пайдалану сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін құрылыс кезіндегі ақаулардың алдын алу және анықтау.

3.2.6 ІІЗ бақылау деңгейі құрылысты жүзеге асыратын ұйымға тәуелсіз ұйым жүзеге асыратын құрылысты күшейтілген бақылауды қамтиды.

3.2.7 Биік ғимараттардың құрылысына ІІЗ деңгейін тәуелсіз бақылауды құрылыс ұйымы тарапынан тартатын (өзінің құрылыс сапасын бақылау қызметтеріне қосымша) бақылаудың қажетті дұрыстығы мен толықтығын қамтамасыз ететін техникалық құралдармен жарақтандырылған арнайы лицензияланған қызметтер жүзеге асыруға тиіс.

3.2.8 Тартылған ұйым жүзеге асыратын биік ғимарат құрылысының сапасын ІІЗ бақылау іріктемелі сипатта болуы мүмкін. Бұл шартты сақтау үшін жобалау құжаттамасында және қажет болған жағдайда АТШ-да дайындау сапасын арнайы бақылауды талап ететін ерекше жауапкершіліктің конструктивтік элементтері көрсетілуге және сапаны бақылаудың қолданылатын әдістері бойынша нақты нұсқаулар келтірілуге тиіс.

3.2.9 Биік ғимараттарды салу процесінде тексерулер жүргізілуі керек:

а) салмақ түсетін және салмақ түспейтін конструкцияларды орындау үшін пайдаланылатын құрылыс материалдарының нақты қасиеттері;

б) жеткізілетін бұйымдардың жоба талаптарына сапасы мен сәйкестігі;

в) құрылыс жұмыстары аяқталғаннан кейін ғимараттың қасиеттері (мысалы, серпімді ауытқу, табиғи тербелістер мен демпферлік жиіліктер), егер бұл АТШ-ның тиісті ережелерінде көзделсе.

Сынақтарды ұйымдастыру, сынамаларды іріктеу және сынақ нәтижелерін өңдеу тәртібі ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 немесе АТШ ережелеріне сәйкес келуі тиіс.

4 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ КОНСТРУКТИВТІК ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН СХЕМАЛАРЫ

4.1 Жалпы ережелер

4.1.1 Биік ғимараттардың құрылысы мынадай типтегі конструктивтік жүйелерді қолдана отырып жүзеге асырылуы мүмкін:

- рамалық қаңқалар (темірбетон, болат немесе болат-темір бетон);
- тік концентрлік диагональды және / немесе эксцентрлік қаттылық байланыстарымен біріктірілген рамалық қаңқалар (темірбетон, болат немесе болат-темір бетон);
- темірбетон қабырғаларымен (оның ішінде қаттылық ядроларымен) біріктірілген рамалық қаңқалар (темірбетон, болат немесе болат-темір бетон) түріндегі қос конструктивтік жүйелер;
- темірбетон қабырға жүйелері.

Байланыстырғыштармен немесе қабырғалармен нығайтылмаған рамалық қаңқаларды тек сейсмикалығы төмен алаңдарда ғана қолдануға жол беріледі.

4.1.2 Бағандарға арқалықтардың қатаң түйісетін тораптары бар рамалық қаңқаларда көлденең күштерге негізінен иілу және орталықтан тыс қысу үшін жұмыс істейтін рамалық элементтер қарсы тұрады.

Тік концентрлік диагональды байланыстармен немесе тік эксцентрлік байланыстармен біріктірілген рамалық қаңқаларда рамалық элементтер де, осьтік күштерге ұшыраған байланыс элементтері де көлденең күштерге қарсы тұрады.

Тік концентрлік диагональды байланыстармен немесе эксцентрлік байланыстармен біріктірілген бағандарға арқалықтардың түйісуі бар рамаларда көлденең күштерге негізінен осьтік күштерге сезімтал байланыс элементтері қарсы тұрады.

Ескертпе - Эксцентрлік байланыстар - бұл циклдік иілу немесе осы байланыстардың ығысуы кезінде энергия арнайы сілтемелерде бөлінуі мүмкін болатын эксцентриситеттері бар рамаларда орналасқан байланыстар.

4.1.3 Темірбетон қабырғаларымен біріктірілген рамалық қаңқалармен анықталған конструктивтік жүйелерде рамалар мен қабырғалар көлденең жүктемелерге қарсы тұрады.

Қабырғалық жүйелермен анықталған конструктивтік жүйелерде көлденең жүктемелерге байланысқан немесе қосылмаған темірбетон қабырғалары қарсы тұрады.

Ескертпе - Байланыстырылған қабырға - бұл қабырғалардың бөлек жұмысы кезінде пайда болатын негіздегі жалпы иілу моментін кем дегенде 25%-ға азайтуға қабілетті жеткілікті пластикалық арқалықтармен («байланыстырушы арқалықтармен») бір жүйеге біріктірілген екі немесе бірнеше қабырғалардан тұратын конструктивтік жүйенің элементі.

4.1.4 Темірбетон қабырғаларымен біріктірілген темірбетон рамалық қаңқалармен теңдестірілетін конструктивтік жүйелер мыналарға бөлінеді:

- қабырғалыққа балама қосарлы конструктивтік жүйелер;
- рамалыққа балама қосарлы конструктивтік жүйелер.

Ескертпе - Қабырғалық және қосарлы темірбетон конструктивтік жүйелердің анықтамалары ҚР НТҚ-08-01.3-2021-де берілген

4.1.5 Ғимараттардың конструктивтік жүйелері бір немесе әртүрлі материалдардан жасалған конструктивтік элементтермен құрылуы мүмкін. Мысалы, қаттылық ядролары темірбетоннан, ал қаңқа бағаналары болаттан жасалуы мүмкін.

4.1.6 Бір типтегі конструктивтік жүйелер негізгі тік салмақ түсетін элементтердің құрамы мен орналасуында ерекшеленуі мүмкін. Яғни, бір типтегі конструктивтік жүйе әртүрлі конструктивті-жасақтау схемаларына сәйкес келуі мүмкін.

Сейсмикалық аймақтарда қолдануға ұсынылатын биік ғимараттардың кейбір конструктивтік жүйелері мен конструктивті-жасақтау схемалары 4.5-кіші бөлімде схемалық түрде көрсетілген.

4.2 Биік ғимараттардың іргетастары мен жерасты бөліктері

4.2.1 Биік ғимараттардың іргетастарын жобалау, оларға қайшы келмейтін көрсетілген құжаттарға ҚР ЕЖ EN 1997-1:2004/2011, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012, ҚР ЕЖ EN 1998-5:2004/2013 және НТҚ қағидаларын сақтай отырып, ҚР НТҚ-08-01.2-2021 2.2.6-кіші бөлімінде және осы кіші бөлімде келтірілген нұсқауларға сәйкес жүзеге асырылуы тиіс.

4.2.2 Биік ғимараттарды жобалау кезінде топырақ негізі мен ғимарат іргетастарына әсер ететін гравитациялық жүктемелердің эксцентриситеттінің ең аз мәндерін қамтамасыз ететін техникалық шешімдер қабылдаған жөн.

4.2.3 Іргетастардың және ғимараттың жерасты бөлігінің қаттылығы жүктемелерді іргетас үсті құрылымынан топырақ негізіне біркелкі беру үшін жеткілікті болуы тиіс.

4.2.4 Іргетастар мен олардың фундамент үсті құрылысымен қосылыстарының конструктивтік шешімдері биік ғимараттың үйлесімді сейсмикалық ауытқуға ұшырауын қамтамасыз етуі тиіс.

4.2.5 4.2.2 – 4.2.4 шарттарын орындау үшін биік ғимараттардың іргетастарын қадалармен бекітілген немесе топырақ негізіне сүйенетін іргетас тақталары бар қатты қорапты немесе кессонды түрде орындау керек.

4.2.6 Іргетас тақталарының топырақ негізі ретінде 400 м/с көлденең толқындардың таралу жылдамдығымен сипатталатын топырақты қабылдау ұсынылады.

4.2.7 Іргетас тақталары жоспардағы тұрақты немесе ауыспалы қалыңдығы бар үздіксіз біліксіз темірбетон тақталары түрінде немесе қабырғалары жоғары қарайтын арқалық тақталар түрінде жасалуы мүмкін. Қабырғалардың қиылысу орындары қаңқа бағаналарын орнатуға қызмет ете алады.

4.2.8 Темірбетон тақталарының қалыңдығын есептеу нәтижелері бойынша анықтау керек. Тұжырымдамалық жобалау кезеңінде метрдегі үздіксіз біліксіз іргетас тақталарының қалыңдығын шамамен $(0,09...0,10)n$ -ге тең қабылдау ұсынылады, мұндағы n - биік ғимараттың жер бетіндегі қабаттардың саны (жоғарғы техникалық немесе шатыр қабаттарынан басқа).

4.2.9 Топырақтың күндізгі бетіне қатысты биік ғимарат іргетасының табанын төсеу тереңдігін, әдетте, оның жер үсті бөлігінің биіктігінен кемінде 10% қабылдау керек (ҚР НТҚ-08-01.2-2021 қараңыз).

4.2.10 Жер асты бөліктері бір биік ғимаратқа немесе тиісті негіздеме болған кезде ортақ стилобатпен біріктірілген бірдей немесе әртүрлі қабатты ғимараттар тобына орындалуы мүмкін.

4.2.11 Мынадай жағдайларда дара ғимараттардың жер асты бөліктерін жапсарлас жер асты құрылыстарымен (мысалы, паркингтермен) біріктіруге рұқсат етіледі:

а) биік ғимараттың жер асты бөлігі мен жапсарлас жер асты құрылыстары арасында шөгінді және/немесе температуралық жапсарлар қажет емес;

б) жапсарлас жер асты құрылыстары бар ғимараттың жер асты бөлігі жоспарындағы өлшемдер сейсмикаға қарсы жапсарлар арасындағы рұқсат етілген қашықтықтан аспайды.

4.2.12 Егер ғимараттың жер асты бөлігі оған жапсарлас жатқан жер асты құрылыстарымен біріктірілсе, онда жобаланатын объектіні есептеу және құрастыру кезінде осы объектінің құрамына кіретін құрылыстарды салу кезектілігін ескеретін жүктемелерді негізге беру схемаларын ескеру қажет.

4.2.13 Жалпы стилобатпен біріктірілген ғимараттар тобына арналған жерасты бөлігін жобалау мамандандырылған ұйымның ғылыми-техникалық сүйемелдеуімен орындалуы керек.

4.2.14 Биік ғимараттардың іргетастары үшін қабылданатын сығымдалу беріктігі бойынша бетонның талап етілетін сыныбын есептеу нәтижелері бойынша анықтау, бірақ C20/25-тен төмен емес қабылдау керек. Бетондық дайындықты инженерлік-геологиялық жағдайлар мен жұмыс жүргізу әдістеріне байланысты қалыңдығы C15/20-дан төмен емес, бірақ 150 мм-ден кем емес сыныптағы бетоннан орындау керек.

4.3 Биік ғимараттар конструкцияларына қойылатын жалпы талаптар

4.3.1 Көлденең жүктемелерді қабылдайтын биік ғимараттардың барлық тік конструкциялары, мысалы, қаттылық өзектері, салмақ түсетін қабырғалар немесе жақтаулар:

– іргетастан ғимараттың жоғарғы жағына дейін немесе оның тиісті аймағының жоғарғы жағына дейін үздіксіз (үзіліссіз) болуы тиіс;

– биіктігі бойынша біртіндеп төмендейтін қаттылық болуы мүмкін.

4.3.2 Бағандардың, байланыстардың көлденең қималарының өлшемдері мен қабырғалардың қалыңдығын ғимараттың биіктігі бойынша ауыспалы деп қабылдауға рұқсат етіледі, бірақ көлденең қаттылық пен аралас қабаттардың массалары негізден ғимараттың жоғарғы жағына күрт өзгеріссіз (30%-дан астам) азайтылуы керек. Бұл көлденең қаттылық пен массаның арақатынасына қатысты болмауы мүмкін:

– ғимараттың жер асты бөлігінің жоғарғы қабаты және жер үсті бөлігінің бірінші қабатының биіктігі бойынша онымен іргелес;

– аутригерлік құрылымы бар және аутригерлік құрылымы жоқ биіктігі бойынша (жоғарыдан және төменнен) іргелес қабаттар.

4.3.3 Қаттылықтың көлденең диафрагмалары қызметін атқаратын қабатаралық аражабындар тік конструкциялармен тиімді байланыстарға ие болуы және тік салмақ түсетін конструкциялардың арасындағы есептік көлденең сейсмикалық жүктемелерді олардың көлденең қаттылығына пропорционал айтарлықтай ауытқуларсыз бөлу қабілетіне ие болуы тиіс. Өз жазықтығындағы қабатаралық аражабындардың

қаттылығын, егер олар ҚР НТҚ 08-01.2-2021 2.2.5.4 немесе 2.2.5.5-т. келтірілген ережелерге жауап берсе, жеткілікті деп санауға болады.

4.3.4 Металл аражабын немесе жабын төсенішінің жоғарғы жағында жасалған монолитті темірбетон тақтаны көлденең диафрагма ретінде қарастыруға болады, егер ол:

а) 4.3.3 талаптарына жауап берсе;

б) таза бетте орындалған және металл төсенішпен сенімді ілінісуі бар, төсеніште штампталған рифтермен және/немесе төсеніштің жазықтығы бойынша біркелкі бөлінген арнайы ығысу байланыстарымен қамтамасыз етілген болса;

4.3.5 Биік ғимараттың периметрінде орналасқан тік салмақ түсетін конструкциялар (бағандар, қабырғалар), әдетте, периметрлі көлденең арқалықтармен бірлесіп жұмыс істеу үшін біріктірілуі тиіс.

4.3.6 Биіктігі 30 қабаттан асатын ғимараттардың конструктивтік жүйелеріне аралық және/немесе жоғарғы қабаттарды аутригерлік жүйелермен енгізу ұсынылады, бұл прогрессивті құлаудың алдын алуға қатысты ғимараттардың сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

4.3.7 Егер биік ғимараттың жоғарғы деңгейінде аутригерлік жүйелері бар қабаттың құрылғысы көзделмеген болса, онда жоғарғы техникалық қабаттардың қабырғалары және/немесе ғимараттардың парапеттері ғимараттың үдемелі құлаудан қорғанысын арттыратын периметрлік көлденең тіреуіш қаттылық диафрагмалары (ростверктер) түрінде орындалуы тиіс.

4.3.8 Биік ғимараттың темірбетон бағаналары мен қабырғаларын бойлық арқауалау коэффициенті ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 белгіленген шектерде болуы тиіс. Егер темірбетон бағаналары мен қабырғаларының бойлық арқауалау коэффициенті ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 белгілеген ең жоғары мәннен асып кетсе, онда көрсетілген конструкцияларды темірбетон элементінің ішінде орналасқан болат профильдермен ұсынылған қатты арматураны пайдалана отырып жобалау ұсынылады.

4.3.9 Биік ғимараттардың болат конструктивтік жүйелері құрылыс алаңында монтаж блоктарынан немесе зауыттан жасалған элементтерден құрастырылуы керек.

Құрылыс алаңында орындалатын монтаж блоктары мен элементтер арасындағы қосылыстар, әдетте, бұрандалы болуы керек. Механикаландырылған (жартылай автоматты) және автоматты дәнекерлеуді қолдануға жол беріледі.

Металл конструкцияларын оларды ірілендіру мен монтаждаудың әртүрлі кезеңдерінде дәнекерлеу тәсілі жұмыстарды жүргізу жобасымен (ЖАЖ) айқындалуы тиіс.

4.3.10 Ғимараттардың болат конструктивтік жүйелерінде оттың әсеріне ұшырауы мүмкін конструкцияның бетінде жылу окшаулағыш қабат жасауды көздейтін конструктивтік оттан қорғауы, келесі түрдегі жылу окшаулау қабаты болуы тиіс:

– жарықшақтың пайда болуына ұшырамайтын арқауланған сылақтың немесе қалың тозаңданатын құрам;

– тақта немесе табақ материалдардан жасалған экран;

– өрттен қорғаудың әртүрлі әдістерін біріктіру.

Оттан қорғау жағдайын тексеру үшін қарау люктерін қарастыру қажет.

4.3.11 Металл конструкциялар, байланыстар, бекіткіш элементтер және салынатын бөлшектер тоттанудан, оның ішінде электрохимиялық тоттанудан сенімді қорғалуы немесе тоттануға төзімді болаттан жасалуы тиіс.

4.3.12 Ғимараттардың болат-темір бетон конструкцияларын зауытта жасалған болат элементтерін, иілгіш арматураны және монолитті темірбетонды қолдана отырып жобалау керек. Қатты арматураға қосымша болат-темір бетон конструкцияларында барлық жағдайларда бойлық және көлденең иілгіш арматураны орнату керек.

4.3.13 Егер болат-темір бетон конструкцияларының отқа төзімділік шегі нормативтік құжаттарда талап етілгеннен төмен болса, оларды оттан қорғау жөніндегі іс-шараларды қарастыру қажет (4.3.11-қараңыз).

4.3.14 Биік ғимараттардың салмақ түсетін және салмақ түспейтін конструкцияларын орындау үшін қолданылатын материалдарға қойылатын талаптар АТШ-да көрсетілуге тиіс.

4.4 Биік ғимараттардың конструктивтік жүйелері және конструктивті-жасақтау схемалары

4.4.1 4.1-суретте келесі типтерге жатқызуға болатын биік ғимараттардың конструктивтік жүйелері сұлба түрінде көрсетілген:

- а) рамалық қаңқа;
- б), в), г) тік концентрлік диагональды байланыстары бар қаңқалар;
- д) тік эксцентрлік байланысы бар қаңқа.

Ескертпе – 4.1 б) - д) суреттерде көрсетілген конструктивтік жүйелер тік байланыстырушы фермалары бар қаңқалар болып табылады. Мұндай жүйелер негізінен болат және болат бетон конструкцияларында орындалады.

4.4.2 4.2-суретте экзоскелетондар көрсетілген – ғимараттардың рамалық қабықшалы конструктивтік құрылымдары, олар келесілердің үйлесімі болып табылады:

- а) сыртқы торлы қабық («құбырлар») және ішкі қаңқа;
- б) сыртқы торлы қабық және ішкі торлы тік диафрагмалар («құбырлар шоғыры»);
- в) сыртқы кеңістіктік макроферма және ішкі қаңқа;
- г) сыртқы торлы қабық және ішкі қаңқа;
- д) сыртқы кеңістіктік торлы рамалар және ішкі қаңқа.

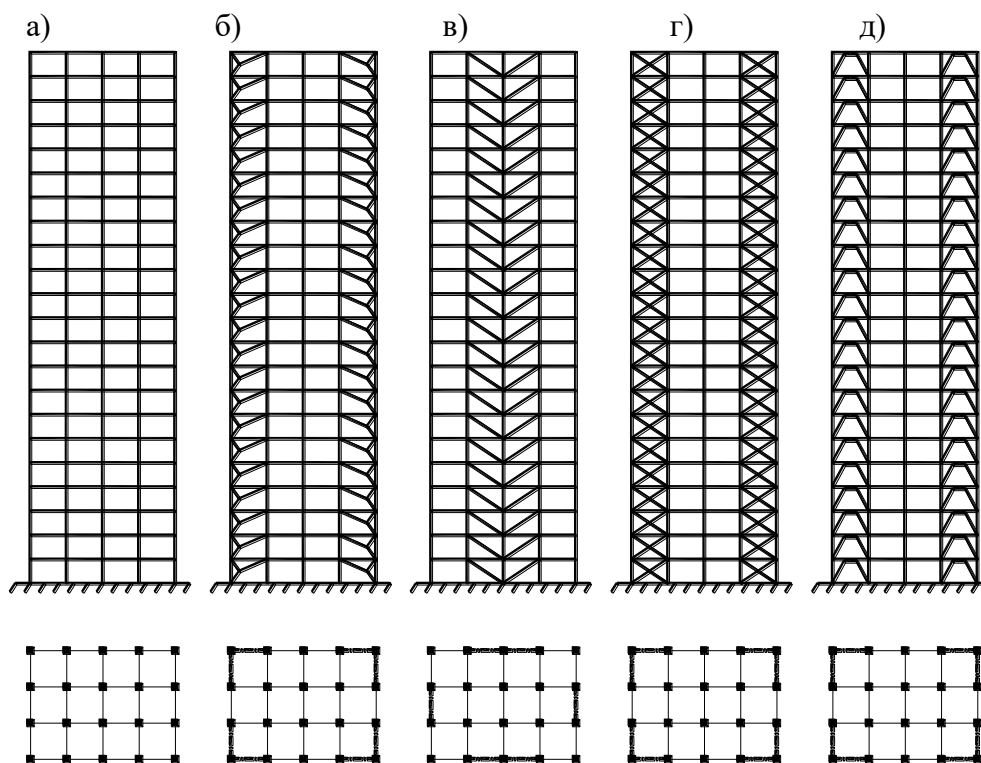
Ескертпелер:

1 Экзоскелетондар - бұл конструктивтік құрылымдар, олардың сейсмикалық әсерлерге төзімділігі негізінен берік және қатаң сыртқы қабықпен қамтамасыз етіледі.

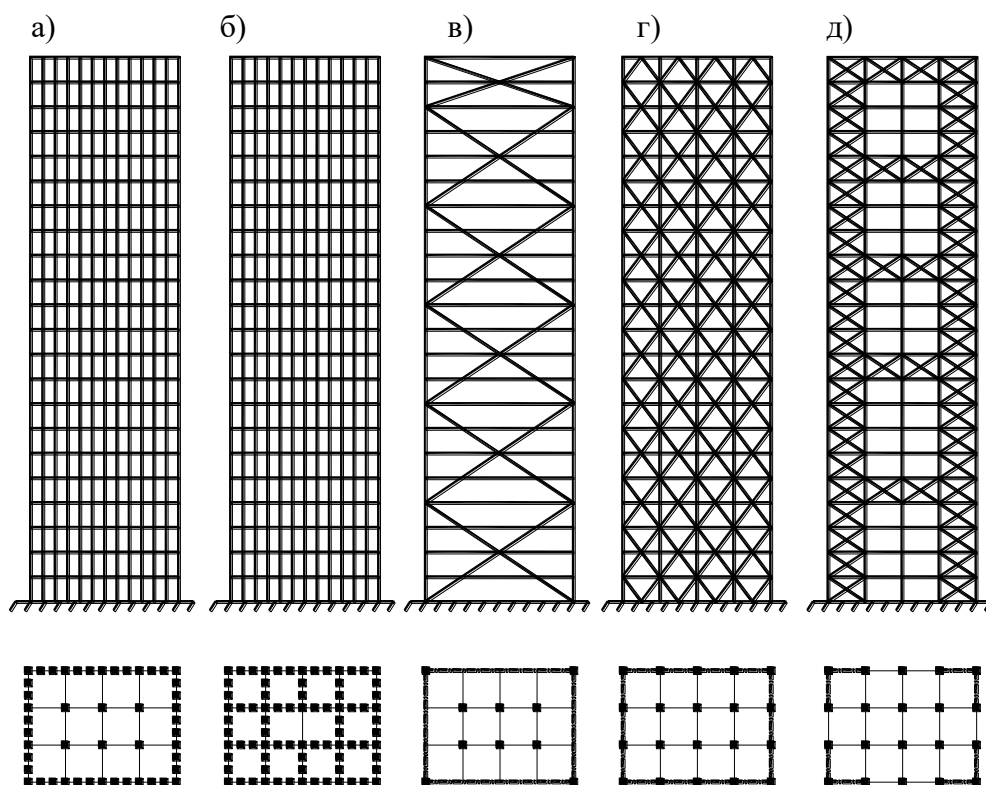
2 4.2 а) және 4.2 б) суреттерінде көрсетілген сыртқы торлы қабықтар көбінесе тіректермен және көлденең арқалықтармен (әдетте 1,5–2,0 м қадаммен) қалыптасады.

4.2-суретте көрсетілген ғимараттардың конструктивтік сызбаларын конструктивтік жүйелердің келесі түрлеріне жатқызуға болады:

- а), б) - моментті рамалық қаңқалар;
- в), г), д) – концентрлік диагональды байланысы бар қаңқалар.



4.1-сурет-Ғимараттардың қаңқалы конструктивтік схемалары



4.2-сурет-Ғимараттардың қабықшалы конструктивті-жасақтау схемалары

4.4.3 4.3-суретте Конструктивтік схемалары көрсетілген, оларда келесілер үйлеседі:

а) сыртқы торлы қабық және ішкі тік оқпан («құбырдағы құбыр» схемасы);

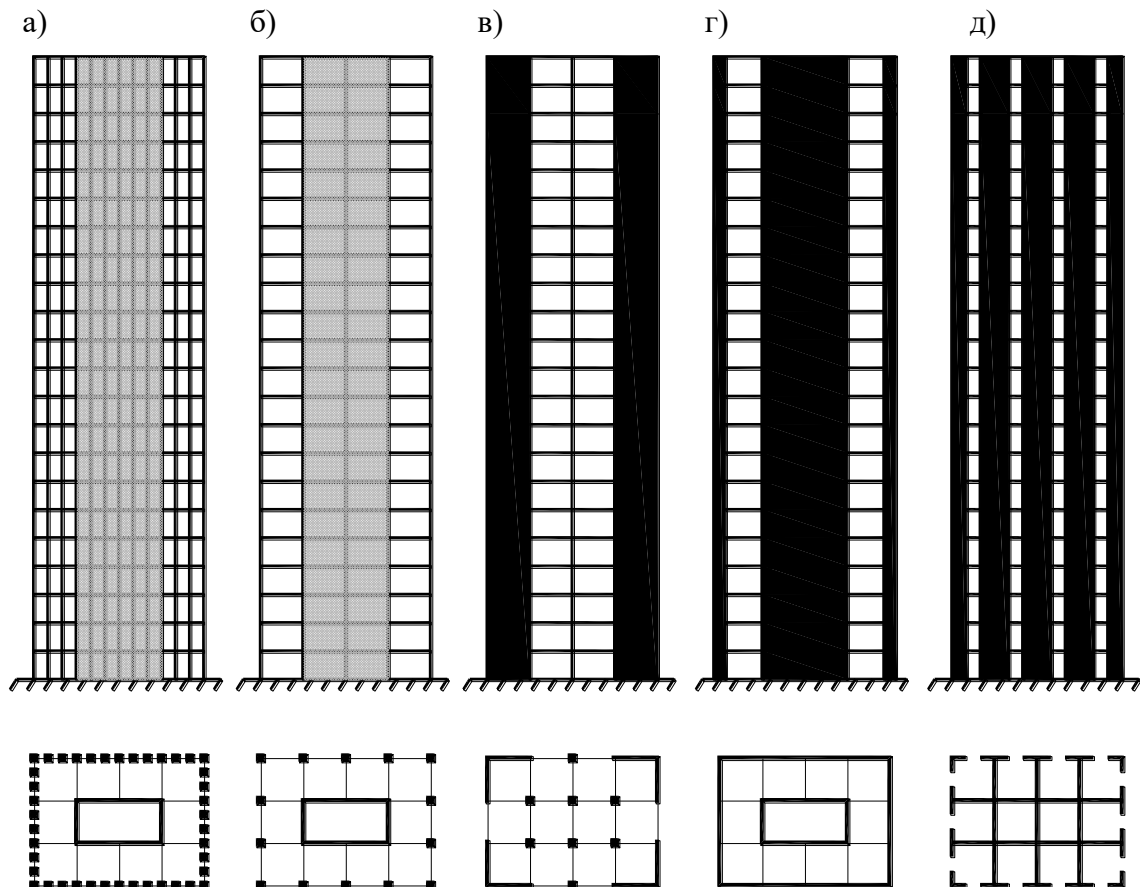
б) ғимараттың периметрі бойынша орналасқан рамалар және ішкі тік оқпан (қаңқа-оқпан схемасы);

в) қабырғалардан құралған толық емес сыртқы қабық және момент рамалары (экзоскелетонның бір түрі);

г) қабырғалардан пайда болған сыртқы қабық және ішкі тік оёқпан («құбырдағы құбыр» схемасы);

д) сыртқы және ішкі қабырғалар (қиыспа-қабырға схемасы).

4.3 а), б) және в) суреттерінде көрсетілген конструктивтік схемалар рамалық немесе қабырғалық жүйелерге баламалы қабырғалық немесе қос конструктивтік жүйелерге жатқызылуы мүмкін. 4.3 г) және д) суретте көрсетілген конструктивтік схемалар қабырғалық конструктивтік жүйелерге жатады.



4.3-сурет-Ішкі тік оқпандары және/немесе қабырғалары бар ғимараттардың конструктивті-жасақтау схемалары

4.4.4 4.4-суретте қатты темірбетон арқалықтары (а) және биіктігі бір қабатқа жететін фермалар (б) түріндегі қаттылық ядролары мен аутригерлік құрылымдары бар ғимараттардың конструктивтік схемалары схемалық түрде көрсетілген.

4.4.5 Көлденең жүктемелер кезінде аутригерлік құрылымдары бар ғимараттардың күйін түсіндіретін мысал 4.4 в) суретте көрсетілген.

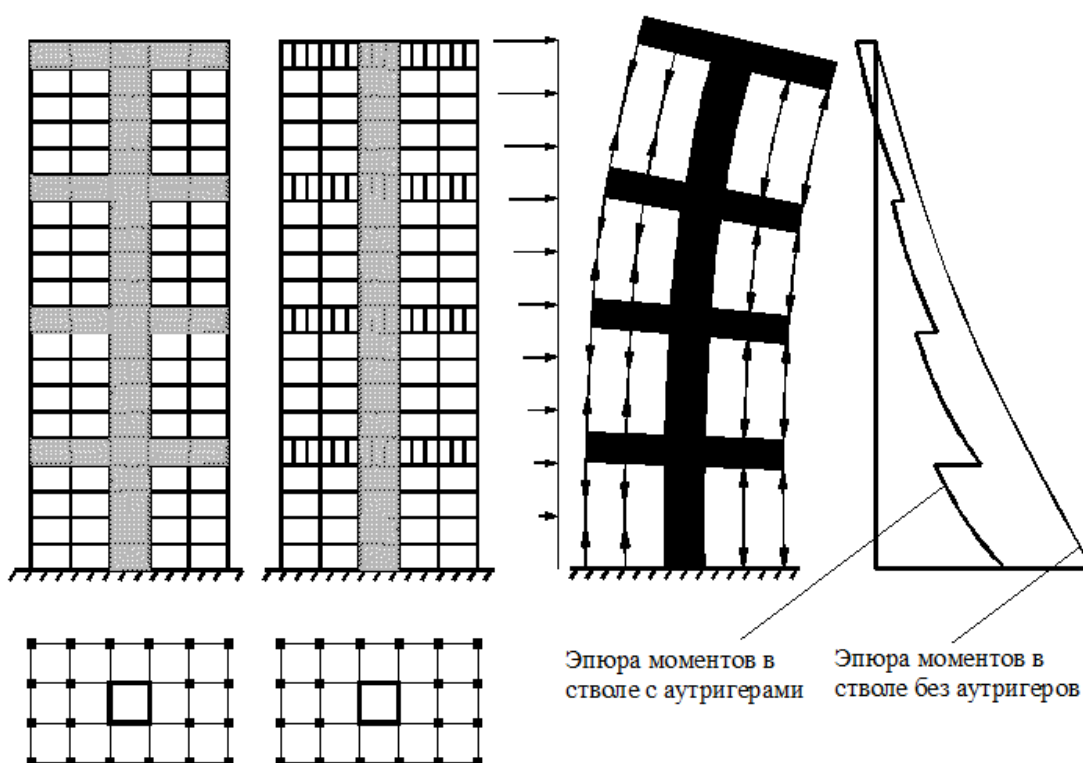
Ескертпе - Аутригерлік құрылым биік ғимараттарда, әдетте, олардың иілу қаттылығын арттыру үшін қаңқалы-ұңғылы конструктивтік схемаларда қолданылатын қиылысатын және/немесе белдемелі арқалықтар/фермалар жүйесін білдіреді. Аутригерлік құрылымдар әдетте жоғарғы немесе аралық техникалық қабаттардың деңгейлерінде орналасады және конструктивтік жүйенің магистралімен (қаттылық өзегі) тығыз байланысты.

Биік ғимараттарда аутригерлік жүйелерді қолдану:

- құрылымның рамалық өаңқасының периметрлік бағандарын жұмысқа қосу арқылы ғимараттың көлденең қаттылығын арттыру;
- орталық ядро мен периметрлі бағаналардың бірлескен жұмысының жоғары дәрежесін қамтамасыз ету;
- көлденең жүктемелердің әсерінен тік ішкі оқпанда пайда болатын иілу моменттерінің мөлшерін азайтыңыз;
- тік жүктемелердің бағандарға неғұрлым біркелкі берілуін қамтамасыз ету;
- кез-келген баған бұзылған жағдайда ғимаратты үдемелі құлаудан қорғаңыз.

Ескертпе - Қандай да бір баған бұзылған жағдайда аутригерлер жүйесі күштерді аралас тік конструкцияларға-бағаналарға немесе қаттылық ядросының қабырғаларына қайта бөлуді қамтамасыз етеді.

а) б) в)



4.4-сурет-Аутригерлік құрылымдары (а, б) бар ғимараттардың конструктивті-жасақтау схемалары және көлденең жүктемелер (в) кезіндегі олардың мінез-құлқын түсіндіретін мысал

4.4.6 Сейсмикалық аймақтарда орналасқан биік ғимараттарды жобалау кезінде мыналарды қолдану ұсынылмайды:

а) к-тәрізді байланыстары бар қаңқалар, онда диагональдардың қиылысу нүктесі Арқалық-баған қосылыстарының түйіндері арасындағы бағанда орналасқан.

Ескертпе- К тәрізді байланыстары бар болат қаңқаларда сейсмикалық әсерлер кезінде пластикалық топсалар бағаналарда (4.5 – суретті қараңыз) - диагональдардың бағаналарына жанасатын жерлерде пайда болуы мүмкін.

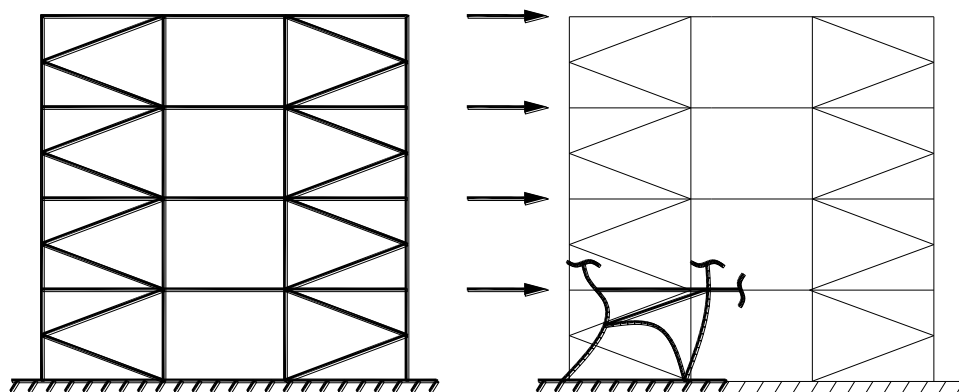
б) Диагональдардың қиылысу нүктесі сәуледе орналасқан концентрлік V-тәрізді байланыстары бар қаңқалар;

Ескертпе – концентрлік V тәрізді байланыстары бар болат қаңқаларда сейсмикалық әсерлер кезінде пластикалық топсалар белдемдерде – V тәрізді байланыстардың белдемдеріне жанасатын жерлерде пайда болуы мүмкін (4.6-суретті қараңыз).

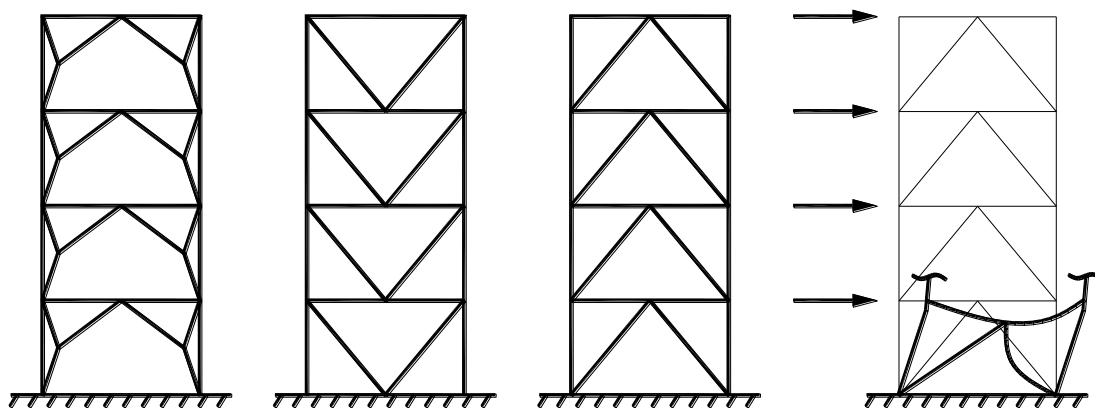
в) қаңқамен жанасатын, бірақ сейсмикалық жүктемелерді қабылдау үшін пайдаланылмайтын бетон немесе тас толтырылған рамалы болат қаңқалар;

г) бойлық және / немесе көлденең бағытта бір қабырғадан тұратын қабырға жүйелері және қос жүйелер;

д) бойлық және/немесе көлденең бағытта бір тік фермасы бар қаңқалы жүйелер және қос жүйелер.



4.5-сурет - К тәрізді байланыстары бар қаңқа және көлденең жүктемелер кезінде оның деформациялану схемасы



4.6 – сурет-Концентрлік V тәрізді байланыстары бар қаңқалар және көлденең жүктемелер кезінде олардың деформациялану схемасы

5 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫС АЛАҢДАРЫН ТАҢДАУ

5.1 Жалпы мәліметтер

5.1.1 Құрылыс алаңдарын таңдау кезінде мыналарды ескеру қажет:

- құрылыс алаңдарының ең жоғары үдеулердегі және бүтін балдардағы сейсмикалық қауіптілігі;
- құрылыс алаңының инженерлік-геологиялық құрылысы және сейсмикалық қасиеттері бойынша оның топырақ жағдайларының түрі;
- құрылыс алаңының жер бедері және тектоникалық ерекшеліктері;
- жер сілкінісі және өзге де төтенше жағдайлар нәтижесінде туындайтын қатерлерді ескере отырып, биік ғимараттарды салу алаңдарының көлемін регламенттейтін нормативтік талаптар.

5.1.2 Құрылыс алаңдарының ең жоғары үдеулердегі және бүтін балдардағы сейсмикалық қауіптілігін сейсмикалық шағын аймақтандыру карталары бойынша немесе инженерлік ізденістер құрамында мамандандырылған ұйымдар орындаған сейсмикалық шағын аймақтандыру нәтижелерінің негізінде айқындаған жөн.

5.1.3 Сейсмикалық шағын аймақтандыру карталары болмаған кезде құрылыс алаңының сейсмикалық қауіптілігін инженерлік-геологиялық ізденістер нәтижелеріне, сейсмикалық қасиеттері бойынша оның топырақ жағдайларының типі, жер бедерінің ерекшеліктері және берілген деректер туралы мәліметтерге негізделе отырып анықтауға жол беріледі:

– Қазақстан Республикасының аумағын жалпы сейсмикалық аймақтандыру карталарында ЖСА-1₍₄₇₅₎, ЖСА-1₍₂₄₇₅₎ және ЖСА-2₍₄₇₅₎, ЖСА-2₍₂₄₇₅₎, (ҚР НТҚ-08-01.1-2017 А қосымшасын қараңыз);

– «Олар үшін баллдардағы және үдеулердегі сейсмикалық қауіптілікті көрсете отырып сейсмикалық аймақтарда орналасқан Қазақстан Республикасы елді мекендерінің тізімінде» (ҚР НТҚ-08-01.1-2017 Б қосымшасын қараңыз);

– «Топырақ жағдайларының әртүрлі типтері бар құрылыс алаңдары үшін a_g есептік үдетулерін көрсете отырып, сейсмикалық аймақтарда орналасқан Қазақстан Республикасының елді мекендерінің тізімінде» (ҚР НТҚ-08-01.1-2017 В қосымшасын қараңыз).

5.1.4 Сейсмикалық қасиеттері бойынша құрылыс алаңының топырақ жағдайларының түрін ҚР НТҚ-08-01.1-2017 3.1-кестесінде келтірілген деректерді пайдалана отырып, инженерлік-геологиялық іздестірулердің нәтижелері бойынша айқындаған жөн.

5.1.5 Құрылыс алаңындағы инженерлік-геологиялық ізденістерді қолданыстағы нормативтік құжаттардың ережелеріне сәйкес және биік ғимараттардың жоғары әлеуметтік-экономикалық маңыздылығын ескеретін арнайы талаптарды ескере отырып орындау қажет.

5.1.6 Ізденістерді талап етілетін қызмет түріне лицензиясы және қолданылатын аспаптар мен жабдықтарға аттестациялық куәлігі бар мамандандырылған ұйымдар орындауы тиіс.

5.1.7 Издестірулер тапсырыс берушімен және мемлекеттік сараптамамен келісілген жобалау құжаттамасын әзірлеушінің техникалық тапсырмасы негізінде издестіру ұйымы әзірлеген бағдарлама бойынша жүргізілуі тиіс. Изденістердің көлемі мен құрамы оларды орындау процесінде тапсырыс берушінің, жобалау ұйымының, сараптаманың талап етуі бойынша ұлғайту және қатайту жағына қарай немесе биік ғимаратты жобалауға арналған арнайы техникалық шарттарға сәйкес нақтылануы мүмкін.

5.1.8 Құрылыс алаңындағы издестірулер негіздің сейсмикалық және геодинамикалық әсерлерден тұрақтылығын, жер асты суларының динамикасын, әлсіз сазды және суффузионды-тұрақсыз құмды топырақтардың болуын және т. б. бағалау кезінде айқындаушы маңызы бар барлық факторларды анықтауды және зерделеуді қамтамасыз етуі тиіс. Издестіру процесінде топырақтардың беріктік және реологиялық сипаттамалары айқындалуы, негіз бен еңістің орнықтылығына баға берілуі, ал қажет болған жағдайларда – стационарлық бақылаулар ұйымдастырылуы тиіс.

5.1.9 Издестірулер құрылыс алаңының ерекше ерекшеліктерін және ҚР НТҚ-08-01.1-2017 3 және 4-бөлімдерінде келтірілген есептік сейсмикалық әсерді айқындау қағидаларын ескере отырып, сейсмикалық әсер ету параметрлерін анықтау үшін жеткілікті көлемде орындалуы тиіс.

5.1.10 Издестіру жүргізу кезінде таңдап алынған учаскенің геотехникалық жағдайына бағалау және салынып жатқан учаске мен іргелес аумақтардағы геологиялық-гидрологиялық жағдайдың өзгеруін болжау жүргізу қажет.

5.1.11 Биік ғимараттың құрылыс алаңының инженерлік-геологиялық құрылымын іргетас конструкциясының табанынан кемінде 10 м және жер бетінен кемінде 30 метр тереңдікке зерттеу керек.

5.1.12 Биік ғимарат құрылысы алаңының топырақ жағдайларының типі жер бетіндегі 10 метрлік ($V_{s,10}$) және 30 метрлік қалыңдықтағы ($V_{s,30}$) көлденең толқындардың таралуының орташа жылдамдығының мәндерін ескере отырып анықталуы тиіс.

5.1.13 Издестіру нәтижелері туралы есепте ҚР НТҚ-08-01.1-2017 3.4.7-тармағына сәйкес ақпарат көрсетілуі тиіс.

5.2 Биік ғимараттар құрылысының алаңдарына қойылатын жалпы талаптар

5.2.1 Биік ғимараттардың құрылыс алаңдарын таңдау кезінде, басқа тең жағдайларда, жоспардағы және тереңдіктегі топырақтың біртекті қасиеттері бар алаңдарға артықшылық беру керек.

5.2.2 Құрылыс алаңы мүмкіндігінше тек сейсмикаға қарсы тігістермен бөлінген аралас объектілерді орналастыруды қамтамасыз ететін, мүмкіндігінше олардың іргетасын қалау тереңдігінің ауытқуларынсыз тыныш жер бедеріне ие болуы тиіс.

5.2.3 Биік ғимараттарды сейсмикалық жағынан қолайсыз алаңдарда орналастырмақу қажет (ҚР НТҚ 08-01.1-2017 3.4-кіші бөлімін және осы НТҚ 5.2.4-т. қараңыз).

5.2.4 Сейсмикалық жағынан қолайсыз алаңдарға мыналарды жатқызған жөн:

а) күндізгі бетіндегі тектоникалық ақаулардың пайда болуы мүмкін аймақтарда орналасқан;

б) жер сілкінісі ошақтарының пайда болуы мүмкін аймақтарда (ЖСҚА аймақтарында) орналасқан;

б) сейсмикалығы 9 балдан жоғары;

в) алаңның сейсмикалығы 8 баллдан жоғары болған кезде сейсмикалық қасиеттері бойынша III топырақ жағдайларының үлгілерімен;

г) негізгі реңк бойынша топырақ қабатының көлденең тербелісі кезеңдерімен (топырақтың аз деформациясы кезінде) 1,0 сек астам;

д) жүзбелермен, карст, тау-кен қазбаларымен;

е) шөгінділердің, опырылымдардың, көшкіндердің пайда болуы және сел ағындарының өтуі мүмкін учаскелерде орналасқан.

5.2.5 Құрылыс алаңының топырақ негізінің құрамы жер сілкінісі кезінде топырақтың сұйылтуынан немесе тығыздалуынан туындаған топырақтағы үзілістердің, беткейлердің тұрақсыздығының және қалдық шөгінділердің пайда болу мүмкіндігін болдырмауы тиіс. Мұндай құбылыстардың туындау мүмкіндігі ҚР ЕЖ EN 1998-5:2004/2013 4-бөлімінің ережелеріне сәйкес зерттелуі тиіс.

5.2.6 Топырақ шөгетін және жыныстар қатты бұзылған алаңдарда құрылыс салу кезінде физикалық-геологиялық процестермен топырақтың қасиеттерін жақсарту немесе оларды ауыстыру бойынша инженерлік іс-шаралар жүргізу, ғимараттардың негіздерін нығайту шараларын қабылдау қажет.

5.2.7 Биік ғимараттардың құрылыс алаңдарын таңдау кезінде құрылыс салынатын учаскелер мен іргелес аумақтардағы геологиялық-гидрологиялық жағдайдың өзгеру болжамдарын ескеру қажет.

5.2.8 Биік ғимараттарды орналастыруға арналған учаскелердің мөлшері, сондай-ақ биік ғимараттар мен олармен жапсарлас құрылыстар арасындағы қашықтық жер сілкіністерінің салдарын кедергісіз жою және адамдарды эвакуациялау мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс.

5.2.9 Биік ғимаратты орналастыру аумағында биік ғимараттан эвакуацияланатын адамдарды бөліп жайғастыру мүмкіндігін қамтамасыз ететін өту жолдары мен алаңдар көзделуі қажет.

5.2.10 Биік ғимараттардың жанында Төтенше жағдайлар туындаған кезде халықты жинауға арналған ашық алаңдар көзделуі тиіс. Бұл алаңдар жақын орналасқан ғимараттар биіктігінің кемінде 1/3 құрайтын ғимараттардан қауіпсіз қашықтықта орналасуы тиіс. Осы алаңшалардың шегінде электр беру желілері орналаспауы тиіс.

5.2.11 Биік ғимараттардың орналасу орындарын таңдау кезінде тұрақты жұмыс істейтін магистралдық көшелердің үйінділерін болдырмау мақсатында құрылыс учаскелерін шектейтін «сары сызықтарға» қатысты нормативтік ережелерді сақтау қажет, олар бойынша ерекше уақыт кезеңінде халықты эвакуациялау жүргізілуі және құтқару және авариялық-қалпына келтіру жұмыстарын көліктік қамтамасыз ету ұсталуы тиіс.

5.2.12 Ғимараттарға техникалық қызмет көрсету және сервистік қамтамасыз ету аймақтары шегінде автокөліктің, оның ішінде төтенше жағдайлардың салдарын жоюға арналған арнайы автокөліктің қозғалысы мен маневр жасауын қиындататын басқа да құрылыс объектілерін және абаттандыру элементтерін орналастыру ұсынылмайды

6 ЕСЕПТІК СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕР

6.1 Жалпы ережелер

6.1.1 Биік ғимараттарды жобалау кезінде есептік сейсмикалық әсерлердің екі деңгейін назарға алған жөн.

а) Бірінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсер-бұл залалды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде назарға алынатын әсер.

Бірінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсерлер деп сирек сейсмикалық әсерге қарағанда пайда болу ықтималдығы жоғары және ғимаратты пайдаланудың жобалық кезеңінде бірнеше рет қайталануы мүмкін сейсмикалық әсерлер түсініледі.

б) Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсер-бұл тексеру кезінде назарға алынатын әсер:

- биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптарды сақтау;
- екінші ретті әсерлердің (р-Δ әсерлер) сейсмикалық әсерлердің нәтижесіне әсері;
- биік ғимараттың конструктивтік емес элементтерінің елеулі зақымдануын шектеу жөніндегі талаптарды сақтау.

Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсер деп жобаланатын ғимарат пайдаланудың жобалық кезеңінде бір рет ұшырауы мүмкін сирек сейсмикалық әсер түсініледі.

6.1.2 Бірінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсердің қарқындылығы топырақтың көлденең тербелістерінің ең жоғары үдеуімен сипатталады, оның мәні екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсердің қарқындылығын сипаттайтын ең жоғары жылдамдықтың мәнінен 0,25 кем болмауы керек.

6.1.3 Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсердің қарқындылығы топырақтың көлденең тербелістерінің ең жоғары үдеуінің мәнімен сипатталады, a_g , ол ретінде екі мәннен көбін қабылдау керек:

$$a_g = \max \left\{ a_{g(475)} \right. \left. \frac{2}{3} \cdot a_{g(2475)} \right\} \quad (6.1)$$

мұнда

$$a_{g(475)} = a_{gR(475)} \cdot S(a_{gR(475)}) \cdot S_T, \quad (6.2)$$

$$a_{g(2475)} = a_{gR(2475)} \cdot S(a_{gR(2475)}) \cdot S_T, \quad (6.3)$$

$a_{g(475)}$ және $a_{g(2475)}$ – нақты топырақты және топографиялық жағдайларда құрылыс алаңындағы көлденең шынды үдеулердің мәндері;

$a_{gR(475)}$ және $a_{gR(2475)}$ – ҚР НТҚ-08-01.1-2017-де келтірілген ЖСА-1₄₇₅ және ЖСА-1₂₄₇₅ карталары бойынша немесе Б қосымшасы бойынша айқындалатын ІА типті топырақ кезінде құрылыстың қарастырылатын алаңындағы көлденең ең жоғары үдеулердің референттік мәндері;

$S(a_{gR(475)})$ және $S(a_{gR(2475)})$ – осы НТҚ 6.1-кестесіне немесе ҚР НТҚ-08-01.1-2017 3.3.3-тармағына сәйкес айқындалатын деңгейлес сейсмикалық әсерлердің қарқындылығына құрылыс алаңының нақты топырақ жағдайларының әсерін сипаттайтын коэффициенттер;

S_T – осы НТҚ 6.2-кестесіне немесе ҚР НТҚ-08-01.1-2017 3.3.4-тармағына сәйкес айқындалатын құрылыс алаңындағы көлденең сейсмикалық әсерлерді күшейтудің топографиялық әсерлерін ескеретін коэффициент.

6.1.4 Қазақстан Республикасының әртүрлі елді мекендері үшін құрылыс алаңдарының топырақ жағдайларын ескере отырып айқындалған топырақтың көлденең ауытқуларының есептік ең жоғары үдеулерінің мәндері a_{gR} ҚР НТҚ-08-01.1-2017 В қосымшасында келтірілген.

5.1-кесте- $S(a_{gR(475)})$ және $S(a_{gR(2475)})$ коэффициенттерінің мәндері

Сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының түрі	Тіісінше $a_{gR(475)}$ және $a_{gR(2475)}$ шамаларына байланысты $s(a_{gR(475)})$ және $s(a_{gR(2475)})$ коэффициенттерінің мәндері
IA	1,0
IB	$1,0 \leq (1,4 - a_{gR}/g) \leq 1,2$
II	$1,1 \leq (2,0 - 2,5 \cdot a_{gR}/g) \leq 1,6$
III	$1,3 \leq (2,5 - 3,0 \cdot a_{gR}/g) \leq 2,4$

5.2-кесте- S_T коэффициенттерінің мәні

Жер бедерінің санаты	Жер бедерінің сипаттамасы	Алаңның орналасуы	S_T
1	Тік беткейлері 15° төмен жазық беттер мен биіктіктер	—	1,0
2	Тік беткейлері 15°-ан асатын жалғыз төбешіктер	беткейдің жоғарғы жиегіне жақын	$\geq 1,2$
3	Жотаның ені 15°-тан 30°-қа дейінгі беткейлер мен тік беткейлерге қарағанда елеулі аз созылған төбелер	биік шыңның жанында	$\geq 1,2$
4	Жотаның ені 30°-тан асатын базаға және көлбеу беткейге қарағанда елеулі аз созылған төбелер	биік шыңның жанында	$\geq 1,4$
Ескертпе - Негіз бен жоталар немесе беткейлер шыңдарының арасында орналасқан алаңдар үшін S_T күшейту коэффициенттерінің мәнін 1,0-ге тең биіктіктер негіздеріндегі S_T мәнін қабылдай отырып, сызықтық интерполяция бойынша айқындауға жол беріледі.			

6.1.5 Бірінші және екінші деңгейлердегі есептік сейсмикалық әсерлердің параметрлері:

– үдеу кезіндегі серпімді реакциялар спектрлерімен;

– уақыт өте келе үдеулерде және олармен байланысты шамаларда (жылдамдықтар мен қозғалыстарда) топырақтың сейсмикалық қозғалысын сипаттайтын тәуелділіктермен сипатталуы мүмкін.

6.1.6 Серпімді реакциялар спектрлерінің көмегімен топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының параметрлерін сипаттау осы НТҚ-да сейсмикалық әсердің эталондық көрінісі ретінде қарастырылады.

6.1.7 Уақытша тәуелділіктердің көмегімен топырақтың сейсмикалық қозғалыстарының параметрлерін сипаттау сейсмикалық әсерлердің балама көрінісі ретінде қарастырылады. Зиянды шектеу және елеулі зақымдануларды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде назарға алынатын акселерограммалар жиынтығы ҚР НТҚ-08-01.1-2017 ережелерін қанағаттандыруы тиіс.

6.2 Сейсмикалық әсерлердің сипаттамасы

6.2.1 Жалпы ережелер

6.2.1.1 Егер арнайы техникалық жағдайларда 6.2.1.2-тармаққа сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрімен өзгеше көзделмесе, биік ғимараттарға деңгейлес және сатылас есептік сейсмикалық әсерлер сипатталуы мүмкін.

6.2.1.2 Биік ғимараттарға көлденең және тік есептелген сейсмикалық әсерлерді сипаттау үшін серпімді реакциялар спектрлерінің келесі балама нұсқалары қолданылуы мүмкін.

а) 1-нұсқа – Нормаланған мәндері 50%-дан аспау ықтималдығына (50%-дан асу ықтималдығына) ие және сындарлыдан 5% демпфирлеуге (көлденең және тік сейсмикалық әсерлерді сипаттау кезінде) сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрлері.

б) 2-нұсқа – Нормаланған мәндері 84%-дан аспау ықтималдығына (16%-дан асу ықтималдығына) ие және демпфирлеуге сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрлері:

- көлденең сейсмикалық әсерлерді сипаттау кезінде – сындарлыдан 2,5 %;
- тік сейсмикалық әсерлерді сипаттау кезінде-сындарлыдан 5 %;

Ескертпе - Нормаланған мәндері бар серпімді реакциялардың спектрлері деп ординат мәндері топырақтың есептік көлденең және тік үдеулері (тиісінше a_g және a_{vg}) бойынша нормаланған серпімді реакциялардың спектрлері түсініледі.

6.2.1.3 Ғимараттарға есептік сейсмикалық жүктемелерді спектрлік-модальды - әдіспен анықтау кезінде көлденең және тік есептік сейсмикалық әсерлерді сипаттау үшін 1-нұсқаға сәйкес келетін және ҚР НТҚ 08-01.1-2017-де қабылданған серпімді реакциялар спектріне ұқсас серпімді реакциялар спектрлерін қолдану керек.

6.2.1.4 ҚР НТҚ-08-01.1-2017 ережелеріне сәйкес қалыптастырылатын іріктемелер құрамына кіретін жасанды немесе аспаптық акселерограммалар, сейсмикалық әсерлердің уақытша сипатын ескере отырып, биік ғимараттарға есептік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде олардың серпімді реакциялар спектрінің екінші нұсқасына сәйкестігін тексеру керек.

6.2.1.5 6.2.1.2-тармақта көрсетілген серпімді реакциялар спектрлерін құру қағидалары 6.2.2 және 6.2.3-тармақтарда келтірілген.

6.2.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын үдеулердегі серпімді реакциялардың спектрлері

6.2.2.1 6.2.1.2 а) тармағына сәйкес биік ғимараттарға есептік сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын серпімді реакциялар $S_e(T)$ спектрлерін құру үшін мынадай өрнектерді қолдану қажет:

$$0 \leq T \leq T_B: S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + 1,5 \frac{T}{T_B} \right], \quad (6.4)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_e(T) = 2,5 \cdot a_g, \quad (6.5)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_e(T) = 2,5 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \quad (6.6)$$

$$T_D \leq T: S_e(T) = 2,5 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right], \quad (6.7)$$

мұнда

T -бір еркіндік дәрежесі бар сызықтық жүйенің тербеліс кезеңі;

a_g -6.1.3-те келтірілген қағидаларға сәйкес анықталған құрылыс алаңындағы топырақтың есептік үдеуі;

T_B -спектрлік үдеулер графигінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең аз мәні;

T_C -спектрлік үдеулер графигінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең жоғары мәні;

T_D -қозғалыстағы реакциялар спектріндегі тұрақты қозғалыстар диапазонының басталуын анықтайтын кезең мәні.

6.2.1.2 а) сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрлерін құру кезінде T_B , T_C және T_D кезеңдерінің мәндерін 6.3-кестеде келтірілген деректерге сәйкес қабылдау керек.

6.3-кесте - 6.2.1.2 а) сәйкес көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын серпімді реакциялар спектрлерін құру кезінде қабылданатын T_B , T_C және T_D кезеңдерінің мәндері

Сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының түрі	T_B , с	T_C , с	T_D , с
IA және IB	0,15	0,44	6
II	0,25	0,64	6
III	0,375	0,96	6

6.2.2.2 6.2.1.2 б) тармағына сәйкес биік ғимараттарға есептік сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын серпімді реакциялар $S_e(T)$ спектрлерін құру үшін келесі өрнектерді қолдану керек:

$$0 \leq T \leq T_B: S_e(T) = a_g \cdot \left[1,5 + 2,75 \frac{T}{T_B} \right], \quad (6.8)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_e(T) = 4,25 \cdot a_g, \quad (6.9)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_e(T) = 4,25 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \quad (6.10)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = 4,25 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right], \quad (6.11)$$

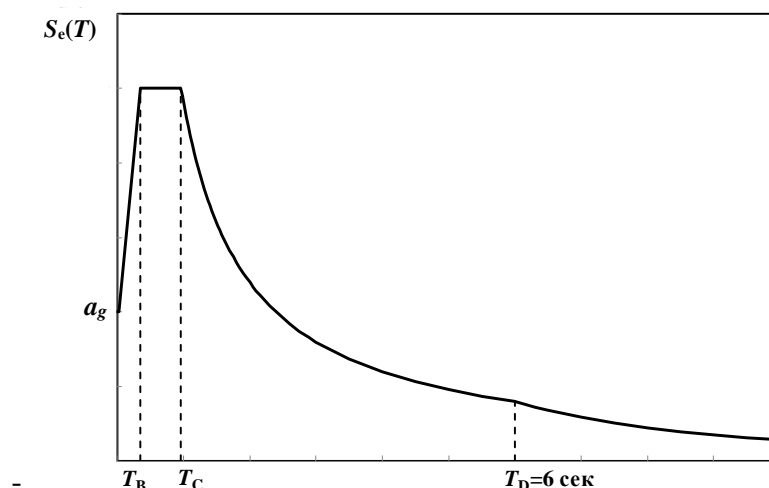
(6.8)-(6.11) кіретін мәндер 6.2.2.1-де анықталған.

6.2.1.2 б) сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрлерін құру кезінде T_B , T_C және T_D мәндерін 6.4-кестеде келтірілген деректерге сәйкес қабылдау керек.

6.4-кесте - 6.2.1.2 б) тармағына сәйкес көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын серпімді реакциялар спектрлерін құру кезінде қабылданатын T_B , T_C және T_D кезеңдерінің мәндері

Сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының түрі	T_B , с	T_C , с	T_D , с
IA және IB	0,15	0,48	6
II	0,20	0,70	6
III	0,35	1,05	6

6.2.2.3 Биік ғимараттарға есептік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде назарға алынатын сейсмикалық әсерлердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын реакциялар спектрінің жалпы түрі 6.3-суретте көрсетілген.



6.3-сурет - Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын серпімді реакциялар спектрінің жалпы түрі

6.2.3 Сейсмикалық әсердің тік құрауыштарын сипаттайтын үдеулердегі серпімді реакциялардың спектрлері

6.2.3.1 6.2.1.2 а) тармағына сәйкес биік ғимараттарға есептік сейсмикалық әсерлердің тік құрауыштарын сипаттайтын серпімді реакциялар $S_{ve}(T)$ спектрлерін құру үшін мынадай өрнектерді қолдану қажет:

$$0 \leq T_v \leq T_{Bv} : \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + 1,25 \cdot \frac{T_v}{T_{Bv}} \right], \quad (6.12)$$

$$T_{Bv} \leq T_v \leq T_{Cv} : \quad S_{ve}(T) = 2,25 \cdot a_{vg}, \quad (6.13)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq T_{Dv} : \quad S_{ve}(T) = 2,25 \cdot a_{vg} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k \quad (6.14)$$

мұнда

$S_{ve}(T)$ – сейсмикалық әсердің тік құрауышына арналған серпімді реакциялар спектрі;

T_v -тік бағытта бір еркіндік дәрежесі бар сызықтық жүйенің тербеліс кезеңі, с;

a_{vg} -6.5 кесте деректерін пайдаланып анықталатын тік бағыттағы топырақтың есептік үдеуі;

T_{Bv} - тік құрауыш үшін спектрлік үдеулер графигінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең төменгі мәні;

T_{Cv} - тік құрауыш үшін спектрлік үдеулер графигінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең жоғары мәні;

T_{Dv} -тік құрауыш үшін спектрлік үдеулер графигіндегі кезеңнің ең жоғары мәні (6.2.3.3 қараңыз);

k -дәреже көрсеткіші.

6.2.1.2 а) сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрлерін құру кезінде T_B, T_C, T_D және k мәндерін 6.5-кестеде келтірілген деректерге сәйкес қабылдау керек.

6.5-кесте - 6.2.1.2 а) сәйкес сейсмикалық әсердің тік құрамдастарының серпімді реакцияларының спектрлерін сипаттайтын параметрлердің мәндері

Топырақ жағдайларының түрі	a_{vg}/a_g			T_{Bv}, c	T_{Cv}, c	T_{Dv}, c	k
	$a_g \leq 0,12g$	$0,12g < a_g \leq 0,4g$	$a_g > 0,4g$				
IA, IB, II, III	0,7	0,8	0,9	0,05	0,2	2,0	0,60
II							0,45
III							0,35

6.2.3.2 6.2.1.2 б) тармағына сәйкес биік ғимараттарға есептік сейсмикалық әсерлердің тік құрауыштарын сипаттайтын $S_{ve}(T)$ серпімді реакцияларының спектрлерін құру үшін мынадай өрнектерді қолдану қажет:

$$0 \leq T_v \leq T_{Bv} : \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + 2,25 \cdot \frac{T_v}{T_{Bv}} \right], \quad (6.15)$$

$$T_{Bv} \leq T_v \leq T_{Cv} : \quad S_{ve}(T) = 3,25 \cdot a_{vg}, \quad (6.16)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq T_{Dv} : \quad S_{ve}(T) = 3,25 \cdot a_{vg} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k, \quad (6.17)$$

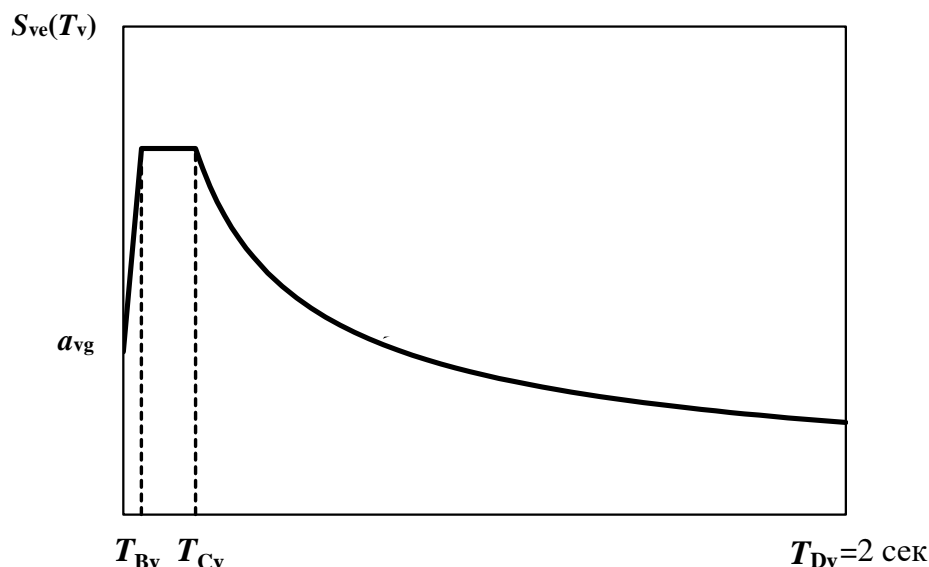
6.2.1.2 б) сәйкес келетін серпімді реакциялар спектрлерін құру кезінде T_{Bv} , T_{Cv} , T_{Dv} және k мәндерін 6.6-кестеде келтірілген деректерге сәйкес қабылдау керек.

6.5-кесте - 6.2.1.2 б сәйкес сейсмикалық әсердің тік құрамдастарының серпімді реакцияларының спектрлерін сипаттайтын параметрлердің мәндері

Топырақ жағдайларының түрі	a_{vg}/a_g			T_{Bv}, c	T_{Cv}, c	T_{Dv}, c	k
	$a_g \leq 0,12g$	$0,12g < a_g \leq 0,4g$	$a_g > 0,4g$				
IA және IB	0,7	0,8	0,9	0,05	0,2	2,0	0,575
II							0,425
III							0,325

6.2.3.3 (6.12) – (6.17) өрнектері T_v мәндерінде 2 секундтан аспайтын серпімді реакциялар спектрінің мәндерін анықтауға арналған. 2 секундтан артық T_v үшін $S_{ve}(T)$ спектрлерінің мәндерін құрылыс алаңдарының ерекше ерекшеліктерін ескеретін зерттеулер нәтижелерінің негізінде айқындаған жөн.

6.2.3.4 Сейсмикалық әсердің тік құрауышы үшін серпімді реакциялар спектрінің жалпы көрінісі 6.4-суретте көрсетілген.



6.4-сурет - Сейсмикалық әсердің тік құрауыштарын сипаттайтын серпімді реакциялар спектрінің жалпы түрі

7 ҒИМАРАТТАРДЫ ЕСЕПТЕУ

7.1 Жалпы ережелер

7.1.1 Биік ғимараттардың есептеулері ғимараттардың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін және қажет болған жағдайда салмақ түспейтін конструктивтік элементтердің әсерін ескеретін барабар есептеу модельдеріне негізделуі тиіс.

7.1.2 Биік ғимараттардың есептік модельдері оларға қолданылатын сыртқы күштер мен әсерлердің кеңістіктік жүйелерін қабылдауға қабілетті тік және көлденең конструктивтік элементтердің үш өлшемді жиынтығы түрінде ұсынылуы керек.

