

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

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

## СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ

Бөлім: Азаматтық ғимараттарды жобалау.  
Жалпы талаптар

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ

Часть: Проектирование гражданских зданий.  
Общие требования.

ҚР НТҚ-08-01.2-2021  
(ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012)  
НТП РК-08-01.2-2021  
(к СП РК EN 1998-1:2004/2012)

Ресми басылым  
Издание официальное

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

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

Астана 2024

## **АЛҒЫ СӨЗ**

- 1 ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСТЗИ» АК
- 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 2022 жылғы 1 қаңтардан бастап
- 4 ОРНЫНА:** **ҚР НТҚ-08-01.2-2012**

## **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-08-01.2-2012**

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

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

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

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

## Мазмұны

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КІРІСПЕ .....                                                                                                    | 6  |
| 1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР .....                                                                                           | 7  |
| 1.1 Қолдану саласы.....                                                                                          | 7  |
| 1.2 Құралдың мақсаты .....                                                                                       | 8  |
| 1.3 Қолдану жөніндегі нұсқаулар .....                                                                            | 8  |
| 1.4 Нормативтік сілтемелер.....                                                                                  | 10 |
| 1.5 Терминдер мен анықтамалар .....                                                                              | 10 |
| 1.6 НТҚ-да қолданылатын таңбалар.....                                                                            | 16 |
| 1.7 СИ халықаралық бірліктер жүйесі .....                                                                        | 18 |
| 2 СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ.....                                                            | 19 |
| 2.1 Тұжырымдамалық жобалау.....                                                                                  | 19 |
| 2.2 Сейсмикалық аймақтардағы ғимараттарды тұжырымдамалық жобалау қағидаттары .....                               | 21 |
| 2.2.1 Конструктивтік схеманың қарапайымдылығы.....                                                               | 21 |
| 2.2.2 Біртектілік, симметриялық және артықтық.....                                                               | 22 |
| 2.2.3 Конструктивтік схеманың екі көлденең бағыттағы қарсыласулығы мен қаттылығы.....                            | 25 |
| 2.2.4 Жоспарда айналуға қарсыласулығы және қаттылығы .....                                                       | 26 |
| 2.2.5 Қабатаралық жабындар мен төсемдердің диафрагматикалық әрекеті .....                                        | 27 |
| 2.2.6 Ғимарат іргетастары.....                                                                                   | 31 |
| 2.2.7 Сейсмикаға қарсы жіктер .....                                                                              | 32 |
| 2.2.8 Баспалдақ алаңдары және кіріктірілген үй-жайлар .....                                                      | 33 |
| 2.3 Бастапқы және қайталама элементтер.....                                                                      | 33 |
| 3 ЖОСПАРДАҒЫ ЖҮЙЕЛІЛІГІ ЖӘНЕ БИІКТІГІ БОЙЫНША ҒИМАРАТТАРДЫҢ КОНСТРУКТИВТІК СХЕМАЛАРЫН ЖІКТЕУ .....               | 35 |
| 3.1 Жалпы ережелер.....                                                                                          | 35 |
| 3.2 Ғимараттардың конструктивтік схемаларының жоспардағы жүйелілік өлшемдері ..                                  | 36 |
| 3.2.1 Жоспардағы жүйелі конструктивтік схемалар .....                                                            | 36 |
| 3.2.2 Жоспардағы орташа жүйелі емес ғимараттар .....                                                             | 38 |
| 3.2.3 Ғимараттардың жоспардағы айналмалы-иілгіш конструктивтік схемалары.....                                    | 39 |
| 3.3 Ғимараттардың биіктігі бойынша конструктивтік схемаларының жүйелілік өлшемдері.....                          | 39 |
| 3.3.1 Биіктігі бойынша жүйелі конструктивтік схемалар .....                                                      | 39 |
| 3.3.2 Биіктігі бойынша орташа жүйелі емес конструктивтік схемалар .....                                          | 40 |
| 3.4 Жоспарда және/немесе биіктігі бойынша шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік схемалар .....                  | 41 |
| 4 ҒИМАРАТТЫҢ МАССАЛАРЫН АНЫҚТАУ КЕЗІНДЕ ЕСКЕРІЛЕТІН ӘСЕРЛЕР КОМБИНАЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ҮЙЛЕСІМДЕР КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ ..... | 42 |
| 5 ҒИМАРАТТАРДЫҢ ЖАУАПКЕРШІЛІК КЛАСТАРЫ ЖӘНЕ ЖАУАПКЕРШІЛІК КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ .....                                  | 46 |

|          |                                                                                                                                        |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6</b> | <b>ҒИМАРАТТАРДЫ ЕСЕПТЕУ .....</b>                                                                                                      | <b>49</b> |
| 6.1      | Ғимараттардың есептік модельдері.....                                                                                                  | 49        |
| 6.2      | Сейсмикалық әсердің есептік моделін таңдау .....                                                                                       | 51        |
| 6.3      | Сейсмикалық әсерлер салдары .....                                                                                                      | 53        |
| 6.3.1    | Жалпы ережелер.....                                                                                                                    | 54        |
| 6.3.2    | Есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтаудың спектрлік-модальдық әдісі ....                                                             | 53        |
| 6.4      | Сейсмикалық әсерлер салдарын айқындау кезінде ғимараттардың биіктігі бойынша конструктивтік схемаларының жүйесіздігін есепке алу ..... | 55        |
| 6.5      | Жоспардағы кездейсоқ айналу әсерлері .....                                                                                             | 56        |
| 6.6      | Сейсмикалық әсерлерден модальды реакциялардың комбинациялары .....                                                                     | 57        |
| 6.6.1    | Сейсмикалық әсердің бір компонентінен модальды реакциялардың комбинациялары .....                                                      | 57        |
| 6.6.2    | Сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерінен салдарлар комбинациялары                                                                 | 58        |
| 6.6.3    | Сейсмикалық әсердің көлденең және тік компоненттерінен салдарлар комбинациялары .....                                                  | 59        |
| 6.7      | Есептік сейсмикалық әсерлер кезінде конструктивтік жүйелердің орын ауыстыруын анықтау.....                                             | 59        |
| 6.8      | Тірек емес конструктивтік және конструктивтік емес элементтерге есептік сейсмикалық жүктемелер .....                                   | 60        |
| 6.8.1    | Жалпы ережелер.....                                                                                                                    | 60        |
| 6.8.2    | Тексерулер .....                                                                                                                       | 61        |
| <b>7</b> | <b>ҚАУІПСІЗДІКТІ ТЕКСЕРУ .....</b>                                                                                                     | <b>64</b> |
| 7.1      | Жалпы мәліметтер.....                                                                                                                  | 64        |
| 7.2      | Сыни шектік жағдай .....                                                                                                               | 64        |
| 7.2.1    | Жалпы мәліметтер .....                                                                                                                 | 64        |
| 7.2.2    | Қарсыласулық шарты .....                                                                                                               | 64        |
| 7.2.3    | Жалпы және жергілікті иілгіштік шарттары .....                                                                                         | 65        |
| 7.2.4    | Тепе-теңдік шарты .....                                                                                                                | 66        |
| 7.2.5    | Көлденең диафрагмаларға қарсыласулық .....                                                                                             | 67        |
| 7.2.6    | Іргетастардың қарсыласулығы .....                                                                                                      | 69        |
| 7.3      | Залалды шектеу .....                                                                                                                   | 69        |
| 7.3.1    | Жалпы мәліметтер .....                                                                                                                 | 69        |
| 7.3.2    | Қабаттардың көлденең қиғаштануын шектеу .....                                                                                          | 69        |
| <b>8</b> | <b>ТІРЕК ЕМЕС ҚОРШАУШЫ ҚАБЫРҒАЛАР МЕН ҚАЛҚАЛАРДЫ ЖОБАЛАУ ҚАҒИДАЛАРЫ .....</b>                                                          | <b>71</b> |
| 8.1      | Жалпы ережелер.....                                                                                                                    | 71        |
| 8.2      | Негізгі талаптар.....                                                                                                                  | 72        |
| 8.3      | Тас қалаудан жасалған тірек емес қоршаушы қабырғалар мен қалқалардың конструктивтік шешімдері .....                                    | 73        |
|          | А қосымшасы (ақпараттық). 3.2.1.1 а) 3.2.1.1 ж) тармақтарына сәйкес келетін жоспардағы қабаттардың конфигурациялары .....              | 75        |

|                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Б қосымшасы (ақпараттық) 3.2.2.1 д) тармағына сәйкес келетін жоспардағы қабаттардың конфигурациялары .....                                                                                                                         | 77                                     |
| В қосымшасы (ақпараттық) Ғимарат қабаттарының көлденең қаттылықтарын анықтау ...                                                                                                                                                   | 78                                     |
| Г қосымшасы (ақпараттық) Жалпы есептеулер нәтижелері бойынша жоспардағы ғимараттардың жүйелілігін бағалау мысалдары .....                                                                                                          | 80                                     |
| 1-МЫСАЛ – Жоспардағы үш қабатты ғимараттың жүйелілігін бағалау .....                                                                                                                                                               | 80                                     |
| 2-МЫСАЛ – Жоспардағы үш қабатты ғимараттың жүйелілігін, оның конструктивтік схемасы өзгертілгеннен кейін бағалау .....                                                                                                             | 83                                     |
| 3-МЫСАЛ – Қаттылық өзегі бар тоғыз қабатты ғимараттың жүйелілігін бағалау .....                                                                                                                                                    | 85                                     |
| 4-МЫСАЛ – Қаттылық өзегі бар тоғыз қабатты ғимараттың конструктивтік схемасын өзгерткеннен кейін жүйелілігін бағалау .....                                                                                                         | 89                                     |
| Е қосымшасы (анықтамалық) Ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып, топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерін анықтау .....                                                                         | 92                                     |
| Е.1 Жалпы ережелер .....                                                                                                                                                                                                           | 91                                     |
| Е.2 Динамикалық сынақтардың нәтижелері негізінде топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау .....                                                                                                | 91                                     |
| Е.2.1 G эквивалентті ығысу модульдерінің және E серпімділік модульдерінің тиімді мәндерін анықтау .....                                                                                                                            | 91                                     |
| Е.2.2 Салынып жатқан объектінің салмағын есепке алу .....                                                                                                                                                                          | 96                                     |
| Е.2.3 Табан коэффициенттерін қолдана отырып, топырақ негізінің қасиеттерін сипаттау... ..                                                                                                                                          | 97                                     |
| Е.2.4 Жалпыланған қаттылықтарды қолдана отырып, топырақ негізінің қасиеттерін сипаттау. ....                                                                                                                                       | 98                                     |
| Е.3 Статикалық және динамикалық жүктемелердегі топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің эмпирикалық байланыстары негізінде топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау .....                | 99                                     |
| Мысал – Іргетастардың табанынан төмен орналасқан топырақ қабаттарында серпімді толқындардың таралу жылдамдығы туралы эксперименттік мәліметтер негізінде топырақтың эквивалентті серпімді қаттылығының параметрлерін анықтау ..... | 100                                    |
| БИБЛИОГРАФИЯ.....                                                                                                                                                                                                                  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |

## **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 жасалған және Қазақстан Республикасының сейсмикалық аймақтарындағы ғимараттарды жобалаудың жалпы қағидаттары мен қағидаларын белгілейді.

Осы нормативтік-техникалық нұсқаулықта келтірілген ғимараттарды жобалау қағидаттары мен қағидалары «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» Қазақстан Республикасының Техникалық регламентіне оның механикалық қауіпсіздігі бөлігіндегі талаптарына сәйкес келеді.

Осы нормативтік-техникалық нұсқаулықты «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау-эксперименттік институты» АҚ Қазақстан Республикасындағы сейсмикаға төзімді құрылыстың нормативтік базасын жетілдіру және оны еуропалық нормалармен үйлестіру мақсатында әзірледі.

Тақырып жетекшісі, редактор – Кульбаев Б.В., ғылыми жетекшілер – техн. ғыл. канд. Ицков И.Е., техн. ғыл. канд. Шокбаров Е.М., жауапты орындаушы – техн. ғыл. канд. Ицков И.Е., бірлесіп орындаушылар – техн. ғыл. канд. Омаров Ж.А., инж. Ли П.А., жетекші инж. Лопухов С.А., аға инж. Шаймерденов Т.А., инж. Абаканов М.М.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ  
ҚҰРАЛЫ  
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК**

---

**СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ.  
БӨЛІМ. АЗАМАТТЫҚ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ.  
ЖАЛПЫ ТАЛАПТАР**

**DESIGN OF EARTHQUAKE RESISTANT BUILDINGS.  
PART: DESIGN OF CIVIL BUILDINGS.  
GENERAL REQUIREMENTS**

---

Дата введения – 2022.01.01

**1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР**

**1.1 Қолдану саласы**

1.1.1 Осы нормативтік-техникалық құрал ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 1-бөлім. Жалпы ережелер, сейсмикалық әсерлер және ғимараттарға арналған ережелер» 4-тарауын жетілдіру үшін әзірленді және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 Ұлттық қосымшасының ережелеріне сәйкес келеді.

1.1.2 Осы нормативтік-техникалық құрал (бұдан әрі, қысқалық үшін, НТҚ) құрылысын салу тәсілдеріне және тірек және тірек емес конструкцияларды орындау үшін қолданылатын материалдардың түріне қарамастан, ғимараттардың барлық конструктивтік типтерінің азаматтық ғимараттары үшін ортақ болып табылатын жобалау қағидаттары мен ережелерін қамтиды.

1.1.3 Осы НТҚ, ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 «Ғимараттарды жобалау» 4-тарауында келтірілген қағидаттар мен ережелермен 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 ережелерін толықтыратын, жетілдіретін және нақтылайтын қосымша ережелер;

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

г) осы НТҚ-ның кейбір ережелерін түсіндіретін және/немесе негіздейтін ескертпелер;

д) осы НТҚ-ның кейбір ережелерін практикада қолдануды суреттейтін мысалдар.

1.1.4 НТҚ-да келтірілген қосымша және балама ережелер:

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

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

Ескертпе – ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 ережелерінің 1.4(5) тарауына және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 1.4(1) тарауына сәйкес ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінен ерекшеленетін жобалау ережелерін егер бұл ережелер ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 негізгі

қағидаттарымен келісілсе және ғимараттарға жобалау қауіпсіздігінің көрсеткіштері, кем дегенде, Еурокодтарда көзделген көрсеткіштерге сәйкес келетін пайдалану жарамдылығы мен ұзақ мерзімділігі қамтамасыз етілсе, қолдануға рұқсат етіледі. Осы НТҚ-да ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 кейбір ережелерінің орнына қабылданған баламалы қағидалар осы Шартқа сәйкес келеді.

1.1.5 Осы НТҚ ережелері келесі жағдайларда басшылыққа алынуы тиіс:

- ғимараттардың конструктивтік-жоспарлау шешімдерін таңдау;
- функционалдық мақсаты бойынша және қабаттылығы (биіктігі) бойынша жобаланатын ғимараттардың жауапкершілік кластарын айқындау;
- ғимараттар мен сейсмикалық әсерлердің есептік модельдерін таңдау;
- тұжырымдамалық жобалау кезеңдерінде және жалпы есептеулер нәтижелері бойынша жоспардағы және биіктіктегі ғимараттардың жүйелілігін тексеру;
- ғимараттардың конструкциялық жүйелеріндегі және олардың конструкцияларындағы есептік сейсмикалық әсерлердің әсерін айқындау;
- ғимараттардың қабылданған конструктивтік шешімдерінің қираудың болмауы және залалды шектеу жөніндегі талаптарға сәйкестігін тексеру.

1.1.6 Осы НТҚ төмендегілерді жүзеге асыратын мамандардың пайдалануына арналған:

- жобалау құжаттамасын әзірлеуге арналған техникалық тапсырмаларды жасау;
- ғимараттарды жобалау;
- ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерін жетілдіретін нормативтік-нұсқаулық құжаттарды және жобаланатын объектілерге мекенжайлық талаптарды қамтитын арнайы техникалық шарттарды жасау;
- ғимараттарды жобалау және салу сапасын бақылау;
- құрылыс салу және пайдалану процесінде ғимараттардың жай-күйін мониторингтеу.

## **1.2 Құралдың мақсаты**

1.2.1 Осы НТҚ құрылыс саласының инженерлік-техникалық қызметкерлеріне жобалау қағидаттары мен ережелерін игеруде әдістемелік және практикалық көмек көрсету мақсатында құрылған, олар мыналарға жәрдемдеседі:

- жер сілкінісі кезінде адамдардың өмірін қорғауға;
- жер сілкіністерінен болатын зиянды шектеуге;
- сейсмикалық оқиғалардан кейін жұмыс істеуі қажет ғимараттардың пайдалану сапаларын сақтау.

1.2.2 1.2.1 тармақта көрсетілген мақсатқа жету осы НТҚ құралында төмендегілер келтірілген (1.1.3 тармақты қараңыз):

- НТҚ кейбір ережелерін түсіндіретін немесе негіздейтін ескертпелер;
- НТҚ негізгі ережелерін практикада қолдануды суреттейтін мысалдар.

## **1.3 Қолдану жөніндегі нұсқаулар**

1.3.1 Ғимараттарды жобалау, салу және пайдалану кезінде ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 2.2.4.3.3 тармағында келтірілген және ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011

ережелерінің 1.3(2) тармағында және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 1.3(2)Р тармағында келтірілген шарттарға ұқсас жалпы шарттар сақталуы керек.

1.3.2 Положения документов, составляемых в развитие раздела 4 ҚР ЕЖ 1998-1:2004/2012 ережелерінің 4-тарауын жетілдіру үшін жасалатын құжаттардың және осы НТҚ (арнайы техникалық шарттар, аумақтық құрылыс нормалары, ұсынымдар, стандарттар және т. б.) ережелері осы НТҚ ережелеріне қайшы келмеуі тиіс.

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

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

«Ұсынылатындарға» жобаланатын объектінің конструктивтік ерекшеліктеріне және/немесе оны салу тәсіліне байланысты өзгеруі мүмкін ережелер жатады.

1.3.4 Осы НТҚ ережелерінен ерекшеленетін есептеу мен құрастырудың баламалы және қосымша ережелерін тек төмендегі жағдайларда қолдануға рұқсат етіледі:

- олардың 1.1.4-тармаққа толық сәйкестігінің дәлелдемелері болған кезде;
- тапсырыс берушімен және Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік орган аккредиттеген ұйыммен келісім бойынша.

1.3.5 Осы НТҚ ережелерін қолдану кезінде ғимараттар қауіпсіздігінің қолайлы деңгейін қамтамасыз ететін көрсеткіштердің сандық мәндері ғимараттарды жобалау және салу сапасы, сондай-ақ жобалау және құрылыс сапасын бақылау ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 белгіленген талаптарға сәйкес келеді деген болжаммен қабылданғанын ескеру қажет.

1.3.6 Осы НТҚ-да арнайы талаптары келтірілмеген конструктивтік жүйелер мен конструкцияларды жобалау мен құрылысын салуды жобалауға арналған арнайы техникалық шарттар негізінде жүзеге асырған жөн.

Жобаланатын объект үшін жоқ нормативтерді алмастыратын жобалауға және құрылысын салуға арналған арнайы техникалық шарттар (АТШ) тапсырыс берушімен ғылыми-зерттеу және (қажет болған кезде) мамандандырылған отандық немесе шетелдік ұйымдар мен сарапшыларды тарта отырып әзірленуі тиіс.

Ескертпе – Арнайы техникалық шарттардың болуы сейсмикалығы 8 балдан асатын алаңдарда ғимараттарды, мектептерді, ауруханаларды және биіктігі үш қабаттан асатын мектепке дейінгі мекемелерді жобалау үшін негіз бола алмайды.

Арнайы техникалық шарттардың мазмұнына, келісу және бекіту тәртібіне қойылатын талаптар ҚБҚ 1.02-03-2012 ережелеріне сәйкес келуі тиіс.

1.3.7 Ғимараттарды жобалауға арналған арнайы техникалық шарттар белгіленген тәртіппен келісілгеннен және бекітілгеннен кейін сейсмикалық аймақтарда азаматтық ғимараттарды жобалау және құрылысын салу ережелерін регламенттейтін нормативтік құжаттар жүйесінде осы НТҚ сияқты күшке ие болады.

1.3.8 Осы НТҚ-да:

- мәтіні толықтай НТҚ тармақтарына сәйкес келетін ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 тармақтарының нөмірлері НТҚ тармақтары нөмірлерінің қасындағы шаршы жақшада көрсетілген;

- мәтіні ішінара НТҚ-да пайдаланылған ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 тармақтарының нөмірлері ҒТП тармақтарының тиісті мәтінінің соңында шаршы жақшада көрсетілген.
- НТҚ-да сілтеме берілген ҚР ЕЖ EN басқа тамақтарының нөмірлері олар қолданылатын жерде НТҚ тиісті тармақтарының мәтінінде көрсетілген.

#### **1.4 Нормативтік сілтемелер**

Осы нормативтік-техникалық құралды қолдану үшін келесі анықтамалық нормативтік құжаттар қажет.

|                                 |                                                                                                                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 | «Құрылыстық жобалау негіздері».                                                                                                      |
| ҚР ЕЖ EN 1991-1-3:2003/2011     | «Тірек конструкцияларына әсерлер. 1-3-бөлім: Жалпы әсерлер. Қар жүктемелері».                                                        |
| ҚР ЕЖ EN 1997-1:2004/2011       | «Геотехникалық жобалау. 1 бөлім: Жалпы ережелер».                                                                                    |
| ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012       | «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 1-бөлім: Жалпы ережелер, сейсмикалық әсерлер және ғимараттарға арналған ережелер».     |
| ҚР ЕЖ EN 1998-5:2004/2013       | «Сейсмикаға төзімді конструкцияларды жобалау. 5-бөлім: Іргетастар, тірек конструкциялары және геотехникалық аспектілер».             |
| ҚР НТҚ 08-01.1-2017             | «Сейсмикаға төзімді ғимараттар мен құрылыстарды жобалау. Бөлім: Жалпы ережелер. Сейсмикалық әсерлер».                                |
| ҚР НТҚ 08-01.6-2014             | «Сейсмикаға төзімді ғимараттарды жобалау. Бөлім: Азаматтық ғимараттарды жобалау. Сейсмикалық оқшаулағыш іргетастар. Жалпы ережелер». |
| ҚБҚ 1.02-03-2011                | Құрылысқа арналған жобалау құжаттамасын әзірлеу, келісу, бекіту тәртібі және оның құрамы.                                            |

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 «мемлекетаралық нормативтік құжаттардың көрсеткіші» бойынша ағымдағы жылғы жағдай бойынша жыл сайын жасалатын анықтамалық құжаттардың қолданылуын тексерген орынды. Егер сілтеме құжаты ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы НТҚ-ны 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 мен анықтамалар**

Осы НТҚ-да төмендегі терминдер мен олардың анықтамалары қолданылады.

Ескертпе – Осы НТҚ-да қабылданған кейбір терминдердің анықтамалары мәтінде осы терминдер қолданылатын жерде берілген. Төменде келтірілген кейбір терминдер мен олардың анықтамалары НТҚ мәтінінде қолданылмайды, бірақ ғимараттарды жобалауға қатысты ұғымдардың бірлігін қамтамасыз етеді.

**1.5.1 Балама ереже** – осы құжатта рұқсат етілген таңдау аясында қолданылуы мүмкін ереже. Балама ереже: екі немесе одан да көп мүмкін ережелердің бірі немесе алмастыратын ереже болуы мүмкін.

**1.5.2 Аутригерлік құрылым (арқалықтар және/немесе аутригер фермалары)** – қиылысатын және/немесе белдікті арқалықтар/фермалар жүйесі, әдетте, олардың иілу қаттылығын арттыру үшін қаңқалы-ұңғылы конструктивтік жүйелердің биік ғимараттарында қолданылады. Аутригерлік құрылымдар әдетте жоғарғы немесе аралық техникалық қабаттар деңгейінде орналасады және конструктивтік жүйенің баррелімен (қаттылық өзегі) байланысады.

**1.5.3 База (базалық деңгей)** – топырақ негізінің сейсмикалық қозғалысы ғимараттың конструктивтік жүйесіне берілген деп есептелетін деңгей.

**1.5.4 Сейсмикалық қауіптіліктің ықтималды талдауы** – жер сілкінісі кезінде топырақ қозғалысының нақты деңгейінен асып кету ықтималдығын анықтау әдісі.

**1.5.5 Кіріс бұрышы** – ғимараттың сыртқы контурындағы шыңы ғимарат жоспарының ішіне қарайтын бұрыш.

**1.5.6 Геометриялық өзгеретін жүйе** – элементтері деформациясыз сыртқы күштердің әсерінен қозғала алатын жүйе (механизм).

**1.5.7 Геометриялық өзгермейтін жүйе** – пішінін өзгерту оның элементтерінің деформациясына байланысты ғана мүмкін болатын жүйе.

**1.5.8 Ғимараттың басты бағыттары (ғимараттың конструктивтік схемасы)** – жоспардағы ғимараттың тербелістерінің негізгі үдемелі табиғи нысандарының бағыттарымен сәйкес келетін екі көлденең ортогональды бағыт. Негізгі бағыттарды тек симметриялы конфигурациясы бар және жоспардағы массалар мен қаттылықтардың симметриялы таралуы бар тұрақты ғимараттар үшін ғана анықтауға болады.

**1.5.9 Азаматтық ғимараттар** – адамның тұрмыстық және әлеуметтік қажеттіліктеріне қызмет көрсетуге арналған ғимараттар. Азаматтық ғимараттар шартты түрде тұрғын және қоғамдық болып бөлінеді. Тұрғын ғимараттар – бұл тұрғын үйлер, қонақ үйлер және жатақханалар. Қоғамдық ғимараттар – бұл әкімшілік ғимараттар, білім беру мекемелері, кинотеатрлар, мұражайлар және басқалары.

**1.5.10 Қос жүйе** – тік жүктемелер негізінен кеңістіктік жақтаулармен қабылданатын, ал көлденең жүктемелерге ішінара рамалар мен ішінара қабырғалар қарсы тұратын конструктивтік жүйе.

**1.5.11 Демпфирлеу** – динамикалық әсер ету әсерлерінің төмендеуін туындататын конструктивтік жүйеде энергияның таралуының ішкі механизмдерінің әсері.

**1.5.12 Деформация** – сыртқы немесе ішкі күштердің әсерінен қатты дене пішінінің өзгеруі.

**1.5.13 Диафрагма** – көлденең немесе дерлік көлденең конструкция (мысалы, сейсмикалық әсерлерге қарсы тұратын тік конструкцияларға көлденең сейсмикалық жүктемелерді беруге арналған жабын тақтасы).

1.5.14 **Ғимараттың төменгі қатты бөлігі** – іргетасты, сондай-ақ жертөле қабаттарын және/немесе цокольдық қабатын қамтитын ғимараттың төменгі бөлігі, олардың әрқайсысының көлденең қаттылығы ғимараттың әрбір үстіңгі қабатының көлденең қаттылығынан 2 және одан да көп есе жоғары.

1.5.15 **Ғимараттың (ғимараттың конструктивтік схемасының) маңызды бағыттары** – ғимарат жоспарындағы екі ортогональды бағыт, олардың бойында ғимараттың конструктивтік элементтерінде көлденең есептік сейсмикалық әсер ету кезінде реакциялар пайда болады, олар айтарлықтай қателіксіз максималды деп қарастырылуы мүмкін. Маңызды бағыттардың орналасуы ғимараттың конструктивтік жүйесінің құрылымдық және жоспарлау ерекшеліктеріне байланысты. Жоспардағы жүйелілік шарттарын қанағаттандыратын конструктивтік жүйелер үшін маңызды бағыттар негізгі бағыттармен сәйкес келеді.

1.5.16 **Артықтық (резервтеу)** – конструктивтік жүйеде сейсмикалық әсерлерге қарсы тұру қорының болуы. Бұл конструктивтік жүйенің, оның кейбір элементтері істен шыққан жағдайда, ең аз қажетті жолдарды толықтыратын резервтік жолдар арқылы сейсмикалық жүктемелерді қайта бөлу қабілетінде көрінеді.

1.5.17 **Конструктивтік жүйе** – бірлесіп жұмыс істеу үшін белгілі бір тәсілмен біріктірілген ғимарат конструкцияларының қалыптасқан комбинациясы.

1.5.18 **Конструктивтік жүйе диссипативті** – пластикалық гистерезистік мінез-құлық арқылы және/немесе басқа механизмдердің көмегімен энергияны таратуға қабілетті конструктивті жүйе.

1.5.19 **Конструктивтік жүйе диссипативті емес** – пластикалық гистерезистік мінез-құлық арқылы тербеліс энергиясын айтарлықтай тарату мүмкіндігі жоқ конструктивті жүйе. Есептік сейсмикалық әсерлерге диссипативті емес конструктивтік жүйенің кедергісі конструкциялардың тек сызықтық серпімді әрекетін болжау арқылы жүзеге асырылатын есептеумен қамтамасыз етіледі.

1.5.20 **Конструктивтік схема** – ғимараттың конструктивтік жүйесінің оның элементтерінің құрамы мен кеңістіктік орналасуына байланысты нұсқасы.

1.5.21 **Ғимараттың конструктивтік-жоспарлау шешімі** – ғимараттың конструктивтік жүйесімен, тірек конструкцияларының орналасуымен және көлемдік-кеңістіктік дизайн схемасымен сәйкес келетін жоспарлау шешімі.

1.5.22 **Конструктивтік элемент** – конструктивтік жүйенің физикалық ажыратылатын бөлігі (мысалы, баған, арқалық, тақта, байланыс, қабырға және т.б.).

1.5.23 **Қайталама конструктивтік элементтер (конструкциялар)** – өз салмағынан және аралас элементтерден тік жүктемелерді қабылдайтын, бірақ конструктивтік жүйенің сейсмикалық әсерге қарсы тұру қабілетіне әсер етпейтін конструктивтік элементтер.

1.5.24 **Бастапқы конструктивтік элементтер (тірек конструкциялар)** – есептік сейсмикалық жағдайға сәйкес жобаланған, сейсмикалық әсерге қарсы тұратын конструктивтік жүйенің бөлігі ретінде қарастырылатын конструктивтік элементтер.

1.5.25 **Конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын конструктивтік элементтер (тірек емес конструкциялар)** – өзінің жеткіліксіз беріктігінен немесе ғимараттың конструктивтік жүйесімен оларды қосудың қабылданған тәсілінен жобалау кезінде конструктивтік жүйеге келетін сейсмикалық жүктемені қабылдайтын элементтер

ретінде қаралмайтын Элементтер (қалқалар, аспалы төбелер, желдеткіш блоктар, фронтондар, аспалы қасбеттер).

**1.5.26 Ғимарат конфигурациясы** – сейсмикалық әсерлер кезінде оның жұмысына әсер етуі мүмкін ғимараттың сыртқы пішіні, сондай-ақ жоспардағы және биіктігі бойынша тірек және тірек емес элементтердің өзара орналасуы.

**1.5.27 Конструктивтік жүйенің конфигурациясы** – конструктивтік жүйенің көлденең сейсмикалық әсерлерге төзімділігін қамтамасыз ететін өзара байланысты тік конструкциялардың мөлшері, нысаны және орналасуы.

**1.5.28 Тұжырымдамалық жобалау** – жобалаудың бастапқы кезеңі, онда олар ғимараттың жобалық-жоспарлау шешімдерін қабылдайды және олардың тұжырымдамалық жобалаудың белгіленген қағидаларына сәйкестігін алдын-ала тексереді. Тұжырымдамалық жобалау кезеңінде қабылданған конструктивтік-жоспарлау шешімдері жобаланатын объектілердің сейсмостұрақтылық дәрежесін және оларды салуға жұмсалатын экономикалық шығындарды алдын ала айқындайды.

**1.5.29 Жауапкершілік коэффициенті** – ғимаратқа есептік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде пайдаланылатын коэффициент. Жауапкершілік коэффициентінің мәндері ғимараттың функционалдық мақсатына және оның қабаттылығына (биіктігіне), ғимараттағы жабдықтың құндылығына, халықты азаматтық қорғау үшін ғимараттың маңыздылығына және сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттың істен шығуының әлеуметтік-экономикалық салдарларына байланысты нормаланады.

**1.5.30 Тұру қалпының коэффициенті** – материалдың, конструктивтік жүйенің, базаның және қабылданған жобалау әдістемесінің ерекшеліктеріне байланысты ғимараттың сызықтық емес реакциясын есепке алу үшін сызықтық есептеу нәтижесінде анықталған сейсмикалық әсердің әсерін азайту үшін қолданылатын коэффициент.

**1.5.31 Айналмалы-иілгіш жүйе** – жоспарда жеткілікті бұралу қаттылығы жоқ конструктивтік жүйе. Айналмалы-иілгіш конструктивтік жүйелерге жоспардағы тербелістердің бірінші (төменгі) өзіндік нысаны айналмалы болатын жүйелер жатады.

**1.5.32 Капаситивті жобалау әдісі** – жобалау әдісі, онда конструктивтік жүйеде үлкен деформациялар кезінде энергияны бөлуге арналған элементтер таңдалады және сәйкесінше жасалады, ал басқа конструктивтік элементтер энергияны бөлетін таңдалған элементтердің жұмыс күйінде қалуы үшін жеткілікті күшке ие болуы керек. 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.

**1.5.33 Конструкциялардың тең беріктігі шарттарын сақтай отырып жобалау әдісі** – жобалау әдісі, онда конструктивтік жүйенің барлық бастапқы элементтері олардағы жүктемелерге қатысты шамамен бірдей беріктік қорына ие. Конструктивтік жүйе зақымданудың тепе-теңдік жағдайына қатаң сәйкес келген жағдайда және оның барлық немесе оның бастапқы элементтерінің көп бөлігінің 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.

1.5.34 **«Pushover Analysis» әдісі** – конструктивтік жүйе элементтерінің бұзылу тізбегін және қолданылатын жүктеме кезінде оның шектік беріктігін анықтауға мүмкіндік беретін статикалық сызықты емес есептеу.

1.5.35 **Конструктивтік емес элементтер** – ғимараттың конструктивтік жүйесінің бөлігі болып табылмайтын, бірақ жер сілкінісі кезінде ғимараттың тербелісінен туындаған динамикалық әсерлерге ұшырайтын сәулет, электр немесе механикалық жүйелердің құрамдас бөліктері болып табылатын сыртқы және ішкі жүйелер, бөлшектер, механизмдер.

1.5.36 **Жалпы есептеу** – конструктивтік жүйеде конструктивтік жүйеге әсер етумен тепе-теңдікте болатын және геометриялық өлшемдерге, конструкциялардың ерекшеліктері мен материалдардың қасиеттеріне байланысты күштердің, сәттер мен күш салулардың келісілген шамаларын анықтау.

1.5.37 **Ғимараттың негізі** – ғимараттан түсетін жүктемелер мен әсерлерді қабылдайтын және ғимаратқа табиғи және техногендік процестерден сейсмикалық әсерлерді беретін топырақ массиві.

1.5.38 **Ғимараттың тербелістерінің негізгі (төменгі) өзіндік нысаны** – ғимараттың тербелістерінің өзіндік нысаны қарастырылған бағытта ең төменгі табиғи жиілікпен біртұтас болып табылады.

1.5.39 **Ішінара есептеу моделі** – есептік тексерудің оңайлатылған тәсіліне жол берілуі мүмкін ғимараттың жергілікті учаскесінің есептік моделі.

1.5.40 **Жылжыту (орын ауыстыру)** – таңдалған санау жүйесіне қатысты дененің кеңістіктегі орнын өзгерту.

1.5.41 **Пластикалық деформациялар** – кернеудің өзгеруінен туындаған және қолданылатын күштердің әрекеті аяқталғаннан кейін жойылмайтын (толық немесе ішінара) дененің қайтымсыз деформациялары.

1.5.42 **Иілгіштік** – конструктивтік жүйенің немесе оның элементтерінің бұзылмай үлкен пластикалық деформацияларды бірнеше рет көтеру қабілеті.

1.5.43 **Сейсмикалық жүктемелер** – сейсмикалық әсер ету кезінде ғимаратқа әсер ететін инерциялық күштер.

1.5.44 **Есептік сейсмикалық жүктеме** – норманың ережелеріне сәйкес анықталатын болжамды есептік сейсмикалық әсерлерге олардың реакцияларымен негізделген жобаланатын ғимараттарға жүктеме.

1.5.45 **Сейсмикалық әсер** – табиғи немесе техногендік факторлардан (жер сілкіністері, жарылыстар, көлік қозғалысы, өнеркәсіптік жабдықтың жұмысы) туындаған топырақ қозғалысына байланысты әсер.

1.5.46 **Сейсмикалық есептік жағдай** – сейсмикалық әсерлер кезінде ғимарат үшін ерекше жағдайларды ескеретін есептік жағдай.

1.5.47 **Кездейсоқ эксцентриситет** – ғимаратты тікелей түрде есептеу кезінде ескерілмейтін факторлардың әсерінен пайда болатын қабат массасының эксцентриситеті.

1.5.48 **Жүйенің еркін тербелісі** – тербелмелі процесті қолдау үшін ауыспалы сыртқы әсерсіз және энергияның сырттан келуінсіз болатын консервативті (демпфирленбеген) жүйенің тербелістері.

1.5.49 **Жүйенің өзіндік тербелісі** – бастапқы қысқа мерзімді бұзылудан кейін консервативті жүйенің өзіндік нысандарының біріне сәйкес еркін тербелісі, содан кейін жүйе өзіне беріледі.

**1.5.50 Жүйе тербелістерінің өзіндік нысаны** – табиғи жиіліктердің бірімен тербелмелі консервативті сызықтық жүйенің тербеліс нысаны. Әрбір табиғи жиілік тербелістің белгілі бір нысанына сәйкес келеді, яғни барлық амплитудалық қозғалыстар арасындағы белгілі бір қатынас.

**1.5.51 Жүйенің табиғи тербеліс жиілігі** – консервативті сызықтық жүйенің еркін тербеліс жиіліктерінің кез келгені.

**1.5.52 Конструктивтік жүйенің немесе конструктивтік элементтің қарсыласулығы** – Конструктивтік жүйенің немесе конструктивтік элементтің статикалық және динамикалық жүктемелерге төтеп беру қабілетін сипаттайтын көрсеткіш.

**1.5.53 Сейсмикалық оқиғалардан кейін жұмыс істеуі қажет ғимараттардың пайдаланушылық сапаларын сақтау** – ғимараттардың сейсмикалық оқиғалардан кейін өз функцияларын орындауға қабілетті нормативтік құжаттар мен техникалық құжаттаманың талаптарымен белгіленген пайдалану сапаларын сақтауы. Сонымен қатар, нормаланған пайдалану сапаларының 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.

**1.5.54 Статикалық анықталмайтын жүйе** – ғимараттың жұмысынан ажыратылуы жүйенің геометриялық өзгермейтіндігінің бұзылуына әкелмейтін байланыстардың болуымен сипатталатын жүйе. Бұл байланыстардың болуы ғимараттарға беріктік пен қаттылықтың қосымша резервтерін қамтамасыз етеді.

**1.5.55 Статикалық анықталатын жүйе** – тірек реакцияларының саны еркіндік дәрежелерінің санына және тірек реакцияларының шамасына сәйкес келетін жүйені механикалық тепе-теңдік қағидаты бойынша сыртқы жүктемелердің шамаларынан анықтауға болады. Статикалық анықталған конструктивтік жүйеде кез-келген байланыстың істен шығуы жүйенің геометриялық өзгермейтіндігін бұзады.

**1.5.56 Қаттылықтар орталығы** – конструкцияның берілген қимасында ішкі серпімді күштерді қолдану нүктесі, оған қатысты қима сыртқы күштердің әсерінен тек прогрессивті қозғалыстар жасайды.

**1.5.57 Массалар орталығы** – орналасуы денеде немесе механикалық жүйеде массалардың таралуымен анықталатын нүкте. Дене (жүйе) қозғалғанда оның масса центрі сол денеге қолданылатын күштердің әсерінен бүкіл дененің массасына тең болатын материалдық нүкте ретінде қозғалады.

**1.5.58 Серпімді деформация** – қолданылатын күштердің әрекеті аяқталғаннан кейін жоғалып кететін дененің деформациясы.

**1.5.59 Кемер** – негізгі сызықтан ауытқитын және жоспардағы ойықты немесе құрылыстың биіктігі бойынша сатыны құрайтын құрылыстың бөлігі.

**1.5.60 Осалдық** – әртүрлі қарқындылықтағы сейсмикалық әсер ету нәтижесінде ғимараттың зақымдануының күтілетін дәрежесін сипаттайтын көрсеткіш.

**1.5.61 Жүйенің тербеліс нысаны** – нүктелердің олардың орташа позицияларынан барлық ауытқулары нөлге тең болмаған кезде мерзімді тербелістерді орындайтын жүйенің сипаттамалық нүктелерінің жиынтығының конфигурациясы. Үздіксіз шектеулі денелер үшін тербелістердің пішіні тұрақты толқынның конфигурациясына сәйкес келеді.

**1.5.62 Ғимараттардың қабаттылығы** – ғимараттардағы жер үсті қабаттарының саны. Сейсмикалық аймақтарда құрылыс үшін жобаланатын ғимараттардың қабаттарын айқындау кезінде мансардтық, жоғарғы техникалық, цокольдық және жертөле қабаттары, егер олардың конструктивтік-жоспарлау шешімдері 1.5.64-1.5.67 тарауларда келтірілген анықтамаларға сәйкес келсе, 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.

**1.5.63 Мансардтық қабат** – қасбеті толығымен немесе ішінара көлбеу немесе сынған шатырдың бетінен (беттерінен) құралған шатыр кеңістігіндегі жоғарғы қабат, бұл ретте шатыр мен қасбет жазықтығының қиылысу сызығы мансардтық қабат еденінің деңгейінен 1,5 м аспайтын биіктікте болуы тиіс.

**1.5.64 Астыңғы қабат** – еден бетінің белгісі бар қабат жердің жоспарлы белгісінен жарты және одан да көп үй-жай биіктігінен төмен.

**1.5.65 Техникалық қабат** – инженерлік жабдықты орналастыруға және байланыс орнатуға арналған қабат; ғимараттың төменгі, жоғарғы немесе орта бөлігінде орналасуы мүмкін.

**1.5.66 Жертөле қабаты** – еден бетінің белгісі бар қабат жердің жоспарлау белгісінен төмен үй-жай биіктігінің жартысынан кем, ал үй-жай жабынының жоғарғы бөлігі жердің жоспарлау белгісінен 200 см артық емес жоғары орналасады.

**1.5.67 Тиімді модальды масса** – сейсмикалық әсердің берілген бағыты бойынша тербелістердің белгілі бір формасы бойынша динамикалық реакцияға қатысатын ғимарат массасының базалық қатты дене ретінде ығысуы түріндегі үлесі.

**1.5.68 Әсерлер салдары** – конструкция элементтеріне әсер ету нәтижелері (мысалы, ішкі күштер, сәттер, кернеулер, деформациялар) немесе әсер етуден туындаған бүкіл ғимараттың реакциясы (мысалы, иілу, бұрылу).

**1.5.69 Екінші ретгі әсерлер** – сейсмикалық жүктемелер кезінде конструктивтік жүйенің деформациясы нәтижесінде туындайтын қосымша қайталама әсерлер. Конструктивтік жүйенің деформациясының қосымша әсерлері («Р-Δ» әсерлері) екінші ретгі теория бойынша есептеулер жүргізу кезінде анықталады.

## **1.6 НТҚ-да қолданылатын таңбалар**

Ескертпе – НТҚ-да қабылданған кейбір таңбалардың анықтамалары мәтінде осы таңбалар қолданылатын жерде берілген.

$E_d$  – әсерлер салдарының есептік мәні;

$E_{di}$  – әсерлер салдарының сейсмикалық есептік жағдайдағы аймаққа немесе  $i$  элементіне әсерлер салдарының есептік мәні;

$E_E$  – сейсмикалық әсерлер салдары (күш салу, орын ауыстыру және басқалар);

$E_{Edx}$  – таңдалған  $x$ -шы ғимараттың көлденең осі бойымен сейсмикалық әсерді қолданудың әсерлер салдары;

$E_{Edy}$  – ғимараттың жанында ортогональды ось бойымен бірдей сейсмикалық әсерді қолданудың әсерлер салдары;

$E_{Edz}$  – ғимараттың  $z$  тік осі бойымен сейсмикалық әсерді қолданудың әсері;

- $E_{Ek}$  – тербелістердің  $k$ -шы нысаны бойынша сейсмикалық әсерлер салдары;
- $E_{F,G}$  – сейсмикалық есептік жағдай үшін әсер ету комбинациясына кіретін сейсмикалық емес әсерлер салдары;
- $F_a$  – тірек емес конструктивтік элементке әсер ететін көлденең күш;
- $F_i$  –  $i$ -шы қабатта әсер ететін көлденең күш;
- $F_{ik}$  –  $i$ -шы нүктеге қолданылатын және ғимараттың тербелісінің  $k$ -шы меншікті нысанына сәйкес келетін ғимараттың қарастырылып отырған бағытындағы есептік сейсмикалық жүктеме;
- $G_{k,j}$  –  $j$ -шы тұрақты әсердің сипаттамалық мәні;
- $H$  – ғимараттың іргетастан немесе қатты жер асты бөлігінің жоғарғы жағынан биіктігі (мысалы, қатты жер төле қабаты);
- $M_{ai}$  –  $i$ -шы қабатқа қолданылған айналу сәті;
- $P_{tot}$  – қаралып отырған қабаттағы және оның үстіндегі сейсмикалық есептік жағдайдағы толық гравитациялық жүктеме;
- $R_d$  – элементтің есептелген қарсыласулығы;
- $Q_{k,i}$  –  $i$ -шы айнымалы әсердің сипаттамалық мәні;
- $d_e$  – реакцияның есептеу спектріне негізделген сызықтық есептеу нәтижелері бойынша анықталған конструктивтік жүйе нүктесінің қозғалысы;
- $d_f$  – қарастырылып отырған қабаттың жоғарғы және төменгі қабаттарындағы  $d_s$  көлденең қозғалыстарының айырмашылығы;
- $d_s$  – есептік сейсмикалық әсерден туындаған конструктивтік жүйе нүктесінің орын ауыстыруы;
- $d_{rs}$  – еденнің есептелген қиғаштануы;
- $e_{ai}$  – номиналды күйден  $i$  қабат массасының кездейсоқ эксцентриситеті;
- $m_j$  – есептеу моделінің  $j$  нүктесіне жатқызылған ғимарат массасы;
- $m_{ki}$  –  $k$ -ші деңгейдің  $i$ -ші нүктесінде шоғырланған ғимарат массасы;
- $n$  – ғимараттағы қабаттар саны;
- $q$  – тұру қалпының коэффициенті;
- $q_d$  – қозғалыс кезіндегі тұру қалпының коэффициенті;
- $h$  – қабаттың биіктігі;
- $m_i$  – қарастырылып отырған  $i$  деңгейдегі қабаттың массасы;
- $r_x$  – бұралу радиусы;
- $S_a$  – тірек емес конструктивтік элементтер үшін сейсмикалық коэффициенті;
- $S_d(T_i)$  – көлденең сейсмикалық әсерді сипаттайтын үдеулердегі  $T_i$  кезеңіндегі реакциялардың есептік спектрінің ординаты;
- $S_{dv}(T_{vi})$  – тік сейсмикалық әсерлерді сипаттайтын үдеулердегі  $T_{vi}$  кезеңіндегі реакциялардың есептік спектрінің ординаты;
- $T_C$  – спектрлік үдеулер графигінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің максималды мәні;
- $T_i$  –  $i$ -ші нысан бойынша ғимараттың өзіндік тербеліс кезеңі;
- $T_{x1}$  – ғимараттың негізгі  $X$  бағытындағы өзіндік тербеліс кезеңі;
- $T_{y1}$  – ғимараттың негізгі  $Y$  бағытындағы өзіндік тербеліс кезеңі;
- $T_{z1}$  – ғимараттың негізгі  $Z$  бағытындағы өзіндік тербеліс кезеңі;

$T_{\theta 1}$  –  $Z$  тік осіне қатысты ғимараттың тербелісі тұрғысынан бұралған табиғи тербелістер кезеңі;

$V_{tot}$  – қабат деңгейіндегі жиынтық сейсмикалық көлденең күш;

$\eta_{ik}$  – қарастырылып отырған  $i$  нүктедегі мәні ғимараттың  $k$ -ші өзіндік нысаны бойынша тербелісі кезінде деформация нысанына және сейсмикалық әсер ету бағытына байланысты болатын коэффициент;

$\theta$  – қабаттың қисаюына сезімталдық коэффициенті;

$\nu$  – зақымдануды шектеу талаптарына сәйкес келетін сейсмикалық әсерлердің қайталануының неғұрлым төмен кезеңін ескеретін редукция коэффициенті;

$\xi$  – тұтқыр демпфирлеу коэффициенті (пайызбен);

$\gamma_{th}$  – көлденең сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде функционалдық мақсаты мен қабаттылығына байланысты ғимараттың жауапкершілігін ескеретін коэффициент;

$\gamma_{lv}$  – тік сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде ғимараттың функционалдық мақсаты мен қабаттылығына байланысты жауапкершілігін ескеретін коэффициент;

$\gamma_{rd}$  – беріктік резервінің коэффициенті;

$\varphi$  – конструкция мен оған әсер ететін ауыспалы әсердің арасында қатаң байланыстың болмауын ескеретін коэффициент;

$\psi_{Ei}$  – есептік сейсмикалық әсердің әсерін айқындау кезінде пайдаланылатын  $i$  ауыспалы әсер үшін үйлесім коэффициенті (ғимаратқа есептік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде ескерілетін ғимарат массасын есептеу);

$\psi_{2i}$  – айнымалы әсердің квази-тұрақты мәніне коэффициент.

## **1.7 СИ халықаралық бірліктер жүйесі**

1.6.1 ISO 1000 сәйкес СИ бірліктері қолданылуы керек.

1.6.2 Есептеу кезінде келесі өлшем бірліктерін қолдану ұсынылады:

- |                              |                                                                            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| – күштер мен жүктемелер:     | кН, кН/м, кН/м <sup>2</sup>                                                |
| – меншікті масса (тығыздық): | кг/м <sup>3</sup> , т/м <sup>3</sup>                                       |
| – масса:                     | кг, т                                                                      |
| – меншікті салмақ:           | кН/м <sup>3</sup>                                                          |
| – кернеу және беріктік:      | Н/мм <sup>2</sup> (= МН/м <sup>2</sup> или МПа), кН/м <sup>2</sup> (= кПа) |
| – сәттер (иілу және т. б.):  | кНм                                                                        |
| – үдеу:                      | м/с <sup>2</sup> , g (= 9,81 м/с <sup>2</sup> )                            |

## 2 СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ

### 2.1 Тұжырымдамалық жобалау

2.1.1 Сейсмикалық аймақта салуға арналған ғимараттың тұжырымдамалық жобалау сатысында:

а) құрылыс алаңындағы сейсмикалық есептік жағдайдың ерекшеліктеріне, сондай-ақ осы НТҚ-да келтірілген ғимараттарды жобалау қағидаттары мен қағидаларына сәйкес келетін жобаланатын ғимараттың конструктивтік жүйесі мен конструктивтік схемасы таңдалады;

б) ғимараттың конструктивтік жүйесін жобалау тұжырымдамасы оның пластикалық деформация және энергияны тарату қабілетін қамтамасыз ету бөлігінде таңдалады;

в) тірек және тірек емес конструкциялардың алдын-ала өлшемдері, сондай-ақ оларды орындау үшін материалдар тағайындалады.