7.1.3 Биік ғимараттардың есептік модельдерін құру және олардың салмақ түсетін конструктивтік элементтерінің қаттылығын беру кезінде ҚР НТҚ 6.1-08-01.2-2021-де келтірілген қағидаларды сақтау керек. Бастапқы деректердің түсініксіздігінде ғимараттың конструктивтік жүйесін қолайлы емес жағдайларға әдейі қоятын есептеу модельдерін қолдану керек.

7.1.4 Биік ғимараттарға есептік сейсмикалық жүктемелерді және осы жүктемелердің әсерлерін сейсмикалық әсерлердің кеңістіктік сипатын ескере отырып айқындаған жөн.

Деңгейлес сейсмикалық әсерлердің кеңістіктік сипатын есепке алу және ғимараттың кез келген бағыттағы деңгейлес сейсмикалық әсерлерге қарсы тұру қабілетін қамтамасыз ету үшін есептік деңгейлес сейсмикалық әсерлер ғимараттың конструктивтік схемасының ерекшеліктеріне және/немесе жоспардағы оның меншікті тербелістерінің нысандарына байланысты қабылданатын ғимараттың маңызды ортогональды деңгейлес бағыттары бойымен қолданылуы тиіс.

Ғимараттың маңызды ортогональды көлденең бағыттарын ҚР НТҚ-08-01.2-2021 6.2-де немесе осы НТҚ-ның 7.3.6.2.3 және 7.3.6.2.4-тармақтарында келтірілген қағидаларға сәйкес тағайындау керек.

7.1.5 Егер 6.6-кестеде келтірілген деректерге сәйкес айқындалған a_{vg} есептік үдеудің мәні $0,25 g$ асатын болса, сейсмикалық әсердің тік құрауышын және оның сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарымен бірлескен әрекетін ескеру қажет.

7.1.6 Есептік сейсмикалық әсердің инерциялық әсерлерін ҚР НТҚ-08-01.2-2021 4-бөлімінде келтірілген қағидаларға сәйкес мәндерін айқындау қажет массалардың болуын ескере отырып айқындаған жөн.

7.1.7 Ғимараттарға сейсмикалық әсерлердің әсерін анықтау үшін, егер АТШ-да өзгеше көрсетілмесе, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 сейсмикалық әсерлердің әсерін анықтаудың эталондық әдісі ретінде қарастырылатын «спектрлік-модальдық әдісті» қолдану керек.

7.1.8 Сейсмикалық есептік жағдайда ескерілетін сейсмикалық және басқа да әсерлердің нәтижелерін ҚР НТҚ-08-01.2-2021 6.6-да келтірілген қағидаларды ескере отырып, ғимараттың сызықтық-серпімді әрекетін талдау нәтижелері бойынша анықтауға жол беріледі.

7.1.9 Жобаланатын биік ғимараттың қауіпсіздігін тексеруді ҚР НТҚ-08-01.2-2021 7-бөлімінің немесе НТҚ 8-бөлімінің ережелеріне сәйкес орындау керек.

7.2 Есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтаудың спектрлік-модальдық әдісі

7.2.1 Ғимаратқа сейсмикалық әсердің көлденең құрауышынан F_{ik} есептік сейсмикалық жүктемені спектрлік-модальдық әдіспен анықтау үшін (7.1) өрнекті қолданған жөн:

$$F_{ik} = \gamma_{Ih} \cdot S_d(T_i) \cdot m_{ik}, \quad (7.1)$$

мұнда

F_{ik} - k нүктесіне қолданылатын өзінің тербелістерінің i -ші нысаны үшін ғимаратқа есептелген сейсмикалық жүктеме;

$S_d(T_i)$ - t_I кезеңіне көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын үдеулердегі есептік реакциялар спектрінің мәні ($S_d(T_i)$ спектрін құру қағидалары 7.3.2.1-де келтірілген);

γ_{Ih} - мультимодальды коэффициент, оның мәні 1,8-ге тең болуы керек;

T_i - қарастырылып отырған көлденең бағытта i -ші нысандағы ғимараттың тербеліс кезеңі;

m_{ik} - (7.2) өрнектің көмегімен анықталатын тербелістің i -нысанына сәйкес келетін k нүктесіне жатқызылған тиімді модальды масса:

$$m_{ik} = m_k \cdot \eta_{ik}, \quad (7.2)$$

η_{ik} - ғимараттың деформация формасына байланысты коэффициент, оның өзіндік тербелісі, жүктеме орны және сейсмикалық әсер ету бағыты.

η_{ik} коэффициентінің мәндерін былайша анықтауға болады:

а) консольдік есептік схема үшін (7.1-суретті қараңыз) (7.3) өрнегінің көмегімен:

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (7.3)$$

б) (7.4) өрнектің көмегімен кеңістіктік есептеу схемасы үшін:

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j) \cos(U_{ik}, U_0)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (7.4)$$

мұнда

$U_i(z_k)$ және $U_i(z_j)$ - i -нысан бойынша меншікті тербелістер кезінде ғимараттың орын ауыстыруы;

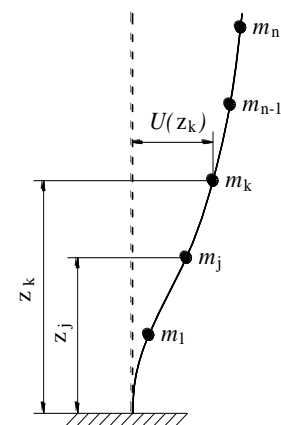
$\cos(U_{ik}, U_0)$ - U_{ik} және U_0 сейсмикалық әсер ету векторының орын ауыстыру бағыттары арасындағы косинустар;

n -шоғырланған массалар саны.

7.2.2 Ғимаратқа сейсмикалық әсердің тік құрауышынан F_{ikv} есептік сейсмикалық жүктемені спектрлік-модальдық әдіспен анықтау үшін (7.5) өрнекті қолданған жөн:

$$F_{ikv} = \gamma_{Iv} \cdot S_{dv}(T_{vi}) \cdot m_{ik}, \quad (7.5)$$

мұнда



7.1-сурет - Консольді есептеу схемасы

F_{ikv} - k нүктесіне қолданылатын өзінің тербелістерінің i -ші нысаны үшін ғимаратқа есептелген сейсмикалық жүктеме;

$S_{DV}(t_{vi})$ - T_{vi} кезеңіне тік сейсмикалық әсерді сипаттайтын үдеулердегі есептік реакциялар спектрінің мәні ($S_{dv}(t_{vi})$ спектрін құру қағидалары 7.3.3.1-де келтірілген);

γ_{iv} - мультимодальды коэффициент, оның мәні 1,5 болып қабылдануы керек;

T_{vi} - ғимараттың тік бағытта i -ші нысандағы тербеліс кезеңі.

7.2.3 Спектрлік-модальды әдіспен сейсмикалық әсердің әсерін анықтау кезінде ғимараттың жалпы реакциясына айтарлықтай әсер ететін тербелістердің барлық түрлерін ескеру қажет.

7.2.4 7.2.3-шарт, егер төменде көрсетілген шарттардың кез келгені орындалса, орындалған болып есептеледі:

- тербелістердің ескерілетін нысандары үшін тиімді модальды массалардың қосындысы ғимараттың жалпы массасының кем дегенде 90% құрайды;

- тербелістердің барлық формалары жалпы массаның 5% - ынан асатын тиімді модальды массалармен ескеріледі.

7.2.5 Егер 7.2.4 шарттарын орындау мүмкін болмаса, онда сейсмикалық әсерлерді анықтау кезінде ғимараттың барлық діріл режимдерін қарастырылатын аумақта $0,15T_1$ -ден асатын кезеңдермен (мұндағы T_1 – қарастырылатын бағыттағы қарастырылатын ғимараттың табиғи тербелістерінің негізгі нысаны кезеңі) және $0,5 T_B$ -ден жоғары (мұндағы T_B – спектрлік үдеу графигінің тұрақты қимасындағы кезеңнің ең аз мәні).

7.2.6 7.2.4 немесе 7.2.5 шарттары ғимараттың әрбір маңызды бағыты үшін тексерілуі тиіс.

7.3 Есептеу реакцияларының спектрлері

7.3.1 Жалпы ережелер

7.3.1.1 Ғимараттардың конструктивтік жүйелерінің сызықтық емес күй пен топырақ негізімен өзара әрекеттесу есебінен сейсмикалық тербелістердің энергиясын диссипациялау қабілетін есептеу реакцияларының спектрлерін қолдана отырып, ғимараттарға есептелген сейсмикалық жүктемелерді анықтай отырып, конструкциялардың сызықтық-серпімді деформациясы болжамында орындалатын есептеулер аясында ескеруге болады.

Есептеу реакцияларының спектрлері деп серпімді реакциялардың тиісті спектрлерінің ординаттарының мәндеріне қатысты азайтылған реакциялар спектрлері түсініледі. Серпімді реакциялар спектрінің ординаталарының азаюы (серпімді реакциялар спектрінен есептелген реакциялар спектріне ауысу) Q күй коэффициентін қолдану арқылы қамтамасыз етіледі.

7.3.1.2 Q күй коэффициенті-бұл жоспардағы және биіктіктегі ғимаратқа толығымен серпімді реакция кезінде әсер ететін сейсмикалық жүктемелердің шамаларының сейсмикалық жүктемелерге қатынасы, бұл қолайлы нәтижені қамтамасыз ететін сызықтық серпімді есептеу моделінің негізінде ғимаратты жобалау кезінде қолдануға болады.

7.3.1.3 Серпімді реакциялар спектрінің ординаттарын төмендететін Q коэффициентінің мәні ғимараттың конструктивтік жүйесінің сейсмикалық әсерлерге қарсы тұруына және оның пластикалық деформация қабілетіне байланысты.

7.3.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштары үшін үдеулердегі есептік реакциялар спектрлері

7.3.2.1 Ғимараттар мен құрылыстарды есептеу кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштары үшін $S_d(T)$ есептеу реакцияларының спектрі (7.6) – (7.9) өрнектермен анықталады:

$$0 \leq T \leq T_B: S_d(T) = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \text{ но не менее } a_g \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (7.6)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (7.7)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}, \quad (7.8)$$

$$T_D \leq T: S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}, \quad (7.9)$$

мұнда

a_g , S , T_C және T_D - 6.2.2.2 анықталған;

$S_d(T)$ - есептеу реакцияларының спектрі;

q - күй коэффициенті;

β - көлденең құрауыштар үшін есептелген реакциялар спектрінің төменгі шекарасының көрсеткіші, 0,2 қабылданады.

7.3.2.2 Егер қарастырылған бағыттағы (T_{x1} немесе T_{y1}) негізгі үн бойынша ғимараттың меншікті тербеліс кезеңінің мәні (7.10) өрнектің көмегімен анықталған кезеңнің мәнінен асып кетсе, онда осы бағыттағы сейсмикалық әсердің көлденең мәнін сипаттайтын (7.8) және (7.9) өрнектерде төмендегі жағдайларда есептік реакциялар спектрінің ең аз мәндерінің шектелуін ($\beta \cdot a_g$) ескермеуге жол беріледі:

- сәйкес ғимараттың орын ауыстыруын анықтау кезінде;
- еденнің қиғаштануына θ сезімталдық коэффициентінің мәнін есептеу кезінде (8.1.2.2 тарауды қараңыз);
- залалды шектеу жөніндегі талаптарды тексеру кезінде.

$$T > \frac{12,5}{q} T_C, \quad (7.10)$$

7.3.2.3 Жоспардағы тұрақты және орташа тұрақты емес және биіктігі бойынша конструктивтік жүйелері бар ғимараттарға келетін есептік сейсмикалық жүктемелерді деңгейлес есептік сейсмикалық әсерлерден алынған q күй коэффициентінің мәндері кезінде айқындаған жөн:

болат және болат-темір бетон конструкциялар үшін - ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 ережелеріне сәйкес.

монолитті темірбетон жүйелері үшін – ҚР НТҚ 08-01.3-2021-ге сәйкес;

7.3.3 Сейсмикалық әсердің тік құрауыштары үшін үдеулердегі есептік реакциялар спектрлері

7.3.3.1 Ғимараттар мен құрылыстарды есептеу кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің тік құрауышы үшін есептеу реакцияларының спектрі $S_{vd}(T)$ (7.11) – (7.13) өрнектермен анықталады:

$$0 \leq T_v \leq T_{Bv}: S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T_v}{T_{Bv}} \left(\frac{2,25}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \text{ но не менее } a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q}; \quad (7.11)$$

$$T_{Bv} \leq T_v \leq T_{Cv}: S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q}; \quad (7.12)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq 2,0 \text{ сек}: S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k, \quad (7.13)$$

мұнда

$S_{vd}(T)$ - сейсмикалық әсердің тік құрауышына арналған есептеу реакцияларының спектрі;

$a_{vg}, T_v, T_{Bv}, T_{Cv}, T_{Dv}, k$ – 6.2.3.2 анықталған;

q -күй коэффициенті.

7.3.3.2 Тік есептік сейсмикалық әсерлерден ғимараттарға келетін есептік сейсмикалық жүктемелерді конструктивтік жүйенің типіне және ғимараттың схемасына, сондай-ақ қолданылған конструктивтік материалдардың түріне қарамастан q күй коэффициентінің мәнін 1,5-ке тең қабылдай отырып айқындаған жөн.

7.3.4 Сейсмикалық әсерлердің әсерін айқындау кезінде ғимараттардың биіктігі бойынша конструктивтік схемаларының тұрақсыздығын есепке алу

7.3.4.1 Егер ғимарат бір немесе бірнеше қабат деңгейлеріндегі тік салмақ түсетін конструкциялардың салмағының күрт артуына және/немесе қаттылығының азаюына байланысты биіктігі бойынша орташа немесе тым тұрақты емес деп жіктелген болса, онда осы қабаттардың тік конструкцияларындағы және оларға іргелес төбелердегі көлденең сейсмикалық әсерлердің есептік әсерлері ұлғайтылуы тиіс (ҚР НТҚ 08-01.2-2021 6.4-т. қараңыз).

7.3.4.2 7.3.4.1-шартты, егер биіктігі бойынша жапсарлас қабаттармен салыстырғанда елеулі үлкейтілген массалары немесе азайтылған қаттылығы бар қабаттар конструкцияларындағы көлденең сейсмикалық әсерлердің әсері қаралып отырған бағытта (7.14) өрнек көмегімен есептелген f_{vk} арттыру коэффициенттерімен қабылдана, орындалған деп санауға болады:

$$1,0 \leq f_{vk} = 1,2 \cdot r_{vk} - 0,5 \leq q, \quad (7.14)$$

мұнда

q -ғимараттың қарастырылған бағытындағы күй коэффициенті;

r_{vk} -есептелген коэффициент:

– ғимараттың барлық қабаттары үшін, жоғарғы қабаттан басқа, (7.15) өрнек арқылы:

$$r_{vk} = \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \geq 1,25 \quad (7.15)$$

– (7.16) өрнектің көмегімен ғимараттың жоғарғы қабаты үшін:

$$r_{vk} = \sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \geq 1,25. \quad (7.16)$$

(7.14) және (7.16) өрнектерінде мынадай шартты белгілер қабылданды:

$d_{e,k}$ және $d_{e,k+1}$ - есептік сейсмикалық жүктемелерге жауап беретін, тиісінше k қабаты мен $k+1$ қабатының жоғарғы және төменгі жабындыларының орташа көлденең орын ауыстыруларының айырмашылығы; $d_{e,k}$ және $d_{e,k+1}$ анықтау кезінде кездейсоқ бұралу әсері ескерілмейді;

h_k және h_{k+1} - k және $k+1$ қабаттарының биіктігі;

m_j және c_j – ғимараттың жоғарғы (j -ші) қабатының массасы және көлденең қаттылығы;

m_{j-1} және c_{j-1} – ғимараттың төменгі орналасқан ($j-1$) қабатының массасы және көлденең қаттылығы;

T_j және T_{j-1} – j және $j-1$ қабаттарының қарастырылып отырған бағытындағы тербелістердің негізгі үдемелі меншікті формаларының кезеңдері;

Ескертпелер:

1 T_j және T_{j-1} кезеңдерін айқындау кезінде j және $j-1$ қабаттарының есептік үлгілерін ғимараттың конструктивтік схемасынан тыс және олардың биіктігі бойынша жапсарлас қабаттармен өзара іс-қимылын ескермей қарауға жол беріледі.

2 (7.16) шарт егер оны сақтау ғимараттың конструктивтік схемасының жоғарғы екі қабатының қаттылығы мен массаларында немесе осы қабаттардың қаттылығы мен массаларының қатынасында маңызды айырмашылықтардың болмауына байланысты априори орындалды деп санауға болады.

7.3.4.3 Егер конструктивтік жүйенің жүйелілігін биіктік бойынша жіктеу әртүрлі көлденең бағыттар бойынша ерекшеленетін болса, онда f_{vk} коэффициентінің мәні әртүрлі көлденең бағыттар үшін де әртүрлі болуы мүмкін.

7.3.5 Жоспардағы кездейсоқ бұралудың әсері

7.3.5.1 7.2.1-ге сәйкес анықталатын көлденең сейсмикалық жүктемелерден басқа, ғимарат массаларының орналасуындағы белгісіздіктерге және сейсмикалық қозғалыстың кеңістіктік вариацияларына байланысты жоспардағы кездейсоқ бұралу әсерін ескеру қажет (ҚР НТҚ 08-01.2-2021 6.5-т. қараңыз).

7.3.5.2 Кездейсоқ бұралу әсерін есепке алу үшін ғимараттың әр қабатындағы масса орталықтарын номиналды позицияға қатысты көлденең сейсмикалық күштердің ортогональды бағытында e_{ak} қашықтығына ығыстырылған деп қарау керек:

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek}, \quad (7.17)$$

мұнда

e_{ak} - ғимараттың барлық қабаттарында бірдей бағытта қабылданған k -қабат массасының кездейсоқ эксцентріктілігі;

L_k - сейсмикалық күштердің әрекет ету бағытына перпендикуляр бағытта k -қабаттың үстіндегі жабынның мөлшері;

f_{ek} - 7.3.5.3 сәйкес анықталған k -ші қабат деңгейіндегі жоспардағы ғимараттың заңсыздығын ескеретін коэффициент.

Ескертпелер:

1 Жалпы жағдайда 7.3.5.2-тармақты қолдану массалардың ығысуы әртүрлі бағыттар мен белгілері бар ғимараттың төрт есептік моделін пайдалану қажеттілігін тудырады. Егер массалардың ең үлкен әсерді қамтамасыз ететін номиналды күйден ығысу бағыты анық болса, онда массалардың ығысуы тек бір бағытта, бірақ әртүрлі белгілермен қамтамасыз етілетін екі есептік модельмен шектелуге рұқсат етіледі.

2 Массалардың номиналды жағдайдан жылжытуды ғимараттардың аражабындары диафрагманың өз жазықтығында қатқыл деп қаралуы мүмкін болатын жағдайларда орындау ұсынылады.

7.3.5.3 6.5.4-те көзделген жағдайларды қоспағанда, f_{ek} коэффициентінің мәнін (7.18) өрнектің көмегімен айқындаған жөн.:

$$f_{ek} = \rho \cdot \left(\frac{\delta_{kmax}}{1,1\delta_{kav}} \right)^4, \text{ мұнда } \rho \leq f_{ek} \leq 3,0, \quad (7.18)$$

онда:

δ_{kmax} - k -ші қабаттың жоғарғы қабатының максималды қозғалысы;

δ_{kav} - k -ші қабаттың жоғарғы қабатының орташа арифметикалық орын ауыстыруы;

ρ - мәні қабылдануы тиіс коэффициент:

а) ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2.1.1-де келтірілген барлық өлшемшарттарға сәйкес келетін жоспардағы жүйелі ғимараттар үшін – 1,0;

б) ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2.2.1-де келтірілген барлық өлшемшарттарға сәйкес келетін жоспардағы орташа жүйелі ғимараттар үшін – 1,2;

в) жоспардағы айналмалы-иілгіш ғимараттар мен құрылыстар үшін – 2,5.

7.3.6 Сейсмикалық әрекеттерден модальды жауаптардың комбинациялары

7.3.6.1 Бір сейсмикалық компоненттен модальды жауаптардың комбинациялары

7.3.6.1.1 [4.3.3.3.2(1)] i және j тербелістерінің екі формасына сәйкес келетін ғимарат реакциялары, егер осы T_k және T_{k+1} формаларының кезеңдері келесі шартты қанағаттандырса ($T_{k+1} \leq T_k$ кезінде), бір-бірінен тәуелсіз деп санауға болады:

$$T_{k+1} \leq 0,9 \cdot T_k. \quad (7.19)$$

7.3.6.1.2[Егер барлық маңызды модальды реакцияларды бір-бірінен тәуелсіз деп санауға болатын болса, онда E_E бір құрауыштан сейсмикалық әсердің ең жоғары шамасы «квадраттар қосындысының квадрат түбірі» ретінде анықталуы мүмкін (Square Root of the Sum of the Squares – SRSS):

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2}, \quad (7.20)$$

мұнда

E_E - қаралып отырған сейсмикалық әсердің әсері (күш, кернеу, орын ауыстыру және т. б.);

E_{Ek} - ғимараттың тербелістерінің k-формасы бойынша сейсмикалық әсер ету әсерінің мәні.

7.3.6.1.3 [4.3.3.3.2(3)P] Егер 7.3.6.1.1 шарты орындалмаса, модальды максимумдардың комбинациясы үшін «Толық квадраттық комбинация (Complete Quadratic Combination – CQC)» сияқты дәлірек рәсімдер қабылдануы тиіс.

7.3.6.1.4 CQC процедурасына сәйкес модальды максимумдарды қорытындылауға арналған өрнек келесі формада болады:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n E_{Ek} E_{Ej} \rho_{kj}}, \quad (7.21)$$

мұнда

$$\rho_{kj} = \frac{8\sqrt{\xi_k \xi_j} (\xi_k + \chi \xi_j) \chi^{1,5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi_k \xi_j \chi (1 + \chi^2) + 4(\xi_k^2 + \xi_j^2) \chi^2}, \quad (7.22)$$

n-тербелістердің ескерілетін нысандарының саны;

χ - i-ші формадағы табиғи тербелістер жиілігінің k-ші формадағы табиғи тербелістер жиілігіне қатынасы;

ξ_i, ξ_k -сәйкесінше, табиғи тербелістің i-ші және k-ші режимдері үшін демпферлік коэффициенттер.

$\square = \xi_k = \xi_j, \rho_{kj}$ мәнін жеңілдетілген өрнек арқылы анықтауға болады:

$$\rho_{kj} = \frac{8\xi^2 (1 + \chi) \chi^{1,5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi^2 \chi (1 + \chi)^2}. \quad (7.23)$$

7.3.6.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарынан әсердің комбинациясы

7.3.6.2.1 [4.3.3.5.1 (1) p] Жалпы жағдайда сейсмикалық әсердің екі көлденең құрауышы бір уақытта әрекет етеді деп саналады.

7.3.6.2.2 Сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарының бір мезгілде әсер етуінен болатын әсерлердің комбинациясы келесідей ұсынылуы мүмкін:

а) алдымен, 7.3.6.1-де келтірілген модальді реакциялар үшін құрамдастыру қағидаларын пайдалана отырып, сейсмикалық әсердің әрбір көлденең құрауышына ғимараттың реакциясы жеке бағалануы тиіс;

б) содан кейін сейсмикалық әсердің екі көлденең құрауышының бір уақытта әрекет етуіне байланысты әсер ету эффектілерін келесі екі комбинацияны қолдана отырып есептеуге болады:

$$E_{Edx} \text{ “+” } \lambda \cdot E_{Edy}, \quad (7.24)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } E_{Edy}, \quad (7.25)$$

мұнда

“+” - «...тіркесімін» білдіреді;

E_{Edx} - x ғимараттың таңдалған көлденең осі бойымен сейсмикалық әсерді қолданудың әсерін білдіреді;

E_{Edy} - ғимараттың *жанында* ортогональды ось бойымен бірдей сейсмикалық әсерді қолданудың әсерін білдіреді;

λ - мәні 7.3.6.2.3 - 7.3.6.2.5 - тармақтарға сәйкес қабылдануы тиіс коэффициент.

7.3.6.2.3 Жоспарда екі өзара ортогональды бағытта бағытталған тұрақты конструктивтік схемалары мен тік салмақ түсетін конструкциялары бар ғимараттар үшін осы бағыттардың бірін «х» маңызды бағыт ретінде, ал екіншісін «у» маңызды бағыт ретінде қабылдауға рұқсат етіледі. Осындай конструктивтік схемалар үшін ортогональды есептік деңгейлес сейсмикалық әсерлердің бір мезгілде әсер етуінің әсерін λ коэффициентінің мәнін 0,3-ке тең қабылдай отырып (7.23) және (7.24) комбинациялары арқылы айқындаған жөн.

7.3.6.2.4 Егер ғимараттардың конструктивтік схемалары үшін маңызды бағыттарды априори айқындау мүмкін болмаса, онда есептік деңгейлес сейсмикалық әсерлерді кез келген екі ортогональды бағыт бойымен қолдануға жол беріледі, бірақ ортогональды есептік деңгейлес сейсмикалық әсерлердің бір мезгілде әсер етуінің әсерлерін 0,4-ке тең (7.24) және (7.25) комбинацияларында λ коэффициентінің мәні кезінде анықтауға болады.

7.3.6.2.5 Есептік сейсмикалық әсерлер қосымшасының ортогональды бағыттарын және λ коэффициентінің мәндерін анықтаудың баламалы қағидаларын ҚР НТҚ 08-01.2-2021 6.2.6-тармағының ережелеріне сәйкес қабылдаған жөн.

7.3.6.2.6 [4.3.3.5.1(5)P] (7.24) және (7.25) комбинацияларындағы әрбір компоненттің белгісі қарастырылған сейсмикалық әсер үшін ең қолайсыз деп қабылдануы керек.

7.3.6.3 Көлденең және тік сейсмикалық компоненттер әсерінің комбинациясы

7.3.6.3.1 Сейсмикалық әсердің көлденең және тік құрауыштарының бір мезгілде әсер ету әсерін есептеу үшін келесі үш комбинацияны қолдануға болады:

$$E_{Edx} \text{ “+” } \lambda E_{Edy} \text{ “+” } \lambda E_{Edz}; \quad (7.26)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } E_{Edy} \text{ “+” } \lambda E_{Edz}; \quad (7.27)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } \lambda E_{Edy} \text{ “+” } E_{Edz}; \quad (7.28)$$

мұнда

“+” - «...тіркесімін» білдіреді;

E_{Edz} - ғимараттың z тік осі бойымен сейсмикалық әсердің әсері;

E_{Edx} , E_{Edy} және λ – 7.3.6.2.2-тағы сияқты.

7.4 Жобалық сейсмикалық әрекеттер кезінде конструктивтік жүйелердің ығысуын анықтау

7.4.1 Есептік сейсмикалық әсерлер кезінде конструктивтік жүйелердің орын ауыстыруын ескеру қажет:

а) ғимараттардың конструктивтік жүйелерінің көлденең бағыттарда деформациялануынан туындайтын екінші ретті әсерлерді (Р-Δ әсерлерді) анықтау кезінде (ҚР НТҚ 7.2.2.08-01.2-2021 қараңыз);

б) сейсмикаға қарсы жапсарлардың қажетті енін анықтау кезінде (ҚР НТҚ 7.2.7 08-01.2-2021 қараңыз);

в) зиянды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде (7.5 қараңыз).

7.4.2 Сызықтық есептеуді орындау кезінде есептелген сейсмикалық әсерден туындаған қозғалыстар келесі жеңілдетілген өрнекті қолдана отырып, конструктивтік жүйенің серпімді деформациялары негізінде анықталуы мүмкін:

$$d_s = q_d d_e, \quad (7.29)$$

мұнда

d_s - есептік сейсмикалық әсерден туындаған конструктивтік жүйе нүктесінің орын ауыстыруы;

q_d - егер өзгеше айқындалмаса, q -ге тең болатын орын ауыстыруға арналған күй коэффициенті.

d_e - 7.2.1-тармаққа сәйкес айқындалған есептік сейсмикалық жүктемелердің әрекетіне ғимараттың сызықтық есебінің нәтижелері бойынша анықталған конструктивтік жүйенің сол нүктесінің орын ауыстыруы.

7.4.3 d_e қозғалыстарын анықтау кезінде айналмалы тербелістердің әсерін ескеру қажет.

7.4.4 d_s мәні серпімді реакция спектрінен алынған мәннен үлкен болмауы керек [4.3.4(1)P].

Егер d_e орын ауыстыру мәндерін айқындау кезінде 7.3.2.1-тармаққа ескерту ескерілсе, бұл шартты орындалды деп есептеу керек.

7.4.5 Статикалық немесе динамикалық сызықтық емес есептеу нәтижесінде анықталған орын ауыстырулар кейіннен түзетусіз тікелей есептен қабылданады.

8 ҚАУІПСІЗДІКТІ ТЕКСЕРУ

8.1 Елеулі зақымдарды шектеу бойынша талап

8.1.1 Жалпы мәліметтер

8.1.1.1 Сәйкес сейсмикалық жобалау жағдайында қарсылыққа, икемділікке, тепе-тендікке, іргетастың тұрақтылығына және антидененің еніне байланысты шарттар болса, елеулі зақымдарды шектеу талабы (елеулі зақымдану жағдайында шекті жағдайдың болмауы) орындалды деп есептеледі. -сейсмикалық буындар кездеседі.

8.1.2 Қарсы тұру шарты

8.1.2.1 Келесі теңсіздік ғимараттың барлық салмақ түсетін конструктивтік элементтері үшін, соның ішінде қосылыстар мен маңызды конструктивті емес элементтер үшін орындалуы керек:

$$E_d \leq R_d, \quad (8.1)$$

мұнда

E_d - сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін әсер ету әсерінің есептік мәні (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 6.4.3.4 қараңыз), жүрмеуі кезінде екінші ретті әсерлерді қоса алғанда (8.1.2.2 қараңыз). Иілу сәттерін ҚР ЕЖ EN 1992-1-1:2004/2011, ҚР ЕЖ EN 1993-1-1:2005/2011 және ҚР ЕЖ EN 1994-1-1:2004/2011 және ҚР НТҚ сәйкес оларға қайта бөлуге рұқсат етіледі.

R_d - пайдаланылған материал үшін қабылданған қағидаларға сәйкес (f_k материалы қасиеттерінің сипаттамалық шамалары және γ_m жеке коэффициенті негізінде) және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 5-9-бөлімдерінде және оларға НТҚ-да келтірілген конструктивтік жүйенің нақты түріне жататын модельдерге сәйкес, сондай-ақ басқа да тиісті ҚР ЕЖ EN-де есептелген элементтің есептік кедергісі.

8.1.2.2 Егер ғимараттың барлық қабаттары үшін келесі шарт орындалса, екінші ретті әсерлер (р-Δ әсерлер) ескерілмеуі мүмкін:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h \cdot q_d} \leq 0,10. \quad (8.2)$$

(8.2) мәнде :

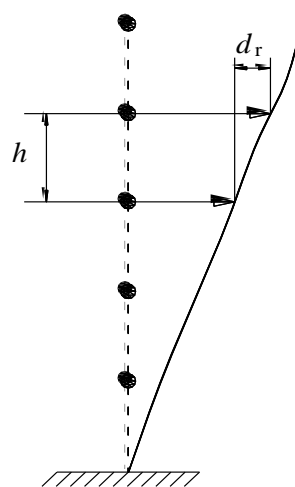
θ - қабаттың қисаюына сезімталдық коэффициенті;

h - қарастырылып отырған қабаттың биіктігі;

P_{tot} - қаралып отырған қабаттағы және оның үстіндегі сейсмикалық есептік жағдайдағы толық гравитациялық жүктеме;

d_r - қарастырылып отырған қабаттың жоғарғы және төменгі қабаттарындағы орташа көлденең қозғалыстардың d_s айырмашылығы (8.1-суретті қараңыз);

V_{tot} - қарастырылып отырған қабат деңгейіндегі жалпы сейсмикалық көлденең күш;



8.1-сурет
 d_r мәндерін
анықтауға

q -егер өзгеше айқындалмаса, q -ге тең болатын орын ауыстыруға арналған күй коэффициенті.

Қарастырылып отырған қабаттың қабаттасуының d_s көлденең жылжуын 7.4. ережелеріне сәйкес анықтау керек.

8.1.2.3 Егер (8.2) $0,1 < \theta \leq 0,2$ өрнегіне сәйкес екінші ретті әсерлерді сейсмикалық әсердің маңызды әсерлерін $1/(1-\theta)$ коэффициентіне көбейту арқылы шамамен ескеруге рұқсат етіледі.

Егер ғимараттың кез-келген қабатында $\theta > 0,2$ болса, онда екінші ретті әсерлерді конструктивтік жүйенің геометриялық сызықты емес екендігін ескеретін әдістерді қолдану арқылы анықтау керек. θ коэффициентінің мәні 0,3-тен аспауы керек.

8.1.2.4 Биік ғимараттардың іргетастары мен қабатаралық аражабындарының (жабындарының) кедергісіне қойылатын талаптар ҚР НТҚ 08-01.2-2021 7.2.5 және 7.2.6-да келтірілген талаптарға сәйкес келуі тиіс.

8.1.3 Жалпы және жергілікті икемділік шарттары

8.1.3.1 Қолдау конструкциялары мен тұтастай алғанда ғимараттың конструктивтік жүйесі конструктивтік жүйенің түріне, оның конструкциясының қабылданған тұжырымдамасына және мінез -құлық коэффициентіне байланысты оның мақсатты пайдалану дәрежесіне сәйкес келетін жеткілікті икемділікке ие болуы керек.

8.1.3.2 8.1.3.1 шарттарын сақтау және салмақ түсетін конструкциялардың сынғыштығын болдырмау үшін:

- материалдарға қойылатын арнайы талаптар (ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оларға НТҚ 5-9 бөлімдерін қараңыз);

- әр түрлі құрылымдық құрауыштардың кедергісін өзгертудің қажетті тізбегін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін капаситивті жобалау әдісінің қағидалар.

8.1.3.3 Ғимараттардың икемді қабаттарында пластикалық деформация механизмін қалыптастыруды болдырмау керек, өйткені мұндай механизм икемді қабаттың бағандарында шамадан тыс жергілікті пластикалық деформацияларды тудыруы мүмкін.

8.1.4 Тепе-теңдік шарты

8.1.4.1 ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 6.4.3.4 көрсетілген сейсмикалық есептік жағдай кезіндегі ғимараттың конструктивтік жүйесі аударылуға және жылжуға (сырғуға) қарсы тұрақты болуы тиіс.

8.1.4.2 Тұрақтылықты төңкерілуге қарсы тексергенде, ғимараттың конструктивтік жүйесін шартты түрде деформацияланбайтын қатты дене ретінде қарастырған жөн.

Ескертпе - аударылуға қарсы тұрақтылықты тексеру кезінде іргетастың табанынан бастап ғимараттың толық биіктігін ескеру қажет.

Жалпы жағдайда тік гравитациялық жүктемеден ұстап тұратын сәт көлденең есептік сейсмикалық жүктемеден аударылатын сәттен кемінде 1,5 есе артық болуы тиіс.

8.1.4.3 Ығысуға қарсы тұрақтылықты тексеру кезінде ұстап тұратын көлденең күш көлденең есептік сейсмикалық жүктемеден (іргетас табаны деңгейіндегі ығысу күші) кем дегенде 1,2 есе артық болуы тиіс.

8.1.4.4 Ерекше жағдайларда сейсмикалық әсер ету кезіндегі тепе-теңдік жағдайы (ҚР НТҚ 4.3.1 08-01.1-2017 қараңыз) энергетикалық теңгерім әдістерінің көмегімен немесе геометриялық бейсызықтықты ескеретін әдістермен тексерілуі мүмкін.

8.2 Залалды шектеу жөніндегі талап

8.2.1 Залалды шектеу жөніндегі талап (шектеулі зақымдану шарты бойынша шекті жай-күйдің болмауы), егер тиісті сейсмикалық есептік жағдайда қабаттардың көлденең қисаюы 8.2.2-ге сәйкес шектелген болса, орындалған болып саналады.

8.2.2 Қабаттардың көлденең ауытқуларының келесі шектеулері зиянды шектеу талаптарының сақталуын тексеру кезінде ескерілуі керек:

а) конструктивтік жүйеге қатаң бекітілген, сынғыш материалдан жасалған салмақ түспейтін конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,0025h; \quad (8.3)$$

мұнда

d_{rs} – 8.3-ке сәйкес есептелген көлденең көлбеу қабат;

h – қабат биіктігі;

v – 6.1.2 және 4.1.2 ҚР НТҚ 08-01.1-2017 сәйкес 0,25 қабылдайтын редукция коэффициенті).

б) конструктивтік жүйеге бекітілген пластикалық салмақ түспейтін конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,00375h; \quad (8.4)$$

в) конструктивтік жүйенің деформациясына әсер етпейтіндей етіп бекітілген салмақ түспейтін конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін, сондай-ақ салмақ түспейтін конструктивтік элементтері жоқ ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,005h, \quad (8.5)$$

Ескертпе - v коэффициенті бүлінбейтін талапты тексеру кезінде ескерілген жер сілкінісінің қайтарылу кезеңіне қарағанда, залалдың шектелу талаптарын тексеру кезінде ескерілетін сейсмикалық қайтарымның аз мерзімін ескереді. v коэффициентінің мәні 0,25-ке тең болуы керек.

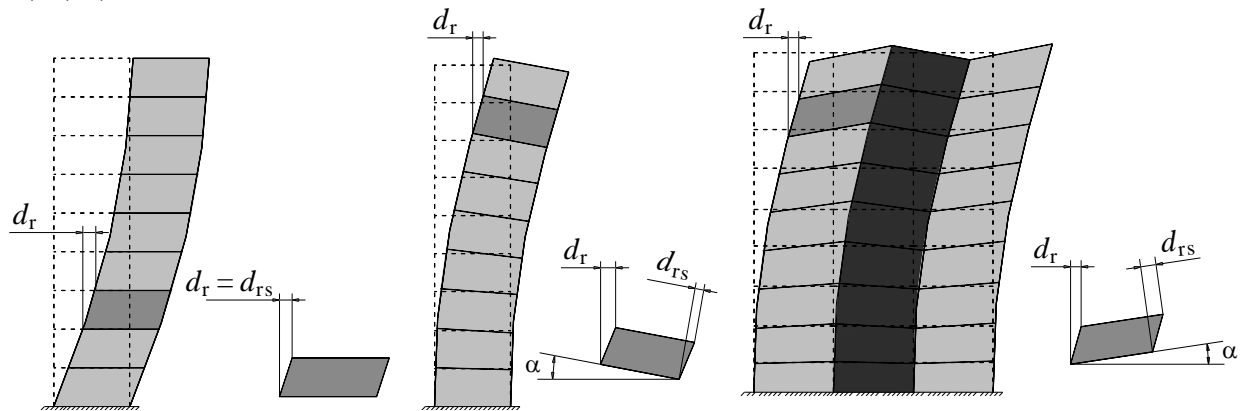
8.2.3 d_{rs} мәндерін әртүрлі конструктивтік жүйелердің деформациясының ерекшеліктерін ескере отырып анықтау керек. 7.2-суретте көрсетілген деформация схемалары үшін d_{rs} мәндерін (8.6) – (8.8) өрнектермен анықтауға болады.

Деформацияның ығысу түрінде (8.2 а суреті), мысалы, қатты көлденең арқалықтары бар рамалық қаңқа үшін, қабаттардың көлденең қисықтарының есептік мәндерін (8.6) өрнектің көмегімен анықтауға болады:

$$d_{rs} = d_r, \quad (8.6)$$

мұндағы d_r – қарастырылып отырған қабаттың жоғарғы және төменгі қабаттарындағы орташа көлденең қозғалыстардың айырмашылығы d_s (7.4 бөлімін қараңыз).

а) б) в)

**8.2-сурет - Қабаттардың есептік ауытқуын анықтауға**

Мысалы, көп қабатты темірбетон қабырға жүйелері үшін (7.2 б суреті) типтік деформацияның иілу немесе иілу-ығысу түрінде қабаттардың көлденең қиғаштарының есептік мәндері (8.7) өрнекке сәйкес анықталуы мүмкін:

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} - h \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (8.7)$$

мұндағы h - қабаттың биіктігі;

α - қарастырылып отырған қабаттың тік жазықтықтағы бұрылу бұрышы.

Деформация формалары кезінде, мысалы, тік қаттылық ядролары және қаңқалы салмасы бар конструктивтік жүйелер үшін (8.2 в суреті), қабаттар қисаюының есептік мәндері (8.8) өрнекке сәйкес анықталуы мүмкін:

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} + h \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (8.8)$$

9 БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ САЛМАҚ ТҮСПЕЙТІН ЭЛЕМЕНТТЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН НЕГІЗГІ ТАЛАПТАР

9.1 Негізгі ережелер

9.1.1 Ғимараттардың салмақ түспейтін элементтерін келесідей жіктеуге болады:

а) сәулет -құрылыс элементтері: қасбет пен интерьердің сәндік элементтері (ернеулер, жақтаулар, педименттер, пиластрлар), аспалы төбелер және т.б.;

б) салмақ түспейтін конструктивтік элементтер: қалқалар, сыртқы қабырға толтырмалары, аспалы панельдер, аспалы қасбеттер және т.б.;

б) механикалық, электрлік және жарнамалық жабдықтардың элементтері: желдету және ауа баптау жүйелері, энергиямен жабдықтау жүйелері, өрттен қорғау жүйелері, қозғалтқыштар, ауа өткізгіштер, лифтілер, билбордтар мен таблолар, аспалы жарықтандыру аспаптары, антенналар және т. б.;

в) үй-жайлардың жиһазы мен жабдықтары: шкафтар, стеллаждар, компьютерлер, коммуникациялық, зертханалық және тұрмыстық жабдықтар.

Ескертпелер:

1 Жоғарыда келтірілген тізімге жер сілкінісі кезінде зақымдануы адамдардың қауіпсіздігі мен ғимараттардың жұмысына қауіп төндіретін жүктеме элементтерінің барлық түрлері кірмейді. Әрбір нақты жағдайда биік ғимараттың және/немесе оның үй-жайларының функционалдық мақсатына қарай сындарлы конструктивтік және конструктивтік емес элементтерді арнайы талдау нәтижелері бойынша анықтау керек.

2 Адамдардың қауіпсіздігіне қауіп төндіруі мүмкін:

- тас қалау учаскелерінің, қасбеттердің сәндік элементтерінің, шынының, қабырғалардың сыртқы қаптамасының, жарнама қалқандарының және т. б. құлауы;
- аспалы төбелердің, шамдардың, ауа өткізгіштердің құлауы;
- жабдық пен ауыр жиһазды төңкеру;
- эвакуация жолдарының бұзылған салмақ түспейтін элементтерімен бөгеу;
- салмақ түспейтін элементтердің зақымдануынан болатын өрттер.

9.1.2 Ғимараттардың салмақ түспейтін элементтерінің зақымдануы мен істен шығуы мыналардың нәтижесінде болуы мүмкін:

- салмақ түспейтін және салмақ түсетін конструктивтік элементтердің қабаттарының көлденең қисықтары кезінде өзара әрекеттесу;
- инерциялық сейсмикалық күштердің салмақ түспейтін элементтеріне жасалатын іс-қимылдар;
- иілгіш аспалардағы (шырақтар, құбыржолдар және басқалар) бір-бірімен немесе аралас конструкциялармен салмақ түспейтін элементтердің соғылуы.

9.1.3 Биік ғимараттардың салмақ түсірмейтін элементтерін жобалау кезінде ҚР НТҚ-08-01.2-2021 тиісті қағидаларын басшылыққа алу керек, олар келесілерді регламенттейді:

- сейсмикалық әсерлер кезінде салмақ түспейтін элементтердің зақымдануын шектейтін конструктивтік іс-шаралар;
- салмақ түспейтін элементтерге есептік сейсмикалық жүктемелердің олардың конструктивтік шешімдерінің ерекшеліктеріне және есептік сейсмикалық жағдайларға байланысты деңгейі.

9.2 Салмақ түспейтін қабырға элементтеріне қойылатын талаптар

9.2.1 Биік ғимараттардың сыртқы салмақ түспейтін қабырға конструкцияларын қоршау ұсынылады, ал бөлімдер жеңіл, әдетте панельдік немесе қаңқа конструкциясы болып табылады.

9.2.2 Барлық түрдегі тас қалаудан (оның ішінде жеңіл бетон блоктардан) жасалған тірек емес қабырғалар мен арақабырғаларды тек қабырғалық жүйелерге эквивалентті қабырғалық немесе қос конструктивтік жүйелердің биік ғимараттарында және тек кешенді конструкциялар түрінде қолдануға жол беріледі.

Салмақ түсетін болат конструкциялары бар биік ғимараттарда барлық түрдегі және үлгідегі салмақ түспейтін тас қабырға конструкцияларын қолдану ұсынылмайды.

9.2.3 Қабырғалары мен кірпіш қалқалары бар биік үйлерді жобалау кезінде мыналарды ескеріңіз.

- ғимараттың жоспары мен биіктігі бойынша салмақ түспейтін қабырға элементтерінің тұрақты емес орналасуының салдары;

- салмақ түспейтін қабырға элементтерінің мінез-құлқымен байланысты үлкен белгісіздіктер (атап айтқанда: олардың механикалық қасиеттері мен аралас конструкцияларға бекітілуінің өзгергіштігі; ғимаратты пайдалану процесінде ықтимал түрлендіру; жер сілкінісі кезінде зақымданулардың біркелкі болмауы).

- толтыру мен жақтаудың ықтимал қолайсыз жергілікті өзара әрекеттесуі (мысалы, диагональды аралық толтыру әсерінен туындаған көлденең күштердегі бағанның ығысу бұзылуы).

9.2.4 Жоғарыда аталған қолайсыз факторлардың биік ғимараттың динамикалық реакциясына әсерін барынша азайту үшін биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің қабаттық көлденең қаттылығы салмақ түспейтін конструктивтік қабырға элементтерінің тиісті қабаттық көлденең қаттылығынан елеулі (кемінде 5-6 есе) асып кетуі керек.

9.2.5 салмақ түспейтін қабырғалық элементтерді жобалау кезінде сейсмикалық әсерлер кезінде олардың жазықтықта және жазықтықтан сынғыштығын болдырмайтын іс-шаралар көзделуі тиіс.

9.3 Қасбеттік аспалы қоршау конструкциялары

9.3.1 Жалпы ережелер

9.3.1.1 Қазіргі заманғы биік ғимараттардың қасбеттік қоршау конструкцияларының ең көп таралған түрлері:

- ауа саңылаулары бар аспалы желдетілетін қасбеттер;
- мөлдір аспалы қасбеттер;
- зауыт жағдайында жасалған қаптамалары бар аспалы панельдердің қабырғалары.

Сейсмикалық аймақтарда тұрғызылатын биік ғимараттарда конструктивтік жүйелері тиісті эксперименттік тексеруден өткен және ҚР НТҚ 08-01.7-2021 6.8-бөлімінде келтірілген ережелерге сәйкес орындалған есептеулер нәтижелерімен негізделген аспалы қасбеттерді (АҚ) ғана қолдануға жол беріледі.

9.3.1.2 Аспалы қасбеттерді жобалау мен монтаждауды ҚР ЕЖ 5.06-19-2012 қағидаларына сәйкес және осы НТҚ-да келтірілген қосымша қағидаларды ескере отырып, жүзеге асыру қажет.

9.3.1.3 ҰҚ салмақ түсетін конструкцияларын және оларды биік ғимараттың конструкцияларына бекіту тәсілдерін әзірлеу кезінде ғимараттың сейсмикалық тербелістерінің жиіліктерінің өз жазықтығындағы ҰФҚ меншікті тербелістерінің жиіліктерімен жақындығына байланысты ҰҚ резонанстық тербелістерінің пайда болу қаупін болдырмайтын іс-шаралар көзделуі тиіс.

Егер меншікті тербелістердің есептік кезеңдері немесе өз жазықтығындағы NF еркін тербелістерінің эксперименттік анықталған кезеңдері 0,15 с-тан аспаса, бұл қағида, әдетте, орындалды деп санауға болады.

9.3.1.4 НФ қосалқы конструкцияларының элементтеріне арналған материалдар:

- коррозияға төзімді болаттар;
- төмен легирленген болаттар;
- алюминий қорытпалары.

9.3.1.5 НФС салмақ түсетін элементтерінің нақты материалын таңдау (кронштейндер, бағыттағыштар, анкерлер, бекіту элементтері) пайдаланудың нақты жағдайларына барынша жақындатылған жағдайларда жүргізілген динамикалық сынақтардың нәтижелері негізінде жүзеге асырылуы тиіс.

9.3.1.6 Биік ғимараттардың аспалы қасбеттері үшін тік және көлденең бағыттағыштардан құралған НФ біріктірілген ішкі жүйесін пайдалану ұсынылады. Тек тік бағыттағыштармен құрылған НФ ішкі жүйесін қолдануға рұқсат етіледі.

9.3.1.7 НФ салмақ түсетін жүйесінің сейсмикалық әсерлерге қарсы тұру қабілеті оның құрылыс конструкцияларына якорь бекітпелерінің сенімділігі мен қаттылығына байланысты.

9.3.1.8 НФ профильдері ғимарат конструкцияларына бекітілген кронштейндер конструктивтік жүйенің салмақ түсетін темірбетон немесе металл элементтеріне немесе салмақ түспейтін қабырғаларға бекітілуі керек:

– 50-ден төмен емес маркалы қатты керамикалық кірпіштен, сондай-ақ С3,0/3,7 және одан жоғары сыныпты ауыр бетоннан жасалған тұтас бетон тастардан және блоктардан;

– қуыстары құрылымдық бетонмен толтырылған ауыр бетоннан жасалған қуыс блоктардан.

НФС кронштейндері бекітілген салмақ түспейтін қабырғалар кронштейндерден ғимараттың салмақ түсетін конструкцияларға күш беруі керек.

9.3.1.9 9.3.10 талаптарына сәйкес келмейтін қабырға-толтырулар кезінде тік бағыттаушы кронштейндерді бекіту керек:

а) кронштейннен күш-жігерді салмақ түсетін конструкцияларға беретін арнайы орналастырылған металл немесе темірбетон белдеулеріне;

б) тек аралық қабаттардың конструкцияларына.

9.3.1.10 Кронштейндерді С2, 0/2,5 сыныбы бар тұтас жеңіл бетон блоктардан жасалған қабырға-толтыруларға бекіту биіктігі 100 м дейінгі ғимараттарда ғана рұқсат етіледі:

– қабырғалық жүйелерге балама болатын қабырғалық немесе қос конструктивтік жүйелер;

– жеңіл бетон блоктардан жасалған қабырғаларға кронштейндерді бекітудің жеткілікті беріктігінің тиісті сынақтарының нәтижелері расталған жағдайда.

Ескертпе - Қасбеттік жүйе қаңқасының салмақ түсетін элементтерін жеңіл бетон блоктардан жасалған қабырғаға бекіту кезінде, әдетте, эксперименттік тексеруден өткен химиялық якорь-түйреуіштерді қолдану керек.

9.3.1.11 Анекерлік қондырғылар үшін «үзілуге» қауіпсіздік коэффициенті (олардың дизайнына қарамастан) кемінде 5 болуы керек.

9.3.1.12 НФ қорғаныс-сәндік экранының (қаптамасының) құрылғысы үшін салмағы 35 кг/м^2 аспайтын тақталарды, панельдерді, кассеталарды немесе табак материалдарын қолдану ұсынылады.

Салмағы 25 кг/м^2 -ден асатын табиғи және жасанды тастан жасалған тақталарды, әдетте, биіктігі 15 метрден аспайтын биік ғимараттардың төменгі қабаттарында ғана қолдануға рұқсат етіледі.

9.3.2 Аспалы жарық өткізгіш мөлдір қасбеттерге, витриналарға және шыны арақабырғаларға қойылатын арнайы талаптар

9.3.2.1 Мөлдір аспалы қасбеттерде, витриналарда, лоджиялар мен шыны қалқалардың шыныда, арқауланған, шыңдалған немесе триплексті шыны қолданылуы керек.

Көп қабатты үйлердегі үлкен терезелерді әйнектеу үшін (бір қабаттың биіктігіндей), 4-ші қабаттан бастап, арқауланған шыныны қолдану ұсынылады.

Ескертпелер:

Арқауланған шыны - бұл жасалуы кезінде күйдірілген, хромдалған немесе никельмен қапталған болат сым баспаланған, ол зақымдалған жағдайда кішкене шыны жарықшақтарын ұстайтын шыны.

Шыңдалған шыны - бұл арнайы термиялық өңдеуден өткен шыны (әйнектің қалыңдығына кернеудің белгіленген үлестірілуін жасау үшін шыңдау). Шыңдалған әйнектер айтарлықтай статикалық немесе соққы жүктемелеріне төтеп бере алады. Кезінде қираған шыңдалған шыныдан түзілетін ұсақ сынықтары шеттері доғал, бұл айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік береді жарақаттануын адамдар.

Триплекс (лат. triplex-үштік) - көп қабатты шыны (екі немесе одан да көп органикалық немесе силикат шынылар, олар арнайы полимерлі қабықшамен немесе фоторепрессивті композициямен өзара желімделген, соққы кезінде сынықтарды ұстауға қабілетті). Әдетте, ол қыздыру кезінде баспалау арқылы жасалады. Триплекс сынғанда, сынықтар шашырамайды, өйткені олар бір-біріне полимерлі композиция арқылы бекітілген.

9.3.2.2 Аспалы жарық өткізгіш мөлдір қасбеттердің, витриналар мен шыны арақабырғалардың панельдерінде, әдетте, олардың деформациялануының биік ғимараттың конструктивтік жүйесімен үйлесуін қамтамасыз ететін қосылыстары болуы тиіс.

9.3.2.3 Жарық өткізгіш мөлдір аспалы қасбеттердің, ірі өлшемді витриналардың және шыны арақабырғалардың сейсмикалық әсерді қабылдау қабілеті олардың

жазықтығында және жазықтығынан әрекет ететін сейсмикалық жүктемелерге тиісті есептеулер мен сынақтардың нәтижелерімен расталуы тиіс.

Сейсмикалық аймақтарда тұрғызылатын биік ғимараттарда қолданылатын витраждар мен аспалы жарық өткізгіш мөлдір қасбеттік конструкциялар жүйелерінің тиісті техникалық куәліктері болуы тиіс.

9.3.2.4 Аспалы жарық өткізгіш мөлдір қасбеттердегі, витриналардағы және арақабырғалардағы шынылар сейсмикалық әсерлер кезінде жүктемелерге бейім:

- шынының жазықтығынан әрекет ету;
- ғимараттың конструктивтік жүйесі мен шыны панельдердің қаңқалары деформацияланған кезде олардың жазықтығындағы әйнекке беріледі.

9.3.2.5 Шынықтырылған шынылар жазықтығынан әсер ететін сейсмикалық жүктемелер әдетте жел әсерінен есептелген жүктемеден аз болады. Сондықтан, мөлдір қасбеттерді, витриналар мен бөлімдерді жобалау кезінде, әдетте, сейсмикалық жүктемелердің әсерінен әйнектердің жазықтықтан иілу беріктігін тексерудің қажеті жоқ.

Жел және өзге де табиғи-климаттық әсерлерді қабылдау үшін қажетті жазықтықтан жасалған шынылардың беріктігі тиісті сынақтар мен есептеулердің нәтижелерімен расталады деп болжанады.

9.3.2.6 Шынылардың тұтастығына ең үлкен қауіп ғимараттар мен шыны панельдер қаңқаларының сейсмикалық әсері кезінде деформациялануы салдарынан оларға берілетін жүктемелер болып табылады

Рамалары ғимараттың конструктивтік жүйесіне (мысалы, қабатаралық аражабындарға) бекітілген шынылардың сақталуын қамтамасыз ету үшін шынылардың тік және көлденең қырлары мен оларға жанасатын рамалардың (салмақ түсетін конструкциялардың) беттері арасында тиісті өлшемдердің тік және көлденең саңылаулары көзделуі тиіс.

9.3.2.7 Жобалау сатысында тік және көлденең саңылаулардың қажетті өлшемдерін анықтау үшін:

- ғимарат қабаттарының есептік көлденең қисаю шамалары;
- шыны рамамен жанасатын раманың көлденең қозғалысының мөлшері;
- рамадағы әйнектің еркін қозғалуының қажетті мөлшері құлап кетпестен және бұзылмай.

9.3.2.8 Ғимарат қабаттарының есептік көлденең қисаю шамаларын, d_{rs} , әрбір қаралатын қабаттың жоғарғы ($d_{s,i+1}$) және төменгі ($d_{s,i}$) жабындарының көлденең орын ауыстыру шамаларын назарға ала отырып айқындаған жөн.

$D_{s,i+1}$ және $d_{s,i}$ мәндерін ғимараттың сейсмикалық әсеріне есептеу нәтижелері бойынша айқындаған жөн (7.4-кіші бөлімді қараңыз).

9.3.2.9 Әйнектің жақтаушы рамамен жанасатын көлденең жылжуының шамасын, d_c , келесі өрнекті пайдалана отырып анықтау керек:

$$d_c = 2 \cdot c_1 \left(1 + \frac{h_p \cdot c_2}{b_p \cdot c_1} \right) \quad (9.1)$$

h_p -тікбұрышты шыны панельдің биіктігі;

b_p -тікбұрышты шыны панельдің ені;

l - панель мен жақтаудың тік жиектері арасындағы алшақтық;

2- панель мен жақтаудың көлденең жиектері арасындағы алшақтық.

Қабылданған шартты белгілер 9.1-суретте көрсетілген.

9.3.2.10 Шыны жақтаудың құлап кетпестен еркін қозғалысының қажетті мөлшерін, d_f , келесі өрнек арқылы анықтау керек:

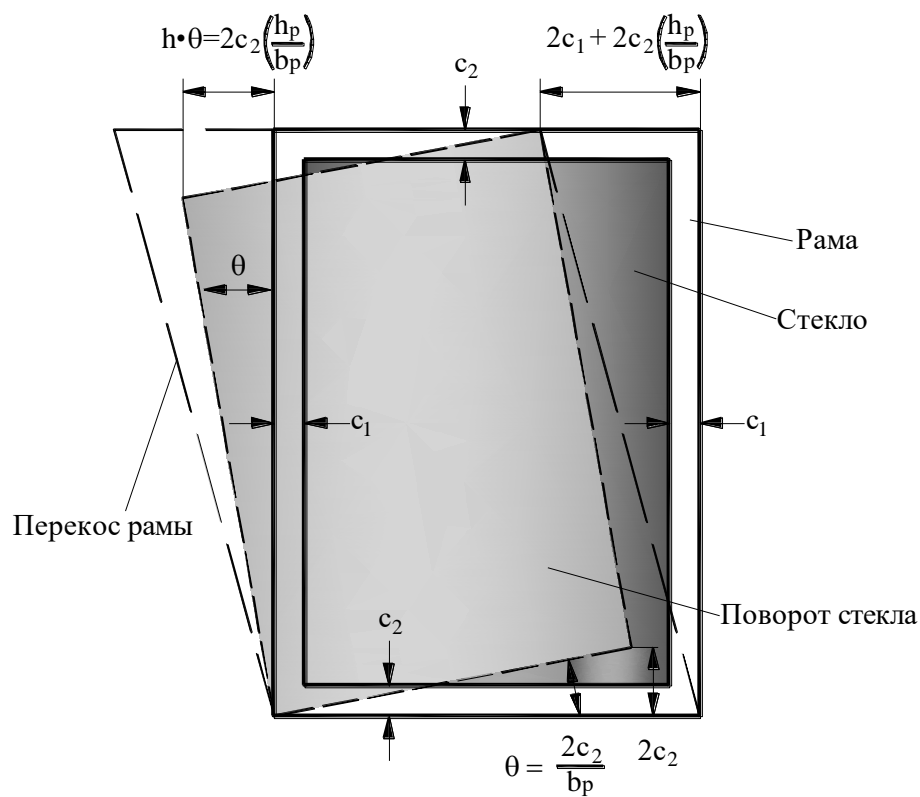
$$d_f \geq \left\{ \begin{array}{l} 1,5 \cdot \frac{h_{p,i+1} - h_{pi}}{h_s} \cdot d_{rs2} \\ 15 \text{ мм} \end{array} \right\} \quad (9.2)$$

мұнда

$h_{p,i+1}$ – шыны панельдің жоғарғы бекітпесі жасалған ғимарат деңгейінің биіктігі;

$h_{p,i}$ – шыны панельдің төменгі бекітпесі жасалған ғимарат деңгейінің биіктігі;

h_s – қабаттың биіктігі.



8.1-сурет- d_c мәнін анықтауға

9.3.2.11 Шыны мен жақтаудың шеттері арасындағы қабылданған бос орындар, шарт орындалса жеткілікті деп санауға болады $d_c > d_f$.

10 СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРДІҢ ЖОҒАРЫ ҚҰРЫЛЫС ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ МІНЕЗ-ҚҰРЫЛЫСЫН БАҚЫЛАУ

10.1 Жалпы ережелер

10.1.1 Сейсмикалық мониторингтің мақсаты мынадай ақпаратты алу және жинақтау болып табылады::

- жер сілкінісі кезіндегі биік ғимараттың нақты әрекетін және оның жер сілкінісінен кейінгі техникалық жағдайын объективті бағалау;
- сейсмикалық оқиғалардың ықтимал қолайсыз салдарын болжау және алдын алу;
- биік ғимараттарды жобалау және аттестаттау кезінде пайдаланылатын әдістердің жарамдылығын бағалау.

10.1.2 Инженерлік-сейсмометриялық мониторинг станцияларын (БМЖ) орнату биіктігі 100 метрден асатын барлық ғимараттарда көзделуі тиіс.

10.1.3 Сейсмометрикалық аппаратураны сатып алуға, сондай-ақ оны орнату бойынша жобалау және құрылыс-монтаждау жұмыстарын орындауға арналған шығындарды ғимараттар құрылысына арналған сметаларда көздеген жөн.

10.1.4 Мониторинг нәтижелерін талдау маңызды сейсмикалық оқиға басталғаннан кейін бірден жүргізілуі тиіс.

10.2 БМЖ станцияларына қойылатын талаптар

10.2.1 БМЖ станциялары бақыланатын параметрлердің мәндері туралы ақпаратты жинаудың, берудің, өңдеудің үздіксіздігін қамтамасыз етуі және бақыланатын жобалық және өлшенетін көрсеткіштерді салыстыруға мүмкіндік беретін өлшемдердің дұрыстығын қамтамасыз етуі тиіс.

10.2.2 МАЖ құрылымдық схемасы құрамында сейсмикалық бақылау-өлшеу аспабы (СБӨА) болуы тиіс:

- сейсмологиялық және инженерлік-сейсмометриялық сигналдарды жинау блогы (тіркеуші);
- нақты уақыт анықтамалық жүйесі;
- өлшеу мәліметтерін сақтау жүйесі және деректерге қашықтан қол жеткізуді қамтамасыз ету жүйесі;
- сейсмометриялық ақпаратты өңдеудің автоматтандырылған жүйесі.

10.2.3 БМЖ станциясы сейсмикалық әсерлер кезінде ғимарат тербелістерінің кеңістіктік сипатын тіркеуге мүмкіндік беретін датчиктермен жабдықталуы тиіс. Ол үшін кем дегенде үш компонентті сейсмикалық қозғалыстар тіркелуі керек:

- ғимарат негізіндегі топырақ;
- ғимараттың іргетасы;
- биіктігі бойынша орташа деңгейдегі ғимараттар;
- жабу деңгейіндегі ғимараттар.

10.2.4 Көп қабатты үйлерге орнатылған үдеткіш датчиктер ғимараттардың негізгі осьтерімен тураланған ортогональды осьтер бойымен бағытталуы керек.

10.2.5 СКИП ортогональды осьтерден үш градустан аспайтын ауытқумен, ығысу мүмкіндігінсіз, қатты орнату мүмкіндігімен жобалануы тиіс.

10.2.6 Акселерограммалар жазбасын сейсмикалық іске қосу тетігі топырақтың тербелісін жеделдету шегі үшін 0,01 g аспайтын етіп орнатылуы тиіс.

10.2.7 Орнатылатын датчиктердің санына қатысты нақты шешімдерді биік ғимараттың конструктивтік-жоспарлау шешімдері және құрылыс алаңының топырақ жағдайларының түрі туралы мәліметтер негізінде қабылдау керек.

10.2.8 БМЖ станциялары датчиктерінің түрін таңдау күтілетін сейсмикалық әсерлердің параметрлері, фондық шу сейсмикалық тербелістердің деңгейі, нақты алаңдағы инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлар туралы деректерге негізделуі тиіс.

10.2.9 БМЖ станциясында электрмен жабдықтау немесе байланыс істен шыққан жағдайда станцияның жұмыс істеу және деректерді кемінде бір апта бойы сақтау мүмкіндігін қамтамасыз ететін резервтік электр қорегі болуы тиіс.

10.2.10 МАЖ құрылымдық схемасы оның құрамын кеңейту мүмкіндігі үшін «ашық» болуы керек.

10.2.11 БМЖ станциялары үшін тиісті құжаттаманы әзірлеуге, оны монтаждауға және жұмыс нәтижелерін талдауға тиісті жұмыс түрлеріне рұқсаты бар мамандандырылған ұйымдарды тарту қажет.

10.2.12 Биік ғимаратты пайдаланатын ұйым мамандандырылған ұйымға БМЖ станциясын әзірлеу үшін жеткілікті көлемде жобалау және жұмыс құжаттамасын беруге міндетті.

10.2.13 Биік ғимараттың операторы бақылау жүйесінің қауіпсіздігі мен қауіпсіздігіне жауап береді.

А қосымшасы
(ақпараттық)

Сейсмикалық әсерлерге арналған биік ғимаратты есептеу мысалы

А.1 Жалпы мәліметтер

Үш жер асты және отыз жер үсті қабаттары бар 30 қабатты қоғамдық ғимарат қарастырылуда.

Құрылыс алаңының топырақ жағдайының түрі - ХБ.

Ғимарат құрылыс алаңында топографиялық әсерлерсіз, күшейткіш сейсмикалық әсерлерсіз орналасқан. ҚР НТҚ 08-01.1-2017 3.4-кестесіне сәйкес $S_T=1,0$.

ЖСА-1₄₇₅ картасы бойынша карта бойынша анықталған ІА типті топырақ кезінде қаралатын құрылыс алаңындағы көлденең шынды үдетудің референттік мәні $a_{gR(475)} = 0,38 g$;

ЖСА-1₂₄₇₅ картасы бойынша карта бойынша анықталған ІА типті топырақ кезінде қаралатын құрылыс алаңындағы көлденең шынды үдетудің референттік мәні $a_{gR(2475)} = 0,60 g$;

Көлденең есептеу үдеуінің мәні $a_g = 0,4 g$.

Тік есептеу үдеуінің мәні $a_{vg} = 0,32 g$ ($0,8 \times A_g = 0,8 \times 0,4 = 0,32 g$, 6.5 кестені қараңыз).

Биік ғимарат құрылысы аймағының сейсмикалығы: ЖСА-2₄₇₅ картасы бойынша – 9 балл, ЖСА-2₂₄₇₅ картасы бойынша – 9 балл.

Құрылыс алаңының есептік сейсмикалығы - 9 балл.

Сейсмикалық әсерлерге есептеулерде қабылданған топырақ негізінің төсеніш коэффициентінің мәні $C_1=150000 \text{ кН/м}^3$.

Биік ғимараттың конструктивті-жасақтау схемалары А.1 және А. 2 суреттерінде көрсетілген.

Қаралып отырған ғимаратта қабылданған көлемдік-жоспарлау шешіміне сәйкес:

- биіктігі $h=4,2$ м үш жерасты қабаты-техникалық;
- биіктігі $h=6,0$ м жер үсті бірінші қабаты-кеңселік, ғимаратқа қызмет көрсететін персонал орналасқан;
- биіктігі $h=4,2$ м үлгілік 2-ден 30-ға дейінгі қабаттар-кеңселік;
- ғимараттың жабындысында төсемге шығу жолдары бар қондырма, сондай-ақ темірбетон жақтаулар көзделеді.

Ғимараттың жабыны – пайдаланылмайтын, инженерлік жабдықты орналастыруға арналған.

Ғимараттың жер асты бөлігінде тік салмақ түсетін конструкциялар ішкі (орталық) қаттылық өзегінің монолитті темірбетон қабырғаларымен және жертөле қабаттарының іргетас конструкциясына қатты қысылған сыртқы қабырғаларымен ұсынылған.

Ғимараттың үстіңгі бөлігінде тік салмақ түсетін конструкциялар қаттылық өзегінің монолитті темірбетон қабырғаларымен және бағандары жертөленің сыртқы қабырғаларына қысылған периметрлік рамалық қаңқамен ұсынылған.

Тік салмақ түсетін конструкциялар көлденең диафрагмалармен (аражабындар мен жабын тақталары) бірлесіп жұмыс істеу үшін біріктірілген.

Аражабын және жабын тақталары - келтірілген қалыңдығы 200 мм кессондық типтегі темірбетон.

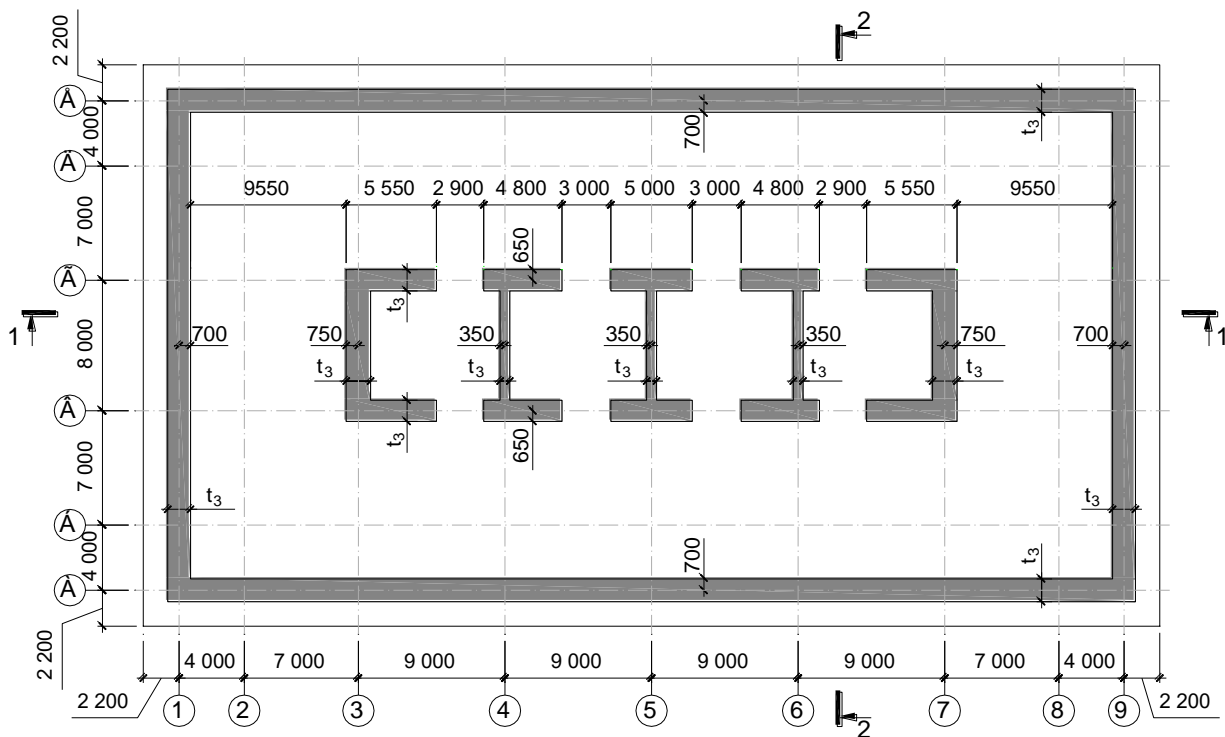
Биік ғимараттың іргетастық конструкциясы қалыңдығы 3000 мм тұтас темірбетон тақтасы түрінде қарастырылған.

Ішкі бөлімдер-жеңіл тиімді маталардан жасалған жақтау түрі.

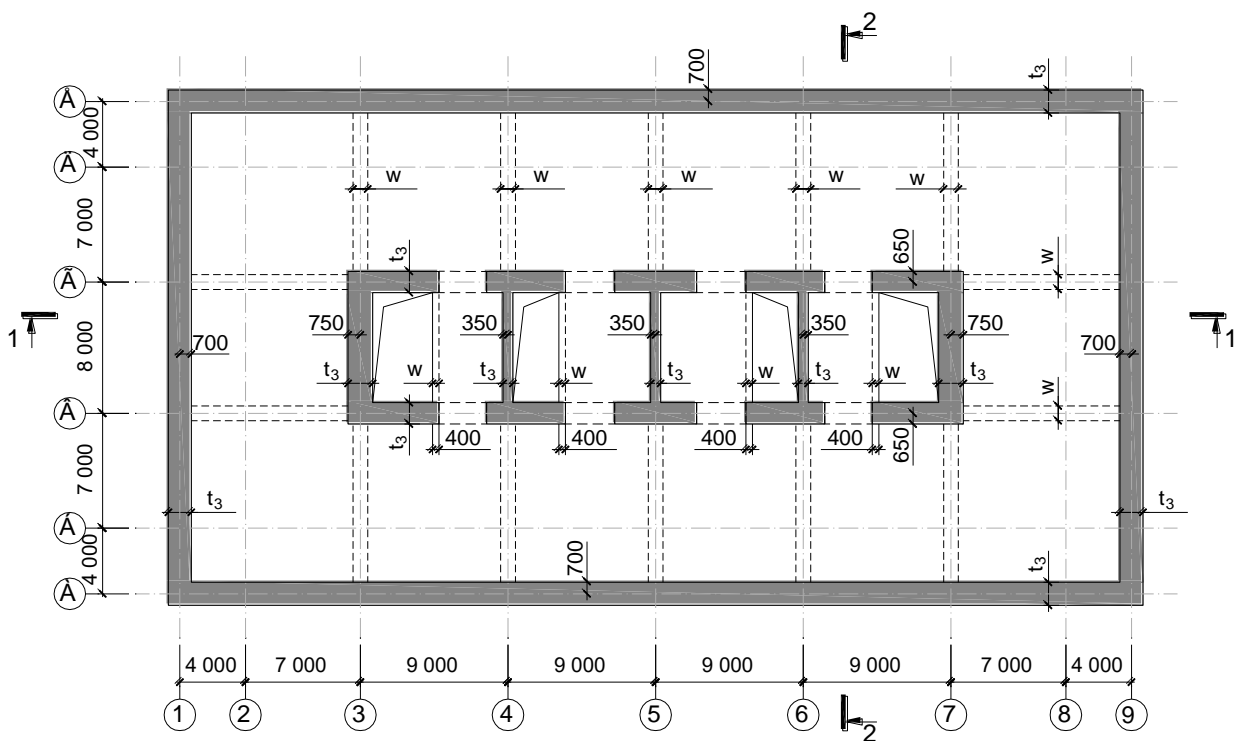
Баспалдақ конструкциялары-құрастырмалы темірбетон марштары мен алаңдары. Сыртқы қабырға қоршаулары- екі қабатты терезелермен толтырылған металл профильдерден жасалған витраждар.

Ғимараттың төбесі ролл материалдарынан жасалған.

Жер асты қабатының жоспары - 3 қабат

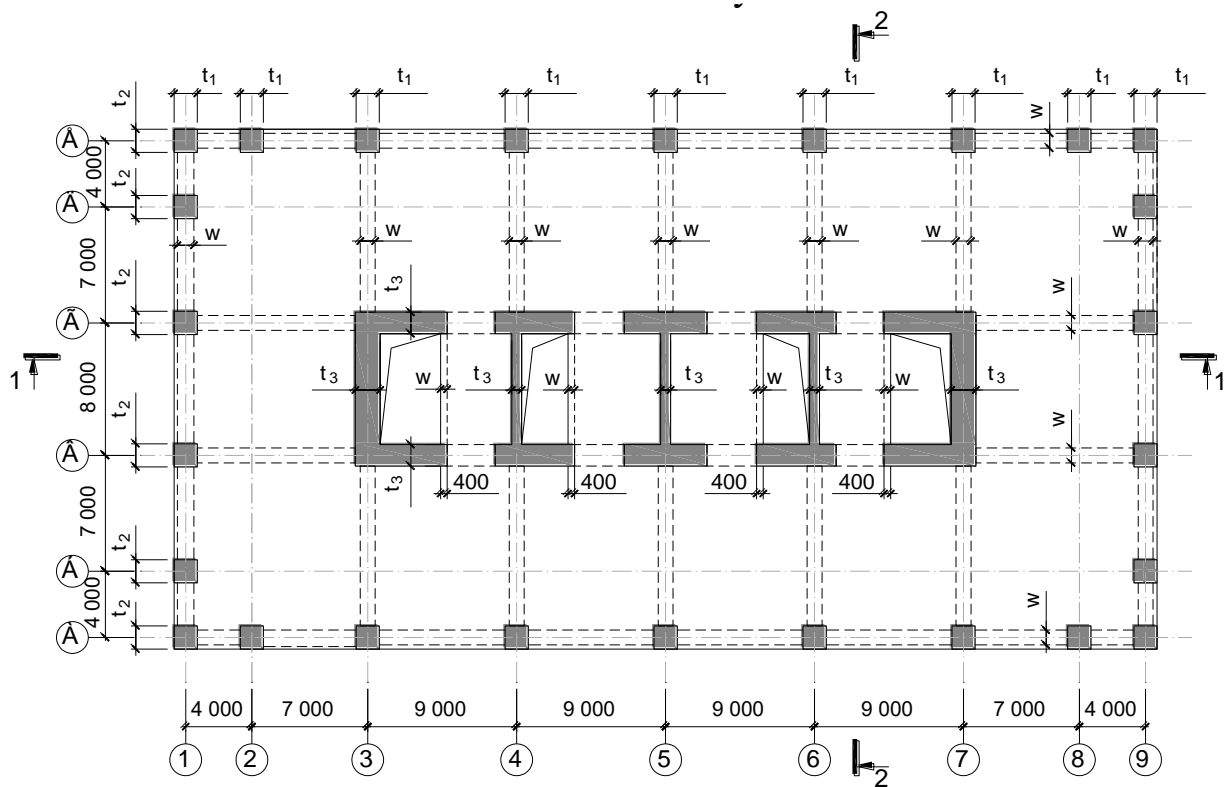


Жер асты 2 және 1-қабаттарының жоспары

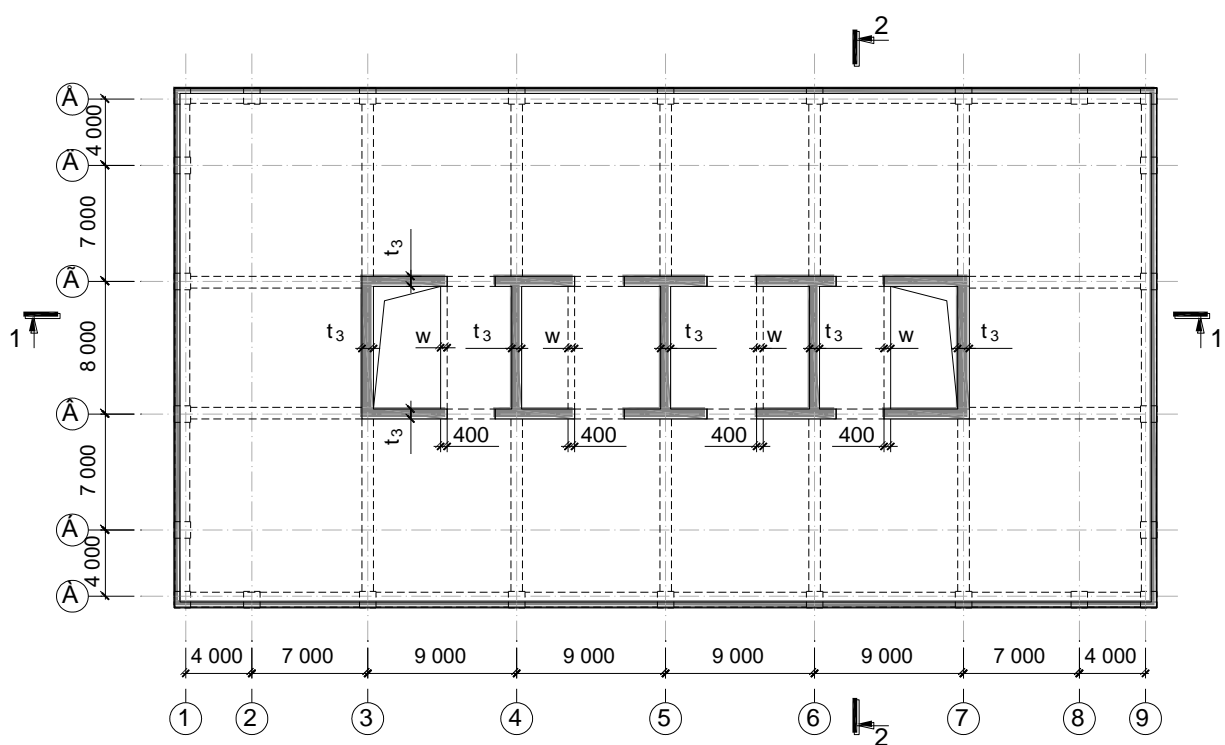


А.1 суреті Ғимараттың жер асты және жер үсті қабаттарының схемалық жоспарлары
(басы)

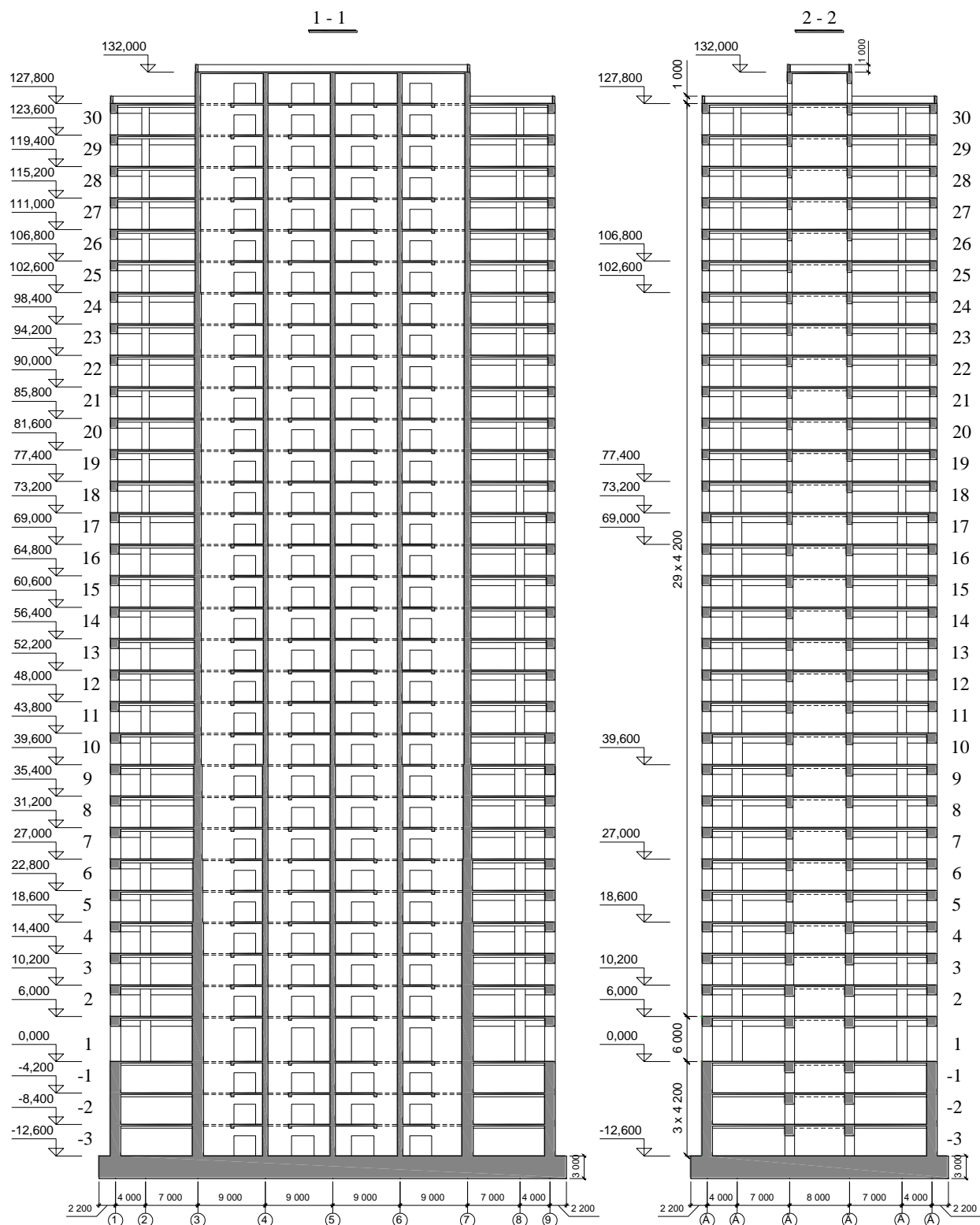
Типтік қабаттар жоспары



Қамту
жоспары



А.1 суреті Ғимараттың жер асты және жер үсті қабаттарының схемалық жоспарлары
(жалғасы)



А.2 суреті 1-1 және 2-2 бөлімдер

Ғимараттың тік конструктивтік элементтерінің геометриялық өлшемдері А.1 кестесінде көрсетілген.

Тік және көлденең конструкциялар үшін қабылданған бетонның сығылу беріктігі бойынша сыныптары А. 2 кестесінде келтірілген.

А.1 кестесі Ғимараттың конструктивтік элементтерінің геометриялық өлшемдері

Қабат нөмірлері	Көлденең қима өлшемдерінің шартты белгілері (А. 1 және А. 2 суреттерін қараңыз)	Көлденең қиманың өлшемдері, мм		
		Осьтер бойынша орналасқан колонналар		
		1 / А, 1 / Е, 9 / А, 9 / Е		2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Б, В, Г, Д
1-10	t ₁	1400	1400	
	t ₂	1400	1400	
11-17	t ₁	1200	1200	
	t ₂	1200	1200	
18-24	t ₁	1100	1000	
	t ₂	1100	1000	
25-30	t ₁	1000	1000	
	t ₂	1000	1000	
		Осьтер бойынша орналасқан арқалықтар		
		1, 9, А және Е		3, 4, 5, 6, 7, В және Г
-3 ÷ -1	w	—	900	
	h	—	500	
1-10	w	1300	900	
	h	1300	500	
11-17	w	1100	900	
	h	1300	500	
18-21	w	900	900	
	h	1300	500	
22-30	w	900	700	
	h	1300	500	
		3-4, 4-5, 5-6 және 6-7 осьтерінің арасында, аражабындардағы баспалдақтар мен лифт ойықтары орналасқан жерлердегі арқалықтар		
-3 ÷ 30	w	400		
	h	500		
		Ғимараттың жер асты бөлігінің сыртқы қабырғалары		
-3, -2, -1	t ₃	1400		
		Осьтерде орналасқан қаттылық ядросының қабырғалары		
		3 және 7	В және Г	4, 5 және 6
-3, -2, -1, 1, 2	t ₃	1500	1300	700
3-4		1500	1100	700
5-6		1300	900	700
7-9		1100	900	700
10-16		900	900	600
17-24		900	700	600
25-30 және қондырма		700	600	600
-3 ÷30 және қондырма	w	Қабырға маңдайшаларының биіктігі h=1500 мм, қалыңдығы w қабырға қалыңдығына сәйкес келеді		
	h			

А.2- кесте Көп қабатты үйдің тік және көлденең конструкциялары үшін қабылданған қысу беріктігі бойынша бетон сыныптары

№ т.	конструктивтік элементтердің түрлері	Қабат нөмірлері	Сығымдау беріктігі бойынша бетон сыныптары
1	Іргетас тақтасы	—	C30/37
2	Қабатаралық аражабындардың бағаналары мен тақталары (3-тармақта көрсетілгендерден басқа), қабырғалар, қондырма конструкциялары	–3 ÷ 8	C40/50
		9 ÷ 19	C35/45
		20 ÷ 30	C30/37
3	1/А, 1/Е, 9/А, 9/Е осьтерінің қиылыстарындағы бірінші қабаттың бағаналары және жер асты бөлігінің жоғарғы қабатының үстіндегі аражабын	1	C45/55

ҚР ЕЖ EN 1991-1-1 және оған ұлттық қосымша нұсқауларына сәйкес есепте ескерілетін тұрақты және ауыспалы жүктемелердің мәндері А.3 кестесінде келтірілген.

А3 кестесі - жүктемелер тізімі

№	Ғимарат элементтері	Сипаттамалық құндылық	Ескертпе
Тұрақты жүктемелер (G)			
конструктивтік (тасымалдаушы) элементтердің өзіндік салмағы.			
1	Монолитті темірбетон конструкциялар: іргетастар, қабырғалар, бағандар, арқалықтар, тақталар	25,0 кН/м ³	Автоматты түрде есептеледі (қабылданған геометриялық өлшемдерге сәйкес)
Конструктивті емес (салмақ түспейтін) элементтердің өзіндік салмағы.			
2	Белгілердегі еденнің және аспалы төбелердің конструкциялары:		Бүкіл тақтада
	-12,600; -8,400; 4,200; 127,800; 132,000	1,45 кН/м ²	
	0,000	1,65 кН/м ²	
	6,000-нан 123,600-ге дейін	1,245 кН/м ²	
	Белгілердегі қасбеттік жүйелердің конструкциялары:		Ғимараттың сыртқы контуры бойынша
	0,000	1,95 кН / м	
	6,000	3,32 кН / м	
	6,000-нан 123,600-ге дейін	2,73 кН / м	
	127,800	2,00 кН / м	
	Қабырғалардағы сәндік сылақ	0,4 кН / м ²	Ғимараттың барлық қабырғаларына
	Көлденең қимасының өлшемдері бойынша биіктігі бойынша бағандардың 1 қ.м. сәндік сылағы:		Ғимараттың барлық бағандарына
	1,4x1, 4 м	1,4 кН / м	
	1,2x1, 2 м	1,2 кН / м	
	1,1x1, 1 м	1,1 кН / м	
	1,0x1, 0 м	1,0 кН / м	

	Алаңдары бар құрама баспалдақ басқыштарын қабырғаға бекіту тораптарындағы жүктеме	140 кН	Әр қабат үшін
--	---	--------	---------------

А.3 кестесі- жүктемелер ведомосы (жалғасы)

№	Ғимарат элементтері	Сипаттамалық құндылық		Ескертпе
2	Биіктікте баспалдақтар мен лифттерге арналған қоршаулар:			Баспалдақ және лифт ойықтарында орналасқан арқалықтарға
	-8,400; -4,200; 6,000-нан 123,600-ге дейін	4,0 кН / м		
	0,000	7,5 кН / м		
	127,800 белгісіндегі лифт жабдықтары	2,5 кН / м ²		Тақтаға
Айнымалы жүктемелер (Q)				
3	-12,600-ден 0,000-ға дейінгі белгілердегі жер төле қабаттарының аражабындарына	5,0 кН / м ²	6,2 кН / м ²	Бүкіл тақтада
	Уақытша бөлімдер	1,2 кН / м ²		
	6,000-нан 123,600-ге дейінгі белгілердегі үлгілік қабаттардың аражабындарына	2,5 кН / м ²	3,7 кН / м ²	Баспалдақ пен лифт залдары мен дәліздерді қоспағанда, бүкіл тақта
	Уақытша бөлімдер	1,2 кН / м ²		
	Баспалдақ - лифт холлдары, дәліздер		5 кН/м ²	
4	127,800 белгісіндегі жабын және 132,000 белгісіндегі қондырма жабынына	3,0 кН/м ²		Бүкіл тақтада
5	127,800 белгідегі жабын және 132,000 белгідегі қондырма жабынына - қар, s _к	1,2 кН / м ²		Бүкіл тақтада, ҚР ЕЖ EN 1991-1-3 және оған НП

А.2 Биік ғимараттың қысқаша сипаттамасы

Қарастырылып отырған ғимараттың ғарыштық жоспарлау шешімдерінің ерекшеліктерін ескере отырып, тұжырымдамалық жобалау кезеңінде оның конструктивтік-тұтастырғыш сұлбасы сейсмикалық әсерлерге қажетті қарсылықты қамтамасыз ету үшін қолайлы деп бағалануы мүмкін.

Қаралып отырған биік ғимараттың конструктивтік-тұтастырушы схемасы ҚР НТҚ 08-01. 2-2021 2.2-кіші бөлімінде келтірілген өлшемшарттарға сәйкес келеді және мыналарға ие:

- конструктивтік қарапайымдылық;
- біркелкілік пен симметрия;
- екі көлденең бағытта қарсылық пен қаттылық;
- жоспардағы бұралу кедергісі мен қаттылығы;
- қабатаралық аражабындардың (жабындардың) жоғары көлденең қаттылығы;
- ҚР НТҚ 08-01.2-2021 және ҚР НТҚ 08-01.7-2021 ережелеріне сәйкес келетін іргетас.

Ғимараттың жалпы конструктивтік жүйесінде оның жер асты бөлігінің қабаттары жоғары кеңістіктік және көлденең қаттылыққа ие, бұл жер үсті қабаттарының қаттылығынан едәуір жоғары. Бұл ғимараттың жер асты бөлігінің бүкіл сыртқы периметрі бойынша іргелес топырақ массивтерімен байланысатын қабырғалардың болуына байланысты.

Ғимараттың жерасты бөлігінің конструктивтік жүйесінің ерекшеліктері тұжырымдамалық жобалаудың кезеңінде оны қатты жер асты бөлігі ретінде жіктеуге мүмкіндік береді. Сондықтан биік ғимараттың конструктивтік түрі бойынша жіктелуі 0,000 белгісіне қатысты жүзеге асырылуы мүмкін.

Ғимараттың конструктивтік жүйесі жоспарда дамыған ішкі темірбетон тік оқпанымен (қаттылық өзегі) және ғимараттың периметрі бойынша орналасқан темірбетон рамаларымен құрылған (4.1.1-қараңыз).

Орталық қаттылық өзегі бойлық бағытта есіктері бар қабырғалармен, ал көлденеңінде – саңылаусыз қабырғалар жүйесімен ұсынылған.

Ғимараттың жер асты бөлігінің деңгейлеріндегі экстремалды тік салмақ түсетін конструкциялардың бағдарлау осьтеріне қатысты жоспардағы ең үлкен өлшемдер - 58,0х30,0 м.

Ғимараттың айналасындағы ғимараттың жер бетінің жоспарлау белгісінің жобалық деңгейіне қатысты жер үсті бөлігінің ең үлкен биіктігі 127,8 м құрайды.

Жердің жоспарлау белгісіне қатысты іргетас табанының тереңдігі 15,6 м құрайды, бұл ҚР НТҚ 2.2.6.1 08-01.2-2021-де келтірілген шартқа сәйкес келеді:

$$127,8 \times 0,1 = 12,8 \text{ м} \leq 15,6 \text{ м.}$$

Тұжырымдамалық жобалау сатысында қабылданған іргетас тақтасының қалыңдығы 3,0 м құрайды, бұл 4.2.1-тармақта келтірілген шартқа сәйкес келеді:

$$(0,09 \div 0,1)n = (0,09 \div 0,1) \times 30 = 2,7 \text{ м} \div 3,0 \text{ м.}$$

ҚР НТҚ 08-01. 2-2021 5-бөлімінің нұсқауларына сәйкес қарастырылып отырған ғимарат келесі санатқа жатады:

- функционалдық мақсаты бойынша жауапкершілік сыныбы – II (қоғамдық ғимарат);
- қабаттылығы бойынша жауапкершілік сыныбы – V (биік ғимарат).

Қарастырылып отырған ғимараттың пластикалық деформацияға және гистерезис энергиясының таралуына барабар қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін оның конструктивтік жүйесін есептеу және тексеру орташа иілгіштік сыныбы (DCM) бар конструктивтік жүйелерге қойылатын талаптарға сәйкес жүзеге асырылады.

А.3 Көп қабатты ғимараттың есептік моделінің жалпы сипаттамасы

Есептік тексерулерді орындау үшін қабылданған биік ғимараттың есептік моделі:

– бұл бағаналардың, арқалықтардың, қабырғалардың, байланыстырушы арқалықтардың (мандайшалардың), аражабын тақталарының және іргетас тақталарының кеңістіктік жиынтығы, онда бағаналар, қабырғалар мен мандайшалар біртұтас конструктивтік элементтер ретінде сипатталған, ал тілімшелі мен өзекшелі ұштық элементтердің жиынтығы ретінде сипатталған (А. 3 суреті);

– бұл еркіндік дәрежелерінің соңғы саны бар динамикалық жүйе болып табылады; онда массалар шоғырланған жерлерде сейсмикалық жүктемелер қолданылды.

Қабылданған есептеу моделі ескеруге мүмкіндік берді:

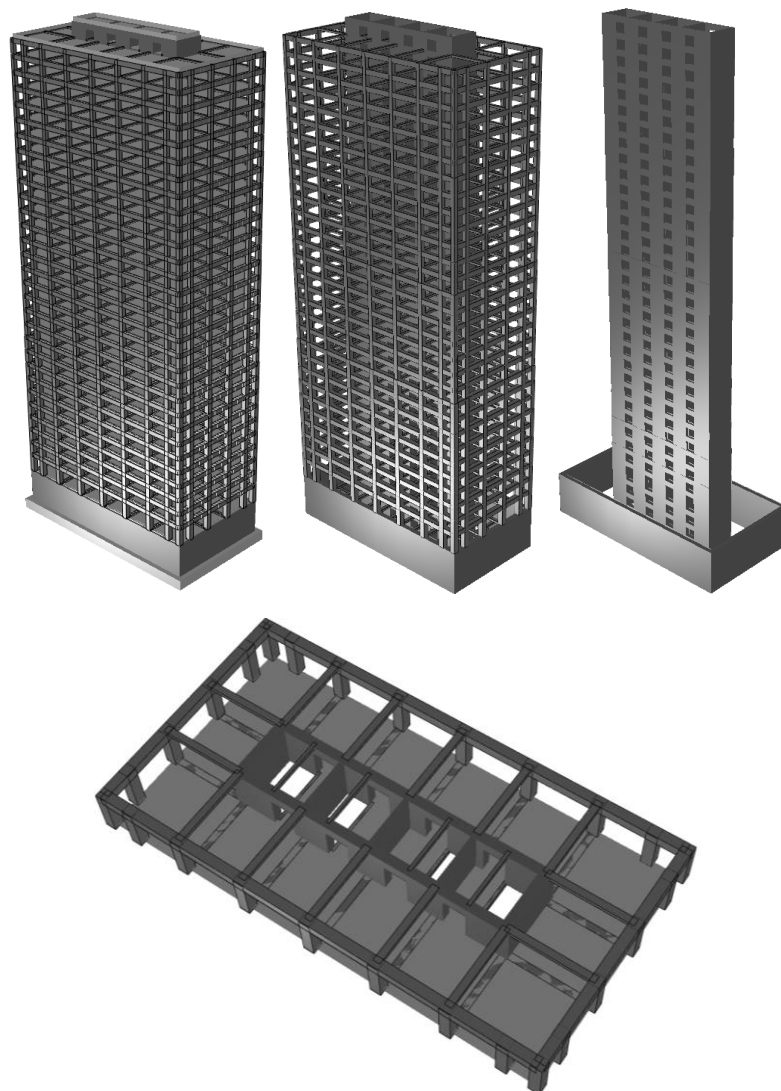
- ғимараттың жоспары мен биіктігі бойынша массалар мен қаттылықтардың таралу ерекшеліктері;
- конструктивтік жүйенің оған қолданылатын сыртқы статикалық және сейсмикалық әсерлердің кеңістіктік жүйесін қабылдау қабілеті;
- сыртқы әсерлер кезінде ғимараттың деформациясының кеңістіктік сипаты;
- массалар мен қаттылық орталықтары арасындағы нақты және кездейсоқ эксцентриситеттер;

– іргетас конструкцияларының иілгіштігі және ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуі.

Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын, салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығын шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын есептік тексеру кезінде ҚР НТҚ 08-01.2-2021 (толығырақ А.8.1) 6.1.6 в) тармағының нұсқауларын ескере отырып, есептік модельде берілген.

Екінші ретті әсерлердің (Р-Δ әсер) сейсмикалық әсер ету әсерлеріне әсерін тексеру және салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығының залалын шектеу бойынша талаптарды сақтау кезінде ҚР НТҚ 08-01.2-2021 (толығырақ А.8.2) 6.1.7 б) тармағының нұсқауларын ескере отырып, есептік модельде берілген.

Ғимараттың есептік тексерулері ҚР НТҚ 08-01.1-2021, ҚР НТҚ 08-01.2-2021, ҚР НТҚ 08-01.3-2021 және ҚР НТҚ 08-01.7-2021 ережелерін және көрсетілген НТҚ ережелеріне қайшы келмейтін Еурокодтардың тиісті ережелерін ескеруге мүмкіндік беретін «STRAP 2021» бағдарламалық кешенін пайдалана отырып, орындалды.



А.3 суреті - Ғимараттың есептелген моделі және оның бөліктері

А.4 Жалпы есептеу нәтижелері бойынша ғимараттың конструктивтік жүйесінің түрін анықтау

А. 4.1 Қаттылық ядросының қабырғалары мен рамалары қабылдаған тік гравитациялық жүктемелердің шамалары арасындағы қатынас

Қаттылық ядросының қабырғалары мен рамалары қабылдаған тік гравитациялық жүктемелердің шамалары ғимараттың тік жүктемелерге жалпы есебінің нәтижелері негізінде анықталды. Қаттылық өзегінің қабырғалары мен бағандары 0.000 белгісіне қабылдайтын тік жүктемелердің мәндері А. 4 кестесінде берілген.

А. 4 кестесіндегі мәліметтерден шығатыны, биік ғимаратқа тік гравитациялық жүктемелердің көп бөлігі (50%-дан астамы) қаңқа бағаналары қабылдайды.

А.4 кестесі Қабырғалар мен бағандар қабылдаған тік гравитациялық жүктемелердің мәні

Қабырғалар қабылдайтын тік жүктемелердің жиынтық мәні, кН	Бағандармен қабылданатын тік жүктемелердің жиынтық мәні, кН
489714,7 (48,76 %)	514652,7 (51,24 %)
1004367,4	

А. 4.2 Қаттылық ядросының қабырғалары мен рамалары қабылдаған көлденең күштердің шамалары арасындағы қатынас

Ғимараттың бірінші қабатының түбіндегі қаттылық өзегінің қабырғалары мен рамалары қабылдаған көлденең күштердің шамалары ғимараттың 10 кН/м^2 болатын жабын тақтасына қолданылатын көлденең жүктемелерге жалпы есептеу нәтижесінде алынды. Бойлық және көлденең бағыттағы жалпы көлденең жүктеме 16632 кН болды. Ғимараттың бірінші қабатының төменгі деңгейіндегі қабырғалар мен бағандар қабылдаған көлденең күштердің мәні А.5 кестесінде келтірілген.

А. 5 кестесіндегі мәліметтерден шығатыны, бірінші қабаттың төменгі деңгейінде қабырғалар көлденең жүктемелердің көп бөлігін (50%-дан астам) қабылдайды.

А.5 кестесі Қабырғалар мен бағандар қабылдаған көлденең күштердің мәні

Қабырғалар қабылдайтын көлденең күштердің мәндері, кН		Бағандармен қабылданатын көлденең күштердің мәндері, кН	
ғимараттың бойлық бағытында	ғимараттың көлденең бағытында	ғимараттың бойлық бағытында	ғимараттың көлденең бағытында
14877 (89,45 %)	14482 (87,07 %)	1755 (10,55 %)	2150 (12,93 %)

А.4 және А.5 кестелерінде келтірілген есептеулердің нәтижелерінен шығатыны, ғимараттың конструктивтік жүйесі қабырғалық жүйелерге балама болатын қос конструктивтік жүйелерге жатады (ҚР НТҚ 08-01. 3-2021 2.2.3 және 2.2.5-т. қараңыз).

А.4.3 Байланыстырушы арқалықтардың қаттылық өзегі қабырғаларының әрекетіне әсері

ҚР НТҚ 08-01.3-2021 2.2.12-тармағына сәйкес көлденең жүктемелерді қабылдауға байланысты және байланысты емес қабырғалардың қатысу дәрежесі бойынша қосарланған конструктивтік жүйелері бар ғимаратты жіктеу талап етілмейді, бірақ түсінікті болу үшін мұндай тексеру орындалды.

ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және ҚР НТҚ 08-01.3-2021 ережелеріне сәйкес байланыстырушы арқалықтары (маңдайшалар) бар қабырғалар, байланыстырушы арқалықтардың қабырғалардың негіздеріндегі иілу сәттерін азайту қабілетіне байланысты «байланысты» немесе

«байланыссыз» қабырғаларға жатқызылуы мүмкін. «Қосылған қабырға» терминінің анықтамасы ҚР ҰТП 1.5.1.16-08-01.3-2021-де келтірілген.

Байланыстырушы арқалықтардың ғимараттың төменгі деңгейінде, қаттылық өзегінің бойлық қабырғаларында пайда болатын иілу моменттерінің шамасына әсерін есептік тексеру үшін екі есептік модель қолданылды (ҚР НТҚ 08-01.3-2021 2.2.11-т. қараңыз). Бірінші есептелген модель (А.5 а сурет)) қаттылықтың өзегінің бойлық қабырғаларын маңдайшалармен, ал екіншісі – маңдайшаларсыз сипаттады (А.5 б сурет)).

А.5 суретінде көрсетілген есептеу модельдерінде:

- базаның икемділігі ескерілмеді;
- 10 кН/м^2 көлденең жүктеме жабындар деңгейлерінде есептелген модельдерге қолданылды, бойлық бағыттағы әрбір модельге жалпы көлденең жүктеме 16632 кН болды.

Есептеулер көрсеткендей, қаттылық ядросының екі бойлық қабырғаларының негіздеріндегі иілу моменттерінің жалпы мәні:

- қабырғаларда байланыстырушы арқалықтар-бөгеттер болған кезде $42224 \text{ кН}\cdot\text{м}$;
- қабырғаларда байланыстырушы арқалықтар болмаған жағдайда $107584 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

ҚР НТҚ 08-01.3-2021 2.2-шартына сәйкес қабырғаларды «байланысты» деп қарастыру керек, егер:

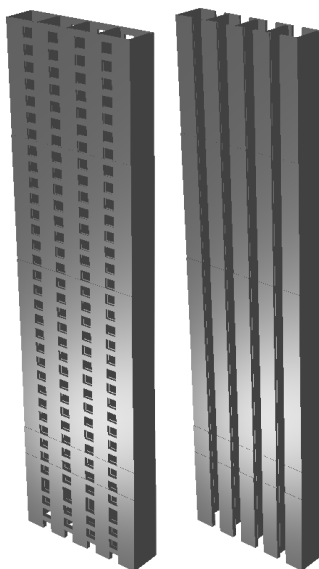
$$\Sigma M_{wi,c} \leq 0,75 \cdot \Sigma M_{wi,unc},$$

$$42224 \leq 0,75 \cdot 107584 = 80688;$$

Есептеу нәтижелерінен шығатыны, ҚР НТҚ 08-01. 3-2021 2.2-шарты орындалады және қаттылық өзегінің бойлық қабырғалары «байланысты» қабырғалар ретінде қарастырылғаны жөн.

Қаттылық өзегінің көлденең қабырғалары анықтама бойынша байланыссыз.

а) б)



А.4 суреті Байланыстырушы арқалықтардың қаттылық өзегінің бойлық қабырғаларының негіздеріндегі иілу моменттерінің шамаларына әсерін бағалау үшін қабылданған есептік модельдер (қабатаралық төбелер шартты түрде көрсетілмеген)

Қорытындылар

Орындалған есептеулердің нәтижелеріне сәйкес биік ғимараттың конструктивтік жүйесі:

- бойлық бағытта - байланысты қабырғалары бар қабырға жүйесіне балама болатын қос

конструктивтік жүйе;

– көлденең бағытта - байланысты қабырғалары жоқ қабырға жүйесіне балама болатын қос конструктивтік жүйе.

А.5 Ғимаратқа есептік сейсмикалық әсерлер

Биік ғимараттарды жобалау кезінде бірінші деңгейдегі және екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсерлерді назарға алған жөн (6.1.1-тармақты қараңыз).

Бірінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсер-бұл залалды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде назарға алынатын әсер. Бірінші деңгейдің есептік сейсмикалық әсері деп сирек сейсмикалық әсерге қарағанда пайда болу ықтималдығы жоғары және ғимаратты пайдалану кезеңінде бірнеше рет қайталануы мүмкін сейсмикалық әсер түсініледі.

Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсер-бұл тексеру кезінде назарға алынатын әсер:

– биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптарды сақтау;

– екінші ретті әсерлердің ($p-\Delta$ әсерлер) сейсмикалық әсерлердің нәтижесіне әсері;

– биік ғимараттың конструктивтік емес элементтерінің елеулі зақымдануын шектеу жөніндегі талаптарды сақтау.

Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсер деп жобаланатын ғимарат пайдаланудың кезеңінде бір рет ұшырауы мүмкін сирек сейсмикалық әсер түсініледі.

6.1.2-ге сәйкес бірінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсердің қарқындылығы топырақтың көлденең тербелістерінің ең жоғары үдеуімен сипатталады, оның мәні екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсердің қарқындылығын сипаттайтын ең жоғары жылдамдықтың мәнінен $v=0,25$ төмендету коэффициентімен қабылдау керек.

Бірінші және екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлерге ғимараттардың есептеулері сызықтық-серпімді қойылымдағы спектрлік-модальдық әдіспен орындалуға тиіс екенін және осы әсерлерді сипаттайтын үдеулердегі реакциялардың нормаланған спектрлерінің нысандары бірдей екенін ескере отырып, жоғарыда аталған барлық тексерулер ғимараттың есептеулерінің нәтижелері бойынша тек екінші деңгейдегі әсерлерге ғана орындалуы мүмкін.

А.6 Реакцияланған спектрлердің құрылысы

Қарастырылып отырған ғимарат, бұдан әрі көрсетілгендей, ұзын кезеңді құрылыс болып табылады, сондықтан оған келетін көлденең әсерлерді сипаттау үшін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерді сипаттайтын реакциялардың екі есептеу спектрі қажет болады (осы НТҚ-ның 7.3.2.1-тармағына ескертпені қараңыз).

Реакциялардың бірінші есептік спектрі биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын болады.

Реакциялардың екінші есептелген спектрі биік ғимараттың орын ауыстыруын анықтау кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайды.

Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде ескерілетін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің тік құрауышы үшінші спектрмен сипатталатын болады.

А.6. 1 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптарды сақтауды тексеру кезінде ескерілетін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын реакциялардың есептік спектрін құру

Реакциялардың бірінші есептеу спектрін құру кезінде келесі бастапқы деректер қабылданды:

- $a_{g2} = 0,4 \text{ g}$;
- $T_B = 0,15 \text{ с}$, $T_C = 0,44 \text{ с}$ және $T_D = 6,00 \text{ с}$ (6.4-кестені қараңыз. Топырақ жағдайларының түрі ІБ);
- $q = 4,5$ (ҚР НТҚ 08-01.3-2021 2.1-кестесін қараңыз);
- $\beta = 0,2$ (7.3.2.1 қараңыз).

Ғимаратты есептеу кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштары үшін $S_d(T)$ реакцияларының бірінші есептеу спектрі (А.6.1) – (А.6. 4) өрнектермен анықталады.

$$0 \leq T \leq 0,15 \text{ с: } S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] = 0,4(0,667 - 0,741 \cdot T)g \\ \geq a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222 \text{ g} \end{cases} \quad (\text{А.6.1})$$

$$0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ с: } S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (\text{А.6.2})$$

$$0,44 \leq T \leq 6,0 \text{ с: } S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = \frac{0,098}{T} \text{ g} \\ \geq \beta \cdot a_g = 0,08 \text{ g} \end{cases}, \quad (\text{А.6.3})$$

$$6,0 \leq T \text{ с: } S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] = \frac{0,587}{T^2} \text{ g} \\ \geq \beta \cdot a_g = 0,08 \text{ g} \end{cases}, \quad (\text{А.6.4.})$$

(А.6.1)-(А.6. 4) сәйкес құрылған реакциялардың бірінші есептік спектрінің ординаттарының сандық мәндері А. 6 кестесінде келтірілген.

А.6 кестесі - Ғимараттың бойлық және көлденең бағыты үшін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын бірінші есептеу спектрінің ординаттарының мәні

$T, \text{ с}$	0	0,05	0,1	0,15	0,44	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85
$S_d(T), \text{ g}$ үлестерінде	0,267	0,252	0,237	0,222	0,222	0,196	0,163	0,140	0,122	0,115
$T, \text{ с}$	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,22	6	7
$S_d(T), \text{ g}$ үлестерінде	0,109	0,103	0,098	0,093	0,089	0,085	0,082	0,08	0,08	0,08

А. 6.2 Екінші ретті әсерлердің (p - Δ әсерлер) әсер етуін тексеру және нқосанды шектеу бойынша талаптарды сақтау кезінде ескерілетін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын реакциялардың есептік спектрін құру.

Реакциялардың екінші есептеу спектрін құру кезінде келесі бастапқы деректер қабылданды:

- $a_{g2} = 0,4 \text{ g}$;
- $T_B = 0,15 \text{ с}$, $T_C = 0,44 \text{ с}$ және $T_D = 6,00 \text{ с}$ (6.4-кестені қараңыз. Топырақ жағдайларының түрі ІБ);
- $q = 4,5$ (ҚР НТҚ 08-01.3-2021 2.1-кестесін қараңыз);
- $\beta = 0,2$ (7.3.2.1 қараңыз).

Қаралатын ғимаратты есептеу кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштары үшін реакциялардың екінші есептік спектрі $S_d(T)$ 7.3.2.1-тармаққа ескертпедегі нұсқауларға сәйкес (А.6.5) - (А.6. 8) өрнектермен айқындалады.

$$0 \leq T \leq 0,2 \text{ с: } S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] = 0,4(0,667 - 0,741 \cdot T)g \\ \geq a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222g \end{cases} \quad (\text{A.6.5})$$

$$0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ с: } S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222g \quad (\text{A.6.6})$$

$$0,44 \leq T \leq 6,0 \text{ с: } S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = \frac{0,098}{T}g, \quad (\text{A.6.7})$$

$$6,0 \leq T \text{ с: } S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] = \frac{0,587}{T^2}g, \quad (\text{A.6.8.})$$

(А.6.5)-(А.6.8) сәйкес құрылған реакциялардың бірінші есептік спектрінің ординаттарының сандық мәндері А.7 кестесінде келтірілген.

А.7 кестесі - Ғимараттың бойлық және көлденең бағыты үшін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің көлденең құрауыштарын сипаттайтын екінші есептеу спектрінің ординаттарының мәні

<i>T, с</i>	0	0,05	0,1	0,15	0,44	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85
<i>S_d(T), g</i> үлестерінде	0,267	0,252	0,237	0,222	0,222	0,196	0,163	0,140	0,122	0,115
<i>T, с</i>	0,9	0,95	1	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
<i>S_d(T), g</i> үлестерінде	0,109	0,103	0,098	0,082	0,65	0,049	0,033	0,025	0,020	0,016

А.6. 3 Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің тік құрауышын сипаттайтын реакциялардың үшінші есептеу спектрін құру

Реакцияның үшінші есептеу спектрін құру кезінде келесі бастапқы деректер назарға алынды:

- $a_{vg} = 0,32g$;
- $T_{Bv} = 0,05 \text{ с}$, $T_{Cv} = 0,2 \text{ с}$ и $T_{Dv} = 2,0 \text{ с}$, $k = 0,6$ (6.6-кестені қараңыз, топырақ жағдайларының типі ІБ);
- $q_v = 1,5$ (7.3.2.2 қараңыз);

Қаралып отырған ғимаратты есептеу кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің тік құрауышы үшін $S_{vd}(T)$ есептік реакцияларының үшінші спектрі (7.10) – (7.11) өрнектермен анықталады:

$$0 \leq T_v \leq 0,05 \text{ с: } S_{vd}(T) \begin{cases} = a_{vg} \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T_v}{T_{Bv}} \cdot \left(\frac{2,25}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] = 0,32(0,667 + 16,67 \cdot T)g \\ \geq a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q_v} = 0,48g \end{cases} \quad (\text{A.6.9})$$

$$0,05 \leq T \leq 0,20 \text{ с: } S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q_v} = 0,48g, \quad (\text{A.6.10})$$

$$0,20 \leq T \leq 2,0 \text{ с: } S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k = \frac{0,183}{T_v^k}g, \quad (\text{A.6.11})$$

Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің тік құрауышын сипаттайтын реакциялардың үшінші есептік спектрінің ординаттарының сандық мәндері А.8-кестесінде келтірілген.

А.8 кестесі - Биік ғимарат үшін екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің тік құрауышын сипаттайтын есептеу спектрінің ординаттарының мәндері

T, c	0	0,05	0,20	0,225	0,25	0,275	0,3	0,35	0,4	0,45
$S_{vd}(T), g$ үлестерінде	0,48	0,48	0,48	0,447	0,42	0,397	0,376	0,343	0,317	0,295
T, c	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1,0
$S_{vd}(T), g$ үлестерінде	0,277	0,262	0,248	0,237	0,226	0,217	0,209	0,202	0,195	0,183
T, c	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$S_{vd}(T), g$ үлестерінде	0,173	0,164	0,156	0,149	0,143	0,138	0,133	0,128	0,124	0,121

А.7 Есептік сейсмикалық жағдайларда ескерілетін ғимарат массасы

Есептік сейсмикалық әсердің инерциялық әсерлері барлық гравитациялық жүктемелермен байланысты массалардың болуын ескере отырып анықталды, олардың мәндерін ҚР НТҚ-08-01.2-2021 4-бөлімінде келтірілген қағидаларға сәйкес анықтау керек:

$$\sum_k G_{k,j} + \sum_i [\psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}],$$

мұнда

$G_{k,j}$ -j-ші тұрақты әсердің сипаттамалық мәні;

$Q_{k,i}$ -i айнымалы әсердің сипаттамалық мәні;

Сейсмикалық әсерлердің әсер етуін есептеу кезінде ескерілетін әртүрлі жүктемелерге арналған $\psi_{E,i}$ комбинацияларының коэффициенттері келесі өрнекті пайдалана отырып анықталады (ҚР НТҚ 08-01.2-2021 4.2 қараңыз):

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2i}$$

φ және ψ_{2i} коэффициенттерінің шамасы ҚР НТҚ 08-01.2-2021 4.1 және 4.2-кестелерінде келтірілген деректерге сәйкес қабылданды.

А. 1 бөлімінде және А. 1 кестесінде келтірілген бастапқы деректерге сәйкес:

- №1 және №2 жүктемелер тұрақты болып табылады;

- №3, №4 және №5 жүктемелер айнымалыларға жатады.

№ 3 жүктемеде: $\psi_{E,1} = 0,8 \cdot 0,3 = 0,24$;

№ 4 жүктемеде: $\psi_{E,2} = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15$;

№ 5 жүктемеде: $\psi_{E,3} = 1,0 \cdot 0,0 = 0,00$ (кар).

А.8 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің есептік модельдерінде қабылданатын салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығы

А.8.1 Ғимаратты елеулі зақымдануларды шектеу және ғимараттың жоспардағы және биіктігі бойынша тұрақтылығын, салмақ түсетін темірбетон конструкцияларының қаттылығын тексеру жөніндегі талаптарға сәйкестігін тексерумен байланысты есептеулерді орындау үшін қолданылатын есептік модельде ҚР НТҚ 08-01.2-2021 6.1.6-тармағының нұсқауларына сәйкес берілді:

а) салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығы, қабырғаларды (маңдайшаларды) байланыстыратын арқалықтардан басқа, конструкциялар элементтерінің толық қималарын және темірбетон конструкцияларын жобалау бойынша қолданыстағы нормативтік

құжаттарда көрсетілген бетонның серпімділігі мен ығысу модульдерінің бастапқы мәндерін ескере отырып орнатылды (ҚР ЕЖ EN 1992-1-1 қараңыз);

б) темірбетон қабырғалардағы байланыстырушы арқалықтардың қаттылығы конструкция элементтерінің толық қималарын ескере отырып белгіленді, бірақ байланыстырушы арқалықтардың иілу және осьтік қаттылығы 0,5 төмендету коэффициентімен қабылданды (ҚР ЕЖ EN 1992-1-1 нұсқауларына сәйкес анықталатын бетонның серпімділік модульдері 2 есе азайтылды, ал ығысу модульдері өзгеріссіз берілді).

А.8.2 Ғимарат қабаттарының көлденең қисықтарының нормативтік шектеулерге сәйкестігін тексерумен, екінші ретті әсерлердің (р-Δ әсер) есептік сейсмикалық жүктемелердің шамасына әсерін анықтаумен және аралас ғимараттар арасындағы сейсмикаға қарсы жапсарлардың қажетті енін есептеумен, салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығымен байланысты есептеулерді орындау үшін қолданылатын есептік модель ҚР НТҚ 08-01.2-2021 6.1.7-тармағының нұсқауларына сәйкес берілген.

Осы тармаққа сәйкес барлық салмақ түсетін темірбетон конструкциялардың қаттылығы конструкция элементтерінің толық қималарын ескере отырып анықталды, бірақ бетонның серпімділігі мен ығысу модульдері ҚР ЕЖ EN 1992-1-1 көрсетілгендерден 0,5 төмендету коэффициентімен қабылданды.

А.9 Биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде ескерілетін есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтау. Сейсмикалық әсерлердің комбинациясы

Ғимаратқа есептелген сейсмикалық жүктемелерді анықтау үшін спектрлік-модальды әдіс қолданылды.

Ғимаратқа сейсмикалық әсердің көлденең құрауышынан есептелген сейсмикалық жүктеме 7.2.1 сәйкес анықталды:

$$F_{ik} = \gamma_{ih} \cdot S_d(T_i) \cdot m_{ik},$$

мұнда

γ_{ih} -мультимодальды коэффициент, оның мәні 1,8 болуы керек (7.2.1 қараңыз);

$S_d(T_i)$ - А 6.1-ге сәйкес құрылған есептік реакциялар спектрінің мәні.

Ғимаратқа сейсмикалық әсердің тік құрауышынан есептелген сейсмикалық жүктеме 7.2.2-ге сәйкес анықталды:

$$F_{ikv} = \gamma_{iv} \cdot S_{dv}(T_{vi}) \cdot m_{ik},$$

мұнда

γ_{iv} -мультимодальды коэффициент, оның мәні 1,5 болуы керек (7.2.2 қараңыз);

$S_{dv}(T_{vi})$ – А.6. 3-ке сәйкес құрылған үдеулердегі есептік реакциялар спектрінің мәні.

Сейсмикалық әсерлердің әсерін спектрлік-модальды әдіспен анықтау кезінде ғимараттың жалпы реакциясына айтарлықтай әсер ететін тербелістердің барлық түрлері ескерілді.

Сейсмикалық әсердің әрбір бағыты үшін тиімді модальды массалардың қосындысы ғимараттың жалпы массасының 90%-дан астамын құрады (7.2.4 қараңыз).

7.2.1-ге сәйкес анықталатын көлденең сейсмикалық жүктемелерден басқа, ғимарат массаларының орналасуындағы белгісіздіктерге және сейсмикалық қозғалыстың кеңістіктік вариацияларына байланысты жоспардағы ғимараттың кездейсоқ бұралу әсері де ескерілді.

Кездейсоқ бұралу әсерін есепке алу үшін ғимараттың әр қабатындағы массалар номиналды позицияға қатысты көлденең сейсмикалық күштердің ортогональды бағытында e_{ak} қашықтығына ығыстырылған деп қаралды (7.3.5 қараңыз):

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek},$$

мұнда

e_{ak} - ғимараттың барлық қабаттарында бірдей бағытта қабылданған k -қабат массасының кездейсоқ эксцентриктілігі;

L_k - сейсмикалық күштердің әрекет ету бағытына перпендикуляр бағытта k – қабаттың үстіндегі жабынның мөлшері ($L=59,4$ М – барлық қабаттар үшін ғимараттың бойлық бағытында және $L=31,4$ М-барлық қабаттар үшін ғимараттың көлденең бағытында);

f_{ek} - 7.3.5.3 сәйкес анықталатын k -қабат деңгейіндегі жоспардағы ғимараттың тұрақсыздығын ескеретін коэффициент (ғимараттар жоспарындағы тұрақты $f_{ek} = 1,0$ үшін).

Кездейсоқ эксцентриситеттердің шамалары қабылданды (7.16 қараңыз):

– ғимараттың бойлық бағытында $e_{ak} = \pm 2,97$ м;

– ғимараттың көлденең бағытында $e_{ak} = \pm 1,57$ м.

Сейсмикалық әсердің бір құрауышынан модальды реакциялардың комбинациясы 7.3.6.1.2-ге сәйкес «квадраттар қосындысының квадрат түбірі» процедурасын қолдану арқылы жасалды (square Root of the Sum of the Squares – SRSS):

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2}$$

Сейсмикалық әсердің үш құрауышынан әсердің комбинациясы (кездейсоқ эксцентрициялар болған және болмаған кезде) 7.3.6.3.1-тармақтың нұсқауларына сәйкес λ коэффициентінің мәні 0,3-ке тең болған кезде анықталды (7.3.6.2.2-қараңыз):

$$\pm E_{Edx} \pm 0,3E_{Edy} \pm 0,3E_{Edz}$$

$$\pm 0,3E_{Edx} \pm E_{Edy} \pm 0,3E_{Edz}$$

$$\pm 0,3E_{Edx} \pm 0,3E_{Edy} \pm E_{Edz};$$

Тұрақты немесе өтпелі есептік жағдайлар үшін әсер етулер комбинациясы (6.10) ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1: 2005/2011 өрнегіне сәйкес анықталды:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Сейсмикалық жобалау ситуациялары үшін әрекеттердің комбинациясы ҚР СС EN 1990: 2002 + A1: 2005/2011 өрнегіне (6.12b) сәйкес анықталды:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_{Ed} "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

γ және ψ коэффициенттерінің мәндері ҚР СП EN 1990: 2002 + A1: 2005/2011 және NP ҚР SP EN EN 1990: 2002 + A1: 2005/2011 сәйкес қабылданды.

Қарастырылып отырған ғимараттың есебі оның топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып жүргізілді. Бұл ретте, іргетас тақтасына оның жазықтықта көлденең қозғалуына және тік осьтің айналуына тыйым салатын байланыстар салынады. Топырақ негізінің төсеніш коэффициентінің мәні $C1=150000$ кН/м³-тен алынды.

Есептеулерді орындау кезінде көлденең жазықтықтағы қабатаралық аражабындар мен жабындардың нақты қаттылығы ескерілді.

Конструктивтік емес элементтердің ғимараттың қаттылығына әсері есептеуде ескерілмеді.

А.10 Ғимараттың тербеліс кезеңдері мен нысандары

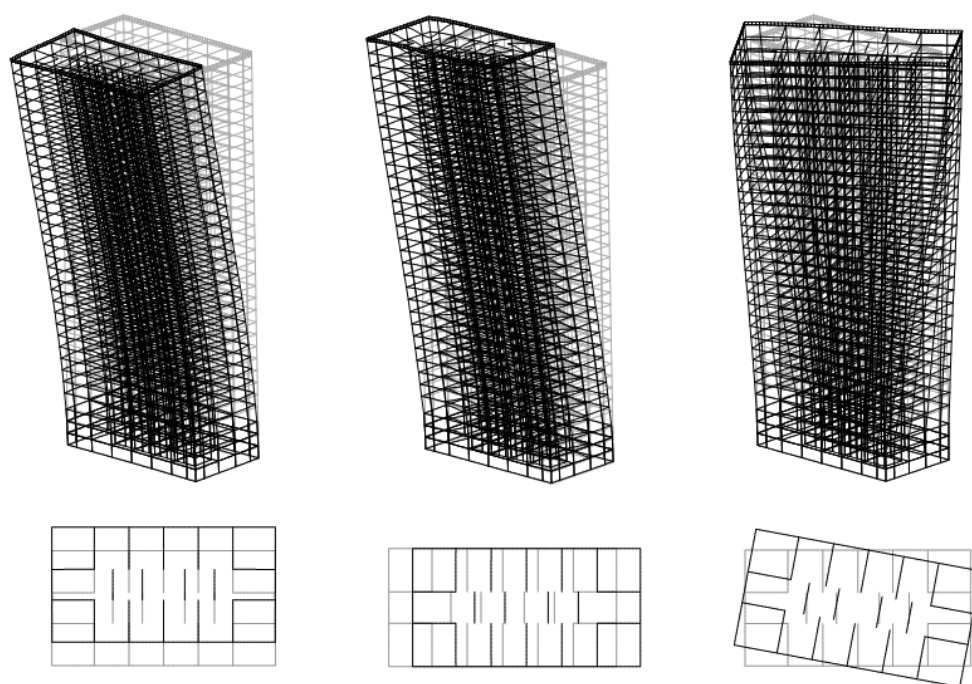
Кездейсоқ эксцентриктері ескерусіз анықталған ғимараттың меншікті тербелістерінің алғашқы 10 нысанының кезеңдері А. 9 кестесінде келтірілген. Алғашқы үш тон бойынша ғимараттың тербелістерінің өзіндік формалары А.5 суретінде сұлба түрінде көрсетілген.

Бойлық бағытта кездейсоқ эксцентрицияны ескере отырып анықталған ғимараттың табиғи тербелістерінің алғашқы 10 нысанының кезеңдері А.9 кестесінде келтірілген.

Көлденең бағыттағы кездейсоқ эксцентриктерілерді ескере отырып анықталған ғимараттың табиғи тербелістерінің алғашқы 10 нысанының кезеңдері А.11 кестесінде келтірілген.

А.9 кестесі - Кездейсоқ эксцентриктерілерді есепке алмай анықталған ғимараттың өзіндік тербеліс кезеңдерінің мәні

Ғимараттың меншікті тербеліс формасының нөмірі	Табиғи тербелістердің формалары		Меншікті тербеліс кезеңдері, с
1	Ғимараттың тербелістерінің алғашқы формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	3,068
2		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	1,661
3		бұралу жоспары	1,568
4	Ғимараттың тербелістерінің екінші формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	0,799
5		бұралу жоспары	0,562
6		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	0,483
7	Ғимараттың тербелістерінің үшінші формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	0,356
8		бұралу жоспары	0,308
10		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	0,260
9		Тік	0,290



А.5 суреті Ғимараттың өзіндік үдемелі тербелістерінің нысандары

А.10 кестесі – Ғимараттың бойлық бағытында эксцентриктілігі бар ғимараттың меншікті тербеліс кезеңдерінің мәндері $e_{ak} = +2,97$

Ғимараттың меншікті тербеліс формасының нөмірі	Табиғи тербелістердің формалары		Меншікті тербеліс кезеңдері, с
1	Ғимараттың тербелістерінің алғашқы формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	3,074
2		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	1,662
3		бұралу жоспары	1,569
4	Ғимараттың тербелістерінің екінші формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	0,803
5		бұралу жоспары	0,561
6		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	0,485
7	Ғимараттың тербелістерінің үшінші формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	0,362
8		бұралу жоспары	
10		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	
9		Тік	

А.11 кестесі – Ғимараттың көлденең бағытында эксцентриситеті бар ғимараттың меншікті тербеліс кезеңдерінің мәндері $e_{ak} = +1,57$

Ғимараттың меншікті тербеліс формасының нөмірі	Табиғи тербелістердің формалары		Меншікті тербеліс кезеңдері, с
1	Ғимараттың тербелістерінің алғашқы формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	3,069
2		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	1,678
3		бұралу жоспары	1,554
4	Ғимараттың тербелістерінің екінші формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	0,800
5		бұралу жоспары	0,565
6		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	0,481
7	Ғимараттың тербелістерінің үшінші формалары	ғимараттың көлденең бағытында аудармалық	0,357
8		бұралу жоспары	0,310
10		бойлық бағытта түсетін ғимараттар	0,263
9		Тік	0,298

А.11 Жоспардағы және биіктіктегі ғимараттың тұрақтылығын тексеру

А. 11. 1 жоспардағы ғимараттың тұрақтылығын тексеру

Жоспардағы ғимараттардың тұрақтылығын тексеру ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2-кіші бөлімінің нұсқауларына сәйкес жүргізілді. Жоспардағы ғимараттың тұрақтылығын тексеру нәтижелері мыналарды көрсетеді.

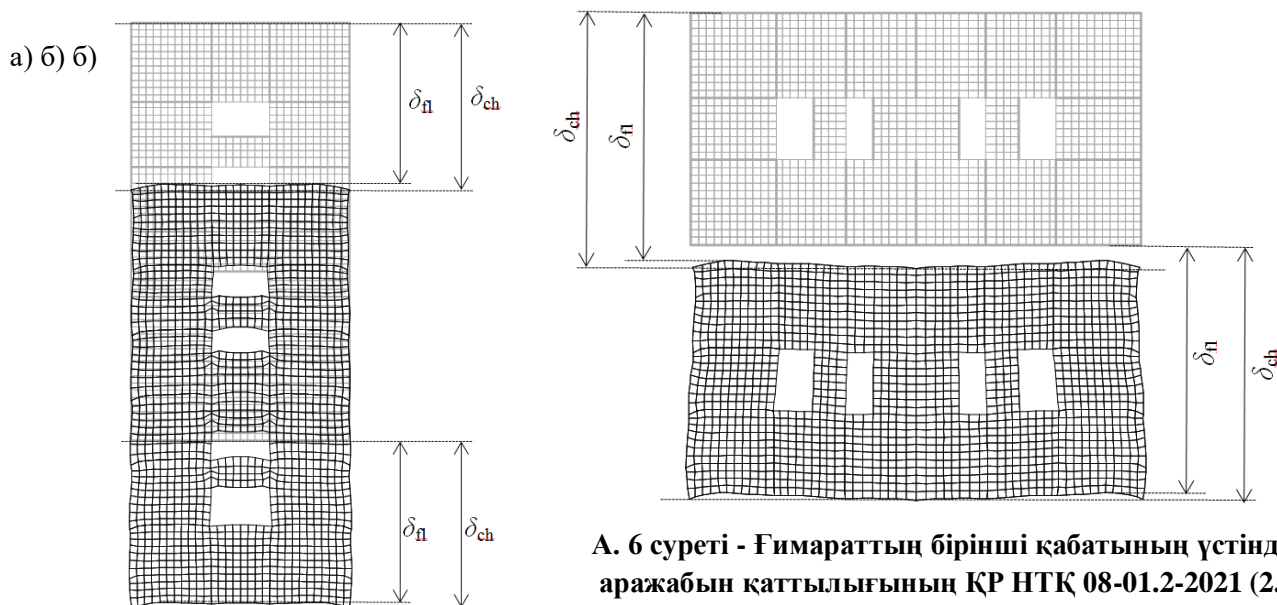
а) Ғимараттың конструктивтік жүйесі ҚР НТҚ 08-01. 2-2021 3.2.1.1 а) шартын қанағаттандырады - оның сейсмикалық әсерлерге төзімділігін қамтамасыз ететін, координациялық осьтердің бағыттарымен сәйкес келетін ортогональды бағыттардағы жоспарда бағдарланған биік ғимараттың конструктивтік жүйесінің барлық тік элементтері;

б) Ғимараттың конструктивтік жүйесі ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2.1.1 б) шартын қанағаттандырады – екі басты ортогональды көлденең бағыттағы (X және Y) ғимараттың конструктивтік жүйесі тербелістерінің негізгі (төменгі) меншікті нысандарының кезеңдері тербелістердің жоспардағы негізгі бұралу кезеңінен асады (А. 9 кестесін және А. 6 суретін қараңыз);

в) Ғимараттың конструктивтік жүйесі екі көлденең бағытта ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2.1.1 в) шартын қанағаттандырады - ғимараттың конструктивтік жүйесі жоспардағы массалар мен қаттылықтардың симметриялық таралуына ие, ал бас көлденең осьтер бағыттарындағы жабындардың шеткі нүктелерінің есептік көлденең орын ауыстыруларының ең жоғарғы (δ_{kmax}) және орта арифметикалық (δ_{kav}) мәндері бірдей;

г) Ғимараттың конструктивтік жүйесі ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2.1.1 г) шартын қанағаттандырады – нақты иілгіштігін ескере отырып және абсолюттік қаттылық болжамында айқындалған аражабындардың есептік көлденең орын ауыстырулары бір-бірінен 3-5% артық емес ерекшеленеді (жер асты қабаттарының үстінде орналасқандарды қоспағанда). ҚР НТҚ 08-01.2-2021 2.2.5.4-тармағына сәйкес ғимараттың жер үсті қабаттарының үстіндегі барлық аражабындарды өз жазықтығындағы қатты дискілер ретінде жіктеуге болады.