2.1.2 Конструктивтік жүйені және ғимарат схемасын таңдағанда мыналарды ескеру қажет:

а) ғимараттың функционалдық мақсаты, қабаттылығы (биіктігі), пайдалану шарттары, сондай-ақ эстетикалық және әлеуметтік маңыздылығы;

б) ғимараттың жоспардағы және биіктіктегі конфигурациясы және оның көлемдік-жоспарлау және конструктивтік-жоспарлау шешімдерінің басқа да ерекшеліктері;

в) жоспардағы және биіктіктегі ғимараттың салыстырмалы және абсолютті өлшемдеріне қойылатын нормативтік талаптар;

г) ғимараттан эвакуациялау жолдарына қойылатын нормативтік талаптар және басқа да факторлар.

2.1.3 Тұжырымдамалық жобалау кезеңдерінде ғимараттардың сейсмикалық сенімділігі мен оларды салу шығындарын анықтайтын шешімдер қабылданады. Тұжырымдамалық жобалау кезеңінде сейсмикалық қауіптілік факторын есепке алу қираудың болмауы және залалды шектеу жөніндегі іргелі талаптарға сәйкес келетін ғимараттардың конструктивтік жүйелері мен схемаларын әзірлеуге мүмкіндік береді

Ғимараттардың сейсмикалық әсерлерге төтеп беру қабілеті туралы қорытынды тұжырымдар оларды есептеу және жобалау нәтижелері бойынша жүзеге асырылады, бірақ тұжырымдамалық жобалау кезеңінде ғимараттардың сейсмикаға төзімділігінің сапалы негіздері қалыптасады.

2.1.4 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 сәйкес ғимараттардың конструктивтік жүйелері төмендегі тұжырымдамаларға сәйкес жобалануы мүмкін:

а) төмен диссипативтік тұру қалпы туралы;

б) диссипативтік тұру қалпы туралы.

2.1.5 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 сәйкес ғимараттардың конструктивтік жүйелері пластикалық деформация және энергия диссипациясы қабілетіне байланысты үш класқа бөлінеді:

DCL (Ductility Classes Low) – төмен диссипативтік тұру қалпы тұжырымдамасына жауап беретін төмен иілгіштік класы.

DCM (Ductility Classes Medium) – диссипативтік тұру қалпы тұжырымдамасына жауап беретін орташа иілгіштік класы;

DCH (Ductility Classes High) – диссипативтік тұру қалпы тұжырымдамасына жауап беретін жоғары иілгіштік класы.

Ескертпе – Жобаланатын конструктивтік жүйелерге қойылатын арнайы нормативтік талаптарды қамтитын НТҚ-да балама ретінде L және M немесе M және H кластары арасындағы аралық болып табылатын иілгіштік кластарына сәйкес келетін тұжырымдамалар мен техникалық шешімдерге негізделуге жол беріледі.

2.1.6 L иілгіштік класына жататын конструктивтік жүйелерді жобалау кезінде мыналар көзделеді:

а) сейсмикалық әсерлердің салдарын материалдар мен конструкциялардың сызықтық емес әрекетін ескермей, жалпы сызықтық-серпімді есептеулер негізінде анықтау;

б) тірек конструкциялардың жобалау шешімдерін құрылыстың әдеттегі жағдайларына арналған қағидаларға сәйкес қабылдау.

L иілгіштік класына жататын конструктивтік жүйелердің сейсмикалық әсеріне төзімділік негізінен тірек конструкцияларының тиісті беріктігімен және белгілі бір дәрежеде олардың пластикалық деформацияға қабілеттілігімен қамтамасыз етіледі.

2.1.7 M және H иілгіштік кластарына жататын конструктивтік жүйелерді капаситивті жобалау әдісін қолдана отырып жобалаған жөн. Капаситивті жобалау әдісінің есептік және конструктивтік ережелерін сақтау кезінде төмендегілер орындалады деп ұйғарылады:

– конструктивтік жүйелердің талап етілетін жергілікті және жаһандық иілгіштігін қамтамасыз етілетін болады;

– пластикалық деформациялар конструктивтік жүйелердің алдын-ала анықталған аймақтарында пайда болады;

– M және H иілгіштік кластарына жататын конструктивтік жүйелер L класының конструктивтік жүйелерімен салыстырғанда энергияны гистерезистік диссипациялау қабілетіне ие болады;

– конструктивтік жүйелер элементтерінің сынғыш бұзылу режимдеріне жол берілмейді.

2.1.8 H иілгіштік класына жататын конструктивтік жүйелер M класының конструктивтік жүйелеріне қарағанда қатаң ережелерді қолдана отырып жобаланады және M класының конструктивтік жүйелерімен салыстырғанда үлкен пластикалық деформацияға және гистерезистік энергияны таратуға қабілетті.

2.1.9 Әртүрлі иілгіштік кластарына жататын конструктивтік жүйелер  $q$  тұру қалпы коэффициентінің әртүрлі мәндеріне сәйкес келеді.

Егер ғимараттың конструктивтік жүйесі әртүрлі көлденең бағыттар бойынша ерекшеленетін болса, онда  $q$  тұру қалпы коэффициентінің мәні әртүрлі көлденең бағыттар үшін де әртүрлі болуы мүмкін [4.3.3.5.1(4)], бірақ конструктивтік жүйенің иілгіштік класы барлық бағыттарда бірдей болуы керек [3.2.2.5(3)P].

Ескертпелер:

1 Пластикалық деформация қабілеті EN 1998-1: 2004 еуропалық стандартында конструктивтік жүйелердің сейсмикалық әсерлерге қарсы тұру қабілетінің негізгі көрсеткіші ретінде қарастырылады. EN 1998-1:2004 сәйкес пластикалық деформация қабілеті жоғары конструктивтік жүйелер пластикалық деформация қабілеті төмен және орташа конструктивтік жүйелерге қарағанда едәуір аз беріктікті қажет етеді. Осы мәнге сүйене отырып, иілгіштік класы бар конструктивтік жүйелер үшін  $q$  тұру қалпы коэффициенттері иілгіштік класы H конструктивтік

жүйелерге қарағанда 1,5...2 есе аз және иілгіштік класы М конструктивтік жүйелерге қарағанда 3...4 есе аз қабылданады.

2 Жобаланатын конструктивтік жүйенің иілгіштік класын тағайындау кезінде конструктивтік жүйенің пластикалық деформацияға қабілеттілігі, сөзсіз, оның сейсмикаға төзімділігінің ажырамас қасиеті болса да, олардың үлкен иілгіштігінің пайдасына тірек конструкцияларының беріктігімен айтарлықтай қамтамасыз ету мүмкіндігіне назар аудару керек. Мұндай консерватизм төмендегі себептерге байланысты.

Біріншіден – сейсмикалық әсерлер кезінде ғимараттардың тірек конструкцияларында пайда болатын пластикалық деформациялар осы конструкциялардың зақымдалуымен сөзсіз байланысты. Сонымен қатар, тірек конструкцияларында пластикалық деформациялардың даму дәрежесі неғұрлым жоғары болса, олардың зақымдануы соғұрлым маңызды болады.

Екіншіден – жоғары және/немесе икемді конструктивтік жүйелер үшін сейсмикалық әсерлер кезінде оларға түсетін жүктемелердің шамаларынан басқа, олардың орын ауыстыру шамалары да маңызды болады, әсіресе егер олар екінші ретті әсерлерді туындатуға қабілетті болса.

Үшіншіден – нақты сейсмикалық әсерлердің спектрлік құрамының ерекшеліктерімен түсіндірілетін кейбір жағдайларда конструктивтік жүйелердің серпімді пластикалық деформациясы сейсмикалық әсерлердің салдарын төмендетудің орнына айтарлықтай жоғарылаудың себебі болуы мүмкін.

Осы НТҚ-да қабылданған жобалау ережелерінде ғимараттардың конструктивтік жүйелері пластикалық деформация қабілетімен қатар төмендегілер үшін жеткілікті беріктікке ие болу қажеттілігі көзделеді:

- қауіпсіз шектерде конструкциялардың пластикалық деформацияларын шектеу;
- конструктивтік жүйелерді олардағы тұрақсыз деформация механизмдерінің пайда болуынан қорғау;
- конструкциялардың шамадан тыс зақымдалуын болдырмау.

2.1.10 [4.2.1(2)] Тұжырымдамалық жобалау сатысында ескерілетін негізгі қағидаттарға сәйкес ғимараттардың конструктивтік жүйелері мен схемалары мыналарға ие болуы тиіс:

- конструктивтік қарапайымдылық;
- біркелкілік, симметриялық және артықтық;
- екі көлденең бағытта қарсыласулық пен қаттылық;
- жоспардағы бұралу қарсыласулық пен қаттылық;
- қабатаралық жабындардың (төсемдердің) дәлме-дәл қаттылығы;
- дәлме-дәл іргетастар.

## **2.2 Сейсмикалық аймақтардағы ғимараттарды тұжырымдамалық жобалау қағидаттары**

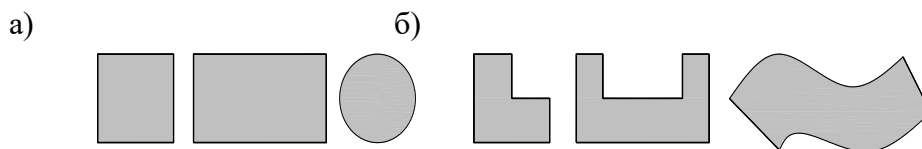
### **2.2.1 Конструктивтік схеманың қарапайымдылығы**

2.2.1.1 [4.2.1.1(1)] Ғимараттың конструктивтік схемасының қарапайымдылығы сейсмикалық жүктемелерді берудің айқын және болжамды жолдарының болуымен сипатталады және жобалау кезінде маңызды мақсат болып табылады.

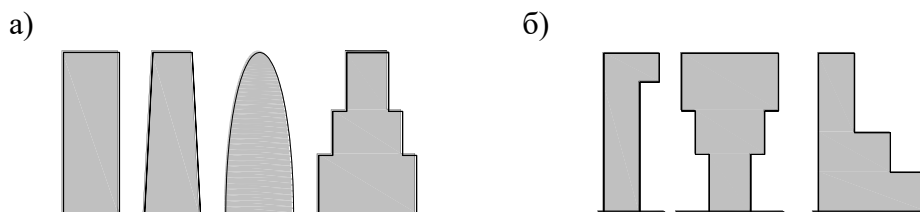
Қарапайым конструктивтік схемалары бар ғимараттарды модельдеу, есептеу, жобалау және салу аз белгісіздікпен байланысты және сейсмикалық әсерлердегі олардың тұру қалпын болжау неғұрлым сенімді орындалады.

2.2.1.2 Ғимараттың конструктивтік схемасының қарапайымдылығы қамтамасыз етіледі:

- жоспардағы және биіктіктегі ғимараттың қолайлы конфигурациясын таңдау (2.1 және 2.2-суреттерді қараңыз);
- 2.2.2 – 2.2.5 тарауларда баяндалған ережелерге сәйкес ғимараттың конструктивтік-жоспарлау шешімдерін қалыптастыру.



**2.1-сурет – Ғимараттардың жоспардағы конфигурациясы:**  
**а) қолайлы және б) қолайлы емес**



**2.2-сурет – Ғимараттың биіктігі бойынша конфигурациясы:**  
**а) қолайлы және б) қолайлы емес**

2.2.1.3 Ғимараттың жоспардағы және биіктіктегі конфигурациясы конструктивтік жүйенің түрін және конструктивтік схеманы таңдауға тікелей әсер етеді. Жоспардағы және биіктігі бойынша ғимараттардың қарапайым конфигурациясы қарапайым конструктивтік схемалары бар конструктивтік жүйелерді құруға қолайлы негізді қамтамасыз етеді.

2.2.1.4 Конструктивтік схеманың қарапайымдылығы сейсмикалық әсер ету кезінде оның тұру қалпын сипаттау үшін күрделі емес есептеу модельдерін қолдануға және жобалау кезінде нормаларда қалыптастырылған сыналған техникалық шешімдерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Күрделі конфигурациялары және конструктивтік схемалары бар ғимараттарды нақты түрде жобалауға және салуға тыйым салынбайды. Алайда, күрделі конструктивтік схемалар, тіпті олар есептелген сейсмикалық жүктемелерді қабылдай алатын болса да, қарапайым конструктивтік схемаларға қарағанда нақты сейсмикалық оқиғалар кезінде осал екенін есте ұстаған жөн.

## **2.2.2 Біртектілік, симметриялық және артықтық**

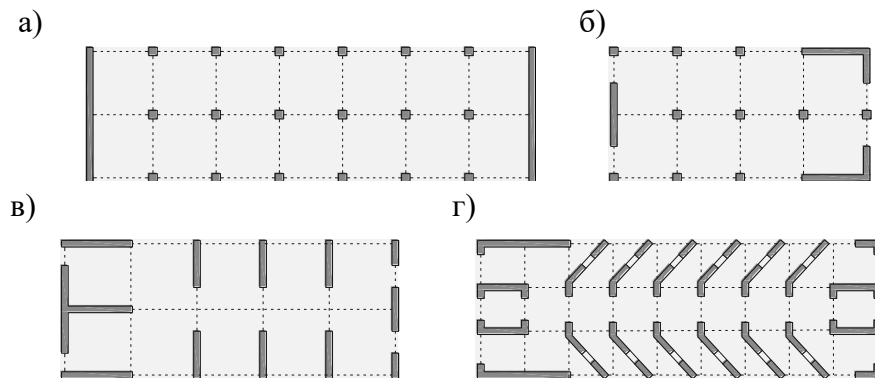
2.2.2.1 Ғимараттың конструктивтік жүйелерінің біртектілігі, симметриялығы және артықтығы, әдетте, олардың конструктивтік схемаларының қарапайымдылығымен байланысты.

2.2.2.2 Жоспардағы конструктивтік схеманың біртектілігі ғимарат массаларында пайда болатын инерциялық күштердің тікелей және қысқа берілуін қамтамасыз ететін конструктивтік элементтердің біркелкі орналасуымен сипатталады [4.2.1.2(1)].

Ескертпе – Біртекті конструктивтік схема бірдей конструкциялық материалдардан жасалған бір типті тік конструктивтік элементтермен құрылуы мүмкін немесе бірдей немесе әртүрлі

конструкциялық материалдардан жасалған тік элементтердің бірнеше түрін (мысалы, өзек және жазықтық) қамтуы мүмкін.

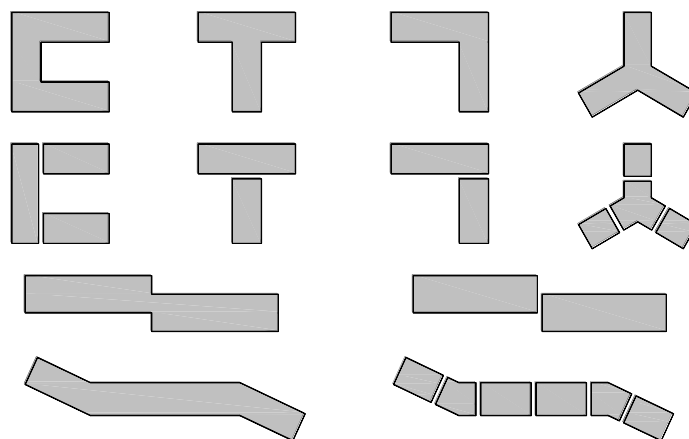
Тірек конструкцияларының жоспардағы гетерогенді орналасуымен конструктивтік схемалардың мысалдары 2.3-суретте көрсетілген.



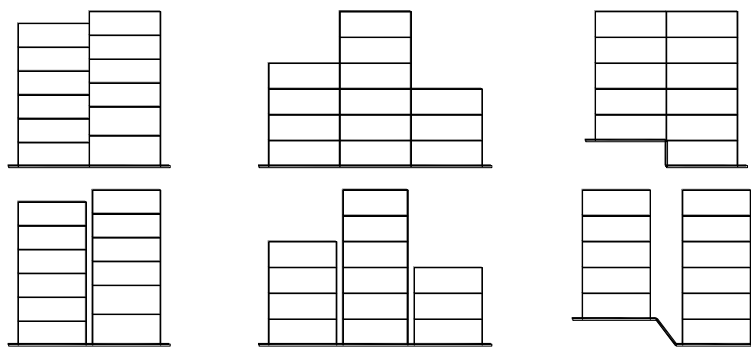
**2.3-сурет – Тік конструктивтік элементтердің жоспардағы гетерогенді орналасуымен конструктивтік схемалардың мысалдары**

2.2.2.3 Биіктігі бойынша конструктивтік схеманың біртектілігі (тік конструкцияларда елеулі бәсеңдеулердің болмауы) және қарапайымдылығы кернеу концентрациясы немесе материалдың үлкен пластикалық деформациясы конструкциялардың мерзімінен бұрын бұзылуына әкелуі мүмкін осал аймақтардың пайда болуын болдырмауға ықпал етеді [4.2.1.2(2)].

2.2.2.4 Қажет болған жағдайда ғимараттың жоспардағы және биіктігі бойынша біртектілігі оны сейсмикаға қарсы тігістермен біртекті конструктивтік схемалары бар динамикалық тәуелсіз бөліктерге бөлу арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін (2.4 және 2.5-суреттерді және 2.2.7-кіші бөлімді қараңыз).



**2.4-сурет – Күрделі конфигурациялары бар ғимараттарды жоспардағы динамикалық тәуелсіз бөліктерге бөлу мысалдары**



**2.5-сурет – Күрделі конфигурациялары бар ғимараттарды биіктігі бойынша динамикалық тәуелсіз бөліктерге бөлу мысалдары**

2.2.2.5 [4.2.1.2(3)] Ғимарат жоспарындағы массалардың, қарсыласулар мен қаттылықтардың таралуындағы жақын заңдылықтар масса орталықтары мен қаттылық арасындағы эксцентриситеттердің едәуір мөлшерін жояды.

2.2.2.6 [4.2.1.2(4)] Егер жоспардағы ғимараттың конфигурациясы симметриялы немесе квази-симметриялы болса, онда конструктивтік схеманың біртектілігіне қол жеткізу үшін жоспарда тік тірек конструкцияларының симметриялы және біркелкі таралуын қабылдаған жөн.

2.2.2.7 [4.2.1.2(5)] Конструктивтік жүйенің жоспардағы және биіктігі бойынша тірек конструкцияларының симметриялы және біркелкі таралуы оның артықтығын арттырады, әсерлер салдарын неғұрлым қолайлы қайта бөлуге мүмкіндік береді және бүкіл конструктивтік жүйенің энергия диссипациясын қамтамасыз етеді.

2.2.2.8 Ғимараттардың жоспардағы және биіктігі бойынша біркелкілігін бағалау кезінде сейсмикалық жүктемелерді қабылдайтын тік тірек конструкциялардың орналасуы мен қаттылығынан басқа, мыналарды назарға алу керек:

- ғимараттардың есептік модельдерінде ескерілмейтін, бірақ сейсмикалық әсер ету кезінде конструктивтік жүйелердің жұмысына әсер ете алатын тірек емес конструкциялардың орналасуы (мысалы, қалқалар мен қабырғалық толтырулар);
- қабатаралық жабындардың (төсемдердің) біртектілігі және олардың тік тірек конструкциялардың сейсмикалық әсерлерге бірлескен қарсыласулығын қамтамасыз ету қабілеті.

2.2.2.9 Симметриялық емес конфигурациясы бар және/немесе қаттылықтардың және/немесе массалардың симметриялық емес орналасуымен ғимаратты жобалау кезінде оның конструктивтік схемасын ғимараттың әр қабатының қабаттасу деңгейлеріндегі массалар мен қаттылық орталықтары арасындағы эксцентриситеттер мәндері қолайлы минимумға дейін азайтылатындай етіп қабылдау ұсынылады.

2.2.2.10 Конструктивтік жүйенің артықтығы, ең алдымен, оның кез келген элементі істен шыққаннан кейін сейсмикалық жүктемелерді берудің балама жолдарын қамтамасыз ету қабілетімен байланысты. Осыған байланысты статикалық анықталмау деңгейі жоғары ғимараттардың конструктивтік жүйелері ең қолайлы болып табылады.

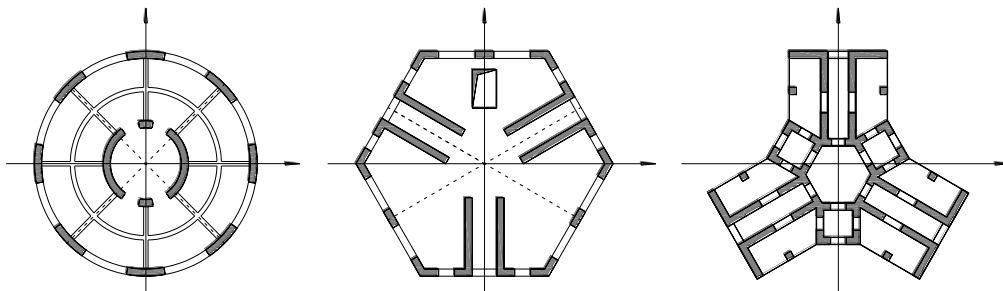
### 2.2.3 Екі көлденең бағытта конструктивтік схеманың қарсыласулығы мен қаттылығы

2.2.3.1 [4.2.1.3(1)P] Негіздің көлденең сейсмикалық қозғалыстары екі өлшемді болып табылады, сондықтан ғимараттың конструктивтік схемасы кез-келген бағытта көлденең әсерге төтеп бере алуы керек.

2.2.3.2 2.2.3.1-тармақты сақтау үшін конструктивтік схеманың тік элементтерін жоспарда ортогональды бағыттарға бағыттап, мүмкіндігінше оның осы бағыттардағы қарсыласулығы мен қаттылығын қамтамасыз ету ұсынылады [4.2.1.3(2)].

2.2.3.3 Ғимараттың тік тірек конструкцияларын ортогональды бағыттар бойынша бағдарлау ғимараттың конструктивтік жүйесінің кез-келген бағытта көлденең сейсмикалық әсерлерге төтеп беру қабілетін қамтамасыз етудің ең қарапайым, бірақ жалғыз емес тәсілі болып табылады. Тік конструктивтік элементтері ғимарат жоспарында ортогональды емес бағыттарға бағытталған конструктивтік схемалар, егер олар кез-келген бағытта көлденең әсерге төтеп бере алатын болса, 2.2.3.1 ережесіне сәйкес деп қарастырылуы мүмкін.

Ескертпе – 2.6-суретте шеңбер, тұрақты алтыбұрыш және үшқұлақ тәрізді конструктивтік жүйелердің схемалық диаграммалары көрсетілген. Осындай және осыған ұқсас конструктивтік схемаларды тік конструктивтік элементтердің ортогональды орналасуы бар схемаларға қарағанда сейсмикалық әсерлер кезінде неғұрлым күрделі тұру қалпымен сипатталғанымен және сейсмикалық төзімділікке қарсыласулықты бағалау үшін неғұрлым күрделі есептеу модельдерін қажет етсе де, 2.2.3.1-ережеге сәйкес деп санауға болады



**2.6-сурет – Тік тірек конструкцияларының ортогональды емес орналасуымен конструктивтік схемалардың мысалдары**

2.2.3.4 [4.2.1.3(3)] Конструктивтік жүйенің көлденең қаттылығын таңдау кезінде сейсмикалық әсердің салдарын барынша азайтуға ұмтылудан басқа (құрылыс алаңының ерекшеліктеріне және есептік сейсмикалық әсерлердің реакциялар спектріне сүйене отырып), оның төмендегілерді туындатуы мүмкін шамадан тыс орын ауыстыруларын шектеу қажеттігін назарға алған жөн:

- конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын және ғимаратқа түсетін сейсмикалық жүктемелерді қабылдауға қатыспайтын элементтердің (мысалы, қалқалар мен қабырға толтырғыштары) елеулі зақымдануы;

- екінші ретті әсерлердің пайда болуына байланысты конструктивтік жүйенің тұрақсыздығы.

Ескертпе – Көлденең қаттылығы жоғары ғимараттар, әдетте, жер сілкінісі кезінде көлденең қаттылығы төмен ғимараттарға қарағанда неғұрлым қарқынды сейсмикалық жүктемелерге ұшырайды, бірақ екінші ретті қозғалыстар мен әсерлерді шектеу бөлігінде тиімдірек.

## 2.2.4 Жоспарда айналуға қарсыласулығы және қаттылығы

2.2.4.1 [4.2.1.4(1)] Көлденең бағыттардағы қарсыласулық пен қаттылықтан басқа, ғимараттардың конструктивтік схемалары тік конструкциялардың біркелкі жүктелмеуін арттыратын айналмалы тербелістерді шектей алатын жоспардағы айналуға қарсыласулығы мен қаттылығына ие болуы керек. Осыған байланысты, сейсмикалық әсерге қарсы тұратын тік конструкциялар ғимараттың периметріне жақын орналасқан конструктивтік схемалар айқын артықшылықтарға ие.

Ескертпелер:

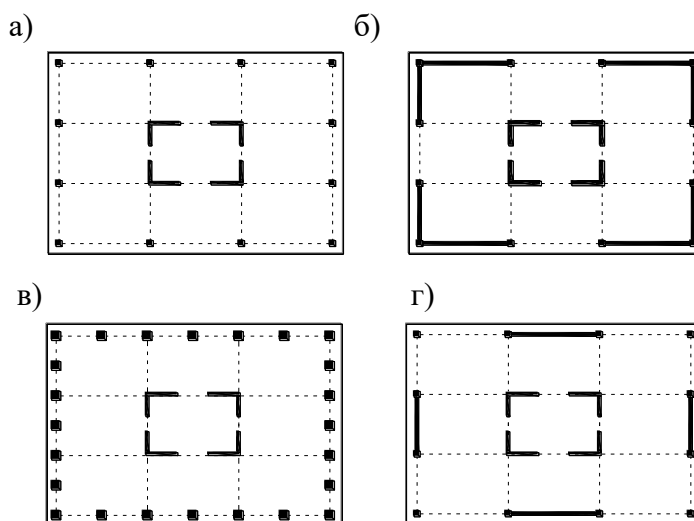
1 Сейсмикалық әсерлер кезінде жоспардағы ғимараттардың айналмалы тербелістері әртүрлі себептерге байланысты туындауы мүмкін:

- а) жоспардағы айналуға конструктивтік жүйенің жеткіліксіз қаттылығы;
- б) массалар мен қаттылықтардың теңгерімсіз таралуына байланысты ғимарат жоспарындағы массалар мен қаттылық орталықтары арасындағы эксцентриситеттер;
- в) іргетастардың және/немесе ғимараттың топырақ негізінің біркелкі емес деформациялары;
- г) ғимараттың теңселмелі тербелісі кезінде іргетастардың негізден ажырауы;
- д) негіздің сейсмикалық тербелістер өрісінің әркелкілігі.

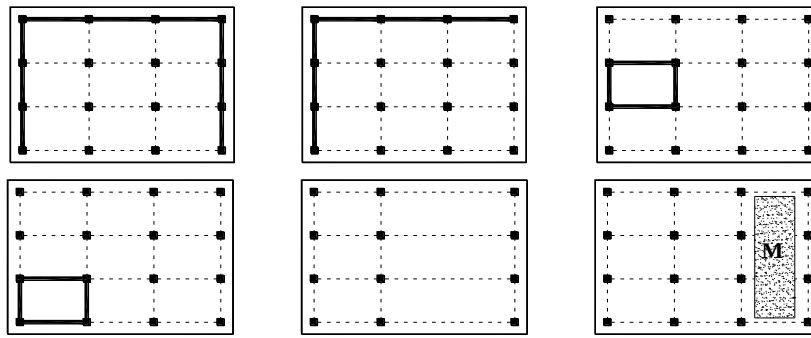
Сейсмикалық әсерлер кезінде, тіпті симметриялы конфигурациясы және жоспардағы массалар мен қаттылықтардың симметриялы таралуы бар ғимараттардың симметриялы орналасқан бір типті конструкциялары әртүрлі конструктивтік және геометриялық кемшіліктерге байланысты әртүрлі қарқындылыққа зақым келтіруі мүмкін. Осы себепті, айналмалы тербелістердің әсері тек жоспардағы асимметриялық конфигурациясы бар ғимараттар үшін ғана емес, сонымен қатар симметриялы конфигурациясы бар ғимараттар үшін де маңызды болуы мүмкін, онда қабаттар арасындағы жабындар деңгейіндегі масса орталықтарының орналасуы қаттылық орталықтарының позицияларына сәйкес келеді.

2 Жоспардағы массалар мен қаттылықтардың теңдестірілген таралуымен, бірақ жоспардағы айналмалы тербелістерге қарсыласудың әртүрлі қабілеттерімен конструктивтік жүйелердің мысалдары 2.7-суретте көрсетілген.

Жоспардағы айналмалы тербелістерді арттыратын массалар мен қаттылықтардың теңгерімсіз таралуымен конструктивтік жүйелердің мысалдары 2.8-суретте көрсетілген.



2.7-сурет – Конструктивтік схемалардың мысалдары: а) айналуға қарсыласулығы төмен; б), в), г) айналуға қарсыласулығы жоғары



**2.8-сурет – Қаттылықтардың және/немесе массалардың (М) жоспардағы теңгерімсіз бөлінуімен конструктивтік схемалардың мысалдары**

2.2.4.2 Жоспардағы айналуға қаттылығының жеткіліксіздігі сейсмикалық әсер кезінде ғимараттардың зақымдануы мен бұзылуының негізгі себептерінің бірі болып табылады. Сейсмикалық аймақтарда жоспардағы айналмалы-икемді конструктивтік схемалары бар ғимараттарды тұрғыздан аулақ болу керек.

2.2.4.3 Жоспардағы ғимараттардың айналу ауытқуларын шектеу үшін төмендегілер ұсынылады:

- а) ғимарат жоспарында массалар мен қаттылықтар теңдестіріліп бөлінген конструктивтік схемаларды қолдану;
- б) сейсмикалық жүктемелерді қабылдайтын тік конструкциялар ғимараттың периметріне жақын орналасқан конструктивтік схемаларды қолдану;
- в) жоспардағы ғимараттардың абсолютті өлшемдерін және олардың ұзындығы арасындағы қатынасты шектеу;
- г) ғимараттың едәуір массасы жоспарда оның шеткі учаскелерінде шоғырланған конструктивтік схемаларды қолданбау.

## **2.2.5 Қабатаралық жабындар мен төсемдердің диафрагматикалық әрекеті**

2.2.5.1 Ғимараттардағы қабатаралық жабындар мен төсемдер тік тірек конструкцияларға көлденең инерциялық күштерді беретін және тік конструкциялардың (бастапқы конструктивтік элементтердің) көлденең сейсмикалық әсерлерге бірлескен қарсыласулығын қамтамасыз ететін көлденең диафрагмалардың функцияларын орындауы тиіс [4.2.1.5(1)].

2.2.5.2 2.2.5.1-тармаққа сәйкес келетін жабындар мен төсемдер:

- өз жазықтығында жеткілікті қарсылыққа ие болуы және тік тірек конструкциялармен жеткілікті байланыста болуы керек [4.2.1.5(2)];
- есептеулерді орындау кезінде қабылданған болжамдарға сәйкес көлденең инерциялық күштер мен айналу әсерлерін тік тірек конструкцияларға беру үшін өз жазықтықтарында жеткілікті қаттылыққа ие болуы керек [4.2.1.5(3)].

2.2.5.3 Қабатаралық жабындар мен төсемдер (бұдан әрі – жабындар) олардың 2.2.5.1 және 2.2.5.2 тармақтарына сәйкес келу дәрежесіне байланысты өз жазықтығында қатты, иілгіш немесе икемді ретінде жіктелуі мүмкін.

2.2.5.3.1 Өз жазықтығындағы қатты жабындарда сейсмикалық әсерлер кезінде өз жазықтығында елеулі деформациялар болмайды, тік тірек конструкциялардың

жоспардағы синфазалы көлденең тербелістерін қамтамасыз етеді және тік конструкциялардың орналасуына байланысты және олардың қаттылығына пропорционалды түрде идеалдандырылған қатты диафрагмалар ретінде тік конструкциялар арасында есептелген көлденең сейсмикалық жүктемелерді таратуға қабілетті.

2.2.5.3.2 Өз жазықтығындағы иілгіш жабындар сейсмикалық әсерлер кезінде өз жазықтығында айтарлықтай деформацияларға ие болуы мүмкін, бірақ тік тірек конструкцияларының синфазалы көлденең тербелістерін қамтамасыз етеді және тік конструкциялар арасында есептелген көлденең сейсмикалық жүктемелерді таратуға қабілетті:

– көбінесе тік конструкциялардың орналасуына және олардың көлденең қаттылығының қатынасына байланысты;

– ішінара тік конструкцияларға іргелес жүк аудандарының шамаларына байланысты.

2.2.5.3.3 Өз жазықтығында икемді жабындар кезінде көлденең сейсмикалық жүктемелер тік конструкциялар арасында оларға іргелес жүк аудандарының шамаларына байланысты басым түрде бөлінеді.

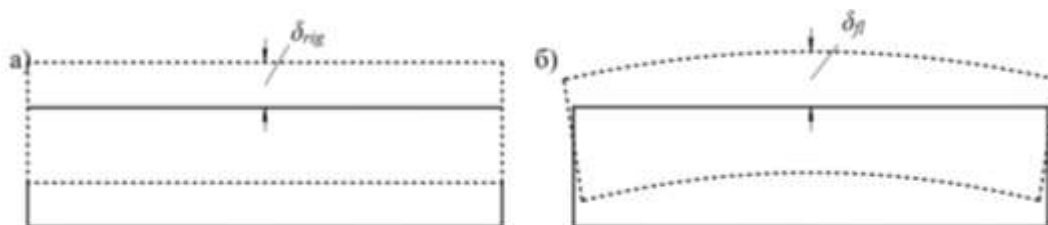
Икемді жабындар тік конструкциялардың жоспардағы синфазалы тербелістерін қамтамасыз ете алмайды және олардың пластикалық деформациясы кезінде тік конструкциялар арасында көлденең сейсмикалық жүктемелерді қайта бөле алмайды.

2.2.5.4 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 жинағының 4.3.1(4) тармағына берілген ескертпеге сүйене отырып, егер оның нақты иілгіштігін ескере отырып жасалған сейсмикалық әсерді есептеу кезінде қарастырылып отырған бағыттағы ( $\delta_{fl}$ ) жабынның контурлық нүктелерінің көлденең қозғалыстарының алынған мәндері өз жазықтығындағы ( $\delta_{rig}$ ) жабынның абсолютті қаттылығын болжау кезінде алынған мәндерден 10%-дан аспаса, жабынды өз жазықтығында қатты деп санауға болады.

Осы анықтамаға сәйкес, егер (2.1) шарт орындалса, жабынды өз жазықтығында қатты деп жіктеуге болады.

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{rig}}{\delta_{rig}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (2.1)$$

(2.1) қабылданған шартты белгілер 2.9-суретте көрсетілген.



## 2.9-сурет – (2.1) шартқа сәйкес қаттылық бойынша жабындарды жіктеу бойынша

Ескертпе – (2.1) шартқа сәйкес жабындарды қаттылық бойынша жіктеу:

а) қарастырылып отырған ғимараттың конструктивтік жүйесінің: оның жабындарының нақты иілгіштігін ескере отырып және жабындардың абсолютті қаттылығын ескере отырып, екі есебін жүргізуге негізделеді.

б) есептік модельде жабындардың абсолютті қаттылығы туралы алғышартты сақтау ғимараттың конструктивтік жүйесінің нақты көлденең қаттылығының бұрмалануына әкелмейтін

және оның тербеліс кезеңдері мен формаларының есептік мәндеріне айтарлықтай әсер етпейтін жағдайларда қолдану ұсынылады.

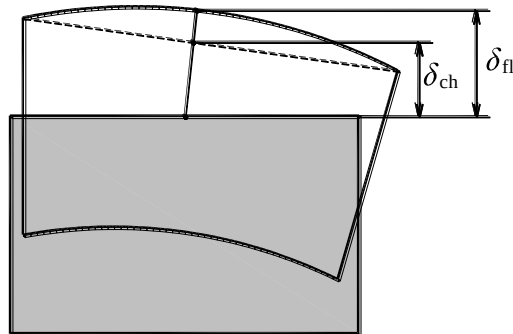
Егер жабын дискілерінің абсолютті қаттылығы туралы ереже конструктивтік жүйенің көлденең қаттылығына және оның тербеліс кезеңдері мен формаларының есептік мәндеріне айтарлықтай әсер етсе, онда жабындарды жіктеу кезінде балама тәсілді қолдануға рұқсат етіледі.

Балама тәсіл кезінде, егер оның нақты иілгіштігін ескере отырып орындалған сейсмикалық әсерді есептеу кезінде қарастырылып отырған бағыттағы ( $\delta_{fl}$ ) жабынның контурлық нүктелерінің көлденең орын ауыстыруының алынған мәндері хорда сызығындағы ( $\delta_{ch}$ ) тиісті нүктелердің көлденең орын ауыстыруының мәндерінен 10%-дан астам ерекшеленбейтін болса, жабынды өз жазықтығында қатты деп жіктеуге болады.

Балама тәсілге сәйкес, егер (2.2) шарт сақталса, жабын өз жазықтығында қатты деп жіктелуі мүмкін:

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{ch}}{\delta_{ch}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (2.2)$$

(2.2) қабылданған шартты белгілер 2.10-суретте көрсетілген.



**2.10-сурет – (2.2) шартқа сәйкес қаттылық бойынша жабындарды жіктеу бойынша**

Ескертпелер:

1. Балама тәсіл ғимараттың конструктивтік жүйесінің бір есебінің нәтижелері негізінде жабындарды жіктеуге мүмкіндік береді. Балама тәсілмен алынған жабындардың қаттылығын бағалау ғимарат жүйесіндегі жабындардың нақты сәйкестігін ескере отырып және оның абсолютті қаттылығын ескере отырып жүргізілген екі есептеу нәтижелері бойынша алынған бағаларға қарағанда консервативті болып табылады.

2. Есептеу нәтижелерін талдау кезінде жабын тақталарының консольдік учаскелері (мысалы, балкон тақталары) қарастырылмайды.

3. Хорда сызығы деп қарастырылып отырған жабын шетінің бір-бірінен ең алыс (шеткі) нүктелерін жоспарда байланыстыратын түзу кесіндісі түсініледі.

2.2.5.4.1 Өз жазықтықтарындағы иілгіштерге  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{rig}$  және  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{ch}$  есептік көлденең орын ауыстырулары арасындағы қатынастары (2.3) немесе (2.4) шарттарға сәйкес келетін жабындарды жатқызған жөн:

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{rig}}{\delta_{rig}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (2.3)$$

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{ch}}{\delta_{ch}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (2.4)$$

2.2.5.4.2  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{rig}$  және  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{ch}$  есептік көлденең орын ауыстырулары арасынлағы қатынастары (2.3) немесе (2.4) шарттарға сәйкес келетін жабындар көлденең диафрагмалардың функцияларын тиісті дәрежеде орындай алмайды және икемді болып жіктеледі. Осы НТҚ шеңберінде өз жазықтықтарында икемді жабындары бар ғимараттар қарастырылмайды.

Ескертпелер:

а) ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінде ғимараттарда жоғары көлденең иілгіштігі бар жабындарды нақты түрде қолдануға тыйым салынбайды, бірақ оның ғылыми-әдістемелік негізін құрайтын осы құжаттың кейбір ережелері мен талаптары олардың жазықтығындағы жабындардың абсолютті немесе жоғары көлденең қаттылығы туралы болжамға негізделген. Бұл ережелерге, атап айтқанда, мыналар жатады:

- қаттылық орталықтары мен массалар орталықтары арасындағы қаттылық орталықтары мен эксцентриситеттерін анықтау ережелері ([4.2.3.2(6)] қараңыз);
- массалардың орналасуындағы белгісіздіктерге және сейсмикалық қозғалыстың кеңістіктік өзгеруіне байланысты ғимараттың жоспардағы кездейсоқ бұралу әсерлерін ескеру ережелері ([4.3.2(1)P] қараңыз);
- есептік көлденең сейсмикалық әсерлердің бағыттарын таңдау ережесі;
- сызықтық-серпімді есептеулерде тік конструкциялар арасында күштерді қайта бөлуді реттейтін ережелер (мысалы, [5.4.2.4(2)] және [9.4(6)]);
- күрделі конфигурациялары бар ғимараттар үшін жабындарға қойылатын талаптар ([4.2.3.2(4)] қараңыз).

б) 2.2.5.5-2.2.5.7 тармақтары бойынша өз жазықтығындағы жабындардың қаттылығын тексеру кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесінің топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескеру ұсынылады.

2.2.5.4.3 Өз жазықтығында жеткілікті қаттылықты қамтамасыз ету үшін ғимараттардың жабындары біртекті, тұрақты конструктивтік шешімдерге ие болуы керек. Төмендегілерді болдырмау ұсынылады:

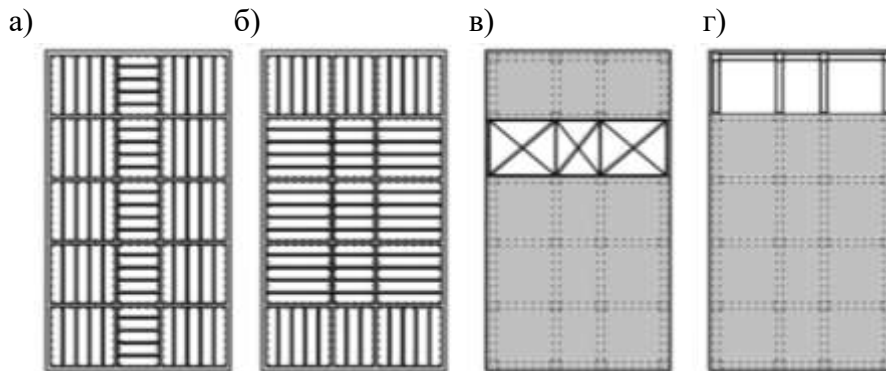
- тақталардың әртүрлі бағытта орналасуымен құрама жабындарды орындау;
- жабындарда тік конструкциялардың сейсмикалық әсерлерге бірлескен қарсыласулығын бұзуға қабілетті ойықтарды орнату.

Жоспардағы біртекті емес жабындардың мысалдары 2.11-суретте көрсетілген.

2.2.5.4.4 Жабындардың өз жазықтығында қатты көлденең диафрагмалар ретінде жұмыс істеуі әсіресе төмендегі ғимараттар үшін өте маңызды:

- тік тірек конструкциялар арасында сейсмикалық әсерлер салдарын қайта бөлуді ескере отырып жобаланатын;
- конфигурациясы күрделі және құрамы бойынша біртекті емес тік тірек конструкциялармен [4.2.1.5(1)];
- жоспардағы L, C, H, I, Y және X тәрізді пішіндерімен [4.2.3.2(4)];
- жоспарда айтарлықтай ерекшеленетін көлденең қаттылыққа ие тік тірек конструкцияларымен [4.2.1.5(1)];
- көлденең диафрагмалардан жоғары және төмен айтарлықтай ерекшеленеді көлденең қаттылықтары бар тік тірек конструкцияларымен [4.2.1.5(3)];
- жоспардағы ықшам емес немесе өте ұзын пішіндерімен [4.2.1.5(2)];

- жабындардағы үлкен ойықтарымен, әсіресе егер бұл ойықтар негізгі тік конструкцияларға жақын орналасса және олардың көлденең конструкциялармен тиімді байланысын қиындатса [4.2.1.5(2)];
- жоспарда шығыңқы немесе кіретін кемерлермен;
- жоспарда массалардың айтарлықтай біркелкі бөлінбеуімен.



**2.11-сурет – Жоспардағы біртекті емес жабындардың мысалдары**

- а), б) – жоспардағы тақталардың әртүрлі бағытта орналасуымен құрама жабындар;**  
**в), г) – үлкен иілгіш учаскелері мен ойықтары бар жабындар.**

2.2.5.4.5 Жабындарда үлкен немесе ұзартылған ойықтардың шеттерінде жабындардың босаңсуын ішінара өтейтін және көлденең және тік тірек конструкциялары арасындағы тиімді байланысты қамтамасыз ететін көлденең элементтерді (мысалы, арқалықтар) қамтамасыз ету ұсынылады.

## **2.2.6 Ғимарат іргетастары**

2.2.6.1 Іргетастың түрі мен конструктивтік шешімдерін дұрыс таңдау ғимараттың сейсмикаға төзімділігін және сейсмикалық оқиғадан кейін оның жөнеуге жарамдылығын қамтамасыз ету үшін үлкен маңызға ие. Іргетастың айтарлықтай зақымдануы ғимараттардың сейсмикалық әсерлерге тиімді қарсыласу қабілетін бұзады. Іргетастың зақымдануын жою, әдетте, көп уақытты қажет етеді және үлкен экономикалық шығындарға әкеледі.

2.2.6.2 Іргетастарды және олардың іргетас үсті құрылысымен қосылыстарын есептеу және құрастыру бүкіл ғимараттың біркелкі сейсмикалық ұйытқуына ұшырауын қамтамасыз етуі тиіс. Іргетастар ғимараттың жоғары орналасқан бөлігіне жекелеген тіректердің синфазалы емес көлденең және/немесе тік орын ауыстырулары сияқты әртүрлі қолайсыз жергілікті әсерлерсіз сейсмикалық әсерлерді беру үшін жеткілікті қаттылыққа ие болуы керек [4.2.1.6(1)P].

2.2.6.3 [4.2.1.6(2)] Конструктивтік жүйелері көлденең қималардың өлшемдерімен және көлденең қаттылықтарымен ерекшеленетін тірек қабырғалардың дискретті санымен ұсынылған ғимараттар үшін, әдетте, астыңғы және жертөле қабаттарының үстінде іргетас тақталары мен жабын тақталары бар қорап немесе кессон түріндегі қатты іргетастарды қабылдау керек.

2.2.6.4[4.2.1.6(3)] Іргетастардың жеке орналасқан элементтерін (бағаналы немесе қадалы) осы элементтер арасында екі бағытта орналасатын және ҚР ЕЖ EN 1998-

5:2004/2013 ережелерінің 5.4.1.2-тармағының өлшемдері мен қағидаларына сәйкес келетін іргетас тақталарымен немесе байланыстырушы арқалықтармен біріктіру қажет.

2.2.6.5 Биіктігі 9 қабаттан асатын ғимараттарда жердің жоспарлау белгісіне қатысты іргетастың табанының тереңдігін, әдетте, олардың жер үсті бөлігінің биіктігінен кемінде 10% көлемінде қабылдануы керек.

2.2.6.6 Ғимараттардың іргетастарын жобалау кезінде, ҚР ЕЖ ЕН 1998-1:2004/2012 және осы НТҚ ережелерінен басқа, ҚР ЕЖ ЕН 1997-1:2004/2011, ҚР ЕЖ ЕН 1998-5:2004/2013 және оларға НТҚ құралдарының тиісті ережелері сақталуы тиіс.

## **2.2.7 Сейсмикаға қарсы жіктер**

2.2.7.1 Ғимараттардың немесе олардың бөліктерінің жоспардағы шектік өлшемдері және сейсмикаға қарсы жіктер арасындағы қашықтықтар 2.1-кестеде көрсетілген өлшемдерден аспауы тиіс.

2.2.7.2 Ғимараттар арасындағы немесе ғимарат бөліктері арасындағы сейсмикаға қарсы жіктерді 2.2.7.3 – 2.2.7.9 тарауларда келтірілген ережелерді сақтай отырып орындау керек.

2.2.7.3 Сейсмикаға қарсы жіктер, әдетте, ғимараттарды іргетас конструкцияларын қоса алғанда, бүкіл аумақ бойынша бөлуі тиіс. Сейсмикаға қарсы жіктерді температуралық және шөгінді жіктермен біріктіру керек.

2.2.7.4 Сейсмикаға қарсы жіктерді жұптық қабырғаларды, жұптық рамаларды немесе рамалар мен қабырғаларды тұрғызу арқылы орындау керек.

2.2.7.5 Адамдардың тұрақты тұруына немесе ұзақ уақыт тұруына арналған үй-жайлардың ішінде сейсмикаға қарсы жіктерді орнатуға жол берілмейді.

### **2.1-кесте – Ғимараттардың немесе олардың бөліктерінің жоспардағы шектік өлшемдері және сейсмикаға қарсы жіктер арасындағы қашықтықтар.**

| Алаңның сейсмикалығы, баллмен | Сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақ жағдайларының типі кезінде ұзындығы (ені) бойынша ғимараттардың өлшемдері, метрмен |        |       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
|                               | IA және IB                                                                                                                | II     | III   |
| 7                             | 150/80                                                                                                                    | 150/80 | 96/80 |
| 8                             | 96/80                                                                                                                     | 96/80  | 72/60 |
| 9                             | 96/60                                                                                                                     | 72/60  | 60/60 |
| 10                            | 60/45                                                                                                                     | 60/45  | 45/36 |

Ескертпелер:

1 Алымында металл және болат бетонды қаңқалы және темірбетон қаңқалы және қабырғалық конструктивтік жүйелер үшін; бөлгіште – басқа материалдардан жасалған конструктивтік жүйелер үшін деректер келтірілген.

2 Сейсмикалығы 8, 9 және 10 балл болатын алаңдарда құрылыс үшін жобаланатын бір қабатты қаңқалы ғимараттардың шектік өлшемдерін 30%-ға ұлғайтуға жол беріледі.

2.2.7.6 Бір қабатты қаңқалы ғимараттарда іргетастардағы сейсмикаға қарсы жіктерді, егер бұл жіктер температуралық және/немесе шөгінді жіктермен сәйкес келмесе, көздемеуге рұқсат етіледі.

2.2.7.7 Жапсарлас қабаттардың тірек конструкцияларында еркін жатқан аралық конструкциялардың қозғалысы есебінен жапсарлас динамикалық тәуелсіз бөліктердің өзара ығысу мүмкіндігін қамтамасыз етуге жол берілмейді.

2.2.7.8 Ғимараттар жер сілкінісі кезінде тербелістерден туындаған жапсарлас ғимараттар немесе жапсарлас бөліктердің бірге соқтығысуларынан қорғалуы тиіс. Сейсмикаға қарсы жіктердің конструкциялары және оларды толтыру жер сілкінісі кезінде жапсарлас бөліктердің өзара орын ауыстыруына кедергі келтірмеуі тиіс [4.4.2.7(1)P].

2.2.7.9 2.2.7.8 тармағының талабы орындалды деп саналады, егер:

а) қаралып отырған деңгейдегі сейсмикаға қарсы жіктің ені осы деңгейдегі екі жапсарлас ғимараттың немесе бөліктердің көлденең жылжуының жиынтық мәнінен кем болмаса;

Ескертпе – Жапсарлас ғимараттардың немесе бөліктердің  $d_s$  көлденең жылжуын 6.7.2 сәйкес анықтау керек.

б) ғимараттың биіктігі 5 м-ге дейін болған кезде есептеулердің нәтижелеріне қарамастан сейсмикаға қарсы жіктің ені кемінде 30 мм құрайды және биіктігі үлкен ғимараттар үшін әрбір 5 м биіктікке 20 мм ұлғайтылады;

в) іргетастарды бөлетін сейсмикаға қарсы жіктердің (қадалы іргетастардан басқа) ені кемінде 10 мм болады.

## **2.2.8 Баспалдақ алаңдары**

2.2.8.1 Биіктігі 3 қабат және одан жоғары ғимараттарда, әдетте, әрбір бөлік шегінде кемінде бір баспалдақ алаңын қабылдау керек.