ҚР НТҚ 08-01.2-2021 (2.2) шартына сәйкестігін ғимараттың бірінші жер үсті қабатының үстіндегі (ғимараттың конструктивтік жүйесінде өз жазықтығында барынша деформацияланған) аражабын жоспарындағы тексеру мысалы А.8 суретінде көрсетілген.



сүйене отырып, ғимараттың жер асты бөлігін бүкіл периметр бойынша іргелес топырақ массивтерімен байланысатын қатқыл төменгі бөлік ретінде жіктеуге болады

3.2.1.1 в) тармағына ескертпеге сәйкес ғимараттың төменгі қатты бөлігі ретінде жіктелген ғимараттың жер асты бөлігі үшін 3.2.1.1 в) шарты жер асты қабаттарының үстіндегі аражабындар үшін тексермеуге жол беріледі.

д) ғимараттың конструктивтік жүйесі ҚР НТҚ 08-01. 2-2021 3.2.1.1 д) шартын қанағаттандырады - ғимараттың жоспардағы иілгіштігі (жоспардағы ғимараттың L_{\max} ұзын жағының L_{\min} ортогональды қысқа жағына қатынасы) 4-тен аспайды ($\lambda = L_{\max}/L_{\min} = 59,4/31,4 = 1,89 \leq 4$);

е) ғимараттың конструктивтік жүйесі ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.2.1.1 е) шартын қанағаттандырады – ғимараттың жоспардағы конфигурациясы жинақы болып табылады, яғни ғимараттың әрбір қабаты кертпештер мен шығыңқы жерлері жоқ дөңес тіктөртбұрышты құрайтын полигональды сызықпен шектеледі.

Қорытынды. Орындалған тексерулер нәтижесінде 30 қабатты ғимаратты жоспарда тұрақты деп жіктеу керек екендігі анықталды.

А. 11.2 Ғимараттың биіктігі бойынша тұрақтылығын тексеру

Ғимараттардың биіктігі бойынша тұрақтылық өлшемшарттары ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3-тармағының нұсқауларына сәйкес тексерілді. Қаралып жатқан ғимараттың биіктігі бойынша тұрақтылығын тексеру нәтижелері мыналарды көрсетеді.

а) ғимараттың конструктивтік жүйесі ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 а) шартын қанағаттандырады – ғимаратқа келетін көлденең сейсмикалық жүктемелерді қабылдайтын барлық тік салмақ түсетін конструкциялар олардың негіздерінен ғимараттың жоғарғы жағына дейінгі биіктігі бойынша үздіксіз болып табылады (іргетас тақтасынан қаттылық өзегінің қабырғалары, ал бағаналар қатты жер асты бөлігінің жоғарғы жағынан).

б) Ғимараттың конструктивтік жүйесін ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 б) тармағы бойынша тексеру орындалмады, өйткені ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 в) тармағына ескертпеге сәйкес ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 в) тармағы бойынша тексерулер орындалды.

в) Биіктігі бойынша аралас ғимарат қабаттарының қаттылығы (жоғарғысынан басқа) ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 в) шартына сәйкестігіне тексерілді:

$$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25 ;$$

мұнда

$d_{e,k}$ және $d_{e,k+1}$ - есептік сейсмикалық жүктемелерге жауап беретін, тиісінше k қабаты мен k+1 қабатының жоғарғы және төменгі жабындыларының орташа көлденең орын ауыстыруларының айырмашылығы; $d_{e,k}$ және $d_{e,k+1}$ анықтау кезінде кездейсоқ бұралу әсері ескерілмейді;

h_k және h_{k+1} - K және k+1 қабаттарының биіктігі;

Орындалған есептеулердің нәтижелері А.12 кестесінде келтірілген. Кестелерде келтірілген мәліметтерден шығатыны, биіктігі бойынша аралас қабаттардың көлденең қаттылығының ара қатынасы ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 в) шартына сәйкес келеді.

г) ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1 в) тармағының (3.4) шарты долбарлап орындалды деп санауға рұқсат етіледі, өйткені ғимараттың жоғарғы екі қабатының қаттылығы мен салмағы арасындағы елеулі айырмашылықтар шамалы ҚР НТҚ 08-01.2-2021 3.3.1.1-тармағына ескертпені қараңыз).

Қорытынды. Орындалған тексерулер нәтижесінде 30 қабатты ғимаратты биіктігі

бойынша тұрақты деп жіктеу керек екендігі анықталды.

А.12 кестесі - Ғимараттың биіктігі бойынша тұрақтылық жағдайын тексеру нәтижелері

Қабат	$h_k, \text{м}$	Бойлық бағытта		Көлденең бағытта	
		$d_{e,k}, \text{мм}$	$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25$	$d_{e,k}, \text{мм}$	$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25$
-3	4,2	0,551	0,613	1,217	0,618
-2	4,2	0,899	0,727	1,968	0,804
-1	4,2	1,237	0,372	2,448	0,594
1	6,0	4,748	1,154	5,883	0,976
2	4,2	2,879	0,964	4,219	0,928
3	4,2	2,987	0,958	4,546	0,927
4	4,2	3,118	0,951	4,904	0,933
5	4,2	3,278	0,974	5,254	0,942
6	4,2	3,365	0,983	5,577	0,951
7	4,2	3,423	0,987	5,867	0,959
8	4,2	3,469	0,987	6,121	0,962
9	4,2	3,516	0,992	6,363	0,968
10	4,2	3,543	0,949	6,573	0,948
11	4,2	3,735	0,989	6,930	0,973
12	4,2	3,776	0,989	7,120	0,978
13	4,2	3,817	0,988	7,281	0,979
14	4,2	3,864	0,986	7,436	0,981
15	4,2	3,917	0,983	7,577	0,985
16	4,2	3,984	0,977	7,695	0,987
17	4,2	4,078	0,939	7,795	0,960
18	4,2	4,343	0,997	8,124	0,988
19	4,2	4,358	0,993	8,221	0,987
20	4,2	4,387	1,001	8,328	0,990
21	4,2	4,382	1,006	8,416	0,991
22	4,2	4,354	1,012	8,494	0,995
23	4,2	4,303	1,016	8,538	0,998
24	4,2	4,235	1,010	8,555	0,997
25	4,2	4,193	1,029	8,583	1,003
26	4,2	4,073	1,041	8,554	1,006
27	4,2	3,912	1,050	8,500	1,009
28	4,2	3,725	1,058	8,423	1,014
29	4,2	3,520	1,090	8,307	1,036
30	4,2	3,228	—	8,022	—

А.12 Залалды шектеу жөніндегі талап. Бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде қабаттардың ең жоғарғы көлденең қисаюын анықтау

Залалды шектеу жөніндегі талаптарды тексеру кезінде:

– ғимараттың конструктивтік элементтерінің қаттылығы осы НТҚ А.8. 2 сәйкес есептік модельде қабылданды;

– ғимаратқа есептік көлденең және тік сейсмикалық жүктемелердің шамасы А.6.2 және А.6. 3 кіші бөлімдерінде келтірілген реакциялардың есептік спектрлерін пайдалана отырып анықталды;

– ғимараттың жалпы есептеулерін орындау кезінде кездейсоқ эксцентриситтер беріліп, ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуі ескерілді;

– ғимараттың жобалық моделінде көлденең жазықтықтағы қабатаралық аражабындар мен жабындардың нақты қаттылығы ескерілді;

– конструктивтік емес элементтердің ғимараттың қаттылығына әсері есептеуде ескерілмеді.

8.2-тармаққа сәйкес қабаттардың көлденең ауытқуларына мынадай шектеулер залалды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын тексеру кезінде ескерілуі тиіс:

– конструктивтік жүйеге қатаң бекітілген, сынғыш материалдан жасалған салмақ түспейтін конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,0025h;$$

– конструктивтік жүйеге бекітілген пластикалық салмақ түспейтін конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,00375h;$$

– конструктивтік жүйенің деформациясына әсер етпейтіндей етіп бекітілген салмақ түспейтін конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін, сондай-ақ салмақ түспейтін конструктивтік элементтері жоқ ғимараттар үшін

$$d_{rs}v \leq 0,005h,$$

мұнда

d_{rs} – 7.4.2 және 8.3-тармақтардың нұсқауларына сәйкес есептелген қабаттың көлденең ауытқуы;

h – қабат биіктігі;

v – 0,25 болып қабылданатын редуция коэффициенті (осы НТҚ 6.1.2 және ҚР НТҚ 08-01.1-2017 4.1.2 қараңыз).

D_{rs} мәні екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде қабаттың көлденең ауытқу шамасын сипаттайды.

Редуция коэффициенті v залалды шектеу талаптарын тексеру кезінде назарға алынатын бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің қарқындылығы мен жойылудың болмауын тексеру кезінде назарға алынатын екінші деңгейдегі сейсмикалық әсердің қарқындылығы арасындағы қатынасты көрсетеді.

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден шығатыны, бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде қарастырылып отырған ғимарат қабаттарының шекті көлденең ауытқуына шектеулер келесі $d_{rs} v$ шамаларынан аспауы керек:

а) конструктивтік жүйеге қатты бекітілген сынғыш материалдан жасалған салмақ түспейтін конструктивтік элементтерде:

– қабат үшін биіктігі 6000 мм - 15 мм;

– биіктігі 4200 мм қабаттар үшін - 10,5 мм.

б) конструктивтік жүйеге бекітілген иілмелі салмақ түспейтін конструктивтік элементтерде:

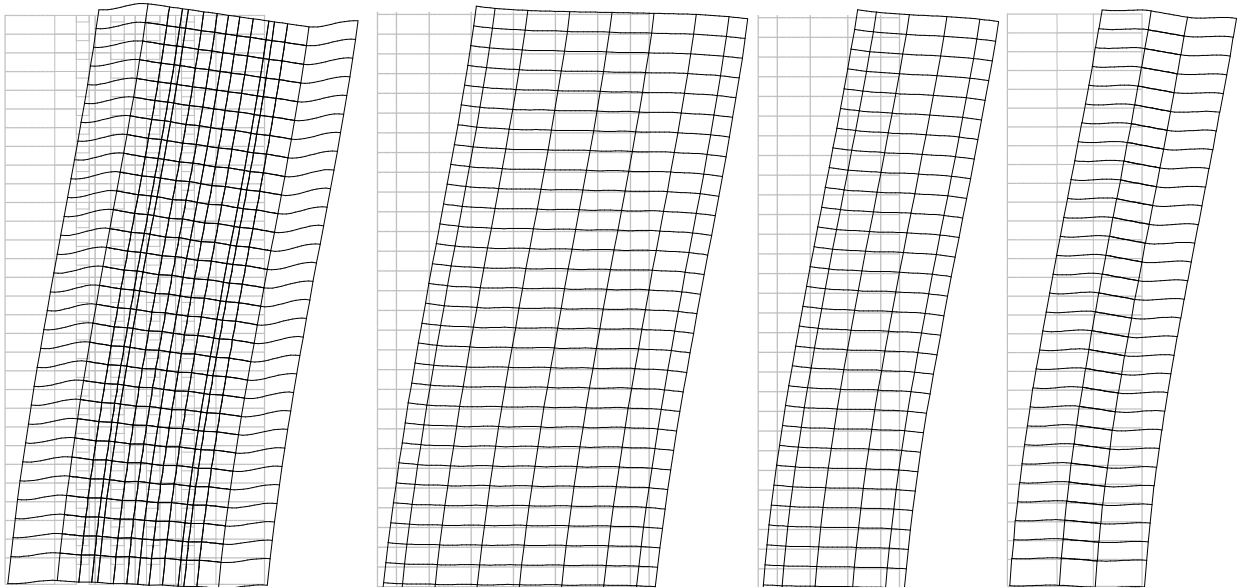
- қабат үшін биіктігі 6000 мм-22,5 мм;
- биіктігі 4200 мм қабаттар үшін - 16,9 мм.

в) конструктивтік жүйенің деформациясына әсер етпейтіндей етіп бекітілген салмақ түспейтін конструктивтік элементтерде:

- қабат үшін биіктігі 6000 мм-30 мм;
- биіктігі 4200 мм қабаттар үшін - 21 мм.

Ғимараттың конструктивтік жүйесінің деформациясын оның негізгі тондары бойынша ауытқуы кезінде сипаттайтын схемалар А. 7 суретінде көрсетілген.

а) б) в) г)



А. 7 суреті - бойлық (а, б) және көлденең (в, г) бағыттардағы негізгі тондар бойынша тербелістер кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесінің деформациялану схемалары:

а) Г осі; б) Е осі; в) 1-ось; 3-ось

Конструктивтік жүйенің залалды шектеу талаптарына сәйкестігін тексеру 1 және Г осьтері бағыттарындағы қабаттардың көлденең ауытқуларының мәндерін салыстыру нәтижелері бойынша жүргізілді.

Конструктивтік жүйені 1-ось бойынша тексеру (8.7) өрнекті қолдана отырып, орындалды:

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} - h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Конструктивтік жүйені Г осі бойынша тексеру (8.8) өрнекті қолдана отырып, орындалды:

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} + h \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

Орындалған тексерулердің нәтижелері А.13 және А. 14 кестелерде келтірілген.

Орындалған есептеулердің нәтижелерінен шығатыны, ғимараттың қаралып отырған конструктивтік жүйесінің барлық қабаттарының есептік ең жоғары көлденең ауытқулары бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсер кезінде белгіленген шектерден (а)-в) тармақтарын қараңыз) және А.14 және А. 15 кестелерінде келтірілген деректерден аспайды.

Қорытынды. Ғимараттың конструктивтік жүйесі залалды шектеу жөніндегі талапқа жауап береді.

А.13 кестесі - Бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде 1/В-Г осі бойынша рама қабаттарының көлденең ауытқуы

Қабат нөмірі	h , мм	d_e , мм	$d_s = q_d \cdot d_e$, мм	$d_r = d_{s,k+1} - d_{s,k}$, мм	$q_d \cdot h \cdot \text{tg } \alpha$, мм	d_{rs} , мм	$v \cdot d_{rs}$, мм	$v \cdot d_{rs} / h$
Іргетас	—	0,000	0,000	—	—	—	—	—
-3	4200	1,070	4,815	4,815	0,559	2,299	0,575	0,00014
-2		2,233	10,049	5,234	0,603	2,521	0,630	0,00015
-1		3,317	14,927	4,878	0,612	2,123	0,531	0,00013
1	6000	16,247	73,112	58,185	0,950	53,912	13,478	0,00225
2	4200	22,593	101,669	28,557	0,692	25,443	6,361	0,00151
3		29,251	131,630	29,961	0,730	26,677	6,669	0,00159
4		36,364	163,638	32,009	0,780	28,498	7,124	0,00170
5		43,911	197,600	33,962	0,838	30,191	7,548	0,00180
6		51,825	233,213	35,613	0,902	31,554	7,889	0,00188
7		60,050	270,225	37,013	0,970	32,647	8,162	0,00194
8		68,516	308,322	38,097	1,041	33,412	8,353	0,00199
9		77,228	347,526	39,204	1,114	34,191	8,548	0,00204
10		85,907	386,582	39,055	1,190	33,700	8,425	0,00201
11		95,641	430,385	43,803	1,265	38,112	9,528	0,00227
12		105,454	474,543	44,159	1,366	38,014	9,503	0,00226
13		115,380	519,210	44,667	1,465	38,076	9,519	0,00227
14		125,446	564,507	45,297	1,562	38,266	9,567	0,00228
15		135,632	610,344	45,837	1,658	38,376	9,594	0,00228
16		145,872	656,424	46,080	1,751	38,201	9,550	0,00227
17		155,863	701,384	44,959	1,839	36,684	9,171	0,00218
18		166,958	751,311	49,928	1,924	41,269	10,317	0,00246
19		177,894	800,523	49,212	2,041	40,029	10,007	0,00238
20		188,863	849,884	49,361	2,154	39,670	9,917	0,00236
21		199,855	899,348	49,464	2,266	39,267	9,817	0,00234
22		210,887	948,992	49,644	2,375	38,958	9,740	0,00232
23		221,942	998,739	49,748	2,477	38,599	9,650	0,00230
24		233,004	1048,518	49,779	2,576	38,189	9,547	0,00227
25		244,137	1098,617	50,099	2,668	38,095	9,524	0,00227
26		255,234	1148,553	49,937	2,753	37,550	9,387	0,00224
27		266,279	1198,256	49,702	2,829	36,973	9,243	0,00220
28		277,225	1247,513	49,257	2,895	36,228	9,057	0,00216
29		287,911	1295,600	48,087	2,951	34,810	8,702	0,00207
30		297,381	1338,215	42,615	2,991	29,156	7,289	0,00174
Ескертпе - $\cos \alpha \approx 1$, $q_d = 4,5$, $v = 0,25$ мәндері.								

А.14 кестесі - Бірінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде В/1-3 осі бойынша рама қабаттарының көлденең ауытқуын анықтау

Қабат нөмірі	h , мм	d_e , мм	$d_s = q_d \cdot d_e$, мм	$d_r = d_{s,k+1} - d_{s,k}$, мм	$q_d \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha$, мм	d_{rs} , мм	$v \cdot d_{rs}$, мм	$v \cdot d_{rs} / h$
Іргетас	—	0,000	0,000	—	—	—	—	—
-3	4200	0,618	2,779	2,779	3,349	6,127	1,532	0,00036
-2		2,060	9,268	6,489	5,261	11,750	2,938	0,00070
-1		4,190	18,855	9,587	6,739	16,326	4,081	0,00097
1	6000	9,320	41,938	23,083	11,163	34,246	8,562	0,00143
2	4200	13,025	58,613	16,675	8,910	25,585	6,396	0,00152
3		16,791	75,560	16,947	9,459	26,406	6,601	0,00157
4		20,706	93,177	17,618	10,038	27,655	6,914	0,00165
5		24,803	111,614	18,437	10,557	28,993	7,248	0,00173
6		29,002	130,507	18,893	11,199	30,092	7,523	0,00179
7		33,265	149,690	19,184	11,782	30,965	7,741	0,00184
8		37,570	169,065	19,375	12,422	31,797	7,949	0,00189
9		41,916	188,622	19,557	13,014	32,571	8,143	0,00194
10		46,315	208,418	19,796	13,596	33,391	8,348	0,00199
11		50,853	228,839	20,421	14,263	34,684	8,671	0,00206
12		55,443	249,491	20,653	14,721	35,374	8,844	0,00211
13		60,059	270,263	20,772	15,137	35,909	8,977	0,00214
14		64,702	291,159	20,896	15,513	36,409	9,102	0,00217
15		69,380	312,208	21,049	15,862	36,911	9,228	0,00220
16		74,119	333,536	21,328	16,192	37,520	9,380	0,00223
17		78,971	355,370	21,834	16,515	38,349	9,587	0,00228
18		84,022	378,097	22,727	16,905	39,632	9,908	0,00236
19		89,105	400,973	22,876	17,079	39,954	9,989	0,00238
20		94,210	423,943	22,970	17,204	40,174	10,044	0,00239
21		99,303	446,864	22,921	17,292	40,213	10,053	0,00239
22		104,369	469,661	22,797	17,335	40,132	10,033	0,00239
23		109,404	492,318	22,658	17,340	39,997	9,999	0,00238
24		114,392	514,764	22,446	17,307	39,753	9,938	0,00237
25		119,354	537,091	22,327	17,247	39,574	9,893	0,00236
26		124,221	558,992	21,902	17,184	39,085	9,771	0,00233
27		128,961	580,322	21,330	17,065	38,395	9,599	0,00229
28		133,545	600,953	20,630	16,916	37,546	9,386	0,00223
29		137,956	620,800	19,847	16,752	36,600	9,150	0,00218
30		142,117	639,527	18,727	16,605	35,331	8,833	0,00210
Ескертпе - $\cos \alpha \approx 1$, $q_d = 4,5$, $v = 0,25$ мәндері.								

А.13 Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде ғимаратқа есептік жүктемелер шамасына екінші түрдегі әсерлердің (р-Δ әсерлер) әсер етуін тексеру

Қаралып отырған ғимаратқа келетін көлденең есептік сейсмикалық жүктемелердің шамасына екінші түрдегі әсерлердің (р-Δ әсерлер) әсер етуін тексеру кезінде:

– ғимараттың конструктивтік элементтерінің қаттылығы осы НТҚ А.8. 2 сәйкес есептік модельде қабылданды;

– ғимаратқа есептік көлденең және тік сейсмикалық жүктемелердің шамасы А.6.2 және А. 6. 3 кіші бөлімдерінде келтірілген реакциялардың есептік спектрлерін пайдалана отырып анықталды;

– ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуі ескерілді;

– ғимараттың жобалық моделінде көлденең жазықтықтағы қабатаралық аражабындар мен жабындардың нақты қаттылығы ескерілді;

– конструктивтік емес элементтердің ғимараттың қаттылығына әсері есептеуде ескерілмеді.

8.4 (1) сәйкес, егер ғимараттың барлық қабаттары үшін (8.2) шарт сақталса, екінші түрдегі әсерлер (р-Δ әсерлер) ескерілмеуі мүмкін:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h \cdot q_d} \leq 0,10$$

мұнда

θ – қабаттың қисаюына сезімталдық коэффициенті;

h – қарастырылып отырған қабаттың биіктігі;

P_{tot} – қаралып отырған қабаттағы және оның үстіндегі сейсмикалық есептік жағдайдағы толық гравитациялық жүктеме;

d_r – екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсерлер кезінде 7.4.1 және 8.1.2.2 нұсқауларға сәйкес анықталатын, қаралатын қабаттың жоғарғы және төменгі аражабындарының d_s орташа көлденең орын ауыстыруларының айырмасы (8.1-суретті қараңыз);

V_{tot} – екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсерлер кезінде қаралатын қабат деңгейіндегі жиынтық сейсмикалық көлденең күш;

q_d – егер өзгеше айқындалмаса, q -ге тең болатын орын ауыстыруға арналған күй коэффициенті.

7.3.6.1.4-ке сәйкес әр көлденең құрауыштан сейсмикалық әсердің E_E әсерінің ең жоғары мәні өрнектің көмегімен (7.19) «квадраттар қосындысының квадрат түбірі» (Square Root of the Sum of the Squares – SRSS) ретінде анықталды:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2},$$

Есептелген мәндер d_r , $P_{\text{жалпы}}$, $V_{\text{жалпы}}$ және θ 15 және 16-кестелерде келтірілген.

А.15 және А. 16 кестелерінде келтірілген мәліметтерден шығатыны, екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде θ коэффициентінің мәні 0,1 мәнінен аспайды.

Қорытынды. Қаралып отырған биік ғимаратқа есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде екінші түрдегі әсерлер (р-Δ әсерлер) ескерілмеуі мүмкін.

А.15 кестесі – Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың бойлық бағыты үшін θ коэффициенттерінің мәндерін анықтау

Қабат нөмірі	d_e , мм	d_s , мм	d_r , мм	P_{Tot} , кН	VOT , кН	h , мм	$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h \cdot q_d}$
-3	0,551	2,480	2,480	1132774	105266,9	4200	0,0014
-2	1,450	6,525	4,045	1079597	105051,8		0,0022
-1	2,687	12,092	5,567	1026419	104482,4		0,0029
1	7,435	33,458	21,366	979273,7	103475,1	6000	0,0075
2	10,314	46,413	12,955	936443,8	100895,1	4200	0,0064
3	13,301	59,855	13,442	897760,6	97896,68		0,0065
4	16,419	73,886	14,031	859762,7	94449,09		0,0068
5	19,697	88,637	14,751	822441	90726,5		0,0071
6	23,062	103,779	15,142	785972,4	86892,05		0,0072
7	26,485	119,183	15,404	749671,8	83006,99		0,0074
8	29,954	134,793	15,610	713539,3	79176,19		0,0074
9	33,470	150,615	15,822	677406,7	75462,75		0,0075
10	37,013	166,559	15,944	641617,6	71966,88		0,0075
11	40,748	183,366	16,807	606790,5	68808,32		0,0078
12	44,524	200,358	16,992	573824,8	66078,96		0,0078
13	48,341	217,535	17,177	540859	63674		0,0077
14	52,205	234,923	17,388	507893,3	61664,3		0,0076
15	56,122	252,549	17,626	474927,5	60080,63		0,0074
16	60,106	270,477	17,928	441961,7	58891,37		0,0071
17	64,184	288,828	18,351	409504,1	58003,53		0,0069
18	68,527	308,372	19,544	378295	57248,98		0,0068
19	72,885	327,983	19,611	348793,2	56413,7		0,0064
20	77,272	347,724	19,741	319291,4	55322,18		0,0060
21	81,654	367,443	19,719	289789,6	53883,78		0,0056
22	86,008	387,036	19,593	260287,8	52032,82		0,0052
23	90,311	406,400	19,364	231171	49730,1		0,0048
24	94,546	425,457	19,057	202054,2	46859,19		0,0043
25	98,739	444,326	18,869	173404,4	43350,93		0,0040
26	102,812	462,654	18,328	145310,3	39063,73		0,0036
27	106,724	480,258	17,604	117216,1	33776,62		0,0032
28	110,449	497,021	16,763	89121,92	27387,99		0,0029
29	113,969	512,861	15,840	61027,73	19870,84		0,0026
30	117,197	527,387	14,526	32933,55	11285,51		0,0022

А.16 кестесі – Екінші деңгейдегі есептік сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың көлденең бағыты үшін θ коэффициенттерінің мәндерін анықтау

Қабат нөмірі	$d_{e,av}$, мм	$d_{s,av}$, мм	d_r , мм	P_{Tote} , кН	VOT , кН	h , мм	$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h \cdot q_d}$
-3	1,217	5,477	5,477	1132774,00	68471,84	4200	0,0048
-2	3,185	14,333	8,856	1079597,00	68041,60		0,0074
-1	5,633	25,349	11,016	1026419,00	66930,75		0,0089
1	11,516	51,822	26,473	979273,70	65247,56	6000	0,0147
2	15,735	70,808	18,986	936443,80	62405,04	4200	0,0151
3	20,281	91,265	20,457	897760,60	59393,18		0,0164
4	25,185	113,333	22,068	859762,70	56250,98		0,0178
5	30,439	136,976	23,643	822441,00	53220,19		0,0193
6	36,016	162,072	25,096	785972,40	50492,65		0,0207
7	41,883	188,474	26,402	749671,80	48111,82		0,0218
8	48,004	216,018	27,544	713539,30	46090,33		0,0226
9	54,367	244,652	28,634	677406,70	44371,52		0,0231
10	60,940	274,230	29,578	641617,60	42892,91		0,0234
11	67,870	305,415	31,185	606790,50	41592,18		0,0241
12	74,990	337,455	32,040	573824,80	40402,64		0,0241
13	82,271	370,220	32,765	540859,00	39227,82		0,0239
14	89,707	403,682	33,462	507893,30	38077,40		0,0236
15	97,284	437,778	34,096	474927,50	36961,31		0,0232
16	104,979	472,406	34,628	441961,70	35883,59		0,0226
17	112,774	507,483	35,077	409504,10	34857,21		0,0218
18	120,898	544,041	36,558	378295,00	33893,58		0,0216
19	129,119	581,036	36,995	348793,20	32956,88		0,0207
20	137,447	618,512	37,476	319291,40	32015,37		0,0198
21	145,863	656,384	37,872	289789,60	31127,05		0,0187
22	154,357	694,607	38,223	260287,80	30348,16		0,0173
23	162,895	733,028	38,421	231171,00	29688,18		0,0158
24	171,450	771,525	38,497	202054,20	29043,66		0,0142
25	180,033	810,149	38,624	173404,40	28219,56		0,0126
26	188,587	848,642	38,493	145310,30	26908,76		0,0110
27	197,087	886,892	38,250	117216,10	24732,05		0,0096
28	205,510	924,795	37,903	89121,92	21344,33		0,0084
29	213,817	962,177	37,382	61027,73	16470,38		0,0073
30	221,839	998,276	36,099	32933,55	9946,46		0,0063

А.14 Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талаптарды тексеру.

А. 12. 1 Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың конструктивтік

элементтерін талап етілетін арқаулау

Екінші деңгейдегі сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесінің елеулі зақымдануларын шектеу жөніндегі талапты тексеру үшін:

- есептеу схемасы қолданылды, онда ғимараттың конструктивтік элементтерінің қаттылығы осы НТҚ А.8. 1 сәйкес қабылданды;

- материалдар қасиеттерінің жекеше коэффициенттерінің γ_c және γ_s мәндері былайша қабылданды:

 - тұрақты және өтпелі есептік жағдайлар үшін-1,5 және тиісінше 1,15;

 - сейсмикалық есептік жағдай үшін-1,3 және тиісінше 1,0;

- жүктеме әдісінің нәтижесінде ұзақ мерзімді процестердің бетонның сығылу кезіндегі беріктігіне әсерін және қолайсыз салдарды ескеретін α_{sc} коэффициенті былайша қабылданды:

 - тұрақты және өтпелі есептік жағдайлар үшін-0,85;

 - сейсмикалық есептік жағдай үшін-1,0;

- ғимаратқа есептелген көлденең және тік сейсмикалық жүктемелердің шамалары А.6.1 және А.6. 3-кіші бөлімдерінде анықталған реакциялардың есептік спектрлерін пайдалану арқылы анықталды.

- ғимараттың жалпы есептеулерін орындау кезінде оның топырақ негізімен өзара әрекеттесуі ескерілді.

Қабырғалардың иілмелі пластикалық деформациясы ығысудан шекті критикалық күйге жету үшін, ғимараттың жалпы есептеу нәтижесінен анықталған әрбір қабырғадағы есептік көлденең күш 1,5 есеге ұлғайтылды (ҚР НТҚ 08-01.3-2021 5.5.2-т. қараңыз).

Ғимараттың барлық салмақ түсетін конструктивтік элементтері үшін келесі теңсіздік сыналды (8.1.2.1 қараңыз):

$$E_d \leq R_d,$$

мұнда

E_d - сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін әсер ету әсерінің есептік мәні (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 6.4.3.4-т. қараңыз). E_d анықтау кезінде екінші ретті әсерлер ескерілмеді және иілу сәттерін қайта бөлу жүргізілмеді.

R_d - пайдаланылған материал үшін қабылданған ережелерге сәйкес және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оларға НТҚ 5-бөлімінде, сондай-ақ басқа да тиісті ҚР ЕЖ EN-де келтірілген конструктивтік жүйенің нақты түріне жататын модельдерге сәйкес есептелген элементтің есептік кедергісі.

Темірбетон қабырғалар мен бағаналарды арқаулау үшін А500 сыныпты арматура, ал қабырғалардағы байланыстырушы арқалықтарды арқаулау үшін А600 және А500 сыныпты арматура қолданылды.

Есептеу нәтижелері бойынша талап етілетін:

- бағандарды талап етілетін бойлық арқаулау А.17 кестесінде келтірілген.

- қабырғаларды талап етілетін тік және көлденең арқаулау А.18- А.20 кестелерінде келтірілген.

- байланыстырушы арқалықтарды диагональды арқаулау (қабырғалардағы маңдайшалар) А. 21 кестесінде келтірілген.

А.14–А. 18 кестелерінде қабылданған бағаналарды, қабырғалар мен маңдайшаларды таңбалау А. 8 суретінде көрсетілген.

Жүргізілген есептеулердің нәтижелерінен шығатыны, қабырғаларды, бағаналарды және байланыстырушы арқалықтарды талап етілетін арқаулау белгіленген ең төменгі және ең жоғарғы шектерге сәйкес келеді.

А.12. 2 Тік конструкциялардағы (қабырғалар мен бағаналардағы) нормаланған есептік осьтік күштердің белгіленген шектерге сәйкестігін тексеру

Бетонның шытынауы және боялуы салдарын азайту үшін, сондай-ақ осьтік күштердің жоғары деңгейінде элементтердің иілмелі күйінің үлкен тұрлаусыздықтарын болдырмау үшін тік конструкциялардағы (қабырғалар мен бағаналардағы) нормаланған осьтік күштердің белгіленген шектерге сәйкестігін тексеру жүргізілді.

Бастапқы бағаналарда нормаланған осьтік күштің мәні v_{dc} келесі өрнектің көмегімен анықталатын мәннен аспауы керек (ҚР НТҚ 08-01.3-2021 4.5.3.1.1-т. қараңыз):

$$v_{dc} = (N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd}) \leq 0,65 \cdot \gamma_c$$

Бастапқы қабырғаларда нормаланған осьтік күштің мәні v_d келесі өрнектің көмегімен анықталатын мәннен аспауы керек (ҚР НТҚ 08-01.3-2021 5.6.1-т. қараңыз):

$$v_{dw} = (N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd}) \leq 0,4 \cdot \gamma_w$$

Жоғарыда келтірілген өрнектерде:

γ_c - мәні келесі өрнектің көмегімен анықталуы керек коэффициент:

$$1,0 \leq \gamma_c = [1 + 0,015(n-5)] \leq 1,2$$

γ_w - мәні келесі өрнектің көмегімен анықталуы керек коэффициент

$$1,0 \leq \gamma_w = [1 + 0,04(n-5)] \leq 1,5$$

N_{Ed} – қаралып отырған конструктивтік элементтегі сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін есептік осьтік күш;

A_c - бетон элементінің көлденең қимасының ауданы;

f_{cd} - бетонның сығылу беріктігінің есептік мәні;

n - жердің жоспарлау белгісінен төмен орналасқан қабаттардан, сондай-ақ жертөле, жоғарғы техникалық және мансардтық қабаттардан басқа ғимараттағы қабаттар саны.

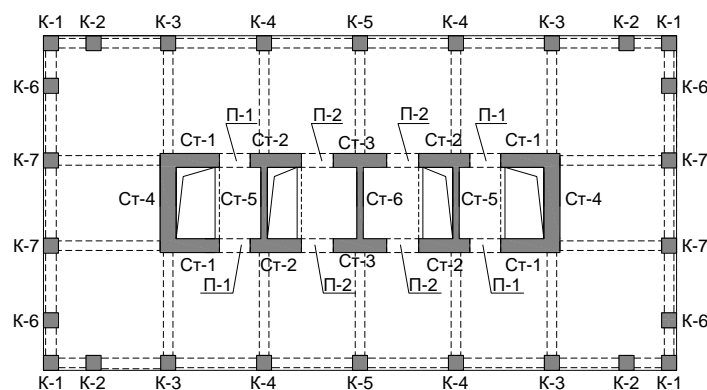
Жоғарыда келтірілген өрнектерден шығатыны, нормаланған осьтік күштердің ең жоғары мәндері мыналардан аспауы керек:

бағаналарда - 0,78;

қабырғаларда - 0,60.

Бағаналар мен қабырғаларды тексеру нәтижелері А. 22-А. 25 кестелерінде келтірілген.

Келтірілген нәтижелерден шығатыны, қаралып отырған ғимараттың барлық тік конструкцияларындағы (қабырғалар мен бағаналардағы) нормаланған есептік осьтік күштер белгіленген шектерден аспайды.



А.8 суреті – Бағаналарды, қабырғаларды және байланыстырушы арқалықтарды (маңдайшаларды) таңбалау

А.17 кестесі - К-1 - К-7 бағаналарын талап етілетін бойлық арқаулау

Қабат нөмірі	Бағандардың көлденең қимасының өлшемдері, мм		Бетонның сығылу беріктігі класы		Бағандарды есептік бойлық арқаулау, %						
	К-1	К-2 ÷ К-7	К-1	К-2 ÷ К-7	К-1	К-2	К-3	К-4	К-5	К-6	К-7
1	1400x1400	1400x1400	C45/55	C40/50	3,46	1,92	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2			C40/50		2,18	1,40	1,00	1,00	1,00	1,31	1,00
3					2,18	1,40	1,00	1,00	1,00	1,31	1,00
4					2,05	1,40	1,00	1,00	1,00	1,40	1,23
5					1,92	1,40	1,00	1,00	1,00	1,57	1,48
6					1,92	1,40	1,00	1,00	1,00	1,64	1,64
7					1,91	1,40	1,00	1,00	1,00	1,71	1,81
8					1,80	1,40	1,00	1,00	1,00	1,82	1,97
9					1,72	1,31	1,00	1,00	1,00	1,81	2,18
10					1,64	1,31	1,00	1,00	1,00	1,97	2,46
11	1200x1200	1200x1200	C35/45		2,01	1,45	1,20	1,00	1,00	2,12	2,62
12					1,94	1,45	1,20	1,00	1,00	2,23	2,79
13					1,88	1,45	1,20	1,00	1,00	2,23	2,79
14					1,80	1,37	1,20	1,00	1,00	2,23	2,79
15					1,71	1,37	1,20	1,00	1,00	2,23	2,90
16					1,62	1,34	1,20	1,00	1,00	2,23	2,97
17					1,56	1,34	1,28	1,00	1,00	2,23	3,14
18	1100x1100	1000x1000	C30/37		1,63	1,42	1,31	1,00	1,00	2,41	3,22
19					1,53	1,33	1,31	1,00	1,00	2,29	3,22
20					1,42	1,31	1,31	1,00	1,00	2,22	3,27
21					1,32	1,23	1,31	1,00	1,00	2,22	3,27
22					1,32	1,23	1,23	1,00	1,00	2,22	2,95
23					1,22	1,13	1,23	1,00	1,00	2,09	2,95
24					1,22	1,13	1,23	1,00	1,00	2,09	2,85
25					1,22	1,13	1,23	1,00	1,00	2,09	2,85
26					1,22	1,03	1,13	1,00	1,00	1,97	2,90
27					1,13	1,03	1,13	1,00	1,00	1,97	2,65
28					1,13	1,03	1,23	1,00	1,00	1,85	2,65
29					1,03	1,03	1,23	1,00	1,00	1,82	2,73
30					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

А.18 кестесі Ст-1 қабырғасын талап етілетін тік және көлденең арқаулау

Қабат нөмірі	Қабырға қалыңдығы, м	Бетон класы	l_{c1} , см	l_{c2} , см	ρ_{v1} , %	ρ_{vf} , %	ρ_{v2} , %	ρ_{hf} , %	ω_{wd}	
-3	1300	C40/50	235	200	3,33	0,25	2,35	0,12	0,584	
-2			235	200	3,33	0,25	2,35	0,16	0,587	
-1			235	200	3,33	0,25	2,35	0,25	0,581	
1			235	200	3,64	0,25	2,45	0,29	0,540	
2			200	200	2,95	0,25	1,95	0,24	0,479	
3	1100		200	200	2,82	0,20	1,95	0,25	0,503	
4			200	200	2,38	0,20	1,68	0,24	0,457	
5	900		200	200	2,55	0,20	1,79	0,27	0,512	
6			200	200	2,32	0,20	1,58	0,27	0,479	
7			200	200	2,01	0,20	1,52	0,26	0,459	
8			200	200	1,81	0,20	1,36	0,24	0,436	
9			C35/45	200	200	1,65	0,20	1,25	0,23	0,474
10				200	200	1,54	0,20	1,16	0,21	0,460
11				200	200	1,44	0,20	1,09	0,24	0,434
12				190	190	1,29	0,20	1,01	0,22	0,403
13				175	175	1,17	0,20	0,94	0,21	0,372
14				165	165	1,12	0,20	0,91	0,19	0,343
15	150			150	1,04	0,20	0,90	0,18	0,318	
16	140	140		1,06	0,20	0,91	0,17	0,293		
17	700	160	160	1,19	0,20	0,96	0,2	0,338		
18		150	150	1,30	0,20	1,16	0,24	0,309		
19		135	135	1,25	0,20	1,13	0,23	0,281		
20		C30/37	150	150	1,05	0,20	0,96	0,22	0,299	
21			135	135	0,97	0,20	0,80	0,20	0,273	
22			125	125	0,93	0,20	0,65	0,19	0,248	
23			115	115	0,95	0,20	0,57	0,18	0,224	
24			110	110	0,78	0,20	0,57	0,16	0,200	
25	115		115	0,76	0,20	0,54	0,17	0,207		
26	100		100	0,72	0,20	0,51	0,15	0,179		
27	600		95	95	0,62	0,20	0,50	0,13	0,151	
28		95	95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,120		
29		95	95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,087		
30		95	95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080		
Қондырма, 600мм			95	95	0,64	0,25	0,56	0,10	0,080	
l_{c1}, l_{c2} - қабырғаның шеткері учаскелерінің ұзындығы (тиісінше сол және оң учаскелер); ρ_{v1}, ρ_{v2} - l_{c1} және l_{c2} қабырғасының шеткері аймақтарын тік арқаулау коэффициенті; ρ_{vf} - дала аймағындағы қабырғаны тігінен арқаулау коэффициенті; ρ_{hf} - дала аймағындағы қабырғаны көлденең арқаулау коэффициенті; ω_{wd} - шеткері аймақтардағы шектеуші арқаулаудың көлемдік коэффициенті.										

А.19 кестесі Ст-2 қабырғасын талап ететін тік және көлденең арқаулау

Қабат нөмірі	Қабырға қалыңдығы, мм	Бетон класы	l_{c1} , см	l_{c2} , см	ρ_{v1} , %	ρ_{vf} , %	ρ_{v2} , %	ρ_{hf} , %	ω_{wd}	
-3	1300	C40/50	165	195	3,56	0,24	2,68	0,15	0,551	
-2			165	195	3,66	0,24	2,48	0,11	0,535	
-1			165	195	3,56	0,24	2,28	0,20	0,518	
1			265	195	3,16	—	2,38	0,27	0,490	
2			165	195	2,97	0,24	2,01	0,29	0,454	
3	1100		165	195	3,03	0,20	2,01	0,32	0,493	
4			165	195	2,58	0,20	1,80	0,32	0,455	
5	900		165	195	2,74	0,20	1,86	0,35	0,505	
6			165	195	2,49	0,20	1,65	0,34	0,468	
7			165	195	2,17	0,20	1,47	0,33	0,437	
8			165	195	1,84	0,20	1,37	0,32	0,410	
9		C35/45	165	195	1,74	0,20	1,19	0,31	0,442	
10			160	195	1,63	0,20	1,05	0,29	0,423	
11			160	195	1,45	0,20	0,98	0,32	0,398	
12			160	185	1,28	0,20	0,89	0,31	0,371	
13			160	175	1,16	0,20	0,81	0,30	0,345	
14			160	160	1,03	0,20	0,75	0,29	0,320	
15			160	150	0,95	0,20	0,68	0,28	0,296	
16	160		140	0,84	0,20	0,66	0,27	0,270		
17	700		160	160	1,05	0,20	0,70	0,30	0,313	
18			160	145	1,15	0,20	0,90	0,33	0,286	
19			160	135	1,05	0,20	0,80	0,32	0,261	
20		C30/37	160	150	0,84	0,20	0,72	0,31	0,279	
21			160	140	0,61	0,20	0,50	0,29	0,256	
22			160	130	0,50	0,20	0,50	0,28	0,234	
23			160	115	0,50	0,20	0,50	0,26	0,213	
24			160	110	0,50	0,20	0,50	0,24	0,190	
25			600	160	105	0,50	0,20	0,50	0,25	0,190
26				160	95	0,50	0,20	0,50	0,22	0,163
27				160	95	0,50	0,20	0,50	0,19	0,137
28	160			95	0,50	0,20	0,50	0,15	0,110	
29	160			95	0,50	0,20	0,50	0,11	0,080	
30	160			95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080	
Қондырма, 600мм	160	95		0,50	0,20	0,50	0,10	0,080		
l_{c1} , l_{c2} - қабырғаның шеткері учаскелерінің ұзындығы (тиісінше сол және оң учаскелер); ρ_{v1} , ρ_{v2} - l_{c1} және l_{c2} қабырғасының шеткері аймақтарын тік арқаулау коэффициенті; ρ_{vf} - дала аймағындағы қабырғаны тігінен арқаулау коэффициенті; ρ_{hf} - дала аймағындағы қабырғаны көлденең арқаулау коэффициенті; ω_{wd} - шеткері аймақтардағы шектеуші арқаулаудың көлемдік коэффициенті.										

А.20 кестесі Ст-4 қабырғасын талап етілетін тік және көлденең арқаулау

Қабат нөмірі	Қабырға қалыңдығы, мм	Бетон класы	l_{c1} , см	l_{c2} , см	ρ_{v1} , %	ρ_{vf} , %	ρ_{v2} , %	ρ_{hf} , %	ω_{wd}	
-3	1500	C40/50	325	325	1,61	0,24	1,61	0,16	0,422	
-2			325	325	1,65	0,24	1,65	0,23	0,428	
-1			325	325	1,65	0,26	1,65	0,52	0,419	
1			325	325	2,15	0,27	2,15	0,35	0,391	
2			290	290	1,22	0,20	1,22	0,25	0,364	
3			285	285	1,06	0,20	1,06	0,22	0,354	
4			270	270	1,01	0,20	1,01	0,20	0,339	
5	1300		300	300	0,94	0,20	0,94	0,20	0,374	
6			280	280	0,90	0,20	0,90	0,18	0,350	
7	1100		305	305	0,86	0,20	0,86	0,18	0,380	
8			285	285	0,79	0,20	0,79	0,15	0,353	
9			305	305	0,69	0,22	0,69	0,14	0,374	
10	900		C35/45	325	325	0,72	0,20	0,72	0,15	0,416
11				315	315	0,71	0,20	0,71	0,22	0,385
12		295		295	0,64	0,20	0,64	0,21	0,359	
13		280		280	0,59	0,20	0,59	0,19	0,336	
14		260		260	0,56	0,20	0,56	0,18	0,315	
15		250		250	0,54	0,20	0,54	0,16	0,297	
16		235		235	0,55	0,20	0,55	0,14	0,283	
17		230		230	0,50	0,20	0,50	0,12	0,275	
18		220		220	0,50	0,20	0,50	0,20	0,256	
19		195		195	0,50	0,20	0,50	0,19	0,232	
20		700		C30/37	215	215	0,50	0,20	0,50	0,17
21	190		190		0,50	0,20	0,50	0,15	0,213	
22	170		170		0,50	0,20	0,50	0,14	0,185	
23	145		145		0,50	0,20	0,50	0,13	0,158	
24	140		140		0,50	0,20	0,50	0,12	0,131	
25	130		130		0,50	0,20	0,50	0,14	0,136	
26	125		125		0,50	0,20	0,50	0,13	0,112	
27	125		125		0,50	0,20	0,50	0,12	0,090	
28	125		125		0,50	0,20	0,50	0,10	0,080	
29	125		125		0,50	0,20	0,50	0,10	0,080	
30	125		125		0,50	0,20	0,50	0,13	0,080	
Қондырма, 700мм			125	125	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080	

l_{c1}, l_{c2} - қабырғаның шеткері учаскелерінің ұзындығы (тиісінше сол және оң учаскелер);

ρ_{v1}, ρ_{v2} - l_{c1} және l_{c2} қабырғасының шеткері аймақтарын тік арқаулау коэффициенті;

ρ_{vf} - дала аймағындағы қабырғаны тігінен арқаулау коэффициенті;

ρ_{hf} - дала аймағындағы қабырғаны көлденең арқаулау коэффициенті;

ω_{wd} - шеткері аймақтардағы шектеуші арқаулаудың көлемдік коэффициенті.

А.21 кестесі - Маңдайшаларды талап етілетін диагональды арқаулау

Қабат нөмірі	Мандайша қалыңдығы, мм	Бетон класы	П1 мандайшасы			П2 мандайшасы			
			V_{Ed} , кН	α градус	A_{si} , см ²	V_{Ed} , кН	α градус	A_{si} , см ²	
-3	1300	C40/50	1691,9	20,77	47,7	1959,3	20,14	56,9	
-2			2664,8	20,77	75,1	2252,3	20,14	65,4	
-1			4074,6	20,77	114,9	4101,1	20,14	119,1	
1			5837,4	20,77	137,2*	6440,7	20,14	155,9*	
2			6096,7	20,77	143,3*	6776,3	20,14	164,8*	
3	1100		5565,9	20,77	130,8*	6250,9	20,14	151,3*	
4			5623,1	20,77	132,2*	6403,6	20,14	155,0*	
5	900		4801,1	20,77	112,8*	5528,0	20,14	133,8*	
6			4700,1	20,77	110,4*	5510,5	20,14	133,4*	
7			4591,1	20,77	107,9*	5440,8	20,14	131,7*	
8			4423,0	20,77	103,9*	5332,7	20,14	129,0*	
9		C35/45	4227,0	20,77	119,2	5100,1	20,14	123,5*	
10			4141,4	20,77	99,3*	5061,8	20,14	122,5*	
11			4245,5	20,77	99,8*	5220,8	20,14	126,4*	
12			4135,5	20,77	97,2*	5157,7	20,14	124,8*	
13			3981,7	20,77	93,6*	5039,3	20,14	122,0*	
14			3829,3	20,77	90,0*	4908,7	20,14	118,8*	
15			3729,1	20,77	87,6*	4802,1	20,14	116,3*	
16	3662,3		20,77	86,1*	4749,0	20,14	114,9*		
17	700		3115,5	20,77	73,2*	3971,9	20,14	115,4*	
18			3269,6	20,77	76,8*	4178,4	20,14	96,2*	
19			3224,4	20,77	75,8*	4124,6	20,14	99,8*	
20		C30/37	3060,7	20,77	86,3*	3915,2	20,14	94,8*	
21			2924,0	20,77	71,2*	3749,3	20,14	90,8*	
22			2764,4	20,77	77,9	3558,1	20,14	87,8*	
23			2588,8	20,77	73,0	3342,9	20,14	80,9*	
24			2405,7	20,77	67,8	3148,0	20,14	76,2*	
25			600	2008,2	20,77	56,6	2617,7	20,14	76,0
26				1798,1	20,77	50,7	2359,9	20,14	68,6
27				1531,0	20,77	43,2	2030,2	20,14	59,0
28	1233,1			20,77	34,8	1651,5	20,14	48,0	
29	975,6			20,77	27,5	1248,8	20,14	36,3	
30	756,5			20,77	21,3	927,7	20,14	27,0	
Қондырма, 600мм	467,2	20,77		13,2	629,1	20,14	18,3		
V_{Ed} - мандайшадағы есептелген көлденең күш; α - арматураның диагональды өзектері мен арқалық осі арасындағы бұрыш; A_{si} - әр диагональды бағытта арматуралық өзектердің жиынтық ауданы. * А600 сыныпты арматура.									

А.22 кестесі - К-1, К-2 және К-3 бағаналарындағы ең жоғары бойлық күштер және нормаланған осьтік күштер

Қабат нөмірі	Бағандардың көлденең қимасының өлшемдері, мм		Бетонның сығылу беріктігі класы		К-1		К-2		К-3	
	К-1	К-2, К-3	К-1	К-2, К-3	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d
1	1400x1400	1400x1400	C45/55	C40/50	47514	0,700	44771	0,742	43347	0,719
2			C40/50	45889	0,761	43231	0,717	41776	0,693	
3				43922	0,728	41684	0,691	40203	0,667	
4				42025	0,697	40052	0,664	38604	0,640	
5				40132	0,665	38330	0,636	36970	0,613	
6				38170	0,633	36530	0,606	35300	0,585	
7				36135	0,599	34654	0,575	33596	0,557	
8				34022	0,564	32711	0,542	31860	0,528	
9				C35/45	31848	0,604	30720	0,582	30102	0,570
10	29547	0,560	28689		0,544	28328	0,537			
11	1200x1200	1200x1200	27540		0,710	26796	0,691	26630	0,687	
12			25833		0,666	25187	0,650	25099	0,647	
13			24132		0,622	23539	0,607	23554	0,608	
14			22433		0,579	21863	0,564	21999	0,567	
15			20777		0,536	20158	0,520	20438	0,527	
16			19154		0,494	18417	0,475	18876	0,487	
17			17567	0,453	16621	0,429	17474	0,451		
18			1100x1100	1000x1000	16362	0,502	14937	0,555	16212	0,602
19	15170	0,466			13524	0,502	15034	0,558		
20	C30/37	13872			0,497	12212	0,529	13840	0,600	
21		12485			0,447	10970	0,475	12630	0,547	
22		11040			0,395	9769	0,423	11410	0,494	
23		9542			0,342	8727	0,378	10190	0,442	
24		8048			0,288	7707	0,334	8957	0,388	
25		6558			0,284	6693	0,290	7709	0,334	
26		5389			0,234	5636	0,244	6450	0,280	
27		4140			0,179	4562	0,198	5180	0,224	
28		2897			0,126	3488	0,151	3899	0,169	
29		1641			0,071	2436	0,106	2605	0,113	
30	678	0,029	1383	0,060	1293	0,056				
N_{Ed} – сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін ең жоғары есептік осьтік күш; $\nu_d \cdot A_c \cdot f_{cd}$ арқылы нормаланған сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін осьтік күш.										

А.23 кестесі - К-5, К-6 және К-7 бағаналарындағы ең жоғары бойлық күштер және нормаланған осьтік күштер

Қабат нөмірі	Бағандардың көлденең қимасының өлшемдері, мм	Бетонның сығылу беріктігі класы	К-5		К-6		К-7	
	К-5 ÷ К-6		N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d
1	1400x1400	C40/50	42470	0,704	33024	0,548	32502	0,539
2			41115	0,682	32589	0,540	31232	0,518
3			39799	0,660	32062	0,532	30078	0,499
4			38460	0,638	31261	0,518	28933	0,480
5			37095	0,615	30257	0,502	27789	0,461
6			35704	0,592	29122	0,483	26645	0,442
7			34288	0,569	27888	0,462	25499	0,423
8			32851	0,545	26577	0,441	24355	0,404
9			C35/45	31395	0,595	25204	0,478	23208
10	29916	0,567		23853	0,452	22047	0,418	
11	1200x1200	28460		0,734	22459	0,579	20915	0,539
12		27111		0,699	21240	0,548	19864	0,512
13		25742		0,664	19967	0,515	18801	0,485
14		24357		0,628	18645	0,481	17729	0,457
15		22956		0,592	17270	0,445	16648	0,429
16		21542		0,556	15977	0,412	15573	0,402
17		20115		0,519	14659	0,378	14506	0,374
18		C30/37	18700	0,695	13351	0,496	13467	0,500
19			17386	0,646	12316	0,457	12489	0,464
20	1000x1000		16050	0,696	11297	0,490	11501	0,498
21			14686	0,636	10307	0,447	10497	0,455
22			13299	0,576	9331	0,404	9485	0,411
23			11900	0,516	8366	0,363	8473	0,367
24			10478	0,454	7474	0,324	7449	0,323
25			9036	0,392	6600	0,286	6414	0,278
26			7573	0,328	5650	0,245	5370	0,233
27		6093	0,264	4719	0,204	4318	0,187	
28		4600	0,199	3824	0,166	3253	0,141	
29		3096	0,134	2966	0,129	2173	0,094	
30		1583	0,069	1951	0,085	1072	0,046	
N_{Ed} – сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін ең жоғары есептік осьтік күш; $\nu_d = A_c f_{cd}$ арқылы нормаланған сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін осьтік күш.								

А.24 кестесі - Ст-1, Ст-2 және Ст-3 қабырғаларындағы ең жоғары бойлық күштер және нормаланған осьтік күштер

Қабат нөмірі	Қабырға қалыңдығы, мм	Бетон класы	Ст-1		Ст-2		Ст-3	
			N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d
-3	1300	C40/50	112104	0,505	105765	0,551	106747	0,534
-2			112624	0,507	102623	0,534	103070	0,515
-1			111456	0,502	99406	0,518	98933	0,495
1			103580	0,467	94008	0,490	93210	0,466
2			91965	0,414	87229	0,454	86795	0,434
3	1100		81786	0,435	80125	0,493	80050	0,473
4			74295	0,396	73860	0,455	73877	0,437
5			68032	0,451	67084	0,505	67052	0,484
6			63680	0,422	62181	0,468	61966	0,448
7			61041	0,412	58064	0,437	57646	0,416
8			57906	0,391	54436	0,410	53811	0,389
9	900	C35/45	55176	0,426	51365	0,442	50534	0,417
10			53470	0,420	49140	0,423	48127	0,397
11			50471	0,397	46262	0,398	45205	0,373
12			46849	0,368	43186	0,371	42178	0,348
13			43272	0,340	40153	0,345	39226	0,324
14			39943	0,314	37232	0,320	36338	0,300
15			37010	0,291	34401	0,296	33638	0,278
16			34066	0,268	31441	0,270	30781	0,254
17		30615	0,309	28277	0,313	27589	0,293	
18		27937	0,282	25875	0,286	25191	0,267	
19		25417	0,257	23579	0,261	23076	0,245	
20			23186	0,273	21592	0,278	21241	0,263
21	21163		0,250	19838	0,256	19529	0,242	
22	19239		0,227	18157	0,234	17881	0,221	
23	17360		0,205	16492	0,213	16250	0,201	
24		15488	0,183	14699	0,190	14484	0,179	
25		C30/37	13742	0,193	12643	0,190	12423	0,179
26			11924	0,167	10805	0,163	10532	0,152
27			10010	0,140	9097	0,137	8816	0,127
28			7988	0,112	7284	0,110	6938	0,100
29			5757	0,081	5255	0,079	4845	0,070
30	3107		0,044	2817	0,042	2439	0,035	
Қондырма, 600мм			1070	0,015	878	0,013	742	0,011
N_{Ed} – сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін ең жоғары есептік осьтік күш; $\nu_d \cdot A_c \cdot f_{cd}$ арқылы нормаланған сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін осьтік күш.								

А.25 кестесі - Ст-4, Ст-5 және Ст-6 қабырғаларындағы ең жоғары бойлық күштер және нормаланған осьтік күштер

Қабат нөмірі	Қабырға қалыңдығы, мм		Бетон класы	Ст-4		Ст-5		Ст-6		
	Ст-4	Ст-5, Ст-6		N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	
-3	1500	700	C40/50	155739	0,363	38992	0,195	39775	0,199	
-2				157983	0,368	45330	0,226	43106	0,215	
-1				154727	0,360	47372	0,236	42997	0,215	
1				144231	0,336	45527	0,227	41682	0,208	
2				134440	0,313	43797	0,219	40920	0,204	
3				130591	0,311	44872	0,229	41794	0,213	
4				125216	0,298	45370	0,231	42123	0,215	
5	1300			119529	0,336	46552	0,243	43332	0,226	
6				112037	0,315	45790	0,239	42674	0,223	
7	1100			102911	0,342	44204	0,231	41171	0,215	
8				95610	0,317	42338	0,221	39294	0,205	
9				88537	0,336	39912	0,238	36876	0,220	
10	900			C35/45	80547	0,374	36559	0,254	33605	0,234
11					74634	0,346	34224	0,238	31414	0,219
12		69540	0,322		32265	0,224	29693	0,207		
13		65034	0,302		30420	0,212	28104	0,195		
14		61028	0,283		28666	0,199	26574	0,185		
15		57534	0,267		27122	0,189	25191	0,175		
16		54877	0,254		26276	0,183	24358	0,169		
17		53375	0,253		26423	0,188	24539	0,175		
18		49684	0,236		25251	0,180	23503	0,167		
19		45008	0,214		23508	0,167	21926	0,156		
20	600	C30/37	40205	0,286	21609	0,179	20182	0,168		
21			35429	0,252	19665	0,163	18396	0,153		
22			30752	0,219	17719	0,147	16607	0,138		
23			26212	0,187	15839	0,131	14887	0,124		
24			21717	0,155	14124	0,117	13295	0,110		
25			17505	0,126	12682	0,107	12005	0,101		
26			14458	0,104	10846	0,091	10338	0,087		
27			11615	0,084	8852	0,074	8505	0,071		
28			8978	0,065	6829	0,057	6616	0,056		
29			6465	0,047	4870	0,041	4705	0,040		
30	3904	0,028	2986	0,025	2742	0,023				
Қон-дырма				1169	0,008	1024	0,009	913	0,008	
N_{Ed} – сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін ең жоғары есептік осьтік күш; $\nu_d = A_c f_{cd}$ арқылы нормаланған сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін осьтік күш										

ӘОЖ 69:699.841

МСМ 01.120: 91.40.01

Түйінді сөздер: нормативтік-техникалық нұсқаулық, биік ғимараттарды жобалау, талаптар, тексерулер, сейсмикалық әсерлер, ең жоғары үдеу, жер сілкінісінің акселерограммасы, реакциялар спектрі, есептік модель, коэффициент, топырақ жағдайларының түрі, арнайы іс-шаралар.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
1.1 Область применения	6
1.2 Цель пособия	7
1.3 Указания по применению	7
1.4 Нормативные ссылки	10
1.5 Термины и их определения	11
1.6 Символы	15
1.7 Международная система единиц СИ	15
2 КОНЦЕПЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	16
2.1 Требования к характеристикам высотных зданий	16
2.1.1 Общие положения	16
2.1.2 Требование по ограничению ущерба	16
2.1.3 Требование по ограничению значительных повреждений	16
2.1.4 Требование по предотвращению разрушения	17
2.2 Критерии соответствия	17
2.2.1 Общие сведения	17
2.2.2 Предельное состояние здания по условию ограниченного повреждения ...	18
2.2.3 Предельное состояние здания по условию значительного повреждения	19
2.2.4 Предельное состояние здания по условию близости к коллапсу	20
3 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	21
3.1 Принципы проектирования	21
3.2 Система обеспечения качества	23
4 КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	25
4.1 Общие положения	25
4.2 Фундаменты и подземные части высотных зданий	26
4.3 Общие требования к конструкциям высотных зданий	28
4.4 Конструктивные системы и конструктивно-компоновочные схемы высотных зданий	29
5 ВЫБОР ПЛОЩАДОК СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	35
5.1 Общие сведения	35
5.2 Общие требования к площадкам строительства высотных зданий	36
6 РАСЧЕТНЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	38
6.1 Общие положения	38
6.2 Описание сейсмических воздействий	40
6.2.1 Общие положения	40

6.2.2 Спектры упругих реакций в ускорениях, описывающие горизонтальные компоненты сейсмического воздействия.....	41
6.2.3 Спектры упругих реакций в ускорениях, описывающие вертикальные компоненты сейсмического воздействия.....	43
7 РАСЧЕТ ЗДАНИЙ.....	45
7.1 Общие положения.....	45
7.2 Спектрально-модальный метод определения расчетных сейсмических нагрузок	46
7.3 Спектры расчетных реакций	47
7.3.1 Общие положения.....	47
7.3.2 Спектры расчетных реакций в ускорениях для горизонтальных компонент сейсмического воздействия.....	48
7.3.3 Спектры расчетных реакций в ускорениях для вертикальных компонент сейсмического воздействия.....	49
7.3.4 Учет нерегулярности конструктивных схем зданий по высоте при определении эффектов сейсмических воздействий	49
7.3.5 Эффекты случайного кручения в плане	50
7.3.6 Комбинации модальных реакций от сейсмических воздействий	51
7.3.6.1 Комбинации модальных реакций от одной компоненты сейсмического воздействия	51
7.3.6.2 Комбинации эффектов от горизонтальных компонент сейсмического воздействия	52
7.3.6.3 Комбинации эффектов от горизонтальных и вертикальной компонент сейсмического воздействия	53
7.4 Определение перемещений конструктивных систем при расчетных сейсмических воздействиях	54
8 ПРОВЕРКИ БЕЗОПАСНОСТИ	55
8.1 Требование по ограничению значительных повреждений	55
8.1.1 Общие сведения	55
8.1.2 Условие сопротивляемости	55
8.1.3 Условия общей и локальной пластичности	56
8.1.4 Условие равновесия	56
8.2 Требование по ограничению ущерба	57
9 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕНЕСУЩИМ ЭЛЕМЕНТАМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ	59
9.1 Основные положения	59
9.2 Требования к несущим стеновым элементам	60
9.3 Фасадные навесные ограждающие конструкции	60
9.3.1 Общие положения.....	60
9.3.2 Специальные требования к навесным светопрозрачным фасадам, витринам и стеклянным перегородкам.....	62

10 МОНИТОРИНГ ПОВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.....	65
10.1 Общие положения	65
10.2 Требования к станциям ИСМ.....	65
Приложение А (информационное). Пример расчета высотного здания на сейсмические воздействия.....	67
А.1 Общие сведения.....	67
А.2 Краткая характеристика высотного здания	73
А.3 Общая характеристика расчетной модели высотного здания	74
А.4 Определение типа конструктивной системы здания по результатам его общего расчета	75
А.5 Расчетные сейсмические воздействия на здание	77
А.6 Построение расчетных спектров реакций	78
А.7 Массы здания, учитываемые в расчетных сейсмических ситуациях	81
А.8 Жесткости несущих железобетонных конструкций, принимаемые в расчетных моделях конструктивной системы высотного здания	81
А.9 Определение расчетных сейсмических нагрузок, учитываемых при проверках соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания. Комбинации сейсмических воздействий.....	82
А.10 Периоды и формы колебаний здания	83
А.11 Проверки регулярности здания в плане и по высоте	86
А.12 Требование по ограничению ущерба. Определение максимальных горизонтальных перекосов этажей при сейсмических воздействиях первого уровня	90
А.13 Проверка влияния эффектов второго рода (Р-Δ эффектов) на величины расчетных нагрузок на здание при сейсмических воздействиях второго уровня	94
А.14 Проверки требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы здания при сейсмических воздействиях второго уровня.	97

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее нормативно-техническое пособие составлено с учетом Закона Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242-ІІ «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан» и устанавливает принципы и правила проектирования высотных зданий в сейсмических зонах Республики Казахстан.

Принципы и правила проектирования высотных 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 требованиям 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 Республики Казахстан и гармонизации ее с европейскими нормами.

Руководитель темы, редактор – Кульбаев Б.В., научные руководители – канд. техн. наук Ицков И.Е., канд. техн. наук Шокбаров Е.М., ответственный исполнитель – канд. техн. наук Ицков И.Е., соисполнители – канд. техн. наук Омаров Ж.А., инж. Ли П.А., инж. Лопухов С.А., инж. Шаймерденов Т.А., инж. Абаканов М.М.

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.

ЧАСТЬ: ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

DESIGN OF BUILDINGS FOR EARTHQUAKE RESISTANCE.

PART: HIGH-RISE BUILDINGS

Дата введения – 2022-01-01

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область применения

1.1.1 Настоящее нормативно-техническое пособие разработано в развитие СП РК EN 1998-1:2004/2012 «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий» и в дополнение к положениям НТП РК 08-01.1-2017, НТП РК 08-01.2-2021, НТП РК 08-01.3-2021 и НТП РК 08-01.5-2012.

1.1.2 Настоящее нормативно-техническое пособие (далее НТП) содержит общие принципы и правила проектирования высотных зданий в сейсмических зонах Республики Казахстан, которыми следует руководствоваться при:

- выборе конструктивных типов и схем высотных зданий;
- обеспечении сейсмической защищенности проектируемых высотных зданий;
- составлении специальных технических условий, содержащих адресные требования к проектируемым высотным зданиям;
- контроле качества проектирования и строительства высотных зданий;
- мониторинге состояния высотных зданий в процессе строительства и эксплуатации.

1.1.3 В соответствии с классификацией зданий по высоте, принятой в таблице 5.2 НТП РК 08-01.2-2021, к высотным относятся здания с количеством надземных этажей от 20 до 50 включительно или высотой от 75 до 200 метров.

Примечание – Положения настоящего НТП могут применяться в уместных ситуациях при проектировании зданий меньшей этажности и высоты.

1.1.4 Настоящее НТП, наряду с принципами и правилами, приведенными в СП РК EN 1998-1:2004/2012, содержит:

- а) национально установленные параметры, приведенные в Национальном Приложении к СП РК EN 1998-1:2004/2012;
- б) дополнительные правила, развивающие и конкретизирующие некоторые правила СП РК EN 1998-1:2004/2012;
- в) альтернативные правила, принятые взамен некоторых правил СП РК EN 1998-1:2004/2012;
- г) примечания с комментариями и обоснованиями некоторых правил настоящего НТП.

1.1.5 Дополнительные и альтернативные правила, приведенные в НТП:

- основываются на апробированных технических решениях и/или на результатах анализа последствий землетрясений и экспериментально-теоретических исследований;
- согласуются с основными принципами СП РК EN 1998-1:2004/2012 и соответствуют современной практике обеспечения сейсмостойкости зданий.

Примечание – В соответствии с пунктами 1.4(5) СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и 1.4(1) СП РК EN 1998-1:2004/2012 правила проектирования, отличающиеся от правил СП РК EN 1998-1:2004/2012, допускается применять, если эти правила согласуются с основными принципами СП РК EN 1998-1:2004/2012 и обеспечивают зданиям показатели конструктивной безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности, как минимум, соответствующие показателям, предусмотренным в Еврокодах. Дополнительные и альтернативные правила, принятые в настоящем НТП, соответствуют этому условию.

1.1.6 Положения настоящего НТП не распространяются на здания:

- а) высотой более 50 этажей или 200 метров, классифицированные в таблице 5.2 НТП РК 08-01.2-2021 как «уникальные высотные здания»;
- б) с системами сейсмоизоляции и иными системами регулирования реакций зданий на сейсмические воздействия;
- в) классифицированные как чрезмерно нерегулярные и/или крутильно-податливые конструктивные системы (см. 3.2.3 НТП РК 08-01.2-2021);
- г) проектируемые для строительства на площадках с неблагоприятными в сейсмическом отношении грунтовыми условиями (см. 5.2.3).

1.2 Цель пособия

1.2.1 Настоящее НТП составлено с целью совершенствования нормативной базы сейсмостойкого строительства Республики Казахстан, гармонизации ее с европейскими нормами 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 необходимо после сейсмических событий.

1.2.2 Для достижения цели, указанной в 1.2.1, в НТП приведены:

- примечания, комментирующие и/или обосновывающие некоторые правила настоящего НТП;
- примеры, иллюстрирующие применение основных положений настоящего НТП на практике.

1.3 Указания по применению

1.3.1 При проектировании высотных зданий с применением настоящего НТП следует соблюдать условия, приведенные в 1.3(2) СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Согласно этим условиям:

- выбор конструктивной системы и расчет здания должны осуществляться опытными квалифицированными специалистами;
- строительство должно осуществляться персоналом, имеющим соответствующие навыки и опыт;
- надзор и контроль качества должны осуществляться на всех этапах проектирования и строительства, включая изготовление конструкций в заводских условиях и/или на площадке;
- применяемые строительные материалы и изделия должны соответствовать требованиям СП РК EN или находиться в соответствии с требованиями соответствующих стандартов на производство работ или на материалы и изделия;
- высотное здание должно поддерживаться в исправном состоянии надлежащим образом;
- высотное здание должно использоваться по назначению, соответствующему проектной документации.

1.3.2 В соответствии с условием, приведенным в 1.3(2)Р СП РК EN 1998-1:2004/2012, предполагается, что в ходе строительства и при последующей эксплуатации высотного здания в нем не будут производиться какие-либо изменения, за исключением случаев, когда такие изменения надлежащим образом обоснованы и проверены.

Из-за специфической природы реакций сооружений на сейсмические воздействия это условие должно соблюдаться также в отношении изменений, приводящих к увеличению сопротивляемости высотных зданий.

1.3.3 При применении настоящего НТП следует учитывать следующее.

а) Настоящее НТП содержит преимущественно те положения по проектированию высотных зданий в сейсмических зонах, которые следует применять с положениями других нормативных документов (СП РК EN и НТП). Положения настоящего НТП преимущественно дополняют положения других нормативных документов и акцентируют внимание на наиболее значимых из них.

б) Численные значения показателей, обеспечивающих приемлемый уровень безопасности высотных зданий, приняты в настоящем НТП в предположении, что качество проектирования и строительства этих зданий, а также контроль качества их проектирования и строительства соответствуют требованиям, установленным в соответствующих стандартах и в СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

1.3.4 Предполагается, что специалисты, осуществляющие проектирование высотных зданий с использованием настоящего НТП, имеют соответствующие навыки и опыт применения на практике положений НТП РК 08-01.1-2017, НТП РК 08-01.2-2021, НТП РК 08-01.3-2021 и НТП РК 08-01.5-2012.

1.3.5 Проектирование и строительство высотных зданий в сейсмических зонах следует осуществлять на основании специальных технических условий (СТУ), в которых положения настоящего НТП должны быть конкретизированы (в зависимости от фактических условий строительства, конструктивно-планировочных особенностей проектируемого объекта, вида используемых материалов и изделий) и дополнены непротиворечащими им положениями соответствующих СП РК EN, Национальных Приложений и НТП РК в отношении:

- выбора конструктивной системы и конструктивно-компоновочной схемы высотного здания;
- выбора методик расчета и конструирования элементов высотного здания;
- выполнения проверок безопасности высотного здания и его несущих и ненесущих конструктивных элементов;
- процедуры научно-технического сопровождения процессов проектирования и строительства высотного здания;
- мониторинга состояния высотного здания при строительстве и эксплуатации.

Требования к содержанию, порядку согласования и утверждению специальных технических условий должны соответствовать положениям СН РК 1.02-03-2011.

Примечание – При составлении СТУ и проектировании высотных зданий следует учитывать, что конструктивные системы и схемы, принимаемые при проектировании зданий малой и средней этажности, не всегда эффективны при проектировании высотных зданий, отличающихся от зданий малой и средней этажности:

- меньшей способностью к диссипации энергии при сейсмических воздействиях;
- меньшими резервами прочности по отношению к расчетным сейсмическим нагрузкам;
- меньшей способностью к развитию пластических деформаций;
- более значимым влиянием высших форм колебаний на эффекты сейсмических воздействий;
- тяжелыми экономическими и социальными последствиями разрушений (класс последствий ССЗ по СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011);
- высокой удельной и общей стоимостью строительства;
- длительным скоплением большого количества людей, срочная эвакуация которых при чрезвычайных ситуациях затруднена.

1.3.6 В специальные технические условия, при необходимости, следует включать указания о проведении натурных экспериментальных исследований, позволяющих:

- выявить степень соответствия результатов расчетного анализа проектируемой конструктивной системы результатам экспериментальных исследований;
- проверить соответствие фактических характеристик применяемых материалов проектным показателям;
- сопоставить фактические и расчетные значения динамических параметров высотного здания;
- осуществить прогноз поведения при сейсмических воздействиях различной интенсивности высотного здания, запроектированного в соответствии с положениями настоящего НТП.

Для зданий высотой более 100 метров проведение указанных экспериментальных исследований является обязательным.

1.3.7 Специальные технические условия на проектирование высотных зданий, после их согласования и утверждения в установленном порядке, имеют ту же силу в системе нормативных документов, регламентирующих правила проектирования и строительства гражданских зданий в сейсмических зонах, что и настоящее НТП.

1.3.8 Специальные технические условия (СТУ) на проектирование и строительство, заменяющие для проектируемого объекта отсутствующие нормативы, должны разрабатываться заказчиком с привлечением научно-исследовательских и (при

необходимости) специализированных отечественных или зарубежных организаций и экспертов.

1.3.9 Новые материалы, конструкции и изделия, до их применения в высотном строительстве, должны пройти соответствующую экспериментальную проверку.

1.3.10 Правила расчета и проектирования высотных зданий, отличающиеся от правил настоящего НТП, допускается применять только при наличии доказательств соответствия этих правил основополагающим положениям НТП. Эти доказательства должны базироваться на признанных научных положениях, апробированных технических решениях и обеспечивать высотным зданиям надежность, как минимум, равнозначную, предусмотренной в настоящем НТП.

Альтернативные правила, отличающиеся от правил настоящего НТП, могут применяться только по согласованию с заказчиком и с организацией-составителем НТП.

1.3.11 В тех случаях, когда в НТП предполагается возможность отступления от какого-либо положения, это положение сопровождается словами «как правило» или «рекомендуется».

Слова «как правило» означают, что данное положение является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано.

К рекомендуемым положениям относятся те положения, которые могут изменяться в зависимости от конкретных условий строительства (производства).

1.4 Нормативные ссылки

Настоящее НТП содержит ссылки на следующие нормативные документы и стандарты:

СН РК 1.02-03-2011 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: Удельный вес, постоянные и приложенные нагрузки на здания».

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 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 1998-5:2004/2013 «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 5: Фундаменты, подпорные конструкции и геотехнические аспекты».

НТП РК 08-01.1-2017 «Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Часть: Общие положения. Сейсмические воздействия» к Разделам 1-3 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

НТП РК 08-01.2-2021 «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования» к Разделу 4 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

НТП РК 08-01.3-2021 «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Здания из монолитного железобетона» к Разделу 5 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

НТП РК 08-01.5-2012 «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Здания из стальных конструкций» к Разделу 6 СП РК EN 1998-1:2004/2012.

СП РК 3.02-02-2008 «Проектирование многофункциональных высотных зданий и комплексов».

СП РК 5.06-19-2012 «Проектирование и монтаж навесных фасадов с воздушным зазором».

СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

Примечание – При пользовании настоящим НТП целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным «Перечню нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указателю нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан и «Указателю межгосударственных нормативных документов», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

1.5 Термины и их определения

Ниже приведены термины, наиболее часто используемые в НТП, и их определения. Некоторые термины и определения приведены в тексте там, где они используются.

1.5.1 Венчающие диафрагмы жесткости – Сплошные или решетчатые пояса, предусмотренные в уровне верха здания и предназначенные для увеличения его пространственной жесткости. Могут выполняться в виде периметральных стен верхних технических этажей или высоких парапетов.

1.5.2 Высотное здание – Многоэтажное здание с количеством надземных этажей от 20 до 50 включительно или высотой от 75 до 200 метров включительно.

1.5.3 Высота здания – За высоту здания принимается разность отметок среднего уровня спланированной поверхности земли, примыкающей к зданию, и верха наружных стен (без учета верхних технических и мансардных этажей, парапетов и крыши) или низа стропильных конструкций.

1.5.4 Диссипативные зоны – Предварительно определенные локальные участки диссипативной конструкции, в которых главным образом реализуется их способность к диссипации энергии. Эти участки называются также критическими зонами или областями.

1.5.5 Диссипативная конструктивная система – Конструктивная система, способная к диссипации энергии в результате пластического гистерезисного поведения и/или с помощью других механизмов.

1.5.6 Диссипация энергии – Рассеяние энергии сейсмических колебаний.

1.5.7 Желтые линии – Границы распространения завалов от возможных разрушений жилых и общественных зданий.

1.5.8 Конструктивный элемент – Физически различимая часть конструктивной системы (например, колонна, балка, плита, связь, стена и др.).

1.5.9 Конструктивные элементы, не являющиеся частью конструктивной системы (ненесущие конструктивные элементы) – Элементы, которые из-за своей недостаточной прочности или принятого способа их соединения с конструктивной системой здания не рассматриваются при проектировании в качестве конструктивных элементов, воспринимающих сейсмическую нагрузку, приходящуюся на конструктивную систему (ненесущие перегородки, подвесные потолки, вентиляционные блоки, фронтоны, навесные фасады).

1.5.10 Конструктивные элементы, являющиеся частью конструктивной системы (несущие или первичные конструктивные элементы) – Элементы, рассматриваемые как части конструктивной системы, сопротивляющейся сейсмическому воздействию, запроектированные в соответствии с расчетной сейсмической ситуацией.

1.5.11 Конструктивная система – Сформированная комбинация конструкций здания, объединенных определенным способом для совместной работы.

1.5.12 Конструктивно-компоновочная схема (конструктивная схема) – Вариант конструктивной системы здания по признакам состава и пространственного размещения ее элементов.

1.5.13 Коэффициент поведения – Коэффициент редукции, используемый для уменьшения сил (эффектов сейсмического воздействия), определенных в результате линейного расчета, с целью учета нелинейной реакции здания, обусловленной нелинейной работой материала, конструктивной системы, основания и особенностями принятой методики проектирования.

1.5.14 Коэффициент ответственности – Мультимодальный коэффициент, используемый при определении расчетных сейсмических нагрузок на здание и учитывающий социально-экономические последствия отказа здания в зависимости от его функционального назначения, этажности (высоты) и значимости для гражданской защиты населения.

1.5.15 Критическое предельное состояние – Состояние, связанное с разрушением или другими формами отказа конструкций (здания).

1.5.16 Метод капаситивного проектирования – Метод проектирования, при котором в конструктивной системе выбирают и соответствующим образом конструируют элементы, предназначенные для диссипации энергии при больших деформациях, в то время как другие конструктивные элементы должны обладать прочностью, достаточной для того, чтобы выбранные элементы, диссипирующие энергию, могли оставаться в работоспособном состоянии. Метод капаситивного проектирования («capacity design method»), по существу, декларирует отказ от метода проектирования конструктивных систем с соблюдением условия равнопрочности первичных элементов и предусматривает планирование зон повреждений конструктивных систем.

1.5.17 Метод проектирования с соблюдением условия равнопрочности конструкций – Метод проектирования, при котором все первичные элементы конструктивной системы имеют примерно одинаковый запас прочности по отношению к действующим на них нагрузкам. При строгом соответствии конструктивной системы условию равнопрочности повреждения и отказы всех или большей части ее первичных элементов должны начинаться одновременно. Однако на практике, из-за проблематичности определения истинного распределения усилий в элементах конструктивной системы и наличия в ней различного рода несовершенств, последовательность развития повреждений в конструктивной системе носит непрогнозируемый характер.

1.5.18 Модальный анализ – Определение расчетных сейсмических нагрузок по результатам теоретического анализа, выполняемого с учетом нескольких форм собственных колебаний здания.

1.5.19 Научно-техническое сопровождение – Комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, осуществляемых в процессе изысканий, проектирования и строительства в целях обеспечения надежности сооружений с учетом применения нестандартных расчетных методов, конструктивных и технологических решений.

1.5.20 Несущая способность – Способность конструктивного элемента или его поперечного сечения противостоять воздействиям без механического разрушения.

1.5.21 Обрушение прогрессирующее – Последовательное разрушение несущих конструкций здания, обусловленное начальным локальным повреждением отдельных несущих конструктивных элементов и приводящее к обрушению всего здания или его значительной части.

1.5.22 Общий расчет – Определение в конструкции согласованных между собой величин сил, моментов и усилий, находящихся в равновесии с воздействиями на несущую конструкцию и зависящих от геометрических размеров, конструктивных решений и свойств материалов.

1.5.23 Пластичность – Способность к неупругому деформированию без разрушения.

1.5.24 Пластичная конструктивная система – Система, деформирование которой до коллапса происходит без существенной потери прочности, проявления хрупких форм разрушения и сопровождается значительным рассеиванием энергии колебаний.

1.5.25 Пластические деформации – Необратимые деформации тела, вызванные изменением напряжений и не исчезающие (полностью или частично) после окончания действия приложенных сил.

1.5.26 Поперечные волны – Сейсмические волны, распространяющиеся медленнее, чем продольные волны и состоящие из движений, поперечных по отношению к направлению распространения продольной волны.

1.5.27 Предельное состояние – Состояние, при превышении которого строительные конструкции не отвечают требованиям норм проектирования.

1.5.28 Расчетное сейсмическое воздействие – Сейсмическое воздействие, принимаемое во внимание для соблюдения требования по недостижению предельного состояния.

1.5.29 Расчетный срок эксплуатации – Период времени, в течение которого сооружение или его часть, при соответствующем техническом обслуживании, но без капитального ремонта, должны эксплуатироваться по своему функциональному назначению.

1.5.30 Сейсмическое воздействие – Воздействие, обусловленное движением грунта, вызванным природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движения транспорта, работа промышленного оборудования).

1.5.31 Сейсмические нагрузки – Инерционные силы, действующие на здание при сейсмическом воздействии. При выполнении расчетов зданий сейсмическая нагрузка рассматривается как квазистатическая.

1.5.32 Сейсмическая опасность – Вероятность появления сейсмических воздействий определенной силы на рассматриваемой территории (или в заданном пункте) в течение определенного интервала времени.

1.5.33 Сейсмическая расчетная ситуация – Расчетная ситуация, учитывающая особые условия для здания при сейсмических воздействиях.

1.5.34 Случайный эксцентриситет – Эксцентриситет массы этажа, возникающий в результате действия факторов, не учитываемых при расчете здания в прямом виде.

1.5.35 Свободные колебания системы – Колебания консервативной (недемпфированной) системы, происходящие без переменного внешнего воздействия и поступления энергии извне для поддержания колебательного процесса.

1.5.36 Собственные колебания системы – Свободные колебания консервативной системы по одной из собственных форм после начального кратковременного возмущения, после чего система предоставляется самой себе.

1.5.37 Собственная форма колебаний системы – Форма колебаний консервативной линейной системы, колеблющейся с одной из собственных частот. Каждой собственной частоте соответствует определённая форма колебания, т.е. определённое соотношение между всеми амплитудными перемещениями.

1.5.38 Собственная частота колебаний системы – Любая из частот свободных колебаний консервативной линейной системы.

1.5.39 Спектр упругих реакций (отклика) – график, описывающий 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.

1.5.40 Спектр упругих реакций нормализованный – Безразмерный спектр упругих реакций, полученный делением абсолютных значений ординат спектра реакций в

ускорениях на максимальное абсолютное значение ускорения основания. Нормализованные значения ординат спектра реакций – это абсолютные значения ординат в ускорениях, деленные на максимальное значение ускорений основания.

1.5.41 Сопротивляемость – Показатель, характеризующий способность конструкции или конструктивного элемента противостоять статическим и динамическим (сейсмическим) нагрузкам.

1.5.42 Сохранение эксплуатационных качеств зданий, функционирование которых необходимо после сейсмических событий – Сохранение зданиями тех эксплуатационных качеств, установленных требованиями нормативных документов и технической документации, при которых они способны выполнять свои функции после сейсмических событий. При этом некоторые из нормируемых эксплуатационных качеств могут не отвечать требованиям проекта, норм и стандартов, но возникшие нарушения этих качеств не угрожают здоровью, жизни и деятельности людей, находящихся в зданиях, и не приводят к значимым нарушениям технологических процессов.

1.5.43 Этажность зданий – При определении этажности зданий, проектируемых для строительства в сейсмических зонах, мансардные, верхние технические, цокольные и подвальные этажи не учитываются. Если отдельные части здания, не разделенные антисейсмическим швом, имеют разное количество надземных этажей, то этажность здания определяется по количеству этажей в его наиболее высокой части.

1.5.44 Эффекты воздействий – Результаты воздействия на элементы конструкции (например, внутренние силы, моменты, напряжения, деформации) или реакция всего здания (например, прогибы, повороты), вызванные воздействиями.

1.5.45 Эффекты второго порядка – Дополнительные вторичные эффекты, возникающие в результате деформирования конструктивной системы при сейсмических нагрузках. Дополнительные эффекты от деформированной геометрии конструктивной системы («Р-Δ» эффекты) определяются при выполнении расчетов по теории второго порядка.

1.6 Символы

Символы, принятые в НТП, определены в тексте там, где они используются.

1.7 Международная система единиц СИ

Должны использоваться единицы СИ в соответствии с ISO 1000.

При вычислениях рекомендуется применять следующие единицы измерений:

- усилия и нагрузки: кН, кН/м, кН/м²
- удельная масса: кг/м³, т/м³
- масса: кг, т
- удельный вес: кН/м³
- напряжения и прочности: Н/мм² (= МН/м² или МПа), кН/м² (= кПа)
- моменты (изгиб, и т.д.): кНм
- ускорение: м/с², g (= 9,81 м/с²)

2 КОНЦЕПЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

2.1 Требования к характеристикам высотных зданий

2.1.1 Общие положения

2.1.1.1 Высотные здания, возводимые в сейсмических зонах, должны соответствовать требованиям:

- а) по ограничению ущерба;
- б) по ограничению значительных повреждений;
- в) по предотвращению разрушения.

Общее описание этих требований и расчетных сейсмических воздействий, при которых эти требования должны соблюдаться, дано в 2.1.2, 2.1.3 и 2.1.4.

2.1.1.2 Проектирование и строительство высотных зданий в сейсмических зонах следует осуществлять таким образом, чтобы требования, приведенные в 2.2.1.1, соблюдались с достаточной степенью надежности.

2.1.1.3 С целью ограничения неопределенностей и обеспечения надлежащего поведения конструкций высотных зданий при сейсмических воздействиях следует соблюдать указания, приведенные в разделах 3 и 4.

2.1.2 Требование по ограничению ущерба

2.1.2.1 В соответствии с требованием по ограничению ущерба высотное здание должно переносить сейсмические воздействия, которые имеют большую вероятность возникновения чем редкое сейсмическое воздействие и могут неоднократно повториться за период его эксплуатации:

- сохраняя свою первоначальную способность сопротивляться сейсмическим и гравитационным нагрузкам;
- без значимых повреждений и связанных с ними эксплуатационных ограничений, устранение которых сопряжено с затратами, непропорционально высокими по сравнению со стоимостью конструктивной системы здания.

2.1.2.2 Интенсивность расчетных сейсмических воздействий, принимаемых во внимание при проверке соблюдения требования по ограничению ущерба, следует определять в соответствии с положениями 6.1.1 а) и 6.1.2.

2.1.3 Требование по ограничению значительных повреждений

2.1.3.1 В соответствии с требованием по ограничению значительных повреждений высотное здание должно перенести редкое сейсмическое воздействие, которому оно предположительно, может подвергнуться один раз за период эксплуатации:

- без локальных или глобальных разрушений конструкций, нарушающих целостность конструктивной системы и ее способность воспринимать вертикальные гравитационные нагрузки и повторные сейсмические воздействия;

- без значительных остаточных деформаций конструктивной системы и ее грунтового основания;
- без повреждений несущих и ненесущих конструкций, угрожающих безопасности людей.

2.1.3.2 Повреждения несущих и ненесущих конструкций, возникшие в результате редкого сейсмического воздействия, могут вызвать временное ограничение эксплуатационной пригодности здания и необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ.

2.1.3.3 Интенсивность редкого сейсмического воздействия, принимаемого во внимание при проверке соблюдения требования по ограничению значительных повреждений, следует определять в соответствии с положениями 6.1.1 б) и 6.1.3.

2.1.4 Требование по предотвращению разрушения

2.1.4.1 В соответствии с требованием по предотвращению разрушения высотное здание должно перенести крайне редкое сейсмическое воздействие сохранив способность конструктивной системы воспринимать вертикальные гравитационные нагрузки.

2.1.4.2 Под крайне редким сейсмическим воздействием понимается воздействие, имеющее референтную вероятность превышения $P_{NCR}=2\%$ за 50 лет или референтный период повторяемости $T_{NCR}=2475$ лет.

2.1.4.3 Восстановление высотного здания после крайне редкого сейсмического воздействия может быть нерентабельным.

2.2 Критерии соответствия

2.2.1 Общие сведения

2.2.1.1 Для соблюдения требований, приведенных в 2.1.1.1, при проектировании высотных зданий в сейсмических зонах должны быть выполнены проверки недостижения этими зданиями предельных состояний по условиям:

- ограниченного повреждения;
- значительного повреждения;
- близости к коллапсу.

Примечание – На рисунке 2.1 сплошной линией показана типичная зависимость «нагрузка – перемещения», описывающая в общем виде нелинейное поведение конструктивной системы с одной степенью свободы при сейсмическом воздействии. Пунктирной линией показана зависимость «нагрузка – перемещения», соответствующая линейно-упругой работе конструктивной системы.

Точки на графике характеризуют примерные соотношения параметров, соответствующих:

- предельному состоянию (Limit States – LS) по условию ограниченного повреждения (Damage Limitation – DL);
- предельному состоянию по условию значительного повреждения (Significant Damage – SD);
- предельному состоянию по условию близости к коллапсу (Near Collapse – NC).

2.2.1.2 Описания предельных состояний по условиям ограниченного повреждения, значительного повреждения и близости к коллапсу даны в 2.2.2, 2.2.3 и 2.2.4

соответственно. В этих же подразделах приведены правила, соблюдение которых обеспечивает достаточный уровень надежности высотных зданий в отношении недостижения указанных предельных состояний.

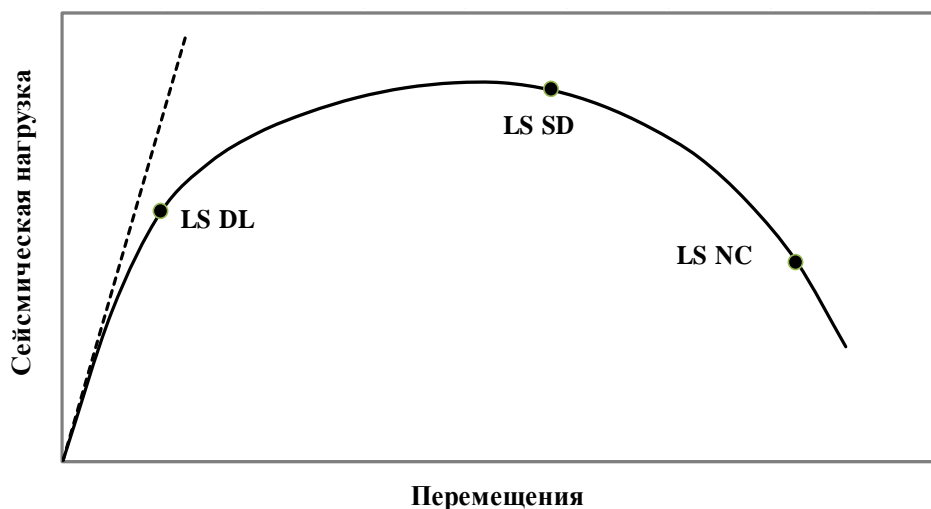


Рисунок 2.1 – Зависимость «сейсмическая нагрузка – перемещения»

2.2.2 Предельное состояние здания по условию ограниченного повреждения

2.2.2.1 Предельное состояние здания по условию ограниченного повреждения – это такое состояние, при котором здание перестает удовлетворять эксплуатационным требованиям.

2.2.2.2 Предельное состояние здания по условию ограниченного повреждения может быть достигнуто по следующим причинам (по одной или нескольким из нижеперечисленных):

а) в результате снижения первоначальной способности конструктивной системы здания сопротивляться сейсмическим воздействиям и/или возникновения в ее элементах и/или в грунтовом основании остаточных деформаций, превышающих предельно допустимые;

в) из-за образования в несущих конструктивных элементах (перегородках, стеновых заполнениях и других) повреждений, приводящих к затруднению нормальной эксплуатации здания;

б) ввиду нарушения работоспособности оборудования, необходимого для обеспечения жизнедеятельности людей после землетрясения.

2.2.2.3 Требование о недостижении конструктивной системой здания предельного состояния по условию ограниченного повреждения (LS DL) при сейсмических воздействиях, имеющих большую вероятность возникновения чем редкое сейсмическое воздействие, следует считать выполненным, если при проектировании здания были соблюдены правила, обеспечивающие конструктивной системе способность перенести редкое сейсмическое воздействие с соблюдением требования о недостижении предельного состояния по условию значительного повреждения (LS SD).

2.2.2.4 Повреждения несущих конструктивных элементов здания при сейсмических воздействиях, имеющих большую вероятность возникновения, чем редкое

сейсмическое воздействие, взаимосвязаны преимущественно с горизонтальными деформациями конструктивной системы. Поэтому критерии ненаступления предельного состояния по условию ограниченного повреждения несущих конструктивных элементов выражаются через предельно допускаемые величины горизонтальных перекосов этажей здания.

2.2.2.5 Достаточный уровень надежности здания в отношении недостижения предельного состояния по условию ограниченного повреждения несущих конструктивных элементов можно считать обеспеченным, если при расчетных сейсмических воздействиях, принимаемых во внимание при проверке соблюдения требования по ограничению ущерба, горизонтальные перекосы этажей здания не превысят предельно допустимые значения, указанные в 7.3 НТП РК 08-01.2-2021 и 8.2 настоящего НТП.

2.2.2.6 Требования к размещению и креплению механического и электрического оборудования в здании следует устанавливать в проектной документации на основании межгосударственных и национальных стандартов Республики Казахстан.

2.2.2.7 Устойчивость механического и электрического оборудования к сейсмическим воздействиям и возможность его эксплуатации после сейсмических событий должна быть подтверждена результатами динамических испытаний.

2.2.3 Предельное состояние здания по условию значительного повреждения

2.2.3.1 Предельное состояние здания по условию значительного повреждения – это состояние, при котором дальнейшая эксплуатация здания должна быть временно прекращена или ограничена из-за возможных угроз для безопасности людей.

2.2.3.2 Предельное состояние здания по условию значительного повреждения считается достигнутым в случаях:

- значительного снижения первоначальной сопротивляемости конструктивной системы горизонтальным и вертикальным нагрузкам, сопровождающегося нарушением целостности ее конструктивных элементов;
- больших горизонтальных и/или вертикальных остаточных смещений конструктивной системы и/или некоторых ее элементов;
- чрезмерных остаточных деформаций грунтового основания, обеспечивающего сопротивляемость конструктивной системы;
- разрушения несущих конструктивных элементов и/или их связей с конструктивными элементами;
- больших горизонтальных и/или вертикальных остаточных смещений несущих конструктивных элементов (например, выпучивания перегородок из плоскости, деформирования фасадных систем).

2.2.3.3 В соответствии с пунктом 2.2.3.2 предельное состояние здания по условию значительного повреждения может быть достигнуто в результате значительных повреждений собственно конструктивной системы здания и/или в результате значительных повреждений несущих элементов здания, не являющихся частью конструктивной системы и не рассматриваемых при проектировании в качестве элементов, воспринимающих сейсмическую нагрузку, приходящуюся на здание.

2.2.3.4 Повреждения конструктивной системы здания при редком сейсмическом воздействии взаимосвязаны преимущественно с величинами действующих на нее сейсмических нагрузок. Поэтому критерии ненаступления предельного состояния здания по условию значительного повреждения конструктивной системы выражаются через показатели сопротивляемости конструктивной системы и ее грунтового основания, а также через показатели устойчивости здания против опрокидывания и сдвига.

2.2.3.5 Достаточный уровень надежности конструктивной системы в отношении недостижения предельного состояния по условию значительного повреждения можно считать обеспеченным, если при расчетных сейсмических нагрузках, соответствующих требованию по ограничению значительных повреждений, сопротивляемость конструктивной системы отвечает надлежащим положениям НТП РК к СП РК EN 1998-1:2004/2012.

2.2.3.6 Повреждения несущих конструктивных элементов здания при редких сейсмических воздействиях взаимосвязаны с деформациями конструктивной системы и с величинами сейсмических нагрузок, действовавшими на несущие конструктивные элементы в их плоскости и из плоскости.

2.2.3.7 Достаточный уровень надежности здания в отношении недостижения предельного состояния по условию значительного повреждения несущих конструктивных элементов можно считать обеспеченным, если при расчетных сейсмических нагрузках, соответствующих требованию по ограничению значительных повреждений несущих конструктивных элементов сопротивляемость несущих конструктивных элементов соответствует надлежащим положениям раздела 8.

2.2.4 Предельное состояние здания по условию близости к коллапсу

2.2.4.1 Предельное состояние по условию близости к коллапсу – это состояние, при котором здание находится на грани обрушения и его дальнейшая эксплуатация должна быть немедленно прекращена из-за прямых угроз безопасности людей. В этом состоянии:

- конструктивная система здания сильно повреждена, имеет низкую остаточную горизонтальную прочность и жесткость, а большинство несущих конструктивных элементов разрушены или имеют большие остаточные смещения;
- здание, вероятно, не выдержит еще одно землетрясение даже умеренной интенсивности, но его вертикальные несущие конструкции все еще в состоянии воспринимать вертикальные нагрузки.

2.2.4.2 Достаточный уровень надежности конструктивной системы здания в отношении недостижения предельного состояния по условию близости к коллапсу можно считать обеспеченным, если выполнены условия недостижения предельных состояний ограниченного повреждения и значительного повреждения.

Примечание – В настоящем НТП предусмотрены явные проверки соблюдения двух требований: требования по ограничению ущерба и требования по ограничению значительных повреждений. Предполагается, что проверки соблюдения требований по ограничению ущерба и ограничению значительных повреждений гарантируют соблюдение требования по предотвращению разрушения. Это предположение основывается на принципах и правилах СП РК EN 1998-1:2004/2012, согласно которым фактическая сопротивляемость конструктивной системы

сейсмическим воздействиям должна превышать расчетные сейсмические нагрузки, принимаемые во внимание при проверке требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы, не менее чем в 1,5 раза.

3 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

3.1 Принципы проектирования

3.1.1 В соответствии с основополагающими принципами, принимаемыми во внимание на стадии концептуального проектирования высотных зданий, конструктивные системы и схемы высотных зданий должны обладать:

- конструктивной простотой;
- однородностью, симметричностью и избыточностью;
- сопротивляемостью и жесткостью в двух горизонтальных направлениях;
- сопротивляемостью и жесткостью на кручение в плане;
- адекватной жесткостью междуэтажных перекрытий (покрытий);
- адекватными фундаментами.

Подробное описание принципов концептуального проектирования зданий в сейсмических зонах дано в разделе 2 НТП РК 08-01.2-2021.

3.1.2 Проектируемые высотные здания, в зависимости от особенностей их конструктивных систем и конструктивно-компоновочных схем, должны быть классифицированы по регулярности в плане и по высоте, а также по жесткости на кручение в плане.

По регулярности в плане и по высоте конструктивные схемы высотных зданий, как и зданий других классов ответственности по этажности (см. таблицу 5.2 НТП РК 08-01.2-2021), подразделяются на регулярные, умеренно нерегулярные или чрезмерно нерегулярные в плане и/или по высоте, а в зависимости от жесткости на кручение в плане – на крутильно-податливые в плане и обладающие достаточной жесткостью на кручение в плане.

Критерии и расчетные проверки, позволяющие классифицировать конструктивные схемы высотных зданий по регулярности в плане и по высоте, а также по жесткости на кручение в плане приведены в разделе 3 НТП РК 08-01.2-2021.

3.1.3 При проектировании высотных зданий необходимо:

- применять материалы, конструкции и конструктивно-компоновочные схемы (далее, как правило, конструктивные схемы), обеспечивающие наименьшие значения расчетных сейсмических нагрузок на здания и величины усилий в их несущих элементах;
- отдавать предпочтение многократно статически неопределимым конструктивным системам;
- предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие устойчивость и геометрическую неизменяемость конструктивных систем при развитии в конструкциях и соединениях между ними пластических деформаций.

3.1.4 При выборе горизонтальной жесткости конструктивной системы высотного здания, помимо стремления минимизировать эффекты сейсмического воздействия (исходя

из инженерно-геологических особенностей площадки строительства и спектров реакций), следует руководствоваться требованием о необходимости ограничения чрезмерных перемещений конструктивной системы, способных вызвать:

- значительные повреждения конструктивных элементов, не являющихся частью конструктивной системы (например, перегородок и стеновых заполнений), и неконструктивных элементов;
- неустойчивость конструктивной системы из-за возникновения эффектов второго порядка.

3.1.5 Горизонтальные жесткости конструктивных систем высотных зданий, помимо соответствия условиям 3.1.4, должны быть достаточными для обеспечения в условиях обычной эксплуатации:

- нормальной работы инженерного и технологического оборудования зданий;
- комфортных условий пребывания людей по критерию ускорений колебаний при ветровых воздействиях.

Примечание – Для обеспечения комфортного пребывания людей в высотных зданиях ускорение колебаний перекрытий пяти верхних этажей при действии ветровой нагрузки не должно превышать $0,08 \text{ м/с}^2$.

3.1.6 Высотные здания, в зависимости от сейсмической расчетной ситуации, допускается проектировать как низкодиссипативные сооружения, имеющие класс низкой пластичности L (DCL), и как диссипативные сооружения, имеющие класс средней пластичности M (DCM) или класс высокой пластичности H (DCH).

3.1.7 Конструктивные системы высотных зданий, имеющие класс низкой пластичности L, допускается применять:

- на площадках с низкой сейсмичностью ($0,05 \text{ g} \leq a_g \leq 0,08 \text{ g}$);
- в качестве суперструктур зданий, оснащенных системами сейсмоизоляции.

3.1.8 Если для рассматриваемой площадки строительства с низкой сейсмичностью произведение значений a_g и γ_{lh} (где a_g – значение расчетного ускорения основания, а γ_{lh} – коэффициент, учитывающий ответственность здания) находится в диапазоне от $0,05 \text{ g}$ до $0,08 \text{ g}$, то расчеты на сейсмические воздействия располагаемых на ней высотных зданий допускается не выполнять, ограничившись соблюдением:

- а) правил СП РК EN, распространяющихся на обычные условия строительства;
- б) конструктивных мероприятий, принимаемых вне зависимости от результатов расчетов и направленных на защиту ненесущих конструкций (например, перегородок из каменной кладки) от повреждений при сейсмических воздействиях интенсивностью 7 баллов.

3.1.9 Если для рассматриваемой площадки строительства с низкой сейсмичностью ($0,05 \text{ g} \leq a_g \leq 0,08 \text{ g}$) произведение значений a_g и γ_{lh} превышает $0,08 \text{ g}$, то располагаемые на ней высотные здания следует проектировать как диссипативные сооружения, соблюдая:

- правила метода капаситивного проектирования;
- конструктивные требования, принимаемые для зданий, возводимых на площадках сейсмичностью 7 баллов.

3.1.10 При проектировании высотных зданий, вне зависимости от особенностей расчетных сейсмических ситуаций, следует соблюдать правила настоящего НТП и учитывать следующее:

- железобетонные конструктивные системы высотных зданий, проектируемые с классом пластичности М, должны соответствовать правилам НТП РК 08-01.3-2021 и непротиворечащим им правилам СП РК EN 1998-1:2004/2012;

Примечание – В соответствии с положениями НТП РК 08-01.3-2021 здания с железобетонными конструктивными системами не рекомендуется проектировать с классом пластичности Н.

- стальные и сталежелезобетонные конструктивные системы высотных зданий, проектируемые с классами пластичности М или Н, должны соответствовать положениям НТП РК 08-01.4-2012 и СП РК EN 1998-1:2004/2012.

3.1.11 Для обеспечения общего диссипативного и пластического поведения конструктивной системы высотного здания необходимо исключить возможность хрупкого разрушения ее элементов или образования в ней нестабильных механизмов пластического деформирования.

3.1.12 В соответствии с СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 проектирование зданий может основываться на результатах расчетов или на комбинации результатов расчетов и испытаний (см. 5.2 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

Примечание – Испытания могут быть необходимы:

- для устранения проблем, связанных с выбором адекватных расчетных моделей;
- при применении большого количества однотипных конструкций;
- для подтверждения правомерности допущений и предпосылок, принятых при проектировании.

Проектирование высотного здания с использованием результатов испытаний должно обеспечивать уровень его надежности, соответствующий расчетной сейсмической ситуации.

При проектировании высотного здания с учетом результатов испытаний следует принимать во внимание неопределенности, связанные с ограниченным числом испытаний и особенностями принятых методов испытаний.

3.2 Система обеспечения качества

3.2.1 Для создания высотного здания, соответствующего требованиям и предпосылкам, принятым в настоящем НТП, следует предусматривать мероприятия по обеспечению надлежащего качества его проектирования и строительства, предусмотренные в 2.4(1) СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

Мероприятия по обеспечению надлежащего качества проектирования и строительства включают:

- организационные мероприятия;
- контроль на всех этапах проектирования и производства работ, а также в процессе эксплуатации и технического обслуживания.

3.2.2 При проектировании и строительстве высотные здания следует классифицировать как сооружения, относящиеся по предполагаемым последствиям разрушений и повреждений к классу СС3, а по требуемому уровню надежности к классу надежности RC3 (см. таблицу В1 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

Примечание – Согласно таблице В1 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 к классу СС3 следует относить здания повреждения и разрушения которых способны вызвать тяжелые последствия для жизни людей и очень большие экономические, социальные или экологические последствия.

Классы последствий СС3 и классы надежности RC3 должны соотноситься с соответствующими уровнями контроля за качеством проектирования и строительства.

3.2.3 При проектировании высотных зданий следует осуществлять усиленный контроль качества проектирования, соответствующий уровню DSL3 (см. таблицу В.4 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

В соответствии с таблицей В.4 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 усиленный контроль DSL3 качества проектирования высотных зданий должен выполняться организацией, независимой от той, которая разрабатывала проект.

Примечание – Основная цель усиленного контроля за качеством проектирования – предотвращение передачи ошибок и различного рода несовершенств в проектных решениях (в том числе, связанных с необоснованными отступлениями от требований норм) на последующие стадии строительного процесса.

В процессе усиленного контроля принятые проектные решения проверяются на рациональность, возможность реализации, соответствие нормативным требованиям и результатам расчетов и/или экспериментальным данным.

3.2.4 Усиленный контроль уровня DSL3 за проектированием высотных зданий осуществляется в рамках комплексной вневедомственной экспертизы проектов строительства высотных зданий, выполняемой государственной экспертной организацией.

3.2.5 При строительстве высотных зданий следует осуществлять усиленный контроль качества строительства, соответствующий уровню IL3 (см. таблицу В.5 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

Примечание – Основная цель усиленного контроля за качеством строительства – предупреждение и выявление дефектов при строительстве, которые могут привести к снижению антисейсмической надежности и эксплуатационных качеств высотного здания.

3.2.6 Уровень контроля IL3 предполагает усиленный контроль за строительством, осуществляемый организацией, независимой от той, которая осуществляет строительство.

3.2.7 Независимый контроль уровня IL3 за строительством высотных зданий должны осуществлять привлекаемые строительной организацией со стороны (в дополнение к собственным службам контроля качества строительства) специальные лицензированные службы, оснащенные техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

3.2.8 Контроль IL3 за качеством строительства высотного здания, осуществляемый привлеченной организацией, может носить выборочный характер. Для соблюдения этого условия в проектной документации и при необходимости в СТУ должны быть указаны конструктивные элементы особой ответственности, требующие специального контроля

качества изготовления, и приведены конкретные указания по применяемым методам контроля качества.

3.2.9 В процессе строительства высотных зданий следует выполнять проверки:

- а) фактических свойств строительных материалов, использованных для выполнения несущих и ненесущих конструкций;
- б) качества и соответствия поставляемых изделий требованиям проекта;
- в) свойств здания после завершения строительных работ (например, упругого отклонения, частот собственных колебаний и демпфирования), если это предусмотрено соответствующими положениями СТУ.

Порядок организации испытаний, отбора проб и обработки результатов испытаний должны соответствовать положениям СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 или СТУ.

4 КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

4.1 Общие положения

4.1.1 Строительство высотных зданий может осуществляться с применением конструктивных систем следующих типов:

- рамных каркасов (железобетонных, стальных или сталежелезобетонных);
- рамных каркасов (железобетонных, стальных или сталежелезобетонных), комбинируемых с вертикальными концентрическими диагональными и/или эксцентрическими связями жесткости;
- двойных конструктивных систем, в виде рамных каркасов (железобетонных, стальных или сталежелезобетонных), комбинируемых с железобетонными стенами (в том числе с ядрами жесткости);
- железобетонных стеновых систем.

Применение рамных каркасов, не усиленных связями или стенами, допускается только на площадках с низкой сейсмичностью.

4.1.2 В рамных каркасах с жесткими узлами примыкания балок к колоннам горизонтальным силам сопротивляются элементы рам, работающие преимущественно на изгиб и внецентренное сжатие.

В рамных каркасах, комбинируемых с вертикальными концентрическими диагональными связями или с вертикальными эксцентрическими связями, горизонтальным силам сопротивляются как элементы рам, так и элементы связей, подверженные осевым силам.

В каркасах с шарнирным примыканием балок к колоннам, комбинируемых с вертикальными концентрическими диагональными связями или эксцентрическими связями, горизонтальным силам сопротивляются преимущественно элементы связей, подверженные осевым силам.

Примечание – Эксцентрические связи – это связи, расположенные в рамах с эксцентриситетами таким образом, чтобы энергия могла быть диссипирована в специальных звеньях при циклическом изгибе или сдвиге этих звеньев.

4.1.3 В конструктивных системах, отождествляемых с рамными каркасами, комбинируемыми с железобетонными стенами, горизонтальным нагрузкам сопротивляются совместно рамы и стены.

В конструктивных системах, отождествляемых со стеновыми системами, горизонтальным нагрузкам сопротивляются связанные или несвязанные железобетонные стены.

Примечание – Связанная стена – это элемент конструктивной системы, который состоит из двух или нескольких стен, объединенных в единую систему в достаточной мере пластичными балками («связующими балками»), способными уменьшить, по крайней мере, на 25 % суммарный изгибающий момент в основании, возникающий при раздельной работе этих стен.

4.1.4 Конструктивные системы, отождествляемые с железобетонными рамными каркасами, комбинируемыми с железобетонными стенами, подразделяются на:

- двойные конструктивные системы эквивалентные стеновым;
- двойные конструктивные системы эквивалентные рамным.

Примечание – Определения стеновых и двойных железобетонных конструктивных систем даны в НТП РК 08-01.3-2021

4.1.5 Конструктивные системы зданий могут быть образованы конструктивными элементами, выполненными из одного или из разных материалов. Например, ядра жесткости могут быть выполнены из железобетона, а колонны каркаса из стали.

4.1.6 Конструктивные системы одного типа могут различаться составом и расположением основных вертикальных несущих элементов. То есть, конструктивной системе одного типа могут соответствовать разные конструктивно-компоновочные схемы.

Некоторые конструктивные системы и конструктивно-компоновочные схемы высотных зданий, рекомендуемые к применению в сейсмических зонах, схематично показаны в подразделе 4.5.

4.2 Фундаменты и подземные части высотных зданий

4.2.1 Проектирование фундаментов высотных зданий следует осуществлять в соответствии с указаниями, приведенными в подразделе 2.2.6 НТП РК 08-01.2-2021 и в настоящем подразделе, соблюдая не противоречащие им правила СП РК EN 1997-1:2004/2011, СП РК EN 1998-1:2004/2012, СП РК EN 1998-5:2004/2013 и НТП к указанным документам.

4.2.2 При проектировании высотных зданий предпочтительно принимать технические решения, обеспечивающие наименьшие значения эксцентриситета гравитационных нагрузок, действующих на грунтовое основание и фундаменты здания.

4.2.3 Жесткость фундаментов и подземной части здания должна быть достаточной для равномерной передачи нагрузок от надфундаментного строения к грунтовому основанию.

4.2.4 Конструктивные решения фундаментов и их соединений с надфундаментным строением должны гарантировать, что высотное здание будет подвержено синхронному сейсмическому возмущению.

4.2.5 Для выполнения условий 4.2.2 – 4.2.4 фундаменты высотных зданий следует выполнять жесткого коробчатого или кессонного типа с фундаментными плитами, подкрепленными сваями или опирающимися на грунтовое основание.

4.2.6 В качестве грунтового основания фундаментных плит, не подкрепленных сваями, рекомендуется принимать грунты (в том числе замещающие слабые слои грунтового основания), характеризующиеся скоростями распространения поперечных волн не менее 400 м/с.

4.2.7 Фундаментные плиты могут выполняться в виде сплошных безбалочных железобетонных плит с постоянной или переменной толщиной в плане или в виде балочных плит с обращенными вверх ребрами. Места пересечения ребер могут служить для установки колонн каркаса.

4.2.8 Требуемые толщины и армирование железобетонных фундаментных плит следует определять по результатам расчетов и с учетом соответствующих конструктивных требований.

На этапе концептуального проектирования толщины сплошных безбалочных фундаментных плит могут быть приняты равными (в метрах) не менее $(0,09...0,10)n$, где n – количество этажей в надземной части высотного здания (кроме верхнего технического или мансардного этажа).

4.2.9 Глубину заложения подошвы фундамента высотного здания относительно дневной поверхности грунта, как правило, следует принимать не менее 10 % от высоты его надземной части (см. НТП РК 08-01.2-2021).

4.2.10 Подземные части могут выполняться под одно высотное здание или, при наличии соответствующего обоснования, под группу зданий одинаковой или разной этажности, объединенных общим стилобатом.

4.2.11 Подземные части одиночных зданий допускается объединять с примыкающими смежными подземными строениями (например, паркингами), если:

а) между подземной частью высотного здания и примыкающими подземными строениями не требуются осадочные и/или температурные швы;

б) размеры в плане подземной части здания с примыкающими подземными строениями не превышают допустимые расстояния между антисейсмическими швами.

4.2.12 Если подземная часть здания объединена с примыкающими к ней смежными подземными строениями, то при расчете и конструировании проектируемого объекта следует принимать во внимание схемы передачи нагрузок на основание, учитывающие очередность возведения сооружений, входящих в состав этого объекта.

4.2.13 Проектирование подземной части под группу зданий, объединенных общим стилобатом, следует выполнять при научно-техническом сопровождении специализированной организации.

4.2.14 Требуемый класс бетона по прочности на сжатие, принимаемый для фундаментов высотных зданий, следует определять по результатам расчетов, но принимать не ниже С20/25.

Бетонную подготовку следует выполнять из бетона класса не ниже С15/20, толщиной в зависимости от инженерно-геологических условий и методов производства работ, но не менее 150 мм.

4.3 Общие требования к конструкциям высотных зданий

4.3.1 Все вертикальные конструкции высотных зданий, воспринимающие горизонтальные нагрузки, такие как ядра жесткости, несущие стены или каркасы:

- должны быть непрерывными (без разрывов) от фундамента до верха здания или до верха его соответствующей зоны;
- могут иметь постепенно убывающие по высоте жесткости.

4.3.2 Размеры поперечных сечений колонн, связей и толщины стен допускается принимать переменными по высоте здания, но горизонтальные жесткости и массы смежных этажей должны уменьшаться без резких изменений (более 30 %) от основания к верху здания. Исключение могут составлять соотношения между горизонтальными жесткостями и массами:

- верхнего этажа подземной части здания и смежного с ним по высоте первого этажа надземной части;
- этажа с аутригерными структурами и смежных с ним по высоте (сверху и снизу) этажей без аутригерных структур.

4.3.3 Междуэтажные перекрытия, выполняющие функции горизонтальных диафрагм жесткости, должны иметь эффективные связи с вертикальными конструкциями и обладать способностью без существенных отклонений распределять расчетные горизонтальные сейсмические нагрузки между вертикальными несущими конструкциями пропорционально их горизонтальным жесткостям. Жесткости междуэтажных перекрытий в своей плоскости допускается считать достаточными, если они отвечают положениям, приведенным в 2.2.5.4 или 2.2.5.5 НТП РК 08-01.2-2021.

4.3.4 Монолитная железобетонная плита, выполненная по верху металлического настила перекрытия или покрытия, может рассматриваться как горизонтальная диафрагма, если она:

- а) отвечает требованиям 4.3.3;
- б) выполнена на чистой поверхности и имеет надежное сцепление с металлическим настилом, обеспеченное выштампованными в настиле рифами и/или специальными связями сдвига, равномерно распределенными по плоскости настила.

Сварные соединения связей сдвига с металлическим настилом допускается выполнять только в заводских условиях и при соответствующем контроле качества.

4.3.5 Вертикальные несущие конструкции (колонны, стены), расположенные на периметре высотного здания, как правило, должны быть объединены для совместной работы периметральными горизонтальными балками.

4.3.6 В конструктивные системы зданий высотой более 30 этажей рекомендуется вводить промежуточные и/или верхние этажи с аутригерными системами, позволяющими, в том числе, повысить надежность зданий в отношении предотвращения прогрессирующего обрушения.

4.3.7 Если в уровне верха высотного здания не предусмотрено устройство этажа с аутригерными системами, то стены верхних технических этажей и/или парапеты зданий следует выполнять в виде периметральных горизонтальных венчающих диафрагм жесткости (ростверков), повышающих защиту здания от прогрессирующего обрушения.

4.3.8 Коэффициент продольного армирования железобетонных колонн и стен высотного здания должен находиться в пределах, установленных СП РК EN 1998-1:2004/2012.

Если коэффициент продольного армирования железобетонных колонн и стен превышает максимальные значения, установленные СП РК EN 1998-1:2004/2012, то указанные конструкции рекомендуется проектировать с использованием жесткой арматуры, представленной стальными профилями, расположенными внутри железобетонного элемента.

4.3.9 Стальные конструктивные системы высотных зданий следует проектировать собираемыми на строительной площадке из монтажных блоков или элементов заводского изготовления.

Соединения между монтажными блоками и элементами, выполняемые в условиях строительной площадки, как правило, следует предусматривать болтовыми. Допускается применение механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки.

Способ сварки металлоконструкций на разных этапах их укрупнения и монтажа должен быть определен проектом производства работ (ППР).

4.3.10 Стальные конструктивные системы зданий должны иметь конструктивную огнезащиту, предусматривающую создание на поверхности конструкции, которая может быть подвержена огневому воздействию, теплоизоляционного слоя в виде:

- армированной штукатурки или толстонапыляемого состава, не подверженного трещинообразованию;
- экрана из плитных или листовых материалов;
- комбинирования различных способов огнезащиты.

Для проверки состояния огнезащиты стальных конструкций необходимо предусматривать смотровые люки.

4.3.11 Металлические конструкции, связи, крепежные элементы и закладные детали должны быть надежно защищены от коррозии, в том числе электрохимической, или выполняться из коррозионностойкой стали.

4.3.12 Сталежелезобетонные конструкции зданий следует проектировать с применением стальных элементов заводского изготовления, гибкой арматуры и монолитного железобетона. В сталежелезобетонных конструкциях, в дополнение к жесткой арматуре, во всех случаях следует устанавливать продольную и поперечную гибкую арматуру.

4.3.13 В случае, если предел огнестойкости сталежелезобетонных конструкций ниже требуемого нормативными документами, следует предусматривать мероприятия по их огнезащите (см. 4.3.11).

4.3.14 Требования к материалам, применяемым для выполнения несущих и ненесущих конструкций высотных зданий, должны быть указаны в СТУ.

4.4 Конструктивные системы и конструктивно-компоновочные схемы высотных зданий

4.4.1 На рисунке 4.1 схематично показаны конструктивные системы высотных зданий, которые могут быть отнесены к следующим типам:

- а) рамный каркас;
- б), в), г) каркасы с вертикальными концентрическими диагональными связями;
- д) каркас с вертикальными эксцентрическими связями.

Примечание – Конструктивные системы, показанные на рисунках 4.1 б) – д), представляют собой каркасы с вертикальными связевыми фермами. Такие системы выполняются главным образом в стальных и сталежелезобетонных конструкциях.

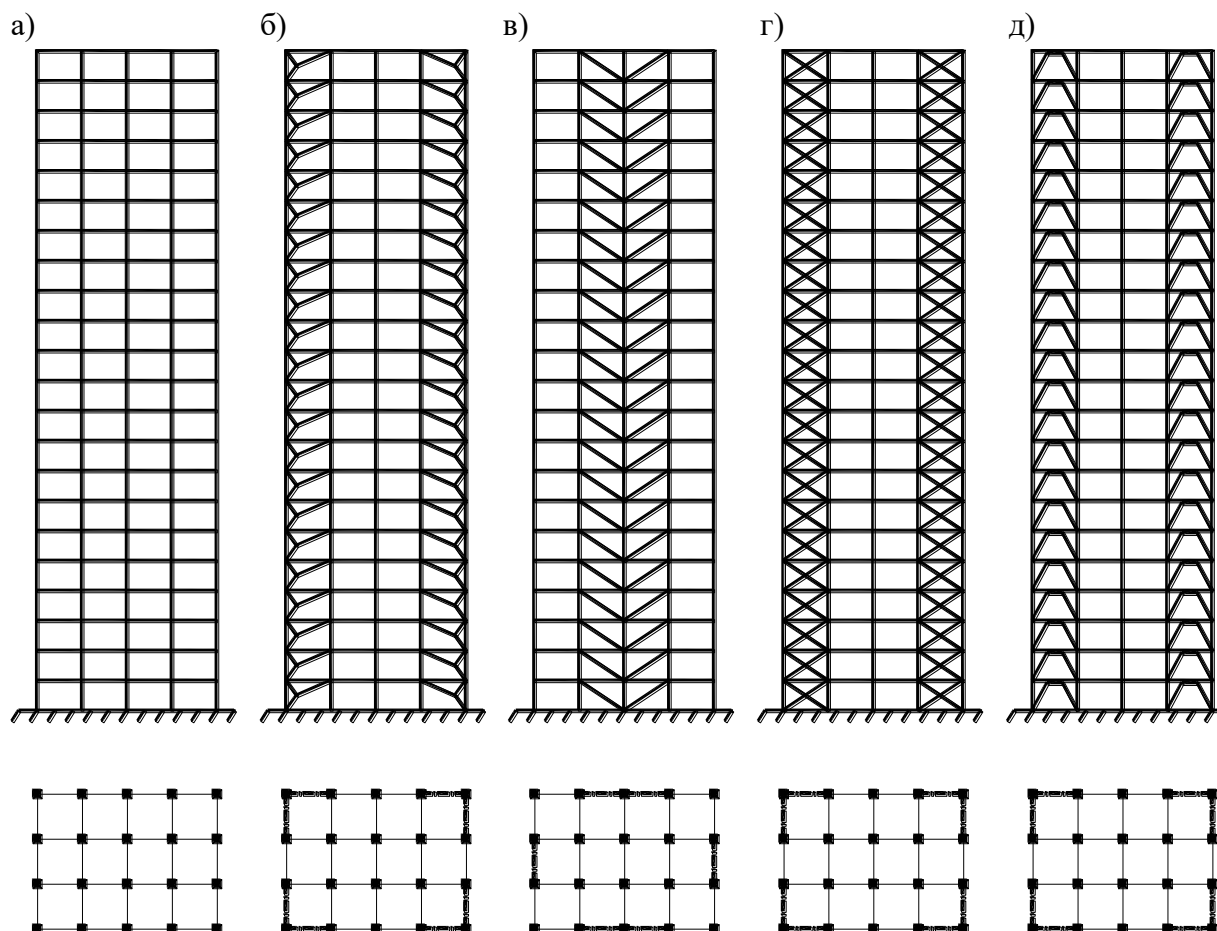


Рисунок 4.1 – Каркасные конструктивные схемы зданий

4.4.2 На рисунке 4.2 показаны экзоскелетоны – каркасные оболочковые конструктивные структуры зданий, представляющие собой сочетания:

- а) внешней решетчатой оболочки («трубы») и внутреннего каркаса;
- б) внешней решетчатой оболочки и внутренних решетчатых вертикальных диафрагм («пучок труб»);
- в) внешней пространственной макрофермы и внутреннего каркаса;
- г) внешней решетчатой оболочки и внутреннего каркаса;
- д) внешних пространственных решетчатых рам и внутреннего каркаса.

Примечания:

1 Экзоскелетоны – это конструктивные структуры, сопротивляемость которых сейсмическим воздействиям обеспечивается преимущественно прочной и жесткой внешней оболочкой.

2 Внешние решетчатые оболочки, показанные на рисунках 4.2 а) и 4.2 б), образованы часто расположенными стойками (обычно с шагом 1,5–2,0 м) и горизонтальными балками.

Конструктивные схемы зданий, показанные на рисунке 4.2, могут быть отнесены к следующим типам конструктивных систем:

а), б) – моментные рамные каркасы;

в), г), д) – каркасы с концентрическими диагональными связями.

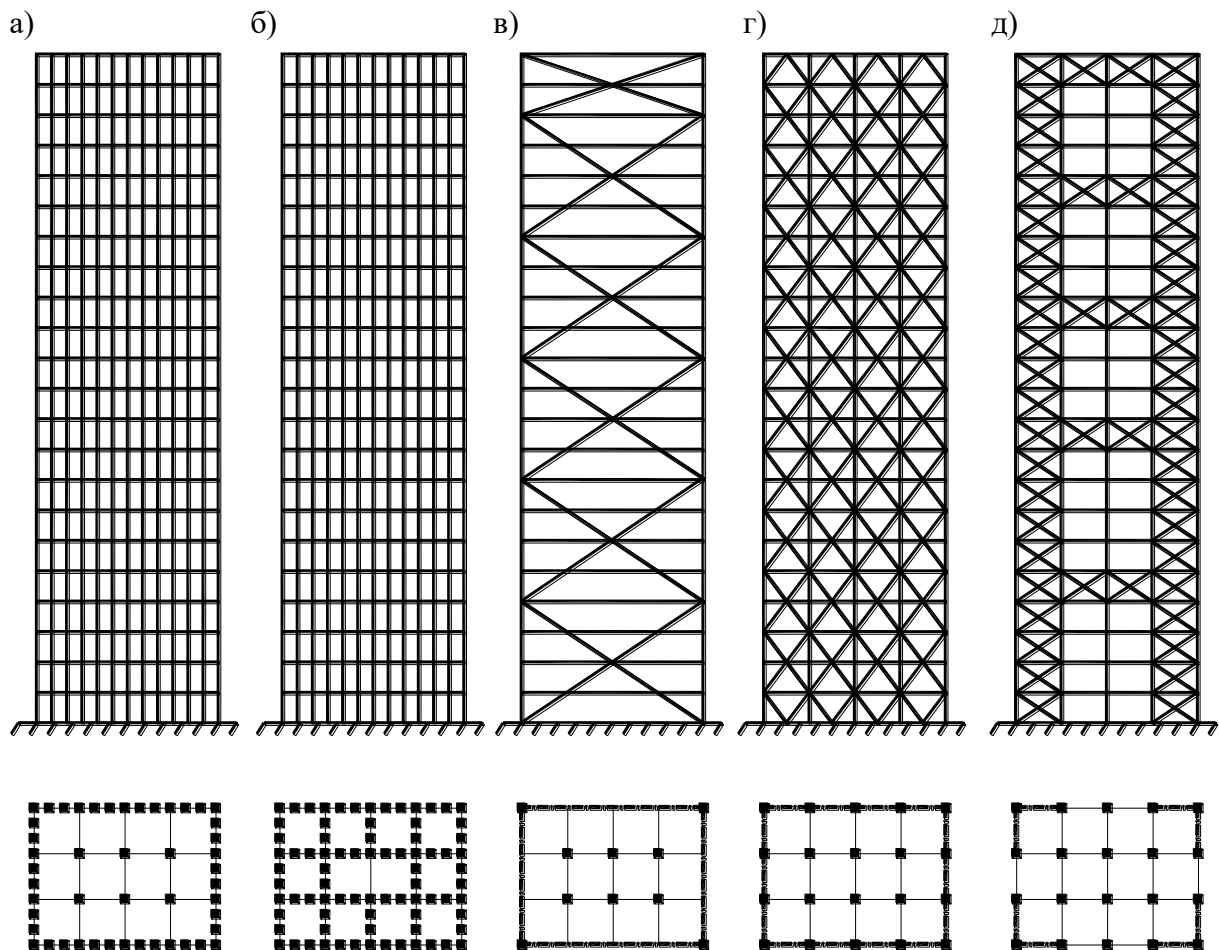


Рисунок 4.2 – Оболочковые конструктивно-компоновочные схемы зданий

4.4.3 На рисунке 4.3 показаны конструктивные схемы, в которых сочетаются:

а) внешняя решетчатая оболочка и внутренний вертикальный ствол (схема «труба в трубе»);

б) рамы, расположенные по периметру здания, и внутренний вертикальный ствол (каркасно-ствольная схема);

в) неполная внешняя оболочка, образованная стенами, и моментные рамы (разновидность экзоскелетона);

г) внешняя оболочка, образованная стенами, и внутренний вертикальный ствол (схема «труба в трубе»);

д) внешние и внутренние стены (перекрестно-стенная схема).

Конструктивные схемы, показанные на рисунке 4.3 а), б) и в), могут быть отнесены к стеновым или к двойным конструктивным системам, эквивалентным рамным или стеновым системам. Конструктивные схемы, показанные на рисунке 4.3 г) и д), относятся к стеновым конструктивным системам.

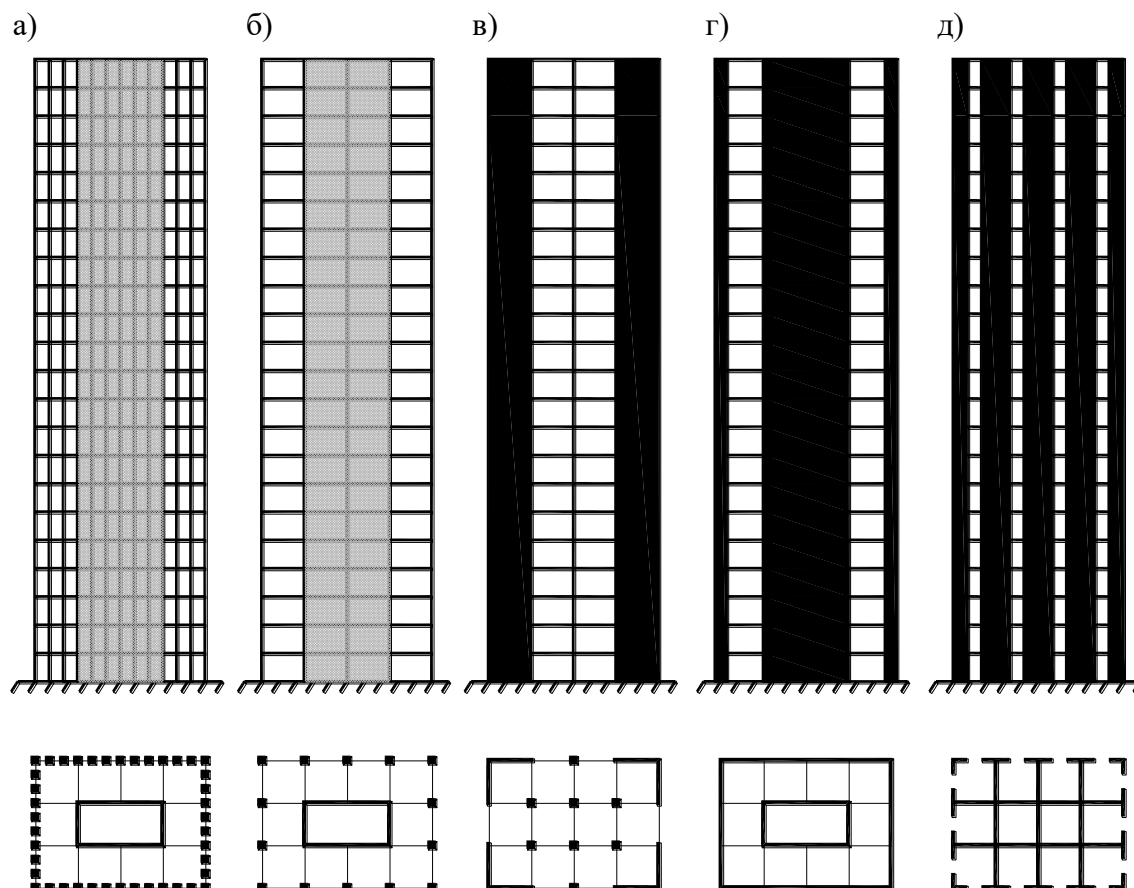


Рисунок 4.3 – Конструктивно-компоновочные схемы зданий с внутренними вертикальными стволами и/или со стенами

4.4.4 На рисунке 4.4 схематично показаны конструктивные схемы зданий с ядрами жесткости и аутригерными структурами в виде сплошных железобетонных балок (а) и ферм (б) высотой на этаж.

4.4.5 Пример, поясняющий поведение зданий с аутригерными структурами при горизонтальных нагрузках показан на рисунке 4.4. в).

Примечание – Аутригерная структура представляет собой систему перекрещивающихся и/или опоясывающих балок/ферм, применяемую в высотных зданиях, как правило, каркасно-ствольных конструктивных схем для повышения их изгибной жесткости. Аутригерные структуры обычно располагаются в уровнях верхних или промежуточных технических этажей и жестко связаны со стволом (ядром жесткости) конструктивной системы.

Применение в высотных зданиях аутригерных систем позволяет:

- увеличить горизонтальную жесткость здания за счет включения в работу периметральных колонн рамного каркаса обстройки;
- обеспечить высокую степень совместной работы центрального ядра и периметральных колонн;
- уменьшить величины изгибающих моментов, возникающих в вертикальном внутреннем стволе от действия горизонтальных нагрузок;
- обеспечить более равномерную передачу вертикальных нагрузок на колонны;
- предохранить здание от прогрессирующего обрушения в случае разрушения какой-либо колонны.

Примечание – В случае разрушения какой-либо колонны система аутригеров обеспечит перераспределение усилий на смежные вертикальные конструкции – колонны или стены ядра жесткости.