2.2.8.2 Баспалдақ алаңы мен лифт шахталарын, әдетте, ғимарат (бөлік) жоспары шегінде орналастыру керек.

2.2.8.3 Баспалдақ алаңдарын, әдетте, жабық етіп сыртқы қабырғаларда терезе ойықтарымен қарастыру керек.

2.2.8.4 Ғимарат жоспары шегінде орналасқан баспалдақ алаңдары бар қайта жаңғыртылатын ғимараттарда қосымша баспалдақ алаңдарын және лифт шахталарын ғимарат жоспарының шегінен тыс орналастыруға, бірақ онымен конструктивті байланыстыруға жол беріледі.

## **2.3 Бастапқы және қайталама элементтер**

2.3.1 ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелеріне сәйкес ғимараттардың конструктивтік элементтерін «бастапқы» және «қайталама» деп бөлуге жол беріледі.

2.3.2 «Бастапқы» деп олардың конструктивтік жүйесінің сейсмикалық әсерлерге қаттылығы мен қарсылығына үлесі есептеулерде ескерілуі тиіс конструктивтік элементтер түсініледі, ал «қайталама» деп – сейсмикалық әсерлерге есептеулерде қаттылығы мен беріктігін ескермеуге болатын және ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 5-9 бөлімдерінің ережелеріне толық көлемде сәйкес келмеуі мүмкін конструктивтік элементтер түсініледі [4.2.2(1)P].

2.3.3 Конструктивтік жүйелердің элементтерін бастапқы және қайталама деп жіктеуді негізінен қолданыстағы құрылыс ғимараттарының сейсмикалық төзімділігін

сандық бағалау және оларды күшейту немесе қалпына келтіру жобаларын әзірлеу кезінде қолдану ұсынылады.

2.3.4 Сейсмикалық әсерлерге қарсы тұратын бастапқы элементтерді есептеу мен құрастыруды оларға қатысы бар арнайы нормативтік талаптарға сәйкес жүзеге асырған жөн [4.2.2 (3)].

2.3.5 Барлық «қайталама» элементтер мен олардың қосылыстары есептік сейсмикалық әсерлерден туындаған ығысулар кезінде гравитациялық жүктемелерге төтеп бере алатындай етіп есептелуі және құрастырылуы тиіс. «Қайталама» элементтерді жобалау кезінде екінші ретгі әсерлерді (р-Δ әсерлер) [4.2.2(1)Р] тиісінше ескеру және ҚР ЕЖ EN 1992, ҚР ЕЖ EN 1993, ҚР ЕЖ EN 1994, ҚР ЕЖ EN 1995 және ҚР ЕЖ EN 1996 тиісті ережелерін сақтау қажет [4.2.2(2)].

2.3.6 «Қайталама» ретінде жіктелетін конструктивтік жүйенің элементтерін таңдау кезінде 2.3.7 және 2.3.8-тармақтардың талаптарын сақтау керек.

2.3.7 [4.2.2(4)] Барлық «қайталама» элементтердің жалпы көлденең қаттылығы қаралатын бағыттағы конструктивтік жүйенің барлық «бастапқы» элементтерінің жалпы көлденең қаттылығының 15%-нан аспауы тиіс.

2.3.8 Кейбір конструктивтік элементтердің «қайталама» ретінде тағайындалуы конструктивтік жүйенің жіктелуін жүйесізден жүйелі жүйеге немесе айналмалы-икемдіден айналмалы-қаттыға өзгертуге мүмкіндік бермейді [4.2.2(5)].

## 3 ЖОСПАРДАҒЫ ЖҮЙЕЛІЛІГІ ЖӘНЕ БИІКТІГІ БОЙЫНША ҒИМАРАТТАРДЫҢ КОНСТРУКТИВТІК СХЕМАЛАРЫН ЖІКТЕУ

### 3.1 Жалпы ережелер

3.1.1 Ғимараттардың конструктивтік схемаларын жоспарда және биіктігі бойынша жүйелі, орташа жүйелі емес және жоспарда шамадан тыс жүйелі емес, сондай-ақ жоспарда айналмалы-иілгіш деп жіктеуге болады.

3.1.2 Жоспардағы жүйелілік бойынша және биіктігі бойынша ғимараттардың конструктивтік схемаларын орташа жүйелі емес және шамадан тыс жүйелі емес деп жіктеуге мүмкіндік беретін критерийлер тиісінше 3.2.1, 3.2.2 және 3.3.1, 3.3.2 тарауларда келтірілген.

1-ескертпе – Жоспардағы және биіктіктегі жүйелілік ғимараттың конструктивтік жүйесінің сейсмикалық әсердің салдарын қайта бөлу және ғимараттың барлық қабаттарында орналасқан барлық конструктивтік элементтерді иілгіш жұмысқа тарту арқылы тербеліс энергиясын тарату қабілетіне оң әсер етеді. Шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік схемада үлкен пластикалық деформацияларды тек кейбір конструктивтік элементтерде немесе қабаттарда шоғырландыруға болады.

2-ескертпе – Төмендегілер үшін жүйелілік бойынша жіктеу міндетті емес:

- қоғамдық қауіпсіздік үшін екінші дәрежелі маңызы бар объектілерді (5.1-кестені қараңыз);
- қабырғалары бүкіл периметр бойынша немесе периметрдің бір бөлігі бойынша орналасқан, топырақпен жанасатын, ал үстіңгі жабындысы жердің жоспарлау белгісінен 200 см-ден аспайтын жоғары орналасқан топыраққа ішінара немесе толық көмілген паркингтер мен олардың бөліктері (немесе оларға ұқсас құрылыстар).

3.1.3 Осы НТҚ ережелері ғимараттарды жобалау кезінде кеңістіктік есептеу модельдерін және есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтаудың спектрлік-модальдық әдісін қолдануға негізделеді, сондықтан ғимараттардың жүйелі, орташа жүйелі емес және шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік схемалары арасындағы айырмашылықтар төмендегі мәндерді таңдаумен байланысты жобалау аспектілері үшін маңызды болып табылады:

а) кездейсоқ  $e_{ai}$  эксцентриситеттері, олар жүйелі конструктивтік жүйелердің қабаттары үшін қабылданған негізгі мәнмен салыстырғанда жоспардағы орташа және шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік схемалардың қабаттары үшін ұлғайтылуы керек;

Ескертпе – Егер ғимараттың конструктивтік жүйесінде қабаттардың кем дегенде біреуі орташа немесе шамадан тыс жүйелі емес деп жіктелген болса, онда ғимараттың бүкіл конструктивтік жүйесін орташа немесе шамадан тыс жүйелі емес деп жіктеу керек, бірақ  $e_{ai}$  кездейсоқ эксцентриситеттер мәндерін тек орташа немесе шамадан тыс жүйелі емес деп жіктелген қабаттар үшін ұлғайтуға болады.

б) биіктігі бойынша конструктивтік схемалардың қалыпты немесе шамадан тыс жүйесіздігіне себеп болған қабаттардың тік және көлденең конструкцияларындағы көлденең сейсмикалық әсерлердің есептік салдарын арттыратын  $f_{vk}$  коэффициенттері.

3.1.4 кездейсоқ  $e_{ai}$  эксцентриситеттерінің және  $f_{vk}$  коэффициентінің мәндерін айқындау кезінде 6.5 және 6.4-кіші бөлімдердің ережелерін қолдану керек.

3.1.5 Ғимараттарды есептеу және жобалау кезінде олардың конструктивтік схемаларының жоспардағы және биіктіктегі жүйелілігін бағалау тәуелсіз жүргізілуі керек [4.2.3.1(3)Р].

## 3.2 Ғимараттардың конструктивтік схемаларының жоспардағы жүйелілік өлшемдері

### 3.2.1 Жоспардағы жүйелі конструктивтік схемалар

3.2.1.1 Егер а) – е) тармақшаларында келтірілген барлық шарттар мен критерийлер орындалса, ғимараттың конструктивтік схемасы жоспарда жүйелі ретінде жіктелуі мүмкін:

а) конструктивтік жүйенің сейсмикалық әсерлерге қарсыласулығын қамтамасыз ететін барлық тік элементтері үйлестіру осьтерінің бағыттарымен сәйкес келетін ортогональды бағыттарда жоспарда бағдарланған;

б) ғимараттың конструктивтік жүйесінің негізгі (төменгі) өзіндік тербеліс нысандарының кезеңдері екі негізгі ортогональды көлденең бағытта (X және Y) тербеліс нысанының жоспардағы негізгі айналу кезеңінен асады ( $T_{x1} > T_{\theta 1}$  және  $T_{y1} > T_{\theta 1}$ );

1-ескертпе – 3.1-суретте ғимараттың жоспардағы жүйелі конструктивтік жүйесінің тербелістерінің төрт негізгі өзіндік нысаны көрсетілген:

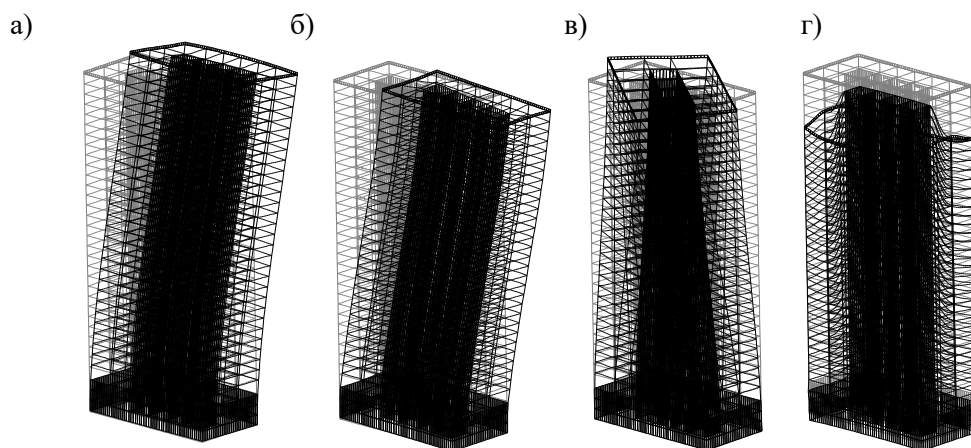
– тиісінше X және Y екі негізгі көлденең бағытта  $T_{x1}$  және  $T_{y1}$  кезеңдерімен тербелістердің екі көлденең ілгерілемелі негізгі өзіндік нысандары;

– Z тік осіне қатысты  $T_{\theta 1}$  кезеңімен тербелістердің бір негізгі өзіндік нысаны;

– Z осі бағытында  $T_{z1}$  кезеңімен тербелістердің бір тік ілгерілемелі негізгі өзіндік нысаны.

2-ескертпе – б) тармағы бойынша ғимараттың конструктивтік жүйесін тексеру кезінде  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  немесе  $T_{\theta 1}$  мәнінен асатын кезеңдері бар ғимараттың жекелеген икемді элементтерінің (қондырмалардың, консольдердің, шпильдердің, жабындардың және басқалардың) жергілікті (іс жүзінде оқшауланған) тербеліс нысандарын елемеу керек.

3-ескертпе – Мұнда және одан әрі: ғимараттың конструктивтік жүйесінің жүйелілігін тексеру кезінде топырақ негізінің икемділігін ескере отырып алынған оның есептеулерінің нәтижелерін назарға алу ұсынылады.



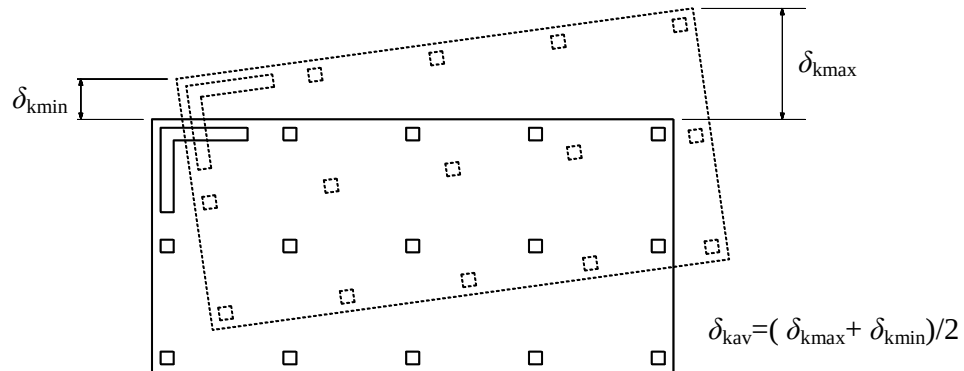
3.1-сурет – Жүйелі конструктивтік жүйенің тербелістерінің негізгі нысандары:

- а) және б) негізгі көлденең бағыттардағы тербелістердің ілгерілемелі нысандары; в) жоспардағы тербелістердің айналмалы нысаны;  
г) тік бағыттағы тербелістердің ілгерілемелі нысаны

в) ғимараттың әрбір жабынының шеткі нүктелерінің есептік горизонталь орын ауыстыруларының максимал ( $\delta_{kmax}$ ) және ортаарифметикалық мәндері ( $\delta_{kav}$ ) негізгі горизонталь осьтерінің (X және Y) бағыттарында бір-бірінен 10%-дан артық емес ерекшеленеді (3.2-суретті қараңыз);

Ескертпе – в) шартын сақтамауға жол беріледі:

- ғимараттың төменгі қатты бөліктері ретінде жіктелген жер асты және жертөле қабаттары үшін (1.5.13 қараңыз);
- бүкіл периметр бойынша немесе периметр бөлігі бойынша іргелес топырақ массивтерімен жанасатын ғимараттың жер асты немесе жертөле қабаттары үшін.



### 3.2-сурет – Ғимараттар жабындарының көлденең жылжуын тексеруге

г) ғимараттың барлық қабатаралық жабындары 2.2.5.4-тармаққа сәйкес өз жазықтығында қатаң ретінде жіктелуі мүмкін [4.3.1(4)];

д) жоспардағы ғимараттың икемділігі (жоспардағы ғимараттың  $L_{max}$  ұзын жағының  $L_{min}$  ортогональды қысқа жағына қатынасы) 4-тен аспайды ( $\lambda = L_{max}/L_{min} \leq 4$ ) [4.2.3.2(5)];

е) жоспардағы ғимараттың конфигурациясы ықшам, яғни ғимараттың әр қабаты дөңес көпбұрышты құрайтын көпбұрышты сызықпен шектелуі мүмкін (3.4-сурет), сонымен бірге:

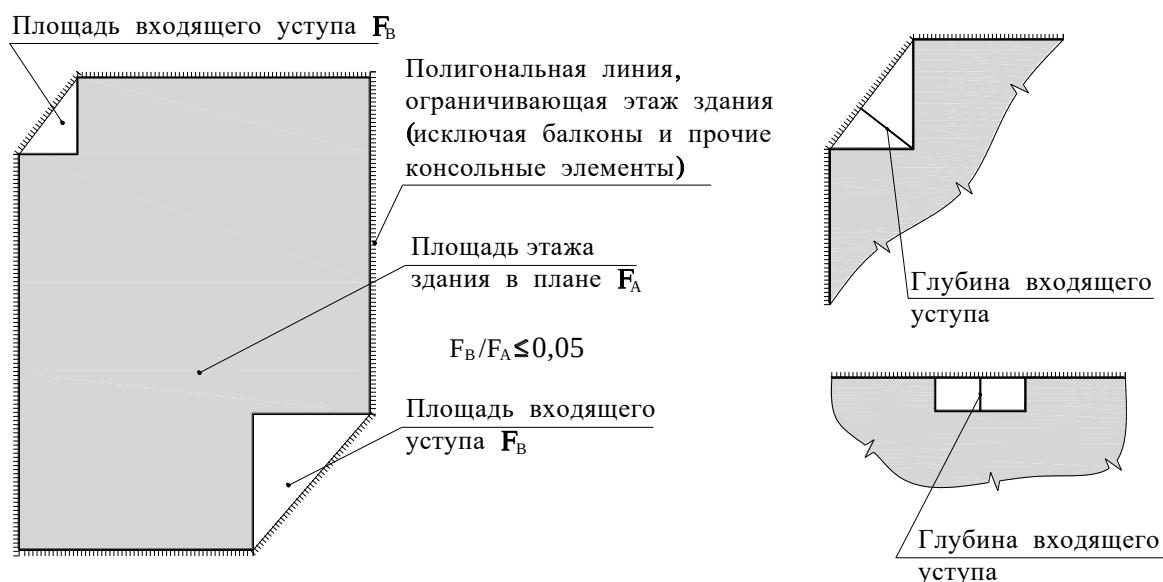
- кіріс кемерлердің орналасуы ғимарат жоспарындағы массалар мен қаттылықтардың таралуындағы симметрияны айтарлықтай бұзбайды және оның жазықтығындағы жабындардың қаттылығына әсер етпейді [4.2.3.2(3)];

- әрбір кіріс кемердің ауданы жабынның жалпы ауданының 5%-нан аспайды [4.2.3.2(3)];

- жабын контуры мен полигональды сызық арасындағы барлық кіріс кемерлердің жиынтық алаңы жабынның жалпы ауданының 20%-ынан аспайды;

- әрбір кіріс кемердің жоспардағы тереңдігі (кіретін бұрыштың ұшынан көпбұрышты сызыққа дейінгі ең қысқа қашықтық) жоспардағы қабат проекциясының ең аз сызықтық өлшемдерінің 15%-нан аспайды ( $L_{min}$ );

- жоспардағы әрбір шығыңқы жердің мөлшері оның енінен аспайды.



**3.4-сурет – Ғимарат конфигурацияларын жіктеуге**

3.2.1.1 е) тармағына сәйкес жоспардағы ғимараттардың сыртқы конфигурацияларының мысалдары А қосымшасында келтірілген.

### 3.2.2 Жоспардағы орташа жүйелі емес ғимараттар

3.2.2.1 Егер а) – д) тармақшаларында келтірілген барлық шарттар мен критерийлер орындалса, ғимараттың конструктивтік схемасы жоспарда орташа жүйелі емес ретінде жіктелуі мүмкін:

а) ғимараттың екі негізгі бағыттарының бірінде (X немесе Y) жоспардағы ғимараттың тербелістерінің негізгі өзіндік нысаны жоспары жоспардағы негізгі айналу кезеңінен асады ( $T_{x1} > T_{\theta 1}$  немесе  $T_{y1} > T_{\theta 1}$ );

б) әрбір жабынның шеткі нүктелері жоспарындағы есептік орын ауыстырулардың ең жоғары ( $\delta_{kav}$ ) және ортаарифметикалық мәндерінің ( $\delta_{kav}$ ) айырмашылықтары негізгі көлденең осьтер (X және Y) бағыттарында бір-бірінен 25%-дан аспайды (3.2-суретті қараңыз);

Ескертпе – 3.2.1.1 в) тармағына берілген ескертпе қолданылады.

в) ғимаратта ғимараттың барлық қабатаралық жабындарын өз жазықтығында қатты немесе иілгіш (2.2.5.3.2 және 2.2.5.4 тармақтарды қараңыз) немесе кейбіреулерін икемді, ал кейбіреулерін қатты деп жіктеуге болады [4.3.1 (4)];

г) жоспардағы ғимараттың икемділігі (жоспардағы ғимараттың  $L_{max}$  ұзын жағының  $L_{min}$  ортогональды қысқа жағына қатынасы) 6-дан аспайды ( $\lambda = L_{max}/L_{min} \leq 6$ );

Ескертпе – 3.2.1.1 д) тармағына берілген ескертпе қолданылады.

д) 3.2.1.1 е) тармағы төмендегі өзгерістермен қолданылады:

– жабынның контуры мен жабынның айналасындағы көпбұрышты сызық арасындағы әрбір кіріс кемердің ауданы жабынның жалпы ауданының 10%-нан аспайды;

– жабын контуры мен көпбұрышты сызық арасындағы барлық кіріс кемерлердің жиынтық алаңы жабынның жалпы ауданының 30%-ынан аспайды;

– әрбір кіріс кемердің жоспардағы тереңдігі (кіретін бұрыштың ұшынан көпбұрышты сызыққа дейінгі ең қысқа қашықтық) жоспардағы қабат проекциясының ең аз сызықтық өлшемдерінің 25%-нан аспайды ( $L_{min}$ );

3.2.2.1 д) тармағына сәйкес жоспардағы ғимараттардың сыртқы конфигурацияларының мысалдары Б қосымшасында келтірілген.

### 3.2.3 Ғимараттардың жоспардағы айналмалы-иілгіш конструктивтік схемалары

3.2.3.1 Ғимараттың конструктивтік схемасы, егер оның алғашқы өзіндік тербеліс нысаны тік оське қатысты ( $T_{01tx1}$  және  $T_{01ty1}$ ) жоспарда айналмалы болса, жоспарда айналмалы-иілгіш ретінде жіктелуі керек (айналу үшін жеткілікті қаттылыққа ие емес) ( $T_{01} > T_{x1}$  және  $T_{01} > T_{y1}$ )

## 3.3 Ғимараттардың биіктігі бойынша конструктивтік схемаларының жүйелілік өлшемдері

### 3.3.1 Биіктігі бойынша жүйелі конструктивтік схемалар

3.3.1.1 Ғимарат биіктігі бойынша жүйелі деп жіктелуі мүмкін, егер:

а) көлденең жүктемелерді қабылдайтын барлық тік конструкциялар, мысалы, қаттылық ядролары, тірек қабырғалары мен рамалық бағандар іргетастан ғимараттың жоғарғы жағына немесе белгіленген деңгейге дейін немесе егер биіктіктің әртүрлі деңгейлерінде кемерлер болса, онда кемерге дейін үздіксіз болса [4.2.3.3(2)];

б) биіктігі бойынша жапсарлас қабаттардың көлденең қаттылығы мен массалары, әдетте, шамамен тұрақты болып қалады немесе негізден ғимараттың жоғарғы жағына қарай күрт өзгеріссіз (30%-дан аспайтын) біртіндеп азаяды [4.2.3.3 (3)];

ерекшелік аутригерлік құрылымдарымен аралық немесе жоғарғы қабаттар, сонымен қатар ғимараттың жер асты қабаттарымен іргелес қабаттар болуы мүмкін;

Ескертпе – Биіктігі бойынша жапсарлас қабаттардың көлденең қаттылығын В қосымшасында келтірілген нұсқаулармен сәйкес анықтауға жол беріледі.

в) екі жоғарғы қабаттан басқа, ғимараттың биіктігі бойынша барлық жапсарлас қабаттар, сондай-ақ аутригерлік құрылымдары бар қабаттармен жапсарлас қабаттар үшін төмендегі шарт сақталады (3.3):

$$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25; \quad (3.3)$$

(3.3) өрнекте:

$d_{e,k}$  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 айналу әсері ескерілмейді;

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

Ескертпе – Егер ғимараттың конструктивтік схемасы (3.3) шартқа сәйкес келсе, онда б) тармағы бойынша тексерулерді орындамауға жол беріледі.

г) ғимараттың жоғарғы екі қабаты үшін (3.4) шарт орындалады:

$$\sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \leq 1,25. \quad (3.4)$$

(3.4) өрнекте:

$m_j$  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 өзіндік нысандарының 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 (3.4) шарт, егер оны сақтау ғимараттың конструктивтік схемасының жоғарғы екі қабатының қаттылығы мен массаларында немесе осы қабаттардың қаттылығы мен массаларының қатынасында маңызды айырмашылықтардың болмауына байланысты долбарлап орындалды деп санауға болады.

д) қаңқалы конструктивтік жүйелерде биіктігі бойынша жапсарлас қабаттарда сейсмикалық жүктемелерге нақты қарсыласулықтары мен есептеу бойынша талап етілетін қарсыласулықтары арасында 10 %-дан аспайтын айырмашылықтар бар [4.2.3.3(4)].

Ескертпе – Сейсмикалық жүктемелерге нақты қарсыласулықтары және есептеу бойынша талап етілетін қарсыласулықтары арасындағы айырмашылықтар, мысалы, жоспардағы қаңқаның тас толтыруларының орналасуындағы әр түрлі жүйесіздіктерге немесе әркелкіліктерге байланысты болуы мүмкін (соның ішінде ойықтардың немесе толтырудағы тесіктердің мөлшеріне байланысты).

### **3.3.2 Биіктігі бойынша орташа жүйелі емес конструктивтік схемалар**

3.3.2.1 Ғимарат биіктігі бойынша орташа жүйелі емес деп жіктелуі мүмкін, егер:

а) 3.3.1.1 а) тармағы қолданылса;

б) 3.3.1.1 б) тармағы қолданылса;

в) екі жоғарғы қабаттан басқа ғимараттың биіктігі бойынша барлық жапсарлас қабаттар үшін, сондай-ақ аутригерлік құрылымдары бар қабаттармен жапсарлас қабаттар үшін (3.5) шарт сақталады:

$$1,25 < \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,5; \quad (3.5)$$

Ескертпе – 3.3.1.1 в) тармағына ескертпені қараңыз.

г) ғимараттың жоғарғы екі қабаты үшін (3.6) шарт сақталады:

$$1,25 < \sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \leq 1,5. \quad (3.6)$$

(3.5) және (3.6) өрнектерде қабылданған шартты белгілер 3.3.1.1 в) және г) тармақтарында келтірілген.

Ескертпе – 3.3.1.1 г) тармағына ескертпелерді қараңыз.

д) қаңқалы конструктивтік жүйелерде биіктігі бойынша жапсарлас қабаттарда сейсмикалық жүктемелерге нақты қарсыласулықтары мен есептеу бойынша талап етілетін қарсыласулықтары арасында 20 %-дан аспайтын айырмашылықтар бар [4.2.3.3(4)] ((3.3.1.1 д) тармағына ескертпені қараңыз).

### 3.4 Жоспарда және/немесе биіктігі бойынша шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік схемалар

3.4.1 Ғимараттардың конструктивтік схемалары жоспарда шамадан тыс жүйелі емес деп жіктелуі керек, егер олар:

– 3.2.1.1 б) немесе 3.2.2.1 а) шарттарына сәйкес келсе, бірақ 3.2.2.1 тармағының кез-келген басқа бір шартына сәйкес келмесе;

– 3.2.2.1 а) шартына және кез-келген бір басқа 3.2.2.1 шартына сәйкес келмесе.

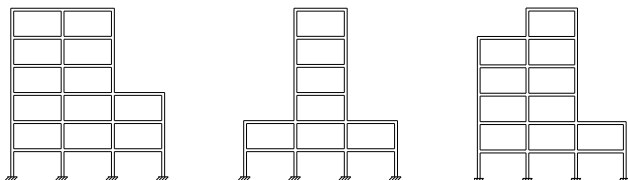
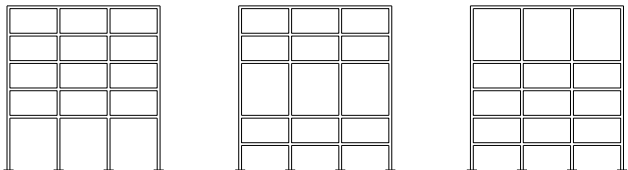
3.4.2 Ғимараттардың конструктивтік схемаларын, егер олар 3.3.2.1-кіші бөлімнің ең болмағанда бір шартына сәйкес келмесе, биіктігі бойынша шамадан тыс жүйелі емес деп жіктеу керек.

Биіктігі бойынша шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік схемалардың мысалдары 3.1-кестеде келтірілген.

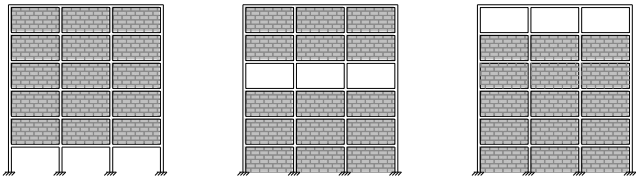
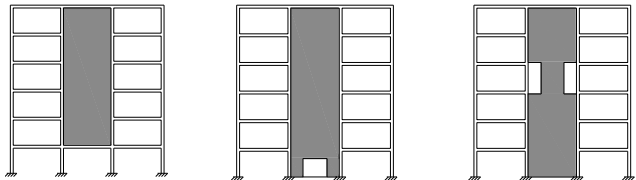
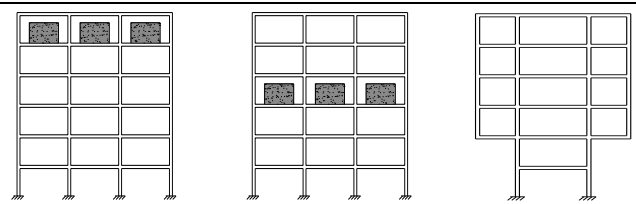
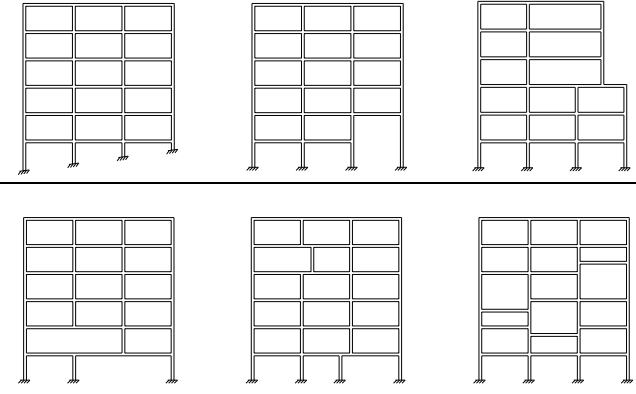
3.4.3 Егер жобаланатын ғимараттың конструктивтік схемасы жоспарда және/немесе биіктігі бойынша шамадан тыс жүйелі емес болып табылатыны анықталса, онда оның жүйелілік өлшемдеріне сәйкестігін қамтамасыз ету мақсатында ол қайта қарауға (түзетуге) жатады. Өзге жағдайда ғимаратты жобалау арнайы техникалық шарттар бойынша жүзеге асырылуы тиіс.

Ескертпе –Жоспардағы шамадан тыс жүйелі емес және айналмалы-иілгіш конструктивтік схемаларды түзету мысалдары олардың жалпы есептеулерінің нәтижелері бойынша Г қосымшасында келтірілген.

### 3.1-кесте – Биіктігі бойынша шамадан тыс жүйелі емес конструктивтік жүйелердің мысалдары

| Конструктивтік схемалар |                                                                                     | Шамадан тыс жүйесіздіктің негізгі белгілері                                                                     |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                       |  | <p>Кейбір қабаттардың қаттылығы биіктігі бойынша олармен жапсарлас қабаттардың қаттылықтардан әлдеқайда аз.</p> |
| 2                       |  |                                                                                                                 |

3.1-кесте (жалғасы)

|   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3 |   | Кейбір қабаттардың массалары биіктігі бойынша олармен жапсарлас қабаттардың массаларынан әлдеқайда көп.                                                                                                                                                                                                           |
| 4 |  | Қаңқалардың конструктивтік шешімдері:<br>– материал кернеулерінің шоғырлануы немесе үлкен пластикалық деформациялар конструкциялардың мерзімінен бұрын бұзылуына әкелуі мүмкін осал аймақтардың пайда болуына ықпал етеді;<br>– сейсмикалық жүктемелерді берудің айқын және болжамды жолдарын қамтамасыз етпейді. |

3.4.4 3.4.3-тармақтың талаптарын (оның ішінде арнайы техникалық шарттарға қатысты) төмендегілерге қатысты қолдануға жол беріледі:

- қоғамдық қауіпсіздік үшін екінші дәрежелі маңызы бар объектілерге (5.1-кестені қараңыз);
- бір немесе екі отбасына арналған аз қабатты тұрғын үй ғимараттарына (5.2-кестені қараңыз);
- қабырғалары бүкіл периметрі бойынша немесе периметрдің бір бөлігі бойынша орналасқан, топырақпен жанасатын, ал жоғарғы жабыны жердің жоспарлау белгісінен 200 см-ден аспайтын жоғары орналасқан топыраққа ішінара немесе толық көмілген паркингтер мен олардың бөліктеріне (немесе соларға ұқсас құрылыстарға).

#### 4 ҒИМАРАТТЫҢ МАССАЛАРЫН АНЫҚТАУ КЕЗІНДЕ ЕСКЕРІЛЕТІН ӘСЕРЛЕР КОМБИНАЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ҮЙЛЕСІМДЕР КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ

4.1 Есептік сейсмикалық әсердің инерциялық әсерлері әсердің келесі комбинациясы кезінде туындайтын барлық гравитациялық жүктемелерге байланысты массалардың болуын ескере отырып бағалануы тиіс:

$$\sum_k G_{k,j} + \sum_i [\psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}], \quad (4.1)$$

мұнда

$G_{k,j}$  – j-ші тұрақты әсердің сипаттамалық мәні;

$Q_{k,i}$  – i-ші айнымалы әсердің сипаттамалық мәні;

$\psi_{E,i}$  – есептік сейсмикалық әсердің әсерін айқындау кезінде және ғимараттың конструктивтік жүйесіне есептік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде ескерілетін ғимарат массасын есептеу үшін пайдаланылатын ауыспалы әсер ету үшін i үйлесімдер коэффициенті.

Ескертпе – (4.1) өрнегінен сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде ескерілетін ғимараттың массасын есептеу кезінде тұрақты әсерлер толығымен есепке алынатыны, ал өзгермелі әсерлер  $\psi_{E,i}$  төмендету коэффициентіне көбейтілетіні анықталады.

4.2 [4.2.4(2)P] Сейсмикалық әсердің салдарын есептеу үшін (4.1) өрнекте қабылданған  $\psi_{E,i}$  коэффициенті келесі өрнекті қолдану арқылы анықталады:

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2i}, \quad (4.2)$$

мұнда

$\varphi$  – мәндері ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ұлттық қосымшасында және 4.1-кестеде келтірілген коэффициент;

$\psi_{2i}$  – мәндері (ауыспалы әсердің квазитұрақты мәні үшін) ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 ұлттық қосымшасында және осы НТҚ құралының 4.2-кестесінде келтірілген коэффициент.

Ескертпе –  $\varphi$  коэффициенті (4.2) өрнекке екі себепке байланысты қосылған.

Бірінші себеп – инерция күштері  $\psi_{2i}Q_{k,i}$  сәйкес келетін толық массада емес, сейсмикалық әсер ету кезінде ғимараттағы оның үлестерінен тұрады. Ғимаратта 100% квазитұрақты мәнімен  $\psi_{2i}Q_{k,i}$  айнымалы әсерінің болуы екіталай оқиға болып саналады.

Екінші себеп – кейбір массалар конструктивтік жүйемен қатты емес байланысқа ие және оның нәтижесінде сейсмикалық әсерлер кезінде оған қарсы немесе амплитудасы аз фазада ауытқуы мүмкін.

#### 4.1-кесте – $\psi_{E,i}$ есептеу үшін $\varphi$ шамалары

| Үй-жайлардың санаттары                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Қабаттар мен үй-жайлар                                                                               | $\varphi$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| А – С*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Шатырлар, жабындар (пайдаланылмайтын)                                                                | 1,0       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ғимараттың негізгі функционалдық мақсатына сәйкес келетін үй-жайлар немесе үй-жайлары бар қабаттар   | 0,8       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ғимараттың негізгі функционалдық мақсатына сәйкес келмейтін үй-жайлар немесе үй-жайлары бар қабаттар | 0,5       |
| D – F* және мұрағаттар                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                      | 1,0       |
| <p>* Үй-жайлардың санаттары ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 және 4.2-кестеде келтірілген анықтамаларға сәйкес келеді.</p> <p>Ескертпелер:</p> <p>1 А санатындағы үй-жайлары бар ғимаратта (мысалы, тұрғын ғимаратта) <math>\varphi=0,8</math> коэффициентінің мәні барлық тұрғын қабаттар үшін қабылдануы тиіс. Егер ғимараттағы кез-</p> |                                                                                                      |           |

#### 4.1-кесте (жалғасы)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>келген қабат тұрғын емес болса, мысалы, инженерлік коммуникациялар мен жабдықтарды орналастыруға арналған болса, онда сол қабат үшін <math>\phi</math> коэффициентінің мәні 0,5 қабылдануы мүмкін.</p> <p>Сол сияқты, жатын бөлмелері мен палаталары бар аурухана ғимаратының барлық қабаттары үшін немесе жатын бөлмелері мен тұрмыстық бөлмелері бар қонақ үйдің барлық қабаттары үшін <math>\phi</math> коэффициентінің мәні 0,8 болуы керек. Егер көрсетілген ғимараттардағы қандай да бір қабаттар өзге мақсаттағы үй-жайларды (мысалы, инженерлік коммуникацияларды, жабдықтарды, бассейндерді, дәмханаларды немесе мейрамханаларды) орналастыруға арналған болса, онда осы қабаттар немесе осы қабаттардағы үй-жайлар үшін <math>\phi</math> коэффициентінің мәні 0,5 деп қабылдануы мүмкін.</p> <p>В санатындағы үй-жайлары бар ғимаратта (мысалы, кеңсе ғимаратында) <math>\phi</math> коэффициентінің мәні кеңсе бөлмелері бар барлық қабаттар үшін 0,8 болуы керек. Егер осы ғимаратта қандай да бір қабат немесе қандай да бір үй-жайдың басқа мақсаты болса, онда осы қабаттың немесе осы қабаттың өзге мақсаттағы үй-жайлары үшін <math>\phi</math> коэффициентінің мәні 0,5 болуы мүмкін.</p> <p>С санатындағы үй-жайлары бар (адамдар көп жиналатын үй-жайлар болып табылатын) ғимаратта <math>\phi</math> коэффициентінің мәні 0,5-ке тең қабылдануы мүмкін техникалық қабаттың үй-жайларынан басқа барлық қабаттар үшін <math>\phi</math> коэффициентінің мәнін 0,8 қабылдау керек.</p> <p>2 Мысалы, сауда үй-жайлары бар подиумды (D санаты) және тұрғын үй-жайлары бар жоғары орналасқан бөлікті (А санаты) қамтитын көп функциялы мақсаттағы ғимаратта <math>\phi</math> коэффициентінің мәні қабылдануы тиіс:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сауда үй-жайлары бар подиумның барлық қабаттары үшін 1,0;</li> <li>– адамдардың тұруына арналған ғимараттың жоғары орналасқан бөлігінің барлық қабаттары мен үй-жайлары үшін 0,8;</li> <li>– адамдардың тұруына арналмаған ғимараттың жоғары орналасқан бөлігінің қабаттары немесе үй-жайлары үшін 0,5.</li> </ul> <p>3 Ғимараттың жабыны пайдаланылатын болған жағдайда, <math>\phi</math> коэффициентінің мәні шатырдың нақты қолданылуына сәйкес келетін санатты таңдап, А, В, С немесе D санаттарына сәйкес келуі керек.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.2-кесте – $\psi_{2,i}$ коэффициенттерінің мәндері

| Үй-жайлардың санаттары (ҚР ЕЖ EN 1991-1-1:2002/2011 қараңыз)                                                                                                                                                                                                                                                                  | $\psi_{2,i}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| А санаты: тұрғын үй-жайлар (мысалы, тұрғын ғимараттардың пәтерлері, мектепке дейінгі балалар мекемелері мен мектеп-интернаттардың жатын үй-жайлары, демалыс үйлері мен пансионаттардың, жатақханалар мен қонақ үйлердің тұрғын үй-жайлары, ауруханалар мен санаторийлердің палаталары, террасалар)                            | 0,3          |
| В санаты: кеңселік, зертханалық және техникалық үй-жайлар (мысалы, ұйымдар мен мекемелердің әкімшілік, инженерлік-техникалық, ғылыми персоналының қызметтік үй-жайлары, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қоғамдық ғимараттардың тұрмыстық үй-жайлары, тұрмыстық қызмет көрсету кәсіпорындарының үй-жайлары, техникалық қабаттар) | 0,3          |
| С санаты: адамдар көп жиналуы мүмкін үй-жайлар, мысалы:<br>– ағарту мекемелерінің сынып үй-жайлары, денсаулық сақтау мекемелерінің кабинеттері мен зертханалары, ағарту, ғылым мекемелерінің зертханалары, электрондық-есептеу машиналарының үй-жайлары, қоғамдық ғимараттардың асханалары;                                   | 0,6          |

**4.2-кесте (жалғасы)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| – залдар: оқу, тамақтану (кафелерде, мейрамханаларда, асханаларда), жиналыстар, күту бөлмелері, көрермендер залы, концерттік залдар, спорт, көрме, экспозиция үй-жайлары;<br>– С санатындағы үй-жайларға жататын вестибюльдер, фойелер, дәліздер, баспалдақтар (оларға қатысты өту жолдарымен);<br>– ойын-сауық ғимараттарының көріністері және спорт ғимараттарының мінберлері. |     |
| D санаты: сауда алаңдары                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,6 |
| E санаты: қойма алаңдары, кітап қоймалары, мұрағаттар                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,8 |
| F санаты: көлік құралының төмендегідей салмағы кезіндегі көлік жолдары:                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
| а) 30 кН артық емес                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,6 |
| б) сондай, 30 кН-ден астам, бірақ 160 кН-ден кем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,3 |
| H санаты: шатырлар, жабындар (пайдаланылмайтын)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0   |
| Төмендегідей биіктікте орналасқан құрылыс алаңдары үшін ғимараттарға түсетін қар жүктемелері (ҚР ЕЖ EN 1991-1-3:2003/2011 қараңыз):                                                                                                                                                                                                                                              |     |
| - теңіз деңгейінен 1000 м және одан жоғары;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,2 |
| - теңіз деңгейінен 1000 м төмен                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0   |

## 5 ҒИМАРАТТАРДЫҢ ЖАУАПКЕРШІЛІК КЛАСТАРЫ ЖӘНЕ ЖАУАПКЕРШІЛІК КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ

5.1 Ғимараттар жер сілкінісі кезінде олардың жойылуының әлеуметтік-экономикалық салдарларына, сондай-ақ жер сілкінісінен кейінгі кезеңде халықты қорғау үшін маңыздылығына қарай жауапкершілік бойынша төмендегілерге байланысты бөлінеді:

- а) функционалдық мақсатына – төрт класқа;
- б) қабаттылығына (биіктігіне) – алты класқа.

5.2 Ғимараттар мен құрылыстарды олардың функционалдық мақсатына қарай жауапкершілігі бойынша жіктеу 5.1-кестеде келтірілген. Ғимараттардың қабаттылығына (биіктігіне) қарай жауапкершілігі бойынша жіктелуі 5.2-кестеде келтірілген.

5.3 Функционалдық мақсаты мен қабаттылығы бойынша жауапкершілік кластарының әрбір үйлесіміне есептік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде ескерілетін  $\gamma_{II}$  және  $\gamma_{IV}$  жауапкершілік коэффициенттерінің мәндері берілді (5.3-кестені қараңыз).

### 5.1-кесте – Ғимараттар мен құрылыстардың функционалдық мақсаты бойынша жауапкершілік кластары (басталуы)

| Жауапкершілік кластары | Жауапкершілік класының сипаттамасы                                                                    | Ғимараттар мен құрылыстардың түрлері                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                      | Қоғамдық қауіпсіздік үшін екінші дәрежедегі маңыздылығы бар ғимараттар мен құрылыстар                 | Адамдардың тұрақты болуы көзделмейтін, ал істен шығулар бағалы жабдықтың бүлінуімен және/немесе қоршаған ортаның ластануымен қатар жүрмейтін ғимараттар мен құрылыстар, мысалы:<br>- жылыжайлар, көшетханалар, уақытша қамтылатын шағын қоймалар, жеңіл ашық павильондар;<br>- уақытша көмекші және мобильді.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| II                     | I, III және IV санаттарға жатқызылмаған ғимараттар мен құрылыстар                                     | I, III және IV сыныптарға жатқызылған ғимараттардан басқа, тұрғын үй, қоғамдық және өндірістік ғимараттар.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| III                    | Сейсмикаға төзімділігі оларды бұзудың әлеуметтік салдары тұрғысынан маңызды ғимараттар мен құрылыстар | Пайдаланылуы оларда көптеген адамдардың ұзақ уақыт жиналуымен байланысты ғимараттар:<br>– мектепке дейінгі мекемелердің, мектептердің, колледждердің, училищелердің, жоғары оқу орындарының ғимараттары;<br>– аурухана ғимараттары (IV класқа жатқызылғандардан басқа) және перзентханалар; қарттар үйлерінің ғимараттары; халықтың қауқары аз топтарына арналған ғимараттар;<br>– жатақханалар, казармалар, пенитенциарлық қызмет ғимараттары және осыған ұқсас мақсаттағы басқа да ғимараттар.<br>– сыйымдылығы 300-ден 3000 адамға дейінгі театрлар, кинотеатрлар, жабық стадиондар ғимараттары және ғибадат, мәдени-ойын-сауық және ойын-сауық мақсатындағы басқа да ғимараттар;<br>– аралығы 30-дан 60 метрге дейінгі ғимараттар (IV класқа жататын ғимараттардан басқа). |

**5.1-кесте – Ғимараттар мен құрылыстардың функционалдық мақсаты бойынша жауапкершілік кластары (жалғасы)**

| Жауапкершілік кластары                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Кластың сипаттамасы                                                                                                      | Ғимараттар мен құрылыстардың түрлері                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Жер сілкінісінің зардаптарын жою кезінде және халықты азаматтық қорғау үшін жұмыс істеуі қажет ғимараттар мен құрылыстар | <p>Өрт сөндіру депосының ғимараттары. Энергиямен және сумен жабдықтау жүйелері бар ғимараттар мен құрылыстар (оның ішінде өрт сөндіру жүйелері және жауапкершілік IV сыныпты объектілер үшін резервтік жүйелері бар).</p> <p>Үкіметтік байланыс жүйелері бар ғимараттар мен құрылыстар. Ішкі істер және ұлттық қауіпсіздік органдарының әкімшілік ғимараттары; төтенше жағдайларды жою жөніндегі ұйымдардың ғимараттары мен арнайы құрылыстары.</p> <p>Травматологиялық және хирургиялық бөлімшелері бар госпитальдар мен ауруханалар ғимараттары; жедел медициналық жәрдем станцияларының ғимараттары.</p> <p>Ірі және орта теміржол вокзалдары мен әуежайлардың ғимараттары, сондай-ақ олардың жұмыс істеуін қамтамасыз ету жүйелері бар құрылыстар (мысалы, қозғалысты басқару); ұшақтарға арналған ангарлар.</p> <p>Жер сілкінісінің салдарын жоюға қатысатын авариялық, Медициналық және басқа да қызметтердің автомобильдеріне арналған гараж ғимараттары.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Әлеуметтік жауапкершілік деңгейі жоғары бірегей ғимараттар мен құрылыстар                                                | <p>Жалпы сыйымдылығы 3000 адамнан астам театрлар, кинотеатрлар, концерт залдары, жабық стадиондар ғимараттары және ғибадат, мәдени-ойын-сауық және ойын-сауық мақсатындағы басқа да ғимараттар.</p> <p>Мұражай ғимараттары; ұлттық және мәдени құндылықтарды сақтайтын ғимараттар; мемлекеттік мұрағаттар ғимараттары.</p> <p>Аралықтары 60 метрден асатын ғимараттар мен құрылыстар; үлкен көркемдік және тарихи құнды ескерткіштер.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ескертпе – Қорғаныстық мақсаттағы ғимараттар, арнайы технологиялық пайдалану режимдері бар өндірістік ғимараттар (мысалы, металлургия, мұнай-химия, энергетика салалары кәсіпорындарының өндірістік цехтары) және құрамында уыттылығы жоғары немесе жарылыс қаупі бар заттарды қамтитын ғимараттар осы НТҚ-да қаралмайды. |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**5.2-кесте – Қабаттылығы бойынша ғимараттардың жауапкершілік кластары**

| Ғимараттардың жауапкершілік кластары | Қабаттылығы бойынша жауапкершілік класының сипаттамасы | Ғимараттың биіктігі (Н) |                   |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
|                                      |                                                        | қабаттар саны           | метрмен           |
| I                                    | Аз қабатты ғимараттар                                  | 1-2                     | $H < 8$           |
| II                                   | Орта қабатты ғимараттар                                | 3-5                     | $9 \leq H < 19$   |
| III                                  | Көп қабатты ғимараттар                                 | 6-12                    | $19 \leq H < 42$  |
| IV                                   | Жоғары қабатты ғимараттар                              | 13-19                   | $42 \leq H < 66$  |
| V                                    | Биік ғимараттар                                        | 20-55                   | $66 \leq H < 200$ |
| VI                                   | Бірегей биік ғимараттар                                | >55 қабат               | $H \geq 200$      |

5.3-кесте – Ғимараттар үшін жауапкершілік коэффициенттерінің мәндері

| Ғимараттардың жауапкершілік кластары                                                                                                                                                     |                     | Сейсмикалық әсерлердің салдарын анықтау кезінде қолданылатын $\gamma_{Ih}$ және $\gamma_{Iv}$ коэффициенттерінің мәндері |                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| мақсаты бойынша                                                                                                                                                                          | қабаттылығы бойынша | көлденең                                                                                                                 | тік                                                                            |
| I                                                                                                                                                                                        | I                   | $\gamma_{Ih} = 0,5$                                                                                                      | $\gamma_{Iv} = 0,5$                                                            |
| II                                                                                                                                                                                       | I-II                | $\gamma_{Ih} = 1,0$                                                                                                      | $\gamma_{Iv} = 1,0$                                                            |
|                                                                                                                                                                                          | III – V             | $\gamma_{Ih} = 1,0 + 0,060 \cdot (n - 5);$<br>$1,06 \leq \gamma_{Ih} \leq 1,8$                                           | $\gamma_{Iv} = 1,0 + 0,04 \cdot (n - 5);$<br>$1,04 \leq \gamma_{Iv} \leq 1,5$  |
| III                                                                                                                                                                                      | I-II                | $\gamma_{Ih} = 1,25$                                                                                                     | $\gamma_{Iv} = 1,25$                                                           |
|                                                                                                                                                                                          | III – V             | $\gamma_{Ih} = 1,25 + 0,045 \cdot (n - 5);$<br>$1,295 \leq \gamma_{Ih} \leq 1,8$                                         | $\gamma_{Iv} = 1,25 + 0,02 \cdot (n - 5);$<br>$1,27 \leq \gamma_{Iv} \leq 1,5$ |
| IV                                                                                                                                                                                       | I-II                | $\gamma_{Ih} = 1,5$                                                                                                      | $\gamma_{Iv} = 1,5$                                                            |
|                                                                                                                                                                                          | III – V             | $\gamma_{Ih} = 1,5 + 0,030 \cdot (n - 5);$<br>$1,53 \leq \gamma_{Ih} \leq 1,8$                                           |                                                                                |
| Ескертпе – Бірегей биік ғимараттар ретінде жіктелген ғимараттар үшін жауапкершілік коэффициенттерінің мәндері (қабаттылығы бойынша VI жауапкершілік класы) осы НТҚ-да регламенттелмеген. |                     |                                                                                                                          |                                                                                |

5.4 5.2 және 5.3-кестелерде:

$n$  – бұл ғимараттағы, егер олар 1.5-бөлімде келтірілген терминдер мен анықтамаларға сәйкес келсе, ғимаратқа іргелес жоспарланған жер бетінің орташа деңгейінен төмен, сондай-ақ жертөле, жоғарғы техникалық және мансардтық қабаттардан басқа қабаттардың саны;

$H$  – ғимараттың биіктігі ғимаратқа іргелес жоспарланған жер бетінің орташа деңгейінің және сыртқы қабырғалардың жоғарғы бөлігінің (жоғарғы техникалық және мансардтық қабаттарды, сондай-ақ парапеттерді қоспағанда) немесе итарқа конструкцияларының төменгі деңгейінің айырмашылығына тең.