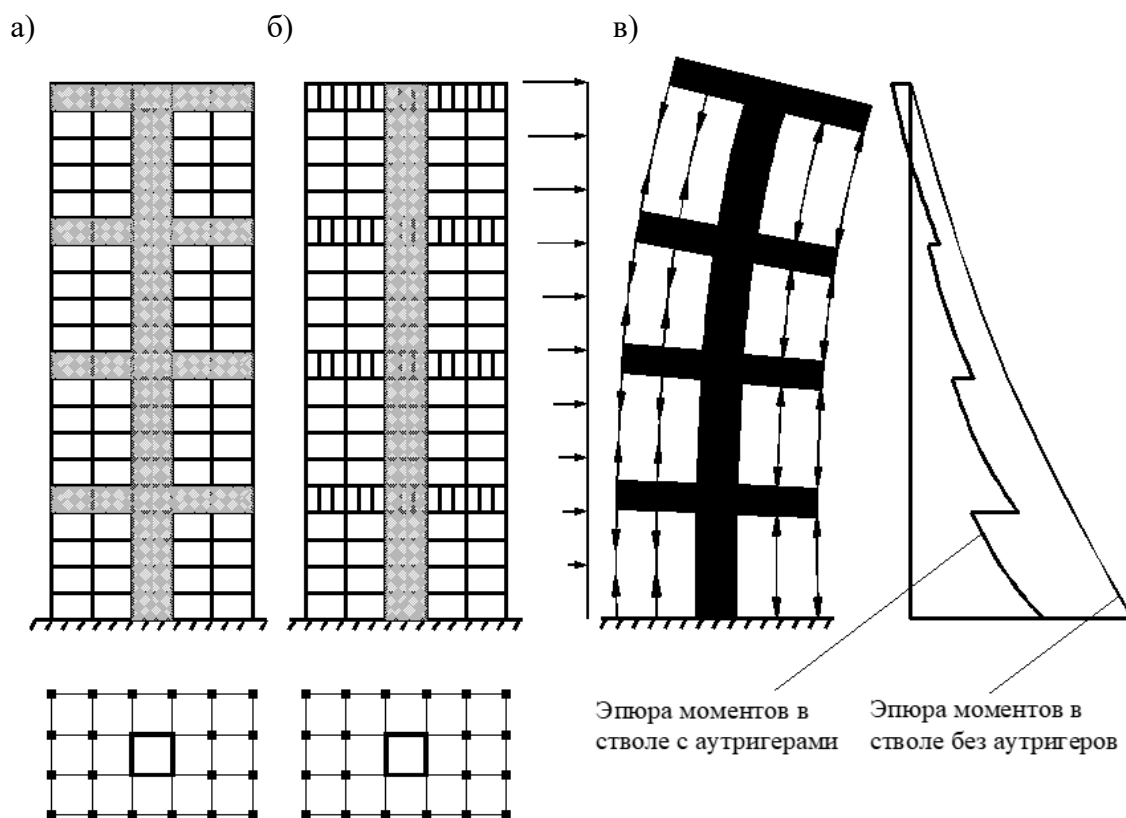


Рисунок 4.4 – Конструктивно-компоновочные схемы зданий с аутригерными структурами (а, б) и пример, поясняющий их поведение при горизонтальных нагрузках (в)

4.4.6 При проектировании высотных зданий, расположенных в сейсмических зонах, не рекомендуется применять:

- а) каркасы с К-образными связями, в которых точка пересечения диагоналей расположена на колонне между узлами соединений балка-колонна.

Примечание – В стальных каркасах с К-образными связями пластические шарниры при сейсмических воздействиях могут образовываться в колоннах (см. рисунок 4.5) – в местах примыкания к колоннам диагоналей.

б) Каркасы с концентрическими V-образными связями, в которых точка пересечения диагоналей расположена на балке;

Примечание – В стальных каркасах с концентрическими V-образными связями пластические шарниры при сейсмических воздействиях могут образовываться в балках – в местах примыкания к балкам V-образных связей (см. рисунок 4.6).

в) рамные стальные каркасы с бетонными или каменными заполнениями, контактирующими с каркасом, но не используемыми для восприятия сейсмических нагрузок;

г) стеновые системы и двойные системы, имеющие по одной стене в продольном и/или поперечном направлениях;

д) каркасные системы и двойные системы, имеющие по одной вертикальной ферме в продольном и/или поперечном направлениях.

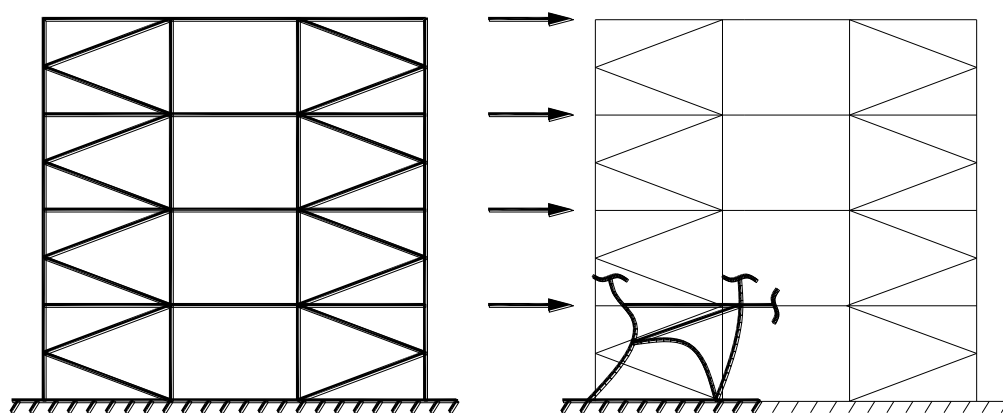


Рисунок 4.5 – Каркас с К-образными связями и схема его деформирования при горизонтальных нагрузках

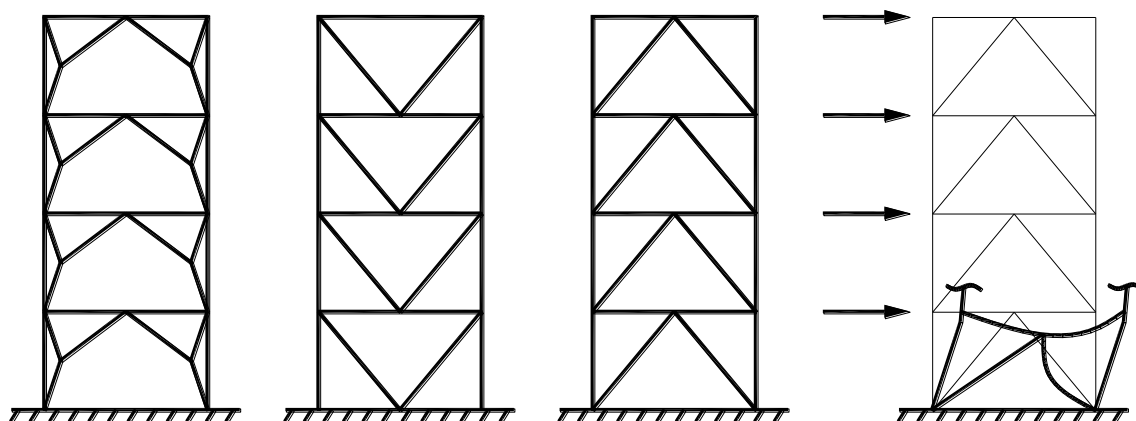


Рисунок 4.6 – Каркасы с концентрическими V-образными связями и схема их деформирования при горизонтальных нагрузках

5 ВЫБОР ПЛОЩАДОК СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

5.1 Общие сведения

5.1.1 При выборе площадок строительства следует принимать во внимание:

- сейсмическую опасность площадок строительства в пиковых ускорениях и в целочисленных баллах;
- инженерно-геологическое строение площадки строительства и тип ее грунтовых условий по сейсмическим свойствам;
- рельеф и тектонические особенности площадки строительства;
- нормативные требования, регламентирующие размеры площадок строительства высотных зданий с учетом рисков, возникающих в результате землетрясений и иных чрезвычайных ситуаций.

5.1.2 Сейсмическую опасность площадок строительства в пиковых ускорениях и в целочисленных баллах следует определять по картам сейсмического микрозонирования или на основании результатов сейсмического микрозонирования, выполненного специализированными организациями в составе инженерных изысканий.

5.1.3 При отсутствии карт сейсмического микрозонирования сейсмическую опасность площадки строительства допускается определять, основываясь на результатах инженерно-геологических изысканий, сведениях о типе ее грунтовых условий по сейсмическим свойствам, особенностях рельефа и данных, представленных:

- на картах общего сейсмического зонирования территории Республики Казахстан ОСЗ-1₍₄₇₅₎, ОСЗ-1₍₂₄₇₅₎ и ОСЗ-2₍₄₇₅₎, ОСЗ-2₍₂₄₇₅₎, (см. Приложение А к НТП РК 08-01.1-2017);
- в «Списке населенных пунктов Республики Казахстан, расположенных в сейсмических зонах, с указанием для них сейсмической опасности в баллах и в ускорениях» (см. Приложение Б к НТП РК 08-01.1-2017);
- в «Списке населенных пунктов Республики Казахстан, расположенных в сейсмических зонах, с указанием расчетных ускорений a_g для площадок строительства с разными типами грунтовых условий» (см. Приложение В к НТП РК 08-01.1-2017).

5.1.4 Тип грунтовых условий площадки строительства по сейсмическим свойствам следует определять по результатам инженерно-геологических изысканий, используя данные, приведенные в таблице 3.1 НТП РК 08-01.1-2017.

5.1.5 Инженерно-геологические изыскания на площадке строительства следует выполнять в соответствии с положениями действующих нормативных документов и с учетом специальных требований, учитывающих повышенную социально-экономическую значимость высотных зданий.

5.1.6 Изыскания должны выполнять специализированные организации, имеющие лицензии на требуемый вид деятельности и аттестационные свидетельства на применяемые приборы и оборудование.

5.1.7 Изыскания следует проводить по программе, разработанной изыскательской организацией на основании технического задания разработчика проектной документации, согласованной заказчиком и государственной экспертизой. Объем и состав изысканий могут уточняться в процессе их выполнения в сторону увеличения и ужесточения по требованию

заказчика, проектной организации, экспертизы или согласно специальным техническим условиям на проектирование высотного здания.

5.1.8 Изыскания на строительной площадке должны обеспечить выявление и изучение всех факторов, имеющих определяющее значение при оценке устойчивости основания от сейсмических и геодинамических воздействий, динамики подземных вод, наличия слабых глинистых и суффозионно-неустойчивых песчаных грунтов и др. В процессе изысканий должны быть определены прочностные и реологические характеристики грунтов, дана оценка устойчивости основания и склона, а в необходимых случаях – организованы стационарные наблюдения.

5.1.9 Изыскания должны быть выполнены в объеме, достаточном для определения параметров сейсмического воздействия с учетом специфических особенностей площадки строительства и правил определения расчетных сейсмических воздействий, приведенных в разделах 3 и 4 НТП РК 08-01.1-2017.

5.1.10 При проведении изысканий следует проводить оценку геотехнических условий выбранного участка и прогноз изменения геолого-гидрологической ситуации на застраиваемом участке и прилегающих территориях.

5.1.11 Инженерные изыскания для проектирования и строительства высотных зданий следует выполнять в соответствии с положениями СП РК 1.02-105-2014, но на глубину не менее 30 метров от поверхности земли.

5.1.12 Тип грунтовых условий площадки строительства высотного здания должен быть определен с учетом значений средних скоростей распространения поперечных волн в поверхностных 10-метровых ($V_{s,10}$) и 30-метровых толщах ($V_{s,30}$).

5.1.13 В отчете о результатах изысканий должна быть указана информация, соответствующая пункту 3.4.7 НТП РК 08-01.1-2017.

5.2 Общие требования к площадкам строительства высотных зданий

5.2.1 При выборе площадок строительства высотных зданий, при прочих равных условиях, предпочтение следует отдавать площадкам с однородными свойствами грунтов в плане и по глубине.

5.2.2 Площадка строительства должна иметь по возможности спокойный рельеф, обеспечивающий размещение смежных объектов, разделенных только антисейсмическими швами, предпочтительно без перепадов глубин заложения их фундаментов.

5.2.3 Высотные здания не следует размещать на площадках, неблагоприятных в сейсмическом отношении (см. подраздел 3.4 НТП РК 08-01.1-2017 и 5.2.4 настоящего НТП).

5.2.4 К неблагоприятным в сейсмическом отношении следует относить площадки:

- а) расположенные в зонах возможного проявления тектонических разломов на дневной поверхности;
- б) расположенные в зонах возможного возникновения очагов землетрясений (зонах ВОЗ);
- б) имеющие сейсмичность более 9 баллов;
- в) с типами грунтовых условий III по сейсмическим свойствам при сейсмичности площадки более 8 баллов;

- г) с периодами горизонтальных колебаний грунтовой толщи по основному тону (при малых деформациях грунтов) более 1,0 сек;
- д) с плывунами, карстами, горными выработками;
- е) расположенные на участках возможного образования осыпей, обвалов, оползней и прохождения селевых потоков.

5.2.5 Состав грунтового основания строительной площадки должен исключать возможности образования разрывов в грунте, неустойчивости склонов и остаточных осадок, вызванных разжижением или уплотнением грунта при землетрясении. Возможность возникновения таких явлений должна быть исследована в соответствии с положениями раздела 4 СП РК EN 1998-5:2004/2013.

5.2.6 При строительстве на площадках с просадочностью грунтов и с сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами следует проводить инженерные мероприятия по улучшению свойств грунтов или их замене, принимать меры к укреплению оснований зданий.

5.2.7 При выборе площадок строительства высотных зданий следует учитывать прогнозы изменения геолого-гидрологической ситуации на застраиваемых участках и прилегающих территориях.

5.2.8 Размеры участков, предназначенных для размещения высотных зданий, а также расстояния между высотными зданиями и смежными с ними строениями должны обеспечивать возможность беспрепятственной ликвидации последствий землетрясений и эвакуации людей.

5.2.9 На территории размещения высотного здания необходимо предусматривать проходы и площадки, обеспечивающие возможность рассредоточения людей, эвакуирующихся из высотного здания.

5.2.10 Вблизи высотных зданий следует предусматривать открытые площадки, предназначенные для сбора населения в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций. Эти площадки должны располагаться на безопасном расстоянии от зданий, составляющем не менее 1/3 высоты ближайших зданий. В пределах этих площадок не должны располагаться линии электропередач.

5.2.11 При выборе мест расположения высотных зданий следует соблюдать нормативные положения в отношении «желтых линий», ограничивающих участки застройки с целью предотвращения завалов магистральных улиц устойчивого функционирования, по которым должна проводиться эвакуация населения в особый период времени и поддерживаться транспортное обеспечение спасательных и аварийно-восстановительных работ.

5.2.12 В пределах зон технического обслуживания и сервисного обеспечения зданий не рекомендуется размещать другие объекты строительства и элементы благоустройства, затрудняющие движение и маневрирование автотранспорта, в том числе специального, предназначенного для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

6 РАСЧЕТНЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

6.1 Общие положения

6.1.1 При проектировании высотных зданий следует принимать во внимание два уровня расчетных сейсмических воздействий.

а) Расчетное сейсмическое воздействие первого уровня – это воздействие, принимаемое во внимание при проверках соблюдения требования по ограничению ущерба.

Под расчетными сейсмическими воздействиями первого уровня понимаются те сейсмические воздействия, которые имеют большую вероятность возникновения чем редкое сейсмическое воздействие и могут неоднократно повторяться за проектный период эксплуатации здания.

б) Расчетное сейсмическое воздействие второго уровня – это воздействие, принимаемое во внимание при проверках:

- соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания;
- влияния эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) на эффекты сейсмических воздействий;
- соблюдения требования по ограничению значительных повреждений неконструктивных элементов высотного здания.

Под расчетным сейсмическим воздействием второго уровня понимается редкое сейсмическое воздействие, которому проектируемое зданию может подвергнуться, предположительно, один раз за проектный период эксплуатации.

6.1.2 Интенсивность расчетного сейсмического воздействия первого уровня характеризуется пиковым ускорением горизонтальных колебаний грунта, значение которого следует принимать не менее 0,25 от значения пикового ускорения, характеризующего интенсивность расчетного сейсмического воздействия второго уровня.

6.1.3 Интенсивность расчетного сейсмического воздействия второго уровня характеризуется значением пикового ускорения горизонтальных колебаний грунта, a_g , в качестве которого следует принимать большее из двух значений:

$$a_g = \max \left\{ a_{g(475)} \right. \\ \left. \frac{2}{3} \cdot a_{g(2475)} \right\} \quad (6.1)$$

где

$$a_{g(475)} = a_{gR(475)} \cdot S(a_{gR(475)}) \cdot S_T, \quad (6.2)$$

$$a_{g(2475)} = a_{gR(2475)} \cdot S(a_{gR(2475)}) \cdot S_T, \quad (6.3)$$

$a_{g(475)}$ и $a_{g(2475)}$ – значения горизонтальных пиковых ускорений на площадке строительства при ее фактических грунтовых и топографических условиях;

$a_{gR(475)}$ и $a_{gR(2475)}$ – референтные значения горизонтальных пиковых ускорений на рассматриваемой площадке строительства при грунтах типа IА, определяемые по картам ОСЗ-1₄₇₅ и ОСЗ-1₂₄₇₅ или по приложению Б, приведенным в НТП РК 08-01.1-2017;

$S(a_{gR(475)})$ и $S(a_{gR(2475)})$ – коэффициенты, характеризующие влияние фактических грунтовых условий площадки строительства на интенсивность горизонтальных сейсмических воздействий, определяемые в соответствии таблицей 6.1 настоящего НТП или с пунктом 3.3.3 НТП РК 08-01.1-2017;

S_T – коэффициент, учитывающий топографические эффекты усиления горизонтальных сейсмических воздействий на площадке строительства, определяемый в соответствии с таблицей 6.2 настоящего НТП или с пунктом 3.3.4 НТП РК 08-01.1-2017.

6.1.4 Значения расчетных пиковых ускорений горизонтальных колебаний грунта, a_g , определенные с учетом грунтовых условий площадок строительства для разных населенных пунктов Республики Казахстан, приведены в Приложении В к НТП РК 08-01.1-2017.

Таблица 6.1 – Значения коэффициентов $S(a_{gR(475)})$ и $S(a_{gR(2475)})$

Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	Значения коэффициентов $S(a_{gR(475)})$ и $S(a_{gR(2475)})$ в зависимости от величин $a_{gR(475)}$ и $a_{gR(2475)}$ соответственно
IA	1,0
IB	$1,0 \leq (1,4 - a_{gR}/g) \leq 1,2$
II	$1,1 \leq (2,0 - 2,5 \cdot a_{gR}/g) \leq 1,6$
III	$1,3 \leq (2,5 - 3,0 \cdot a_{gR}/g) \leq 2,4$

Таблица 6.2 – Значения коэффициентов S_T

Категория рельефа	Характеристика рельефа	Расположение площадки	S_T
1	Плоские поверхности и возвышенности с крутизной склонов менее 15°	—	1,0
2	Одиночные возвышенности с крутизной склонов более 15°	вблизи верхнего края склона	$\geq 1,2$
3	Протяженные возвышенности с шириной гребня существенно меньшей чем в основании и крутизной склонов от 15° до 30°	вблизи вершины возвышенности	$\geq 1,2$
4	Протяженные возвышенности с шириной гребня существенно меньшей, чем в основании и крутизной склона более 30°	вблизи вершины возвышенности	$\geq 1,4$
Примечание – Для площадок, расположенных между основанием и вершиной хребтов или склонов, значения коэффициентов усиления S_T допускается определять по линейной интерполяции, принимая значение S_T в основаниях возвышенностей равным 1,0.			

6.1.5 Параметры расчетных сейсмических воздействий первого и второго уровней могут характеризоваться:

- спектрами упругих реакций в ускорениях;
- зависимостями, характеризующими сейсмические движения грунтов во времени в ускорениях и в связанных с ними величинах (скоростях и перемещениях).

6.1.6 Описание параметров сейсмических движений грунта с помощью спектров упругих реакций рассматривается в настоящем НТП как эталонное представление сейсмического воздействия.

6.1.7 Описание параметров сейсмических движений грунта с помощью временных зависимостей рассматривается как альтернативное представление сейсмических воздействий. Комплекты акселерограмм, принимаемых во внимание при проверках соблюдения требований по ограничению ущерба и по ограничению значительных повреждений, должны удовлетворять положениям НТП РК 08-01.1-2017.

6.2 Описание сейсмических воздействий

6.2.1 Общие положения

6.2.1.1 Горизонтальные и вертикальные расчетные сейсмические воздействия на высотные здания могут быть описаны, если иное не будет предусмотрено в специальных технических условиях, спектрами упругих реакций, соответствующими пункту 6.2.1.2.

6.2.1.2 Для описания горизонтальных и вертикальных расчетных сейсмических воздействий на высотные здания могут быть применены следующие альтернативные варианты спектров упругих реакций.

а) Вариант 1 – Спектры упругих реакций, нормализованные значения которых имеют вероятности непревышения 50 % (вероятности превышения 50 %) и соответствуют демпфированию (при описании горизонтальных и вертикальных сейсмических воздействий) 5 % от критического.

б) Вариант 2 – Спектры упругих реакций, нормализованные значения которых имеют вероятности непревышения 84 % (вероятности превышения 16 %) и соответствуют демпфированию:

- при описании горизонтальных сейсмических воздействий – 2,5 % от критического;
- при описании вертикальных сейсмических воздействий – 5 % от критического;

Примечание – Под спектрами упругих реакций с нормализованными значениями понимаются спектры упругих реакций, у которых значения ординат нормализованы по расчетным горизонтальным и вертикальным ускорениям грунта (a_g и a_{vg} соответственно).

6.2.1.3 При определении расчетных сейсмических нагрузок на здания спектрально-модальным методом, для описания горизонтальных и вертикальных расчетных сейсмических воздействий следует применять спектры упругих реакций, соответствующие варианту 1 и идентичные спектрам упругих реакций, принятым в НТП РК 08-01.1-2017.

6.2.1.4 При определении расчетных сейсмических нагрузок на высотные здания с учетом временного характера сейсмических воздействий, искусственные или инструментальные акселерограммы, входящие в состав выборок, формируемых в соответствии с положениями НТП РК 08-01.1-2017, следует проверять на их соответствие второму варианту спектра упругих реакций.

6.2.1.5 Правила построения спектров упругих реакций, указанных в пункте 6.2.1.2, приведены в 6.2.2 и 6.2.3.

6.2.2 Спектры упругих реакций в ускорениях, описывающие горизонтальные компоненты сейсмического воздействия

6.2.2.1 Для построения спектров упругих реакций $S_e(T)$, описывающих горизонтальные компоненты расчетных сейсмических воздействий на высотные здания в соответствии с пунктом 6.2.1.2 а), следует применять следующие выражения:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot \left[1 + 1,5 \frac{T}{T_B} \right], \quad (6.4)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = 2,5 \cdot a_g, \quad (6.5)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_e(T) = 2,5 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \quad (6.6)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = 2,5 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right], \quad (6.7)$$

где

T – период колебаний линейной системы с одной степенью свободы;

a_g – расчетное ускорение грунта на площадке строительства, определенное в соответствии с правилами, приведенными в 6.1.3;

T_B – минимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений;

T_C – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений;

T_D – значение периода, определяющее начало диапазона постоянных перемещений на спектре реакций в перемещениях.

При построении спектров упругих реакций, соответствующих 6.2.1.2 а), значения периодов T_B , T_C и T_D следует принимать в соответствии с данными, приведенными в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Значения периодов T_B , T_C и T_D , принимаемые при построении спектров упругих реакций, характеризующих горизонтальные сейсмические воздействия в соответствии с 6.2.1.2 а)

Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	T_B , с	T_C , с	T_D , с
IA и IB	0,15	0,44	6
II	0,25	0,64	6
III	0,375	0,96	6

6.2.2.2 Для построения спектров упругих реакций $S_e(T)$, описывающих горизонтальные компоненты расчетных сейсмических воздействий на высотные здания в соответствии с пунктом 6.2.1.2 б), следует применять следующие выражения:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot \left[1,5 + 2,75 \frac{T}{T_B} \right], \quad (6.8)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = 4,25 \cdot a_g, \quad (6.9)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_e(T) = 4,25 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \quad (6.10)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = 4,25 \cdot a_g \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right], \quad (6.11)$$

Значения, входящие в (6.8)-(6.11), определены в 6.2.2.1.

При построении спектров упругих реакций, соответствующих 6.2.1.2 б), значения T_B , T_C и T_D следует принимать в соответствии с данными, приведенными в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Значения периодов T_B , T_C и T_D , принимаемые при построении спектров упругих реакций, характеризующих горизонтальные сейсмические воздействия в соответствии с пунктом 6.2.1.2 б)

Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам	T_B , с	T_C , с	T_D , с
IA и IB	0,15	0,48	6
II	0,20	0,70	6
III	0,35	1,05	6

6.2.2.3 Общий вид спектра реакций, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмических воздействий, принимаемых во внимание при определении расчетных сейсмических нагрузок на высотные здания, показаны на рисунке 6.3.

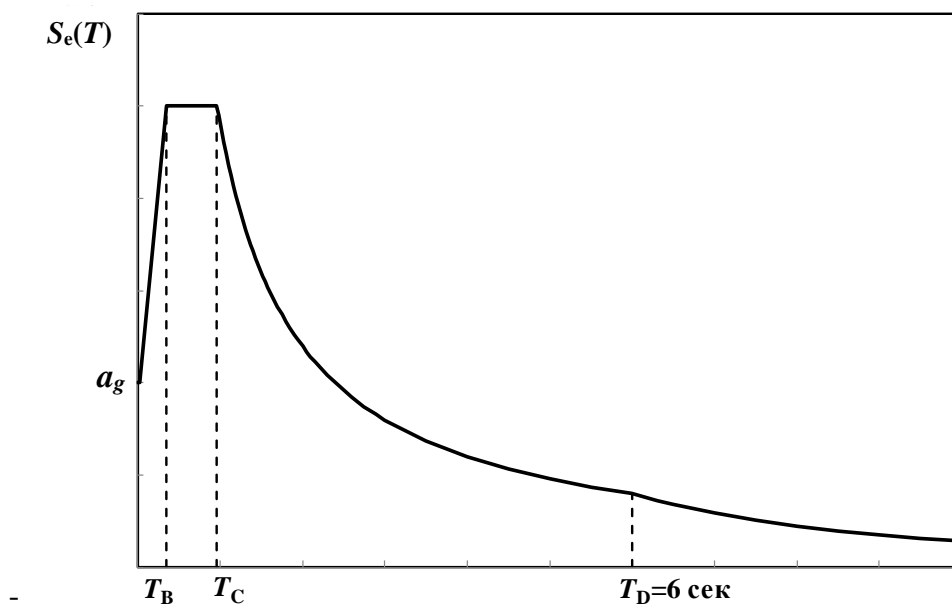


Рисунок 6.3 – Общий вид спектра упругих реакций, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия

6.2.3 Спектры упругих реакций в ускорениях, описывающие вертикальные компоненты сейсмического воздействия

6.2.3.1 Для построения спектров упругих реакций $S_{ve}(T)$, описывающих вертикальные компоненты расчетных сейсмических воздействий на высотные здания в соответствии с пунктом 6.2.1.2 а) следует применять следующие выражения:

$$0 \leq T_v \leq T_{Bv} : \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + 1,25 \cdot \frac{T_v}{T_{Bv}} \right], \quad (6.12)$$

$$T_{Bv} \leq T_v \leq T_{Cv} : \quad S_{ve}(T) = 2,25 \cdot a_{vg}, \quad (6.13)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq T_{Dv} : \quad S_{ve}(T) = 2,25 \cdot a_{vg} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k \quad (6.14)$$

где

$S_{ve}(T)$ – спектр упругих реакций для вертикальной компоненты сейсмического воздействия;

T_v – период колебаний линейной системы с одной степенью свободы в вертикальном направлении, с;

a_{vg} – расчетное ускорение грунта в вертикальном направлении, определяемое с помощью данных таблицы 6.5;

T_{Bv} – минимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений для вертикальной компоненты;

T_{Cv} – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений для вертикальной компоненты;

T_{Dv} – максимальное значение периода на графике спектральных ускорений для вертикальной компоненты (см. 6.2.3.3);

k – показатель степени.

При построении спектров упругих реакций, соответствующих 6.2.1.2 а), значения T_B , T_C , T_D и k следует принимать в соответствии с данными, приведенными в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Значения параметров, описывающих спектры упругих реакций вертикальных составляющих сейсмического воздействия в соответствии с 6.2.1.2 а)

Тип грунтовых условий	a_{vg}/a_g при			T_{Bv}, c	T_{Cv}, c	T_{Dv}, c	k
	$a_g \leq 0,12g$	$0,12g < a_g \leq 0,4g$	$a_g > 0,4g$				
IA, IB, II, III	0,7	0,8	0,9	0,05	0,2	2,0	0,60
II							0,45
III							0,35

6.2.3.2 Для построения спектров упругих реакций $S_{ve}(T)$, описывающие вертикальные компоненты расчетных сейсмических воздействий на высотные здания в соответствии с пунктом 6.2.1.2 б), следует применять следующие выражения:

$$0 \leq T_v \leq T_{Bv} : \quad S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + 2,25 \cdot \frac{T_v}{T_{Bv}} \right], \quad (6.15)$$

$$T_{Bv} \leq T_v \leq T_{Cv} : \quad S_{ve}(T) = 3,25 \cdot a_{vg}, \quad (6.16)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq T_{Dv} : \quad S_{ve}(T) = 3,25 \cdot a_{vg} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k, \quad (6.17)$$

При построении спектров упругих реакций, соответствующих 6.2.1.2 б), значения T_{Bv} , T_{Cv} , T_{Dv} и k следует принимать в соответствии с данными, приведенными в таблице 6.6.

Таблица 6.5 – Значения параметров, описывающих спектры упругих реакций вертикальных составляющих сейсмического воздействия в соответствии с 6.2.1.2 б)

Тип грунтовых условий	a_{vg}/a_g при			$T_{Bv}, \text{с}$	$T_{Cv}, \text{с}$	$T_{Dv}, \text{с}$	k
	$a_g \leq 0,12g$	$0,12g < a_g \leq 0,4g$	$a_g > 0,4g$				
IA и IB	0,7	0,8	0,9	0,05	0,2	2,0	0,575
II							0,425
III							0,325

6.2.3.3 Выражения (6.12) – (6.17) предназначены для определения значений спектра упругих реакций при значениях T_v не более 2 секунд. Значения спектров $S_{ve}(T)$ для T_v более 2 секунд следует определять на основании результатов исследований, учитывающих специфические особенности площадок строительства.

6.2.3.4 Общий вид спектра упругих реакций для вертикальной компоненты сейсмического воздействия показан на рисунке 6.4.

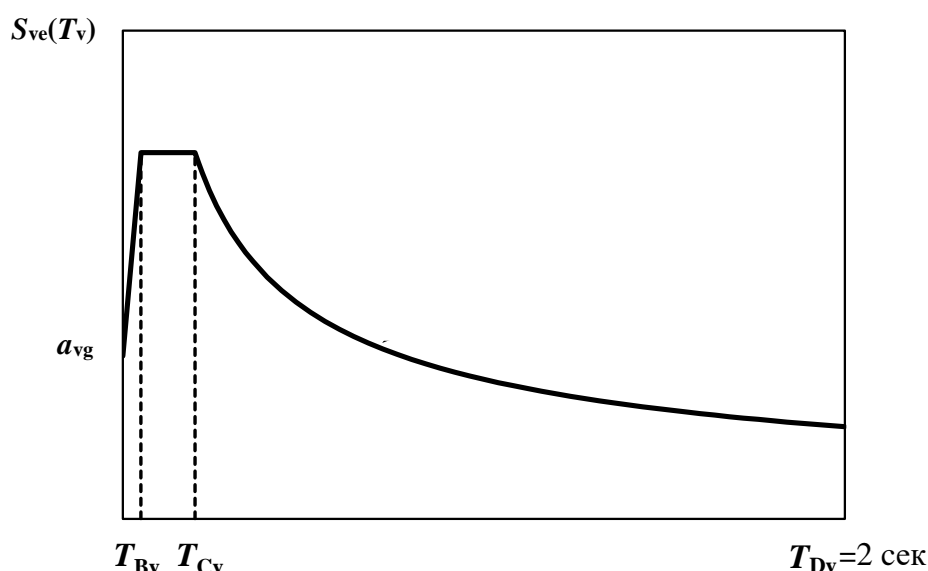


Рисунок 6.4 – Общий вид спектра упругих реакций, характеризующего вертикальные компоненты сейсмического воздействия

7 РАСЧЕТ ЗДАНИЙ

7.1 Общие положения

7.1.1 Расчеты высотных зданий должны основываться на адекватных расчетных моделях, учитывающих взаимодействие зданий с грунтовым основанием и, при необходимости, влияние несущих конструктивных элементов.

7.1.2 Расчетные модели высотных зданий следует представлять в виде трехмерных совокупностей вертикальных и горизонтальных конструктивных элементов, способных воспринимать приложенные к ним пространственные системы внешних сил и воздействий.

7.1.3 При построении расчетных моделей высотных зданий и задании жесткостей их несущих конструктивных элементов следует соблюдать правила, приведенные в 6.1 НТП РК 08-01.2-2021. При неоднозначности исходных данных следует применять те расчетные модели, которые заведомо ставят конструктивную систему здания в менее благоприятные условия.

7.1.4 Расчетные сейсмические нагрузки на высотные здания и эффекты этих нагрузок следует определять с учетом пространственного характера сейсмических воздействий.

Для учета пространственного характера горизонтальных сейсмических воздействий и обеспечения способности здания противостоять горизонтальным сейсмическим воздействиям в любом направлении расчетные горизонтальные сейсмические воздействия должны быть приложены вдоль значимых ортогональных горизонтальных направлений здания, принимаемых в зависимости от особенностей конструктивной схемы здания и/или форм ее собственных колебаний в плане.

Значимые ортогональные горизонтальные направления здания следует назначать в соответствии с правилами, приведенными в 6.2 НТП РК 08-01.2-2021 или в пунктах 7.3.6.2.3 и 7.3.6.2.4 настоящего НТП.

7.1.5 Вертикальную компоненту сейсмического воздействия и ее совместное действие с горизонтальными компонентами сейсмического воздействия следует учитывать, если значение расчетного ускорения a_{vg} , определенное в соответствии с данными, приведенными в таблице 6.6, превышает 0,25 g.

7.1.6 Инерционные эффекты расчетного сейсмического воздействия следует определять с учетом наличия масс, значения которых следует определять в соответствии с правилами, приведенными в разделе 4 НТП РК 08-01.2-2021.

7.1.7 Для определения эффектов сейсмических воздействий на здания следует применять, если в СТУ не указано иное, «спектрально-модальный метод», рассматриваемый в СП РК EN 1998-1:2004/2012 как эталонный метод определения эффектов сейсмических воздействий.

7.1.8 Эффекты сейсмических и других воздействий, учитываемые в сейсмической расчетной ситуации, допускается определять по результатам анализа линейно-упругого поведения здания с учетом правил, приведенных в 6.6 НТП РК 08-01.2-2021.

7.1.9 Проверки безопасности проектируемого высотного здания следует выполнять в соответствии с положениями раздела 7 НТП РК 08-01.2-2021 или раздела 8 НТП.

7.2 Спектрально-модальный метод определения расчетных сейсмических нагрузок

7.2.1 Для определения спектрально-модальным методом расчетной сейсмической нагрузки F_{ik} на здание от горизонтальной компоненты сейсмического воздействия следует применять выражение (7.1):

$$F_{ik} = \gamma_{lh} \cdot S_d(T_i) \cdot m_{ik}, \quad (7.1)$$

где

F_{ik} – расчетная сейсмическая нагрузка на здание для i -й формы его собственных колебаний, приложенная к точке k ;

$S_d(T_i)$ – значение спектра расчетных реакций в ускорениях, характеризующее горизонтальное сейсмическое воздействие на периоде T_i (правила построения спектра $S_d(T_i)$ приведено в 7.3.2.1);

γ_{lh} – мультимодальный коэффициент, значение которого следует принимать равным 1,8;

T_i – период колебаний здания по i -й форме в рассматриваемом горизонтальном направлении;

m_{ik} – эффективная модальная масса, отнесенная к точке k , соответствующая i -й форме колебаний, определяемая с помощью выражения (7.2):

$$m_{ik} = m_k \cdot \eta_{ik}, \quad (7.2)$$

η_{ik} – коэффициент, зависящий от формы деформирования здания при его собственных колебаниях по i -му тону, места расположения нагрузки и направления сейсмического воздействия.

Значения коэффициента η_{ik} могут быть определены:

а) для консольной расчетной схемы (см. рисунок 7.1) с помощью выражения (7.3):

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (7.3)$$

б) для пространственной расчетной схемы с помощью выражения (7.4):

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j) \cos(U_{ik}, U_0)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (7.4)$$

где

$U_i(z_k)$ и $U_i(z_j)$ – перемещение здания при собственных колебаниях по i -ой форме;

$\cos(U_{ik}, U_0)$ – косинусы между направлениями перемещения U_{ik} и вектора сейсмического воздействия U_0 ;

n – количество сосредоточенных масс.

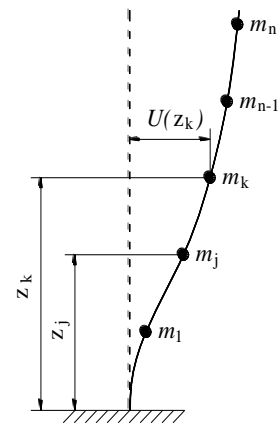


Рисунок 7.1 – Консольная расчетная схема

7.2.2 Для определения спектрально-модальным методом расчетной сейсмической нагрузки F_{ikv} на здание от вертикальной компоненты сейсмического воздействия следует применять выражение (7.5):

$$F_{ikv} = \gamma_{Iv} \cdot S_{dv}(T_{vi}) \cdot m_{ik}, \quad (7.5)$$

где

F_{ikv} – расчетная сейсмическая нагрузка на здание для i -й формы его собственных колебаний, приложенная к точке k ;

$S_{dv}(T_{vi})$ – значение спектра расчетных реакций в ускорениях, характеризующее вертикальное сейсмическое воздействие на периоде T_{vi} , (правила построения спектра $S_{dv}(T_{vi})$ приведено в 7.3.3.1);

γ_{Iv} – мультимодальный коэффициент, значение которого следует принимать 1,5;

T_{vi} – период колебаний здания по i -й форме в вертикальном направлении.

7.2.3 При определении эффектов сейсмических воздействий спектрально-модальным методом необходимо учитывать все формы колебаний, существенно влияющие на общую реакцию здания.

7.2.4 Условие 7.2.3 может считаться выполненным, если соблюдается любое из перечисленных ниже условий:

- сумма эффективных модальных масс для учитываемых форм колебаний составляет, по меньшей мере, 90 % от общей массы здания;

- учитываются все формы колебаний с эффективными модальными массами, превышающими 5 % от общей массы.

7.2.5 Если условия 7.2.4, не могут быть выполнены, то при определении сейсмических эффектов следует учитывать все формы колебаний здания в рассматриваемом направлении с периодами более $0,15T_1$ (где T_1 – период основной формы собственных колебаний рассматриваемого здания в рассматриваемом направлении) и более $0,5T_b$ (где T_b – минимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений).

7.2.6 Условия 7.2.4 или 7.2.5 должны быть проверены для каждого значимого направления здания.

7.3 Спектры расчетных реакций

7.3.1 Общие положения

7.3.1.1 Способность конструктивных систем зданий к диссипации энергии сейсмических колебаний за счет нелинейного поведения и взаимодействия с грунтовым основанием может быть учтена в рамках расчетов, выполняемых в предположении линейно-упругого деформирования конструкций, определяя расчетные сейсмические нагрузки на здания с применением спектров расчетных реакций.

Под спектрами расчетных реакций далее понимаются спектры реакций, значения ординат которых уменьшены относительно значений ординат соответствующих спектров упругих реакций. Уменьшение ординат спектра упругих реакций (переход от спектра упругих реакций к спектру расчетных реакций) обеспечивается посредством применения коэффициента поведения q .

7.3.1.2 Коэффициент поведения q , представляет собой приближенное отношение величин сейсмических нагрузок, которые воздействовали бы на регулярное в плане и по высоте здание при его полностью упругой реакции, к сейсмическим нагрузкам, которые могут использоваться при проектировании здания на основании линейно-упругой расчетной модели, обеспечивая приемлемый результат.

7.3.1.3 Значение коэффициента q , уменьшающего ординаты спектра упругих реакций, зависит от избыточности конструктивной системы здания, сопротивляющейся сейсмическим воздействиям и ее способности к пластическому деформированию.

7.3.2 Спектры расчетных реакций в ускорениях для горизонтальных компонент сейсмического воздействия

7.3.2.1 Для горизонтальной компоненты сейсмического воздействия, учитываемого при расчете зданий и сооружений, спектр расчетных реакций $S_d(T)$ определяется выражениями (7.6) – (7.9):

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_d(T) = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \text{ но не менее } a_g \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (7.6)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (7.7)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}, \quad (7.8)$$

$$T_D \leq T: \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}, \quad (7.9)$$

где

a_g , S , T , T_C и T_D – определены в 6.2.2.2;

q – коэффициент поведения;

β – показатель нижней границы спектра расчетных реакций для горизонтальных компонент, принимаемый 0,2.

7.3.2.2 Если значение периода собственных колебаний здания по основному тону в рассматриваемом направлении (T_{x1} или T_{y1}) превышает значение периода, определенное с помощью выражения (7.10), то в выражениях (7.8) и (7.9), характеризующих горизонтальную компоненту сейсмического воздействия в этом направлении, ограничения минимальных значений спектра расчетных реакций ($\beta \cdot a_g$) допускается не учитывать:

- при определении перемещений здания в соответствии с 7.4.2;
- при вычислении значения коэффициента чувствительности θ к перекосу этажа (см. 8.1.2.2);
- при проверках требования по ограничению ущерба.

$$T > \frac{12,5}{q} T_C, \quad (7.10)$$

7.3.2.3 Расчетные сейсмические нагрузки, приходящиеся на здания с регулярными и умеренно нерегулярными в плане и по высоте конструктивными системами от горизонтальных расчетных сейсмических воздействий, следует определять при значениях коэффициента поведения q , принимаемых:

– для стальных и сталежелезобетонных конструкций – в соответствии с положениями СП РК EN 1998-1:2004/2012;

– для монолитных железобетонных систем – в соответствии с НТП РК 08-01.3-2021.

7.3.3 Спектры расчетных реакций в ускорениях для вертикальных компонент сейсмического воздействия

7.3.3.1 Для вертикальной компоненты сейсмического воздействия, учитываемого при расчете зданий и сооружений, спектр расчетных реакций $S_{vd}(T)$ определяется выражениями (7.11) – (7.13):

$$0 \leq T_v \leq T_{Bv}: \quad S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T_v}{T_{Bv}} \left(\frac{2,25}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \text{ но не менее } a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q}; \quad (7.11)$$

$$T_{Bv} \leq T_v \leq T_{Cv}: \quad S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q}; \quad (7.12)$$

$$T_{Cv} \leq T_v \leq 2,0 \text{ сек}: \quad S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k, \quad (7.13)$$

где

$S_{vd}(T)$ – спектр расчетных реакций для вертикальной компоненты сейсмического воздействия;

$a_{vg}, T_v, T_{Bv}, T_{Cv}, T_{Dv}, k$ – определены в 6.2.3.2;

q – коэффициент поведения.

7.3.3.2 Расчетные сейсмические нагрузки, приходящиеся на здания от вертикальных расчетных сейсмических воздействий, следует определять, принимая значение коэффициента поведения q равным 1,5 вне зависимости от типа конструктивной системы и схемы здания, а также вида примененных конструкционных материалов.

7.3.4 Учет нерегулярности конструктивных схем зданий по высоте при определении эффектов сейсмических воздействий

7.3.4.1 Если здание, из-за резкого увеличения массы и/или уменьшения жесткостей вертикальных несущих конструкций в уровнях одного или нескольких этажей, классифицировано как умеренно или чрезмерно нерегулярное по высоте, то расчетные эффекты горизонтальных сейсмических воздействий в вертикальных конструкциях этих этажей и примыкающих к ним перекрытиях должны быть увеличены (см. 6.4 НТП РК 08-01.2-2021).

7.3.4.2 Условие 7.3.4.1 можно считать выполненным, если эффекты горизонтальных сейсмических воздействий в конструкциях этажей, имеющих, по сравнению со смежными по высоте этажами, существенно увеличенные массы или уменьшенные жесткости, будут

приняты в рассматриваемом направлении с повышающими коэффициентами f_{vk} , вычисленными с помощью выражения (7.14):

$$1,0 \leq f_{vk} = 1,2 \cdot r_{vk} - 0,5 \leq q, \quad (7.14)$$

где

q – коэффициент поведения в рассматриваемом направлении здания;

r_{vk} – коэффициент, вычисляемый:

– для всех этажей здания, кроме верхнего этажа, с помощью выражения (7.15):

$$r_{vk} = \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \geq 1,25 \quad (7.15)$$

– для верхнего этажа здания с помощью выражения (7.16):

$$r_{vk} = \sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \geq 1,25. \quad (7.16)$$

В выражениях (7.14) и (7.16) приняты следующие условные обозначения:

$d_{e,k}$ и $d_{e,k+1}$ – разности средних горизонтальных перемещений верхнего и нижнего перекрытий этажа k и этажа $k+1$ соответственно, отвечающие расчетным сейсмическим нагрузкам; эффекты случайного кручения при определении $d_{e,k}$ и $d_{e,k+1}$ не учитываются;

h_k и h_{k+1} – высоты этажей k и $k+1$;

m_j и c_j – масса и горизонтальная жесткость верхнего (j -го) этажа здания;

m_{j-1} и c_{j-1} – масса и горизонтальная жесткость нижерасположенного ($j-1$) этажа здания;

T_j и T_{j-1} – периоды основных поступательных собственных форм колебаний в рассматриваемом направлении этажей j и $j-1$;

Примечания:

1 При определении периодов T_j и T_{j-1} расчетные модели этажей j и $j-1$ допускается рассматривать вне конструктивной схемы здания и без учета их взаимодействия со смежными по высоте этажами.

2 Условие (7.16) допускается считать выполненным априори, если его соблюдение, из-за отсутствия значимых различий в жесткостях и массах двух верхних этажей конструктивной схемы здания или в соотношениях жесткостей и масс этих этажей, очевидно.

7.3.4.3 Если классификации регулярности конструктивной системы по высоте различаются по разным горизонтальным направлениям, то значения коэффициента f_{vk} также могут быть различными для разных горизонтальных направлений.

7.3.5 Эффекты случайного кручения в плане

7.3.5.1 Помимо горизонтальных сейсмических нагрузок, определяемых в соответствии с 7.2.1, следует учитывать эффекты случайного кручения в плане, обусловленные неопределенностями в расположении масс здания и пространственными вариациями сейсмического движения (см. 6.5 НТП РК 08-01.2-2021).

7.3.5.2 Для учета эффектов случайного кручения центры масс на каждом этаже здания следует рассматривать как смещенные относительно номинального положения на расстояние e_{ak} в направлении ортогональном направлению действия горизонтальных сейсмических сил:

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek}, \quad (7.17)$$

где

e_{ak} – случайный эксцентриситет массы k -го этажа, принимаемый в одинаковом направлении на всех этажах здания;

L_k – размер перекрытия над k -м этажом в направлении, перпендикулярном к направлению действия сейсмических сил;

f_{ek} – коэффициент, учитывающий нерегулярность здания в плане в уровне k -го этажа, определяемый согласно 7.3.5.3.

Примечания:

1 В общем случае применение пункта 7.3.5.2 влечет за собой необходимость использования четырех расчетных моделей здания, в которых смещения масс имеют разные направления и знаки. Если направление смещения масс от номинального положения, обеспечивающее наибольший эффект, очевидно, то допускается ограничиться двумя расчетными моделями, в которых смещение масс предусматриваются только по одному направлению, но с разными знаками.

2 Смещение масс от номинального положения рекомендуется выполнять в тех случаях, когда перекрытия зданий могут рассматриваться как жесткие в своей плоскости диафрагмы.

7.3.5.3 Значения коэффициента f_{ek} , за исключением случаев, предусмотренных в 6.5.4, следует определять с помощью выражения (7.18):

$$f_{ek} = \rho \cdot \left(\frac{\delta_{kmax}}{1,1\delta_{kav}} \right)^4, \quad \text{где } \rho \leq f_{ek} \leq 3,0, \quad (7.18)$$

где:

δ_{kmax} – максимальное перемещение верхнего перекрытия k -го этажа;

δ_{kav} – среднеарифметическое перемещение верхнего перекрытия k -го этажа;

ρ – коэффициент, значение которого следует принимать:

а) для регулярных в плане зданий, соответствующих всем критериям, приведенным в 3.2.1.1 НТП РК 08-01.2-2021 – 1,0;

б) для умеренно нерегулярных в плане зданий, соответствующих всем критериям, приведенным в 3.2.2.1 НТП РК 08-01.2-2021 – 1,2;

в) для крутильно-податливых в плане зданий и сооружений – 2,5.

7.3.6 Комбинации модальных реакций от сейсмических воздействий

7.3.6.1 Комбинации модальных реакций от одной компоненты сейсмического воздействия

7.3.6.1.1 [4.3.3.3.2(1)] Реакции здания, соответствующие двум формам колебаний i и j , могут считаться независимыми друг от друга, если периоды этих форм T_k и T_{k+1} удовлетворяют (при $T_{k+1} \leq T_k$) следующему условию:

$$T_{k+1} \leq 0,9 \cdot T_k. \quad (7.19)$$

7.3.6.1.2 Если все значимые модальные реакции могут рассматриваться как независимые друг от друга, то максимальная величина E_E эффекта сейсмического воздействия от одной компоненты может быть определена как «корень квадратный из суммы квадратов» (Square Root of the Sum of the Squares – SRSS):

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2}, \quad (7.20)$$

где

E_E – эффект рассматриваемого сейсмического воздействия (усилие, напряжение, перемещение и т.д.);

E_{Ek} – значение эффекта сейсмического воздействия по k -й форме колебаний здания.

7.3.6.1.3 [4.3.3.3.2(3)P] Если условие 7.3.6.1.1 не выполняется, то для комбинации модальных максимумов должны быть приняты более точные процедуры, такие как «Полное Квадратичное Сочетание (Complete Quadratic Combination – CQC)».

7.3.6.1.4 Выражение для суммирования модальных максимумов в соответствии с процедурой CQC имеет следующий вид:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n E_{Ek} E_{Ej} \rho_{kj}}, \quad (7.21)$$

где

$$\rho_{kj} = \frac{8\sqrt{\xi_k \xi_j} (\xi_k + \chi \xi_j) \chi^{1,5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi_k \xi_j \chi (1 + \chi^2) + 4(\xi_k^2 + \xi_j^2) \chi^2}, \quad (7.22)$$

n – количество учитываемых форм колебаний;

χ – отношение частоты собственных колебаний i -й формы к частоте собственных колебаний k -й формы;

ξ_i, ξ_k – коэффициенты затухания для i -й и k -й формы собственных колебаний соответственно.

При допущении $\xi = \xi_k = \xi_j$, значение ρ_{kj} можно определять с помощью упрощенного выражения:

$$\rho_{kj} = \frac{8\xi^2(1 + \chi)\chi^{1,5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi^2\chi(1 + \chi)^2}. \quad (7.23)$$

7.3.6.2 Комбинации эффектов от горизонтальных компонент сейсмического воздействия

7.3.6.2.1 [4.3.3.5.1(1)P] В общем случае считается, что две горизонтальные компоненты сейсмического воздействия действуют одновременно.

7.3.6.2.2 Комбинации эффектов от одновременного действия горизонтальных компонент сейсмического воздействия могут быть представлены следующим образом:

а) сначала, с использованием правил комбинирования для модальных реакций, приведенных в 7.3.6.1, реакция здания на каждую горизонтальную компоненту сейсмического воздействия должна быть оценена отдельно;

б) затем, эффекты воздействия, обусловленные одновременным действием двух горизонтальных компонент сейсмического воздействия, могут быть вычислены с использованием двух следующих комбинаций:

$$E_{\text{Edx}} \text{ “+” } \lambda \cdot E_{\text{Edy}}, \quad (7.24)$$

$$\lambda E_{\text{Edx}} \text{ “+” } E_{\text{Edy}}, \quad (7.25)$$

где

“+” – подразумевает «комбинацию с...»;

E_{Edx} – представляет собой эффекты от приложения сейсмического воздействия вдоль выбранной горизонтальной оси x здания;

E_{Edy} – представляет собой эффекты воздействия от приложения того же самого сейсмического воздействия вдоль ортогональной оси y здания;

λ – коэффициент, значение которого следует принимать в соответствии с пунктами 7.3.6.2.3-7.3.6.2.5.

7.3.6.2.3 Для зданий с регулярными в плане конструктивными схемами и вертикальными несущими конструкциями, ориентированными в плане в двух взаимно ортогональных направлениях, одно из этих направлений допускается принимать в качестве значимого направления « x », а другое в качестве значимого направления « y ». Эффекты одновременного действия ортогональных расчетных горизонтальных сейсмических воздействий для таких конструктивных схем следует определять посредством комбинаций (7.24) и (7.25), принимая значение коэффициента λ равным 0,3.

7.3.6.2.4 Если для конструктивных схем зданий значимые направления не могут быть определены априори, то расчетные горизонтальные сейсмические воздействия допускается прикладывать вдоль двух любых ортогональных направлений, но эффекты одновременного действия ортогональных расчетных горизонтальных сейсмических воздействий определять при значении коэффициента λ в комбинациях (7.24) и (7.25) равном 0,4.

7.3.6.2.5 Альтернативные правила определения ортогональных направлений приложения расчетных сейсмических воздействий и значений коэффициента λ следует принимать в соответствии с положениями пункта 6.2.6 НТП РК 08-01.2-2021.

7.3.6.2.6 [4.3.3.5.1(5)P] Знак каждой компоненты в комбинациях (7.24) и (7.25) следует принимать как наиболее неблагоприятный для рассматриваемого эффекта сейсмического воздействия.

7.3.6.3 Комбинации эффектов от горизонтальных и вертикальной компонент сейсмического воздействия

7.3.6.3.1 Для вычисления эффектов одновременного действия горизонтальных и вертикальной компонент сейсмического воздействия могут быть использованы три следующие комбинации:

$$E_{\text{Edx}} \text{ “+” } \lambda E_{\text{Edy}} \text{ “+” } \lambda E_{\text{Edz}}; \quad (7.26)$$

$$\lambda E_{\text{Edx}} \text{ “+” } E_{\text{Edy}} \text{ “+” } \lambda E_{\text{Edz}}; \quad (7.27)$$

$$\lambda E_{\text{Edx}} \text{ “+” } \lambda E_{\text{Edy}} \text{ “+” } E_{\text{Edz}}; \quad (7.28)$$

где

“+” – подразумевает «комбинацию с...»;

E_{Edz} – эффекты от сейсмического воздействия вдоль вертикальной оси z здания;

E_{Edx} , E_{Edy} и λ – как в 7.3.6.2.2.

7.4 Определение перемещений конструктивных систем при расчетных сейсмических воздействиях

7.4.1 Перемещения конструктивных систем при расчетных сейсмических воздействиях следует учитывать:

а) при определении эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов), возникающих из-за деформирования конструктивных систем зданий в горизонтальных направлениях (см. 7.2.2 НТП РК 08-01.2-2021);

б) при определении требуемой ширины антисейсмических швов (см. 7.2.7 НТП РК 08-01.2-2021);

в) при проверках соблюдения требования по ограничению ущерба (см. 7.5).

7.4.2 При выполнении линейного расчета, перемещения, вызванные расчетным сейсмическим воздействием, могут быть определены на основе упругих деформаций конструктивной системы с помощью следующего упрощенного выражения:

$$d_s = q_d d_e, \quad (7.29)$$

где

d_s – перемещение точки конструктивной системы, вызванное расчетным сейсмическим воздействием;

q_d – коэффициент поведения для перемещений, принимаемый равным q , если иное не определено.

d_e – перемещение той же точки конструктивной системы, определенное по результатам линейного расчета здания на действие расчетных сейсмических нагрузок, определенных в соответствии с пунктом 7.2.1.

7.4.3 При определении перемещений d_e необходимо учитывать эффекты крутильных колебаний.

7.4.4 Значение d_s не должно быть больше, чем значение, полученное из спектра упругой реакции [4.3.4(1)Р].

Это условие следует считать выполненным, если при определении значений перемещений d_e учтено примечание к пункту 7.3.2.1.

7.4.5 Перемещения, определенные в результате статического или динамического нелинейного расчета, принимаются непосредственно из расчета без последующей корректировки.

8 ПРОВЕРКИ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1 Требование по ограничению значительных повреждений

8.1.1 Общие сведения

8.1.1.1 Требование по ограничению значительных повреждений (ненаступления предельного состояния по условию значительного повреждения) считается выполненным, если в соответствующей сейсмической расчетной ситуации соблюдаются условия, относящиеся к сопротивляемости, пластичности, равновесию, устойчивости фундамента и к ширине антисейсмических швов.

8.1.2 Условие сопротивляемости

8.1.2.1 Следующее неравенство должно выполняться для всех несущих конструктивных элементов здания, включая соединения и значимые неконструктивные элементы:

$$E_d \leq R_d, \quad (8.1)$$

где

E_d – расчетное значение эффекта воздействия, соответствующего сейсмической расчетной ситуации (см. 6.4.3.4 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011), включая, при необходимости, эффекты второго порядка (см. 8.1.2.2). Допускается перераспределение изгибающих моментов согласно СП РК EN 1992-1-1:2004/2011, СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 и СП РК EN 1994-1-1:2004/2011 и НТП РК к ним.

R_d – расчетное сопротивление элемента, вычисленное в соответствии с правилами, принятыми для использованного материала (на основании характеристических величин свойств материала f_k и частного коэффициента γ_m) и в соответствии с моделями, относящимися к конкретному типу конструктивной системы, приведенными в разделах 5–9 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП к ним, а также в других соответствующих СП РК EN.

8.1.2.2 Эффекты второго порядка (Р-Δ эффекты) могут не учитываться, если для всех этажей здания выполняется следующее условие:

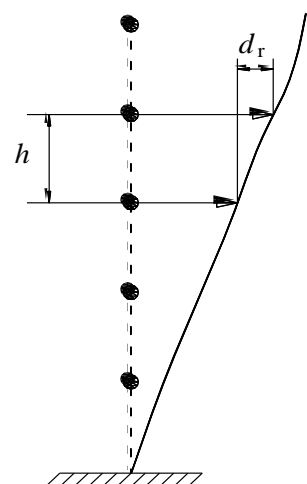
$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h \cdot q_d} \leq 0,10. \quad (8.2)$$

В выражении (8.2):

θ – коэффициент чувствительности к перекосу этажа;

h – высота рассматриваемого этажа;

P_{tot} – полная гравитационная нагрузка на рассматриваемом этаже и над ним в сейсмической расчетной ситуации;



**Рисунок 8.1 –
К определению
значений d_r**

d_r – разность средних горизонтальных перемещений d_s верхнего и нижнего перекрытий рассматриваемого этажа (см. рисунок 8.1);

V_{tot} – суммарная сейсмическая поперечная сила в уровне рассматриваемого этажа;

q_d – коэффициент поведения для перемещений, принимаемый равным q , если иное не определено.

Горизонтальные перемещения d_s перекрытий рассматриваемого этажа следует определять в соответствии с положениями 7.4.

8.1.2.3 Если согласно выражению (8.2) $0,1 < \theta \leq 0,2$, то эффекты второго порядка допускается приближенно учесть, умножив значимые эффекты сейсмического воздействия на коэффициент, равный $1/(1-\theta)$.

Если на каком-либо этаже здания $\theta > 0,2$, то эффекты второго порядка следует определять, применяя методы, учитывающие геометрическую нелинейность конструктивной системы. Значение коэффициента θ не должно быть более 0,3.

8.1.2.4 Требования к сопротивляемости фундаментов и междуэтажных перекрытий (покрытий) высотных зданий должны соответствовать требованиям, приведенным в 7.2.5 и 7.2.6 НТП РК 08-01.2-2021.

8.1.3 Условия общей и локальной пластичности

8.1.3.1 Несущие конструкции и конструктивная система здания в целом должны обладать достаточной пластичностью, соответствующей степени ее предполагаемого использования, зависящей от типа конструктивной системы, принятой концепции ее проектирования и коэффициента поведения.

8.1.3.2 Для соблюдения условия 8.1.3.1 и предотвращения хрупкого разрушения несущих конструкций должны быть выполнены:

- специальные требования к материалам (см. разделы 5–9 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП к ним);

- правила метода капаситивного проектирования, позволяющего обеспечить необходимую последовательность изменения сопротивляемости разных структурных компонентов.

8.1.3.3 Формирование механизма пластического деформирования в гибких этажах зданий должно быть исключено, поскольку такой механизм может вызвать чрезмерные местные пластические деформации в колоннах гибкого этажа.

8.1.4 Условие равновесия

8.1.4.1 Конструктивная система здания при сейсмической расчетной ситуации, указанной в 6.4.3.4 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, должна быть устойчивой против опрокидывания и сдвига (скольжения).

8.1.4.2 При проверках на устойчивость против опрокидывания конструктивную систему здания следует условно рассматривать как жесткое недеформируемое тело.

Примечание – При проверках на устойчивость против опрокидывания следует учитывать полную высоту здания, начиная от подошвы фундамента.

В общем случае удерживающий момент от вертикальной гравитационной нагрузки должен превышать опрокидывающий момент от горизонтальной расчетной сейсмической нагрузки не менее чем в 1,5 раза.

8.1.4.3 При проверках на устойчивость против сдвига удерживающая горизонтальная сила должна превышать горизонтальную расчетную сейсмическую нагрузку (сдвигающую силу в уровне подошвы фундамента)) не менее чем в 1,2 раза.

8.1.4.4 В особых случаях условие равновесия при сейсмическом воздействии, (см. 4.3.1 НТП РК 08-01.1-2017), может быть проверено с помощью методов энергетического баланса или методами, учитывающими геометрическую нелинейность.

8.2 Требование по ограничению ущерба

8.2.1 Требование по ограничению ущерба (ненаступления предельного состояния по условию ограниченного повреждения) считается выполненным, если в соответствующей сейсмической расчетной ситуации горизонтальные перекосы этажей ограничены согласно 8.2.2.

8.2.2 Следующие ограничения горизонтальных перекосов этажей должны быть учтены при проверке соблюдения требования по ограничению ущерба:

а) для зданий, имеющих несущие конструктивные элементы из хрупкого материала, жестко закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{rs}v \leq 0,0025h; \quad (8.3)$$

где

d_{rs} – горизонтальный перекос этажа, вычисленный в соответствии с 8.3;

h – высота этажа;

v – коэффициент редукции, принимаемый 0,25 согласно 6.1.2 и 4.1.2 НТП РК 08-01.1-2017).

б) для зданий, имеющих пластичные несущие конструктивные элементы, закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{rs}v \leq 0,00375h; \quad (8.4)$$

в) для зданий, имеющих несущие конструктивные элементы, закрепленные таким образом, чтобы они не оказывали влияние на деформации конструктивной системы, а также для зданий без несущих конструктивных элементов:

$$d_{rs}v \leq 0,005h, \quad (8.5)$$

Примечание – Коэффициент v учитывает меньший период повторяемости сейсмических воздействий, принимаемых во внимание при проверках требования по ограничению ущерба, чем период повторяемости землетрясений, принимаемый во внимание при проверках требования отсутствия разрушений. Значение коэффициента v следует принимать равным 0,25.

8.2.3 Значения d_{rs} следует определять с учетом специфических особенностей деформирования разных конструктивных систем. Для схем деформирования, показанных на рисунке 7.2, значения d_{rs} могут быть определены с помощью выражений (8.6) – (8.8).

При сдвиговой форме деформирования (рисунок 8.2 а)), типичной, например, для рамного каркаса с жесткими горизонтальными балками, расчетные значения горизонтальных перекосов этажей могут быть определены с помощью выражения (8.6):

$$d_{rs} = d_r, \quad (8.6)$$

где d_r – разность средних горизонтальных перемещений ds (см. подраздел 7.4) верхнего и нижнего перекрытий рассматриваемого этажа.

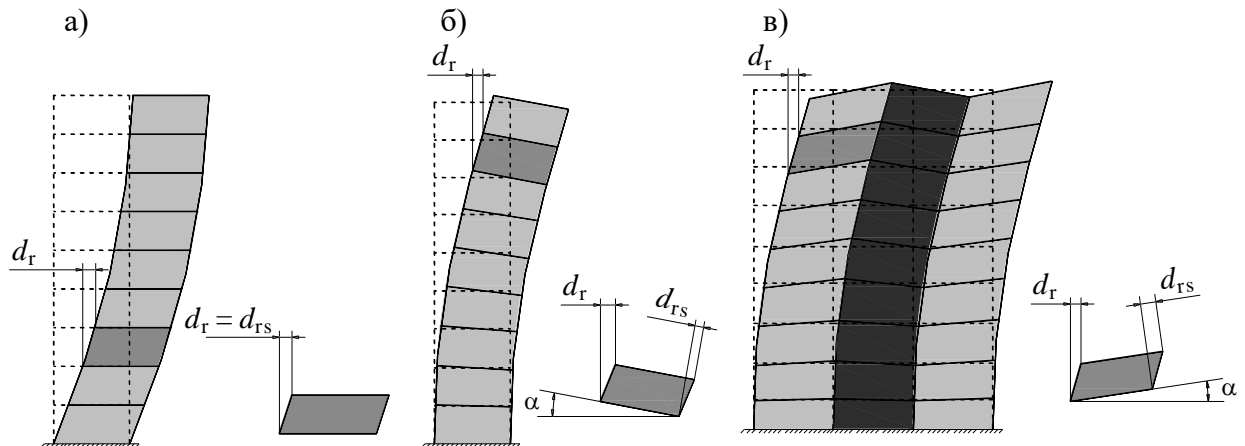


Рисунок 8.2 – К определению расчетных перекосов этажей

При изгибной или изгибно-сдвиговой форме деформирования, типичной, например, для многоэтажных железобетонных стеновых систем (рисунок 7.2 б)), расчетные значения горизонтальных перекосов этажей могут быть определены в соответствии с выражением (8.7):

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} - h \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (8.7)$$

где h – высота этажа;

α – угол поворота рассматриваемого этажа в вертикальной плоскости.

При формах деформирования, типичных, например, для конструктивных систем с вертикальными ядрами жесткости и каркасной обстройкой (рисунок 8.2 в)), расчетные значения перекосов этажей могут быть определены в соответствии с выражением (8.8):

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} + h \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (8.8)$$

9 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕНЕСУЩИМ ЭЛЕМЕНТАМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

9.1 Основные положения

9.1.1 Ненесущие элементы зданий могут быть классифицированы следующим образом:

а) архитектурно-строительные элементы: декоративные элементы фасада и внутреннего интерьера (карнизы, парапеты, фронтоны, пилястры), подвесные потолки и т.п.;

б) ненесущие конструктивные элементы: перегородки, внешние стеновые заполнения, навесные панели, навесные фасады и т.п.;

в) элементы механического, электрического и рекламного оборудования: системы вентиляции и кондиционирования, системы энергоснабжения, системы пожарной защиты, двигатели, воздухопроводы, лифты, рекламные щиты и табло, подвесные осветительные приборы, антенны и т.п.;

г) мебель и оборудование помещений: шкафы, стеллажи, компьютеры, коммуникационное, лабораторное и бытовое оборудование.

Примечания:

1 В приведенный выше список включены не все возможные типы ненесущих элементов, повреждения которых при землетрясениях могут представлять угрозу для безопасности людей и эксплуатационных качеств зданий. В каждом конкретном случае, в зависимости от функционального назначения высотного здания и/или его помещений, критичные конструктивные и неконструктивные элементы следует выявлять по результатам специального анализа.

2 Угрозы для безопасности людей могут представлять:

- падения участков каменной кладки, декоративных элементов фасадов, стекла, наружной облицовки стен, рекламных щитов и т.п.;
- обрушения подвесных потолков, светильников, воздухопроводов;
- опрокидывание оборудования и тяжелой мебели;
- блокирование разрушенными ненесущими элементами путей эвакуации;
- пожары, возникающие вследствие повреждений ненесущих элементов.

9.1.2 Повреждения и отказы ненесущих элементов зданий могут возникать в результате:

- взаимодействия между собой при горизонтальных перекосах этажей ненесущих и несущих конструктивных элементов;
- действия на ненесущие элементы инерционных сейсмических сил;
- соударений ненесущих элементов на гибких подвесках (светильников, трубопроводов и других) между собой или со смежными конструкциями.

9.1.3 При проектировании ненесущих элементов высотных зданий следует руководствоваться соответствующими правилами НТП РК 08-01.2-2021, регламентирующими:

- конструктивные мероприятия, ограничивающие повреждения ненесущих элементов при сейсмических воздействиях;
- уровень расчетных сейсмических нагрузок на ненесущие элементы в зависимости от особенностей их конструктивных решений и расчетных сейсмических ситуаций.

9.2 Требования к несущим стеновым элементам

9.2.1 Ограждающие наружные несущие стеновые конструкции высотных зданий рекомендуется выполнять навесными, а перегородки – легкими, как правило, панельной или каркасной конструкции.

9.2.2 Несущие стены и перегородки из каменной кладки всех видов (в том числе из легкобетонных блоков) допускается применять в высотных зданиях только стеновых или двойных конструктивных систем, эквивалентных стеновым системам, и только в виде комплексных конструкций.

В высотных зданиях с несущими стальными конструкциями применение несущих каменных стеновых конструкций всех видов и типов не рекомендуется.

9.2.3 При проектировании высотных зданий с несущими стенами и перегородками из каменной кладки следует принимать во внимание:

- последствия нерегулярного расположения несущих стеновых элементов в плане и по высоте здания;
- большие неопределенности, связанные с поведением несущих стеновых элементов (а именно: изменчивость их механических свойств и креплений к смежным конструкциям; возможную модификацию в процессе эксплуатации здания; неравномерность повреждений во время землетрясения).
- возможные неблагоприятные локальные взаимодействия заполнения и каркаса (например, сдвиговые разрушения колонны при поперечных силах, обусловленных диагональным распорным действием заполнения).

9.2.4 Для минимизации влияния вышеперечисленных неблагоприятных факторов на динамическую реакцию высотного здания, поэтажные горизонтальные жесткости конструктивной системы высотного здания должны значительно (не менее чем в 5-6 раз) превышать соответствующие поэтажные горизонтальные жесткости несущих конструктивных стеновых элементов.

9.2.5 При проектировании несущих стеновых элементов следует предусматривать мероприятия, предотвращающие их хрупкое разрушение в плоскости и из плоскости при сейсмических воздействиях.

9.3 Фасадные навесные ограждающие конструкции

9.3.1 Общие положения

9.3.1.1 Наиболее распространенными типами фасадных ограждающих конструкций современных высотных зданий являются:

- навесные вентилируемые фасады с воздушными зазорами;
- светопрозрачные навесные фасады;
- стены из навесных панелей с облицовками, выполненными в заводских условиях.

В высотных зданиях, возводимых в сейсмических зонах, допускается применять только те навесные фасады (НФ), конструктивные системы которых прошли соответствующую экспериментальную проверку и обоснованы результатами расчетов,

выполненных в соответствии с положениями, приведенными в разделе 6.8 НТП РК 08-01.7-2021.

9.3.1.2 Проектирование и монтаж навесных фасадов следует осуществлять в соответствии с положениями СП РК 5.06-19-2012 и с учетом дополнительных правил, приведенных в настоящем НТП.

9.3.1.3 При разработке несущих конструкций НФ и способов их крепления к конструкциям высотного здания следует предусматривать мероприятия, предотвращающие опасность возникновения резонансных колебаний НФ из-за близости частот сейсмических колебаний здания с частотами собственных колебаний НФС в своей плоскости.

Данное условие, как правило, можно считать выполненным, если расчетные периоды собственных колебаний или экспериментально определенные периоды свободных колебаний НФ в своей плоскости составляют не более 0,15 с.

9.3.1.4 Материалами для элементов подконструкций НФ могут служить:

- коррозионностойкие стали;
- низколегированные стали;
- алюминиевые сплавы.

9.3.1.5 Выбор конкретного материала несущих элементов НФС (кронштейнов, направляющих, анкеров, крепёжных элементов) должен осуществляться на основании результатов динамических испытаний, проведенных в условиях максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации.

9.3.1.6 Для навесных фасадов высотных зданий рекомендуется применять комбинированную подсистему НФ, образованную вертикальными и горизонтальными направляющими. Допускается применять подсистему НФ, образованную только вертикальными направляющими.

9.3.1.7 Способность несущей системы НФ сопротивляться сейсмическим воздействиям зависит от надежности и жесткости ее анкерных креплений к конструкциям здания.

9.3.1.8 Кронштейны, с помощью которых профили НФ закрепляются к конструкциям здания, следует крепить к несущим железобетонным или металлическим элементам конструктивной системы или к ненесущим стенам, выполненным:

- из полнотелого керамического кирпича марки не ниже 50, а также из сплошных бетонных камней и блоков, выполненных из тяжелого бетона класса С3,0/3,7 и выше;
- из пустотелых блоков из тяжелого бетона, у которых пустоты, заполнены конструкционным бетоном.

Ненесущие стены, к которым крепятся кронштейны НФС, должны передавать усилия от кронштейнов к несущим конструкциям здания.

9.3.1.9 При стенах-заполнениях, не соответствующих требованиям 9.3.10, кронштейны вертикальных направляющих следует крепить:

- а) к специально устроенным металлическим или железобетонным поясам, передающим усилия от кронштейна на несущие конструкции;
- б) только к конструкциям междуэтажных перекрытий.

9.3.1.10 Крепление кронштейнов к стенам-заполнениям из сплошных легкогобетонных блоков, имеющих класс С2,0/2,5 допускается только в зданиях высотой до 100 м:

– представляющих собой стеновые или двойные конструктивные системы, эквивалентные стеновым системам;

– при условии подтверждения результатами соответствующих испытаний достаточной прочности крепления кронштейнов к стенам из легкобетонных блоков.

Примечание – При креплении несущих элементов каркаса фасадной системы к стене, выполненной из легкобетонных блоков, как правило, следует применять сквозные химические анкера-шпильки, прошедшие экспериментальную проверку.

9.3.1.11 Коэффициент надёжности на «вырыв» для анкерных устройств (вне зависимости от их конструкции) должен быть не менее 5.

9.3.1.12 Для устройства защитно-декоративного экрана (облицовки) НФ рекомендуется применять плиты, панели, кассеты или листовые материалы, вес которых не превышает 35 кг/м².

Плиты из натурального и искусственного камня, имеющие вес более 25 кг/м², допускается применять только в нижних этажах высотных зданий, как правило, на высоту не более 15 метров.

9.3.2 Специальные требования к навесным светопрозрачным фасадам, витринам и стеклянным перегородкам

9.3.2.1 В светопрозрачных навесных фасадах, витринах, остеклениях лоджий и стеклянных перегородках следует применять упрочненные стекла – армированные, закаленные или триплекс.

Для остекления больших окон (высотой на этаж) в высотных зданиях, начиная с 4-го этажа, рекомендуется также использовать упрочненные стекла.

Примечания:

Армированное стекло – это стекло, в которое при изготовлении запрессована отоженная, хромированная или никелированная стальная проволока, удерживающая мелкие осколки стекла при его повреждении.

Закалённое стекло – это стекло, подвергнутое специальной термической обработке (закалке с целью создания заданного распределения напряжений по толщине стекла). Закаленные стекла способны выдерживать значительные статические или ударные нагрузки. При разрушении закаленного стекла образуются мелкие осколки с тупыми краями, что позволяет значительно сократить риск травмирования людей.

Триплекс (от лат. triplex — тройной) — многослойное стекло (два или более органических или силикатных стекла, склеенные между собой специальной полимерной плёнкой или фотоотверждаемой композицией, способной при ударе удерживать осколки). Как правило, изготавливается путём прессования при нагреве. При разрушении триплекса осколки не разлетаются, так как скреплены вместе полимерной композицией.

9.3.2.2 Панели навесных светопрозрачных фасадов, витрин и стеклянных перегородок, как правило, должны иметь соединения, обеспечивающие совместность их деформирования с конструктивной системой высотного здания.

9.3.2.3 Способность светопрозрачных навесных фасадов, крупноразмерных витрин, и стеклянных перегородок воспринимать сейсмические воздействия, должна быть

подтверждена результатами соответствующих расчетов и испытаний на сейсмические нагрузки, действующие в их плоскости и из плоскости.

Системы витражей и навесных светопрозрачных фасадных конструкций, применяемые в высотных зданиях, возводимых в сейсмических зонах, должны иметь соответствующие технические свидетельства.

9.3.2.4 Стекла в навесных светопрозрачных фасадах, витринах и перегородках подвержены при сейсмических воздействиях нагрузкам:

- действующим из плоскости стекол;
- передающимся на стекла в их плоскости при деформациях конструктивной системы здания и каркасов стеклянных панелей.

9.3.2.5 Сейсмические нагрузки, действующие из плоскости упрочненных стекол, обычно меньше чем расчетные нагрузки от ветровых воздействий. Поэтому при проектировании светопрозрачных фасадов, витрин и перегородок, как правило, нет необходимости проверять прочность стекол на изгиб из плоскости при действии сейсмических нагрузок.

Предполагается, что прочность стекол из плоскости, необходимая для восприятия ветровых и иных природно-климатических воздействий, подтверждена результатами соответствующих испытаний и расчетов.

9.3.2.6 Наибольшую угрозу целостности стекол представляют нагрузки, передающиеся на них вследствие деформирования при сейсмических воздействиях зданий и каркасов стеклянных панелей

Для обеспечения сохранности стекол, рамы которых закреплены к конструктивной системе здания (например, к междуэтажным перекрытиям), между вертикальными и горизонтальными гранями стекол и примыкающими к ним поверхностями обрамляющих рам (несущих конструкций), следует предусматривать вертикальные и горизонтальные зазоры соответствующих размеров.

9.3.2.7 Для определения на стадии проектирования необходимых размеров вертикальных и горизонтальных зазоров следует определять:

- величины расчетных горизонтальных перекосов этажей здания;
- величину горизонтального перемещения рамы, при котором происходит контакт стекла с обрамляющей рамой;
- требуемую величину свободного перемещения стекла в обрамляющей раме без выпадения и разрушения.

9.3.2.8 Величины расчетных горизонтальных перекосов этажей здания, $d_{гс}$, следует определять, принимая во внимание величины горизонтальных перемещений верхнего ($d_{с,i+1}$) и нижнего ($d_{с,i}$) перекрытий каждого рассматриваемого этажа.

Значения $d_{с,i+1}$ и $d_{с,i}$ следует определять по результатам расчета здания на сейсмические воздействия (см. подраздел 7.4).

9.3.2.9 Величину горизонтального перемещения стекла, при котором происходит контакт стекла с обрамляющей рамой, d_c , следует определять с использованием следующего выражения:

$$d_c = 2 \cdot c_1 \left(1 + \frac{h_p \cdot c_2}{b_p \cdot c_1} \right) \quad (9.1)$$

h_p – высота прямоугольной стеклянной панели;

b_p – ширина прямоугольной стеклянной панели;

c_1 – зазор между вертикальными кромками панели и рамой;

c_2 – зазор между горизонтальными кромками панели и рамой.

Принятые условные обозначения показаны на рисунке 9.1.

9.3.2.10 Требуемую величину свободного перемещения стекла в обрамляющей раме без выпадения и разрушения, d_f , следует определять с помощью следующего выражения:

$$d_r \geq \left\{ \begin{array}{l} 1,5 \cdot \frac{h_{p,i+1} - h_{pi}}{h_s} \cdot d_{rs2} \\ 15 \text{ мм} \end{array} \right\} \quad (9.2)$$

где

$h_{p,i+1}$ – высота уровня здания, на котором выполнено верхнее закрепление стеклянной панели;

$h_{p,i}$ – высота уровня здания, на котором выполнено нижнее закрепление стеклянной панели;

h_s – высота рассматриваемого этажа.

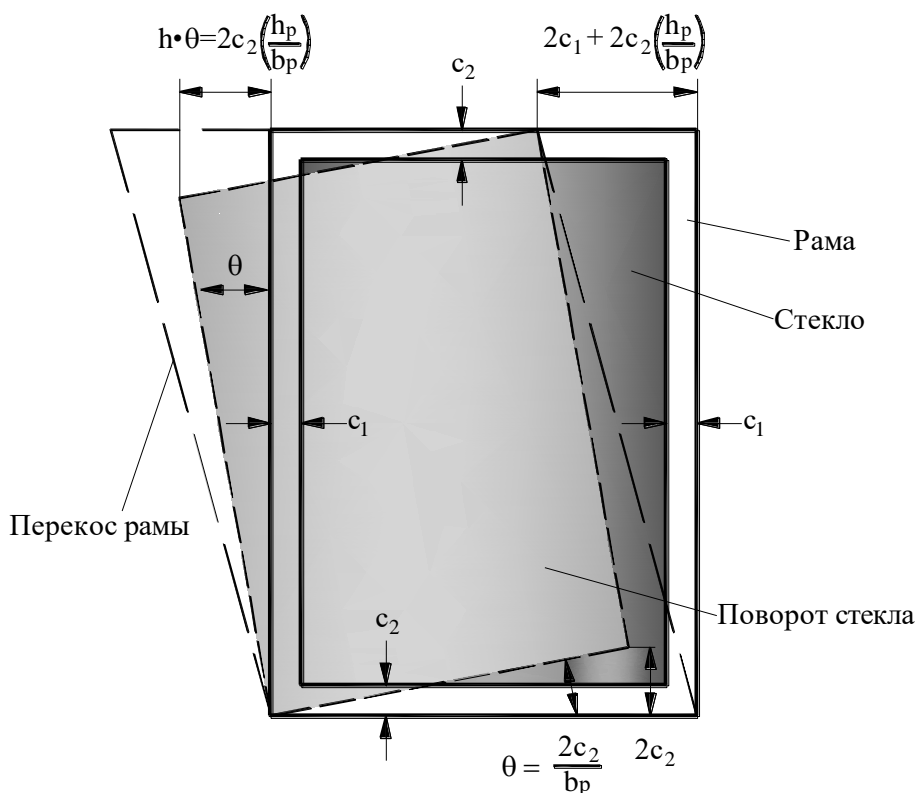


Рисунок 8.1 – К определению значения d_c

9.3.2.11 Принятые зазоры между кромками стекла и рамой можно считать достаточными, если соблюдается условие $d_c > d_f$.

10 МОНИТОРИНГ ПОВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

10.1 Общие положения

10.1.1 Целью сейсмического мониторинга является получение и накопление информации, позволяющей:

- объективно оценить фактическое поведение высотного здания при землетрясении и его техническое состояние после землетрясения;
- прогнозировать и предотвращать возможные неблагоприятные последствия сейсмических событий;
- оценивать пригодность методов, используемых при проектировании и аттестации высотных зданий.

10.1.2 Установку станций инженерно-сейсмометрического мониторинга (ИСМ) следует предусматривать на всех зданиях высотой более 100 метров.

10.1.3 Затраты на приобретение сейсмометрической аппаратуры, а также на выполнение проектных и строительно-монтажных работ по ее установке следует предусматривать в сметах на строительство зданий.

10.1.4 Анализ результатов мониторинга должен проводиться сразу же после наступления значимого сейсмического события.

10.2 Требования к станциям ИСМ

10.2.1 Станции ИСМ должны обеспечивать непрерывность сбора, передачи, обработки информации о значениях контролируемых параметров и обеспечивать достоверность измерений, позволяющую сравнивать контролируемые проектные и измеряемые показатели.

10.2.2 Структурная схема ИСМ должна содержать сейсмический контрольно-измерительный прибор (СКИП), имеющий в своем составе:

- блок сбора сейсмологических и инженерно-сейсмометрических сигналов (регистратор);
- систему привязки точного времени;
- систему хранения данных измерений и обеспечения удаленного доступа к данным;
- автоматизированную систему обработки сейсмометрической информации.

10.2.3 Станция ИСМ должна быть оснащена датчиками, позволяющими регистрировать пространственный характер колебаний здания при сейсмических воздействиях. Для этого, как минимум, должны регистрироваться трехкомпонентные сейсмические движения:

- грунта в основании здания;
- фундамента здания;
- здания в среднем уровне по высоте;
- здания в уровне покрытия.

10.2.4 Датчики ускорения, монтируемые на высотных зданиях, должны быть ориентированы по ортогональным осям, совмещенным с главными осями зданий.

10.2.5 СКИП должны быть запроектированы с возможностью жесткой установки, без возможности смещения, с отклонением не более трех градусов от ортогональных осей.

10.2.6 Механизм сейсмического запуска записи акселерограмм должен быть установлен для порога ускорения колебаний грунта не более чем 0,01 g.

10.2.7 Конкретные решения относительно количества устанавливаемых датчиков следует принимать на основании данных о конструктивно-планировочных решениях высотного здания и типе грунтовых условий площадки строительства.

10.2.8 Выбор типа датчиков станций ИСМ должен быть основан на данных о параметрах ожидаемых сейсмических воздействий, уровне фоновых шумовых сейсмических колебаний, инженерно-геологических и гидрогеологических условий на конкретной площадке.

10.2.9 Станция ИСМ должна иметь резервное электропитание, обеспечивающее, в случае сбоя электроснабжения или связи, возможность работы станции и хранения данных в течении не менее одной недели.

10.2.10 Структурная схема ИСМ должна быть «открытой» для возможности расширения своего состава.

10.2.11 К разработке соответствующей документации для станций ИСМ, ее монтажу и анализу результатов работы следует привлекать специализированные организации, имеющие допуски к соответствующим видам работ.

10.2.12 Организация, эксплуатирующая высотное здание, обязана предоставить специализированной организации проектную и рабочую документацию в объеме достаточном для разработки станции ИСМ.

10.2.13 Ответственность за защиту и сохранность системы мониторинга несет организация, эксплуатирующая высотное здание.

Приложение А (информационное). Пример расчета высотного здания на сейсмические воздействия

А.1 Общие сведения

Рассматривается 30-этажное общественное здание с тремя подземными и тридцатью надземными этажами.

Тип грунтовых условий площадки строительства – ІБ.

Здание расположено на площадке строительства без топографических эффектов, усиливающих сейсмические воздействия. Согласно таблице 3.4 НТП РК 08-01.1-2017 $S_T=1,0$.

Референтное значение горизонтального пикового ускорения $a_{gR(475)}$ на рассматриваемой площадке строительства при грунтах типа ІА, определенное по карте по карте ОСЗ-1₄₇₅ – 0,38 g;

Референтное значение горизонтального пикового ускорения $a_{gR(2475)}$ на рассматриваемой площадке строительства при грунтах типа ІА, определенное по карте по карте ОСЗ-1₂₄₇₅ – 0,60 g;

Значение горизонтального расчетного ускорения $a_g=0,4$ g.

Значение вертикального расчетного ускорения $a_{vg}=0,32$ g ($0,8 \times a_g=0,8 \times 0,4=0,32$ g, см. таблицу 6.5).

Сейсмичность зоны строительства высотного здания: по карте ОСЗ-2₄₇₅ – 9 баллов, по карте ОСЗ-2₂₄₇₅ – 9 баллов.

Расчетная сейсмичность площадки строительства – 9 баллов.

Значение коэффициента постели грунтового основания, принятое в расчетах на сейсмические воздействия – $C1=150000$ кН/м³.

Конструктивно-компоновочные схемы высотного здания показаны на рисунках А.1 и А.2.

Согласно принятому объемно-планировочному решению в рассматриваемом здании:

- три подземных этажа высотой по $h=4,2$ м – технические;
- надземный первый этаж высотой $h=6,0$ м – офисный, с расположением персонала, обслуживающего здание;
- этажи со 2-го по 30-й включительно типовые высотой по $h=4,2$ м – офисные;
- на покрытии здания предусматривается надстройка с выходами на покрытие, а также железобетонные парапеты.

Покрытие здания – неэксплуатируемое, предназначенное для размещения инженерного оборудования.

В подземной части здания вертикальные несущие конструкции представлены монолитными железобетонными стенами внутреннего (центрального) ядра жесткости и наружными стенами подвальных этажей, жестко заземленными в фундаментной конструкции.

В надземной части здания вертикальные несущие конструкции представлены монолитными железобетонными стенами ядра жесткости и периметральным рамным каркасом, колонны которого заземлены в наружных стенах подвала.

Вертикальные несущие конструкции объединены для совместной работы горизонтальными диафрагмами (плитами перекрытий и покрытия).

Плиты перекрытий и покрытия – железобетонные кессонного типа с приведенной толщиной 200 мм.

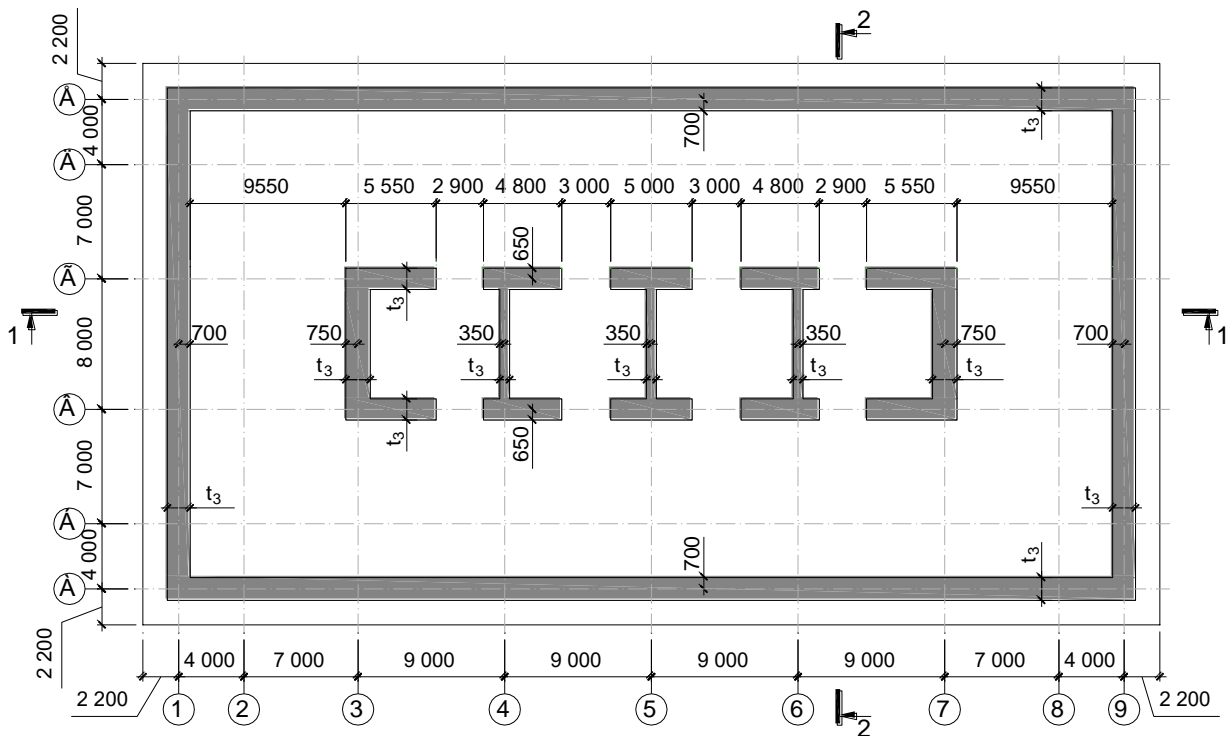
Фундаментная конструкция высотного здания предусмотрена в виде сплошной железобетонной плиты толщиной 3000 мм.

Внутренние перегородки – каркасного типа из легких эффективных материалов.

Конструкции лестниц – сборные железобетонные марши и площадки. Наружные стеновые ограждения – витражные переплеты из металлических профилей с заполнением стеклопакетами.

Крыша здания – совмещенная, из рулонных материалов.

План подземного -3 этажа



План подземного -2 и -1 этажа

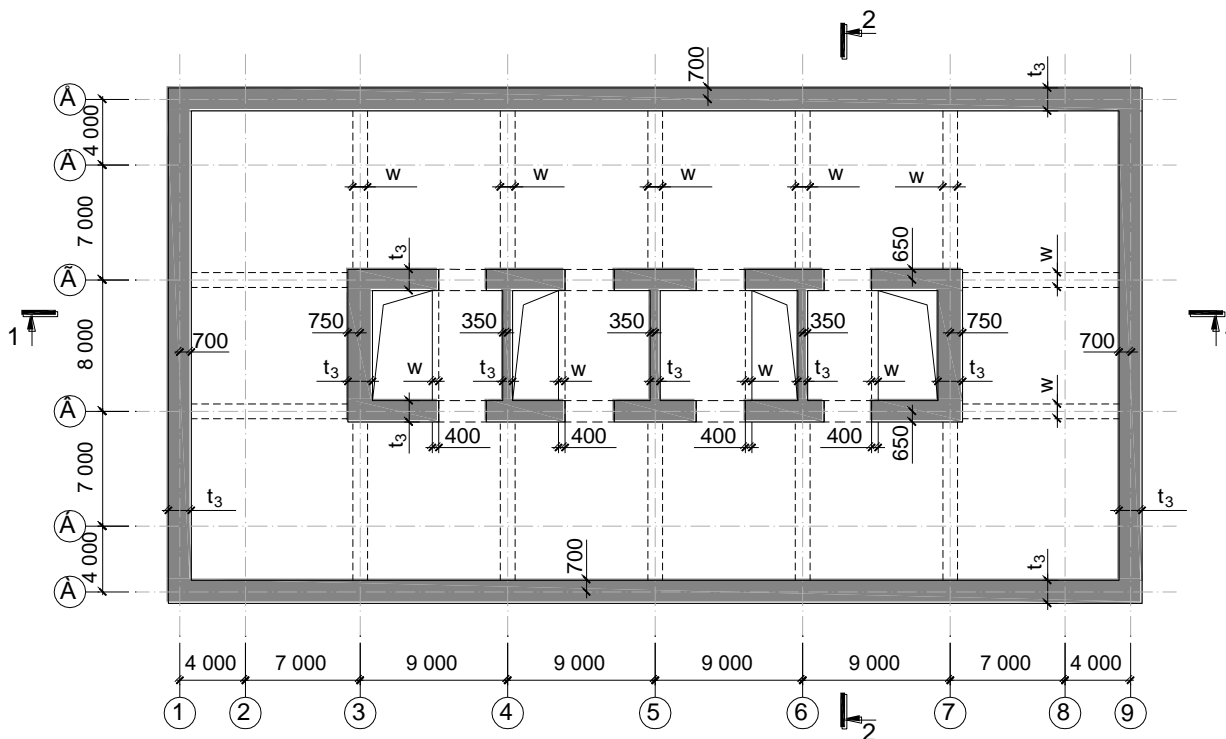
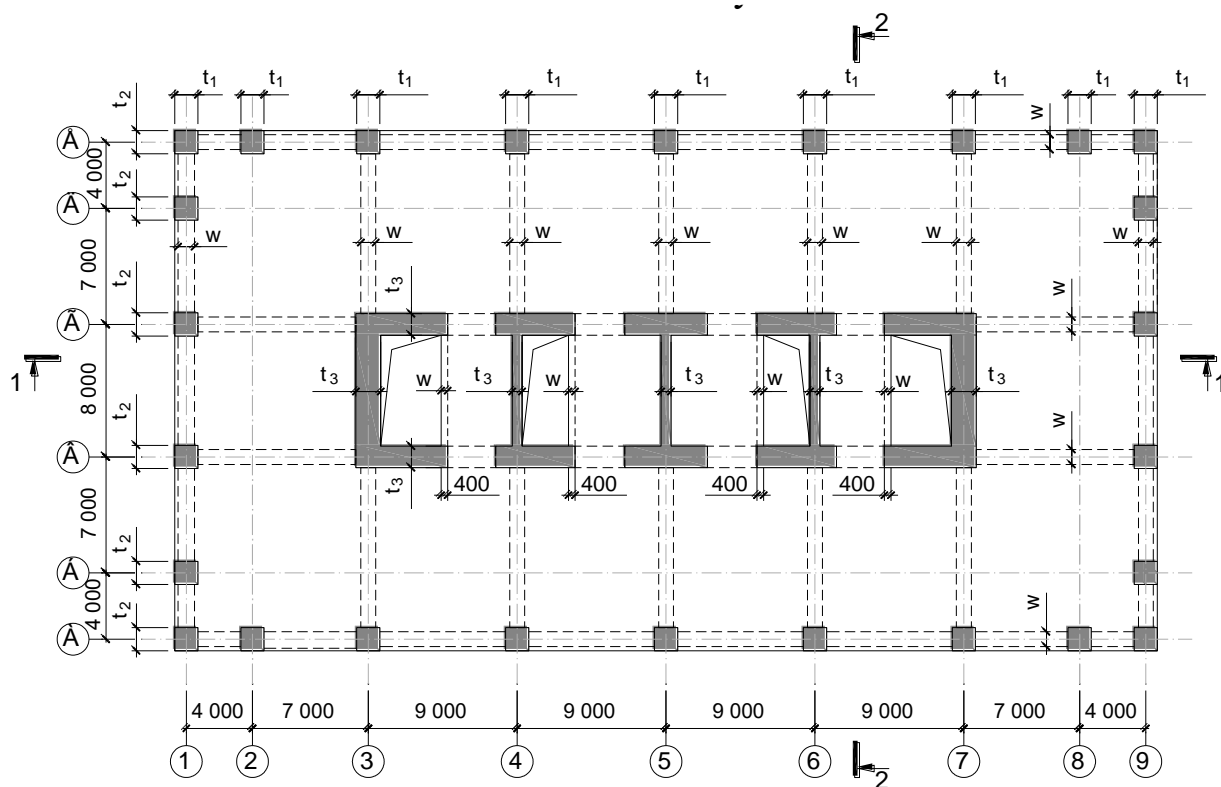


Рисунок А.1 Схематические планы подземных и надземных этажей здания
(начало)

План типовых этажей



План покрытия

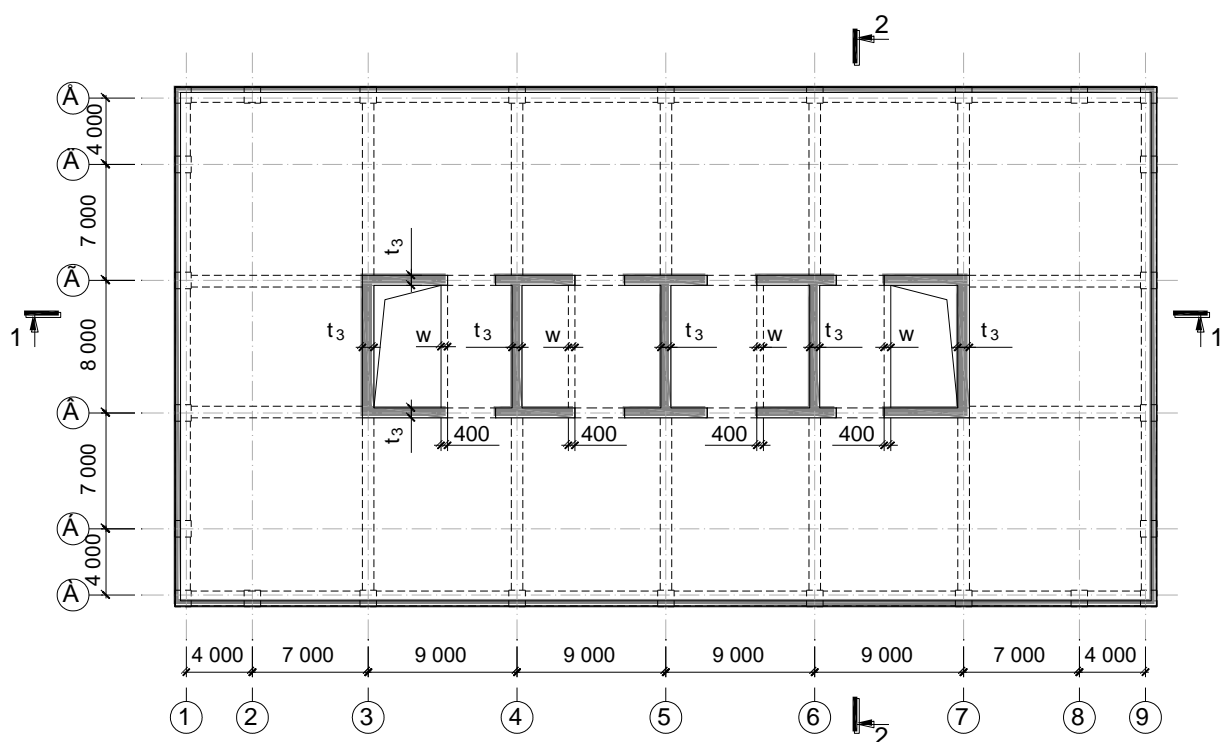


Рисунок А.1 – Схематические планы подземных и надземных этажей здания
(продолжение)

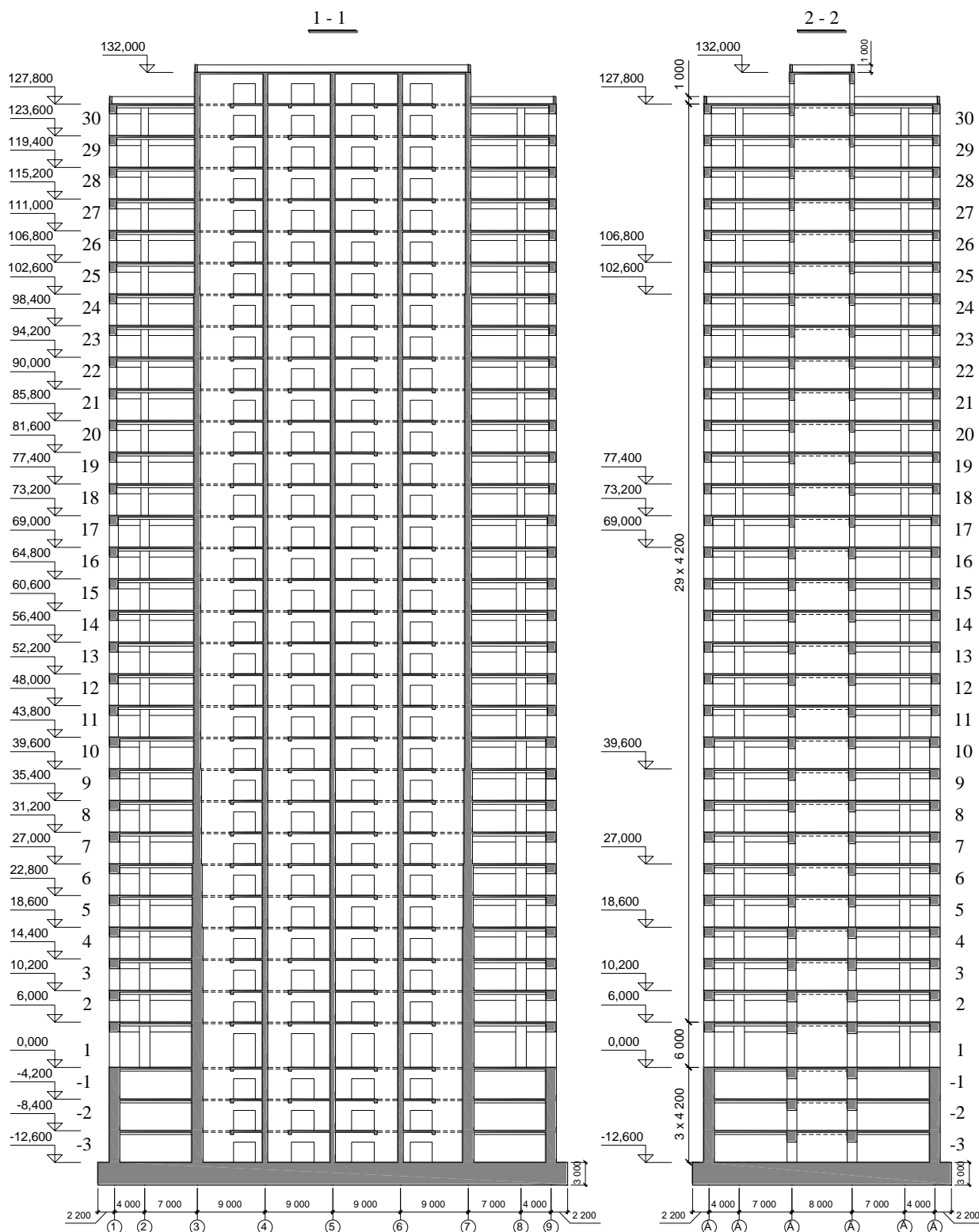


Рисунок А.2 – Разрезы 1-1 и 2-2

Геометрические размеры вертикальных конструктивных элементов здания приведены в таблице А.1.

Классы бетона по прочности на сжатие, принятые для вертикальных и горизонтальных конструкций, приведены в таблице А.2.

Таблица А.1 – Геометрические размеры конструктивных элементов здания

Номера этажей	Условные обозначения размеров поперечного сечения (см. рисунки А.1 и А.2)	Размеры поперечного сечения, мм		
		Колонны, расположенные по осям		
		1/А, 1/Е, 9/А, 9/Е	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Б, В, Г, Д	
1-10	t ₁	1400	1400	
	t ₂	1400	1400	
11-17	t ₁	1200	1200	
	t ₂	1200	1200	
18-24	t ₁	1100	1000	
	t ₂	1100	1000	
25-30	t ₁	1000	1000	
	t ₂	1000	1000	
		Балки, расположенные по осям		
		1, 9, А и Е	3, 4, 5, 6, 7, В и Г	
-3 ÷ -1	w	—	900	
	h	—	500	
1-10	w	1300	900	
	h	1300	500	
11-17	w	1100	900	
	h	1300	500	
18-21	w	900	900	
	h	1300	500	
22-30	w	900	700	
	h	1300	500	
		Балки, расположенные между осями 3-4, 4-5, 5-6 и 6-7, в местах расположения лестничных и лифтовых проемов в перекрытиях		
-3 ÷ 30	w	400		
	h	500		
		Наружные стены подземной части здания		
-3, -2, -1	t ₃	1400		
		Стены ядра жесткости, расположенные по осям		
		3 и 7	В и Г	4, 5 и 6
-3, -2, -1, 1, 2	t ₃	1500	1300	700
3-4		1500	1100	700
5-6		1300	900	700
7-9		1100	900	700
10-16		900	900	600
17-24		900	700	600
25-30 и надстройка		700	600	600
-3 ÷ 30 и надстройка	w	Высота перемычек стен h=1500 мм, толщина w соответствует толщинам стен		
	h			

Таблица А.2 – Классы бетона по прочности на сжатие, принятые для вертикальных и горизонтальных конструкций высотного здания

№ пп.	Типы конструктивных элементов	Номера этажей	Классы бетона по прочности на сжатие
1	Фундаментная плита	—	C30/37
2	Колонны и плиты междуэтажных перекрытий (за исключением, указанных в пункте 3), стены, конструкции надстройки	–3 ÷ 8	C40/50
		9 ÷ 19	C35/45
		20 ÷ 30	C30/37
3	Колонны первого этажа в пересечениях осей 1/А, 1/Е, 9/А, 9/Е и перекрытие над верхним этажом подземной части	1	C45/55

Значения постоянных и переменных нагрузок, учитываемых в расчете в соответствии с указаниями СП РК EN 1991-1-1 и национального приложения к нему, приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 – Ведомость нагрузок

№	Элементы здания	Характеристическое значение	Примечание
Постоянные нагрузки (G)			
Собственный вес конструктивных (несущих) элементов			
1	Монолитные железобетонные конструкции: фундаменты, стены, колонны, балки, плиты	25,0 кН/м ³	Вычисляется автоматически (согласно принятым геометрическим размерам)
Собственный вес неконструктивных (ненесущих) элементов.			
2	Конструкции пола и подвесных потолков на отметках:		На всю плиту
	-12,600; -8,400; 4,200; 127,800; 132,000	1,45 кН/м ²	
	0,000	1,65 кН/м ²	
	от 6,000 до 123,600	1,245 кН/м ²	
	Конструкции фасадных систем на отметках:		По внешнему контуру здания
	0,000	1,95 кН/м	
	6,000	3,32 кН/м	
	от 6,000 до 123,600	2,73 кН/м	
	127,800	2,00 кН/м	
	Декоративная штукатурка на стенах	0,4 кН/м ²	На все стены здания
	Декоративная штукатурка на 1 м.п. колонн по высоте при размерах их поперечного сечения:		На все колонны здания
	1,4x1,4 м	1,4 кН/м	
	1,2x1,2 м	1,2 кН/м	
	1,1x1,1 м	1,1 кН/м	
	1,0x1,0 м	1,0 кН/м	
	Нагрузка в узлах крепления сборных лестничных маршей с площадками к стенам	140 кН	Для каждого этажа

Таблица А.3 – Ведомость нагрузок (продолжение)

№	Элементы здания	Характеристическое значение		Примечание
2	Ограждающие перегородки лестниц и лифтов на отметках:			На балки, расположенные у лестничных и лифтовых проемов
	-8,400; -4,200; от 6,000 до 123,600	4,0 кН/м		
	0,000	7,5 кН/м		
	Оборудование лифтов на отметке 127,800	2,5 кН/м ²		На плиту
Переменные нагрузки (Q)				
3	На перекрытия подвальных этажей на отметках от -12,600 до 0,000	5,0 кН/м ²	6,2 кН/м ²	На всю плиту
	Временные перегородки	1,2 кН/м ²		
	На перекрытия типовых этажей на отметках от 6,000 до 123,600	2,5 кН/м ²	3,7 кН/м ²	Вся плита, кроме лестнично-лифтовых холлов и коридоров
	Временные перегородки	1,2 кН/м ²		
	Лестнично-лифтовые холлы, коридоры	5 кН/м ²		
4	На покрытие на отметке 127,800 и покрытие надстройки на отметке 132,000	3,0 кН/м ²		На всю плиту
5	На покрытие на отметке 127,800 и покрытие надстройки на отметке 132,000 – Снег, s_k	1,2 кН/м ²		На всю плиту, СП РК EN 1991-1-3 и НП к нему

А.2 Краткая характеристика высотного здания

На этапе концептуального проектирования, принимая во внимание особенности объемно-планировочных решений рассматриваемого здания, его конструктивно-компоновочная схема может оцениваться как благоприятная для обеспечения требуемой сопротивляемости сейсмическим воздействиям.

Конструктивно-компоновочная схема рассматриваемого высотного здания соответствует критериям, приведенным в подразделе 2.2 НТП РК 08-01.2-2021 и обладает:

- конструктивной простотой;
- однородностью и симметричностью;
- сопротивляемостью и жесткостью в двух горизонтальных направлениях;
- сопротивляемостью и жесткостью на кручение в плане;
- высокой горизонтальной жесткостью междуэтажных перекрытий (покрытий);
- фундаментом, соответствующим положениям НТП РК 08-01.2-2021 и НТП РК 08-01.7-2021.

В общей конструктивной системе здания этажи его подземной части обладают высокой пространственной и горизонтальной жесткостью, значительно превышающей жесткости надземных этажей. Это обусловлено наличием стен по всему внешнему периметру подземной части здания, контактирующих с прилегающими массивами грунта.

Особенности конструктивной системы подземной части здания позволяют на этапе концептуального проектирования классифицировать ее как жесткую подземную часть. Поэтому классификация высотного здания по конструктивному типу, может быть осуществлена относительно отметки 0,000.

Конструктивная система здания – образована развитым в плане внутренним железобетонным вертикальным стволom (ядром жесткости) и железобетонными рамами, расположенными по периметру здания (см. 4.1.1).

Центральное ядро жесткости – в продольном направлении представлено стенами с дверными проемами, а в поперечном – системой глухих стен.

Наибольшие размеры здания в плане относительно ориентационных осей крайних вертикальных несущих конструкций в уровнях подземной части составляют – 58,0х30,0 м.

Наибольшая высота надземной части здания относительно проектного уровня планировочной отметки поверхности земли вокруг здания составляет 127,8 м.

Глубина подошвы фундамента относительно планировочной отметки земли составляет 15,6 м, что соответствует условию, приведенному в 2.2.6.1 НТП РК 08-01.2-2021:

$$127,8 \times 0,1 = 12,8 \text{ м} \leq 15,6 \text{ м}.$$

Толщина фундаментной плиты, принятая на стадии концептуального проектирования, составляет 3,0 м, что соответствует условию, приведенному в пункте 4.2.1:

$$(0,09 \div 0,1)n = (0,09 \div 0,1) \times 30 = 2,7 \text{ м} \div 3,0 \text{ м}.$$

В соответствии с указаниями раздела 5 НТП РК 08-01.2-2021 рассматриваемое здание относится:

- к классу ответственности по функциональному назначению – II (общественное здание);
- к классу ответственности по этажности – V (высотное здание).

Для обеспечения адекватной способности рассматриваемого здания к пластическому деформированию и гистерезисному рассеиванию энергии расчеты и проверки его конструктивной системы будут осуществляться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к конструктивным системам со средним классом пластичности (DCM).

А.3 Общая характеристика расчетной модели высотного здания

Расчетная модель высотного здания, принятая для выполнения расчетных проверок:

– представляет собой пространственную совокупность колонн, балок, стен, связующих балок (перемычек) стен, плит перекрытий и фундаментной плиты, в которой колонны, стены и перемычки стен были описаны как единые конструктивные элементы, а плиты и балки – как наборы пластинчатых и стержневых конечных элементов (рисунок А.3);

– является динамической системой с конечным числом степеней свободы, в которой сейсмические нагрузки прикладывались в местах сосредоточения масс.

Принятая расчетная модель позволяет учитывать:

- особенности распределения масс и жесткостей в плане и по высоте здания;
- способность конструктивной системы воспринимать приложенную к ней пространственную систему внешних статических и сейсмических воздействий;
- пространственный характер деформирования здания при внешних воздействиях;
- фактические и случайные эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей;
- податливость фундаментных конструкций и взаимодействие здания с грунтовым основанием.

При расчетных проверках соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания, жесткости несущих железобетонных конструкций задавались в расчетной модели с учетом указаний пункта 6.1.6 в) НТП РК 08-01.2-2021 (подробнее в А.8.1).

При проверках влияния эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) на эффекты сейсмических воздействий и соблюдения требования по ограничению ущерба жесткости несущих

железобетонных конструкций задавались в расчетной модели с учетом указаний пункта 6.1.7 б) НТП РК 08-01.2-2021 (подробнее в А.8.2).

Расчетные проверки здания выполнялись с использованием программного комплекса «STRAP 2021», позволяющего учитывать положения НТП РК 08-01.1-2021, НТП РК 08-01.2-2021, НТП РК 08-01.3-2021 и НТП РК 08-01.7-2021 и соответствующие положения Еврокодов, не противоречащие положениям указанных НТП.

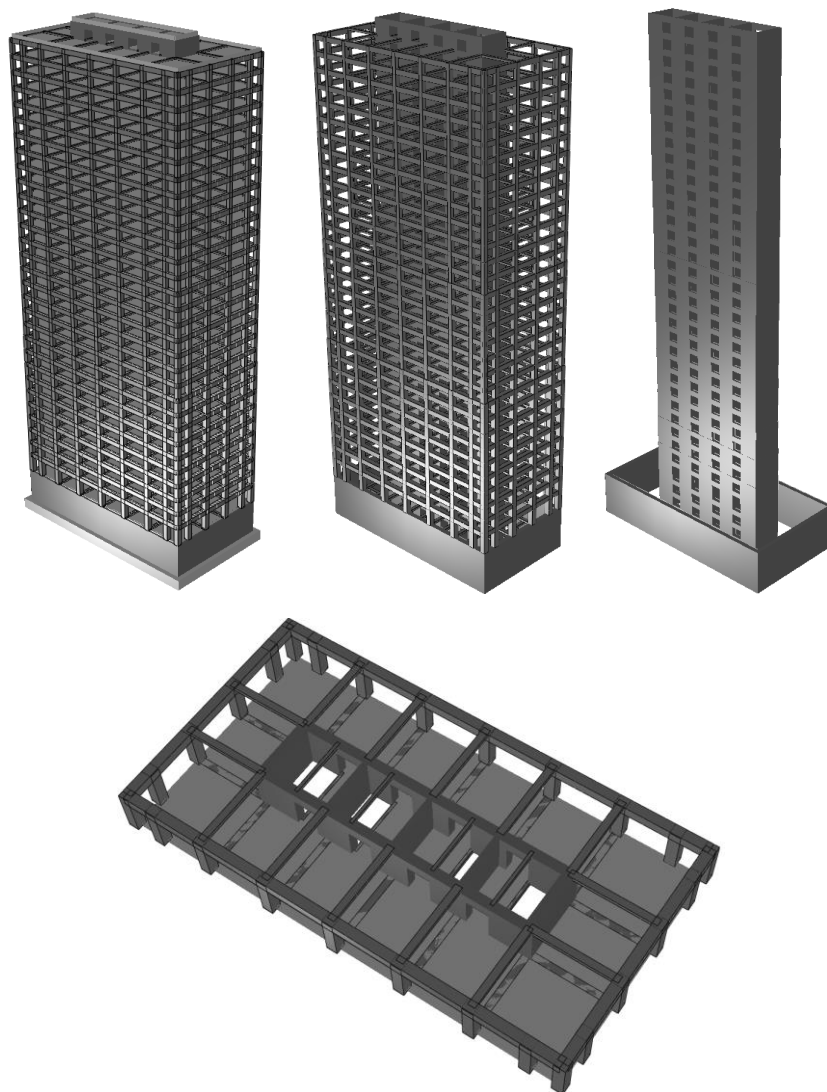


Рисунок А.3 – Расчетная модель здания и ее фрагменты

А.4 Определение типа конструктивной системы здания по результатам его общего расчета

А.4.1 Соотношения между величинами вертикальных гравитационных нагрузок, воспринимаемых стенами ядра жесткости и рамами

Величины вертикальных гравитационных нагрузок, воспринимаемых стенами ядра жесткости и рамами, были определены на основании результатов общего расчета здания на вертикальные нагрузки. Значения вертикальных нагрузок, воспринимаемых стенами ядра жесткости и колоннами на отметке 0.000, даны в таблице А.4.

Из данных таблицы А.4 следует, что большую часть вертикальных гравитационных нагрузок на высотное здание (более 50 %) воспринимают колонны каркаса.

Таблица А.4 – Значения вертикальных гравитационных нагрузок, воспринимаемых стенами и колоннами

Суммарное значение вертикальных нагрузок, воспринимаемых стенами, кН	Суммарное значение вертикальных нагрузок, воспринимаемых колоннами, кН
489714,7 (48,76 %)	514652,7 (51,24 %)
1004367,4	

А.4.2 Соотношения между величинами поперечных сил, воспринимаемых стенами ядра жесткости и рамами

Величины поперечных сил, воспринимаемых стенами ядра жесткости и рамами в основании первого этажа здания, были получены в результате общего расчета здания на горизонтальные нагрузки, приложенные на плиту покрытия с величиной 10 кН/м². Общая горизонтальная нагрузка в продольном и поперечном направлении составляла 16632 кН. Значения поперечных сил, воспринимаемых стенами и колоннами в уровне низа первого этажа здания, даны в таблице А.5.

Из данных таблицы А.5 следует, что в уровне низа первого этажа стены воспринимают большую часть (более 50 %) горизонтальных нагрузок.

Таблица А.5 – Значения поперечных сил, воспринимаемых стенами и колоннами

Значения поперечных сил, воспринимаемых стенами, кН		Значения поперечных сил, воспринимаемых колоннами, кН	
в продольном направлении здания	в поперечном направлении здания	в продольном направлении здания	в поперечном направлении здания
14877 (89,45 %)	14482 (87,07 %)	1755 (10,55 %)	2150 (12,93 %)

Из результатов расчетов, представленных в таблицах А.4 и А.5, следует, что конструктивная система здания относится к двойным конструктивным системам, эквивалентным стеновым системам (см. 2.2.3 и 2.2.5 НТП РК 08-01.3-2021).

А.4.3 Влияние связующих балок на поведение стен ядра жесткости

В соответствии с пунктом 2.2.12 НТП РК 08-01.3-2021 классификация здания с двойными конструктивными системами по степени участия связанных и несвязанных стен в восприятии горизонтальных нагрузок не требуется, но для наглядности такая проверка была выполнена.

Согласно положениям СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК 08-01.3-2021 стены со связующими балками (перемычками), в зависимости от способности связующих балок уменьшать изгибающие моменты в основаниях стен, могут быть отнесены к «связанным» или «несвязанным» стенам. Определение термина «связанная стена» дано в 1.5.1.16 НТП РК 08-01.3-2021.

Для расчетной проверки влияния связующих балок на величины изгибающих моментов, возникающих в уровне низа продольных стен ядра жесткости, были применены две расчетные модели (см. 2.2.11 НТП РК 08-01.3-2021). Первая расчетная модель (рисунок А.5 а)) описывала продольные стены ядра жесткости с перемычками, а вторая – без перемычек (рисунок А.5 б)).

В расчетных моделях, показанных на рисунке А.4:

- податливость основания не учитывалась;
- горизонтальные нагрузки 10 кН/м² была приложена к расчетным моделям в уровнях покрытий; общая горизонтальная нагрузка на каждую модель в продольном направлении составила 16632 кН.

Выполненные расчеты показали, что суммарные значения изгибающих моментов в основаниях двух продольных стен ядра жесткости составляют:

- при наличии в стенах связующих балок-перемычек 42224 кН·м;
- при отсутствии в стенах связующих балок-перемычек 107584 кН·м.

В соответствии с условием 2.2 НТП РК 08-01.3-2021 стены следует рассматривать как «связанные» если:

$$\Sigma M_{wi,c} \leq 0,75 \cdot \Sigma M_{wi,unc},$$
$$42224 \leq 0,75 \cdot 107584 = 80688;$$

Из результатов расчетов следует, что условие 2.2 НТП РК 08-01.3-2021 выполняется и продольные стены ядра жесткости следует рассматривать как «связанные» стены.

Поперечные стены ядра жесткости являются несвязанными по определению.

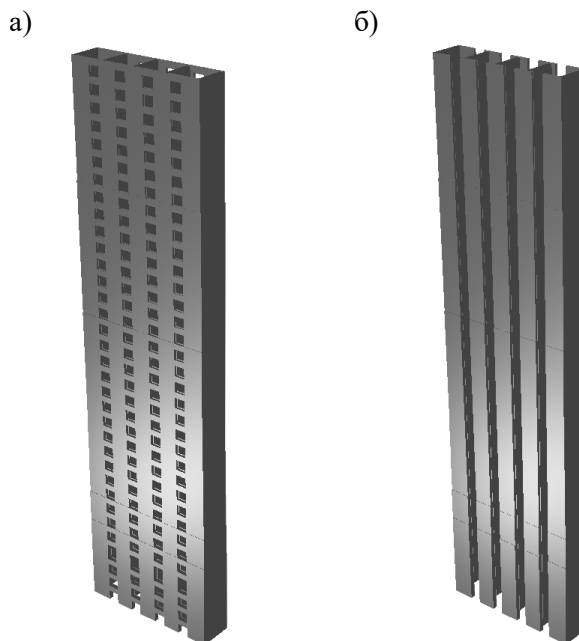


Рисунок А.4 – Расчетные модели, принятые для оценки влияния связующих балок на величины изгибающих моментов в основаниях продольных стен ядра жесткости (междуэтажные перекрытия условно не показаны)

Выводы

В соответствии с результатами выполненных расчетов конструктивная система высотного здания представляет собой:

- в продольном направлении – двойную конструктивную систему, эквивалентную стеновой системе со связанными стенами;
- в поперечном направлении – двойную конструктивную систему, эквивалентную стеновой системе с несвязанными стенами.

А.5 Расчетные сейсмические воздействия на здание

При проектировании высотных зданий следует принимать во внимание расчетные сейсмические воздействия первого уровня и второго уровня (см. пункт 6.1.1).

Расчетное сейсмическое воздействие первого уровня – это воздействие, принимаемое во внимание при проверках соблюдения требования по ограничению ущерба. Под расчетным сейсмическим воздействием первого уровня понимается сейсмическое воздействие, которое имеет большую вероятность возникновения, чем редкое сейсмическое воздействие и может неоднократно повторяться за период эксплуатации здания.

Расчетное сейсмическое воздействие второго уровня – это воздействие, принимаемое во внимание при проверках:

- соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания;
- влияния эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) на эффекты сейсмических воздействий;
- соблюдения требования по ограничению значительных повреждений неконструктивных элементов высотного здания.

Под расчетным сейсмическим воздействием второго уровня понимается редкое сейсмическое воздействие, которому проектируемое зданию, предположительно, может подвергнуться один раз за период эксплуатации.

В соответствии с 6.1.2 интенсивность расчетного сейсмического воздействия первого уровня характеризуется пиковым ускорением горизонтальных колебаний грунта, значение которого следует принимать с понижающим коэффициентом $\nu=0,25$ от значения пикового ускорения, характеризующего интенсивность расчетного сейсмического воздействия второго уровня.

Учитывая, что расчеты зданий на сейсмические воздействия первого и второго уровней должны выполняться спектрально-модальным методом в линейно-упругой постановке и формы нормализованных спектров реакций в ускорениях, описывающих эти воздействия, идентичны, все вышеперечисленные проверки могут быть выполнены по результатам расчетов здания только на воздействия второго уровня.

А.6 Построение расчетных спектров реакций

Рассматриваемое здание, как будет показано далее, является длиннопериодным сооружением, поэтому для описания приходящихся на него горизонтальных воздействий потребуется два расчетных спектра реакций (см. примечание к пункту 7.3.2.1 настоящего НТП), характеризующих сейсмические воздействия второго уровня.

Первый расчетный спектр реакций будет описывать горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, учитываемые при проверках соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания.

Второй расчетный спектр реакций будет описывать горизонтальные компоненты сейсмического воздействия, учитываемые при определении перемещений высотного здания.

Вертикальная компонента сейсмического воздействия второго уровня, учитываемая при проверках соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания, будет описываться третьим спектром.

А.6.1 Построение расчетного спектра реакций, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия второго уровня, учитываемые при проверках соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания

При построении первого расчетного спектра реакций были приняты следующие исходные данные:

- $a_{g2} = 0,4 \text{ g}$;
- $T_B = 0,15 \text{ с}$, $T_C = 0,44 \text{ с}$ и $T_D = 6,00 \text{ с}$ (см. Таблица 6.4, тип грунтовых условий ІВ);
- $q = 4,5$ (см. таблица 2.1 НТП РК 08-01.3-2021);
- $\beta = 0,2$ (см. 7.3.2.1).

Для горизонтальных компонент сейсмического воздействия, учитываемых при расчете здания, первый расчетный спектр реакций $S_d(T)$ определяется выражениями (А.6.1) – (А.6.4).

$$0 \leq T \leq 0,2 \text{ с:} \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] = 0,4(0,667 - 0,741 \cdot T)g \\ \geq a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222g \end{cases} \quad (\text{A.6.1})$$

$$0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ с:} \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222g, \quad (\text{A.6.2})$$

$$0,44 \leq T \leq 6,0 \text{ с:} \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = \frac{0,098}{T}g, \\ \geq \beta \cdot a_g = 0,08g \end{cases} \quad (\text{A.6.3})$$

$$6,0 \leq T \text{ с:} \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] = \frac{0,587}{T^2}g, \\ \geq \beta \cdot a_g = 0,08g \end{cases} \quad (\text{A.6.4.})$$

Количественные значения ординат первого расчетного спектра реакций, построенного в соответствии с (А.6.1)-(А.6.4) приведены в таблице А.6.

Таблица А.6 – Значения ординат первого расчетного спектра, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия второго уровня для продольного и поперечного направлений здания

$T, \text{ с}$	0	0,05	0,1	0,15	0,44	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85
$S_d(T), \text{ в долях } g$	0,267	0,252	0,237	0,222	0,222	0,196	0,163	0,140	0,122	0,115
$T, \text{ с}$	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,22	6	7
$S_d(T), \text{ в долях } g$	0,109	0,103	0,098	0,093	0,089	0,085	0,082	0,08	0,08	0,08

А.6.2 Построение расчетного спектра реакций, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия второго уровня, учитываемые при проверках влияния эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) и соблюдения требования по ограничению ущерба.

При построении второго расчетного спектра реакций были приняты следующие исходные данные:

- $a_{g2} = 0,4g$;
- $T_B = 0,15 \text{ с}$, $T_C = 0,44 \text{ с}$ и $T_D = 6,00 \text{ с}$ (см. Таблица 6.4, тип грунтовых условий ІВ);
- $q = 4,5$ (см. таблица 2.1 НТП РК 08-01.3-2021);
- $\beta = 0,2$ (см. 7.3.2.1).

Для горизонтальных компонент сейсмического воздействия, учитываемых при расчете рассматриваемого здания, второй расчетный спектр реакций $S_d(T)$, в соответствии с указаниями в примечании к пункту 7.3.2.1, определяется выражениями (А.6.5) – (А.6.8).

$$0 \leq T \leq 0,2 \text{ с:} \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] = 0,4(0,667 - 0,741 \cdot T)g \\ \geq a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222g \end{cases} \quad (\text{A.6.5})$$

$$0,15 \leq T \leq 0,44 \text{ с:} \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} = 0,222g, \quad (\text{A.6.6})$$

$$0,44 \leq T \leq 6,0 \text{ с:} \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] = \frac{0,098}{T}g, \quad (\text{A.6.7})$$

$$6,0 \leq T \text{ с:} \quad S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] = \frac{0,587}{T^2} g, \quad (\text{А.6.8.})$$

Количественные значения ординат второго расчетного спектра реакций, построенного в соответствии с (А.6.5) – (А.6.8) приведены в таблице А.7.

Таблица А.7 – Значения ординат второго расчетного спектра, характеризующего горизонтальные компоненты сейсмического воздействия второго уровня для продольного и поперечного направлений здания

<i>T</i>, с	0	0,05	0,1	0,15	0,44	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85
<i>S_d(T)</i>, в долях <i>g</i>	0,267	0,252	0,237	0,222	0,222	0,196	0,163	0,140	0,122	0,115
<i>T</i>, с	0,9	0,95	1	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
<i>S_d(T)</i>, в долях <i>g</i>	0,109	0,103	0,098	0,082	0,65	0,049	0,033	0,025	0,020	0,016

А.6.3 Построение третьего расчетного спектра реакций, характеризующего вертикальную компоненту сейсмического воздействия второго уровня

При построении третьего расчетного спектра реакции были приняты во внимание следующие исходные данные:

- $a_{vg} = 0,32 g$;
- $T_{Bv} = 0,05 \text{ с}$, $T_{Cv} = 0,2 \text{ с}$ и $T_{Dv} = 2,0 \text{ с}$, $k = 0,6$ (см. таблица 6.6, тип грунтовых условий ІВ);
- $q_v = 1,5$ (см. 7.3.2.2);

Для вертикальной компоненты сейсмического воздействия, учитываемого при расчете рассматриваемого здания, третий спектр расчетных реакций $S_{vd}(T)$ определяется выражениями (А.6.9) – (А.6.11):

$$0 \leq T_v \leq 0,05 \text{ с:} \quad S_{vd}(T) \begin{cases} = a_{vg} \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T_v}{T_{Bv}} \cdot \left(\frac{2,25}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] = 0,32(0,667 + 16,67 \cdot T)g \\ \geq a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q_v} = 0,48g \end{cases} \quad (\text{А.6.9})$$

$$0,05 \leq T \leq 0,20 \text{ с:} \quad S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q_v} = 0,48g, \quad (\text{А.6.10})$$

$$0,20 \leq T \leq 2,0 \text{ с:} \quad S_{vd}(T) = a_{vg} \cdot \frac{2,25}{q} \cdot \left[\frac{T_{Cv}}{T_v} \right]^k = \frac{0,183}{T_v^k} g, \quad (\text{А.6.11})$$

Количественные значения ординат третьего расчетного спектра реакций, характеризующего вертикальную компоненту сейсмического воздействия второго уровня, приведены в таблице А.8.

Таблица А.8 – Значения ординат расчетного спектра, характеризующего вертикальную компоненту сейсмического воздействия второго уровня для высотного здания

<i>T</i>, с	0	0,05	0,20	0,225	0,25	0,275	0,3	0,35	0,4	0,45
<i>S_{vd}(T)</i>, в долях <i>g</i>	0,48	0,48	0,48	0,447	0,42	0,397	0,376	0,343	0,317	0,295
<i>T</i>, с	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1,0
<i>S_{vd}(T)</i>, в долях <i>g</i>	0,277	0,262	0,248	0,237	0,226	0,217	0,209	0,202	0,195	0,183
<i>T</i>, с	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

$S_{vd}(T)$, в долях g	0,173	0,164	0,156	0,149	0,143	0,138	0,133	0,128	0,124	0,121
---------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

А.7 Массы здания, учитываемые в расчетных сейсмических ситуациях

Инерционные эффекты расчетного сейсмического воздействия определялись с учетом наличия масс, связанных со всеми гравитационными нагрузками, значения которых следует определять в соответствии с правилами, приведенными в разделе 4 НТП РК 08-01.2-2021:

$$\sum_k G_{k,j} + \sum_i [\psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}],$$

где

$G_{k,j}$ – характеристическое значение j -й постоянного воздействия;

$Q_{k,i}$ – характеристическое значение i -й переменного воздействия;

Коэффициенты комбинаций $\psi_{E,i}$ для различных нагрузений, учитываемых при вычислении эффектов сейсмических воздействий, определяемые с использованием следующего выражения (см. (4.2) в НТП РК 08-01.2-2021):

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2i}$$

Величины коэффициентов φ и ψ_{2i} были приняты в соответствии с данными, приведенными в таблицах 4.1 и 4.2 НТП РК 08-01.2-2021.

В соответствии с исходными данными, приведенными в разделе А.1 и таблице А.1:

– нагрузка №1 и №2 являются постоянными;

– нагрузки №3, №4 и №5 относятся к переменным.

В нагружении №3: $\psi_{E,1} = 0,8 \cdot 0,3 = 0,24$;

В нагружении №4: $\psi_{E,2} = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15$;

В нагружении №5: $\psi_{E,3} = 1,0 \cdot 0,0 = 0,00$ (снег).

А.8 Жесткости несущих железобетонных конструкций, принимаемые в расчетных моделях конструктивной системы высотного здания

А.8.1 В расчетной модели, применяемой для выполнения расчетов, связанных с проверками здания на соответствие требованию по ограничению значительных повреждений и проверках регулярности здания в плане и по высоте, жесткости несущих железобетонных конструкций задавались в соответствии с указаниями пункта 6.1.6 НТП РК 08-01.2-2021:

а) жесткости несущих железобетонных конструкций, кроме балок связующих стены (перемычек), задавались с учетом полных сечений элементов конструкций и начальных значений модулей упругости и сдвига бетона, указанных в действующих нормативных документах по проектированию железобетонных конструкций (см. СН РК EN 1992-1-1);

б) жесткости связующих балок в железобетонных стенах задавались с учетом полных сечений элементов конструкций, но изгибные и осевые жесткости связующих балок были приняты с понижающим коэффициентом 0,5 (модули упругости бетона, определяемые в соответствии с указаниями СН РК EN 1992-1-1, были уменьшены в 2 раза, а модули сдвига были заданы без изменений).

А.8.2 В расчетной модели, применяемой для выполнения расчетов, связанных с проверками соответствия горизонтальных перекосов этажей здания нормативным ограничениям, определением влияния эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) на величины расчетных сейсмических нагрузок и вычислением требуемой ширины антисейсмических швов между смежными зданиями, жесткости несущих железобетонных конструкций задавались в соответствии с указаниями пункта 6.1.7 НТП РК 08-01.2-2021.

Согласно этому пункту жесткости всех несущих железобетонных конструкций определялись с учетом полных сечений элементов конструкций, но модули упругости и сдвига бетона, принимались с с понижающим коэффициентом 0,5 от указанных в СН РК EN 1992-1-1..

А.9 Определение расчетных сейсмических нагрузок, учитываемых при проверках соблюдения требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы высотного здания. Комбинации сейсмических воздействий

Для определения расчетных сейсмических нагрузок на здание применялся спектрально-модальный метод.

Расчетная сейсмическая нагрузка на здание от горизонтальной компоненты сейсмического воздействия определялась в соответствии с 7.2.1:

$$F_{ik} = \gamma_{lh} \cdot S_d(T_i) \cdot m_{ik},$$

где

γ_{lh} – мультимодальный коэффициент, значение которого следует принимать 1,8 (см. 7.2.1);

$S_d(T_i)$ – значение спектра расчетных реакций, построенного в соответствии с А.6.1.