5.5 \* Топырақ жағдайлары III типіндегі сейсмикалығы 10 балдық алаңда салынып жатқан мектептер, ауруханалар мен мектепке дейінгі мекемелер (бөбекжайлар, балабақшалар) ғимараттарының шекті биіктігі екі қабатпен шектелуге тиіс. **(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 31.07.2024 ж. №107-НҚ бұйрық).**

5.6 \* Сейсмикалығы 7, 8 және 9 балл алаңдарында салынатын мектептерді, ауруханаларды және мектепке дейінгі мекемелерді (бөбекжайларды, балабақшаларды) жобалауға негіз топырақтарының сейсмикалық тербелістеріне қатысты оқшауланатын ғимараттардың тербелістерін азайтуды қамтамасыз ететін сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолдануды ескере отырып ғана жол беріледі. **(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 31.07.2024 ж. №107-НҚ бұйрық).**

5.7 \* Негіз топырақтарының сейсмикалық тербелістеріне қатысты оқшауланатын ғимараттардың тербелістерін азайтуды қамтамасыз ететін сейсмикалық оқшаулау жүйелерін қолдана отырып, сейсмикалық 7, 8 және 9 балл алаңдарында тұрғызылатын мектеп, аурухана және мектепке дейінгі мекемелер (бөбекжай, балабақша) ғимараттары үшін рұқсат етілетін шекті биіктіктерді ҚР НТҚ 08-01.6-2022 1.4.5-тармағына сәйкес орындау керек. **(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 31.07.2024 ж. №107-НҚ бұйрық).**

## 6 ҒИМАРАТТАРДЫ ЕСЕПТЕУ

### 6.1 Ғимараттардың есептік модельдері

6.1.1 Ғимараттың есептік моделі нақты түрде төмендегілерді көрсетуі керек:

- ғимараттың конфигурациясы, конструктивтік жүйе элементтерінің орналасуы және геометриялық сипаттамалары;
- конструкциялық материалдардың қасиеттері;
- гравитациялық және сейсмикалық жүктемелерді қабылдайтын конструкциялардың қаттылығы;
- қабатаралық жабындардың (төсемдердің) жазықтықтағы және жазықтықтан қаттылығы;
- деформацияның барлық маңызды нысандары мен инерция күштері қарастырылып отырған сейсмикалық әсер кезінде ескерілу үшін ғимараттың жоспарында және биіктігі бойынша қаттылық пен массаның таралуы [4.3.1(1)Р];
- жапсарлас тірек конструктивтік элементтердің конструктивтік жүйедегі өзара әрекеттесуі және олардың қосылыстарының ғимараттың деформациялылығына әсері [4.3.1(2)];
- конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын, бірақ сейсмикалық әсерлер кезінде оның реакциясына әсер етуге қабілетті тірек конструктивтік элементтер (мысалы, тас қалауынан жасалған қабырғалық толтырулар) [4.3.1(2)];
- ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуі, сондай-ақ сейсмикалық әсердің салдарына ықпал етуге қабілетті конструктивтік жүйенің басқа сипаттамалары.

6.1.2 Бастапқы деректердің анық еместігі кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесін қолайлы емес жағдайларға әдейі қоятын есептеу модельдерін қолдану керек.

6.1.3 Осы НТҚ ережелері ғимараттарды жобалау кезінде үш өлшемді есептеу модельдерін қолдануға бағытталған. Үш өлшемді есептеу моделінде ғимараттың конструктивтік жүйесі оған қолданылатын сыртқы күштер мен әсерлердің кеңістіктік жүйесін қабылдауға қабілетті тік және көлденең конструктивтік элементтердің кеңістіктік жиынтығы ретінде қарастырылады. Үш өлшемді есептік модельдерді қолдана отырып, ғимараттарды есептеу қазіргі заманғы бағдарламалық кешендердің көмегімен жүзеге асырылады, олардың көпшілігі соңғы элементтер әдісін қолданады.

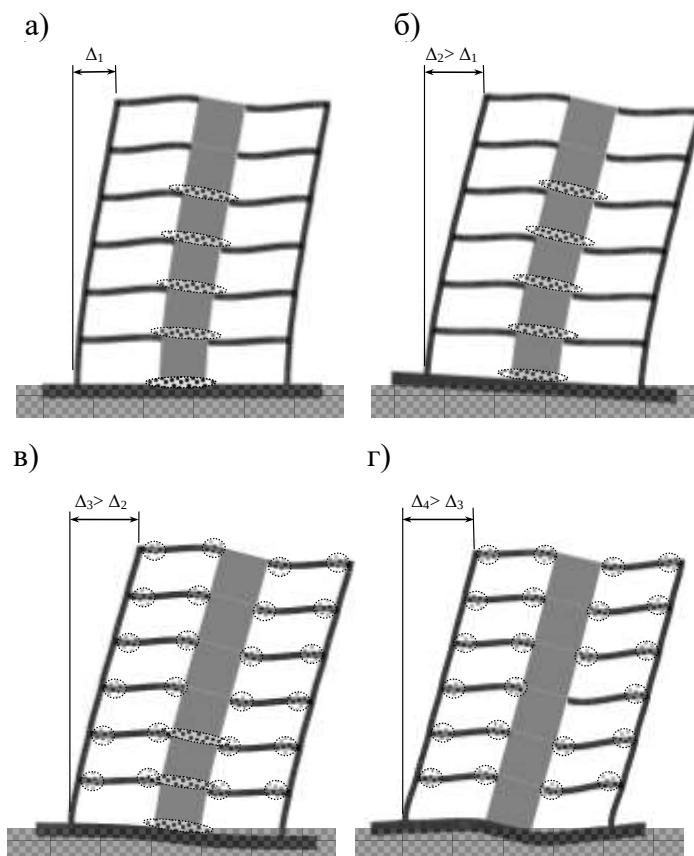
6.1.4 Жалпы жағдайда ғимараттар мен қолданылатын статикалық жүктемелердің бөліктерінің бөлінген массалары еркіндік дәрежелерінің соңғы санымен динамикалық жүйе ретінде қарастырылатын соңғы элементтік есептеу моделінің түйіндерінде шоғырланған болып қабылданады. Сейсмикалық жүктемелер массалар шоғырланған жерлерде қолданылады және сыртқы квазистатикалық жүктемелер ретінде қарастырылады.

6.1.5 Сейсмикалық әсерлерге ғимараттардың есептерін олардың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып орындау ұсынылады. Топырақ негізінің баламалы серпімді қаттылық параметрлерін, егер тиісті эксперименттік деректер болмаса, Е қосымшасының ережелеріне сәйкес анықтау ұсынылады.

Ескертпе – Ғимараттардың топырақ негізімен өзара іс-қимылын ескере отырып және ескерусіз айқындалатын есептік сейсмикалық әсерлердің салдары бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін. Ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып,

конструктивтік жүйелер элементтерінің сейсмикалық әсерлерге реакцияларының төмендеуі де, жоғарылауы да мүмкін.

6.1-суретте негіз бен іргетас құрылымының тік қаттылығының әртүрлі комбинациясы бар серпімді негіздегі қаңқалық конструктивтік жүйенің көлденең жүктемелерінің әсерінен деформацияланған күй схемалары көрсетілген. Жоғарыда келтірілген схемалар конструктивтік жүйенің топырақ негізімен өзара әрекеттесу жағдайларының оның кернеулі-деформацияланған күйінің ерекшеліктеріне айтарлықтай әсерін айқын көрсетеді.



**6.1-сурет – Қаңқалы конструктивтік жүйенің көлденең жүктемелеріндегі деформациялану схемалары: а) қатты негізде қысылған іргетас тақтасымен; б) иілгіш негізде жазықтықтан қатты іргетас тақтасымен; в) иілгіш негізде жазықтықтан иілгіш іргетас тақтасымен; г) иілгіш негізде жазықтықтан икемді іргетас тақтасымен**

  – конструктивтік жүйенің зақымдануының болжамды аймақтары

6.1.6 Конструкцияларының сызықтық-серпімді деформациясын болжауда ғимараттарға есептелген сейсмикалық жүктемелерді анықтау үшін, сондай-ақ осы жүктемелерді тірек конструкциялары арасында бөлу және осы конструкциялардағы күштерді анықтау кезінде қолданылатын есептеу модельдерінде:

а) тірек болат конструкцияларының қаттылықтары элементтердің толық қималарын және болаттың серпімді деформация сатысына сәйкес келетін физикалық сипаттамаларын ескере отырып орнатылуы керек;

б) қабырғалардағы байланыстырушы арқалықтарды қоспағанда, тірек темірбетон, болат-темірбетон және тас конструкциялардың қаттылықтарын, темірбетон және тас конструкцияларын жобалау жөніндегі қолданыстағы нормативтік құжаттарда көрсетілген

конструкция элементтерінің толық қималарын және бетонның немесе тас қалаудың серпімділік және ығысу модульдерінің бастапқы мәндерін ескере отырып, орнату керек;

в) темірбетон, болат-темірбетон және тас қабырғалардағы байланыстырушы арқалықтардың қаттылықтарын конструкция элементтерінің толық қималарын ескере отырып орнату керек, бірақ байланыстырушы арқалықтардың иілу және осьтік қаттылықтарын 0,5 төмендету коэффициентімен қабылдау керек.

6.1.7 Конструкциялардың сызықтық-серпімді деформациясын болжауда, сейсмикаға қарсы жіктердің өлшемдерін анықтау кезінде, сондай-ақ қабаттардың көлденең қисықтары мен екінші ретті әсерлердің (Р-Δ әсерлер) нормативтік шектеулерге сәйкестігін тексеру кезінде ғимараттардың орын ауыстыру шамаларын анықтау үшін қолданылатын есептік модельдерде:

а) тірек болат конструкцияларының қаттылықтарын элементтердің толық қималарын және болаттың серпімді деформация сатысына сәйкес келетін физикалық сипаттамаларын ескере отырып орнату керек;

б) барлық тірек темірбетон, болат-темірбетон және тас конструкциялардың қаттылықтарын конструкция элементтерінің толық қималарын ескере отырып, бірақ 0,5 төмендету коэффициентімен бетон мен тас қалауының серпімділігі мен жылжуының бастапқы модульдерін қабылдай отырып орнату керек.

6.1.8 6.1.6 в) тармағында келтірілген нұсқауларға балама ретінде ғимараттың тірек конструкциялары арасында сейсмикалық жүктемелерді бөлуді шектеулі пластикалық деформация кезінде олардың қаттылығының арақатынасын ескере отырып жүзеге асыруға жол беріледі (мысалы, арматураның аққыштығының басталу сатысында темірбетон конструкциялардағы жарықтарды ашу кезінде).

Ескертпе – Шектеулі пластикалық деформация кезінде олардың қаттылықтарының арақатынасын ескере отырып, ғимараттардың тірек конструкциялары арасында сейсмикалық жүктемелерді бөлу қағидаларын регламенттейтін нормативтік құжаттарды әзірлегенге дейін 6.1.8-тармақты мамандандырылған ғылыми-зерттеу ұйымдарының қатысуымен ғана іске асыру қажет.

## **6.2 Сейсмикалық әсердің есептік моделін таңдау**

6.2.1 Кеңістіктік есептік модельдерді қолдану кезінде ғимараттарға есептік сейсмикалық жүктемелерді және осы жүктемелердің әсерін сейсмикалық әсерлердің кеңістіктік сипатын ескере отырып айқындаған жөн.

6.2.2 Көлденең сейсмикалық әсерлердің кеңістіктік сипатын есепке алу және ғимараттың кез келген бағыттағы көлденең сейсмикалық әсерлерге қарсы тұру қабілетін қамтамасыз ету үшін есептік көлденең сейсмикалық әсерлер ғимараттың конструктивтік схемасының ерекшеліктеріне және/немесе оның өзіндік тербелістерінің ауытқу нысандарына байланысты қабылданатын ғимараттың маңызды ортогональды көлденең бағыттары бойымен қолданылуы тиіс. Ғимараттың маңызды ортогональды көлденең бағыттарын 6.2.4-6.2.6-тармақтардың нұсқауларына сәйкес тағайындау керек.

6.2.3 Жоспарда ортогональды бағыттарда қолданылатын көлденең сейсмикалық әсерлерді ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралында келтірілген ережелерге сәйкес анықталатын реакциялардың бірдей спектрімен сипаттау қажет. Ортогональды есептік көлденең

сейсмикалық әсерлердің бір мезгілде қолданылуынан болатын салдарларды (6.17) және (6.18) комбинациялары арқылы айқындаған жөн.

6.2.4 Жоспарда жүйелі конструктивтік схемалары бар (3.2.1 қараңыз) және жоспарда екі өзара ортогональды бағытта бағытталған тік тірек конструкциялары бар ғимараттар үшін бұл екі ортогональды бағытты маңызды бағыттар ретінде қарастыруға болады. Осындай конструктивтік схемалар үшін жоспарда ортогональды есептік көлденең сейсмикалық әсерлердің бір мезгілде әсер етуінің әсерін  $\lambda$  коэффициентінің мәнін 0,3-ке тең қабылдай отырып (6.17) және (6.18) комбинациялары арқылы айқындаған жөн.

6.2.5 Егер ғимараттардың конструктивтік схемалары үшін маңызды бағыттарды априори анықтау мүмкін болмаса, онда есептік деңгейлес сейсмикалық әсерлерді кез келген екі ортогональды бағыт бойымен қолдануға жол беріледі, бірақ ортогональды есептік деңгейлес сейсмикалық әсерлердің бір мезгілде қолданылуынан болатын салдарларды  $\lambda$  коэффициентінің (6.17) және (6.18) 0,4-ке тең мәндерінде анықтауға болады.

6.2.6 Баламалы есептік көлденең сейсмикалық әсерлерді конструктивтік схеманың басты көлденең ортогональды осьтерінің бағыттарында орнатуға жол беріледі.

Бұл ережені қолдану конструктивті схеманың көлденең ілгерілемелі тербелістерінің барлық нысандары үшін барлық қабатаралық жабындардағы конструктивтік схеманың негізгі осьтерінің орналасуы шамамен тұрақты болатын жағдайға сәйкес ғана заңды болатындығын есте ұстаған жөн.

Егер бұл шарт сақталса, ортогональды есептік көлденең сейсмикалық әсерлердің бір мезгілде әсер етуін  $\lambda$  коэффициентінің мәнін 0,3-ке тең қабылдай отырып (6.17) және (6.18) комбинациялары арқылы анықтауға жол беріледі. Егер бұл шарт орындалмаса, онда  $\lambda$  коэффициентін 0,4-ке тең қабылдау керек.

Ескертпе – Ғимараттың басты бағыттары ретінде ғимараттың көлденең үдемелі өз нысандары бойынша тербелісі кезінде ғимарат жабындарының қаттылық орталықтарының орын ауыстырулары бағытталған осьтердің бағыттарын қабылдаған жөн (ғимараттың басты ортогональды осьтерінің анықтамасы 1.5.8-де берілген).

6.2.7 Егер  $a_{vg}$  есептік үдеуінің мәні 0,25  $g$  астам болса, сейсмикалық әсердің тік компонентін және оның сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерімен бірлескен әрекетін ескеру қажет.

Ескертпе – 6.2.7-тармақтың талабын сейсмикалығы 9 балдан аспайтын алаңдарда орналасқан және аралықтары 9 м-ден аспайтын жабындары және ұзындығы 2 м-ден аспайтын жабындардың консольді учаскелері бар биіктігі қоса алғанда бес қабатқа дейінгі ғимараттар (сейсмикалық оқшауланғандардан басқа) үшін сақтамауға жол беріледі.

Тік сейсмикалық әсерлерді сипаттайтын реакциялар спектрлерін ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының ережелеріне сәйкес айқындаған жөн.

6.2.8 Көлденең және тік сейсмикалық әсерлердің бірлескен әрекетінен болатын салдарларды (6.19) және (6.20) комбинациялары арқылы айқындаған жөн.

## 6.3 Сейсмикалық әсерлер салдары

### 6.3.1 Жалпы ережелер

6.3.1.1 [4.3.3.1(1)] Сейсмикалық есептік жағдайда ескерілетін сейсмикалық және басқа да әсер етулердің әсерін ғимараттың сызықтық-серпімді тұру қалпын талдау нәтижелері бойынша анықтауға жол беріледі.

6.3.1.2 Ғимараттарға сейсмикалық әсерлер салдарын анықтау үшін жалпы жағдайда ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінде эталондық әдіс ретінде қарастырылатын «спектрлік-модальдық әдісті» қолдану керек [4.3.3.1(2)P].

Ескертпе – Ғимаратқа сейсмикалық жүктемелерді спектрлік-модальдық әдіспен анықтауға мүмкіндік беретін мамандандырылған бағдарламалық кешендердің қазіргі таралу деңгейін ескере отырып, осы НТҚ-да сейсмикалық жүктемелерді айқындаудың басқа әдістері қарастырылмайды.

6.3.1.3 Сейсмикалық әсерлердің салдарын анықтаудың спектрлік-модальдық әдісі конструкциялық материалдардың әртүрлі түрлерін қолдана отырып жасалған барлық конструктивтік типтегі ғимараттар үшін қолданылады.

Ескерту - Сейсмикалық әсерлердің салдарын спектрлік-модальдық әдіспен анықтау кезінде:

- ғимараттың конструктивтік жүйесінің есептік моделін модальдық талдау нәтижелері қолданылады – құрылыстар динамикасы әдістерін қолдана отырып анықталған табиғи тербелістердің кезеңдері мен нысандары;

- сейсмикалық әсердің салдары ғимараттың өзіндік тербелістерінің ескерілген нысандарының кезеңдеріне сәйкес келетін кезеңдердегі реакциялардың есептік спектрінің мәндеріне сүйене отырып анықталады;

- сейсмикалық жүктемелер есептік модельдің барлық массаларына қолданылады;

- көлденең сейсмикалық жүктемелер жабындар иілгіштігін және жүйеде массалардың таралу ерекшеліктерін ескере отырып, сейсмикалық әсерлерге қарсыласатын конструктивтік жүйенің тік элементтері арасында бөлінеді.

6.3.1.4 [4.3.3.1(4)] Сейсмикалық әсерлерді анықтаудың сызықтық әдістеріне балама ретінде сызықтық емес әдістерді де қолдануға болады:

а) «pushover analysis» – сызықты емес квазистатикалық есептеу;

б) уақытша аймақтағы сызықтық емес есептеу (динамикалық).

6.3.1.5 Сызықтық емес есептеулер бастапқы сейсмологиялық ақпаратқа, ғимараттың есептік моделінің параметрлеріне, есептеу нәтижелерін түсіндірудің ескерілетін шарттары мен әдісіне қатысты негізделуі керек. Сызықтық емес есептеулер мамандандырылған ғылыми-зерттеу ұйымының сүйемелдеуімен жүргізілуі керек [4.3.3.1(5)].

### 6.3.2 Есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтаудың спектрлік-модальдық әдісі

6.3.2.1  $F_{ik}$  көлденең есептік сейсмикалық жүктемені спектрлік-модальдық әдіспен анықтау үшін (6.1) өрнекті қолданған жөн:

$$F_{ik} = \gamma_{lh} \cdot S_d(T_i) \cdot m_{ik}, \quad (6.1)$$

мұнда

$F_{ik}$  –  $k$  нүктесіне қолданылатын өзінің тербелістерінің  $i$ -ші нысаны үшін қарастырылған көлденең бағытта ғимаратқа сейсмикалық жүктеме;

$\gamma_{\text{th}}$  – есептік көлденең сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде функционалдық мақсаты бойынша және қабаттылығы бойынша ғимараттың жауапкершілік кластарының үйлесімін ескеретін коэффициент (5-бөлімді қараңыз);

$S_d(T_i)$  –  $T_i$  кезеңіндегі үдеулердегі есептік реакциялар спектрінің мәні;

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

$m_{ik}$  –  $k$  нүктесіне жатқызылған, тербелістің  $i$ -нысанына сәйкес келетін, (6.2) өрнектің көмегімен анықталатын тиімді модальдық масса:

$$m_{ik} = m_k \cdot \eta_{ik}, \quad (6.2)$$

$\eta_{ik}$  –  $i$ -ші үн бойынша өзінің тербелістері кезінде ғимараттың деформациялау нысанына, жүктеменің орналасу орнына (6.3.2.1.2-тармақ бойынша айқындалатын) және сейсмикалық әсер ету бағытына байланысты коэффициент.

$\eta_{ik}$  коэффициентінің мәндерін төмендегідей анықтауға болады:

а) консольді есептеу схемасы үшін (6.2-суретті қараңыз) (6.3) өрнекті қолдана отырып:

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (6.3)$$

б) кеңістіктік есептеу схемасы үшін (6.4) өрнекті қолдана отырып:

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j) \cos(U_{ik}, U_0)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (6.4)$$

мұнда

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

$\cos(U_{ik}, U_0)$  –  $U_{ik}$  қозғалыс бағыттары мен  $U_0$  сейсмикалық векторының арасындағы косинустар;

$n$  – шоғырланған массалар саны.

6.3.2.2 Тік есептік сейсмикалық жүктемені  $F_{ikv}$  спектрлік-модальдық әдіспен анықтау үшін (6.5) өрнекті қолдану керек:

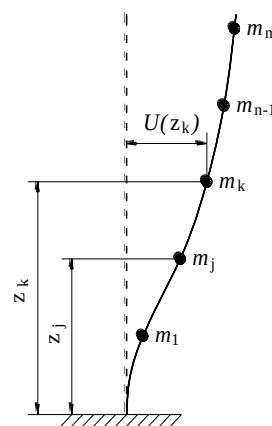
$$F_{ikv} = \gamma_{Iv} \cdot S_{dv}(T_{vi}) \cdot m_{ik}, \quad (6.5)$$

мұнда

$F_{ikv}$  –  $k$  нүктесіне қолданылатын, өзінің тербелістерінің  $i$ -ші нысаны үшін ғимараттың тік бағыттағы есептік сейсмикалық жүктемесі;

$\gamma_{Iv}$  – тік сейсмикалық жүктемелерді айқындау кезінде функционалдық мақсаты және қабаттылығы бойынша ғимараттардың жауапкершілік кластарының үйлесімін ескеретін коэффициент (5-бөлімді қараңыз);

$S_{dv}(T_{vi})$  –  $T_i$  кезеңіндегі үдеулердегі есептік реакциялар спектрінің мәні;



6.2-сурет – Консольді есептеу схемасы

$T_{vi}$  – тік бағытта  $i$ -ші нысан бойынша ғимараттың тербеліс кезеңі.

6.3.2.3 [4.3.3.3.1(2)P] Спектрлік-модальды әдіспен сейсмикалық әсердің салдарын анықтау кезінде ғимараттың жалпы реакциясына айтарлықтай әсер ететін тербелістердің барлық түрлерін ескеру қажет.

6.3.2.4 [4.3.3.3.1(3)] 6.3.2.1.3-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;

– жалпы массаның 5%-нан асатын тиімді модальды массалары бар тербелістердің барлық түрлері ескеріледі.

6.3.2.5 Егер 6.3.2.1.4-те көрсетілген шарттар орындалмаса, онда сейсмикалық әсерлерді айқындау кезінде  $0,15T_1$  астам (мұнда  $T_1$  – қаралатын бағыттағы қаралып отырған ғимараттың өзіндік тербелісінің негізгі нысанының кезеңі) және  $0,5T_B$  астам (мұндағы  $T_B$  – спектрлік жылдамдықтар графигінің тұрақты учаскесіндегі кезеңнің ең аз мәні) кезеңдермен қаралып отырған бағыттағы ғимараттың тербелістерінің барлық нысандарын ескеру қажет..

6.3.2.6 6.3.2.1.4 немесе 6.3.2.1.5 шарттары ғимараттың әрбір маңызды бағыты үшін тексерілуі тиіс [4.3.3.3.1 (4)].

#### **6.4 Сейсмикалық әсерлер салдарын айқындау кезінде ғимараттардың биіктігі бойынша конструктивтік схемаларының жүйесіздігін есепке алу**

6.4.1 Егер ғимарат бір немесе бірнеше қабат деңгейлеріндегі тік тірек конструкциялар массасының күрт өсуіне және/немесе қаттылығының азаюына байланысты биіктігі бойынша орташа немесе тым тұрақты емес деп жіктелген болса, онда осы қабаттардың тік конструкцияларындағы және олармен өзара әрекеттесетін жабындардағы көлденең сейсмикалық әсерлердің есептік салдары ұлғайтылуы тиіс.

6.4.2 6.4.1 талабы егер биіктігі бойынша жапсарлас қабаттармен салыстырғанда едәуір үлкейтілген массалары немесе азайтылған қаттылығы бар қабаттар конструкцияларындағы көлденең сейсмикалық әсерлердің әсері қаралып отырған бағытта өрнек (6.6) көмегімен есептелген  $f_{vk}$  арттыру коэффициенттерімен қабылданса, орындалған деп санауға болады:

$$1,0 \leq f_{vk} = 1,2 \cdot r_{vk} - 0,5 \leq q, \quad (6.6)$$

мұнда

$q$  – ғимараттың қарастырылатын бағытындағы тұру қалпы коэффициенті (1.5.30 қараңыз);

$r_{vk}$  – мыналар үшін есептелетін коэффициент:

– ғимараттың жоғарғы қабаттан басқа барлық қабаттары үшін, (6.7) өрнек арқылы:

$$r_{vk} = \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \geq 1,25 \quad (6.7)$$

– ғимараттың жоғарғы  $j$  қабаты үшін (6.8) өрнек арқылы:

$$r_{vk} = \sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \geq 1,25. \quad (6.8)$$

(6.7) және (6.8) өрнектерде қабылданған шартты белгілер 3.3.1.1-тармақта берілген.

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

## 6.5 Жоспардағы кездейсоқ айналу әсерлері

6.5.1 6.3.2.1-ге сәйкес анықталатын көлденең сейсмикалық жүктемелерден басқа, ғимарат массаларының орналасуындағы белгісіздіктерге және сейсмикалық қозғалыстың кеңістіктік вариацияларына байланысты жоспарда кездейсоқ айналу әсерлерін ескеру қажет.

6.5.2 Кездейсоқ айналу әсерлерін есепке алу үшін ғимараттың әр қабатындағы масса орталықтарын номиналды позицияға қатысты  $e_{ak}$  қашықтығына көлденең сейсмикалық күштердің ортогональды әрекет ету бағыты бағытында ығыстырылған деп қарау керек:

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek}, \quad (6.9)$$

мұнда

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

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

$f_{ek}$  – 6.5.3 сәйкес анықталатын  $k$ -ші қабат деңгейінде жоспардағы ғимараттың жүйесіздігін ескеретін коэффициент.

ескертпелер:

1 Жалпы жағдайда 6.5.2-тармақты қолдану ғимараттың бес есептік моделін пайдалану қажеттілігін тудырады, олардың төртеуінде массалардың ығысуының әртүрлі бағыттары мен белгілері бар. 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 қалыптан ығысуын ғимараттардың жабындары өз жазықтығында диафрагма қатаң деп қарастырылуы мүмкін жағдайларда орындау ұсынылады. Массалар ғимараттың есептік схемасындағы номиналды күйден ығысқан кезде, жабынның абсолютті қаттылығына жол беруді қабылдау ұсынылады.

6.5.3 6.5.4-те көзделген жағдайларды қоспағанда,  $f_{ek}$  коэффициентінің мәнін (6.10) өрнектің көмегімен анықтау керек:

$$f_{ek} = \rho \cdot \left( \frac{\delta_{kmax}}{1,1\delta_{kav}} \right)^4, \quad \text{мұнда } \rho \leq f_{ek} \leq 3,0, \quad (6.10)$$

мұнда:

$\delta_{kmax}$  –  $k$ -ші қабаттың жоғарғы жабынының максималды қозғалысы;

$\delta_{kav}$  –  $k$ -ші қабаттың жоғарғы жабынының ортаарифметикалық орын ауыстыруы;

$\rho$  – төмендегідей мәні қабылдануы тиіс коэффициент:

а) 3.2.1.1 тарауда келтірілген барлық өлшемдерге сәйкес келетін жоспардағы жүйелі ғимараттар үшін – 1,0;

б) 3.2.2.1 тарауда келтірілген барлық өлшемдерге сәйкес келетін жоспардағы орташа жүйелі емес ғимараттар үшін – 1,2;

в) бүкіл периметрі бойынша немесе периметрдің бір бөлігі бойынша орналасқан қабырғалары топырақпен жанасатын және жоспарда жіктеу міндетті болып табылмайтын жеке орналасқан және толық немесе ішінара топыраққа көмілген құрылыстар (паркингтер немесе олардың бөліктері) үшін (3.1.2-тармаққа 2-ескертпені қараңыз) – 2,0;

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

6.5.4 Сонымен қатар, жоспардағы кездейсоқ айналу әсерін  $k$ -ші қабаттың тік осіне қатысты жұмыс істейтін  $M_{ak}$  статикалық моменттерінің тиісті жиынтығынан туындаған әсер ретінде анықтауға болады:

$$M_{ak} = e_{ak} \cdot F_k, \quad (6.11)$$

мұнда

$M_{ak}$  – тік осіне қатысты  $k$ -ші қабаттың үстіндегі жабынға қолданылатын айналу сәті;

$e_{ak}$  – ғимараттың қарастырылып отырған бағыты үшін (6.9) өрнекке сәйкес анықталған  $k$ -ші қабаттың массасының кездейсоқ эксцентриситеті;

$F_k$  –  $M_{ai}$  статикалық айналу сәттерінің жиынтығын анықтау кезінде қарастырылатын көлденең бағыттағы ғимарат тербелістерінің негізгі тонына ғана сәйкес келетін  $F_k$  көлденең сейсмикалық күштерін ескеруге жол беріледі.

6.5.5 6.5.4 сәйкес анықталған айналу әсерлерін ғимараттың барлық қабаттары үшін бірдей қабылданатын оң және теріс белгілермен де ескеру қажет.

## 6.6 Сейсмикалық әсерлерден модальды реакциялардың комбинациясы

### 6.6.1 Сейсмикалық әсердің бір компонентінен модальды реакциялардың комбинациясы

6.6.1.1 [4.3.3.3.2(1)]  $i$  және  $j$  тербелістерінің екі нысанына сәйкес келетін ғимараттың реакциясы, егер  $T_k$  және  $T_{k+1}$  нысандарының кезеңдері келесі шартты қанағаттандырса ( $T_{k+1} \leq T_k$  кезінде), бір-бірінен тәуелсіз деп санауға болады:

$$T_{k+1} \leq 0,9 \cdot T_k. \quad (6.12)$$

6.6.1.2 [4.3.3.3.2(2)] Егер барлық маңызды модальды реакцияларды бір-бірінен тәуелсіз деп санауға болатын болса, онда оның бір компоненттен сейсмикалық әсерінің максималды мөлшерін «шаршылар қосындысының шаршы түбірі» (Square Root of the Sum of the Squares – SRSS) ретінде анықтауға болады:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2}, \quad (6.13)$$

мұнда

$E_E$  – қаралып отырған сейсмикалық әсердің салдары (күш, кернеу, орын ауыстыру және т. б.);

$E_{Ek}$  – ғимарат тербелістерінің  $k$ -ші нысаны бойынша сейсмикалық әсерлер салдарының мәні.

6.6.1.3 [4.3.3.2(3)P] Егер 6.6.1.1 шарты орындалмаса, модальдық максимумдардың комбинациясы үшін «Толық квадраттық комбинация (Complete Quadratic Combination – CQC)» сияқты дәлірек рәсімдер қабылдануы тиіс.

6.6.1.4 CQC рәсіміне сәйкес модальды максимумдарды қорытындылауға арналған өрнек келесі нысанда болады:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n E_{Ek} E_{Ej} \rho_{kj}}, \quad (6.14)$$

мұнда

$$\rho_{kj} = \frac{8\sqrt{\xi_k \xi_j} (\xi_k + \chi \xi_j) \chi^{1.5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi_k \xi_j \chi (1 + \chi^2) + 4(\xi_k^2 + \xi_j^2) \chi^2}, \quad (6.15)$$

$n$  – тербелістердің ескерілетін нысандарының саны;

$\chi$  –  $i$ -ші нысандағы табиғи тербелістер жиілігінің  $k$ -ші нысандағы табиғи тербелістер жиілігіне қатынасы;

$\xi_i, \xi_k$  – өзіндік тербелістердің  $i$ -ші және  $k$ -ші нысаны үшін сәйкесінше ыдырау коэффициенттері.

$\xi = \xi_k = \xi_j$  жол берілген кезде,  $\rho_{kj}$  мәнін жеңілдетілген өрнек арқылы анықтауға болады:

$$\rho_{kj} = \frac{8\xi^2(1 + \chi)\chi^{1.5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi^2\chi(1 + \chi)^2}. \quad (6.16)$$

## **6.6.2 Сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерінен салдарлар комбинациясы**

6.6.2.1 [4.3.3.5.1(1)P] Жалпы жағдайда сейсмикалық әсердің екі көлденең компоненті бір уақытта әрекет етеді деп саналады.

6.6.2.2 Сейсмикалық әсердің көлденең компоненттерінің бір уақытта әрекет етуінен болатын салдарлар комбинациясы келесідей ұсынылуы мүмкін:

а) алдымен, 6.6.1.2 немесе 6.6.1.4 келтірілген модальды реакциялар үшін құрамдастыру ережелерін пайдалана отырып, сейсмикалық әсердің әрбір көлденең компонентіне ғимараттың реакциясы жеке бағалануы тиіс [4.3.3.5.1(2)];

б) содан кейін сейсмикалық әсердің екі көлденең компонентінің бір уақытта әрекет етуіне байланысты әсерлер салдарын келесі екі комбинацияны қолдана отырып есептеуге болады:

$$E_{Edx} \text{ “+” } \lambda \cdot E_{Edy}, \quad (6.17)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } E_{Edy}, \quad (6.18)$$

мұнда

“+” – «...бірге комбинациясын» білдіреді;

$E_{Edx}$  – ғимараттың таңдалған  $x$  көлденең осі бойымен сейсмикалық әсерді қолдану әсерін білдіреді;

$E_{Edy}$  – бұл ғимараттың жанында  $y$  ортогональды осі бойымен бірдей сейсмикалық әсерді қолданудың әсер ету әсерін білдіреді;

$\lambda$  – мәні төмендегідей болатын коэффициент:

- 6.2.4-тармақта көзделген жағдайларда 0,3-ке тең;
- 6.2.5-тармақта көзделген жағдайларда 0,4-ке тең.
- 6.2.6-тармақта көзделген жағдайларда осы тармақтың нұсқауларына сәйкес қабылдаған жөн (0,3 немесе 0,4-ке тең).

6.6.2.3 [4.3.3.5.1(5)P] (6.17) және (6.18) комбинациялардағы әрбір компоненттің белгісі қаралып отырған сейсмикалық әсердің салдары үшін неғұрлым қолайсыз ретінде қабылдануы тиіс.

6.6.2.4 Сейсмикалық әсердің екі көлденең компоненті және кездейсоқ эксцентриситетпен шартталған жоспардағы кездейсоқ айнарудың жоспардағы бір мезгілде әрекет ету салдарын анықтау үшін:

- а) 6.5.2-тармаққа сәйкес жоспарда айналу әсерлерін айқындау кезінде – (6.17) және (6.18) сәйкес сейсмикалық әсерлер салдарын құрамдастыру қағидаларын ғана қолдану;
- б) 6.5.4-тармаққа сәйкес жоспарда айналу әсерлерін айқындау кезінде - жоспардағы айналу әсерін (6.17) және (6.18) құрамдастыру қағидаларына сәйкес айқындалған әсерлерге ілеспелі ретінде қарастыру.

### **6.6.3 Сейсмикалық әсердің көлденең және тік компоненттерінен салдарлар комбинациясы**

6.6.3.1 Сейсмикалық әсердің көлденең және тік компоненттерінің бір мезгілде әрекет ету салдарын есептеу үшін келесі үш комбинацияны қолдануға болады:

$$E_{Edx} \text{ “+” } \lambda E_{Edy} \text{ “+” } \lambda E_{Edz}; \quad (6.19)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } E_{Edy} \text{ “+” } \lambda E_{Edz}; \quad (6.20)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } \lambda E_{Edy} \text{ “+” } E_{Edz}; \quad (6.21)$$

мұнда

“+” – «...бірге комбинациясын» білдіреді;

$E_{Edz}$  – ғимараттың Z тік осі бойымен сейсмикалық әсердің әсері;

$E_{Edx}$ ,  $E_{Edy}$  және  $\lambda$  – 6.6.2.2 тарауындағыдай.

6.6.3.2 Сейсмикалық әсердің тік компонентінің әсерін анықтау ғимараттың конструктивтік жүйесінің ішінара моделіне негізделуі мүмкін, оның ішінде тік сейсмикалық жүктемелерді есепке алу маңызды және тірек конструкцияларының іргелес элементтерінің қаттылығын ескеру қажет. Барлық басқа элементтер, мысалы, іргелес аралықта орналасқан, тиісті қаттылықтармен байланыс түрінде ескерілуі мүмкін [4.3.3.5.2(2)].

### **6.7 Есептік сейсмикалық әсерлер кезінде конструктивтік жүйелердің орын ауыстыруын анықтау**

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

- а) ғимараттардың конструктивтік жүйелерінің көлденең бағытта деформациялануынан пайда болатын екінші ретті әсерлерді (P-Δ әсерлерді) анықтау кезінде (7.2.2 қараңыз);
- б) сейсмикаға қарсы жіктердің қажетті енін анықтау кезінде (7.2.7. қараңыз);

в) залалды шектеу жөніндегі талаптардың сақталуын есептік тексеру кезінде (7.3-қара).

6.7.2 [4.3.4(1)P] Сызықтық есептеуді орындау кезінде есептелген сейсмикалық әсерден туындаған қозғалыстар келесі жеңілдетілген өрнекті қолдана отырып, конструктивтік жүйенің серпімді деформациялары негізінде анықталуы мүмкін:

$$d_s = q_d d_e, \quad (6.22)$$

мұнда

$d_s$  – есептік сейсмикалық әсерден туындаған конструктивтік жүйе нүктесінің орын ауыстыруы;

$q_d$  – егер өзгеше айқындалмаса,  $q$ -ге тең болатын орын ауыстыруға арналған тұру қалпы коэффициенті.

$d_e$  – ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 4.2.5-тармағына сәйкес қабылданған реакцияның есептеу спектріне негізделген сызықтық есептеу нәтижелері бойынша анықталған конструктивтік жүйенің сол нүктесінің орын ауыстыруы;

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

6.7.4 [4.3.4(2)P]  $d_e$  қозғалыстарын анықтау кезінде айналмалы тербелістердің әсерін ескеру қажет.

6.7.5 [4.3.4(3)] Статикалық немесе динамикалық сызықтық емес есептеу нәтижесінде анықталған орын ауыстырулар кейіннен түзетусіз есептен тікелей қабылданады.

## **6.8 Тірек емес конструктивтік және конструктивтік емес элементтерге есептік сейсмикалық жүктемелер**

### **6.8.1 Жалпы ережелер**

6.8.1.1 [4.3.5.1(1)P] Істен шыққан кезде адамдар үшін қауіп төндіруі, ғимараттың конструктивтік жүйесіне немесе маңызды жабдықтың жұмыс істеуіне әсер етуі мүмкін ғимараттардың тірек емес конструктивтік элементтері (парапеттер, фронтондар, қалқалар, аспалы қасбеттер және басқалары) және ғимараттың конструкциялық емес тірек емес элементтері (мысалы, антенналар, құбыржолдар, механикалық және электр жабдықтары, сәндік сәулет элементтері) ғимараттың бекіту элементтерімен бірге есептік сейсмикалық әсерге төзімділігіне тексерілуі тиіс.

6.8.1.2 [4.3.5.1(2)P] Ерекше жауапкершіліктің тірек емес конструктивтік және конструктивтік емес элементтерінің немесе қирауы ерекше қауіп төндіретін элементтердің сейсмикалық әсеріне есептеу нақты модельге және оған конструктивтік емес элементтер бекітілген жерлердегі конструктивтік жүйе элементтерінің реакцияларына сәйкес келетін реакциялар спектрлерін пайдалануға негізделуі тиіс.

6.8.1.3 Егер механизмдер мен жабдықтар ғимараттың конструктивтік жүйесінің реакциясына айтарлықтай әсер ететін салмақ пен өлшемдерге ие болса және ғимараттың жобалық моделі аясында оларды өзгермейтін денелер ретінде қарастыруға болатын болса, онда оларды ғимараттың жобалық моделіне нақты түрде қосу ұсынылады.

6.8.1.4 [4.3.5.1(3)] 6.8.1.2 және 6.8.1.3-тармақтарда көрсетілгендерден басқа барлық қалған жағдайларда ғимараттың тірек емес элементтеріне есептік сейсмикалық

жүктемелерді анықтау рәсімін негізделген тұрғыда жеңілдетуге жол беріледі (мысалы, 6.8.2-де көрсетілгендей).

6.8.1.5 Осы бөлімнің ережелері жеке орналасқан іргетастарда орнатылған және ғимараттар мен құрылыстардың тірек конструкцияларымен байланысты емес жабдықтарға, сондай-ақ құбырларға қолданылмайды.

## 6.8.2 Тексерулер

6.8.2.1 [4.3.5.2(1)P] Тірек емес конструктивтік элементтер, сондай-ақ олардың бекітпелері мен анкерокасы есептік сейсмикалық жағдай кезінде тексерілуі тиіс.

6.8.2.2 Ғимараттардың тірек конструкцияларына бекітілген, бірақ ғимараттарға сейсмикалық жүктемелерді қабылдауға қатыспайтын тірек емес қабырғалық емес конструкциялар (қалқалар, аспалы панельдер, аспалы қасбеттік жүйелер және басқа элементтер) олардың жазықтығынан әрекет ететін сейсмикалық жүктемелерге және (қажет болған жағдайда) қабаттардың көлденең қисаюы кезінде олардың жазықтықтарында пайда болатын күштерге есептелуі тиіс.

6.8.2.3 Сейсмикалық әсердің әсерін  $F_a$  көлденең күшінің тірек емес элементтеріне қолдану арқылы анықтауға болады:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a}{q_a}, \quad (6.23)$$

мұнда

$F_a$  – шартты түрде оның ортасында шоғырланған масса қабылданған тірек емес элементтің қарастырылып отырған бағытындағы көлденең сейсмикалық күш;

$S_a$  – тірек емес элементтер үшін сейсмикалық коэффициенті (6.8.2.6 т. қараңыз);

$W_a$  – тірек емес элементтің салмағы;

$\gamma_a$  – тірек емес элементтің жауапкершілік коэффициенті (6.8.2.9 т. қараңыз);

$q_a$  – тірек емес элемент үшін тұру қалпы коэффициенті (6.1-кестені қараңыз).

6.8.2.4  $S_a$  сейсмикалық коэффициентінің мәнін келесі жеңілдетілген өрнектің көмегімен анықтау керек:

$$S_a = 1,5 \cdot a_g \cdot a_p, \quad (6.24)$$

мұнда

$a_g$  – ғимаратқа сейсмикалық әсердің қарқындылығын сипаттайтын  $g$  үлестеріндегі есептік үдеу;

$a_p$  – қарастырылып отырған элемент тербелісінің ықтимал күшеюін ескеретін динамикалық коэффициенті (6.1-кестені қараңыз).

6.8.2.5 Қаралып отырған элемент массасының ортасында шоғырланған мәнде (6.24) шартты түрде қабылданған  $F_a$  көлденең сейсмикалық күші оның беріктігін тексеру кезінде оның массасының нақты бөлінуіне сәйкес қолданылуы керек.

6.8.2.6 Конструктивтік жүйенің есептік моделіндегі осы элементтерді ескере отырып, ғимараттың тірек емес элементтеріне спектрлік-модальдық әдіспен есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде:

– ғимарат үшін  $q$  тұру қалпы коэффициентінің мәнін 1,0 қабылдау керек;

– тірек емес конструктивтік және конструктивтік емес элементтер үшін  $q_a$  тұру қалпы коэффициентінің мәндерін 6.1-кестеге сәйкес қабылдау керек;

– тірек емес конструктивтік және конструктивтік емес элементтер үшін  $\gamma_a$  жауапкершілік коэффициентінің мәнін 6.8.2.7-ге сәйкес қабылдау керек.

6.8.2.7 Жауапкершілік коэффициентінің  $\gamma_a$  мәні адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйелері үшін қажетті машиналар мен жабдықтардың анкерлеу элементтері үшін, сондай-ақ халық үшін қауіпті деп қаралатын құрамында уытты немесе жарылғыш заттар бар резервуарлар мен ыдыстар үшін қабылдануы тиіс [4.3.5.3(1)P]. Барлық қалған жағдайларда  $\gamma_a$  коэффициентінің мәнін 1,0-ге тең қабылдау керек.

6.8.2.8 Егер ғимараттың табиғи емес конструктивтік және конструктивтік емес элементтеріне технологиялық немесе табиғи-климаттық әсер сейсмикалық әсерден асып кетсе, онда оларды жобалау кезінде айқындаушы ретінде қарау керек.

**6.1-кесте – Ғимараттың тірек емес элементтері үшін  $a_p$  және  $q_a$  коэффициенттерінің мәндері**

| №                                                           | Тірек емес элементтер түрлері                                                                                                                                                                                                                                                                  | а <sub>р</sub>                                        | q <sub>а</sub> |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| Консольдік тірек емес конструктивтік элементтер             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                       |                |
| 1                                                           | Консольдік типтегі қабырғалар мен қалқалар (мысалы, тек тірек аймағында бекітілген парапеттер мен маңдайшалар).                                                                                                                                                                                | 2,5                                                   | 2,5            |
| 2                                                           | Тақта және жарнама қалқандары. Толық биіктігінің жартысынан көбі бойы кермесіз консольдер ретінде жұмыс істейтін тіректердегі түтін немесе сору құбырлары, діңгектер мен резервуарлар.<br>Ғимараттың үстінен көтерілген және онымен салыстырғанда кішкене кималары мен массасы бар құрылыстар. | 2,5                                                   |                |
| 3                                                           | Толық биіктігінің жартысынан аз уақыт ішінде кермесіз консольдер ретінде жұмыс істейтін немесе конструкция массасының орталығы деңгейінде немесе одан жоғары тартқыштармен бекітілген тіреулердегі құбырлар, діңгектер мен резервуарлар                                                        | 1,5                                                   |                |
| Консольдіктерден басқа тірек емес конструктивтік элементтер |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                       |                |
| 4                                                           | Аспалы қасбеттік жүйелер және қаптау элементтері; аспалы панельдерден жасалған қоршау қабырғалары                                                                                                                                                                                              | 2,0                                                   | 2,5            |
|                                                             | Аспалы қасбеттік жүйелер мен аспалы панельдерді бекіту элементтері                                                                                                                                                                                                                             |                                                       | 2,0            |
| 5                                                           | Сәндік элементтер                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,5                                                   | 2,5            |
|                                                             | Сәндік элементтерді бекіту элементтері                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                       | 2,0            |
| 6                                                           | Қалыңдығы кемінде 1/10 биіктікке қатысы бар тірек емес қабырғалар мен қалқалар және оларды бекіту                                                                                                                                                                                              | 1,0                                                   | 2,5            |
| 7                                                           | Қалыңдығы 1/20 кем биіктікке қатысы бар тірек емес қабырғалар мен қалқалар және оларды бекіту                                                                                                                                                                                                  | 2,0                                                   | 2,0            |
| 8                                                           | Қалыңдығы 1/20 астам, бірақ 1/10 кем биіктікке қатысы бар тірек емес қабырғалар мен қалқалар                                                                                                                                                                                                   | интерполяция бойынша (6 және 7-тармақшаларды қараңыз) |                |
| Бекітуге арналған элементтер мен бөлшектер                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                       |                |
| 9                                                           | Машиналар мен жабдықтарды                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,0                                                   | 2,0            |

6.1-кесте (жалғасы)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                              |     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Жабындарға орнатылған және тірек конструкцияларға немесе жабындарға бекітілген шкафтар мен кітап стеллаждары | 1,0 |  |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аспалы төбелер мен жарықтандыру аспаптары                                                                    | 1,5 |  |
| <p>Ескертпелер:</p> <p>1 <math>a_p</math> және <math>q_a</math> коэффициенттерінің мәндерін эксперименттік және теориялық зерттеулердің нәтижелері бойынша нақтылауға жол беріледі.</p> <p>2 6.1-кестенің деректері механизмдер мен жабдықтардың арнайы бекіткіштеріне (тербелісті басқыштармен, иілгіш серпімді төсемдермен, демпферлермен және т. б.) қолданылмайды.</p> |                                                                                                              |     |  |

## **7 ҚАУІПСІЗДІКТІ ТЕКСЕРУ**

### **7.1 Жалпы мәліметтер**

7.1.1 [4.4.1(1)P] Қауіпсіздікті тексеру кезінде тиісті шектік жағдайлар (7.2 және 7.3 қараңыз) және арнайы іс-шаралар (ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 2.2.4 тармағын қараңыз) назарға алынуы тиіс.

7.1.2 [4.4.1(2)] Функционалдық мақсаты бойынша IV-тен ерекшеленетін жауапкершілік кластары бар ғимараттар үшін (5.1-кестені қараңыз) 4.4.2 және 4.4.3-те ұйғарылған тексерулер, егер бір мезгілде мынадай екі шарт орындалса, қанағаттандырылды деп есептелуі мүмкін:

а) сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін, мәні төмен демпфирлеумен конструктивтік жүйелерге қолданылатын мәнге сәйкес келетін мінез-құлық коэффициентімен есептелген ғимарат негізіндегі жиынтық көлденең күш (ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 2.2.2.3 және 2.2.2.4 тарауларын қараңыз) ғимарат сызықтық серпімді есептеу негізінде жобаланатын әсерлердің басқа комбинацияларына сәйкес келетін көлденең күшке қарағанда аз. Бұл талап іргетастың жоғарғы немесе оның қатты жер асты бөлігінің жоғарғы деңгейіндегі бүкіл ғимарат үшін көлденең күштерге қатысты;

б) ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 2.2.4.1.4 және 2.2.4.1.5 ережелерін қоспағанда, ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 2.2.4 тармағында келтірілген арнайы іс-шаралар ескерілді.

### **7.2 Сыни шектік жағдай**

#### **7.2.1 Жалпы мәліметтер**

7.2.1.1 [4.4.2.1(1)P] Сейсмикалық есептік жағдайда қираудың болмауы (сыни шектік жағдайдың болмауы) талабы, егер іргетастың қарсыласуына, икемділігіне, тепе-теңдігіне, орнықтылығына және сейсмикаға қарсы жіктерге қатысты шарттар сақталса, орындалды деп есептеледі.

#### **7.2.2 Қарсыласулық шарты**

7.2.2.1 [4.4.2.2(1)P] Келесі теңсіздік ғимараттың барлық тірек конструктивтік элементтері үшін, соның ішінде қосылыстар мен маңызды конструктивтік емес элементтер үшін орындалуы керек:

$$E_d \leq R_d, \quad (7.1)$$

мұнда

$E_d$  – сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін (ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 ережелерінің 6.4.3.4 тармағын қараңыз), қажет болған жағдайда екінші ретгі әсерлерді қоса алғанда әсерлер салдарының есептік мәні (7.2.2.2 қараңыз). ҚР ҚЖ EN 1992-1-1:2004/2011, ҚР ЕЖ EN 1993-1-1:2005/2011 және ҚР ЕЖ EN 1994-1-1:2004/2011 және оларға ҚР НТҚ сәйкес иілу сәттерін қайта бөлуге рұқсат етіледі.

$R_d$  – пайдаланылған материал үшін қабылданған қағидаларға (материал қасиеттерінің  $f_k$  сипаттамалық шамалары және  $\gamma_m$  жеке коэффициенті негізінде) және ҚР

ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 және оларға НТҚ құралдарының 5-9-бөлімдерінде келтірілген конструктивтік жүйенің нақты түріне жататын модельдерге сәйкес, сондай-ақ басқа да тиісті нормативтік құжаттарға сәйкес есептелген элементтің есептік қарсыласулығы.

7.2.2.2 [4.4.2.2 (2)] Егер ғимараттың барлық қабаттары үшін келесі шарт орындалса, екінші ретті әсерлер (P-Δ әсерлер) ескерілмеуі мүмкін:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h} \leq 0,10. \quad (7.2)$$

(7.2) өрнекте:

$\theta$  – қабаттың қисаюуына сезімталдық коэффициенті;

$h$  – қарастырылатын қабаттың биіктігі;

$P_{\text{tot}}$  – қарастырылатын қабаттағы және оның үстіндегі сейсмикалық есептік жағдайдағы толық гравитациялық жүктеме;

$d_r$  – қарастырылып отырған қабаттың жоғарғы және төменгі қабаттарындағы  $d_s$  орташа көлденең қозғалыстарының айырмашылығы (7.1 және 7.2.2.3-суреттерді қараңыз);

$V_{\text{tot}}$  – қарастырылып отырған қабат деңгейіндегі жалпы сейсмикалық көлденең күш;

$q_d$  – егер өзгеше айқындалмаса,  $q$  -ге тең болатын орын ауыстыруға арналған тұру қалпы коэффициенті.

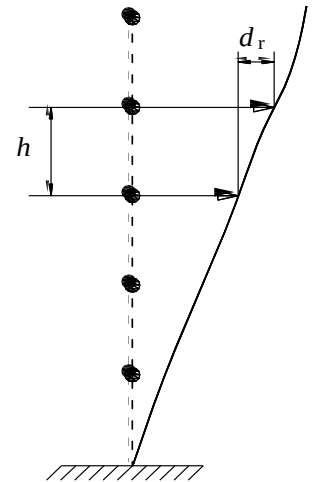
7.2.2.3 Қарастырылып отырған қабат жабындарының  $d_s$  көлденең қозғалысы 6.7.2 ережелеріне сәйкес анықталуы керек.

7.2.2.4 [4.4.2.2(3)] Егер  $0,1 < \theta \leq 0,2$  болса, онда екінші ретті әсерлерді сейсмикалық әсердің маңызды салдарын  $1/(1-\theta)$  тең коэффициентке көбейту арқылы шамамен ескеруге жол беріледі.

7.2.2.5 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.

7.2.2.6 [4.4.2.2(4)P]  $\theta$  коэффициентінің мәні 0,3-тен аспауы керек.

7.2.2.7 [4.4.2.2(6)] Сейсмикалық есептік жағдай кезінде шаршау қасиелесулығын тексеру талап етілмейді.



7.1-сурет –  $d_r$  мәндерін анықтауға

### 7.2.3 Жалпы және жергілікті иілгіштік шарттары

7.2.3.1 Ғимараттың тірек конструкциялары мен конструктивтік жүйесі конструктивтік жүйенің түріне, оны жобалаудың қабылданған тұжырымдамасына және тұру қалпы коэффициентіне байланысты оны мақсатты пайдалану дәрежесіне сәйкес келетін жеткілікті икемділікке ие екенін тексеру қажет ([4.4.2.3 (1)P]).

7.2.3.2 [4.4.2.3(2)P] Пластикалық топсалардың қажетті конфигурациясын қамтамасыз ету және тірек конструкцияларының сынуын болдырмау үшін төмендегілер орындалуы тиіс:

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

– әр түрлі құрылымдық компоненттердің қарсыласулықтарын өзгертудің қажетті тізбегін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін капаситивті жобалау әдісінің ережелері.

7.2.3.3 [4.4.2.3(3)P] Көп қабатты ғимараттарда икемді қабаттарда пластикалық деформация механизмін қалыптастыруды болдырмау керек, өйткені мұндай механизм икемді еден бағандарында шамадан тыс жергілікті пластикалық деформацияны тудыруы мүмкін.

7.2.3.4 [4.4.2.3(4)] Егер ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 5-8-бөлімдерінде және оларға ҚР НТҚ құралдарында өзгеше көрсетілмесе, онда 7.2.3.3-шартты орындау үшін биіктігі екі және одан да көп қабатты қаңқалы және оған балама қаңқалы конструктивтік жүйелерде бастапқы бағандары бар бастапқы немесе қайталама арқалықтардың барлық қосылыстарында мынадай шартты сақтау қажет:

$$\Sigma M_{Rc} \geq 1,3 \Sigma M_{Rb}, \quad (7.3)$$

мұнда

$\Sigma M_{Rc}$  – түйіндік қосылыстардағы бағандардың қарсыласу сәттерінің есептелген мәндерінің қосындысы. (7.3) шартта сейсмикалық есептік жағдайға сәйкес келетін осьтік күштер диапазонында бағаналардың қарсыласулығын анықтайтын сәттердің ең аз мәндерін пайдалану керек.

$\Sigma M_{Rb}$  – түйіндік қосылыстар аймақтарындағы арқалықтардың қарсыласу сәттерінің есептік мәндерінің қосындысы. Жартылай беріктігі бар қосылыстарды пайдалану кезінде бұл қосылыстардың қарсыласу сәттері  $\Sigma M_{Rb}$  анықтаған кезде де ескеріледі.

Ескертпе – шартты қатаң түсіндіру (7.3) түйіннің ортасындағы сәттерді есептеуді қажет етеді. Бұл сәттер түйіндердің сыртқы беттеріндегі бағандардың немесе арқалықтардың иілуіне қарсыласу сәттерінің есептелген мәндеріне сәйкес келеді, сонымен қатар түйіндердің беттеріндегі ығысулардан туындаған сәттерге тиісті төзімділік. Алайда, егер ығысуға төзімділік ескерілмесе, онда дәлдіктің жоғалуы шамалы болады, ал алынған жеңілдету айтарлықтай болады. Мұндай жуықтау қолайлы деп саналады.

7.2.3.5 [4.4.2.3(5)] (7.3) шарт сақталуы керек:

- екі ортогональды тік жазықтықта, олар екі ортогональды бағытта орналасқан рамалары бар ғимараттарда осы екі бағытта анықталады;
- екі бағыт үшін (оң және теріс), түйіннің айналасындағы арқалық сәттері, бағандардың сәттері әрдайым арқалық сәттеріне қарсы тұрады.

Егер конструктивтік жүйе қаңқа немесе қаңқаның баламасы екі негізгі көлденең бағыттың бірінде болса, онда (7.3) шарт осы бағыт бойынша тік жазықтық шегінде ғана орындалуы тиіс.

7.2.3.6 [4.4.2.3(6)] 7.2.3.4 және 7.2.3.5 ережелері көп қабатты ғимараттардың жоғарғы қабаты үшін сақталмайды.

7.2.3.7 Тірек конструкциялардың сынғыштығын болдырмауға бағытталған капаситивті жобалау ережелері ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 5-7 бөлімдерінде және көрсетілген бөлімдерге НТҚ құралында келтірілген [4.4.2.3(7)].

## **7.2.4 Тепе-теңдік шарты**

7.2.4.1 [4.4.2.4 (1)P] ҚР ЕЖ EN 1990:2002+A1:2005/2011 ережелерінің 6.4.3.4 тармағында көрсетілген сейсмикалық есептік жағдай кезіндегі ғимараттың конструктивтік жүйесі аударылуға және жылжуға (сырғуға) қарсы тұрақты болуы тиіс.

7.2.4.2 Аударылуыға қарсы тұрақтылықты тексеру кезінде ғимараттың конструктивтік жүйесін шартты түрде өзгермейтін қатты дене ретінде қарастырған жөн.

Ескертпе – Аударылуға қарсы тұрақтылықты тексеру кезінде іргетастың табанынан бастап ғимараттың толық биіктігін есепке алу қажет.

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

Егер биіктігі 9 қабаттан асатын ғимараттар үшін ғимараттың топыраққа тереңдеуіне қатысты 2.2.6.6 шарт сақталмаса, онда тік гравитациялық жүктемеден ұстап тұратын сәт көлденең есептік сейсмикалық жүктемеден аударылатын сәттен кемінде 1,8 есе асып кетуі тиіс.

7.2.4.3 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.

7.2.4.4 Конструктивтік жүйелерді аударылуыға және ығысуға қарсы тұрақтылыққа тексеру кезінде ескерілетін сейсмикалық әсердің әсерін есептеу үшін (6.17)–(6.18) өрнектерден сейсмикалық әсерлерден болатын әсерлердің комбинациясын пайдалану және көлденең сейсмикалық әсерлердің неғұрлым қолайсыз бағыттарын ескеру қажет.

7.2.4.5 [4.4.2.4(2)] Ерекше жағдайларда сейсмикалық әсер ету кезіндегі тепе-теңдік шарты (ҚР НТҚ 08-01.1-2017 құралының 4.3.1 тармағын қараңыз) энергетикалық теңгерім әдістерінің көмегімен немесе геометриялық бейсызықтықты ескеретін әдістермен тексерілуі мүмкін.

## **7.2.5 Көлденең диафрагмаларға қарсыласулық**

7.2.5.1 [4.4.2.5 (1)P] Көлденең диафрагмалар (аражабындар) және қаттылық байланыстары тиісті беріктік резервімен олар қосылған жүйелерге есептік сейсмикалық әсерлер салдарын беруге қабілетті болуы тиіс.

7.2.5.2 7.2.5.1-шартты, егер қарсылықты тексеру кезінде есептеу кезінде алынған көлденең диафрагмалардағы сейсмикалық әсердің салдары 7.2.5.3 немесе 7.2.5.4 [4.4.2.5 (2)] келтірілген мәні бар  $\gamma_d$  беріктік қорының коэффициентіне көбейтілсе, орындалған деп санауға болады.

7.2.5.3 Көлденең темірбетонды диафрагмалардағы сейсмикалық әсерлердің салдары жоғары арқалықтар немесе серпімді тіректерде орналасқан жалпақ ферменттік ұқсастықтар түріндегі ішінара есептеу модельдерінің көмегімен анықталған жағдайларда (ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 5.10 (4) тармағын қараңыз),  $\gamma_d$  мәндерін ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 4.4.2.5 (2) тармағына сәйкес сәйкес қабылдау керек:

- ығысу сияқты сынғыш бұзылу нысандары үшін – 1,3;
- пластикалық бұзылу нысандары үшін – 1,1.

7.2.5.4 Сонымен қатар, егер көлденең диафрагмалар ғимараттардың 3D есептелген модельдерінде соңғы элементтер жиынтығы – тақталар түрінде ұсынылса, онда  $\gamma_d$  коэффициентінің мәнін 1,1 қабылдауға жол беріледі.

## 7.2.6 Іргетастардың қарсыласулығы

7.2.6.1 [4.4.2.6(1)P] Іргетас жүйесі ҚР ЕЖ EN 1998-5:2004/2013, ҚР ЕЖ EN 1997-1:2004/2011, ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелеріне және осы НТҚ ережелеріне қайшы келмейтін аталған құжаттарға НТҚ құралдарының ережелеріне сәйкес келуі тиіс.

7.2.6.2 [4.4.2.6(2)P] Іргетастың конструкцияларындағы сейсмикалық әсердің салдары ғимараттың конструктивтік жүйесінде беріктік резервтерінің болуын болжайтын, бірақ оның серпімді әрекеті кезінде сейсмикалық есептік жағдайдағы конструктивтік жүйенің тиісті реакцияларынан аспайтын капаситивті жобалау әдісін қолдана отырып анықталуы керек ( $q=1,0$ ).

7.2.6.3 [4.4.2.6(3)] Егер іргетас конструкцияларындағы сейсмикалық әсердің салдары төмен диссипативті конструктивтік жүйелерге (DCL) қолданылатын  $q$  тұру қалпы коэффициентінің мәнін қолдана отырып анықталса, онда 7.2.6.2-де қарастырылған капаситивті жобалау әдісі бойынша есептеулер қажет емес.

7.2.6.4 [4.4.2.6(4)] Тік конструкциялардың (қабырғалардың немесе бағандардың) жекелеген іргетастары үшін 7.2.6.2-тармақ, егер іргетастарға  $E_{Fd}$  әсерінің есептік мәндері төмендегідей алынса, орындалды деп саналады:

$$E_{Fd}=E_{F,G}+\gamma_{Rd} \Omega E_{F,E}, \quad (7.4)$$

мұнда

$\gamma_{Rd} - q \leq 3$  кезінде 1,0-ге тең немесе басқа жағдайларда 1,2-ге тең қабылданған беріктік резервінің коэффициенті;

$E_{F,G}$  – сейсмикалық есептік жағдай үшін әсер ету комбинациясына кіретін сейсмикалық емес әсер ету салдары;

$E_{F,E}$  – сейсмикалық есептік жағдай кезіндегі әсер ету салдары;

$\Omega$  – диссипативті аймақ немесе ғимараттың  $i$  құрылысы үшін  $(R_{di}/E_{di}) \leq q$  мәні  $E_F$  әсеріне ең көп әсер етеді, мұнда

$R_{di}$  –  $i$  аймақтың немесе элементтің есептелген қарсыласулығы;

$E_{di}$  – сейсмикалық есептік жағдайдағы  $i$  аймаққа немесе конструкцияға әсер ету салдарының есептік мәні.

7.2.6.5 [4.4.2.6(5)] Тірек қабырғаларының іргетастары немесе рамалық қаңқалардың бағандары үшін  $\Omega$  коэффициенті – сейсмикалық есептік жағдай кезінде пластикалық топсаның қалыптасуы мүмкін тік тірек конструктивтік элементтің ең кіші көлденең қимасындағы екі ортогональды негізгі көлденең бағытта  $M_{Rd}/M_{Ed}$  қатынасының минималды мәні болып табылады.

7.2.6.6 [4.4.2.6(6)] Концентрлік байланысы бар қаңқалық бағаналардың іргетастары үшін  $\Omega$  – бұл  $N_{pl,Rd}/N_{Ed}$  байланысының барлық созылған диагональды байланыстары бойынша минималды мәні (ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 6.7.4(1)) тармағын қараңыз.

7.2.6.7 [4.4.2.6(7)] Эксцентрлік байланысы бар қаңқалық бағаналардың іргетастары үшін  $\Omega$  – келесі екі мәnnің ең кішісі болып табылады: барлық қысқа сейсмикалық байланыстардың  $V_{pl,Rd}/V_{Ed}$  минималды қатынасы және байланыс қаңқасындағы барлық аралық және ұзын байланыстардың  $M_{pl,Rd}/M_{Ed}$  минималды қатынасы (ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 6.8.3(1) тармағын қараңыз).

7.2.6.8 [4.4.2.6(8)] Бірден астам тік көтергіш конструкция үшін жалпы болып табылатын арқалықтар, таспалар немесе тақталар түріндегі іргетастар үшін 7.2.6.2 талабы орындалған болып саналады, егер:

– (7.4) өрнекте қолданылатын  $\Omega$  мәні сейсмикалық есептік жағдайда ең үлкен деңгейлес көлденең күші бар тік тірек конструкция үшін алынса;

– немесе, баламалы түрде (7.4) өрнекте  $\Omega=1$  мәні 1,4 мәні бар  $\gamma_{Rd}$  беріктік резерві коэффициентінің мәнімен бірге қолданылады.

### 7.3 Залалды шектеу

#### 7.3.1 Жалпы мәліметтер

7.3.1.1 [4.4.3.1 (1)] Егер сейсмикалық әсер ету кезінде қираудың болмауы талабына сәйкес келетін әсердің пайда болу ықтималдығы жоғары болса, қабаттардың көлденең қиғаштануы 7.3.2-ге сәйкес шектелген болса, залалды шектеу талабы орындалды деп саналады.

7.3.1.2 [4.4.3.1 (2)] Азаматтық қорғаныс үшін немесе сезімтал жабдықтары бар ғимараттар үшін маңызды болған жағдайда залалды шектеу талаптарын қосымша тексеру қажет болуы мүмкін.

#### 7.3.2 Қабаттардың көлденең қиғаштануын шектеу

7.3.2.1 [4.4.3.2 (1)] Егер ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2012 ережелерінің 5-9 бөлімдерінде және осы бөлімдерге НТҚ-да өзгеше көрсетілмесе, мынадай шектеулер қаралуы тиіс:

а) конструктивтік жүйеге қатты бекітілген, сынғыш материалдан жасалған тірек емес конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,0025h; \quad (7.5)$$

мұнда

$d_{rs}$  – 7.3.2.2 сәйкес есептелген қабаттың көлденең қиғаштануы;

$h$  – қабаттың биіктігі;

$v$  – 0,25 қабылданатын редуция коэффициенті (ҚР НТҚ 08-01.1-2017 4.1.2 тармағын қараңыз).

б) конструктивтік жүйеге бекітілген икемді тірек емес конструктивтік элементтері бар ғимараттар үшін:

$$d_{rs}v \leq 0,00375h; \quad .6)$$

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

$$d_{rs}v \leq 0,005h, \quad (7.7)$$

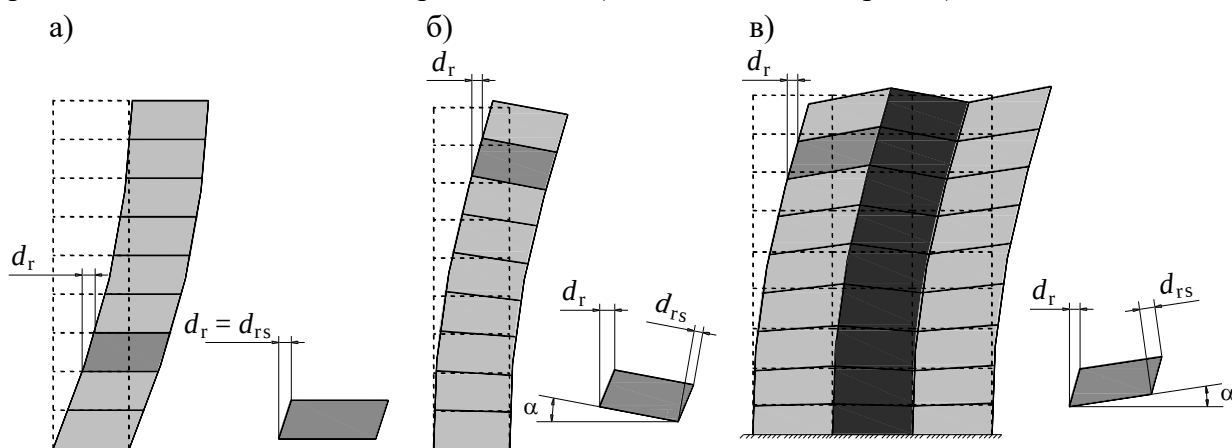
Ескертпе –  $v$  коэффициенті қираудың болмауын тексеру кезінде назарға алынатын жер сілкінісінің қайталану кезеңіне қарағанда залалды шектеу жөніндегі талаптарды тексеру кезінде назарға алынатын сейсмикалық әсерлердің қайталану деңгейінің төмен кезеңін ескереді.

7.3.2.2  $d_{rs}$  мәндерін әртүрлі конструктивтік жүйелердің деформациясының ерекшеліктерін ескере отырып анықтау керек. 7.2-суретте көрсетілген деформация схемалары үшін  $d_{rs}$  мәндерін (7.8) – (7.10) өрнектермен анықтауға болады.

Деформацияның ығысу нысанында (7.2 а) суреті), мысалы, қатты көлденең арқалықтары бар рамалық қаңқа үшін, қабаттардың көлденең қисықтарының есептік мәндерін (7.8) өрнектің көмегімен анықтауға болады:

$$d_{rs} = d_r, \quad (7.8)$$

мұнда  $d_r$  – қарастырылып отырған қабаттың жоғарғы және төменгі жабындарының  $ds$  орташа көлденең қозғалыс айырмашылығы (6.7-кіші бөлімді қараңыз).



7.2-сурет – Қабаттардың есептік қиғаштануын анықтауға

Мысалы, темірбетон қабырға жүйелері үшін (7.2 б) суреті) типтік деформацияның иілу немесе иілу-ығысу нысанында қабаттардың көлденең қиғаштануының есептік мәндері (7.9) өрнекке сәйкес анықталуы мүмкін:

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} - h \cdot \tan \alpha. \quad (7.9)$$

мұнда  $h$  – қабаттың биіктігі;

$\alpha$  – қарастырылып отырған қабаттың тік жазықтықтағы айналу бұрышы.

Деформациялану нысандары кезінде, мысалы, қаттылық ядролары және қаңқалы құрылыстары бар конструктивтік жүйелер үшін (7.2 в) суреті), қабаттар қиғаштануының есептік мәндері (7.10) өрнекке сәйкес анықталуы мүмкін:

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} + h \cdot \tan \alpha. \quad (7.10)$$

7.3.2.3 Ғимараттар қабаттарының көлденең қиғаштану шамаларын айқындау және қабаттардың қиғаштану шамаларының 7.3.2.1-тармағына сәйкестігін тексеру кезінде кездейсоқ эксцентриситеттерді ескере отырып айқындалған оның үдемелі және ширақ ауытқуларына негізделген конструктивтік жүйенің орын ауыстыруын ескеру қажет.

## **8 ТІРЕК ЕМЕС ҚОРШАУШЫ ҚАБЫРҒАЛАР МЕН ҚАЛҚАЛАРДЫ ЖОБАЛАУ ҚАҒИДАЛАРЫ**

### **8.1 Жалпы ережелер**

8.1.1 Тірек емес қоршаушы қабырғалар мен қалқаларды (бұдан әрі, егер өзгесі айтылмаса – «тірек емес қабырға конструкциялары» немесе «тірек емес қабырғалық толтыру») жалпы жағдайда, әдетте, панельді немесе қаңқалы конструкцияны жеңіл етіп орындау ұсынылады.

8.1.2 Осы бөлімнің ережелері (7.5) шартқа сәйкес келетін қабаттардың көлденең қиғаштануы бар конструктивтік жүйелердің ғимараттарында кірпіш (тас) қалауынан жасалған тірек емес қабырға конструкцияларын қолдану ережелерін регламенттейді.

8.1.3 (7.5) шартқа сәйкес келетін конструктивтік жүйелерде қолданылатын кірпішпен (тас) қалаудан жасалған тірек емес қабырға конструкцияларының конструктивтік шешімдері осы НТҚ құралының 8.2 және 8.3-кіші бөлімдерінде келтірілген және Қазақстан Республикасында қалыптасқан сынақтан өткен практикаға сәйкес келетін қағидаларға негізделуі тиіс.

8.1.4 8.2 және 8.3-кіші бөлімдерде келтірілген ережелер ҚР ЕЖ EN 1998-1: 2004/2012 жинағында келтірілген ережелерді толықтырады, осы құжаттың негізгі принциптеріне қайшы келмейді және жер сілкіністерінің салдарын талдауға және эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне негізделеді.

8.1.5 8.2 және 8.3 тарауларда келтірілген ережелер барлық келесі талаптарға жауап беретін тастан жасалған қабырға толтырғыштары үшін қолданылады:

а) қалау монолитті темірбетон тірек конструкцияларын бетондаудан және олар жобалық беріктігінің кемінде 70%-ын жинағаннан кейін орындалды;

б) қалау конструктивтік жүйелердің тік тірек конструкцияларымен байланыста (яғни арнайы тік бөлгіш жіктерсіз);

в) қалаудан жасалған толтырғыштар конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылмайтын тірек емес конструктивтік элементтер ретінде қарастырылады.

8.1.6 8.2 қолдану аймағы қабырғадағы конструктивтік жүйелермен шектелгенімен, бұл бөлімде іс жүзінде қабырға жүйелеріне балама болатын қос конструктивтік жүйелерде тірек емес қабырға конструкцияларын жобалаудың дұрыс әдістерін таңдауда пайдалы болуы мүмкін ережелер бар.

8.1.7 Егер тас қалаудан қабырғаларды толтыру сейсмикалық әсерлерге қарсы тұратын қабырғалық конструктивтік жүйенің бөлігі болып табылса, онда тас қалауды есептеу және жобалау ҚР ЕЖ EN 1998-1:2004/2011 9-бөлімінде және оған ҚР НТҚ-да келтірілген қағидаттар мен қағидаларға сәйкес орындалуы тиіс.

### **8.2 Негізгі талаптар**

8.2.1 Тірек емес қабырғалық тастан жасалған толтырғыштарға байланысты жоспардағы бұзылулардың салдарын ескеру қажет. Жоспардағы және биіктіктегі тастан жасалған қабырға толтырғыштарының орналасуында айтарлықтай бұзылудан,

асимметриядан немесе біркелкі болмаудан аулақ болу керек (қабырғадағы саңылаулардың немесе тесіктердің өлшемдерін ескере отырып) [4.3.6.2 (1)Р].

8.2.2 Тірек емес қабырғалық конструкциялардың асимметриялық орналасуына байланысты жоспардағы ғимараттың едәуір бұзылуы жағдайында ғимараттардың есептік модельдерінде тастан жасалған тірек емес қабырғалар массаларының нақты таралуын ескеру қажет.

8.2.3 Тас қалаудан жасалған тірек емес қабырға конструкцияларын қолдану кезінде, сейсмикалық әсер ету кезінде, қалаудың механикалық қасиеттерінің және оның жапсарлас тірек конструкцияларына бекітілуінің өзгергіштігіне, сондай-ақ жер сілкінісі кезінде тірек емес қабырғалық толтырулардың біркелкі емес зақымдалуына байланысты олардың тұру қалпының үлкен белгісіздігін ескеру қажет.

8.2.4 L және M икемділік кластары бар конструктивтік жүйелердегі тас қалаудан жасалған тірек емес қабырғаларды жобалау кезінде ойықтары бар тірек емес қабырғалардың тұтастығын нәзік бұзуды және мерзімінен бұрын жоғалтуды, сондай-ақ жазықтықтан жұқа тірек емес қабырғалардың ішінара немесе толық бұзылуын болдырмайтын арнайы іс-шараларды көздеу керек. Икемділік коэффициенті (ұзындығы немесе биіктігі қалыңдығына қатынасы) 15-тен асатын тірек емес қабырғаларға ерекше назар аудару керек.

8.2.5 Жазықтықтағы және жазықтықтан қабырғалық емес толтырудың тұтастығын қамтамасыз ету және тұру қалпының сипатын жақсарту жөніндегі іс-шаралар төмендегілерді қолдануды көздеуі тиіс:

- қабырғалардың бетіне сенімді бекітілген жеңіл арматуралық торлар;
- қабырғаларға бекітілген және кірпіштің көлденең жіктеріне бекітілген анкерлік байланыстар;
- қабырғаның бүкіл қалыңдығына бетон тіреулер мен белдіктер салу.

8.2.6 Егер тастан жасалған толтыру қабырғаларының кез-келгенінде үлкен ойықтар немесе тесіктер болса, онда олардың қырлары белдіктермен және тіреулермен жиектелуі керек.

### **8.3 Тас қалаудан жасалған тірек емес қоршаушы қабырғалар мен қалқалардың конструктивтік шешімдері**

8.3.1 Кірпіш (тас) қалаудан жасалған тірек емес қабырға конструкцияларын есептеу нәтижелеріне сәйкес және 8.3.2 – 8.3.7.4-тармақтарда келтірілген ережелерді сақтай отырып орындау керек.

8.3.2 Тірек емес қабырға конструкцияларын, әдетте, бағандарға, тірек қабырғаларға, ал ұзындығы 3,0 м-ден асатын болса – төбелерге жалғау керек.

Тиісті есептік немесе эксперименттік негіздеме кезінде қаңқалы конструкцияның қоршау қабырғалары мен қалқаларын тек аражабындарға немесе тек бағандарға (қабырғаларға) бекітуге жол беріледі.

8.3.3 Тірек емес қабырға конструкцияларын тірек темірбетон конструкцияларына бекітуді салмалы бұйымдарға немесе үстеме элементтерге, сондай-ақ анкерлі бұрандамалармен немесе өзектермен дәнекерленетін жалғағыш элементтермен орындау қажет.

8.3.4 Тас және бетон және оларға ұқсас тірек емес конструкцияларды тірек конструкцияларға дюбельдермен атуға жол берілмейді.

8.3.5 Жазықтықтан түсетін тірек емес қабырға конструкцияларының тұрақтылығын қамтамасыз ететін бекіткіштер қатты және жеткілікті беріктікке ие болуы тиіс.

8.3.6 Тас қалаудан жасалған тірек емес қабырға конструкцияларының үсті мен жабындардың және төсемдердің (оның ішінде арқалықтардың) төменгі беттері арасында ені кемінде 20 мм көлденең саңылауларды (тұрақты және ауыспалы әсерлерден туындаған жабындардың тік деформацияларын есепке алмағанда) қарастыру қажет.

8.3.7 Тірек емес қабырғалар мен кірпіш (тас) қалауынан жасалған қалқалардың жоғарғы жағына қалыңдығы кемінде 20 мм цемент-құм ерітіндісі немесе бетон қабатына көлденең арматуралық торлар төсеу керек, арматуралық тордың бойлық өзектерінің жалпы көлденең қимасы кемінде  $0,3 \text{ см}^2$ , ал ерітінді немесе бетон тиісінше М50 таңбасынан немесе В3,5 класынан төмен болмауы тиіс.

8.3.8 Тірек емес қабырғалық конструкциялардың кірпішпен (таспен) қалауын, оны 7 балл сейсмикалығы бар алаңдарда қолданған кезде, биіктігі бойынша кемінде 700 мм сайын көлденең жіктегі жалпы қимасы кемінде  $0,2 \text{ см}^2$  арматуралық өзектермен барлық ұзындыққа арматуралау керек.

8.3.9 8.1.8-тармақта көзделген көлденең арматуралауға қосымша сейсмикалығы 8 және одан жоғары алаңшалардағы тірек емес қабырға конструкцияларын кірпіш (тас) қалауды тік темірбетон қоспаларымен (ені кемінде 100 мм), металл тіреулермен немесе цемент-құм ерітіндісінің қабатындағы екі жақты арматуралық торлармен күшейту керек.

8.3.10 Тік темірбетон қосындыларының немесе металл тіректердің қадамын есептеу нәтижелері бойынша қабылдау керек, бірақ, әдетте, құрылыс алаңының сейсмикалығы 8 балл болған кезде 3 м-ден, ал алаңның сейсмикалығы 9 және 10 балл болған кезде 2 м-ден аспауы керек.

8.3.11 Кірпіш (тас) қалауының ерітінді қабаттарының қалыңдығы оны екі жақты арматуралық торлармен күшейткен кезде кемінде 30 мм, ал ерітінді таңбасын – кемінде 100 етіп қабылдау керек. Арматураланған ерітінді қабаттары қалауға сенімді ілінісуі тиіс.

8.3.12 Қалыңдығы 190 мм және одан жоғары қуыс бетон блоктардан қалауды блоктардағы қуыстардан құралған тік арналарда 400-500 мм қадаммен орындалған темірбетон қосқыштармен күшейту керек.

8.3.13 Биіктігі бес қабаттан асатын, сейсмикалығы 9 және одан жоғары алаңдарда тік қаттылық тіреулерінсіз (қабырғалар, байланыстар немесе қаттылық өзектері) тұрғызылатын ғимараттарда тек кешенді конструкциялы кірпішпен (тас) қалаудан қалқаларды немесе қабырға толтырғыштарын қолдануға жол беріледі.

8.3.14 Тірек емес қабырғалық конструкциялардың кірпіш (тас) қалауы үшін мынадай материалдар мен бұйымдарды қолдануға жол беріледі:

- қуыстығы 32%-дан аспайтын 50 және одан жоғары таңбалы толық құйма немесе қуыс күйдірілген кірпіш;
- тұтас бетон тастар және В3,5 және одан жоғары класты ауыр бетондардан жасалған ұсақ блоктар; тұтас бетон тастар және В2,5 және одан жоғары класты жеңіл бетондардан жасалған ұсақ блоктар;
- 75 таңбалы және одан жоғары қуыстығы 32%-дан аспайтын керамикалық тастар;

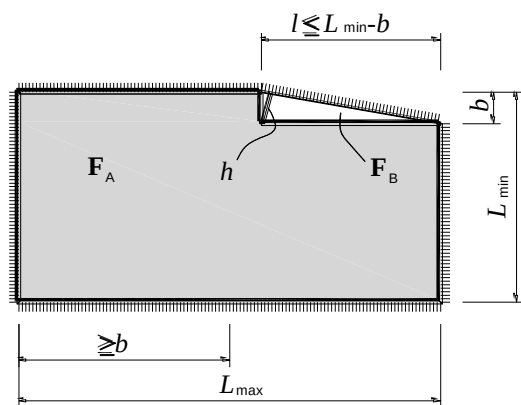
– қуыстығы 40%-дан аспайтын В7,5 және одан жоғары класты ауыр және жеңіл бетондардан жасалған қуыс бетон тастар және ұсақ блоктар.

8.3.15 Тірек емес қабырға конструкцияларын қалау аралас цемент ерітінділерінде жазғы жағдайларда 25-тен төмен емес және қысқы жағдайларда 50-ден төмен емес таңбада орындалуы тиіс.

8.3.16 Тірек емес қабырға конструкциялары үшін бекітілмеген жіктер бойынша осьтік созылуға кірпіш (тас) қалауының уақытша қарсыласу мәні 60 кПа ( $0,6 \text{ кгс/см}^2$ ) кем болмауы тиіс.

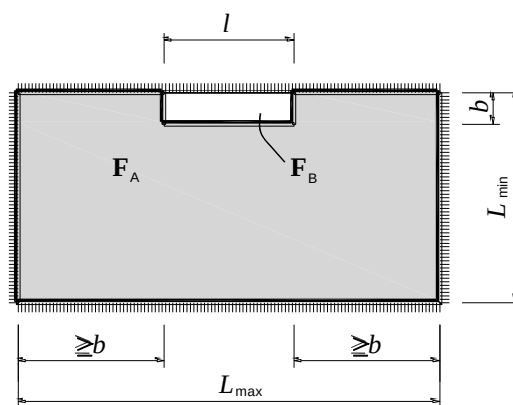
8.3.17 Жеңіл бетоннан жасалған блоктарды қалауды 8.3.17-тармақтың сақталуын қамтамасыз ететін арнайы желімдерде орындауға болады.

А қосымшасы (ақпараттық). 3.2.1.1 е) тармағына сәйкес ғимараттардың жоспардағы конфигурациясы



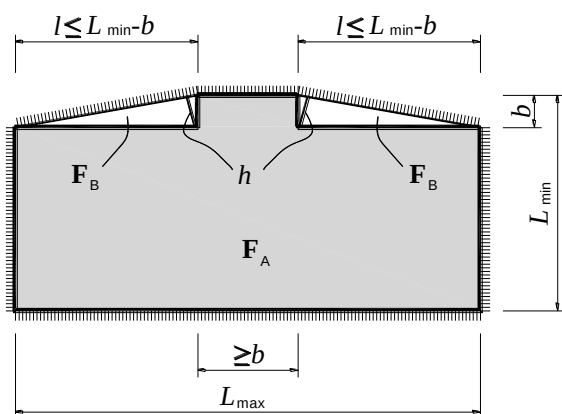
$$F_B/F_A \leq 0,05$$

$$h \leq 0,15L_{\min}$$



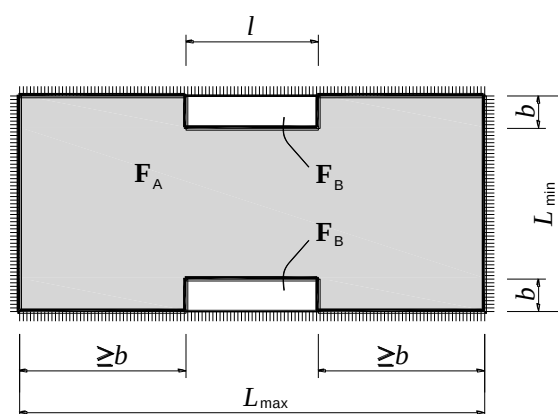
$$F_B/F_A \leq 0,05$$

$$b \leq 0,15L_{\min}$$



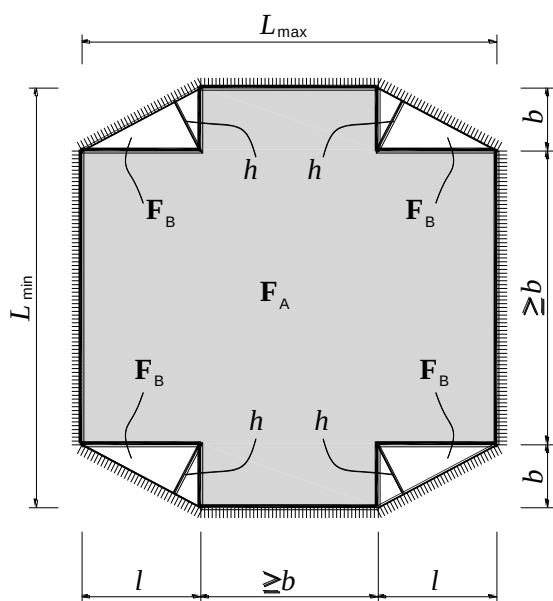
$$F_B/F_A \leq 0,05; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,1$$

$$h \leq 0,15L_{\min}$$



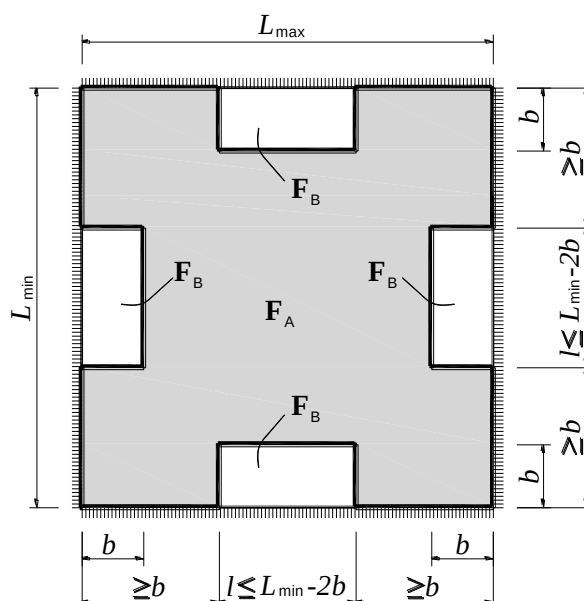
$$F_B/F_A \leq 0,05; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,1$$

$$b \leq 0,15L_{\min}$$



$$F_B/F_A \leq 0,05; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,2$$

$$h \leq 0,15L_{\min}$$

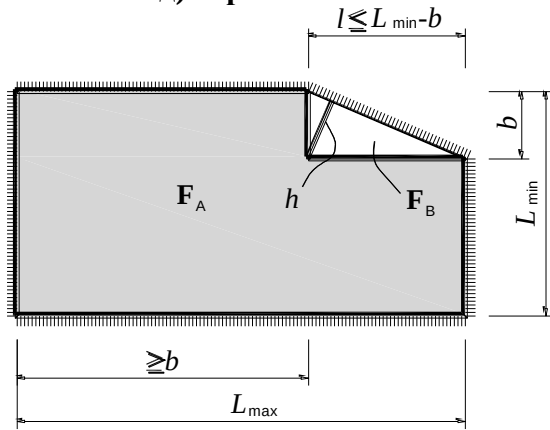


$$F_B/F_A \leq 0,05; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,2$$

$$b \leq 0,15L_{\min}$$

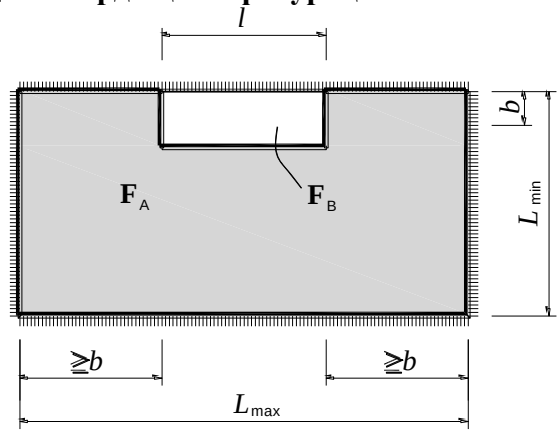
Б қосымшасы (ақпараттық).

3.2.2.1 д) тармағына сәйкес жоспардағы қабаттардың конфигурациясы



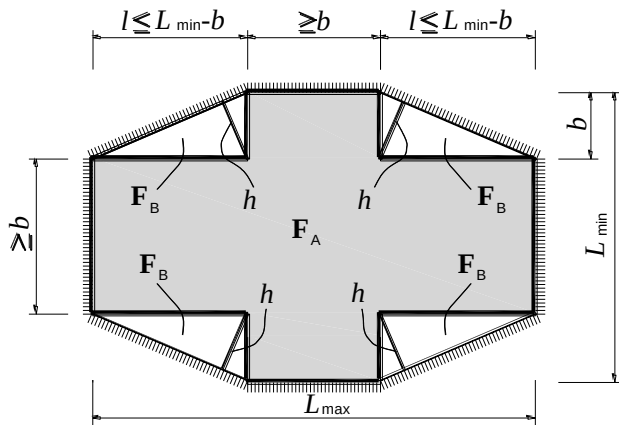
$$F_B/F_A \leq 0,1$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$



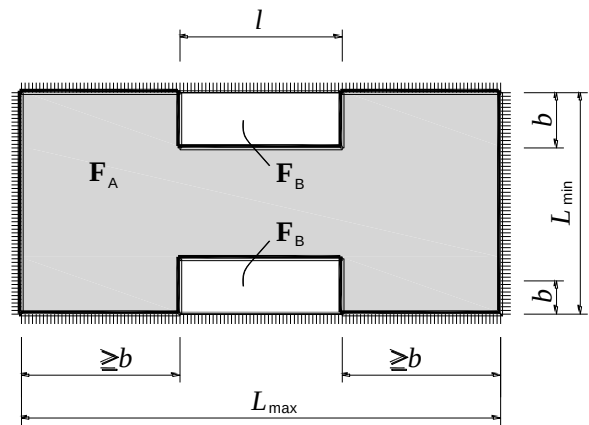
$$F_B/F_A \leq 0,1$$

$$b \leq 0,25L_{\min}$$



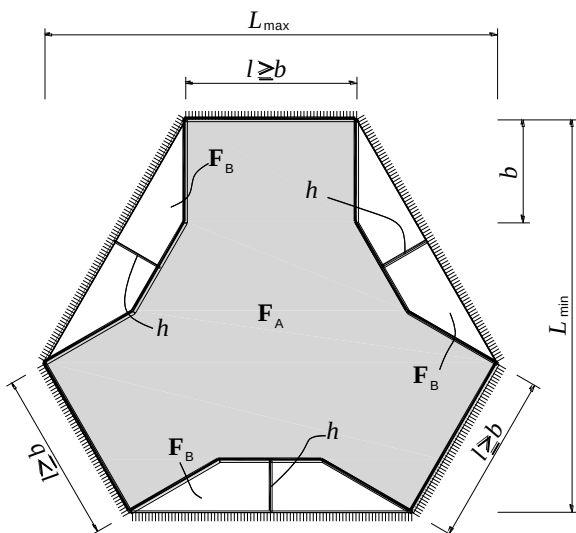
$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,3$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$



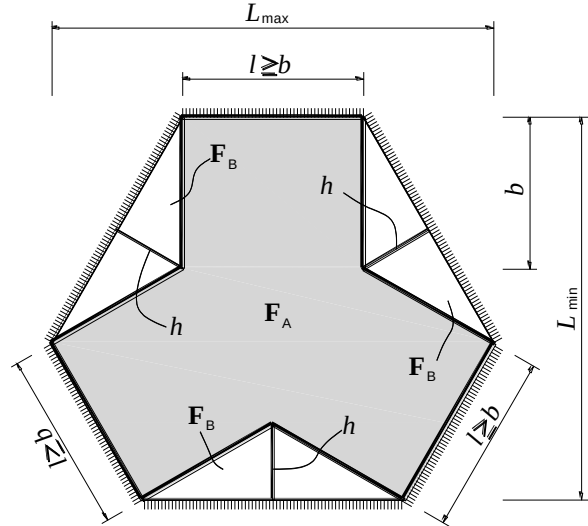
$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,2$$

$$b \leq 0,25L_{\min}$$



$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,3$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$



$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,3$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$

**В қосымшасы (ақпараттық). Ғимарат қабаттарының көлденең қаттылықтарын анықтау бойынша ұсынымдар**

В.1 3.3.1.1 б) тармағының ережелеріне сәйкес жекелеген қабаттардың көлденең қаттылықтарын биіктігі бойынша ғимараттың жүйелілігін тексеру кезінде ескеру қажет.

Ескертпе Егер ғимараттың конструктивтік схемасы (3.3) және (3.4) шарттарға сәйкес келсе, онда оны 3.3.1.1 б) тармағы бойынша тексеруді орындамауға жол беріледі (3.3.1.1-тармаққа ескертулерді қараңыз) және тиісінше қабаттардың көлденең қаттылығын анықтамауға болады.

В.2 Қабаттың көлденең қаттылығы деп қалбатқа әсер ететін көлденең күштің оның көлденең деформациясына қатынасы түсініледі.

Ескертпе – Ғимарат қабаттарының көлденең қаттылығын анықтаудың төмендегі әдісі шамамен алынған, бірақ оның көмегімен алынған мәліметтер практикалық мақсаттар үшін жеткілікті дәлдікпен биіктіктегі жапсарлас қабаттардың қаттылығы арасындағы қатынасты анықтауға мүмкіндік береді.

В.3 Ғимараттың қарастырылып отырған қабатының көлденең қаттылығын шамамен анықтау үшін:

– ғимараттың есептік моделінің барлық түйіндерінде, қарастырылып отырған қабаттың негізінде, оның барлық көлденең және тік бағыттар бойынша сызықтық қозғалуына тыйым салатын байланыстар орнатылады;

– қарастырылып отырған қабаттың жоғарғы деңгейінде орналасқан жабынға, олар қарастырылып отырған бағытта алаң бойынша біркелкі және симметриялы бөлінген көлденең жүктемелер қолданылады.

В.4 Қарастырылып отырған бағыттағы қабаттың көлденең қаттылығын мына өрнектің көмегімен анықтау керек:

$$C_i = \frac{F_i}{\Delta_i}. \quad (B.1)$$

мұнда

$C_i$  – қарастырылып отырған бағытта  $i$ -ші қабаттың көлденең қаттылығы;

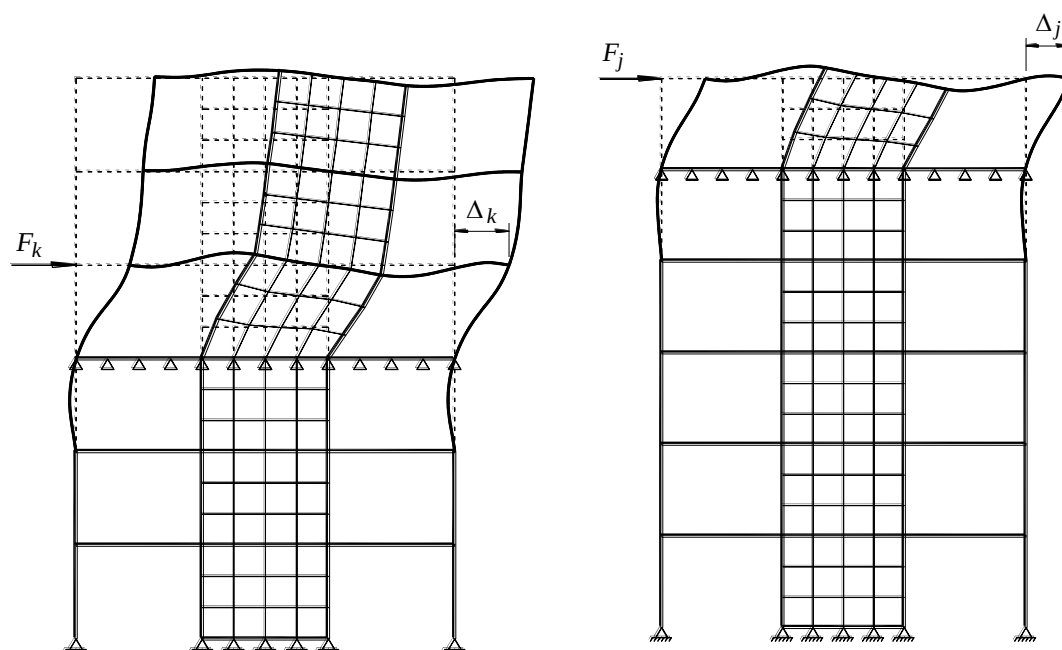
$F_i$  – қарастырылып отырған бағытта  $i$ -ші қабаттың жоғарғы деңгейінде қолданылатын жалпы көлденең күш;

$\Delta_i$  – қарастырылып отырған бағытта төменгі қабатқа қатысты  $i$ -ші қабаттың жоғарғы қабатының орташа қозғалысы.

Ұсынылған әдіс қабаттардың көлденең қаттылықтарын олардың конструкцияларының иілу, ығысу және осьтік қаттылығын ескере отырып, сондай-ақ қабат конструкцияларының бір-біріне және биіктігі бойынша жапсарлас конструкцияларға қосылыстарының икемділігін ескере отырып анықтауға мүмкіндік береді.

Ғимараттар қабаттарының көлденең қаттылықтарын анықтаудың басқа негізделген әдістерін қолдануға жол беріледі.

Ғимараттың аралық және жоғарғы қабаттарының көлденең қаттылықтарын анықтаудың ұсынылған әдісін қолдануды суреттейтін мысалдар В.1 суретінде көрсетілген.



**В.1 суреті – Ғимарат қабаттарының көлденең қаттылықтарын анықтауға**

Г қосымшасы  
(ақпараттық)

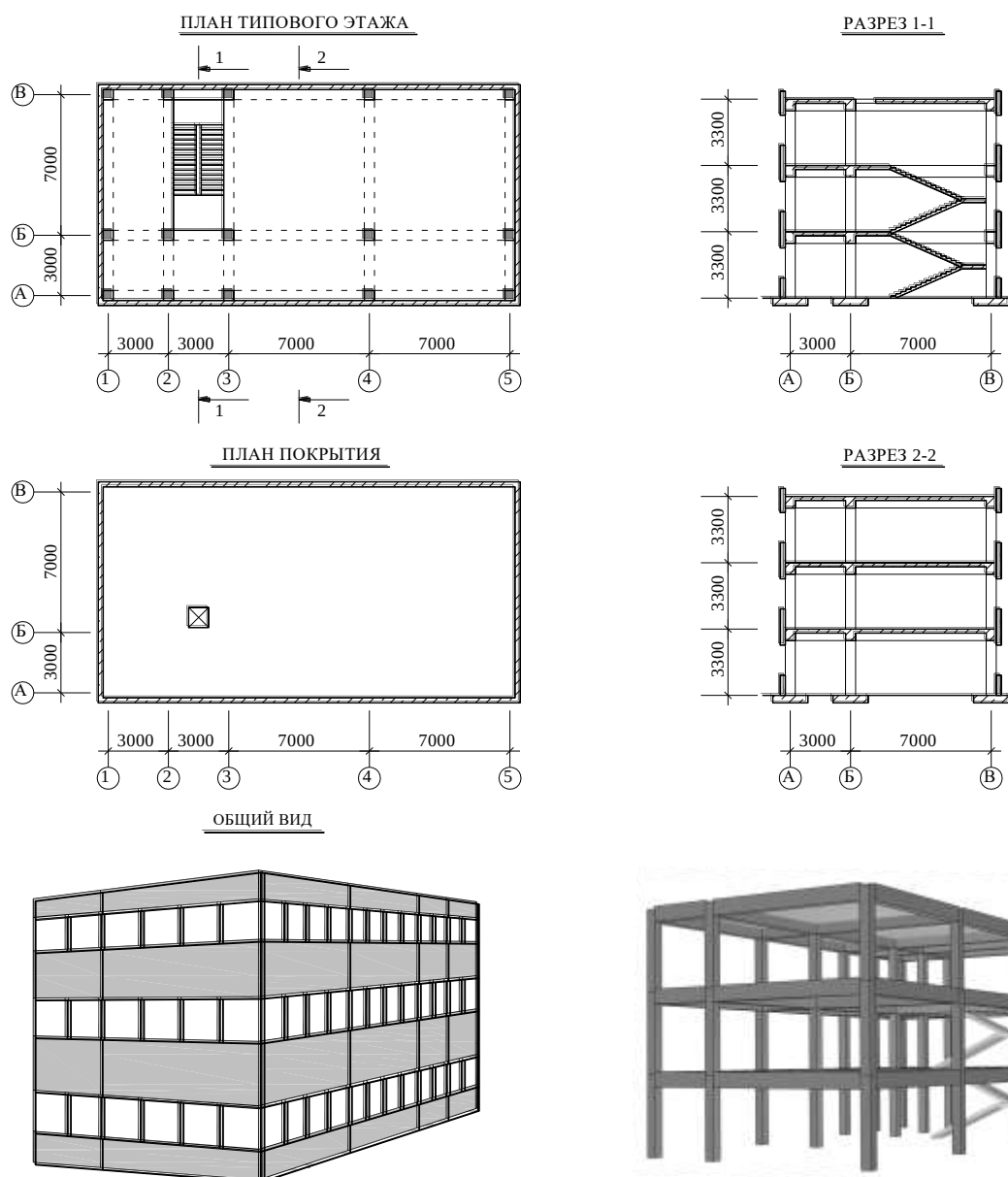
Жалпы есептеулер нәтижелері бойынша жоспардағы ғимараттардың  
жүйелілігін бағалау мысалдары

1-МЫСАЛ Жоспардағы үш қабатты ғимараттың жүйелілігін бағалау

Бастапқы деректер.

Функционалдық мақсаты бойынша қоғамдық ғимараттар санатына жататын үш қабатты қаңқалы ғимарат қарастырылады.

Схемалық жоспарлар, қималар және ғимарат пен қаңқаның жалпы түрлері Г.1 суретінде көрсетілген.



Г.1 суреті – Схемалық жоспар, қималар және ғимарат пен қаңқаның жалпы түрлері.

Ғимараттың бойлық және көлденең бағыттарындағы қаңқа рамамен қабылданады (бағандар мен ригельдердің қосылыстарының қатты түйіндерімен).

Бағандар –  $40 \times 40$  см қимасы бар монолитті темірбетон.

Ригельдер –  $40 \times 60(h)$  см қимасы бар монолитті темірбетон.

Жабындар – қалыңдығы 20 см монолитті темірбетон тақталары.

Баспалдақ марштары мен алаңдар – келтірілген қалыңдығы 20 см монолитті темірбетоннан.

Тірек конструкцияларының материалы – С20/25 қысу беріктігі бойынша ауыр бетон класы.

Сыртқы қабырғалары – таспалы әйнектері бар жеңіл панельдерден жасалған аспалы.

Қалқалар – жеңіл тиімді материалдардан жасалған қаңқалық конструкциялар.

Шатыр – біріктірілген, орама.

Ғимараттың массасын анықтау кезінде ескерілетін тұрақты ( $G$ ) және ауыспалы ( $Q$ ) жүктемелердің мәндері Г.1 кестесінде келтірілген.

Ғимараттың есептік схемасы кеңістіктік жүйе (3D) түрінде қабылданады, ол өзек пен пластиналық соңғы элементтерден тұрады (Г.2 суретін қараңыз).

Есептік схемада бағандар мен тіректер өзектік соңғы элементтермен, пластиналықтармен – қабатаралық жабындар, төсемдер мен баспалдақтар модельденді.

Ғимаратты есептеу төмендегілерді ескере отырып орындалды:

– баспалдақ марштарының қаттылықтары;

– қабатаралық жабындардың және көлденең жазықтықтағы төсемдердің қаттылықтары (олардың ойықтармен бәсеңдеуін ескере отырып).

Ғимарат негізге қатты қысылған болып қабылданды.

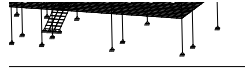
Аспалы қабырғалар мен қалқалардың қаңқа жұмысына ықпалы есепке алынбады.

Ғимараттың есептеулері «STRAP 2021» бағдарламасының көмегімен жүргізілді.

**Г.1 кестесі –  $G$  және  $Q$  мәндерінің анықтамасы**

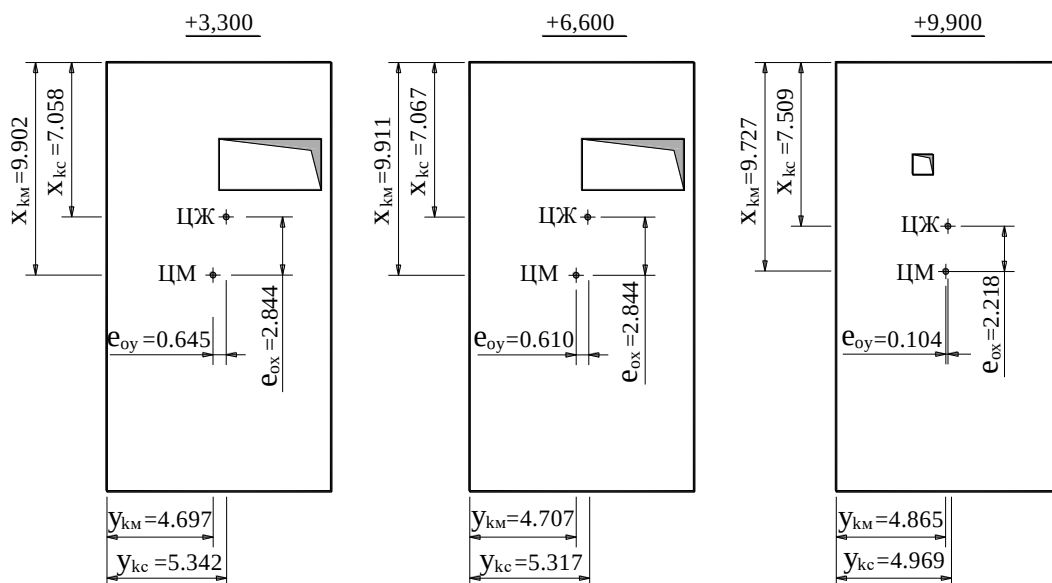
| №                   | Ғимарат элементтері                            | Өлшем бірлігі | Есептеу                               |                                                             | G мәні                   |
|---------------------|------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Тұрақты жүктемелер  |                                                |               |                                       |                                                             |                          |
| 1                   | Барлық тірек конструкциялардың өзіндік салмағы | 25 кН/м³      | Автоматты түрде бағдарлама арқылы     |                                                             |                          |
| 2                   | Аспалы қабырғалар (шынылауды ескере отырып)    | кН/м          | 1,32                                  |                                                             | 1,32                     |
|                     | Едендер                                        | кН/м²         | 2,00                                  |                                                             | 2,00                     |
|                     | Баспалдақ марштары мен алаңдар                 | кН/м²         | 1,00                                  |                                                             | 1,00                     |
|                     | Жабын-шатыр                                    | кН/м²         | 2,00                                  |                                                             | 2,00                     |
| Айнымалы жүктемелер |                                                |               |                                       |                                                             |                          |
| №                   | Ғимарат элементтері                            | Өлшем бірлігі | Q жүктемелерінің сипаттамалық мәндері | $Q \cdot \psi_{Ei} = Q \cdot \varphi \cdot \psi_{2i}$ есебі | $Q \cdot \psi_{Ei}$ мәні |
| 3                   | Кеңсе бөлмелері                                | кН/м²         | 2,5                                   | $3,3 \times 0,8 \times 0,3$                                 | 0,792                    |
|                     | уақытша қалқалар                               | кН/м²         | 0,8                                   |                                                             |                          |
|                     | Дәліздер                                       | кН/м²         | 3,0                                   | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                                 | 0,72                     |
|                     | Баспалдақ марштары мен алаңдар                 | кН/м²         | 3,0                                   | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                                 | 0,72                     |

|                                                                                                    |                                                     |                   |     |                             |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----|-----------------------------|------|
| 4                                                                                                  | Төсем - Н санаты<br>(пайдаланылмайтын)              | кН/м <sup>2</sup> | 0,4 | $0,4 \times 1,0 \times 0,0$ | 0,00 |
| 5                                                                                                  | Төсем - қар<br>(теңіз деңгейінен Н ≤ 1000 м жоғары) | кН/м <sup>2</sup> | 1,2 | $1,2 \times 1,0 \times 0,0$ | 0,00 |
| Ескертпе – $\varphi$ мәндері 4.1-кестеде келтірілген. $\psi_{2i}$ мәндері 4.2-кестеде келтірілген. |                                                     |                   |     |                             |      |



Г.2 суреті – Ғимараттың есептік схемасы

Ғимараттың массалар мен қаттылық орталықтарының қабатаралық жабындар деңгейіндегі орнын және массалар мен қаттылық орталықтары арасындағы эксцентриситеттер мәндерін сипаттайтын ғимараттың жалпы есебінің нәтижелері Г.3 суретінде және Г.2 кестесінде келтірілген.



Г.3 суреті – Қабатаралық жабындар деңгейіндегі массалар мен қаттылықтар орталықтарының орналасуы

Г.2 кестесі – Қабатаралық жабындар деңгейіндегі масса орталықтары мен қаттылық орталықтарының координаттары

| Белгідегі қабатаралық жабын, м | Масса орталықтарының координаттары, м | Қаттылық орталықтарының координаттары, м | Массалар мен қаттылықтар орталықтарының арасындағы эксцентриситеттер, м |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|

|      | X     | Y     | X     | Y     | e <sub>ox</sub> | e <sub>oy</sub> |
|------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|
| 3,30 | 9,902 | 4,697 | 7,058 | 5,342 | 2,844           | -0,645          |
| 6,60 | 9,911 | 4,707 | 7,067 | 5,317 | 2,844           | -0,610          |
| 9,90 | 9,727 | 4,865 | 7,509 | 4,969 | 2,218           | -0,104          |

Ғимараттың табиғи тербелістерінің алғашқы үш нысаны, осы нысандарға сәйкес келетін табиғи тербелістер кезеңдері, сондай-ақ тербелістердің прогрессивті нысандары үшін жабындар жиектерінің максималды және минималды қозғалыстарының салыстырмалы мәндері ( $\delta_{\max}$  және  $\delta_{\min}$ ), сондай-ақ осы қозғалыстар арасындағы қатынастар Г.3 кестесінде келтірілген.

Г.3 кестесі – Ғимаратты жалпы есептеу нәтижелері

| Нысан нөмірі | T, с  | Деформациялану схемасы                                                              | Жабындар деңгейі | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{\text{kav}}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{\text{kav}}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|--------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1            | 0,425 |    | +3,300           | 39              | 0               | 19,5                  | 50 %                                                              |
|              |       |                                                                                     | +6,600           | 77              | 0               | 38,5                  | 50 %                                                              |
|              |       |                                                                                     | +9,900           | 100             | 3               | 51,5                  | 48,5 %                                                            |
| 2            | 0,383 |    | +3,300           | 37              | 35              | 36,0                  | 2,7 %                                                             |
|              |       |                                                                                     | +6,600           | 73              | 70              | 71,5                  | 2,1 %                                                             |
|              |       |                                                                                     | +9,900           | 100             | 93              | 96,5                  | 3,5 %                                                             |
| 3            | 0,297 |  | —                | —               | —               | —                     | —                                                                 |

Ғимаратты динамикалық есептеу нәтижелеріне сәйкес:

- ғимарат тербелістерінің бірінші және екінші нысаны жоспарда ілгерілемелі, ал үшіншісі жоспарда айналмалы болып табылады;
- ғимарат 3.2.1.1 а), б), г), д), е) шарттарына сәйкес келеді;
- бойлық бағытта ғимарат 3.2.1.1 в) шартына сәйкес келеді;
- бойлық бағытта ғимарат 3.2.2.1 б) шартына сәйкес келмейді.

**Қорытынды.** Қарастырылған конструктивтік жүйе жоспарда шамадан тыс жүйелі емес болып табылады.

**2-МЫСАЛ** Жоспардағы үш қабатты ғимараттың жүйелілігін, оның конструктивтік схемасы өзгертілгеннен кейін бағалау

**Бастапқы деректер.**

1-мысалда қабылданған қаңқалы ғимараттың конструктивтік схемасы төмендегідей өзгертілді:

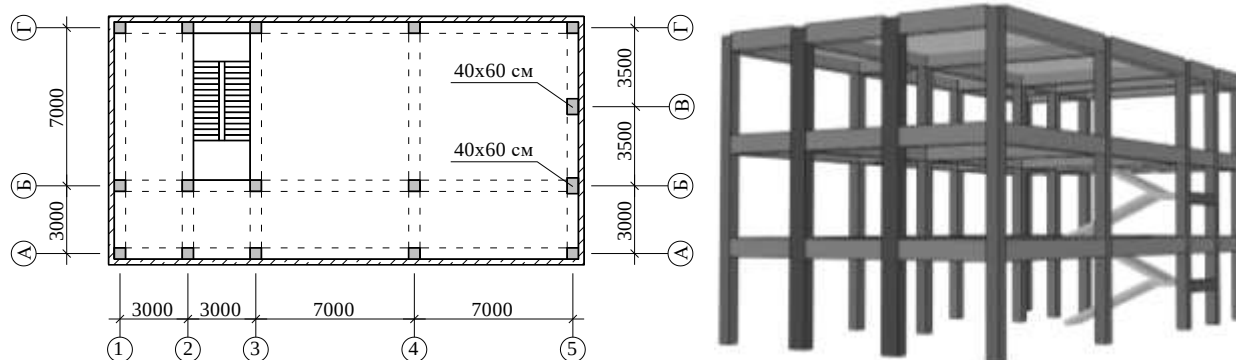
- В/5 осьтерінің қиылысында барлық қабаттар деңгейінде 40×60 см көлденең қимасы бар қосымша бағандар қарастырылған;

– В/5 осьтерінің қиылысында орналасқан бағандардың көлденең қимасы 40×60 см-ге дейін ұлғайтылды.

1-мысалда келтірілген барлық басқа конструктивтік шешімдер мен жүктеме айнымалылары өзгеріссіз қалады.

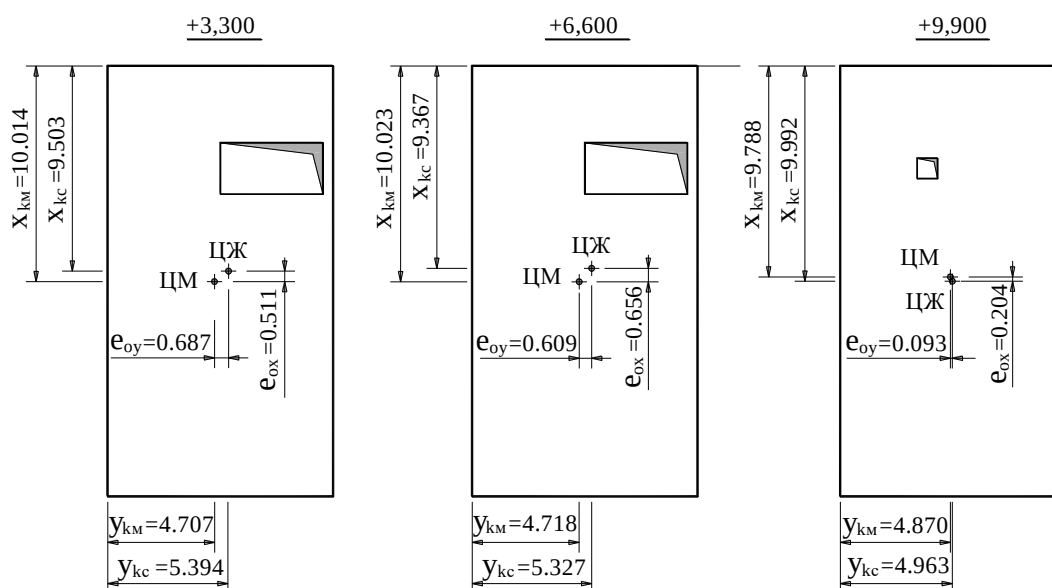
Типтік қабаттың схемалық жоспары және енгізілген өзгерістері бар қаңқаның жалпы көрінісі Г.4 суретінде көрсетілген.

ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА



Г.4 суреті – Схемалық жоспар және қаңқаның жалпы көрінісі

Ғимараттың массалық және қаттылық орталықтарының орналасуын сипаттайтын есептеулер нәтижелері Г.5 суретінде және Г.4 кестесінде көрсетілген массалық және қаттылық орталықтары арасындағы эксцентриситеттер мәндері көрсетілген.



Г.5 суреті – Қабатаралық жабындар деңгейіндегі массалар мен қаттылықтар орталықтарының орналасуы

Г.4 кестесі – Қабатаралық жабындар деңгейіндегі масса орталықтары мен қаттылықтар орталықтарының координаттары

| Белгідегі қабатаралық жабын, м | Масса орталықтарының координаттары, м | Қаттылық орталықтарының координаттары, м | Массалар мен қаттылықтар орталықтарының арасындағы эксцентриситеттер, м |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                       |                                          |                                                                         |

|     | X      | Y     | X     | Y     | e <sub>ox</sub> | e <sub>oy</sub> |
|-----|--------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|
| 3,3 | 10,014 | 4,707 | 9,503 | 5,394 | 0,511           | -0,687          |
| 6,6 | 10,023 | 4,718 | 9,367 | 5,327 | 0,656           | -0,609          |
| 9,9 | 9,788  | 4,870 | 9,992 | 4,963 | 0,204           | -0,093          |

Өзіндік тербелістердің алғашқы үш нысаны бойынша ғимараттың деформациялану схемалары, осы нысандарға сәйкес келетін кезеңдер, тербелістердің прогрессивті нысандары үшін едендердің жиектерінің максималды және минималды қозғалыстарының салыстырмалы мәндері ( $\delta_{\max}$  және  $\delta_{\min}$ ), сондай-ақ осы қозғалыстар арасындағы қатынастар Г.5 кестесінде келтірілген.

Г.5 кестесі – Ғимаратты жалпы есептеу нәтижелері

| Нысан нөмірі | T, c  | Деформациялану схемасы                                                              | Жабындар деңгейі | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{\text{kav}}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{\text{kav}}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|--------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1            | 0,378 |    | +3,300           | 37              | 33              | 35                    | 5,4 %                                                             |
|              |       |                                                                                     | +6,600           | 75              | 67              | 71                    | 5,3 %                                                             |
|              |       |                                                                                     | +9,900           | 100             | 93              | 96,5                  | 3,5 %                                                             |
| 2            | 0,334 |    | +3,300           | 37              | 29              | 33                    | 10,8 %                                                            |
|              |       |                                                                                     | +6,600           | 76              | 58              | 67                    | 11,8 %                                                            |
|              |       |                                                                                     | +9,900           | 100             | 87              | 93,5                  | 6,5 %                                                             |
| 3            | 0,277 |  |                  | —               | —               | —                     | —                                                                 |

Ғимаратты динамикалық есептеу нәтижелеріне сәйкес:

– ғимарат тербелістерінің бірінші және екінші нысаны жоспарда ілгерілемелі, ал үшіншісі жоспарда айналмалы болып табылады;

- ғимарат 3.2.1.1 а), б), г), д), е) шарттарына сәйкес келеді;
- бойлық бағытта ғимарат 3.2.1.1 в) шартына сәйкес келеді;
- көлденең бағытта ғимарат 3.2.2.1 б) шартына сәйкес келеді.

**Қорытынды.** Жүргізілген талдау модификацияланған конструктивтік жүйенің жоспарда орташа жүйелі емес екенін көрсетеді.

**3-МЫСАЛ** Топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескермей, қаттылық өзегі бар тоғыз қабатты ғимараттың жоспардағы жүйелілігін бағалау

**Бастапқы деректер.**

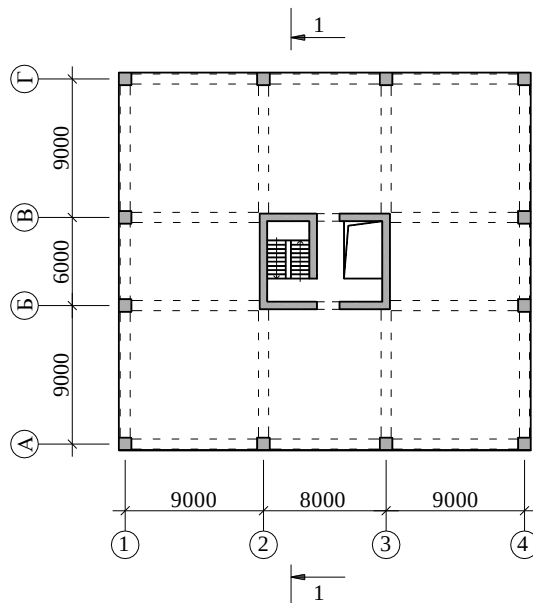
Өзінің функционалдық мақсаты бойынша қоғамдық ғимараттар санатына жататын қаттылық өзегі бар тоғыз қабатты қаңқалы ғимарат.

Ғимараттың схемалық жоспары мен бөлімі Г.6 суретінде көрсетілген.

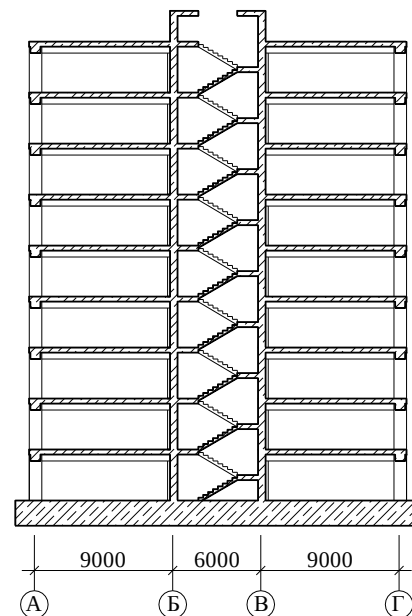
Іргетас тақтасы – қалыңдығы 100 см монолитті темірбетон.

Ядро жесткости – қабырғаларының қалыңдығы 30 см монолитті темірбетон.  
Ғимараттың бойлық және көлденең бағыттарындағы қаңқа – рамалық.  
Бағаналар – 50×50 см қимасы бар монолитті темірбетон.  
Ригельдер – 45×50(h) см қимасы бар монолитті темірбетон.  
Жабындар – келтірілген қалыңдығы 20 см кессонды типті монолитті темірбетон.  
Баспалдақ марштары мен алаңдар – қалыңдығы 20 см монолитті темірбетон.  
Тірек конструкцияларының материалы – С30/37 қысу беріктігі бойынша кластың ауыр бетоны.  
Ғимараттың сыртқы қоршауы – сейсмикалық әсерлер кезінде қаңқаның деформациялануына кедергі келтірмейтін қаңқаның және аспалы желдетілетін қасбеттің кірпішпен толтырылуы.  
Қалқалар – жеңіл тиімді материалдардан жасалған қаңқалы конструкция.  
Шатыр – біріктірілген, орама.

ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА



РАЗРЕЗ 1-1



Г.6 суреті – Ғимараттың схемалық жоспары және қимасы

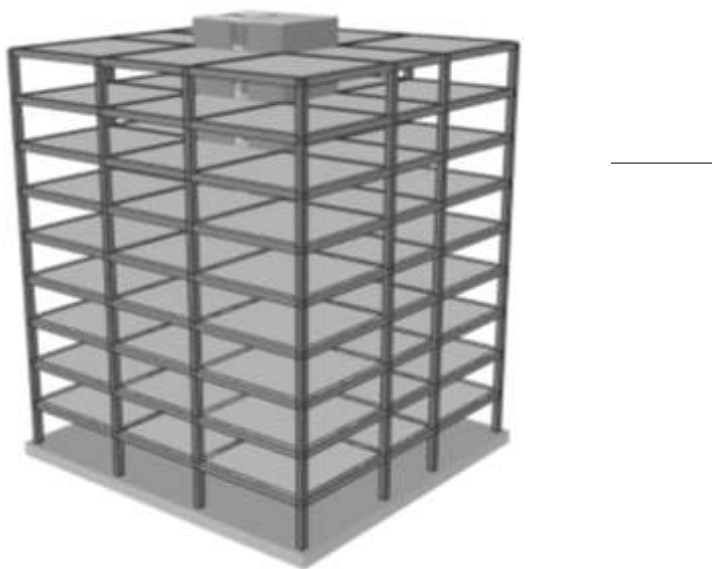
Ғимараттың массасын анықтау кезінде ескерілетін тұрақты және айнымалы жүктемелердің мәндері Г.6 кестесінде келтірілген.

Г.6 кестесі – G және Q мәндерінің анықтамасы

| №                         | Ғимарат элементтері                                | Өлшем бірлігі        | Есептеу                           | G мәні |
|---------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------|
| <b>Тұрақты жүктемелер</b> |                                                    |                      |                                   |        |
| 1                         | Барлық тірек конструкциялардың өзіндік салмағы     | 25 кН/м <sup>3</sup> | Автоматты түрде бағдарлама арқылы |        |
| 2                         | Сыртқы қабырғалар (терезе ойықтарын ескере отырып) | кН/м                 | 9,4                               | 9,4    |
|                           | Едендер                                            | кН/м <sup>2</sup>    | 1,5                               | 1,5    |
|                           | Баспалдақ марштары мен алаңдар                     | кН/м <sup>2</sup>    | 1,00                              | 1,00   |
|                           | Жабын-шатыр                                        | кН/м <sup>2</sup>    | 1,5                               | 1,5    |

| Айнымалы жүктемелер                                                                                        |                                                     |                   |                                       |                                                             |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| №                                                                                                          | Ғимарат элементтері                                 | Өлшем бірлігі     | Q жүктемелерінің сипаттамалық мәндері | $Q \cdot \psi_{Ei} = Q \cdot \varphi \cdot \psi_{2i}$ есебі | $Q \cdot \psi_{Ei}$ мәндері |
| 3                                                                                                          | Кеңсе бөлмелері                                     | кН/м <sup>2</sup> | 2,5                                   | $3,3 \times 0,8 \times 0,3$                                 | 0,792                       |
|                                                                                                            | уақытша қалқалар                                    | кН/м <sup>2</sup> | 0,8                                   |                                                             |                             |
|                                                                                                            | Дәліздер                                            | кН/м <sup>2</sup> | 3,0                                   | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                                 | 0,72                        |
|                                                                                                            | Баспалдақ марштары мен алаңдар                      | кН/м <sup>2</sup> | 3,0                                   | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                                 | 0,72                        |
| 4                                                                                                          | Төсем - Н санаты (пайдаланылмайтын)                 | кН/м <sup>2</sup> | 0,4                                   | $0,4 \times 1,0 \times 0,0$                                 | 0,00                        |
| 5                                                                                                          | Төсем-қар (теңіз деңгейінен $H \leq 1000$ м жоғары) | кН/м <sup>2</sup> | 1,2                                   | $1,2 \times 1,0 \times 0,0$                                 | 0,00                        |
| Есертпе – Значения $\varphi$ мәндері 4.1-кестеде көрсетілген. $\psi_{2i}$ мәндері 4.2-кестеде келтірілген. |                                                     |                   |                                       |                                                             |                             |

Ғимараттың есептік схемасы кеңістіктік жүйе (3D) түрінде қабылданады, ол өзекті және жалпақ пластиналы соңғы элементтерден тұрады (Г.7 суреті). Есептік схемада бағандар мен тіректер өзектік соңғы элементтерімен, пластиналықтармен – қаттылық ядросының қабырғалары, іргетас, едендер, жабындар мен баспалдақтар модельденді.



#### Г.7 суреті – Ғимараттың конструктивтік жүйесінің жалпы көрінісі және есептік схемасы

Ғимаратты есептеу қабатаралық жабындардың қаттылығын және көлденең жазықтықтағы жабындарды, сондай-ақ баспалдақтардың қаттылығын ескере отырып жүргізілді.

Кірпіш толтыру мен қалқалардың ғимарат қаттылығына әсері есептелмеген.

Ғимарат негізге қатты қысылған болып қабылданды.

Ғимараттың есептеулері «STRAP 2021» бағдарламасының көмегімен жүргізілді. Ғимаратты есептеу нәтижелері Г.7 және Г.8 кестелерінде келтірілген.

Г.7 кестесі – Қабатаралық жабындар деңгейіндегі масса орталықтары мен қаттылық орталықтарының координаттары

| Белгідегі қабатаралық жабын, м | Масса орталықтарының координаттары, м |        | Қаттылық орталықтарының координаттары, м |        | Массалар мен қаттылықтар орталықтарының арасындағы эксцентриситеттер, м |                 |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------|------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                | X                                     | Y      | X                                        | Y      | e <sub>ox</sub>                                                         | e <sub>oy</sub> |
| 3,30                           | 12,933                                | 12,025 | 12,881                                   | 11,945 | 0,052                                                                   | 0,080           |
| 6,60                           | 12,933                                | 12,025 | 12,877                                   | 12,021 | 0,056                                                                   | 0,004           |
| 9,90                           | 12,933                                | 12,025 | 12,878                                   | 12,025 | 0,055                                                                   | 0,000           |
| 13,20                          | 12,933                                | 12,025 | 12,876                                   | 12,023 | 0,057                                                                   | 0,002           |
| 16,50                          | 12,933                                | 12,025 | 12,871                                   | 12,016 | 0,062                                                                   | 0,009           |
| 19,80                          | 12,933                                | 12,025 | 12,863                                   | 12,006 | 0,070                                                                   | 0,019           |
| 23,10                          | 12,933                                | 12,025 | 12,855                                   | 11,995 | 0,078                                                                   | 0,030           |
| 26,40                          | 12,935                                | 12,023 | 12,845                                   | 11,988 | 0,090                                                                   | 0,035           |
| 29,70                          | 13,004                                | 12,029 | 12,837                                   | 12,023 | 0,167                                                                   | 0,006           |

Г.8 кестесі – Ғимаратты жалпы есептеу нәтижелері

| Нысан нөмірі | T, с  | Деформациялану схемасы | Жабындар деңгейі | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{\text{kav}}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{\text{kav}}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|--------------|-------|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1            | 0,630 |                        | +3,300           | 5,6             | 0,2             | 2,90                  | 48,21                                                             |
|              |       |                        | +6,600           | 14,7            | 2,2             | 8,45                  | 42,52                                                             |
|              |       |                        | +9,900           | 25,6            | 6,4             | 16,00                 | 37,50                                                             |
|              |       |                        | +13,200          | 37,9            | 12,2            | 25,05                 | 33,91                                                             |
|              |       |                        | +16,500          | 50,9            | 19,4            | 35,15                 | 30,94                                                             |
|              |       |                        | +19,800          | 64,1            | 27,6            | 45,85                 | 28,47                                                             |
|              |       |                        | +23,100          | 76,9            | 36,5            | 56,70                 | 26,27                                                             |
|              |       |                        | +26,400          | 89,1            | 45,9            | 67,50                 | 24,24                                                             |
|              |       |                        | +29,700          | 100,0           | 55,3            | 77,65                 | 22,35                                                             |
| 2            | 0,617 |                        | —                | —               | —               | —                     | —                                                                 |
| 2            | 0,562 |                        | +3,300           | 4,8             | 4,7             | 4,72                  | 1,05                                                              |

|  |  |  |         |      |      |       |      |
|--|--|--|---------|------|------|-------|------|
|  |  |  | +6,600  | 13,0 | 12,7 | 12,85 | 1,15 |
|  |  |  | +9,900  | 23,3 | 22,9 | 23,10 | 0,86 |
|  |  |  | +13,200 | 34,9 | 34,3 | 34,60 | 0,86 |
|  |  |  | +16,500 | 47,2 | 46,6 | 46,90 | 0,64 |
|  |  |  | +19,800 | 59,7 | 59,0 | 59,35 | 0,59 |
|  |  |  | +23,100 | 72,0 | 71,3 | 71,65 | 0,49 |
|  |  |  | +26,400 | 83,6 | 83,0 | 83,30 | 0,36 |
|  |  |  | +29,700 | 94,1 | 93,4 | 93,75 | 0,37 |

Ғимаратты динамикалық есептеу нәтижелеріне сәйкес:

– ғимарат тербелістерінің бірінші және үшінші нысаны жоспарда ілгерілемелі, ал екіншісі жоспарда айналмалы болып табылады;

– ғимарат 3.2.1.1 а), г), д), е) және 3.2.2.1 а) шарттарына сәйкес келеді;

– бойлық бағытта ғимарат 3.2.1.1 в) шартына сәйкес келеді;

– бойлық бағытта ғимарат 3.2.2.1 б) шартына сәйкес келеді.

**Қорытынды.** Қарастырылған конструктивтік жүйе жоспарда шамадан тыс жүйелі емес болып табылады.

**4-МЫСАЛ** Ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып, қаттылық өзегі бар тоғыз қабатты ғимараттың жоспардағы жүйелілігін бағалау

#### Бастапқы деректер

Ғимараттың конструктивтік схемасы 3-мысалдағыдай қабылданды, төмендегі өзгерістер енгізілді:

– ғимаратты есептеу ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып жүргізілді, іргетас тақтасына оның жоспарда көлденең қозғалуына және тік осьтің айналасында айналуына тыйым салатын байланыстар салынды, табан коэффициентінің мәні  $C_1 = 100000 \text{ кН/м}^3$  ретінде қабылданды.

Ғимаратты есептеу нәтижелері Г.9 және Г.10 кестелерінде келтірілген.

#### Г.9 кестесі – Қабатаралық жабындар деңгейіндегі масса орталықтары мен қаттылық орталықтарының координаттары

| Белгідегі қабатаралық жабын, м | Масса орталықтарының координаттары, м |        | Қаттылық орталықтарының координаттары, м |        | Массалар мен қаттылықтар орталықтарының арасындағы эксцентриситеттер, м |          |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------|------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                | X                                     | Y      | X                                        | Y      | $e_{ox}$                                                                | $e_{oy}$ |
| 3,30                           | 12,933                                | 12,025 | 12,931                                   | 11,949 | 0,002                                                                   | 0,076    |
| 6,60                           | 12,933                                | 12,025 | 12,966                                   | 12,014 | -0,033                                                                  | 0,011    |
| 9,90                           | 12,933                                | 12,025 | 12,967                                   | 12,026 | -0,034                                                                  | -0,001   |
| 13,20                          | 12,933                                | 12,025 | 12,962                                   | 12,027 | -0,029                                                                  | -0,002   |

|       |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 16,50 | 12,933 | 12,025 | 12,955 | 12,023 | -0,022 | 0,002  |
| 19,80 | 12,933 | 12,025 | 12,947 | 12,017 | -0,014 | 0,008  |
| 23,10 | 12,933 | 12,025 | 12,940 | 12,009 | -0,007 | 0,016  |
| 26,40 | 12,935 | 12,023 | 12,932 | 12,005 | 0,003  | 0,018  |
| 29,70 | 13,004 | 12,029 | 12,924 | 12,037 | 0,080  | -0,008 |

Г.10 кестесі – Ғимаратты жалпы есептеу нәтижелері

| Нысан<br>нөмірі | T, с  | Деформациялану<br>схемасы                                                         | Жабындар<br>деңгейі | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{\text{kav}}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{\text{kav}}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|-----------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1               | 0,849 |  | +3,300              | 7,0             | 6,9             | 6,95                  | 0,71                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +6,600              | 15,8            | 15,6            | 15,70                 | 0,63                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +9,900              | 25,8            | 25,7            | 25,75                 | 0,19                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +13,200             | 36,5            | 36,5            | 36,50                 | 0,00                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +16,500             | 47,9            | 47,7            | 47,80                 | 0,21                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +19,800             | 59,4            | 59,1            | 59,25                 | 0,25                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +23,100             | 71,0            | 70,5            | 70,75                 | 0,35                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +26,400             | 82,6            | 81,9            | 82,25                 | 0,42                                                              |
|                 |       |                                                                                   | +29,700             | 93,4            | 92,7            | 93,05                 | 0,37                                                              |

Г.10 кестесі (жалғасы)

|   |       |                                                                                     |         |      |      |       |      |
|---|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|------|-------|------|
| 2 | 0,763 |  | +3,300  | 7,39 | 7,37 | 7,38  | 0,14 |
|   |       |                                                                                     | +6,600  | 17,1 | 17,0 | 17,05 | 0,29 |
|   |       |                                                                                     | +9,900  | 27,6 | 27,4 | 27,50 | 0,36 |
|   |       |                                                                                     | +13,200 | 38,8 | 38,6 | 38,70 | 0,26 |
|   |       |                                                                                     | +16,500 | 50,2 | 50,0 | 50,10 | 0,20 |
|   |       |                                                                                     | +19,800 | 61,7 | 61,4 | 61,55 | 0,24 |
|   |       |                                                                                     | +23,100 | 72,9 | 72,7 | 72,80 | 0,14 |
|   |       |                                                                                     | +26,400 | 83,8 | 83,6 | 83,70 | 0,12 |
|   |       |                                                                                     | +29,700 | 93,9 | 93,7 | 93,80 | 0,11 |
| 3 | 0,630 |  | —       | —    | —    | —     | —    |

Ғимаратты динамикалық есептеу нәтижелеріне сәйкес:

**ҚР НТҚ 08-01.2-2021**  
**НТП РК 08-01.2-2021**

– ғимарат тербелістерінің бірінші және екінші нысаны жоспарда ілгерілемелі, ал үшіншісі жоспарда айналмалы болып табылады;

– ғимарат 3.2.1.1 барлық шарттарына сәйкес келеді.

**Қорытынды.** Қарастырылған конструктивтік жүйе жоспарда жүйелі болып табылады және айналу үшін жеткілікті қаттылыққа ие.

**Е қосымшасы (анықтамалық).**

**Ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып, топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерін анықтау**

**Е.1 Жалпы ережелер**

Е.1.1 Осы қосымшада ғимараттарды сейсмикалық әсерлерге есептеу кезінде ескерілетін топырақ негізінің тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтауға екі тәсіл келтірілген:

а) бірінші тәсіл іргетастардың табанынан төмен орналасқан топырақ қабаттарында серпімді толқындардың таралу жылдамдығы туралы тәжірибелік мәліметтерге негізделген;

б) екінші тәсіл статикалық жүктемелер кезінде топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің динамикалық жүктемелер кезіндегі оның қасиеттерімен корреляциялық эмпирикалық байланыстарына негізделеді.

Е.1.2 Осы қосымшаның ережелері сейсмикалық әсерлер кезінде сұйылуға бейім құмды-сазды топырақтардың динамикалық тұрақсыз түрлеріне қолданылмайды.

Е.1.3 Ғимараттар мен құрылыстардың өзіндік тербелістерінің кезеңдері мен нысандарын, сондай-ақ сейсмикалық әсерлердің салдарын айқындау кезінде, егер олар тиісті динамикалық сынақтардың нәтижелерімен расталмаса, іргетас табаны алаңынан тыс топырақтың бөлу қасиеттері ескерілмейді.

Е.1.4 Топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау кезінде Е. 1 а) тармағына сәйкес Е.2 кіші бөлімінің ережелерін қолдану керек.

Ескертпе – Положения подраздела Е.2 кіші бөлімінің ережелері NIST GCR 12-917-21 «Soil-Structure Interaction for Building Structures» құралында келтірілген ережелерге негізделеді.

Е.1.5 Топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау кезінде Е.1 б) тармағына сәйкес Е.3 кіші бөлімінің ережелерін қолдану керек.

**Е.2 Динамикалық сынақтардың нәтижелері негізінде топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау**

**Е.2.1 *G* эквивалентті ығысу модульдерінің және *E* серпімділік модульдерінің тиімді мәндерін анықтау**

Е.2.1.1 Есептелген қарқындылықтағы жер сілкінісі кезіндегі топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері (Е.1) өрнегі арқылы есептелетін *G* тиімді эквивалентті ығысу модулі және (Е.2) өрнегі арқылы есептелетін *E* тиімді эквивалентті серпімді модулі болып табылады.

$$G = \rho \cdot v_s^2 \quad (\text{Е.1})$$

$$E = 2G(1 + \mu) \quad (\text{Е.2})$$

(Е.1) және (Е.2) өрнектерінде:

$v_s$  – іргетас табанынан төмен  $z_p$  тиімді тереңдігі шегінде орташаланған топырақ қалыңдығындағы көлденең толқындардың таралуының болжамды жылдамдығы;

$\rho$  – іргетас табанынан төмен топырақ қалыңдығының  $z_p$  тиімді тереңдігі шегінде топырақтың орташа меншікті салмағы;

$\mu$  – Пуассон коэффициенті.

Е.2.1.2  $G$  мәндерін айқындау кезінде назарға алынатын  $v_s$  мәндері топырақтың есептік қарқындылықтағы жер сілкіністері кезінде оның деформация деңгейлерімен үйлесімді деформациялары кезінде көлденең толқындардың таралу жылдамдығының мәндеріне сәйкес келуі тиіс.

Е.2.1.3 Е.2.1.2 шарттарын сақтау үшін  $v_s$  және  $G$  мәндерін  $v_s/v_{so}$  және  $G/G_o$  қатынастарының мәндері туралы эксперименттік деректерді ескере отырып анықтау керек.

Бұл қатынастарда:

$v_{so}$  – топырақтардың шағын деформациялары кезінде құрылыс алаңында сынақтар жүргізу кезінде өлшенген және іргетас табанынан  $z_p$  төмен тиімді тереңдігі шегінде орташаланған топырақтық қалыңдықта көлденең толқындардың таралуының орташа жылдамдығы;

$G_o$  – топырақтардың шағын деформациялары кезінде іргетас табанынан төмен топырақ қабатының  $z_p$  тиімді тереңдігі шегінде орташаланған топырақ қалыңдығын ығыстырудың тиімді модулі.

Е.2.1.4 Көлденең толқындардың таралу жылдамдығында жер сілкінісі кезінде топырақтың деформация деңгейінің әсері туралы нақты эксперименттік деректер болмаған кезде,  $v_s$  және  $v_{so}$  жылдамдығының мәндері арасындағы қатынасты Е.1 кестесі бойынша, ал  $G$  және  $G_o$  тиімді ығысу модульдерінің мәндері арасындағы қатынасты Е.2 кестесі бойынша қабылдауға жол беріледі.

**Е.1 кестесі –  $v_s/v_{so}$  қатынастарының мәндері**

| Іргетастың табанынан төмен $v_{so}$ (м/с)<br>көлденең толқындардың таралуының<br>орташа жылдамдығы                                                                                                               | $a_g$ мәндері кезіндегі $v_s/v_{so}$ мәндері<br>(g үлестерінде) |      |      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                  | $\leq 0,1$                                                      | 0,2  | 0,4  | $\geq 0,8$ |
| >1500                                                                                                                                                                                                            | 1,00                                                            | 1,00 | 1,00 | 1,00       |
| 800 – 1500                                                                                                                                                                                                       | 1,00                                                            | 0,99 | 0,97 | 0,95       |
| 550 – 800                                                                                                                                                                                                        | 0,97                                                            | 0,95 | 0,87 | 0,77       |
| 400 – 550                                                                                                                                                                                                        | 0,96                                                            | 0,90 | 0,81 | 0,65       |
| 270 – 400                                                                                                                                                                                                        | 0,93                                                            | 0,85 | 0,71 | 0,50       |
| 180 – 270                                                                                                                                                                                                        | 0,85                                                            | 0,75 | 0,60 | 0,30       |
| <180                                                                                                                                                                                                             | *                                                               | *    | *    | *          |
| * – құрылыс алаңындағы арнайы зерттеулердің нәтижелері бойынша.<br>Ескертпе – $v_{so}$ және $a_g$ аралық мәндері үшін $v_s/v_{so}$ қатынастарын анықтауды сызықтық интерполяция әдісімен орындауға жол беріледі. |                                                                 |      |      |            |

**Е.2 кестесі –  $G/G_o$  қатынастарының мәндері**

| Іргетастың табанынан төмен $v_{so}$ (м/с)<br>көлденең толқындардың таралуының<br>орташа жылдамдығы | $a_g$ мәндері кезіндегі $G/G_o$ мәндері<br>(g үлестерінде) |      |      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|------|------------|
|                                                                                                    | $\leq 0,1$                                                 | 0,2  | 0,4  | $\geq 0,8$ |
| >1500                                                                                              | 1,00                                                       | 1,00 | 1,00 | 1,00       |
| 800 – 1500                                                                                         | 1,00                                                       | 0,98 | 0,94 | 0,90       |
| 550 – 800                                                                                          | 0,94                                                       | 0,90 | 0,75 | 0,60       |
| 400 – 550                                                                                          | 0,92                                                       | 0,81 | 0,66 | 0,42       |
| 270 – 400                                                                                          | 0,86                                                       | 0,72 | 0,50 | 0,25       |
| 180 – 270                                                                                          | 0,72                                                       | 0,56 | 0,36 | 0,09       |
| <180                                                                                               | *                                                          | *    | *    | *          |
| * – құрылыс алаңындағы арнайы зерттеулердің нәтижелері бойынша.                                    |                                                            |      |      |            |

Ескертпе –  $v_{so}$  және  $a_g$  аралық мәндері үшін  $G/G_o$  қатынастарын анықтауды сызықтық интерполяция әдісімен орындауға жол беріледі.

Е.2.1.5 Монолитті темірбетон тақталарының жазықтығындағы және жазықтықтан қатты түрдегі іргетастар үшін  $z_p$  мәндерін (метрмен) қабылдау керек:

а) іргетастың тік және көлденең үдемелі тербелістері кезінде топырақ негізінің эквивалентті серпімді қаттылығын сипаттайтын  $G_x$ ,  $G_y$  және  $G_z$  ығысу модульдерін анықтау кезінде ескерілетін  $v_{so}$  мәндерін есептеу кезінде – (Е. 3) өрнегіне сәйкес:

$$z_{px} = z_{py} = z_{pz} = \sqrt{A/4} = \sqrt{BL} \quad (\text{Е.3})$$

мұнда

$A$  – жоспардағы ғимарат іргетасының жалпы ауданы ( $\text{м}^2$ );

$B$  – тікбұрышты іргетастың қысқа жағының ұзындығының жартысы (метрмен);

$L$  – тікбұрышты іргетастың ұзын жағының ұзындығының жартысы (метрмен).

б)  $X$  және сәйкесінше  $Y$  осьтеріне қатысты тік жазықтықтардағы іргетастың тербелмелі тербелісі кезінде топырақ негізінің эквивалентті серпімді қаттылығын сипаттайтын  $G_{xx}$  және  $G_{yy}$  ығысу модульдерін анықтау кезінде ескерілетін  $v_{so}$  мәндерін есептеу кезінде – (Е. 4) және (Е. 5) өрнектеріне сәйкес:

$$z_{p_{xx}} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{xx}} = \sqrt[4]{B^3 L} \quad (\text{Е.4})$$

$$z_{p_{yy}} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{yy}} = \sqrt[4]{BL^3} \quad (\text{Е.5})$$

мұнда

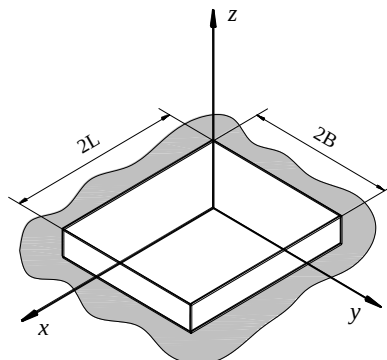
$I_{xx}$  және  $I_{yy}$  – конструктивтік жүйе талданатын бағыттарға ортогональды көлденең орталық осьтерге ( $X$  және  $Y$ ) қатысты жоспардағы іргетас тақтасы инерциясының статикалық сәттері.

в) көлденең жазықтықтағы іргетастың айналмалы тербелістері кезінде топырақ негізінің эквивалентті серпімді қаттылығын сипаттайтын  $G_{zz}$  ығысу модульдерін анықтау кезінде ескерілетін  $v_{so}$  мәндерін есептеу кезінде:

$$z_{p_{zz}} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{xx} + 0,75 \cdot I_{yy}} = \sqrt[4]{B^3 L + BL^3} \quad (\text{Е.6})$$

$I_{zz}$  –  $Z$  тік осіне қатысты жоспардағы іргетас тақтасы инерциясының статикалық сәті.

Іргетас тақтасы осьтерінің орналасу схемасы Е.1 суретінде көрсетілген.



**Е.1 суреті – Іргетас тақтасы осьтерінің орналасу схемасы**

Е.2.1.6  $z_p$  тиімді тереңдігі шегінде іргетас табанынан төмен  $v_{sox}$ ,  $v_{soy}$ ,  $v_{soz}$ ,  $v_{soxx}$ ,  $v_{soyy}$  және  $v_{sozz}$  көлденең толқындардың таралуының орташа жылдамдығының мәнін төмендегі өрнектермен анықтау керек:

$$v_{sox} = \frac{z_{px}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xi}}{v_{soxi}}}, \quad (E.7)$$

$$v_{soy} = \frac{z_{py}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yi}}{v_{soyi}}}, \quad (E.8)$$

$$v_{soz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zi}}{v_{sozi}}}, \quad (E.9)$$

$$v_{soxx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xxi}}{v_{soxxi}}}, \quad (E.10)$$

$$v_{soyy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yyi}}{v_{soyyi}}}, \quad (E.11)$$

$$v_{sozz} = \frac{z_{pzz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zzi}}{v_{sozzi}}}, \quad (E.12)$$

мұнда

$v_{sox}, v_{soy}, v_{soz}, v_{soxx}, v_{soyy}, v_{sozz} - z_{px}, z_{py}, z_{pz}, z_{pxx}, z_{pyy}$  және сәйкесінше  $z_{pzz}$  тиімді тереңдігінде анықталған топырақ деформациясының төмен деңгейлеріндегі көлденең толқындардың таралуының орташа жылдамдығы;

$z_{xi}, z_{yi}, z_{zi}, z_{xxi}, z_{yyi}, z_{zzi} - z_{px}, z_{py}, z_{pz}, z_{pxx}, z_{pyy}$  және сәйкесінше  $z_{pzz}$  тиімді тереңдіктегі і-ші қабаттың қалыңдығы.

Е.2.1.7 Іргетас табанынан төмен  $z_p$  тиімді тереңдігі  $\rho_x, \rho_y, \rho_z, \rho_{xx}, \rho_{yy}, \rho_{zz}$  шегінде топырақтың орташа меншікті массаларының мәні төмендегі өрнектермен анықталуы керек:

$$\rho_x = \frac{z_{px}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xi}}{\rho_{xi}}}, \quad (E.13)$$

$$\rho_y = \frac{z_{py}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yi}}{\rho_{yi}}}, \quad (E.14)$$

$$\rho_z = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zi}}{\rho_{zi}}}, \quad (E.15)$$

$$\rho_{xx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xxi}}{\rho_{xxi}}}, \quad (E.16)$$

$$\rho_{yy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yyi}}{\rho_{yyi}}}, \quad (E.17)$$

$$\rho_{zz} = \frac{z_{pzz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zzi}}{\rho_{zzi}}}, \quad (E.18)$$

мұнда

$\rho_{xi}, \rho_{yi}, \rho_{zi}, \rho_{xxi}, \rho_{yyi}, \rho_{zzi}$  –  $i$ -ші қабат топырағының орташа үлестік салмағы.

Е.2.1.8 Шағын деформациялар кезінде топырақтың эквивалентті серпімді қаттылығын сипаттайтын  $G_{ox}, G_{oy}, G_{oz}, G_{oux}, G_{ouy}$  және  $G_{ozz}$  тиімді ығысу модульдерінің мәндерін төмендегі өрнектер көмегімен анықтау керек:

$$G_{ox} = \rho_x \cdot v_{sox}^2 \quad (E.19)$$

$$G_{oy} = \rho_y \cdot v_{soy}^2 \quad (E.20)$$

$$G_{oz} = \rho_z \cdot v_{soz}^2 \quad (E.21)$$

$$G_{oux} = \rho_{xx} \cdot v_{soxx}^2 \quad (E.22)$$

$$G_{ouy} = \rho_{yy} \cdot v_{soyy}^2 \quad (E.23)$$

$$G_{ozz} = \rho_{zz} \cdot v_{sozz}^2 \quad (E.24)$$

мұнда

$v_{sox}, v_{soy}, v_{soz}, v_{soxx}, v_{soyy}, v_{sozz}$  – шағын деформациялар кезінде  $z_{px}, z_{py}, z_{pz}, z_{pxx}, z_{pyy}$  және сәйкесінше  $z_{pzz}$  тиімді тереңдігінде анықталатын топырақта көлденең толқындардың таралуының орташа жылдамдығы;

$\rho_x, \rho_y, \rho_z, \rho_{xx}, \rho_{yy}, \rho_{zz} - z_{px}, z_{py}, z_{pz}, z_{pxx}, z_{pyy}$  және сәйкесінше  $z_{pzz}$  тиімді тереңдіктері шегінде анықталатын топырақтың орташа меншікті массалары.

Е.2.1.9  $E$  серпімділігінің тиімді эквивалентті модульдерін анықтау кезінде ескерілетін Пуассон коэффициентінің мәндерін төменде жалпы түрде берілген (Е. 25) өрнегінің көмегімен анықтауға болады:

$$\mu = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{v_{so}}{v_{po}} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{v_{so}}{v_{po}} \right)^2 \right]} \quad (E.25)$$

мұнда

$v_{so}$  – іргетастың табанынан төмен көлденең толқындардың орташа жылдамдығы;

$v_{po}$  – іргетастың табанынан төмен бойлық толқындардың орташа жылдамдығы.

Е.2.1.10 Іргетастың табанынан төмен тиімді  $z_p$  тереңдігіндегі  $v_{pox}, v_{poy}, v_{poz}, v_{poux}, v_{pouy}$  және  $v_{pzz}$  бойлық толқындарының орташа таралу жылдамдығының мәндерін Е.26-Е.31 өрнектерімен анықтауға болады:

$$v_{pox} = \frac{z_{px}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xi}}{v_{poxi}}}, \quad (E.26)$$

$$v_{poy} = \frac{z_{py}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{yi}}{v_{poyi}}}, \quad (E.27)$$

$$v_{poz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{zi}}{v_{poz i}}}, \quad (E.28)$$

$$v_{\text{poxx}} = \frac{z_{\text{pxx}}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{\text{xxi}}}{v_{\text{poxxi}}}}, \quad (\text{E.29})$$

$$v_{\text{poyy}} = \frac{z_{\text{pyy}}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{\text{yyi}}}{v_{\text{poyyi}}}}, \quad (\text{E.30})$$

$$v_{\text{pozz}} = \frac{z_{\text{pzz}}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{\text{zzi}}}{v_{\text{pozzi}}}}, \quad (\text{E.31})$$

мұнда

$v_{\text{poxx}}, v_{\text{poyy}}, v_{\text{pozz}}, v_{\text{roxx}}, v_{\text{royy}}, v_{\text{rozz}}$  – топырақ деформациясының шағын деңгейлеріндегі  $z_{\text{pxx}}, z_{\text{pyy}}, z_{\text{pzz}}, z_{\text{rpxx}}, z_{\text{rpyy}}$  және сәйкесінше  $z_{\text{pzz}}$  тиімді тереңдіктер шегінде анықталған көлденең толқындардың таралуының орташа жылдамдығы.

Е.2.1.11  $E_{\text{ox}}, E_{\text{oy}}, E_{\text{oz}}, E_{\text{oxx}}, E_{\text{oyy}}$  және  $E_{\text{ozz}}$ , тиімді серпімді модульдерінің мәндерін төмендегі өрнектермен анықтау керек:

$$E_{\text{ox}} = 2G_{\text{ox}}(1 + \mu_{\text{ox}}) \quad (\text{E.32})$$

$$E_{\text{ox}} = 2G_{\text{oy}}(1 + \mu_{\text{ox}}) \quad (\text{E.33})$$

$$E_{\text{ox}} = 2G_{\text{oz}}(1 + \mu_{\text{oy}}) \quad (\text{E.34})$$

$$E_{\text{ox}} = 2G_{\text{oxx}}(1 + \mu_{\text{oxx}}) \quad (\text{E.35})$$

$$E_{\text{ox}} = 2G_{\text{oyy}}(1 + \mu_{\text{oyy}}) \quad (\text{E.36})$$

$$E_{\text{ox}} = 2G_{\text{ozz}}(1 + \mu_{\text{ozz}}) \quad (\text{E.37})$$

Е.2.1.12  $G_x, G_y, G_z, G_{xx}, G_{yy}, G_{zz}$  және  $E_x, E_y, E_z, E_{xx}, E_{yy}, E_{zz}$  есептелген мәндері іргетастың көлденең (X және Y) және тік (Z) қозғалысы кезінде, сондай-ақ оның көлденең және тік осьтерге қатысты бұрылыстары кезінде негіздің шартты тиімді қаттылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Е.2.1.13 Егер ғимараттың топырақ негізімен өзара іс-қимылын ескере отырып, есептік сейсмикалық әсерлердің әсерін айқындауға арналған ғимараттың есептік моделінде іргетас тақтасына оның жоспарда көлденең орын ауыстыруына тыйым салатын байланыстар салынған болса, онда есептік қарқындылықтағы жер сілкінісі кезінде топырақтың эквивалентті серпімді қаттылығының көрсеткіштері ретінде тек  $G_z, G_{xx}$  және  $G_{yy}$  тиімді эквивалентті ығысу модульдерін және  $E_z, E_{xx}$  және  $E_{yy}$  тиімді эквивалентті модульдерін қарастырған жөн.

## Е.2.2 Салынып жатқан объектінің салмағын есепке алу

2.2.1 Егер салынып жатқан объектінің салмағы қазып алуға жататын топырақтың салмағынан едәуір асып кетсе, онда  $v_{\text{so}}$  жылдамдық мәндерін (E.38) өрнегіне сәйкес реттеуге болады:

$$v_{\text{so}, F}(z) = v_{\text{so}}(z) \cdot \left( \frac{\sigma(z) + \Delta\sigma(z)}{\sigma(z)} \right)^{n/2} \quad (\text{E.38})$$

мұнда

$v_{\text{so}, F}(z)$  – z тереңдігіндегі көлденең толқындардың түзетілген жылдамдығы;

$\sigma(z)$  – z тереңдігіндегі топырақтың өзіндік салмағынан тиімді тік кернеу;

$\Delta\sigma(z)$  – ғимараттың салмағынан z тереңдігіндегі тік кернеудің өсуі;

$n$  – дәреже көрсеткіші.

Топырақтың нақты үлгілерін сынау нәтижелері болмаған кезде Е.38 өрнегіндегі  $n$  дәреже көрсеткішінің мәнін қабылдауға жол беріледі:

0,5 – кеуектілік коэффициенті 1,5-тен төмен барлық типтегі құмды топырақтар мен төмен иілгіш саздар үшін;

1,0 – иілгіштік индексі 6,5-тен асатын байланысқан топырақтар (саздақтар, саздар) үшін.

2.2.2 Өзіндік салмағынан топырақтағы тиімді тік кернеуді төмендегі өрнекті қолдана отырып бағалауға болады:

$$\sigma(z) = (\rho - \rho_w) \cdot g \cdot z \quad (\text{E.39})$$

мұнда

$\rho$  – іргетастың табанынан төмен топырақ қабатының тиімді тереңдігі шегінде анықталатын топырақтың ылғалдылығын ескере отырып, оның орташа меншікті массасы;

$\rho_w$  – топырақтың сұйық фазасының меншікті массасы (құрғақ топырақ үшін ескерілмейді);

$z$  – қарастырылып отырған топырақ қалыңдығының жер бетінен тереңдігі;

$g$  – ауырлық күшінің үдеуі.

2.2.3 Тікбұрышты немесе шаршы іргетастарда іргетастың ортасындағы топырақ профиліндегі қосымша тік кернеуді Буссинеск өрнегін қолдана отырып бағалауға болады:

$$\Delta\sigma(z) = \frac{2q}{\pi} \left( \frac{m \cdot n}{\sqrt{1+m^2+n^2}} \cdot \frac{1+m^2+n^2}{(1+n^2) \cdot (m^2+n^2)} + \sin^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{m^2+n^2} \cdot \sqrt{1+n^2}} \right) \right) \quad (\text{E.40})$$

мұнда

$q$  – іргетас ауданының бірлігіне біркелкі тік жүктеме;

$m$  және  $n$  – төмендегі өрнектермен анықталатын параметрлер:

$$m = L/B \quad (\text{E.41}) \quad \text{және} \quad n = z_p/B \quad (\text{E.42})$$

мұнда

$L$  және  $B$  – іргетас ұзындығының жартысы және сәйкесінше енінің жартысы;

$z_p$  – іргетастың табанынан қарастырылып отырған топырақ қалыңдығының тереңдігі.

2.2.4 ІА және ІБ құрылыс алаңының топырақ жағдайында  $v_{so}$  жылдамдығын түзетуді, салынып жатқан объектінің салмағы қазып алуға жататын топырақтың салмағынан асып кетуіне байланысты жүргізбеуге жол беріледі.

## Е.2.3 Табан коэффициенттерін қолдана отырып, топырақ негізінің қасиеттерін сипаттау

Е.2.3.1 Ғимараттың иілгіш топырақ негізімен бірлескен жұмысын модельдеу кезінде сейсмикалық әсер ету есептеулерінде ескерілетін топырақ массивінің механикалық қасиеттері туралы ақпаратты төмендегі өрнектерге сәйкес анықталған табан коэффициенттерінің мәні түрінде өрнектеуге болады:

$$C1_z = \frac{E_z}{z_{pz}(1-2\mu^2)}, \quad (\text{E.43})$$

$$C1_{xx} = \frac{E_{xx}}{z_{pxx}(1-2\mu^2)} \quad (\text{E.44})$$

$$C1_{yy} = \frac{E_{yy}}{z_{pyy}(1-2\mu^2)} \quad (\text{E.45})$$

Е.2.3.2 Егер  $C1_z$ ,  $C1_{xx}$  және  $C1_{yy}$  табан коэффициенттерінің мәндері олардың орташа арифметикалық мәнінен  $\pm 20\%$ -дан аспайтындай ерекшеленсе, онда практикалық максаттар үшін

қолайлы дәлдікпен табан коэффициентінің есептік мәні ретінде орташа арифметикалық мәнді қабылдауға жол беріледі.

#### Е.2.4 Жалпыланған қаттылықтарды қолдана отырып, топырақ негізінің қасиеттерін сипаттау

Е.2.4.1 Егер  $C_{1z}$ ,  $C_{1xx}$  және  $C_{1yy}$  табан коэффициенттерінің мәні олардың орташа арифметикалық мәнінен 20%-дан артық ерекшеленсе, онда іргетас тақталары мен негіздердің өзара әрекеттесуін есепке алу үшін Е.2.3.2 сәйкес анықталған топырақ негізінің жалпыланған қаттылықтарының көрсеткіштері қолданылуы мүмкін.

Е.2.4.2 Тікбұрышты іргетас тақтасының астындағы топырақтың жалпыланған қаттылықтарын төмендегі өрнектердің көмегімен анықтауға болады:

$$K_x = 4(1 + \mu)G_x\beta_x\sqrt{BL}, \quad (E.46)$$

$$K_y = 4(1 + \mu)G_y\beta_y\sqrt{BL}, \quad (E.47)$$

$$K_z = \frac{2G_z}{1 - \mu}\beta_z\sqrt{BL}, \quad (E.48)$$

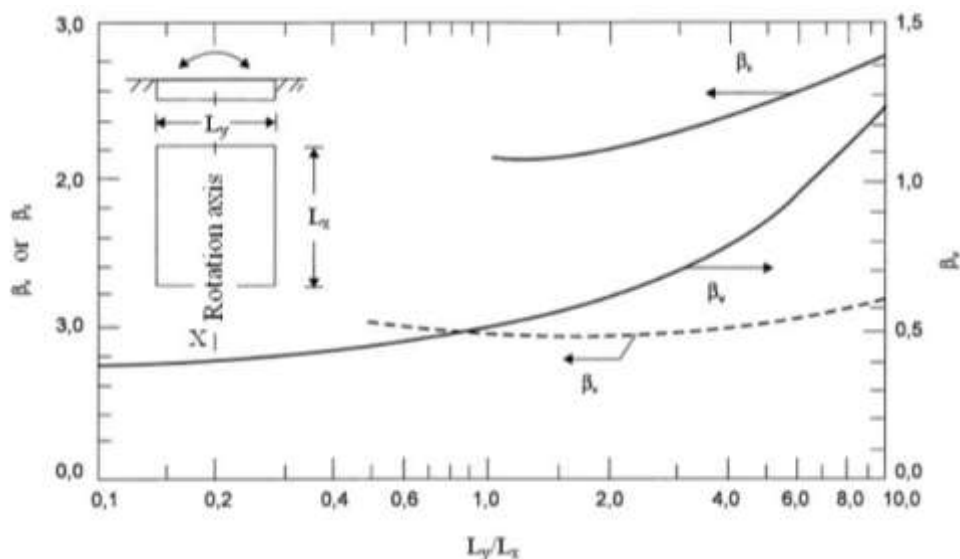
$$K_{xx} = \frac{8G_{xx}}{1 - \mu}\beta_{xx}BL^2, \quad (E.49)$$

$$K_{yy} = \frac{8G_{yy}}{1 - \mu}\beta_{yy}BL^2, \quad (E.50)$$

$$K_{zz} = \frac{128G_{zz}[BL(B^2 + L^2)/6\pi]^{0,75}}{3}, \quad (E.51)$$

мұнда

- $\beta_x$  және  $\beta_z$  коэффициенттерінің мәндері  $B/L$  қатынасына байланысты (мұнда және одан әрі Е.2 суретін қараңыз);
- $\beta_{xx} = \beta_{\psi}$  коэффициенттерінің мәні  $B/L$  қатынасына байланысты;
- $\beta_{yy} = \beta_{\psi}$  коэффициенттерінің мәні  $L/B$  қатынасына байланысты.



Е.2 суреті –  $\beta_x$ ,  $\beta_z$  және  $\beta_{\psi}$  коэффициенттерінің мәндерін анықтауға (исправить рисунок)

**Е.3 Статикалық және динамикалық жүктемелердегі топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерінің эмпирикалық байланыстары негізінде топырақтың тиімді эквивалентті серпімді қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау**

Е.3.1 Егер динамикалық әсер ету кезінде топырақтың сипаттамалары туралы немесе құрылыс алаңында көлденең толқындардың таралу жылдамдығы туралы эксперименттік деректер болмаса, онда есептік жер сілкінісі кезінде топырақ негізінің тиімді эквивалентті серпімді қаттылығының көрсеткіші ретінде статикалық сынақтардың нәтижелеріне сәйкес келетін, бірақ 10 есе ұлғайтылған серпімді негіздің қаттылық коэффициенттерін (табанның) қабылдауға жол беріледі.

Е.3.2 Е.3.1-тармаққа сәйкес топырақ негізінің тиімді эквивалентті серпімді қаттылық мәндерін айқындау кезінде Е.3.3 және Е.3.4-тармақтардың ережелерін сақтау қажет.

Е.3.3 Егер топырақтың эквивалентті серпімді қаттылығының параметрлері Е.3.1 тармағына сәйкес (немесе анықтамалық деректер бойынша) анықталса, онда ғимараттардың өзіндік тербелістерінің кезеңдері мен нысандарын, сондай-ақ конструкциялардағы сейсмикалық жүктемелер мен күштердің шамаларын айқындау кезінде ғимараттың екі есептік моделін қолдану қажет. Есептеу модельдерінің бірінде Е.3.1 сәйкес анықталған базаның эквивалентті қаттылығын 1,5 көтеру коэффициентімен, ал екіншісінде 1,5 төмендету коэффициентімен қабылдау керек.

Ғимараттардың конструкцияларын жобалау кезінде екі есептеу моделін қолдана отырып алынған сейсмикалық әсерлердің ең үлкен мәндерін ескеру қажет.

Е.3.4 Жоспардағы және биіктігі бойынша ғимараттардың жүйелілік көрсеткіштерін, қабаттардың көлденең қиғаштығын, сейсмикаға қарсы жіктердің енін, сондай-ақ Е.3.1 сәйкес айқындалған есептік жер сілкінісі кезінде топырақ негізінің тиімді эквивалентті серпімді қаттылық көрсеткіштерін (Р-Δ әсерлер) тексеру кезінде ескерілетін орын ауыстыру шамаларын айқындау кезінде есептік модельдерде түзетусіз жоғарылататын немесе төмендететін коэффициенттердің көмегімен қабылдауға жол беріледі.

Е.3.5 Ғимараттардың өзіндік тербелістерінің кезеңдері мен нысандарын, сондай-ақ сейсмикалық әсерлердің салдарын анықтау кезінде, егер олар тиісті динамикалық сынақтардың нәтижелерімен расталмаса, іргетас табанының ауданынан тыс топырақтың бөлу қасиеттері ескерілмейді.

Мысал – Іргетастардың табанынан төмен орналасқан топырақ қабаттарында серпімді толқындардың таралу жылдамдығы туралы эксперименттік мәліметтер негізінде топырақтың эквивалентті серпімді қаттылығының параметрлерін анықтау

#### Бастапқы деректер

Көп қабатты ғимараттың қатты іргетас тақтасы жоспарындағы өлшемдер 18,9x30,6 м.

Жер бетіне қатысты іргетас табанының тереңдігі – 6 метр.

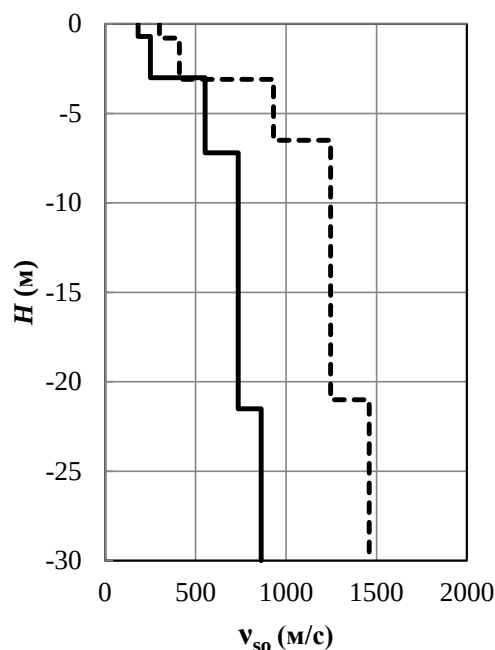
Негіздің есептік үдеуі – 0,487 g.

Іргетастың табанынан төмен топырақтың орташа меншікті салмағының мәні – 22 кН/м<sup>3</sup>.

Құрылыс алаңындағы топырақ қабатының қабаттарында бойлық және көлденең толқындардың таралу жылдамдығының эксперименттік мәндері Е.3 кестесінде және Е.1 суретінде көрсетілген.

**Е.3 кестесі – Топырақ қабатының қабаттарында серпімді толқындардың таралу жылдамдығының эксперименттік мәндері**

| Қабат № | $H$ , м    | $v_{so}$ көлденең толқындардың жылдамдығы (м/с) | $H$ , м    | $v_{po}$ бойлық толқындардың жылдамдығы (м/с) |
|---------|------------|-------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------|
| 1       | 0 – 0,7    | 182                                             | 0 – 0,8    | 300                                           |
| 2       | 0,7 – 3,0  | 250                                             | 0,8 – 3,1  | 411                                           |
| 3       | 3,0 – 7,2  | 553                                             | 3,1 – 6,5  | 930                                           |
| 4       | 7,2 – 21,5 | 736                                             | 6,5 – 21,0 | 1247                                          |
| 5       | 21,5 – 30  | 862                                             | 21,0 – 30  | 1460                                          |



**Е.1 суреті – Топырақ қабатының қабаттарында көлденең (тұтас сызық) және бойлық (нүктелі сызық) толқындардың таралу жылдамдығының эксперименттік мәндері**

**Анықтау қажет:** топырақтың эквивалентті серпімді қаттылығының көрсеткіштері.

Ғимараттың топырақ негізімен өзара әрекеттесуін ескере отырып, есептік сейсмикалық әсерлердің салдарын анықтауға арналған ғимараттың есептік моделінде іргетас тақтасына оның жоспарда көлденең қозғалысына тыйым салатын байланыстар салынғандықтан, топырақтың

эквивалентті серпімді қаттылығының параметрлері ретінде тек  $G_z$ ,  $G_{xx}$  және  $G_{yy}$  тиімді ығысу модульдерін және  $E_z$ ,  $E_{xx}$  және  $E_{yy}$  тиімді серпімділік модульдерін қарастырған жөн

Тиімді  $G$  ығысу модульдерінің мәндері төмендегі ретпен анықталады.

1 Е.3, Е.4 және Е.5 өрнектерін қолдана отырып,  $z_{pz}$ ,  $z_{pxx}$  және сәйкесінше  $z_{pyy}$  мәндерін есептейміз:

$$z_{pz} = \sqrt{A/4} = \sqrt{(18,9 \cdot 30,6)/4} = 12,0 \text{ м}$$

$$z_{pxx} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{xx}} = \sqrt[4]{B^3 L} = \sqrt[4]{9,45^3 \cdot 15,3} = 10,7 \text{ м}$$

$$z_{pyy} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{yy}} = \sqrt[4]{BL^3} = \sqrt[4]{9,45 \cdot 15,3^3} = 13,6 \text{ м}$$

2 Е.9, Е.10 және Е.11 өрнектерін қолдана отырып,  $v_{soz}$ ,  $v_{soxx}$  және сәйкесінше  $v_{soyy}$  мәндерін анықтаймыз:

$$v_{soz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{zi}}{v_{sozi}}} = \frac{12}{\frac{1,2}{553} + \frac{10,8}{736}} = 712 \text{ м/с}$$

$$v_{soxx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xxi}}{v_{soxxi}}} = \frac{12}{\frac{1,2}{553} + \frac{10,8}{736}} = 710 \text{ м/с}$$

$$v_{soyy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{yyi}}{v_{soyyi}}} = \frac{12}{\frac{1,2}{553} + \frac{10,8}{736}} = 715 \text{ м/с}$$

3 Е.21, Е.221 және Е.23 өрнектерін қолдана отырып  $G_{oz}$ ,  $G_{oxx}$  және сәйкесінше  $G_{oyy}$  тиімді ығысу модульдерінің мәндерін анықтаймыз:

$$G_{oz} = \rho_z \cdot v_{soz}^2 = (22/9,81) \cdot 712^2 = 1137 \text{ МПа}$$

$$G_{oxx} = \rho_{xx} \cdot v_{soxx}^2 = (22/9,81) \cdot 710^2 = 1130 \text{ МПа}$$

$$G_{oyy} = \rho_{yy} \cdot v_{soyy}^2 = (22/9,81) \cdot 715^2 = 1146 \text{ МПа}$$

4 Е.2 кестесінде келтірілген деректерді қолдана отырып,  $G_z$ ,  $G_{xx}$  және  $G_{yy}$  мәндерін анықтаймыз:

$$G_z = G_{oz} \cdot 0,72 = 1137 \cdot 0,72 = 819 \text{ МПа}$$

$$G_{xx} = G_{oxx} \cdot 0,72 = 1130 \cdot 0,72 = 814 \text{ МПа}$$

$$G_{yy} = G_{oyy} \cdot 0,72 = 1146 \cdot 0,72 = 825 \text{ МПа}$$

5 Алынған  $G_z$ ,  $G_{xx}$  және  $G_{yy}$  мәндерін қолдана отырып, жер сілкінісі кезінде топырақ серпімділігінің тиімді эквивалентті модульдерінің мәндерін және топырақ табанының  $C1$  коэффициентін анықтаймыз (басқаша – топырақтың қаттылық коэффициенті).

Топырақ серпімділігінің тиімді эквивалентті модульдерінің мәндерін анықтау үшін Е.28, Е.29 және Е.30 өрнектерін қолдана отырып,  $v_{poz}$ ,  $v_{poxx}$  және  $v_{poyy}$  мәндерін, содан кейін Е.25 өрнегін қолдана отырып –  $\mu$  Пуассон коэффициентінің мәнін анықтау керек:

$$v_{poz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{zi}}{v_{poz i}}} = \frac{12}{\frac{1,5}{930} + \frac{10,5}{1247}} = 1200 \text{ м/с}$$

$$v_{poxx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xxi}}{v_{poxxi}}} = \frac{10,7}{\frac{1,5}{930} + \frac{9,2}{1247}} = 1190 \text{ м/с}$$

$$v_{poyy} = \frac{z_{poyy}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{yyi}}{v_{poyyi}}} = \frac{13,6}{\frac{1,5}{930} + \frac{12,1}{1247}} = 1204 \text{ м/с}$$

$$\mu_{oz} = \frac{\left[1 - 2\left(\frac{v_{soz}}{v_{poz}}\right)^2\right]}{\left[2 - 2\left(\frac{v_{soz}}{v_{poz}}\right)^2\right]} = \frac{\left[1 - 2\left(\frac{712}{1200}\right)^2\right]}{\left[2 - 2\left(\frac{712}{1200}\right)^2\right]} = 0,23$$

$$\mu_{oxx} = \frac{\left[1 - 2\left(\frac{v_{soxx}}{v_{poxx}}\right)^2\right]}{\left[2 - 2\left(\frac{v_{soxx}}{v_{poxx}}\right)^2\right]} = \frac{\left[1 - 2\left(\frac{710}{1190}\right)^2\right]}{\left[2 - 2\left(\frac{710}{1190}\right)^2\right]} = 0,22$$

$$\mu_{oyy} = \frac{\left[1 - 2\left(\frac{v_{soyy}}{v_{poxx}}\right)^2\right]}{\left[2 - 2\left(\frac{v_{soyy}}{v_{poxx}}\right)^2\right]} = \frac{\left[1 - 2\left(\frac{715}{1240}\right)^2\right]}{\left[2 - 2\left(\frac{715}{1240}\right)^2\right]} = 0,23$$

Есептелген қарқындылықтағы жер сілкінісі кезіндегі топырақ серпімділігінің тиімді эквивалентті модульдерінің мәндерін Е.2 өрнегін қолдана отырып анықтаймыз.

$$E_z = 2G_z(1 + \mu) = 2 \cdot 819(1 + 0,23) = 2014 \text{ МПа}$$

$$E_{xx} = 2G_{xx}(1 + \mu) = 2 \cdot 814(1 + 0,22) = 1986 \text{ МПа}$$

$$E_{yy} = 2G_{yy}(1 + \mu) = 2 \cdot 825(1 + 0,23) = 2030 \text{ МПа}$$

Гимараттың иілгіш топырақ негізімен бірлескен жұмысын модельдеу кезінде сейсмикалық әсерлерге есептеулерінде ескерілетін топырақ массивінің механикалық қасиеттері туралы ақпаратты төмендегі өрнектерге сәйкес анықталған табан коэффициенттерінің мәні түрінде өрнектеуге болады:

$$C1_z = \frac{E_z}{z_{pz}(1 - 2\mu^2)} = \frac{2014}{12,0 \cdot (1 - 2 \cdot 0,23^2)} = 188 \text{ МПа/м}$$

$$C1_{xx} = \frac{E_{xx}}{z_{pxx}(1 - 2\mu^2)} = \frac{1986}{10,7 \cdot (1 - 2 \cdot 0,22^2)} = 205 \text{ МПа/м}$$

$$C1_{yy} = \frac{E_{yy}}{z_{pyy}(1 - 2\mu^2)} = \frac{2014}{13,6 \cdot (1 - 2 \cdot 0,23^2)} = 166 \text{ МПа/м}$$

$C1_{aver}$  ортаарифметикалық мәнін анықтаймыз:

$$C1_{aver} = (C1_z + C1_{xx} + C1_{yy})/3 = (188 + 205 + 166)/3 = 186 \text{ МПа/м}$$

$C1_{aver}$  мәні  $C1_z$ ,  $C1_{xx}$ , және  $C1_{yy}$  мәндерінің әрқайсысынан 11%-дан аз ерекшеленетінін ескере отырып, бір табан коэффициенті арқылы топырақтың механикалық қасиеттерін сипаттау практикалық мақсаттар үшін қолайлы деп санауға болады.

---

**ДК 699.841**

**МКС 91.040:93.010**

**Түйінді сөздер:** ғимараттарды жобалау, сейсмикаға төзімді ғимараттардың сипаттамалары, тұжырымдамалық жобалау, конструктивтік жүйенің қарапайымдылығы, біртектілік, симметриялық, артықтық, қарсыласулық және қаттылық, жүйелілік өлшемдері, жүйелі ғимараттар, орташа жүйелі емес ғимараттар, шамадан тыс жүйелі емес ғимараттар, ғимараттардың жүйелілігін тексеру, жауапкершілік кластары, жауапкершілік коэффициенттері, ғимараттың кездейсоқ айналу әсері, конструктивтік емес элементтерге сейсмикалық жүктемелер, қауіпсіздікті тексеру, сыни шектік жағдай, жалпы және жергілікті икемділік жағдайы, зақымдануды шектеу, қабатаралық қиғаштануды шектеу.

---

## Содержание

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                     | 6  |
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....                                                                           | 7  |
| 1.1 Область применения .....                                                                      | 7  |
| 1.2 Цель пособия.....                                                                             | 8  |
| 1.3 Указания по применению .....                                                                  | 8  |
| 1.4 Нормативные ссылки .....                                                                      | 10 |
| 1.5 Термины и определения .....                                                                   | 11 |
| 1.6 Символы, используемые в НТП.....                                                              | 16 |
| 1.7 Международная система единиц СИ.....                                                          | 18 |
| 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ .....                                                       | 19 |
| 2.1 Концептуальное проектирование .....                                                           | 19 |
| 2.2 Принципы концептуального проектирования зданий в сейсмических зонах .....                     | 21 |
| 2.2.1 Простота конструктивной схемы.....                                                          | 21 |
| 2.2.2 Однородность, симметричность и избыточность .....                                           | 22 |
| 2.2.3 Сопrotивляемость и жесткость конструктивной схемы в двух горизонтальных направлениях .....  | 24 |
| 2.2.4 Сопrotивляемость и жесткость на кручение в плане .....                                      | 25 |
| 2.2.5 Диафрагмальное поведение междуэтажных перекрытий и покрытий .....                           | 27 |
| 2.2.6 Фундаменты здания .....                                                                     | 31 |
| 2.2.7 Антисейсмические швы.....                                                                   | 32 |
| 2.2.8 Лестничные клетки .....                                                                     | 33 |
| 2.3 Первичные и вторичные элементы.....                                                           | 33 |
| 3 КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЗДАНИЙ ПО РЕГУЛЯРНОСТИ В ПЛАНЕ И ПО ВЫСОТЕ .....              | 35 |
| 3.1 Общие положения .....                                                                         | 35 |
| 3.2 Критерии регулярности конструктивных схем зданий в плане .....                                | 36 |
| 3.2.1 Регулярные в плане конструктивные схемы .....                                               | 36 |
| 3.2.2 Умеренно нерегулярные в плане здания.....                                                   | 38 |
| 3.2.3 Крутильно-податливые в плане конструктивные схемы зданий.....                               | 39 |
| 3.3 Критерии регулярности конструктивных схем зданий по высоте .....                              | 39 |
| 3.3.1 Регулярные по высоте конструктивные схемы .....                                             | 39 |
| 3.3.2 Умеренно нерегулярные по высоте конструктивные схемы .....                                  | 40 |
| 3.4 Чрезмерно нерегулярные в плане и/или по высоте конструктивные системы .....                   | 41 |
| 4 КОЭФФИЦИЕНТЫ СОЧЕТАНИЙ В КОМБИНАЦИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, УЧИТЫВАЕМЫХ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МАСС ЗДАНИЯ ..... | 43 |
| 5 КЛАССЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗДАНИЙ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ .....                              | 46 |
| 6 РАСЧЕТ ЗДАНИЙ .....                                                                             | 49 |
| 6.1 Расчетные модели зданий.....                                                                  | 49 |

|       |                                                                                                                 |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.2   | Выбор расчетной модели сейсмического воздействия .....                                                          | 51 |
| 6.3   | Эффекты сейсмических воздействий.....                                                                           | 53 |
| 6.3.1 | Общие положения.....                                                                                            | 53 |
| 6.3.2 | Спектрально-модальный метод определения расчетных сейсмических нагрузок .....                                   | 53 |
| 6.4   | Учет нерегулярности конструктивных схем зданий по высоте при определении эффектов сейсмических воздействий..... | 55 |
| 6.5   | Эффекты случайного кручения в плане.....                                                                        | 56 |
| 6.6   | Комбинации модальных реакций от сейсмических воздействий .....                                                  | 57 |
| 6.6.1 | Комбинации модальных реакций от одной компоненты сейсмического воздействия.....                                 | 57 |
| 6.6.2 | Комбинации эффектов от горизонтальных компонент сейсмического воздействия.....                                  | 58 |
| 6.6.3 | Комбинации эффектов от горизонтальных и вертикальной компонент сейсмического воздействия.....                   | 59 |
| 6.7   | Определение перемещений конструктивных систем при расчетных сейсмических воздействиях .....                     | 59 |
| 6.8   | Расчетные сейсмические нагрузки на несущие конструктивные и неконструктивные элементы .....                     | 60 |
| 6.8.1 | Общие положения.....                                                                                            | 60 |
| 6.8.2 | Проверки.....                                                                                                   | 61 |
| 7     | ПРОВЕРКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....                                                                                      | 64 |
| 7.1   | Общие сведения .....                                                                                            | 64 |
| 7.2   | Критическое предельное состояние .....                                                                          | 64 |
| 7.2.1 | Общие сведения .....                                                                                            | 64 |
| 7.2.2 | Условие сопротивляемости.....                                                                                   | 64 |
| 7.2.3 | Условия общей и локальной пластичности.....                                                                     | 65 |
| 7.2.4 | Условие равновесия .....                                                                                        | 67 |
| 7.2.5 | Сопротивляемость горизонтальных диафрагм .....                                                                  | 67 |
| 7.2.6 | Сопротивляемость фундаментов.....                                                                               | 68 |
| 7.3   | Ограничение ущерба.....                                                                                         | 69 |
| 7.3.1 | Общие сведения .....                                                                                            | 69 |
| 7.3.2 | Ограничение горизонтальных перекосов этажей .....                                                               | 69 |
| 8     | ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕНЕСУЩИХ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕН И ПЕРЕГОРОДОК .....                                           | 71 |
| 8.1   | Общие положения.....                                                                                            | 71 |
| 8.2   | Основные требования .....                                                                                       | 71 |
| 8.3   | Конструктивные решения несущих ограждающих стен и перегородок из каменной кладки .....                          | 72 |
|       | Приложение А (информационное). Конфигурации зданий в плане, соответствующие пункту 3.2.1.1 е).....              | 75 |

|                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Приложение Б (информационное). Конфигурации зданий в плане, соответствующие пункту 3.2.2.1 д).....                                                                                                                | 76 |
| Приложение В (информационное). Рекомендации по определению горизонтальных жесткостей этажей зданий.....                                                                                                           | 77 |
| Приложение Г (информационное). Примеры оценки регулярности зданий в плане по результатам общих расчетов.....                                                                                                      | 79 |
| ПРИМЕР 1 Оценка регулярности трехэтажного здания в плане .....                                                                                                                                                    | 79 |
| ПРИМЕР 2 Оценка регулярности трехэтажного здания в плане, после модификации его конструктивной схемы.....                                                                                                         | 82 |
| ПРИМЕР 3 Оценка регулярности в плане девятиэтажного здания с ядром жесткости без учета его взаимодействия с грунтовым основанием .....                                                                            | 84 |
| ПРИМЕР 4 Оценка регулярности в плане девятиэтажного здания с ядром жесткости с учетом взаимодействия здания с грунтовым основанием .....                                                                          | 88 |
| Приложение Е (справочное). Определение эффективных эквивалентных упругих свойств грунта при учете взаимодействия здания с грунтовым основанием.....                                                               | 90 |
| Е.1 Общие положения.....                                                                                                                                                                                          | 90 |
| Е.2 Определение показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтов на основании результатов динамических испытаний .....                                                                               | 90 |
| Е.2.1 Определение эффективных значений эквивалентных модулей сдвига $G$ и модулей упругости $E$ .....                                                                                                             | 90 |
| Е.2.2 Учет веса возводимого объекта.....                                                                                                                                                                          | 95 |
| Е.2.3 Описание свойств грунтового основания с помощью коэффициентов постели.....                                                                                                                                  | 96 |
| Е.3 Определение показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтов на основании эмпирических связей физико-механических свойств грунтов при статических и динамических нагружениях .....               | 97 |
| Пример. Определение параметров эквивалентной упругой жесткости грунтов на основании экспериментальных данных о скоростях распространения упругих волн в слоях грунта, расположенных ниже подошвы фундаментов..... | 98 |

## **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 общие принципы и правила проектирования зданий в сейсмических зонах Республики Казахстан.

Принципы и правила проектирования 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 в Республике 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., ведущий инж. Лопухов С.А., старший инж. Шаймерденов Т.А., инж. Абаканов М.М.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ  
ҚҰРАЛЫ  
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК**

---

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ.  
ЧАСТЬ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.  
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ  
DESIGN OF EARTHQUAKE RESISTANT BUILDINGS.  
PART: DESIGN OF CIVIL BUILDINGS.  
GENERAL REQUIREMENTS**

---

Дата введения – 2022.01.01

**1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1 Область применения**

1.1.1 Настоящее нормативно-техническое пособие разработано в развитие раздела 4 «Проектирование зданий» СП РК EN 1998-1:2004/2012 «Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1. Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий» и соответствует положениям Национального Приложения к СП РК EN 1998-1:2004/2012.

1.1.2 Настоящее нормативно-техническое пособие (далее, для краткости, НТП) содержит принципы и правила проектирования, являющиеся общими для гражданских зданий всех конструктивных типов зданий, вне зависимости от способов их возведения и вида материалов, примененных для выполнения несущих и ненесущих конструкций.

1.1.3 Настоящее НТП, наряду с принципами и правилами, приведенными в разделе 4 «Проектирование зданий» 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) правила, дополняющие, 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, разъясняющие и/или обосновывающие некоторые правила настоящего НТП;

д) примеры, иллюстрирующие применение некоторых положений настоящего НТП на практике.

1.1.4 Дополнительные и альтернативные правила, приведенные в настоящем НТП:

– основываются на апробированных технических решениях и/или на результатах анализа последствий землетрясений и экспериментально-теоретических исследований;

– согласовываются 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 согласовываются 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. Альтернативные правила, принятые в настоящем НТП взамен некоторых правил СП РК EN 1998-1:2004/2012, соответствуют этому условию.

1.1.5 Положениями настоящего НТП надлежит руководствоваться при:

- выборе конструктивно-планировочных решений зданий;
- определении классов ответственности проектируемых зданий по функциональному назначению и по этажности (высоте);
- выборе расчетных моделей зданий и сейсмических воздействий;
- проверках регулярности зданий в плане и по высоте на этапах концептуального проектирования и по результатам общих расчетов;
- определении эффектов расчетных сейсмических воздействий в конструктивных системах зданий и в их элементах;
- проверках соответствия принятых конструктивных решений зданий требованиям по отсутствию разрушения и по ограничению ущерба.

1.1.6 Настоящее НТП предназначено для применения специалистами, осуществляющими:

- составление технических заданий на разработку проектной документации;
- проектирование зданий;
- составление нормативно-инструктивных документов, развивающих положения СП РК EN 1998-1:2004/2012, и специальных технических условий, содержащих адресные требования к проектируемым объектам;
- контроль качества проектирования и строительства зданий;
- мониторинг состояния зданий в процессе строительства и эксплуатации.

## **1.2 Цель пособия**

1.2.1 Настоящее НТП составлено с целью 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 настоящем НТП приведены (см. пункт 1.1.3):

- примечания, разъясняющие или обосновывающие некоторые положения НТП;
- примеры, иллюстрирующие применение некоторых положений НТП на практике.

## **1.3 Указания по применению**

1.3.1 При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий следует соблюдать общие условия, приведенные в 2.2.4.3.3 НТП РК 08-01.1-2017 и соответствующие

условиям, приведенным в пунктах 1.3(2) СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и 1.3(2)Р СП РК EN 1998-1:2004/2012.

1.3.2 Положения документов, составляемых в развитие раздела 4 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и настоящего НТП (специальных технических условий, территориальных строительных норм, рекомендаций, стандартов и др.), не должны противоречить положениям настоящего НТП.

1.3.3 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 обоснованно.

К «рекомендуемым» относятся те положения, которые могут изменяться в зависимости от конструктивных особенностей проектируемого объекта и/или способа его возведения.

1.3.4 Альтернативные и дополнительные правила расчета и конструирования, отличающиеся от правил настоящего НТП, допускается применять в следующих случаях:

- при наличии доказательств их полного соответствия пункту 1.1.4;
- по согласованию с заказчиком и организацией-составителем НТП.

1.3.5 При применении положений настоящего НТП следует учитывать, что численные значения показателей, обеспечивающих приемлемый уровень безопасности зданий, приняты в предположении, что качество проектирования и строительства зданий, а также контроль качества проектирования и строительства соответствуют требованиям, установленным в СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

1.3.6 Проектирование и строительство конструктивных систем и конструкций, специальные требования к которым в настоящем НТП не приведены, следует осуществлять на основании специальных технических условий на проектирование.

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.

Примечание – Наличие специальных технических условий не может являться основанием для проектирования на площадках сейсмичностью более 8 баллов зданий, школ, больниц и дошкольных учреждений высотой более трех этажей;

Требования к содержанию, порядку согласования и утверждению специальных технических условий должны соответствовать положениям РДС 1.02-03-2011.

1.3.7 Специальные технические условия на проектирование 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 В настоящем НТП:

– номера пунктов СП РК EN 1998-1:2004/2012, текст которых полностью идентичен пунктам НТП, указаны в квадратных скобках рядом с номерами пунктов НТП;

- номера пунктов СП РК EN 1998-1:2004/2012, текст которых частично использован в НТП, указаны в квадратных скобках в конце соответствующего текста пунктов НТП.
- номера пунктов других СП РК EN, на которые даны ссылки в НТП, указаны в тексте соответствующих пунктов НТП там, где они используются.

### **1.4 Нормативные ссылки**

Для применения настоящего нормативно-технического пособия необходимы следующие ссылочные нормативные документы.

|                                 |                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 | «Основы проектирования несущих конструкций».                                                                                    |
| СП РК EN 1991-1-3:2003/2011     | «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-3: Общие воздействия. Снеговые нагрузки».                                          |
| 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».                           |
| НТП РК 08-01.6-2014             | «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Сейсмоизолирующие фундаменты. Общие положения». |
| РДС 1.02-03-2011                | Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство.                                 |

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 НТП 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 определения

В настоящем НТП применяются следующие термины и их определения.

Примечание – Определения некоторых терминов, принятых в настоящем НТП, даны в тексте там, где эти термины используются. Некоторые нижеприведенные термины и их определения в тексте НТП не используются, но обеспечивают единство понятий, относящихся к проектированию зданий.

**1.5.1 Альтернативное правило** – Правило, которое может быть применено в рамках выбора, допускаемого этим документом. Альтернативное правило может быть: одним из двух или нескольких возможных правил или заменяющим правилом.

**1.5.2 Аутриггерная структура (балки и/или фермы аутриггеры)** – Система перекрещивающихся и/или опоясывающих балок/ферм, применяемая, как правило, в высотных зданиях каркасно-ствольных конструктивных систем для повышения их изгибной жесткости. Аутриггерные структуры обычно располагаются в уровнях верхних или промежуточных технических этажей и связаны со стволом (ядром жесткости) конструктивной системы.

**1.5.3 База (базовый уровень)** – Уровень, на котором сейсмические движения грунтового основания считаются переданными конструктивной системе здания.

**1.5.4 Вероятностный анализ сейсмической опасности** – Метод определения вероятности превышения конкретного уровня движения грунта при землетрясениях.

**1.5.5 Входящий угол** – Угол, вершина которого на внешнем контуре здания обращена внутрь плана здания.

**1.5.6 Геометрически изменяемая система** – Система, элементы которой могут перемещаться под действием внешних сил без деформаций (механизм).

**1.5.7 Геометрически неизменяемая система** – Система, изменение формы которой возможно лишь в связи с деформациями ее элементов.

**1.5.8 Главные направления здания (конструктивной схемы здания)** – Два горизонтальных ортогональных направления, совпадающие с направлениями основных поступательных собственных форм колебаний здания в плане. Главные направления могут быть однозначно определены только для регулярных зданий с симметричной конфигурацией и симметричным распределением масс и жесткостей в плане.

**1.5.9 Гражданские здания** – Здания, предназначенные для обслуживания бытовых и общественных потребностей человека. Гражданские здания условно подразделяются на жилые и общественные. Жилые здания – это жилые дома, гостиницы и общежития. Общественные здания – это административные здания, учреждения образования, кинотеатры, музеи и другие подобные им.

**1.5.10 Двойная конструктивная система** – Конструктивная система, в которой вертикальные нагрузки воспринимаются главным образом пространственными рамами, а горизонтальным нагрузкам сопротивляются частично рамы и частично стены.

**1.5.11 Демпфирование** – Влияние внутренних механизмов рассеивания энергии в конструктивной системе, вызывающее снижение эффектов динамических воздействий.

**1.5.12 Деформация** – Изменение формы твердого тела под действием внешних или внутренних сил.

**1.5.13 Диафрагма** – Горизонтальная или почти горизонтальная конструкция (например, плита перекрытия, предназначенная для передачи горизонтальных сейсмических нагрузок на вертикальные конструкции, сопротивляющиеся сейсмическим воздействиям.

**1.5.14 Жесткая нижняя часть здания** – Нижняя часть здания, включающая фундамент, а также подвальные этажи и/или цокольный этаж, горизонтальные жесткости каждого из которых в 2 и более раза превышают горизонтальные жесткости каждого надземного этажа здания.

**1.5.15 Значимые направления здания (конструктивной схемы здания)** – Два ортогональных направления в плане здания, при приложении вдоль которых горизонтальных расчетных сейсмических воздействий в конструктивных элементах здания будут возникать реакции, которые без существенной погрешности могут рассматриваться как максимальные. Положение значимых направлений зависит от конструктивно-планировочных особенностей конструктивной системы здания. Для конструктивных систем, удовлетворяющих условиям регулярности в плане значимые направления будут совпадать с главными направлениями.

**1.5.16 Избыточность (резервирование)** – Наличие у конструктивной системы запаса сопротивляемости сейсмическим воздействиям. Выражается в способности конструктивной системы, в случае выхода из строя некоторых ее элементов, перераспределять сейсмические нагрузки по резервным путям, дополняющим минимально необходимые пути.

**1.5.17 Конструктивная система** – Сформированная комбинация конструкций здания, объединенных определенным способом для совместной работы.

**1.5.18 Конструктивная система диссипативная** – Конструктивная система, способная рассеивать энергию посредством пластичного гистерезисного поведения и/или с помощью иных механизмов.

**1.5.19 Конструктивная система недиссипативная** – Конструктивная система, не обладающая способностью к значимому рассеиванию энергии колебаний посредством пластичного гистерезисного поведения. Сопротивляемость недиссипативной конструктивной системы расчетным сейсмическим воздействиям обеспечивается расчетом, выполненным в предположении только линейно упругого поведения конструкций.

**1.5.20 Конструктивная схема** – Вариант конструктивной системы здания по признакам состава и пространственного размещения ее элементов.

**1.5.21 Конструктивно-планировочное решение здания** – Планировочное решение здания, согласующееся с его конструктивной системой, компоновкой несущих конструкций и объемно-пространственной конструктивной схемой.

**1.5.22 Конструктивный элемент** – Физически различимая часть конструктивной системы (например, колонна, балка, плита, связь, стена и др.)

**1.5.23 Конструктивные элементы (конструкции) вторичные** – Конструктивные элементы, воспринимающие вертикальные нагрузки от собственного веса и смежных элементов, но не влияющие на способность конструктивной системы противостоять сейсмическому воздействию.

**1.5.24 Конструктивные элементы первичные (несущие конструкции)** – Конструктивные элементы, рассматриваемые как части конструктивной системы,

сопротивляющейся сейсмическому воздействию, запроектированные в соответствии с расчетной сейсмической ситуацией.

**1.5.25 Конструктивные элементы, не являющиеся частью конструктивной системы (ненесущие конструкции)** – Элементы, которые из-за своей недостаточной прочности или принятого способа их соединения с конструктивной системой здания не рассматриваются при проектировании в качестве элементов, воспринимающих сейсмическую нагрузку, приходящуюся на конструктивную систему (перегородки, подвесные потолки, вентиляционные блоки, фронтоны, навесные фасады).

**1.5.26 Конфигурация здания** – Внешнее очертание, а также взаимное расположение несущих и ненесущих элементов в плане и по высоте здания, которые могут оказывать влияние на его работу при сейсмических воздействиях.

**1.5.27 Конфигурация конструктивной системы** – Размер, форма и расположение взаимосвязанных вертикальных конструкций, обеспечивающих сопротивляемость конструктивной системы горизонтальным сейсмическим воздействиям.

**1.5.28 Концептуальное проектирование** – Начальный этап проектирования, на котором принимают конструктивно-планировочные решения здания и выполняют предварительные проверки их соответствия установленным принципам концептуального проектирования. Конструктивно-планировочные решения, принятые на этапе концептуального проектирования, определяют степень сейсмостойкости проектируемых объектов и экономические затраты на их строительство.

**1.5.29 Коэффициент ответственности** – Коэффициент, используемый при определении расчетных сейсмических нагрузок на здание. Значения коэффициента ответственности нормируются в зависимости от функционального назначения здания и его этажности (высоты), ценности присутствующего в здании оборудования, значимости здания для гражданской защиты населения и социально-экономических последствий отказа здания при сейсмических воздействиях.

**1.5.30 Коэффициент поведения** – Коэффициент, используемый для уменьшения 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.

**1.5.31 Крутильно-податливая система** – Конструктивная система, не обладающая достаточной жесткостью на кручение в плане. К крутильно-податливым конструктивным системам относятся системы, у которых первая (низшая) собственная форма колебаний в плане является крутильной.

**1.5.32 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.

**1.5.33 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 начаться 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.

**1.5.34 Метод «Pushover Analysis»** – Статический нелинейный расчёт, позволяющий выявить последовательность разрушения элементов конструктивной системы и ее предельную прочность при приложенной нагрузке.

**1.5.35 Неконструктивные элементы** – внешние и внутренние системы, детали, механизмы, представляющие собой компоненты архитектурных, электрических или механических систем, не являющихся частью конструктивной системы здания, но подверженные динамическим воздействиям, вызванным колебаниями здания при землетрясении.

**1.5.36 Общий расчет** – Определение в конструктивной системе согласованных между собой величин сил, моментов и усилий, находящихся в равновесии с воздействиями на конструктивную систему и зависящих от геометрических размеров, особенностей конструкций и свойств материалов.

**1.5.37 Основание здания** – Массив грунта, воспринимающий нагрузки и воздействия от здания и передающий на здание сейсмические воздействия от природных и техногенных процессов.

**1.5.38 Основная (низшая) собственная форма колебаний здания** – Собственная форма колебаний здания как единого целого в рассматриваемом направлении с самой низкой собственной частотой.

**1.5.39 Парциальная расчетная модель** – Расчетная модель локального участка здания, в отношении которого может быть допущен упрощенный способ расчетной проверки.

**1.5.40 Перемещение (смещение)** – Изменение местоположения тела в пространстве относительно выбранной системы отсчета.

**1.5.41 Пластические деформации** – Необратимые деформации тела, вызванные изменением напряжений и не исчезающие (полностью или частично) после окончания действия приложенных сил.

**1.5.42 Пластичность** – способность конструктивной системы или ее элементов неоднократно переносить большие пластические деформации без разрушения.

**1.5.43 Сейсмические нагрузки** – Инерционные силы, действующие на здание при сейсмическом воздействии.

**1.5.44 Сейсмическая нагрузка расчетная** – Нагрузка на проектируемые здания, обусловленная их реакциями на предполагаемые расчетные сейсмические воздействия, определяемые в соответствии с положениями норм.

**1.5.45 Сейсмическое воздействие** – Воздействие, обусловленное движением грунта, вызванным природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движения транспорта, работа промышленного оборудования).

**1.5.46 Сейсмическая расчетная ситуация** – Расчетная ситуация, учитывающая особые условия для здания при сейсмических воздействиях.

**1.5.47 Случайный эксцентриситет** – Эксцентриситет массы этажа, возникающий в результате действия факторов, не учитываемых при расчете здания в прямом виде.

**1.5.48 Свободные колебания системы** – Колебания консервативной (недемпфированной) системы, происходящие без переменного внешнего воздействия и поступления энергии извне для поддержания колебательного процесса.

**1.5.49 Собственные колебания системы** – Свободные колебания консервативной системы по одной из собственных форм после начального кратковременного возмущения, после чего система предоставляется самой себе.

**1.5.50 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.

**1.5.51 Собственная частота колебаний системы** – Любая из частот свободных колебаний консервативной линейной системы.

**1.5.52 Спротивляемость конструктивной системы или конструктивного элемента** – Показатель, характеризующий способность конструктивной системы или конструктивного элемента противостоять статическим и динамическим нагрузкам.

**1.5.53 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.

**1.5.54 Статически неопределимая система** – Система, характеризующаяся наличием связей, выключение которых из работы здания не приводит к нарушению геометрической неизменяемости системы. Наличие этих связей обеспечивает зданиям дополнительные резервы прочности и жесткости.

**1.5.55 Статически определимая система** – Система, в которой число опорных реакций соответствует числу степеней свободы и величины опорных реакций можно определить из величин внешних нагрузок по принципу механического равновесия. В статически определимой конструктивной системе выход из строя какой-либо связи нарушает геометрическую неизменяемость системы.

**1.5.56 Центр жесткостей** – Точка приложения внутренних сил упругости в данном сечении конструкции, по отношению к которой сечение под действием внешних сил совершает лишь поступательные движения.

**1.5.57 Центр масс** – Точка, положение которой определяется распределением масс в теле или механической системе. При движении тела (системы) его центр масс движется

как материальная точка с массой, равной массе всего тела под действием сил, приложенных к этому телу.

**1.5.58 Упругая деформация** – Деформация тела, исчезающая после окончания действия приложенных сил.

**1.5.59 Уступ** – Часть строения, отступающая от основной линии и образующая выемку в плане или ступень по высоте строения.

**1.5.60 Уязвимость** – Показатель, характеризующий ожидаемую степень повреждений здания в результате сейсмических воздействий разной интенсивности.

**1.5.61 Форма колебаний системы** – Конфигурация совокупности характерных точек системы, совершающей периодические колебания, в момент времени, когда не все отклонения этих точек от их средних положений равны нулю. Для сплошных ограниченных тел форма колебаний соответствует конфигурации стоячей волны.

**1.5.62 Этажность зданий** – количество надземных этажей в зданиях. При определении этажности зданий, проектируемых для строительства в сейсмических зонах, мансардные, верхние технические, цокольные и подвальные этажи, если их конструктивно-планировочные решения соответствуют определениям, приведенным в 1.5.64-1.5.67, 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.

**1.5.63 Этаж мансардный** – верхний этаж в чердачном пространстве, фасад которого полностью или частично образован поверхностью (поверхностями) наклонной или ломанной крыши, при этом линия пересечения плоскости крыши и фасада должна быть на высоте не более 1,5 м от уровня пола мансардного этажа.

**1.5.64 Этаж подвальный** – этаж с отметкой поверхности пола ниже планировочной отметки земли на половину и более высоты помещений.

**1.5.65 Этаж технический** – этаж для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций; может быть расположен в нижней, верхней или в средней части здания.

**1.5.66 Этаж цокольный** – этаж с отметкой поверхности пола ниже планировочной отметки земли менее чем на половину высоты помещений, а верхняя часть перекрытия помещения располагается выше планировочной отметки земли не более чем на 200 см.

**1.5.67 Эффективная модальная масса** – Доля массы здания, участвующей в динамической реакции по определенной форме колебаний при заданном направлении сейсмического воздействия в виде смещения основания как абсолютно жесткого тела.

**1.5.68 Эффекты воздействий** – Результаты воздействия на элементы конструкции (например, внутренние силы, моменты, напряжения, деформации) или реакция всего здания (например, прогибы, повороты), вызванные воздействиями.

**1.5.69 Эффекты второго порядка** – Дополнительные вторичные эффекты, возникающие в результате деформирования конструктивной системы при сейсмических нагрузках. Дополнительные эффекты от деформирования конструктивной системы («Р-Δ» эффекты) определяются при выполнении расчетов по теории второго порядка.

## **1.6 Символы, используемые в НТП**

Примечание – Определения некоторых символов, принятых в НТП, даны в тексте там, где эти символы используются.

- $E_d$  – расчетное значение эффектов воздействий;
- $E_{di}$  – расчетное значение эффекта воздействия на зону или элемент  $i$  в сейсмической расчетной ситуации;
- $E_E$  – эффект сейсмического воздействия (усилие, перемещение и другие);
- $E_{Edx}$  – эффекты воздействия от приложения сейсмического воздействия вдоль выбранной горизонтальной оси  $x$  здания;
- $E_{Edy}$  – эффекты воздействия от приложения того же самого сейсмического воздействия вдоль ортогональной оси  $y$  здания;
- $E_{Edz}$  – эффекты воздействия от приложения сейсмического воздействия вдоль вертикальной оси  $z$  здания;
- $E_{Ek}$  – эффект сейсмического воздействия по  $k$ -й форме колебаний;
- $E_{F,G}$  – эффект несейсмических воздействий, входящих в комбинацию воздействий для сейсмической расчетной ситуации;
- $F_a$  – горизонтальная сила, действующая на несущий конструктивный элемент;
- $F_i$  – горизонтальная сила, действующая на  $i$ -й этаж;
- $F_{ik}$  – расчетная сейсмическая нагрузка в рассматриваемом направлении здания, приложенная к точке  $i$  и соответствующая  $k$ -й собственной форме колебаний здания;
- $G_{k,j}$  – характеристическое значение  $j$ -й постоянного воздействия;
- $H$  – высота здания от фундамента или от верха жесткой подземной части (например, жесткого подвального этажа);
- $M_{ai}$  – крутящий момент, приложенный к  $i$ -му этажу;
- $P_{tot}$  – полная гравитационная нагрузка на рассматриваемом этаже и над ним в сейсмической расчетной ситуации;
- $R_d$  – расчетная сопротивляемость элемента;
- $Q_{k,i}$  – характеристическое значение  $i$ -го переменного воздействия;
- $d_e$  – перемещение точки конструктивной системы, определенное по результатам линейного расчета, основанном на расчетном спектре реакции;
- $d_r$  – разность горизонтальных перемещений  $d_s$  верхнего и нижнего перекрытий рассматриваемого этажа;
- $d_s$  – перемещение точки конструктивной системы, вызванное расчетным сейсмическим воздействием;
- $d_{rs}$  – расчетный перекосяк этажа;
- $e_{ai}$  – случайный эксцентриситет массы этажа  $i$  от номинального положения;
- $m_j$  – масса здания отнесенная к точке  $j$  расчетной модели;
- $m_{ki}$  – масса здания, сосредоточенная в  $i$ -й точке  $k$ -го уровня;
- $n$  – количество этажей в здании;
- $q$  – коэффициент поведения;
- $q_d$  – коэффициент поведения при перемещениях;
- $h$  – высота этажа;
- $m_i$  – масса этажа в рассматриваемом уровне  $i$ ;
- $r_x$  – радиус кручения;
- $S_a$  – коэффициент сейсмичности для несущих конструктивных элементов;)
- $S_d(T_i)$  – ордината расчетного спектра реакций на периоде  $T_i$  в ускорениях, характеризующего горизонтальные сейсмические воздействия;

$S_{dv}(T_{vi})$  – ордината расчетного спектра реакций на периоде  $T_{vi}$  в ускорениях, характеризующего вертикальные сейсмические воздействия;

$T_C$  – максимальное значение периода на постоянном участке графика спектральных ускорений;

$T_i$  – период собственных колебаний здания по  $i$ -й форме;

$T_{x1}$  – период собственных колебаний здания в главном направлении  $X$ ;

$T_{y1}$  – период собственных колебаний здания в главном направлении  $Y$ ;

$T_{z1}$  – период собственных колебаний здания в главном направлении  $Z$ ;

$T_{\theta 1}$  – период собственных колебаний крутильных в плане колебаний здания относительно вертикальной оси  $Z$ ;

$V_{tot}$  – суммарная сейсмическая поперечная сила в уровне этажа;

$\eta_{ik}$  – коэффициент, значения которого в рассматриваемой точке  $i$  зависят от формы деформирования здания при его колебаниях по  $k$ -й собственной форме и направления сейсмического воздействия;

$\theta$  – коэффициент чувствительности к перекосу этажа;

$\nu$  – коэффициент редукции, учитывающий более низкий период повторяемости сейсмических воздействий, соответствующих требованию ограничения повреждений;

$\xi$  – коэффициент вязкого демпфирования (в процентах);

$\gamma_{lh}$  – коэффициент, учитывающий ответственность здания в зависимости от его функционального назначения и этажности при определении горизонтальных сейсмических нагрузок;

$\gamma_{lv}$  – коэффициент, учитывающий ответственность здания в зависимости от его функционального назначения и этажности при определении вертикальных сейсмических нагрузок;

$\gamma_{Rd}$  – коэффициент резерва прочности;

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий отсутствие жесткой связи между конструкцией и действующего на нее переменного воздействия;

$\psi_{Ei}$  – коэффициент сочетания для переменного воздействия  $i$ , используемый при определении эффектов расчетного сейсмического воздействия (вычисления масс здания, учитываемых при определении расчетных сейсмических нагрузок на здание);

$\psi_{2i}$  – коэффициент к квазипостоянному значению переменного воздействия.

## **1.7 Международная система единиц СИ**

1.6.1 Должны использоваться единицы СИ согласно ISO 1000.

1.6.2 При вычислениях рекомендуется применять следующие единицы измерений:

- |                                 |                                                                            |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| – силы и нагрузки:              | кН, кН/м, кН/м <sup>2</sup>                                                |
| – удельная масса (плотность):   | кг/м <sup>3</sup> , т/м <sup>3</sup>                                       |
| – масса:                        | кг, т                                                                      |
| – удельный вес:                 | кН/м <sup>3</sup>                                                          |
| – напряжения и прочность:       | Н/мм <sup>2</sup> (= МН/м <sup>2</sup> или МПа), кН/м <sup>2</sup> (= кПа) |
| – моменты (изгибающие, и т.д.): | кНм                                                                        |
| – ускорение:                    | м/с <sup>2</sup> , g (= 9,81 м/с <sup>2</sup> )                            |

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ

### 2.1 Концептуальное проектирование

2.1.1 На этапе концептуального проектирования здания, предназначенного для строительства в сейсмической зоне:

а) выбираются конструктивная система и конструктивная схема проектируемого здания, соответствующие особенностям сейсмической расчетной ситуации на площадке строительства, а также принципам и правилам проектирования зданий, приведенным в настоящем НТП;

б) принимается концепция проектирования конструктивной системы здания в части обеспечения ее способности к пластическому деформированию и рассеиванию энергии;

в) назначаются предварительные размеры несущих и ненесущих конструкций, а также материалы для их выполнения.

2.1.2 При выборе конструктивной системы и схемы здания следует учитывать:

а) функциональное назначение, этажность (высоту), условия эксплуатации, а также эстетическую и социальную значимость здания;

б) конфигурацию здания в плане и по высоте и другие особенности его объемно-планировочных и конструктивно-планировочных решений;

в) нормативные требования к относительным и абсолютным размерам здания в плане и по высоте;

г) нормативные требования к путям эвакуации из здания и другие факторы.

2.1.3 На этапах концептуального проектирования принимаются решения, предопределяющие антисейсмическую надежность зданий и затраты на их строительство. Учет фактора сейсмической опасности на этапе концептуального проектирования позволяет разрабатывать конструктивные системы и схемы зданий, соответствующие фундаментальным требованиям по отсутствию разрушений и по ограничению ущерба

Итоговые выводы о способности зданий противостоять сейсмическим воздействиям осуществляются по результатам их расчетов и конструирования, но именно на этапе концептуального проектирования формируются качественные основы сейсмостойкости зданий.

2.1.4 Согласно СП РК EN 1998-1:2004/2012 конструктивные системы зданий могут проектироваться в соответствии с концепциями:

а) о низкодиссипативном поведении;

б) о диссипативном поведении.

2.1.5 Согласно СП РК EN 1998-1:2004/2012 конструктивные системы зданий, в зависимости от их способности к пластическому деформированию и диссипации энергии, подразделяются на три класса:

DCL (Ductility Classes Low) – класс низкой пластичности, отвечающий концепции о низкодиссипативном поведении.

DCM (Ductility Classes Medium) – класс средней пластичности, отвечающий концепции о диссипативном поведении;

DCH (Ductility Classes High) – класс высокой пластичности, отвечающий концепции о диссипативном поведении.

Примечание – В НТП, содержащих специальные нормативные требования к проектируемым конструктивным системам, в качестве альтернативы допускается основываться на концепциях и технических решениях, соответствующих классам пластичности, которые могут являться промежуточными между классами L и M или M и H.

2.1.6 При проектировании конструктивных систем, относящихся к классу пластичности L, предусматривается:

а) эффекты сейсмических воздействий определять на основании общих линейно-упругих расчетов, не учитывая возможное нелинейное поведение материалов и конструкций;

б) проектные решения несущих конструкций принимать в соответствии с правилами, предназначенными для обычных условий строительства.

Сопrotивляемость сейсмическим воздействиям конструктивных систем, относящихся к классу пластичности L, обеспечивается преимущественно надлежащей прочностью несущих конструкций и лишь в некоторой степени их способностью к пластическому деформированию.

2.1.7 Конструктивные системы, относящиеся к классам пластичности M и H, следует проектировать с применением метода капаситивного проектирования. Предполагается, что при соблюдении расчетных и конструктивных правил метода капаситивного проектирования:

– будут обеспечены требуемые локальные и глобальные пластичности конструктивных систем;

– пластические деформации будут происходить в заранее определенных зонах конструктивных систем;

– конструктивные системы, относящиеся к классам пластичности M и H, будут обладать значительно большими, по сравнению с конструктивными системами класса L, способностями к гистерезисной диссипации энергии;

– режимы хрупкого разрушения элементов конструктивных систем будут предотвращены.

2.1.8 Конструктивные системы, относящиеся к классу пластичности H, проектируются с применением более строгих правил, чем конструктивные системы класса M и обладают большими, по сравнению с конструктивными системами класса M, способностями к пластическому деформированию и гистерезисному рассеиванию энергии.

2.1.9 Конструктивным системам, относящимся к разным классам пластичности, соответствуют разные значения коэффициента поведения  $q$ .

Если конструктивная система здания различается по разным горизонтальным направлениям, то значения коэффициента поведения  $q$  также могут быть различными для разных горизонтальных направлений [4.3.3.5.1(4)], но класс пластичности конструктивной системы должен быть одинаковым во всех направлениях [3.2.2.5(3)P].

Примечания:

1 Способность к пластическому деформированию рассматривается в европейском стандарте EN 1998-1:2004 как ключевой показатель способности конструктивных систем противостоят сейсмическим воздействиям. Согласно EN 1998-1:2004 конструктивные системы с высокой способностью к пластическому деформированию нуждаются в значительно меньшей прочности, чем конструктивные системы с низкой и средней способностью к пластическому деформированию.

Исходя из этого значения коэффициентов поведения  $q$  для конструктивных систем с классом пластичности Н принимаются в 1,5...2 раза меньше чем для конструктивных систем с классом пластичности М и в 3...4 раза меньше чем для конструктивных систем с классом пластичности L.

2 При назначении класса пластичности проектируемой конструктивной системы следует учитывать, что, хотя способность конструктивной системы к пластическому деформированию, безусловно, является неотъемлемым свойством ее сейсмостойкости, к возможности существенно поступиться прочностью несущих конструкций в пользу их большей пластичности следует относиться с осторожностью. Подобный консерватизм объясняется следующими причинами.

Во-первых – пластические деформации, возникающие в несущих конструкциях зданий при сейсмических воздействиях, неизбежно сопряжены с повреждениями этих конструкций. Причем, чем выше будет степень развития пластических деформаций в несущих конструкциях, тем более значительными будут их повреждения.

Во-вторых – для высоких и/или гибких конструктивных систем, помимо величин нагрузок, приходящихся на них при сейсмических воздействиях, будут важны также величины их перемещений, особенно если они способны вызвать эффекты второго порядка.

В-третьих – в некоторых случаях, объясняющихся особенностями спектрального состава реальных сейсмических воздействий, упругопластическое деформирование конструктивных систем может явиться причиной существенного увеличения, а не снижения эффектов сейсмических воздействий.

Правила проектирования, принятые в настоящем НТП, предусматривают, что конструктивные системы зданий, наряду со способностью к пластическому деформированию, должны обладать прочностью, достаточной для:

- ограничения пластических деформаций конструкций в безопасных пределах;
- защиты конструктивных систем от образования в них неустойчивых механизмов деформирования;
- предотвращения чрезмерных повреждений конструкций.

2.1.10 [4.2.1(2)] В соответствии с основополагающими принципами, принимаемыми во внимание на этапе концептуального проектирования, конструктивные системы и схемы 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.

## **2.2 Принципы концептуального проектирования зданий в сейсмических зонах**

### **2.2.1 Простота конструктивной схемы**

2.2.1.1 [4.2.1.1(1)] Простота конструктивной схемы здания характеризуется наличием ясных и предсказуемых путей передачи сейсмических нагрузок и является важной целью, к которой следует стремиться при проектировании.

Моделирование, расчет, конструирование и строительство зданий с простыми конструктивными схемами связаны с меньшей неопределенностью и прогнозирование их поведения при сейсмических воздействиях более надежно.

2.2.1.2 Простота конструктивной схемы здания обеспечивается:

- выбором благоприятной конфигурации здания в плане и по высоте (см. рисунки 2.1 и 2.2);
- формированием конструктивно-планировочных решений здания в соответствии с правилами, изложенными в 2.2.2 – 2.2.5.

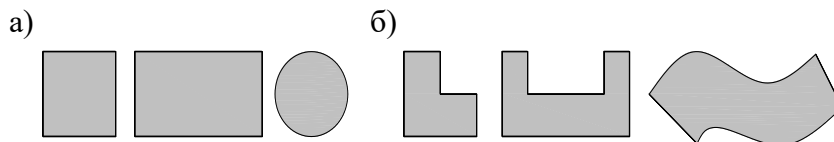


**Рисунок 2.1 – Конфигурации зданий в плане:**

**а) благоприятные и б) неблагоприятные**

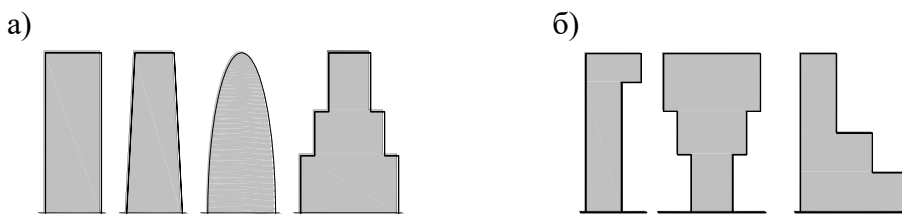


**Рисунок 2.2 – Конфигурации зданий по высоте:**

**а) благоприятные и б) неблагоприятные**

2.2.1.3 Конфигурация здания в плане и по высоте оказывает непосредственное влияние на выбор типа конструктивной системы и конструктивной схемы. Простая конфигурация зданий в плане и по высоте обеспечивает благоприятную основу для создания конструктивных систем с простыми конструктивными схемами.

2.2.1.4 Простота конструктивной схемы позволяет применять для описания ее поведения при сейсмических воздействиях неосложненные расчетные модели и использовать при конструировании апробированные технические решения, формализованные в нормах.

Проектирование и строительство зданий со сложными конфигурациями и конструктивными схемами в явном виде не запрещается. Однако следует учитывать, что сложные конструктивные схемы, даже если они способны воспринимать расчетные сейсмические нагрузки, более уязвимы при реальных сейсмических событиях, чем простые конструктивные схемы.

## **2.2.2 Однородность, симметричность и избыточность**

2.2.2.1 Однородность, симметричность и избыточность конструктивных систем зданий, как правило, взаимосвязаны с простотой их конструктивных схем.

2.2.2.2 Однородность конструктивной схемы в плане характеризуется равномерным расположением конструктивных элементов, обеспечивающим прямую и короткую передачу инерционных сил, возникающих в массах здания [4.2.1.2(1)].

Примечание – Однородная конструктивная схема может быть образована однотипными вертикальными конструктивными элементами, выполненными из одинаковых конструкционных материалов, или содержать несколько типов вертикальных элементов (например, стержневых и плоскостных), выполненных из одинаковых или разных конструкционных материалов.

Примеры конструктивных схем с неоднородным расположением в плане несущих конструкций показаны на рисунке 2.3.

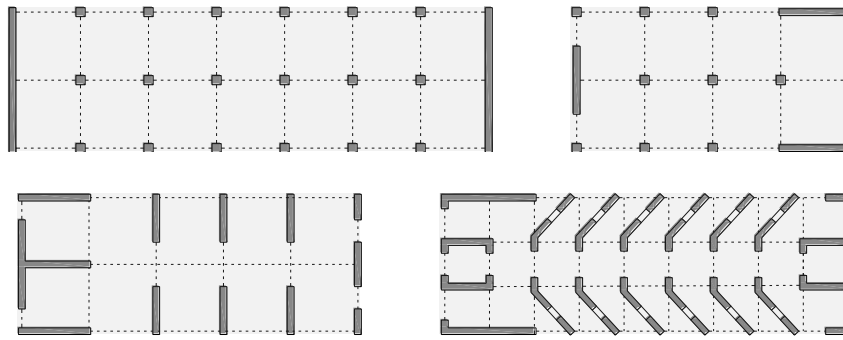


**Рисунок 2.3 – Примеры конструктивных схем с неоднородным расположением вертикальных конструктивных элементов в плане**

2.2.2.3 Однородность (отсутствие в вертикальных конструкциях существенных ослаблений) и простота конструктивной схемы по высоте способствует предотвращению образования в ней уязвимых зон, в которых концентрации напряжений или большие пластические деформации материала могут стать причиной преждевременного разрушения конструкций [4.2.1.2(2)].

2.2.2.4 При необходимости однородность здания в плане и по высоте может быть обеспечена путем его разделения антисейсмическими швами на динамически независимые отсеки с однородными конструктивными схемами (см. рисунки 2.4 и 2.5 и подраздел 2.2.7).

2.2.2.5 [4.2.1.2(3)] Близкие закономерности в распределениях масс, сопротивлений и жесткостей в плане здания устраняют значительные величины эксцентриситетов между центрами масс и жесткостей.

2.2.2.6 [4.2.1.2(4)] Если конфигурация здания в плане является симметричной или квазисимметричной, то для достижения однородности конструктивной схемы целесообразно принимать симметричное и равномерное распределение вертикальных несущих конструкций в плане.

2.2.2.7 [4.2.1.2(5)] Симметричное и равномерное распределение несущих конструкций в плане и по высоте конструктивной системы увеличивает ее избыточность, позволяет более благоприятно перераспределять эффекты воздействий и обеспечивает диссипацию энергии всей конструктивной системой.

2.2.2.8 При оценках однородности зданий в плане и по высоте, помимо расположения и жесткостей вертикальных несущих конструкций, воспринимающих сейсмические нагрузки, следует принимать во внимание:

- расположение ненесущих конструкций, не учитываемых в расчетных моделях зданий, но способных повлиять на работу конструктивных систем при сейсмических воздействиях (например, перегородок и стеновых заполнений);
- однородность междуэтажных перекрытий (покрытий) и их способность обеспечивать совместное сопротивление вертикальных несущих конструкций сейсмическим воздействиям.

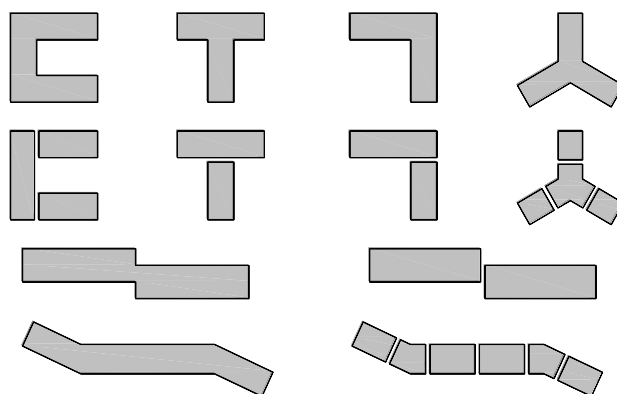


**Рисунок 2.4 – Примеры разделения зданий со сложными конфигурациями в плане на динамически независимые отсеки**

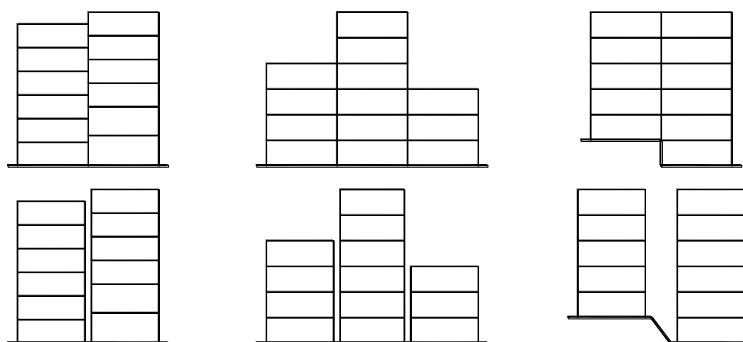


**Рисунок 2.5 – Примеры разделения зданий со сложными конфигурациями по высоте на динамически независимые отсеки**

2.2.2.9 При проектировании здания с несимметричной конфигурацией и/или с несимметричным расположением жесткостей и/или масс в плане его конструктивную схему рекомендуется принимать таким образом, чтобы значения эксцентриситетов между центрами масс и жесткостей в уровнях перекрытий каждого этажа здания были сведены к приемлемому минимуму.

2.2.2.10 Избыточность конструктивной системы в первую очередь связана с ее способностью к обеспечению альтернативных путей передачи сейсмических нагрузок после выхода из строя ее любого элемента. В этом отношении наиболее предпочтительными являются конструктивные системы зданий с высокой степенью статической неопределимости.

### **2.2.3 Сопротивляемость и жесткость конструктивной схемы в двух горизонтальных направлениях**

2.2.3.1 [4.2.1.3(1)P] Горизонтальные сейсмические движения основания являются двумерными и следовательно конструктивная схема здания должна быть способна противостоять горизонтальным воздействиям в любом направлении.

2.2.3.2 Для соблюдения пункта 2.2.3.1 вертикальные элементы конструктивной схемы рекомендуется ориентировать в плане в ортогональных направлениях, обеспечивая по возможности ее близкие сопротивляемости и жесткости в этих направлениях [4.2.1.3(2)].

2.2.3.3 Ориентация вертикальных несущих конструкций здания по ортогональным в плане направлениям является наиболее простым, но не единственным способом обеспечения способности конструктивной системы здания противостоять горизонтальным сейсмическим воздействиям в любом направлении.

Конструктивные схемы, в которых вертикальные конструктивные элементы ориентированы не в ортогональных направлениях в плане здания, также могут рассматриваться как соответствующие положению 2.2.3.1, если они способны противостоять горизонтальным воздействиям в любом направлении.

Примечание – На рисунке 2.6 показаны принципиальные схемы конструктивных систем, имеющих в плане форму окружности, правильного шестиугольника и трилистника. Такие и подобные им конструктивные схемы, хотя и характеризуются более сложным поведением при сейсмических воздействиях, чем схемы с ортогональным расположением вертикальных конструктивных элементов, и нуждаются в более сложных расчетных моделях для оценки сопротивляемости сейсмическим воздействиям, допустимо считать соответствующими положению 2.2.3.1

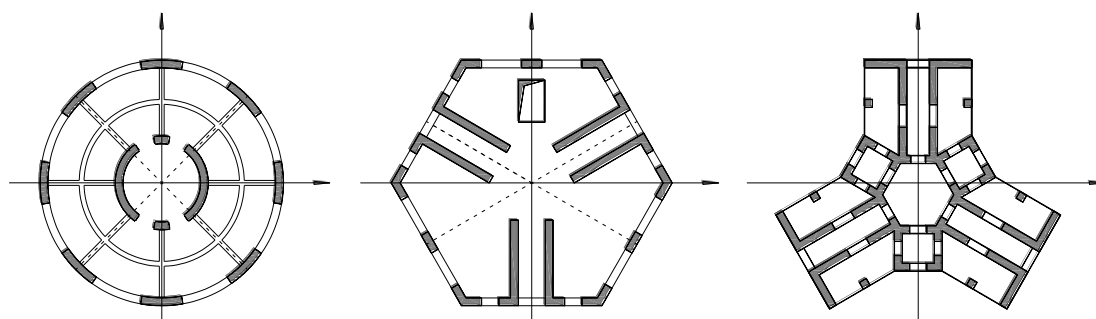


**Рисунок 2.6 – Примеры конструктивных схем с неортогональным расположением вертикальных несущих конструкций**

2.2.3.4 При выборе горизонтальной жесткости конструктивной системы, помимо стремления минимизировать эффекты сейсмического воздействия (исходя из особенностей площадки строительства и спектров реакций расчетных сейсмических воздействий), следует принимать во внимание необходимость ограничения ее чрезмерных перемещений, способных вызвать [4.2.1.3(3)]:

- значительные повреждения элементов, не являющихся частью конструктивной системы (например, перегородок и стеновых заполнений) и не участвующих в восприятии сейсмических нагрузок, приходящихся на здание;
- неустойчивость конструктивной системы из-за возникновения эффектов второго порядка.

Примечание – Здания с высокой горизонтальной жесткостью, как правило, подвергаются при землетрясениях более интенсивным сейсмическим нагрузкам, чем здания с низкой горизонтальной жесткостью, но более эффективны в части ограничения величин перемещений и эффектов второго порядка.

## **2.2.4 Сопротивляемость и жесткость на кручение в плане**

2.2.4.1 [4.2.1.4(1)] Помимо сопротивляемости и жесткости в горизонтальных направлениях конструктивные схемы зданий должны обладать сопротивляемостью и

жесткостью на кручение в плане, способными ограничить их крутильные колебания, увеличивающие неравномерность нагружения вертикальных конструкций. В этом отношении явные преимущества имеют конструктивные схемы, в которых вертикальные конструкции, противостоящие сейсмическому воздействию, расположены близко к периметру здания.

Примечания:

1 Крутильные колебания зданий в плане при сейсмических воздействиях могут быть обусловлены разными причинами:

- а) недостаточной жесткостью конструктивной системы на кручение в плане;
- б) эксцентриситетами между центрами масс и жесткостей в плане здания из-за несбалансированного распределения масс и жесткостей;
- в) неравномерными деформациями фундаментов и/или грунтового основания здания;
- г) отрывами фундаментов от основания при качательных колебаниях здания;
- д) неравномерностью поля сейсмических колебаний основания.

При сейсмических воздействиях даже симметрично расположенные однотипные конструкции зданий, имеющих симметричные конфигурации и симметричное распределение масс и жесткостей в плане, из-за различного рода конструктивных и геометрических несовершенств, могут получать повреждения разной интенсивности. По этой причине эффекты крутильных колебаний могут оказаться весьма значительными не только для зданий с несимметричной конфигурацией в плане, но и для тех зданий с симметричной конфигурацией, у которых положения центров масс в уровнях междуэтажных перекрытий совпадают с положениями центров жесткостей.

2 Примеры конструктивных систем со сбалансированным распределением масс и жесткостей в плане, но с разными способностями сопротивляться крутильным колебаниям в плане, показаны на рисунке 2.7. Примеры конструктивных систем с несбалансированным распределением масс и жесткостей, увеличивающим крутильные колебания в плане, показаны на рисунке 2.8.

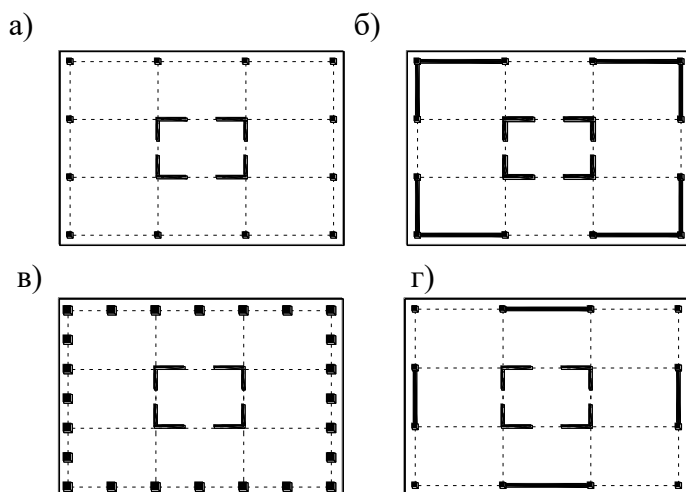


**Рисунок 2.7 – Примеры конструктивных схем: а) с низкой сопротивляемостью кручению; б), в), г) с высокой сопротивляемостью кручению**

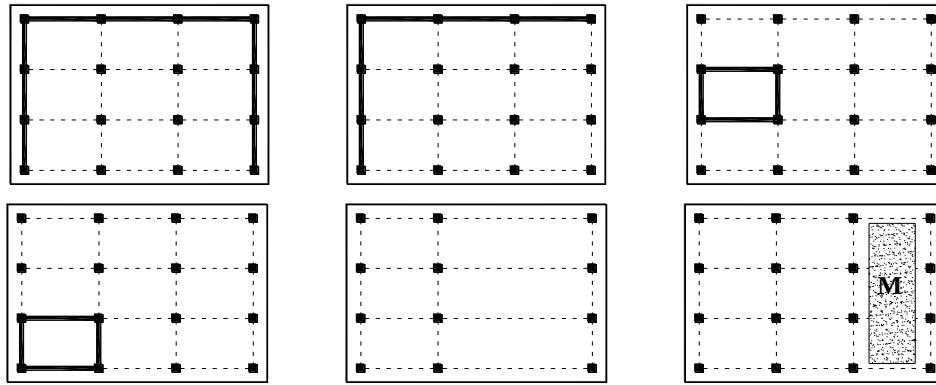


**Рисунок 2.8 – Примеры конструктивных схем с несбалансированным распределением жесткостей и/или масс (М) в плане**

2.2.4.2 Недостаточная жесткость на кручение в плане является одной из основных причин повреждений и разрушений зданий при сейсмических воздействиях. Следует избегать возведения в сейсмических зонах зданий с крутильно-податливыми в плане конструктивными схемами.

2.2.4.3 Для ограничения крутильных колебаний зданий в плане рекомендуется:

- а) применять конструктивные схемы со сбалансированным распределением масс и жесткостей в плане здания;
- б) применять конструктивные схемы, в которых вертикальные конструкции, воспринимающие сейсмические нагрузки, размещены близко к периметру здания;
- в) ограничивать абсолютные размеры зданий в плане и отношения между длинами их сторон;
- г) не применять конструктивные схемы, в которых существенные массы здания сосредоточены на его краевых участках в плане.

## **2.2.5 Диафрагмальное поведение междуэтажных перекрытий и покрытий**

2.2.5.1 Междуэтажные перекрытия и покрытия в зданиях должны выполнять функции горизонтальных диафрагм, передающих горизонтальные инерционные силы на вертикальные несущие конструкции и обеспечивающих совместное сопротивление вертикальных конструкций (первичных конструктивных элементов) горизонтальным сейсмическим воздействиям [4.2.1.5(1)].

2.2.5.2 Перекрытия и покрытия, соответствующие пункту 2.2.5.1, должны:

- иметь адекватные сопротивляемости в своей плоскости и адекватные связи с вертикальными несущими конструкциями [4.2.1.5(2)];
- обладать жесткостями в своих плоскостях достаточными для передачи горизонтальных инерционных сил и эффектов кручения вертикальным несущим конструкциям в соответствии с допущениями, принятыми при выполнении расчетов [4.2.1.5(3)].

2.2.5.3 Междуэтажные перекрытия и покрытия (далее – перекрытия), в зависимости от степени их соответствия пунктам 2.2.5.1 и 2.2.5.2, могут быть классифицированы как жесткие, податливые или гибкие в своей плоскости.

2.2.5.3.1 Жесткие в своей плоскости перекрытия не имеют при сейсмических воздействиях значимых деформаций в своей плоскости, обеспечивают синфазные в

плане горизонтальные колебания вертикальных несущих конструкций и способны распределять расчетные горизонтальные сейсмические нагрузки между вертикальными конструкциями практически как идеализированные жесткие диафрагмы – в зависимости от расположения вертикальных конструкций и пропорционально их жесткостям.

2.2.5.3.2 Податливые в своей плоскости перекрытия могут при сейсмических воздействиях иметь значимые деформации в своей плоскости, но обеспечивают синфазные горизонтальные колебания вертикальных несущих конструкций и способны распределять расчетные горизонтальные сейсмические нагрузки между вертикальными конструкциями:

- преимущественно в зависимости от расположения вертикальных конструкций и соотношения их горизонтальных жесткостей;
- частично в зависимости от величин грузовых площадей, прилегающих к вертикальным конструкциям.

2.2.5.3.3 При гибких в своих плоскостях перекрытиях горизонтальные сейсмические нагрузки распределяются между вертикальными конструкциями преимущественно в зависимости от величин прилегающих к ним грузовых площадей. Гибкие перекрытия не могут обеспечивать синфазные в плане колебания вертикальных конструкций и неспособны перераспределять горизонтальные сейсмические нагрузки между вертикальными конструкциями при их пластическом деформировании.

2.2.5.4 Основываясь на примечании к пункту 4.3.1(4) СП РК EN 1998-1:2004/2012 перекрытие можно рассматривать как жесткое в своей плоскости, если при расчетах на сейсмическое воздействие, выполненных с учетом его реальной податливости, полученные значения горизонтальных перемещений контурных точек перекрытия в рассматриваемом направлении ( $\delta_{fl}$ ) не отличаются более чем на 10 % от значений, полученных в предположении абсолютной жесткости перекрытия в своей плоскости ( $\delta_{rig}$ ).

В соответствии с этим определением перекрытие может быть классифицировано как жесткое в своей плоскости, если соблюдается условие (2.1).

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{rig}}{\delta_{rig}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (2.1)$$

Условные обозначения, принятые в (2.1), показаны на рисунке 2.9.

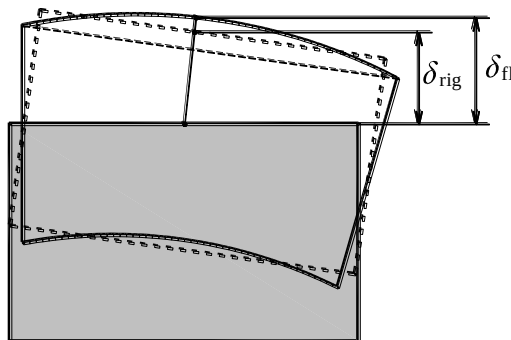


**Рисунок 2.9 – К классификации перекрытий по жесткости в соответствии с условием (2.1)**

Примечание – Классификация перекрытий по жесткости в соответствии с условием (2.1):

а) основывается на выполнении двух расчетов конструктивной системы рассматриваемого здания: с учетом фактической податливости его перекрытий и в предположении абсолютной жесткости перекрытий.

б) рекомендуется к применению в тех случаях, когда соблюдение в расчетной модели предпосылки об абсолютной жесткости перекрытий не приводит к искажению фактической горизонтальной жесткости конструктивной системы здания и значимо не влияет на его расчетные значения периодов и форм колебаний.

Если предпосылка об абсолютной жесткости дисков перекрытий оказывает существенное влияние на горизонтальную жесткость конструктивной системы и расчетные значения ее периодов и форм колебаний, то при классификации перекрытий допускается применять альтернативный подход.

При альтернативном подходе перекрытие может быть классифицировано как жесткое в своей плоскости, если при расчетах на сейсмическое воздействие, выполненных с учетом его реальной податливости, полученные значения горизонтальных перемещений контурных точек перекрытия в рассматриваемом направлении ( $\delta_{fl}$ ) не отличаются более чем на 10 % от значений горизонтальных перемещений соответствующих точек на линии хорды ( $\delta_{ch}$ ).

В соответствии с альтернативным подходом перекрытие может быть классифицировано как жесткое в своей плоскости, если соблюдается условие (2.2):

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{ch}}{\delta_{ch}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (2.2)$$

Условные обозначения, принятые в (2.2), показаны на рисунке 2.10.

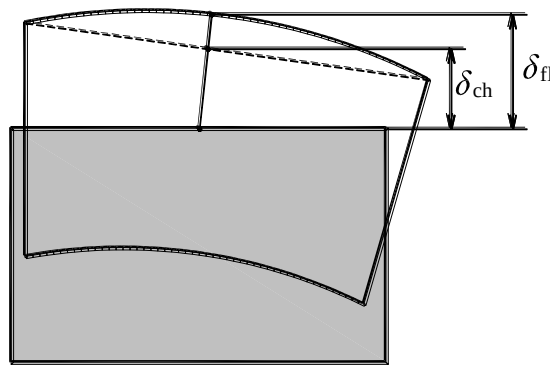


**Рисунок 2.10 – К классификации перекрытий по жесткости в соответствии с условием (2.2)**

Примечания:

1. Альтернативный подход позволяет классифицировать перекрытия на основании результатов одного расчета конструктивной системы здания. Оценки жесткости перекрытий, полученные при альтернативном подходе, являются более консервативными, чем оценки, полученные по результатам двух расчетов, выполняемых с учетом реальной податливости перекрытий в системе здания и в предположении его абсолютной жесткости.

2. При анализе результатов расчетов консольные участки плит перекрытий (например, плиты балконов) не рассматриваются.

3. Под линией хорды понимается отрезок прямой, соединяющий наиболее удаленные друг от друга (крайние) точки рассматриваемой грани перекрытия в плане.

2.2.5.4.1 К податливым в своих плоскостях следует относить те перекрытия, для которых соотношения между расчетными горизонтальными перемещениями  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{rig}$  и  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{ch}$  соответствуют условиям (2.3) или (2.4):

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{rig}}{\delta_{rig}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (2.3)$$

$$\frac{\delta_{fl} - \delta_{ch}}{\delta_{ch}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (2.4)$$

2.2.5.4.2 Перекрытия, для которых соотношения между расчетными горизонтальными перемещениями  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{rig}$  и  $\delta_{fl}$ ,  $\delta_{ch}$  не соответствуют условиям (2.3) и (2.4), не способны в должной мере выполнять функции горизонтальных диафрагм и классифицируются как гибкие. В рамках настоящего НТП здания с гибкими в своих плоскостях перекрытиями не рассматриваются.

Примечания:

а) В СП РК EN 1998-1:2004/2012 применение в зданиях перекрытий с высокой горизонтальной податливостью в явном виде не запрещено, но некоторые правила и требования этого документа, образующие его научно-методическую основу, базируются на предположении об абсолютной или высокой горизонтальной жесткости перекрытий в своей плоскости. К таковым правилам и требованиям в частности относятся:

- правила определения центров жесткостей и эксцентриситетов между центрами жесткостей и масс (см. [4.2.3.2(6)]);
- правила учета эффектов случайного кручения здания в плане, обусловленных неопределенностями в расположении масс и пространственными вариациями сейсмического движения (см. [4.3.2(1)P]);
- правила выбора направлений расчетных горизонтальных сейсмических воздействий;
- правила, регламентирующие перераспределение усилий между вертикальными конструкциями при линейно-упругих расчетах (например, [5.4.2.4(2)] и [9.4(6)]);
- требования к перекрытиям для зданий со сложными конфигурациями (см. [4.2.3.2(4)]).

б) При проверках жесткостей перекрытий в своей плоскости по пунктам 2.2.5.5-2.2.5.7 рекомендуется учитывать взаимодействие конструктивной системы здания с грунтовым основанием.

2.2.5.4.3 Для обеспечения адекватной жесткости в своей плоскости перекрытия зданий должны иметь однородные регулярные конструктивные решения. Рекомендуется избегать:

- выполнения сборных перекрытий с разными направлениями раскладки плит;
- устройство в перекрытиях проемов, способных нарушить совместное сопротивление вертикальных конструкций сейсмическим воздействиям.

Примеры неоднородных в плане перекрытий показаны на рисунке 2.11.

2.2.5.4.4 Работа перекрытий как жестких в своей плоскости горизонтальных диафрагм особенно важна для зданий:

- проектируемых с учетом перераспределения эффектов сейсмических воздействий между вертикальными несущими конструкциями;
- со сложными по конфигурации и неоднородными по составу вертикальными несущими конструкциями [4.2.1.5(1)];
- с L, C, H, I, Y и X-образными формами в плане [4.2.3.2(4)];

- с вертикальными несущими конструкциями, имеющими в плане существенно различающиеся горизонтальные жесткости [4.2.1.5(1)];
- с вертикальными несущими конструкциями, имеющими выше и ниже горизонтальных диафрагм существенно различающиеся горизонтальные жесткости [4.2.1.5(3)];
- с некомпактными или очень протяженными формами в плане [4.2.1.5(2)];
- с большими проемами в перекрытиях, особенно если эти проемы расположены вблизи от основных вертикальных конструкций и затрудняют их эффективную связь с горизонтальными конструкциями [4.2.1.5(2)];
- с выступами или входящими уступами в плане;
- с существенно неравномерным распределением масс в плане.

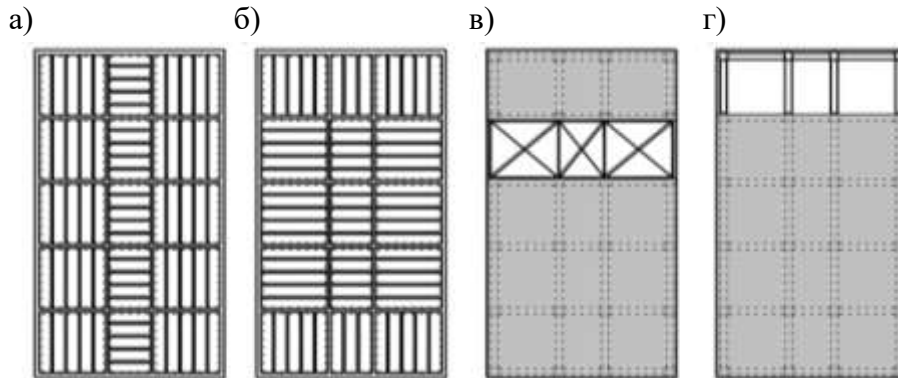


**Рисунок 2.11 – Примеры неоднородных в плане перекрытий**

**а), б) – сборные перекрытия с разными направлениями раскладки плит в плане;  
в), г) – перекрытия с большими податливыми участками и проемами.**

2.2.5.4.5 По краям больших или протяженных проемов в перекрытиях рекомендуется предусматривать горизонтальные элементы (например, балки), отчасти компенсирующие ослабления перекрытий и обеспечивающие эффективную связь между горизонтальными и вертикальными несущими конструкциями.

## **2.2.6 Фундаменты здания**

2.2.6.1 Правильный выбор типа и конструктивных решений фундамента имеет большое значение для обеспечения сейсмостойкости здания и его ремонтпригодности после сейсмического события. Значительные повреждения фундаментов нарушают способность зданий эффективно сопротивляться сейсмическим воздействиям. Устранение повреждений фундаментов, как правило, трудоемко и сопряжено с большими экономическими затратами.

2.2.6.2 Расчет и конструирование фундаментов и их соединений с надфундаментным строением должны гарантировать, что все здание будет подвержено равномерному сейсмическому возмущению. Фундаменты должны обладать жесткостью, достаточной для передачи сейсмических воздействий на вышерасположенную часть здания без различного рода неблагоприятных локальных эффектов, например, несинфазных горизонтальных и/или вертикальных перемещений отдельных опор [4.2.1.6(1)Р].

2.2.6.3 [4.2.1.6(2)] Для зданий, конструктивные системы которых представлены дискретным количеством несущих стен, различающихся между собой размерами

поперечных сечений и горизонтальными жесткостями, как правило, следует принимать жесткие фундаменты коробчатого или кессонного типа, содержащие фундаментные плиты и плиты перекрытий над стенами подвальных и цокольных этажей

2.2.6.4 [4.2.1.6(3)] Отдельно расположенные элементы фундаментов (столбчатые или свайные) следует объединять фундаментными плитами или связевыми балками, располагаемыми между этими элементами в обоих направлениях и попадающими под критерии и правила пункта 5.4.1.2 СП РК EN 1998-5:2004/2013.

2.2.6.5 В зданиях высотой более 9 этажей глубину заложения подошвы фундамента относительно планировочной отметки земли, как правило, следует принимать не менее 10 % от высоты их надземной части.

2.2.6.6 При проектировании фундаментов зданий, помимо положений СП РК EN 1998-1:2004/2012 и настоящего НТП, следует соблюдать соответствующие положения СП РК EN 1997-1:2004/2011, СП РК EN 1998-5:2004/2013 и НТП к ним.

## **2.2.7 Антисейсмические швы**

2.2.7.1 Предельные размеры в плане зданий или их отсеков и расстояния между антисейсмическими швами не должны превышать размеры, указанные в таблице 2.1.

2.2.7.2 Антисейсмические швы между зданиями или между отсеками здания следует выполнять с соблюдением правил, приведенных в 2.2.7.3 – 2.2.7.9.

2.2.7.3 Антисейсмические швы, как правило, должны разделять здания по всей высоте включая фундаментные конструкции. Антисейсмические швы следует совмещать с температурными и осадочными швами.

2.2.7.4 Антисейсмические швы следует выполнять путем возведения парных стен, парных рам или рамы и стены.

2.2.7.5 Устройство антисейсмических швов внутри помещений, предназначенных для постоянного проживания или длительного нахождения людей, не допускается.

**Таблица 2.1 –Предельные размеры зданий или их отсеков в плане и расстояния между антисейсмическими швами.**

| Сейсмичность площадки,<br>в баллах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Размеры зданий по длине (ширине), в метрах, при типе<br>грунтовых условий по