Расчетная сейсмическая нагрузка на здание от вертикальной компоненты сейсмического воздействия определялась в соответствии с 7.2.2:

$$F_{ikv} = \gamma_{lv} \cdot S_{dv}(T_{vi}) \cdot m_{ik},$$

где

γ_{lv} – мультимодальный коэффициент, значение которого следует принимать 1,5 (см. 7.2.2);

$S_{dv}(T_{vi})$ – значение спектра расчетных реакций в ускорениях, построенного в соответствии с А.6.3.

При определении эффектов сейсмических воздействий спектрально-модальным методом учитывались все формы колебаний, существенно влияющие на общую реакцию здания.

Сумма эффективных модальных масс для каждого направления сейсмического воздействия составляла более 90 % от общей массы здания (см. 7.2.4).

Помимо горизонтальных сейсмических нагрузок, определяемых в соответствии с 7.2.1, были также учтены эффекты случайного кручения здания в плане, обусловленные неопределенностями в расположении масс здания и пространственными вариациями сейсмического движения.

Для учета эффектов случайного кручения массы на каждом этаже здания рассматривались как смещенные относительно номинального положения на расстояние e_{ak} в направлении ортогональном направлению действия горизонтальных сейсмических сил (см. 7.3.5):

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek},$$

где

e_{ak} – случайный эксцентриситет массы k-го этажа, принимаемый в одинаковом направлении на всех этажах здания;

L_k – размер перекрытия над k-м этажом в направлении, перпендикулярном к направлению действия сейсмических сил ($L=59,4$ м – в продольном направлении здания для всех этажей и $L=31,4$ м – в поперечном направлении здания для всех этажей);

f_{ek} – коэффициент, учитывающий нерегулярность здания в плане в уровне k-го этажа, определяемый согласно 7.3.5.3 (для регулярных в плане зданий $f_{ek} = 1,0$).

Величины случайных эксцентриситетов были приняты (см. 7.16):

- в продольном направлении здания $e_{ak} = \pm 2,97$ м;
- в поперечном направлении здания $e_{ak} = \pm 1,57$ м.

Комбинации модальных реакций от одной компоненты сейсмического воздействия производились в соответствии 7.3.6.1.2 с применением процедуры «корень квадратный из суммы квадратов» (Square Root of the Sum of the Squares – SRSS):

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2}$$

Комбинации эффектов от трех компонент сейсмического воздействия (при наличии и отсутствии случайных эксцентриситетов) определялись в соответствии с указаниями пункта 7.3.6.3.1 при значении коэффициента λ равном 0,3 (см. 7.3.6.2.2):

$$\begin{aligned} &\pm E_{Edx} \pm 0,3E_{Edy} \pm 0,3E_{Edz} \\ &\pm 0,3E_{Edx} \pm E_{Edy} \pm 0,3E_{Edz} \\ &\pm 0,3E_{Edx} \pm 0,3E_{Edy} \pm E_{Edz}; \end{aligned}$$

Комбинации воздействий для постоянных или переходных расчетных ситуаций определялись в соответствии с выражением (6.10) СП РК EN 1990:2002+A1: 2005/2011:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Комбинации воздействий для сейсмических расчетных ситуаций определялись в соответствии с выражением (6.12b) СП РК EN 1990:2002+A1: 2005/2011:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Значения коэффициентов γ и ψ принимались в соответствии с СП РК EN 1990:2002+A1: 2005/2011 и НП к СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

Расчет рассматриваемого здания выполнялся с учетом его взаимодействия с грунтовым основанием. При этом на фундаментную плиту были наложены связи, запрещающие ее горизонтальные перемещения в плане и поворот вокруг вертикальной оси. Значение коэффициента постели грунтового основания было принято $C1=150000 \text{ кН/м}^3$.

При выполнении расчетов учитывались фактические жесткости междуэтажных перекрытий и покрытия в горизонтальной плоскости.

Влияние неконструктивных элементов на жесткость здания в расчете не учитывалось.

А.10 Периоды и формы колебаний здания

Периоды первых 10 форм собственных колебаний здания, определенные без учета случайных эксцентриситетов, приведены в таблице А.9. Собственные формы колебаний здания по первым трем тонам схематично показаны на рисунке А.5.

Периоды первых 10 форм собственных колебаний здания, определенные с учетом случайного эксцентриситета в его продольном направлении, приведены в таблице А.9.

Периоды первых 10 форм собственных колебаний здания, определенные с учетом случайных эксцентриситетов в его поперечном направлении, приведены в таблице А.11.

Таблица А.9 – Значения периодов собственных колебаний здания, определенные без учета случайных эксцентриситетов

Номер формы собственных колебаний здания	Формы собственных колебаний		Периоды собственных колебаний, с
1	Первые формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	3,068
2		поступательная в продольном направлении здания	1,661
3		крутильная в плане	1,568
4	Вторые формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	0,799
5		крутильная в плане	0,562
6		поступательная в продольном направлении здания	0,483
7	Третьи формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	0,356
8		крутильная в плане	0,308
10		поступательная в продольном направлении здания	0,260
9		Вертикальная	0,290

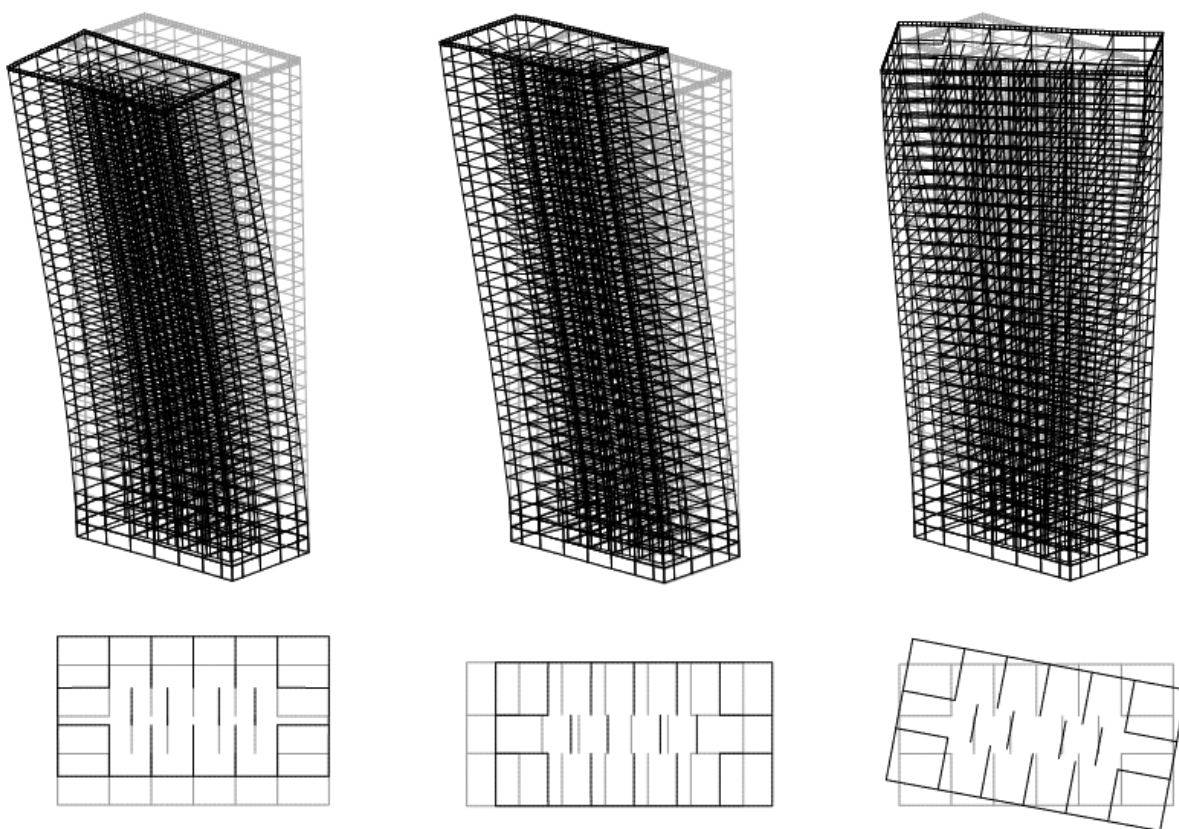


Рисунок А.5 – Формы собственных поступательных колебаний здания

Таблица А.10 – Значения периодов собственных колебаний здания с эксцентриситетом в продольном направлении здания $e_{ak} = +2,97$

Номер формы собственных колебаний здания	Формы собственных колебаний		Периоды собственных колебаний, с
1	Первые формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	3,074
2		поступательная в продольном направлении здания	1,662
3		крутильная в плане	1,569
4	Вторые формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	0,803
5		крутильная в плане	0,561
6		поступательная в продольном направлении здания	0,485
7	Третьи формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	0,362
8		крутильная в плане	
10		поступательная в продольном направлении здания	
9		Вертикальная	

Таблица А.11 – Значения периодов собственных колебаний здания с эксцентриситетом в поперечном направлении здания $e_{ak} = +1,57$

Номер формы собственных колебаний здания	Формы собственных колебаний		Периоды собственных колебаний, с
1	Первые формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	3,069
2		поступательная в продольном направлении здания	1,678
3		крутильная в плане	1,554
4	Вторые формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	0,800
5		крутильная в плане	0,565
6		поступательная в продольном направлении здания	0,481
7	Третьи формы колебаний здания	поступательная в поперечном направлении здания	0,357
8		крутильная в плане	0,310
10		поступательная в продольном направлении здания	0,263

9		Вертикальная	0,298
---	--	--------------	-------

А.11 Проверки регулярности здания в плане и по высоте

А.11.1 Проверки регулярности здания в плане

Проверки регулярности зданий в плане проводились в соответствии указаниями подраздела 3.2 НТП РК 08-01.2-2021. Результаты проверки регулярности здания в плане свидетельствуют о следующем.

а) Конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.2.1.1 а) НТП РК 08-01.2-2021 – все вертикальные элементы конструктивной системы высотного здания, обеспечивающие ее сопротивляемость сейсмическим воздействиям, ориентированы в плане в ортогональных направлениях, совпадающих с направлениями координатных осей;

б) Конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.2.1.1 б) НТП РК 08-01.2-2021 – периоды основных (низших) собственных форм колебаний конструктивной системы здания в двух главных ортогональных горизонтальных направлениях (X и Y) превышают период основной крутильной в плане формы колебаний (см. таблица А.9 и рисунок А.6);

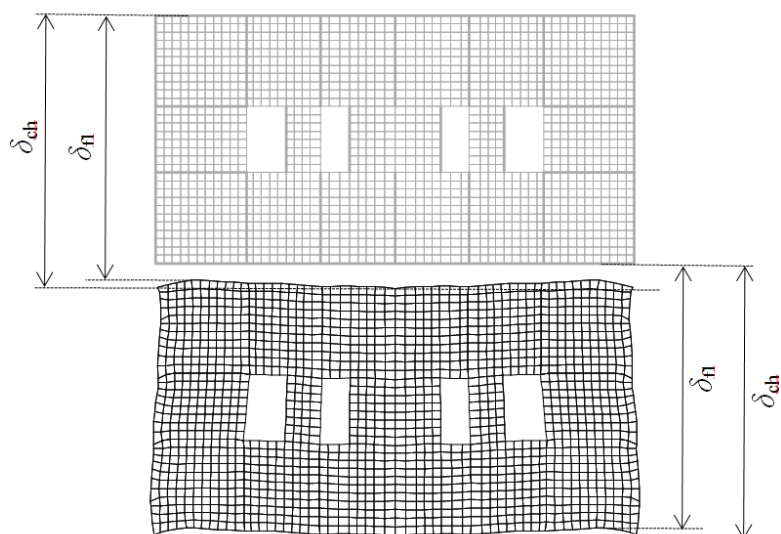
в) Конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.2.1.1 в) НТП РК 08-01.2-2021 в обоих горизонтальных направлениях – конструктивная система здания имеет симметричное распределение масс и жесткостей в плане, а максимальные (δ_{kmax}) и среднеарифметические (δ_{kav}) значения расчетных горизонтальных перемещений крайних точек перекрытий в направлениях главных горизонтальных осей идентичны;

г) Конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.2.1.1 г) НТП РК 08-01.2-2021 – расчетные горизонтальные перемещения перекрытий, определенные с учетом их реальной податливости и в предположении абсолютной жесткости, различаются между собой (за исключением, расположенных над подземными этажами) не более чем на 3-5 %. В соответствии с пунктом 2.2.5.4 НТП РК 08-01.2-2021 все перекрытия над надземными этажами здания могут быть классифицированы как жесткие в своей плоскости диски.

Пример проверки в плане перекрытия над первым надземным этажом здания (наиболее деформированного в своей плоскости в конструктивной системе здания) на соответствие условию (2.2) НТП РК 08-01.2-2021 показан на рисунке А.8.

а)

б)



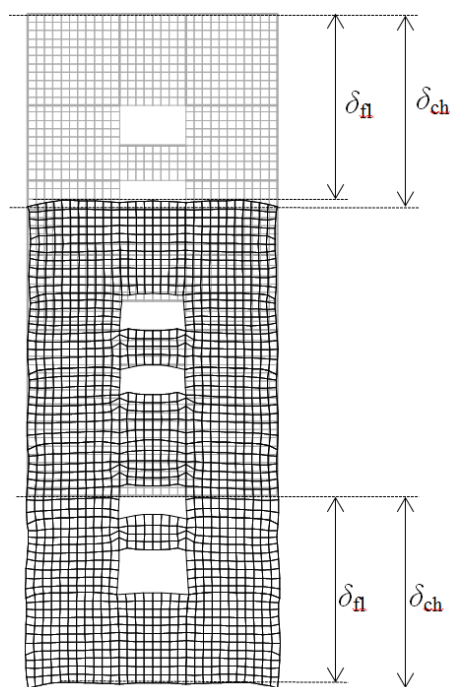


Рисунок А.6 – Пример проверки соответствия жесткости перекрытия над первым этажом здания условию (2.2) НТП РК 08-01.2-2021: а) в продольном направлении здания; б) в поперечном направлении здания.

Примечание – Результаты в жесткости каждого подземного этажа более чем в 2 раза превышают горизонтальные жесткости каждого надземного этажа. Исходя из этого, подземная часть рассматриваемого здания может быть классифицирована как жесткая нижняя часть, контактирующая по всему периметру с прилегающими массивами грунта

В соответствии с примечанием к пункту 3.2.1.1 в) для подземной части здания, классифицированной как жесткая нижняя часть здания, условие 3.2.1.1 в) для перекрытий над подземными этажами допускается не проверять.

д) конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.2.1.1 д) НТП РК 08-01.2-2021 – гибкость здания в плане (отношение длинной стороны L_{\max} здания в плане к ортогональной короткой стороне L_{\min}) не превышает 4 ($\lambda = L_{\max}/L_{\min} = 59,4/31,4 = 1,89 \leq 4$);

е) конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.2.1.1 е) НТП РК 08-01.2-2021 – конфигурация здания в плане является компактной, то есть каждый этаж здания ограничен полигональной линией, образующей выпуклый прямоугольник без уступов и выступов.

Вывод. В результате выполненных проверок установлено, что 30-этажное здание следует классифицировать как регулярное в плане.

А.11.2 Проверки регулярности здания по высоте

Критерии регулярности зданий по высоте проверялись в соответствии с указаниями пункта 3.3 НТП РК 08-01.2-2021. Результаты проверки регулярности рассматриваемого здания по высоте свидетельствуют о следующем.

а) Конструктивная система здания удовлетворяет условию 3.3.1.1 а) НТП РК 08-01.2-2021 – все вертикальные несущие конструкции, воспринимающие приходящиеся на здание горизонтальные сейсмические нагрузки являются непрерывными по высоте от их оснований и до верха здания (стены ядра жесткости от фундаментной плиты, а колонны от верха жесткой подземной части).

б) Проверки конструктивной системы здания по пункту 3.3.1.1 б) НТП РК 08-01.2-2021 не выполнялись, так как согласно примечания к пункту 3.3.1.1 в) НТП РК 08-01.2-2021 выполнялись проверки по пункту 3.3.1.1 в) НТП РК 08-01.2-2021.

в) Жесткости смежных по высоте этажей здания (кроме верхнего) проверялись на соответствие условию 3.3.1.1 в) НТП РК 08-01.2-2021:

$$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25 ;$$

где

$d_{e,k}$ и $d_{e,k+1}$ – разности средних горизонтальных перемещений верхнего и нижнего перекрытий этажа k и этажа $k+1$ соответственно, отвечающие расчетным сейсмическим нагрузкам; эффекты случайного кручения при определении $d_{e,k}$ и $d_{e,k+1}$ не учитываются;

h_k и h_{k+1} – высоты этажей k и $k+1$.

Результаты выполненных расчетов представлены в таблице А.12. Из данных, приведенных в таблицах, следует, что соотношения горизонтальных жесткостей смежных по высоте этажей соответствуют условию 3.3.1.1 в) НТП РК 08-01.2-2021.

г) Условие (3.4) пункта 3.3.1.1 в) НТП РК 08-01.2-2021 допускается считать выполненным априори, так как значимые различия между жесткостями и массами двух верхних этажей здания незначительны (см. примечание к пункту 3.3.1.1 г) НТП РК 08-01.2-2021).

Вывод. В результате выполненных проверок установлено, что 30-этажное здание следует классифицировать как регулярное по высоте.

Таблица А.12 – Результаты проверки условия регулярности здания по высоте

Этаж	$h_k, \text{м}$	В продольном направлении		В поперечном направлении	
		$d_{e,k}, \text{мм}$	$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25$	$d_{e,k}, \text{мм}$	$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25$
-3	4,2	0,551	0,613	1,217	0,618
-2	4,2	0,899	0,727	1,968	0,804
-1	4,2	1,237	0,372	2,448	0,594
1	6,0	4,748	1,154	5,883	0,976
2	4,2	2,879	0,964	4,219	0,928
3	4,2	2,987	0,958	4,546	0,927
4	4,2	3,118	0,951	4,904	0,933
5	4,2	3,278	0,974	5,254	0,942
6	4,2	3,365	0,983	5,577	0,951
7	4,2	3,423	0,987	5,867	0,959
8	4,2	3,469	0,987	6,121	0,962
9	4,2	3,516	0,992	6,363	0,968
10	4,2	3,543	0,949	6,573	0,948
11	4,2	3,735	0,989	6,930	0,973
12	4,2	3,776	0,989	7,120	0,978
13	4,2	3,817	0,988	7,281	0,979
14	4,2	3,864	0,986	7,436	0,981
15	4,2	3,917	0,983	7,577	0,985
16	4,2	3,984	0,977	7,695	0,987
17	4,2	4,078	0,939	7,795	0,960
18	4,2	4,343	0,997	8,124	0,988
19	4,2	4,358	0,993	8,221	0,987

20	4,2	4,387	1,001	8,328	0,990
21	4,2	4,382	1,006	8,416	0,991
22	4,2	4,354	1,012	8,494	0,995
23	4,2	4,303	1,016	8,538	0,998
24	4,2	4,235	1,010	8,555	0,997
25	4,2	4,193	1,029	8,583	1,003
26	4,2	4,073	1,041	8,554	1,006
27	4,2	3,912	1,050	8,500	1,009
28	4,2	3,725	1,058	8,423	1,014
29	4,2	3,520	1,090	8,307	1,036
30	4,2	3,228	—	8,022	—

А.12 Требование по ограничению ущерба. Определение максимальных горизонтальных перекосов этажей при сейсмических воздействиях первого уровня

При проверке требования по ограничению ущерба:

- жесткости конструктивных элементов здания были приняты в расчетной модели в соответствии с А.8.2 настоящего НТП;

- величины расчетных горизонтальных и вертикальных сейсмических нагрузок на здание были определены с использованием расчетных спектров реакций, приведенных в подразделах А.6.2 и А.6.3;

- при выполнении общих расчетов здания задавались случайные эксцентриситеты и учитывалось взаимодействие здания с грунтовым основанием;

- в расчетной модели здания были учтены фактические жесткости междуэтажных перекрытий и покрытия в горизонтальной плоскости;

- влияние неконструктивных элементов на жесткость здания в расчете не учитывалось.

Согласно пункту 8.2 следующие ограничения на горизонтальные перекосы этажей должны быть учтены при проверке соблюдения требования по ограничению ущерба:

- для зданий, имеющих несущие конструктивные элементы из хрупкого материала, жестко закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{\text{гс}}v \leq 0,0025h;$$

- для зданий, имеющих пластичные несущие конструктивные элементы, закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{\text{гс}}v \leq 0,00375h;$$

- для зданий, имеющих несущие конструктивные элементы, закрепленные таким образом, чтобы они не оказывали влияние на деформации конструктивной системы, а также для зданий без несущих конструктивных элементов

$$d_{\text{гс}}v \leq 0,005h,$$

где

$d_{\text{гс}}$ – горизонтальный перекос этажа, вычисленный в соответствии с указаниями пунктов 7.4.2 и 8.3;

h – высота этажа;

v – коэффициент редукции, принимаемый 0,25 (см. 6.1.2 настоящего НТП и 4.1.2 НТП РК 08-01.1-2017).

Значение $d_{\text{гс}}$ характеризует величину горизонтального перекоса этажа при сейсмических воздействиях второго уровня.

Коэффициент редукции v отражает взаимосвязь между интенсивностью сейсмических воздействий первого уровня, принимаемых во внимание при проверках требования по ограничению ущерба, и интенсивностью сейсмических воздействий второго уровня, принимаемых во внимание при проверках требования отсутствия разрушений.

Из приведенных выше данных следует, что ограничения на предельные горизонтальные перекосы этажей рассматриваемого здания при сейсмических воздействиях первого уровня не должны превышать следующие величины $d_{\text{гс}}v$:

- а) при несущих конструктивных элементах из хрупкого материала, жестко закрепленных к конструктивной системе:

- для этажа высотой 6000 мм – 15 мм;

- для этажей высотой 4200 мм – 10,5 мм;

б) при пластичных ненесущих конструктивных элементах, закрепленных к конструктивной системе:

- для этажа высотой 6000 мм – 22,5 мм;
- для этажей высотой 4200 мм – 16,9 мм;

в) при ненесущих конструктивных элементах, закрепленных таким образом, чтобы они не оказывали влияние на деформации конструктивной системы:

- для этажа высотой 6000 мм – 30 мм;
- для этажей высотой 4200 мм – 21 мм.

Схемы, характеризующие деформации конструктивной системы здания при ее колебаниях по основным тонам показаны на рисунке А.7.

а)

б)

в)

г)

**Рисунок А.7 – Схемы деформирования конструктивной системы здания при ее колебаниях по основным тонам в продольном (а, б) и поперечном (в, г) направлениях:
а) ось Г; б) ось Е; г) ось 1; ось 3**

Проверки соответствия конструктивной системы требованиям по ограничению ущерба были выполнены по результатам сопоставления величин горизонтальных перекосов этажей в направлениях осей 1 и Г.

Проверки конструктивной системы по оси 1 выполнялись с применением выражения (8.7):

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} - h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Проверки конструктивной системы по оси Г выполнялись с применением выражения (8.8):

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} + h \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

Результаты выполненных проверок приведены в таблицах А.13 и А.14.

Из результатов выполненных расчетов следует, что расчетные максимальные горизонтальные перекосы всех этажей рассматриваемой конструктивной системы здания не превышают при сейсмических воздействиях первого уровня, установленные пределы (см. пункты а)-в) и данные, приведенные в таблицах А.14 и А.15).

Вывод. Конструктивная система здания отвечает требованию по ограничению ущерба.

Таблица А.13 – Горизонтальных перекосы этажей рамы по оси 1/В-Г при сейсмических воздействиях первого уровня

Номер этажа	h , мм	d_e , мм	$d_s = q_d \cdot d_e$, мм	$d_r = d_{s,k+1} - d_{s,k}$, мм	$q_d \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha$, мм	d_{rs} , мм	$v \cdot d_{rs}$, мм	$v \cdot d_{rs} / h$
Фундамент	—	0,000	0,000	—	—	—	—	—
-3	4200	1,070	4,815	4,815	0,559	2,299	0,575	0,00014
-2		2,233	10,049	5,234	0,603	2,521	0,630	0,00015
-1		3,317	14,927	4,878	0,612	2,123	0,531	0,00013
1	6000	16,247	73,112	58,185	0,950	53,912	13,478	0,00225
2	4200	22,593	101,669	28,557	0,692	25,443	6,361	0,00151
3		29,251	131,630	29,961	0,730	26,677	6,669	0,00159
4		36,364	163,638	32,009	0,780	28,498	7,124	0,00170
5		43,911	197,600	33,962	0,838	30,191	7,548	0,00180
6		51,825	233,213	35,613	0,902	31,554	7,889	0,00188
7		60,050	270,225	37,013	0,970	32,647	8,162	0,00194
8		68,516	308,322	38,097	1,041	33,412	8,353	0,00199
9		77,228	347,526	39,204	1,114	34,191	8,548	0,00204
10		85,907	386,582	39,055	1,190	33,700	8,425	0,00201
11		95,641	430,385	43,803	1,265	38,112	9,528	0,00227
12		105,454	474,543	44,159	1,366	38,014	9,503	0,00226
13		115,380	519,210	44,667	1,465	38,076	9,519	0,00227
14		125,446	564,507	45,297	1,562	38,266	9,567	0,00228
15		135,632	610,344	45,837	1,658	38,376	9,594	0,00228
16		145,872	656,424	46,080	1,751	38,201	9,550	0,00227
17		155,863	701,384	44,959	1,839	36,684	9,171	0,00218
18		166,958	751,311	49,928	1,924	41,269	10,317	0,00246
19		177,894	800,523	49,212	2,041	40,029	10,007	0,00238
20		188,863	849,884	49,361	2,154	39,670	9,917	0,00236
21		199,855	899,348	49,464	2,266	39,267	9,817	0,00234
22		210,887	948,992	49,644	2,375	38,958	9,740	0,00232
23		221,942	998,739	49,748	2,477	38,599	9,650	0,00230
24		233,004	1048,518	49,779	2,576	38,189	9,547	0,00227
25		244,137	1098,617	50,099	2,668	38,095	9,524	0,00227
26		255,234	1148,553	49,937	2,753	37,550	9,387	0,00224
27		266,279	1198,256	49,702	2,829	36,973	9,243	0,00220
28		277,225	1247,513	49,257	2,895	36,228	9,057	0,00216
29		287,911	1295,600	48,087	2,951	34,810	8,702	0,00207
30		297,381	1338,215	42,615	2,991	29,156	7,289	0,00174
Примечание – Значения $\cos \alpha \approx 1$, $q_d = 4,5$, $v = 0,25$.								

Таблица А.14 – Определение горизонтальных перекосов этажей рамы по оси В/1-3 при сейсмических воздействиях первого уровня

Номер этажа	h , мм	d_e , мм	$d_s = q_d \cdot d_e$, мм	$d_r = d_{s,k+1} - d_{s,k}$, мм	$q_d \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha$, мм	d_{rs} , мм	$v \cdot d_{rs}$, мм	$v \cdot d_{rs} / h$
Фундамент	—	0,000	0,000	—	—	—	—	—
-3	4200	0,618	2,779	2,779	3,349	6,127	1,532	0,00036
-2		2,060	9,268	6,489	5,261	11,750	2,938	0,00070
-1		4,190	18,855	9,587	6,739	16,326	4,081	0,00097
1	6000	9,320	41,938	23,083	11,163	34,246	8,562	0,00143
2	4200	13,025	58,613	16,675	8,910	25,585	6,396	0,00152
3		16,791	75,560	16,947	9,459	26,406	6,601	0,00157
4		20,706	93,177	17,618	10,038	27,655	6,914	0,00165
5		24,803	111,614	18,437	10,557	28,993	7,248	0,00173
6		29,002	130,507	18,893	11,199	30,092	7,523	0,00179
7		33,265	149,690	19,184	11,782	30,965	7,741	0,00184
8		37,570	169,065	19,375	12,422	31,797	7,949	0,00189
9		41,916	188,622	19,557	13,014	32,571	8,143	0,00194
10		46,315	208,418	19,796	13,596	33,391	8,348	0,00199
11		50,853	228,839	20,421	14,263	34,684	8,671	0,00206
12		55,443	249,491	20,653	14,721	35,374	8,844	0,00211
13		60,059	270,263	20,772	15,137	35,909	8,977	0,00214
14		64,702	291,159	20,896	15,513	36,409	9,102	0,00217
15		69,380	312,208	21,049	15,862	36,911	9,228	0,00220
16		74,119	333,536	21,328	16,192	37,520	9,380	0,00223
17		78,971	355,370	21,834	16,515	38,349	9,587	0,00228
18		84,022	378,097	22,727	16,905	39,632	9,908	0,00236
19		89,105	400,973	22,876	17,079	39,954	9,989	0,00238
20		94,210	423,943	22,970	17,204	40,174	10,044	0,00239
21		99,303	446,864	22,921	17,292	40,213	10,053	0,00239
22		104,369	469,661	22,797	17,335	40,132	10,033	0,00239
23		109,404	492,318	22,658	17,340	39,997	9,999	0,00238
24		114,392	514,764	22,446	17,307	39,753	9,938	0,00237
25		119,354	537,091	22,327	17,247	39,574	9,893	0,00236
26		124,221	558,992	21,902	17,184	39,085	9,771	0,00233
27		128,961	580,322	21,330	17,065	38,395	9,599	0,00229
28		133,545	600,953	20,630	16,916	37,546	9,386	0,00223
29		137,956	620,800	19,847	16,752	36,600	9,150	0,00218
30		142,117	639,527	18,727	16,605	35,331	8,833	0,00210
Примечание – Значения $\cos \alpha \approx 1$, $q_d = 4,5$, $v = 0,25$.								

А.13 Проверка влияния эффектов второго рода (Р-Δ эффектов) на величины расчетных нагрузок на здание при сейсмических воздействиях второго уровня

При проверке влияния эффектов второго рода (Р-Δ эффектов) на величины горизонтальных расчетных сейсмических нагрузок, приходящихся на рассматриваемое здание:

- жесткости конструктивных элементов здания были приняты в расчетной модели в соответствии с А.8.2 настоящего НТП;
- величины расчетных горизонтальных и вертикальных сейсмических нагрузок на здание были определены с использованием расчетных спектров реакций, приведенных в подразделах А.6.2 и А.6.3;
- учитывалось взаимодействие здания с грунтовым основанием;
- в расчетной модели здания были учтены фактические жесткости междуэтажных перекрытий и покрытия в горизонтальной плоскости;
- влияние неконструктивных элементов на жесткость здания в расчете не учитывалось.

Согласно 8.4(1) эффекты второго рода (Р-Δ эффекты) могут не приниматься во внимание, если для всех этажей здания соблюдается условие (8.2):

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h \cdot q_d} \leq 0,10$$

где

θ – коэффициент чувствительности к перекосу этажа;

h – высота рассматриваемого этажа;

P_{tot} – полная гравитационная нагрузка на рассматриваемом этаже и над ним в сейсмической расчетной ситуации;

d_r – разность средних горизонтальных перемещений d_s верхнего и нижнего перекрытий рассматриваемого этажа (см. рисунок 8.1), определяемых в соответствии с указаниями 7.4.1 и 8.1.2.2 при расчетных сейсмических воздействиях второго уровня;

V_{tot} – суммарная сейсмическая поперечная сила в уровне рассматриваемого этажа при расчетных сейсмических воздействиях второго уровня;

q_d – коэффициент поведения для перемещений, принимаемый равным q , если иное не определено.

В соответствии с 7.3.6.1.4 максимальная величина эффекта E_E сейсмического воздействия от каждой горизонтальной компоненты была определена как «корень квадратный из суммы квадратов» (Square Root of the Sum of the Squares – SRSS) с помощью выражения (7.19):

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2},$$

Вычисленные значения d_r , P_{tot} , V_{tot} и θ приведены в таблицах 15 и 16.

Из данных, приведенных в таблицах А.15 и А.16, следует, что при сейсмических воздействиях второго уровня значения коэффициента θ не превышают значение 0,1.

Вывод. Эффекты второго рода (Р-Δ эффекты) при определении расчетных сейсмических нагрузок на рассматриваемое высотное здание могут не учитываться.

Таблица А.15 – Определение значений коэффициентов θ для продольного направления здания при расчетных сейсмических воздействиях второго уровня

Номер этажа	d_e , мм	$d_{s,}$ мм	d_r , мм	P_{tot} , кН	V_{tot} , кН	h , мм	$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h \cdot q_d}$
-3	0,551	2,480	2,480	1132774	105266,9	4200	0,0014
-2	1,450	6,525	4,045	1079597	105051,8		0,0022
-1	2,687	12,092	5,567	1026419	104482,4		0,0029
1	7,435	33,458	21,366	979273,7	103475,1	6000	0,0075
2	10,314	46,413	12,955	936443,8	100895,1	4200	0,0064
3	13,301	59,855	13,442	897760,6	97896,68		0,0065
4	16,419	73,886	14,031	859762,7	94449,09		0,0068
5	19,697	88,637	14,751	822441	90726,5		0,0071
6	23,062	103,779	15,142	785972,4	86892,05		0,0072
7	26,485	119,183	15,404	749671,8	83006,99		0,0074
8	29,954	134,793	15,610	713539,3	79176,19		0,0074
9	33,470	150,615	15,822	677406,7	75462,75		0,0075
10	37,013	166,559	15,944	641617,6	71966,88		0,0075
11	40,748	183,366	16,807	606790,5	68808,32		0,0078
12	44,524	200,358	16,992	573824,8	66078,96		0,0078
13	48,341	217,535	17,177	540859	63674		0,0077
14	52,205	234,923	17,388	507893,3	61664,3		0,0076
15	56,122	252,549	17,626	474927,5	60080,63		0,0074
16	60,106	270,477	17,928	441961,7	58891,37		0,0071
17	64,184	288,828	18,351	409504,1	58003,53		0,0069
18	68,527	308,372	19,544	378295	57248,98		0,0068
19	72,885	327,983	19,611	348793,2	56413,7		0,0064
20	77,272	347,724	19,741	319291,4	55322,18		0,0060
21	81,654	367,443	19,719	289789,6	53883,78		0,0056
22	86,008	387,036	19,593	260287,8	52032,82		0,0052
23	90,311	406,400	19,364	231171	49730,1		0,0048
24	94,546	425,457	19,057	202054,2	46859,19		0,0043
25	98,739	444,326	18,869	173404,4	43350,93		0,0040
26	102,812	462,654	18,328	145310,3	39063,73		0,0036
27	106,724	480,258	17,604	117216,1	33776,62		0,0032
28	110,449	497,021	16,763	89121,92	27387,99		0,0029
29	113,969	512,861	15,840	61027,73	19870,84		0,0026
30	117,197	527,387	14,526	32933,55	11285,51		0,0022

Таблица А.16 – Определение значений коэффициентов θ для поперечного направления здания при расчетных сейсмических воздействиях второго уровня

Номер этажа	$d_{e,av}$, мм	$d_{s,av}$, мм	d_r , мм	P_{tot} , кН	V_{tot} , кН	h , мм	$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h \cdot q_d}$
-3	1,217	5,477	5,477	1132774,00	68471,84	4200	0,0048
-2	3,185	14,333	8,856	1079597,00	68041,60		0,0074
-1	5,633	25,349	11,016	1026419,00	66930,75		0,0089
1	11,516	51,822	26,473	979273,70	65247,56	6000	0,0147
2	15,735	70,808	18,986	936443,80	62405,04	4200	0,0151
3	20,281	91,265	20,457	897760,60	59393,18		0,0164
4	25,185	113,333	22,068	859762,70	56250,98		0,0178
5	30,439	136,976	23,643	822441,00	53220,19		0,0193
6	36,016	162,072	25,096	785972,40	50492,65		0,0207
7	41,883	188,474	26,402	749671,80	48111,82		0,0218
8	48,004	216,018	27,544	713539,30	46090,33		0,0226
9	54,367	244,652	28,634	677406,70	44371,52		0,0231
10	60,940	274,230	29,578	641617,60	42892,91		0,0234
11	67,870	305,415	31,185	606790,50	41592,18		0,0241
12	74,990	337,455	32,040	573824,80	40402,64		0,0241
13	82,271	370,220	32,765	540859,00	39227,82		0,0239
14	89,707	403,682	33,462	507893,30	38077,40		0,0236
15	97,284	437,778	34,096	474927,50	36961,31		0,0232
16	104,979	472,406	34,628	441961,70	35883,59		0,0226
17	112,774	507,483	35,077	409504,10	34857,21		0,0218
18	120,898	544,041	36,558	378295,00	33893,58		0,0216
19	129,119	581,036	36,995	348793,20	32956,88		0,0207
20	137,447	618,512	37,476	319291,40	32015,37		0,0198
21	145,863	656,384	37,872	289789,60	31127,05		0,0187
22	154,357	694,607	38,223	260287,80	30348,16		0,0173
23	162,895	733,028	38,421	231171,00	29688,18		0,0158
24	171,450	771,525	38,497	202054,20	29043,66		0,0142
25	180,033	810,149	38,624	173404,40	28219,56		0,0126
26	188,587	848,642	38,493	145310,30	26908,76		0,0110
27	197,087	886,892	38,250	117216,10	24732,05		0,0096
28	205,510	924,795	37,903	89121,92	21344,33		0,0084
29	213,817	962,177	37,382	61027,73	16470,38		0,0073
30	221,839	998,276	36,099	32933,55	9946,46		0,0063

А.14 Проверки требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы здания при сейсмических воздействиях второго уровня.

А.12.1 Требуемое армирование конструктивных элементов здания при сейсмических воздействиях второго уровня

Для проверки требования по ограничению значительных повреждений конструктивной системы здания при сейсмических воздействиях второго уровня:

- применялась расчетная схема, в которой жесткости конструктивных элементов здания были приняты в соответствии с А.8.1 настоящего НТП;
- значения частных коэффициентов свойств материалов γ_c и γ_s были приняты:
 - для постоянных и переходных расчетных ситуаций – 1,5 и 1,5 соответственно;
 - для сейсмической расчетной ситуации – 1,3 и 1,0 соответственно;
- коэффициент α_{cc} , учитывающий влияние длительных процессов на прочность бетона при сжатии и неблагоприятных последствий в результате способа приложения нагрузки, был принят:
 - для постоянных и переходных расчетных ситуаций – 0,85;
 - для сейсмической расчетной ситуации – 1,0;
- величины расчетных горизонтальных и вертикальных сейсмических нагрузок на здание были определены с использованием расчетных спектров реакций определенных в подразделах А.6.1 и А.6.3;
- при выполнении общих расчетов здания учитывалось его взаимодействие с грунтовым основанием.

Для того чтобы изгибные пластические деформации стен предшествовали достижению критического предельного состояния от сдвига, расчетная поперечная сила в каждой стене, определенная из результатов общего расчета здания, была увеличена в 1,5 раза (см. 5.5.2 НТП РК 08-01.3-2021).

Следующее неравенство проверялось для всех несущих конструктивных элементов здания (см. 8.1.2.1):

$$E_d \leq R_d,$$

где

E_d – расчетное значение эффекта воздействия, соответствующего сейсмической расчетной ситуации (см. 6.4.3.4 СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011). При определении E_d эффекты второго порядка не учитывались и перераспределение изгибающих моментов не производилось.

R_d – расчетное сопротивление элемента, вычисленное в соответствии с правилами, принятыми для использованного материала и в соответствии с моделями, относящимися к конкретному типу конструктивной системы, приведенными в разделе 5 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП к ним, а также в других соответствующих СП РК EN.

Для армирования железобетонных стен и колонн применялась арматура класса А500, а для армирования связующих балок в стенах – арматура классов А600 и А500.

Требуемое по результатам расчетов:

- продольное армирование колонн приведено в таблице А.17.
- вертикальное и горизонтальное армирование стен приведено в таблицах А.18–А.20.
- диагональное армирование связующих балок (перемычек в стенах) приведено в таблице А.21.

Маркировка колонн, стен и перемычек, принятая в таблицах А.14–А.18, показана на рисунке А.8.

Из результатов выполненных расчетов следует, что требуемое армирование стен, колонн и связующих балок соответствует установленным минимальным и максимальным пределам.

А.12.2 Проверка соответствия нормализованных расчетных осевых сил в вертикальных конструкциях (стенах и колоннах) установленным пределам

Для уменьшения последствий растрескивания и выкрашивания бетона, а также для исключения больших неопределенностей пластического поведения элементов при высоком уровне осевых сил, была выполнена проверка соответствия нормализованных расчетных осевых сил в вертикальных конструкциях (стенах и колоннах) установленным пределам.

В первичных колоннах значение нормализованной осевой силы v_{dc} не должно превышать величину, определяемую с помощью выражения (см. пункт 4.5.3.1.3 НТП РК 08-01.3-2021):

$$v_{dc}=(N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd}) \leq 0,65 \cdot \gamma_c$$

В первичных стенах значение нормализованной осевой силы v_{dw} не должно превышать величину, определяемую с помощью выражения (см. 5.6.2 НТП РК 08-01.3-2021):

$$v_{dw}=(N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd}) \leq 0,4 \cdot \gamma_w$$

В представленных выше выражениях:

γ_c – коэффициент, значение которого следует определять с помощью выражения:

$$1,0 \leq \gamma_c = [1 + 0,015(n-5)] \leq 1,2$$

γ_w – коэффициент, значение которого следует определять с помощью выражения

$$1,0 \leq \gamma_w = [1 + 0,04(n-5)] \leq 1,5$$

N_{Ed} – расчетная осевая сила в рассматриваемом конструктивном элементе, соответствующая сейсмической расчетной ситуации;

A_c – площадь поперечного сечения бетонного элемента;

f_{cd} – расчетное значение прочности бетона на сжатие;

n – количество этажей в здании, кроме этажей, расположенных ниже планировочной отметки земли, а также цокольных, верхних технических и мансардных этажей.

Из приведенных выше выражений следует, что максимальные значения нормализованных осевых сил не должны превышать:

в колоннах – 0,78;

в стенах – 0,60.

Результаты выполненных проверок колонн и стен приведены в таблицах А.22-А.25.

Из приведенных результатов следует, что нормализованные расчетные осевые силы во всех вертикальных конструкциях (стенах и колоннах) рассматриваемого здания не превышают установленные пределы.

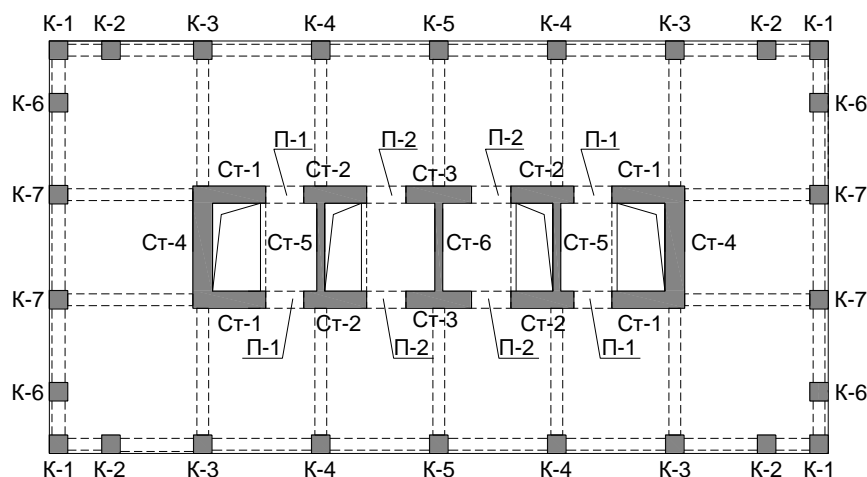


Рисунок А.8 – Маркировка колонн, стен и связующих балок (перемычек)

Таблица А.17 – Требуемое продольное армирование колонн К-1 – К-7

Номер этажа	Размеры поперечного сечения колонн, мм		Класс бетона по прочности на сжатие		Расчетное продольное армирование колонн, %						
	К-1	К-2 ÷ К-7	К-1	К-2 ÷ К-7	К-1	К-2	К-3	К-4	К-5	К-6	К-7
1	1400x1400	1400x1400	C45/55	C40/50	3,46	1,92	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2			C40/50	2,18	1,40	1,00	1,00	1,00	1,31	1,00	
3				2,18	1,40	1,00	1,00	1,00	1,31	1,00	
4				2,05	1,40	1,00	1,00	1,00	1,40	1,23	
5				1,92	1,40	1,00	1,00	1,00	1,57	1,48	
6				1,92	1,40	1,00	1,00	1,00	1,64	1,64	
7				1,91	1,40	1,00	1,00	1,00	1,71	1,81	
8				1,80	1,40	1,00	1,00	1,00	1,82	1,97	
9				C35/45	1,72	1,31	1,00	1,00	1,00	1,81	2,18
10			1,64		1,31	1,00	1,00	1,00	1,97	2,46	
11	2,01	1,45	1,20		1,00	1,00	2,12	2,62			
12	1,94	1,45	1,20		1,00	1,00	2,23	2,79			
13	1,88	1,45	1,20		1,00	1,00	2,23	2,79			
14	1,80	1,37	1,20		1,00	1,00	2,23	2,79			
15	1,71	1,37	1,20		1,00	1,00	2,23	2,90			
16	1,62	1,34	1,20		1,00	1,00	2,23	2,97			
17	1,56	1,34	1,28		1,00	1,00	2,23	3,14			
18	1100x1100	1000x1000	C30/37		1,63	1,42	1,31	1,00	1,00	2,41	3,22
19				1,53	1,33	1,31	1,00	1,00	2,29	3,22	
20				1,42	1,31	1,31	1,00	1,00	2,22	3,27	
21				1,32	1,23	1,31	1,00	1,00	2,22	3,27	
22				1,32	1,23	1,23	1,00	1,00	2,22	2,95	
23				1,22	1,13	1,23	1,00	1,00	2,09	2,95	
24				1,22	1,13	1,23	1,00	1,00	2,09	2,85	
25				1,22	1,13	1,23	1,00	1,00	2,09	2,85	
26				1,22	1,03	1,13	1,00	1,00	1,97	2,90	
27				1,13	1,03	1,13	1,00	1,00	1,97	2,65	
28				1,13	1,03	1,23	1,00	1,00	1,85	2,65	
29				1,03	1,03	1,23	1,00	1,00	1,82	2,73	
30	1000x1000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			

Таблица А.18 – Требуемое вертикальное и горизонтальное армирование стены Ст-1

Номер этажа	Толщина стены, мм	Класс бетона	l_{c1} , см	l_{c2} , см	ρ_{v1} , %	ρ_{vf} , %	ρ_{v2} , %	ρ_{hf} , %	ω_{wd}
-3	1300	C40/50	235	200	3,33	0,25	2,35	0,12	0,584
-2			235	200	3,33	0,25	2,35	0,16	0,587
-1			235	200	3,33	0,25	2,35	0,25	0,581
1			235	200	3,64	0,25	2,45	0,29	0,540
2			200	200	2,95	0,25	1,95	0,24	0,479
3	1100		200	200	2,82	0,20	1,95	0,25	0,503
4			200	200	2,38	0,20	1,68	0,24	0,457
5	900		200	200	2,55	0,20	1,79	0,27	0,512
6			200	200	2,32	0,20	1,58	0,27	0,479
7			200	200	2,01	0,20	1,52	0,26	0,459
8			200	200	1,81	0,20	1,36	0,24	0,436
9		C35/45	200	200	1,65	0,20	1,25	0,23	0,474
10			200	200	1,54	0,20	1,16	0,21	0,460
11			200	200	1,44	0,20	1,09	0,24	0,434
12			190	190	1,29	0,20	1,01	0,22	0,403
13			175	175	1,17	0,20	0,94	0,21	0,372
14			165	165	1,12	0,20	0,91	0,19	0,343
15	150		150	1,04	0,20	0,90	0,18	0,318	
16	140		140	1,06	0,20	0,91	0,17	0,293	
17	700	160	160	1,19	0,20	0,96	0,2	0,338	
18		150	150	1,30	0,20	1,16	0,24	0,309	
19		135	135	1,25	0,20	1,13	0,23	0,281	
20		C30/37	150	150	1,05	0,20	0,96	0,22	0,299
21			135	135	0,97	0,20	0,80	0,20	0,273
22			125	125	0,93	0,20	0,65	0,19	0,248
23			115	115	0,95	0,20	0,57	0,18	0,224
24		600	110	110	0,78	0,20	0,57	0,16	0,200
25	115		115	0,76	0,20	0,54	0,17	0,207	
26	100		100	0,72	0,20	0,51	0,15	0,179	
27	95		95	0,62	0,20	0,50	0,13	0,151	
28	95		95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,120	
29	95		95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,087	
30		95	95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080	
Надстройка, 600мм			95	95	0,64	0,25	0,56	0,10	0,080
l_{c1} , l_{c2} – длины периферийных участков стены (левого и правого участков соответственно); ρ_{v1} , ρ_{v2} – коэффициент вертикального армирования периферийных зон стены l_{c1} и l_{c2} ; ρ_{vf} – коэффициент вертикального армирования стены в полевой зоне; ρ_{hf} – коэффициент горизонтального армирования стены в полевой зоне; ω_{wd} – объемный коэффициент ограничивающего армирования в периферийных зонах.									

Таблица А.19 – Требуемое вертикальное и горизонтальное армирование стены Ст-2

Номер этажа	Толщина стены, мм	Класс бетона	l_{c1} , см	l_{c2} , см	ρ_{v1} , %	ρ_{vf} , %	ρ_{v2} , %	ρ_{hf} , %	ω_{wd}
-3	1300	C40/50	165	195	3,56	0,24	2,68	0,15	0,551
-2			165	195	3,66	0,24	2,48	0,11	0,535
-1			165	195	3,56	0,24	2,28	0,20	0,518
1			265	195	3,16	—	2,38	0,27	0,490
2			165	195	2,97	0,24	2,01	0,29	0,454
3	1100		165	195	3,03	0,20	2,01	0,32	0,493
4			165	195	2,58	0,20	1,80	0,32	0,455
5	900		165	195	2,74	0,20	1,86	0,35	0,505
6			165	195	2,49	0,20	1,65	0,34	0,468
7			165	195	2,17	0,20	1,47	0,33	0,437
8			165	195	1,84	0,20	1,37	0,32	0,410
9		C35/45	165	195	1,74	0,20	1,19	0,31	0,442
10			160	195	1,63	0,20	1,05	0,29	0,423
11			160	195	1,45	0,20	0,98	0,32	0,398
12			160	185	1,28	0,20	0,89	0,31	0,371
13			160	175	1,16	0,20	0,81	0,30	0,345
14			160	160	1,03	0,20	0,75	0,29	0,320
15			160	150	0,95	0,20	0,68	0,28	0,296
16	160	140	0,84	0,20	0,66	0,27	0,270		
17	700	160	160	1,05	0,20	0,70	0,30	0,313	
18		160	145	1,15	0,20	0,90	0,33	0,286	
19		160	135	1,05	0,20	0,80	0,32	0,261	
20		C30/37	160	150	0,84	0,20	0,72	0,31	0,279
21			160	140	0,61	0,20	0,50	0,29	0,256
22			160	130	0,50	0,20	0,50	0,28	0,234
23			160	115	0,50	0,20	0,50	0,26	0,213
24	160		110	0,50	0,20	0,50	0,24	0,190	
25	600	160	105	0,50	0,20	0,50	0,25	0,190	
26		160	95	0,50	0,20	0,50	0,22	0,163	
27		160	95	0,50	0,20	0,50	0,19	0,137	
28		160	95	0,50	0,20	0,50	0,15	0,110	
29		160	95	0,50	0,20	0,50	0,11	0,080	
30		160	95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080	
Надстройка, 600мм			160	95	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080
l_{c1} , l_{c2} – длины периферийных участков стены (левого и правого участков соответственно); ρ_{v1} , ρ_{v2} – коэффициент вертикального армирования периферийных зон стены l_{c1} и l_{c2} ; ρ_{vf} – коэффициент вертикального армирования стены в полевой зоне; ρ_{hf} – коэффициент горизонтального армирования стены в полевой зоне; ω_{wd} – объемный коэффициент ограничивающего армирования в периферийных зонах.									

Таблица А.20 – Требуемое вертикальное и горизонтальное армирование стены Ст-4

Номер этажа	Толщина стены, мм	Класс бетона	l_{c1} , см	l_{c2} , см	ρ_{v1} , %	ρ_{vf} , %	ρ_{v2} , %	ρ_{hf} , %	ω_{wd}		
-3	1500	C40/50	325	325	1,61	0,24	1,61	0,16	0,422		
-2			325	325	1,65	0,24	1,65	0,23	0,428		
-1			325	325	1,65	0,26	1,65	0,52	0,419		
1			325	325	2,15	0,27	2,15	0,35	0,391		
2			290	290	1,22	0,20	1,22	0,25	0,364		
3			285	285	1,06	0,20	1,06	0,22	0,354		
4			270	270	1,01	0,20	1,01	0,20	0,339		
5	1300	C40/50	300	300	0,94	0,20	0,94	0,20	0,374		
6			280	280	0,90	0,20	0,90	0,18	0,350		
7	1100	C40/50	305	305	0,86	0,20	0,86	0,18	0,380		
8			285	285	0,79	0,20	0,79	0,15	0,353		
9	900	C35/45	305	305	0,69	0,22	0,69	0,14	0,374		
10			325	325	0,72	0,20	0,72	0,15	0,416		
11			315	315	0,71	0,20	0,71	0,22	0,385		
12			295	295	0,64	0,20	0,64	0,21	0,359		
13			280	280	0,59	0,20	0,59	0,19	0,336		
14			260	260	0,56	0,20	0,56	0,18	0,315		
15			250	250	0,54	0,20	0,54	0,16	0,297		
16			235	235	0,55	0,20	0,55	0,14	0,283		
17			230	230	0,50	0,20	0,50	0,12	0,275		
18			220	220	0,50	0,20	0,50	0,20	0,256		
19			195	195	0,50	0,20	0,50	0,19	0,232		
20	700	C30/37	215	215	0,50	0,20	0,50	0,17	0,242		
21			190	190	0,50	0,20	0,50	0,15	0,213		
22			170	170	0,50	0,20	0,50	0,14	0,185		
23			145	145	0,50	0,20	0,50	0,13	0,158		
24			140	140	0,50	0,20	0,50	0,12	0,131		
25			130	130	0,50	0,20	0,50	0,14	0,136		
26			125	125	0,50	0,20	0,50	0,13	0,112		
27			125	125	0,50	0,20	0,50	0,12	0,090		
28			125	125	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080		
29			125	125	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080		
30			125	125	0,50	0,20	0,50	0,13	0,080		
Надстройка, 700мм			125	125	0,50	0,20	0,50	0,10	0,080		
l_{c1} , l_{c2} – длины периферийных участков стены (левого и правого участков соответственно); ρ_{v1} , ρ_{v2} – коэффициент вертикального армирования периферийных зон стены l_{c1} и l_{c2} ; ρ_{vf} – коэффициент вертикального армирования стены в полевой зоне; ρ_{hf} – коэффициент горизонтального армирования стены в полевой зоне; ω_{wd} – объемный коэффициент ограничивающего армирования в периферийных зонах.											

Таблица А.21 – Требуемое диагональное армирование перемычек

Номер этажа	Толщина перемычки, мм	Класс бетона	Перемычка П1			Перемычка П2		
			V_{Ed} , кН	α , градусы	A_{si} , см ²	V_{Ed} , кН	α , градусы	A_{si} , см ²
-3	1300	C40/50	1691,9	20,77	47,7	1959,3	20,14	56,9
-2			2664,8	20,77	75,1	2252,3	20,14	65,4
-1			4074,6	20,77	114,9	4101,1	20,14	119,1
1			5837,4	20,77	137,2*	6440,7	20,14	155,9*
2			6096,7	20,77	143,3*	6776,3	20,14	164,8*
3	1100		5565,9	20,77	130,8*	6250,9	20,14	151,3*
4			5623,1	20,77	132,2*	6403,6	20,14	155,0*
5	900		4801,1	20,77	112,8*	5528,0	20,14	133,8*
6			4700,1	20,77	110,4*	5510,5	20,14	133,4*
7			4591,1	20,77	107,9*	5440,8	20,14	131,7*
8			4423,0	20,77	103,9*	5332,7	20,14	129,0*
9		C35/45	4227,0	20,77	119,2	5100,1	20,14	123,5*
10			4141,4	20,77	99,3*	5061,8	20,14	122,5*
11			4245,5	20,77	99,8*	5220,8	20,14	126,4*
12			4135,5	20,77	97,2*	5157,7	20,14	124,8*
13			3981,7	20,77	93,6*	5039,3	20,14	122,0*
14			3829,3	20,77	90,0*	4908,7	20,14	118,8*
15			3729,1	20,77	87,6*	4802,1	20,14	116,3*
16	3662,3		20,77	86,1*	4749,0	20,14	114,9*	
17	700		3115,5	20,77	73,2*	3971,9	20,14	115,4*
18		3269,6	20,77	76,8*	4178,4	20,14	96,2*	
19		3224,4	20,77	75,8*	4124,6	20,14	99,8*	
20		C30/37	3060,7	20,77	86,3*	3915,2	20,14	94,8*
21			2924,0	20,77	71,2*	3749,3	20,14	90,8*
22			2764,4	20,77	77,9	3558,1	20,14	87,8*
23			2588,8	20,77	73,0	3342,9	20,14	80,9*
24		2405,7	20,77	67,8	3148,0	20,14	76,2*	
25	600	2008,2	20,77	56,6	2617,7	20,14	76,0	
26		1798,1	20,77	50,7	2359,9	20,14	68,6	
27		1531,0	20,77	43,2	2030,2	20,14	59,0	
28		1233,1	20,77	34,8	1651,5	20,14	48,0	
29		975,6	20,77	27,5	1248,8	20,14	36,3	
30		756,5	20,77	21,3	927,7	20,14	27,0	
Надстройка, 600мм			467,2	20,77	13,2	629,1	20,14	18,3
V_{Ed} – расчетная поперечная сила в перемычке; α – угол между диагональными стержнями арматуры и осью балки; A_{si} – суммарная площадь арматурных стержней в каждом диагональном направлении. * арматура класса А600.								

Таблица А.22 – Максимальные продольные силы и нормализованные осевые усилия
в колоннах К-1, К-2 и К-3

Номер этажа	Размеры поперечного сечения колонн, мм		Класс бетона по прочности на сжатие		К-1		К-2		К-3	
	К-1	К-2, К-3	К-1	К-2, К-3	N_{Ed} , кН	v_d	N_{Ed} , кН	v_d	N_{Ed} , кН	v_d
1	1400x1400	1400x1400	C45/55	C40/50	47514	0,700	44771	0,742	43347	0,719
2			C40/50	45889	0,761	43231	0,717	41776	0,693	
3				43922	0,728	41684	0,691	40203	0,667	
4				42025	0,697	40052	0,664	38604	0,640	
5				40132	0,665	38330	0,636	36970	0,613	
6				38170	0,633	36530	0,606	35300	0,585	
7				36135	0,599	34654	0,575	33596	0,557	
8				34022	0,564	32711	0,542	31860	0,528	
9				C35/45	31848	0,604	30720	0,582	30102	0,570
10	29547	0,560	28689		0,544	28328	0,537			
11	C35/45	27540	0,710		26796	0,691	26630	0,687		
12		25833	0,666		25187	0,650	25099	0,647		
13		24132	0,622		23539	0,607	23554	0,608		
14		22433	0,579		21863	0,564	21999	0,567		
15		20777	0,536		20158	0,520	20438	0,527		
16		19154	0,494		18417	0,475	18876	0,487		
17		17567	0,453		16621	0,429	17474	0,451		
18		C35/45	16362	0,502	14937	0,555	16212	0,602		
19			15170	0,466	13524	0,502	15034	0,558		
20	C30/37		13872	0,497	12212	0,529	13840	0,600		
21			12485	0,447	10970	0,475	12630	0,547		
22			11040	0,395	9769	0,423	11410	0,494		
23			9542	0,342	8727	0,378	10190	0,442		
24			8048	0,288	7707	0,334	8957	0,388		
25			6558	0,284	6693	0,290	7709	0,334		
26			5389	0,234	5636	0,244	6450	0,280		
27		4140	0,179	4562	0,198	5180	0,224			
28		2897	0,126	3488	0,151	3899	0,169			
29	1000x1000	1000x1000	1641	0,071	2436	0,106	2605	0,113		
30			678	0,029	1383	0,060	1293	0,056		
N_{Ed} – максимальная расчетная осевая сила, соответствующая сейсмической расчетной ситуации; v_d – осевое усилие, соответствующее сейсмической расчетной ситуации, нормализованное по $A_f f_{cd}$.										

Таблица А.23 – Максимальные продольные силы и нормализованные осевые усилия
в колоннах К-5, К-6 и К-7

Номер этажа	Размеры поперечного сечения колонн, мм	Класс бетона по прочности на сжатие	К-5		К-6		К-7	
	К-5 ÷ К-6		N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d
1	1400x1400	C40/50	42470	0,704	33024	0,548	32502	0,539
2			41115	0,682	32589	0,540	31232	0,518
3			39799	0,660	32062	0,532	30078	0,499
4			38460	0,638	31261	0,518	28933	0,480
5			37095	0,615	30257	0,502	27789	0,461
6			35704	0,592	29122	0,483	26645	0,442
7			34288	0,569	27888	0,462	25499	0,423
8			32851	0,545	26577	0,441	24355	0,404
9			C35/45	31395	0,595	25204	0,478	23208
10	29916	0,567		23853	0,452	22047	0,418	
11	28460	0,734		22459	0,579	20915	0,539	
12	27111	0,699		21240	0,548	19864	0,512	
13	25742	0,664		19967	0,515	18801	0,485	
14	24357	0,628		18645	0,481	17729	0,457	
15	22956	0,592		17270	0,445	16648	0,429	
16	21542	0,556		15977	0,412	15573	0,402	
17	20115	0,519		14659	0,378	14506	0,374	
18	1200x1200	18700	0,695	13351	0,496	13467	0,500	
19		17386	0,646	12316	0,457	12489	0,464	
20		C30/37	16050	0,696	11297	0,490	11501	0,498
21			14686	0,636	10307	0,447	10497	0,455
22			13299	0,576	9331	0,404	9485	0,411
23			11900	0,516	8366	0,363	8473	0,367
24			10478	0,454	7474	0,324	7449	0,323
25			9036	0,392	6600	0,286	6414	0,278
26			7573	0,328	5650	0,245	5370	0,233
27	6093		0,264	4719	0,204	4318	0,187	
28	4600		0,199	3824	0,166	3253	0,141	
29	3096		0,134	2966	0,129	2173	0,094	
30	1583		0,069	1951	0,085	1072	0,046	
N_{Ed} – максимальная расчетная осевая сила, соответствующая сейсмической расчетной ситуации; ν_d – осевое усилие, соответствующее сейсмической расчетной ситуации, нормализованное по $A_c f_{cd}$.								

Таблица А.24 – Максимальные продольные силы и нормализованные осевые усилия
в стенах Ст-1, Ст-2 и Ст-3

Номер этажа	Толщина стены, мм	Класс бетона	Ст-1		Ст-2		Ст-3	
			N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d
-3	1300	C40/50	112104	0,505	105765	0,551	106747	0,534
-2			112624	0,507	102623	0,534	103070	0,515
-1			111456	0,502	99406	0,518	98933	0,495
1			103580	0,467	94008	0,490	93210	0,466
2			91965	0,414	87229	0,454	86795	0,434
3	1100		81786	0,435	80125	0,493	80050	0,473
4			74295	0,396	73860	0,455	73877	0,437
5	900		68032	0,451	67084	0,505	67052	0,484
6			63680	0,422	62181	0,468	61966	0,448
7			61041	0,412	58064	0,437	57646	0,416
8			57906	0,391	54436	0,410	53811	0,389
9		C35/45	55176	0,426	51365	0,442	50534	0,417
10			53470	0,420	49140	0,423	48127	0,397
11			50471	0,397	46262	0,398	45205	0,373
12			46849	0,368	43186	0,371	42178	0,348
13			43272	0,340	40153	0,345	39226	0,324
14			39943	0,314	37232	0,320	36338	0,300
15			37010	0,291	34401	0,296	33638	0,278
16	34066		0,268	31441	0,270	30781	0,254	
17	700		30615	0,309	28277	0,313	27589	0,293
18			27937	0,282	25875	0,286	25191	0,267
19			25417	0,257	23579	0,261	23076	0,245
20		C30/37	23186	0,273	21592	0,278	21241	0,263
21			21163	0,250	19838	0,256	19529	0,242
22			19239	0,227	18157	0,234	17881	0,221
23			17360	0,205	16492	0,213	16250	0,201
24			15488	0,183	14699	0,190	14484	0,179
25		600	13742	0,193	12643	0,190	12423	0,179
26			11924	0,167	10805	0,163	10532	0,152
27			10010	0,140	9097	0,137	8816	0,127
28	7988		0,112	7284	0,110	6938	0,100	
29	5757		0,081	5255	0,079	4845	0,070	
30		3107	0,044	2817	0,042	2439	0,035	
Надстройка, 600мм			1070	0,015	878	0,013	742	0,011
N_{Ed} – максимальная расчетная осевая сила, соответствующая сейсмической расчетной ситуации; ν_d – осевое усилие, соответствующее сейсмической расчетной ситуации, нормализованное по A_{fcd} ,								

Таблица А.25 – Максимальные продольные силы и нормализованные осевые усилия
в стенах Ст-4, Ст-5 и Ст-6

Номер этажа	Толщина стены, мм		Класс бетона	Ст-4		Ст-5		Ст-6			
	Ст-4	Ст-5, Ст-6		N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d	N_{Ed} , кН	ν_d		
-3	1500	700	C40/50	155739	0,363	38992	0,195	39775	0,199		
-2				157983	0,368	45330	0,226	43106	0,215		
-1				154727	0,360	47372	0,236	42997	0,215		
1				144231	0,336	45527	0,227	41682	0,208		
2				134440	0,313	43797	0,219	40920	0,204		
3				130591	0,311	44872	0,229	41794	0,213		
4				125216	0,298	45370	0,231	42123	0,215		
5	1300			119529	0,336	46552	0,243	43332	0,226		
6				112037	0,315	45790	0,239	42674	0,223		
7				102911	0,342	44204	0,231	41171	0,215		
8	1100			95610	0,317	42338	0,221	39294	0,205		
9				88537	0,336	39912	0,238	36876	0,220		
10	900			600	C35/45	80547	0,374	36559	0,254	33605	0,234
11						74634	0,346	34224	0,238	31414	0,219
12		69540	0,322			32265	0,224	29693	0,207		
13		65034	0,302			30420	0,212	28104	0,195		
14		61028	0,283			28666	0,199	26574	0,185		
15		57534	0,267			27122	0,189	25191	0,175		
16		54877	0,254			26276	0,183	24358	0,169		
17		53375	0,253			26423	0,188	24539	0,175		
18		49684	0,236			25251	0,180	23503	0,167		
19		45008	0,214			23508	0,167	21926	0,156		
20		700	C30/37			40205	0,286	21609	0,179	20182	0,168
21						35429	0,252	19665	0,163	18396	0,153
22						30752	0,219	17719	0,147	16607	0,138
23	26212					0,187	15839	0,131	14887	0,124	
24	21717			0,155	14124	0,117	13295	0,110			
25	17505			0,126	12682	0,107	12005	0,101			
26	14458			0,104	10846	0,091	10338	0,087			
27	11615			0,084	8852	0,074	8505	0,071			
28	8978			0,065	6829	0,057	6616	0,056			
29	6465			0,047	4870	0,041	4705	0,040			
30	3904			0,028	2986	0,025	2742	0,023			
Над- стройка	1169			0,008	1024	0,009	913	0,008			

N_{Ed} – максимальная расчетная осевая сила, соответствующая сейсмической расчетной ситуации;
 ν_d – осевое усилие, соответствующее сейсмической расчетной ситуации, нормализованное по $A_c f_{cd}$

УДК 69:699.841

МКС 01.120:91.40.01

Ключевые слова: нормативно-техническое пособие, проектирование высотных зданий, требования, проверки, сейсмические воздействия, пиковое ускорение, акселерограмма землетрясения, спектр реакций, расчетная модель, коэффициент, тип грунтовых условий, специальные мероприятия.

Ресми басылым

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ИНДУСТРИЯ ЖӘНЕ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ
ДАМУ МИНИСТРЛІГІНІҢ ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ
ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

НТҚ ҚР 08-01.7-2021

**СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ.
БӨЛІМ. БИІК ҒИМАРАТТАР**

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 08-01.7-2021

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.
ЧАСТЬ. ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ.**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная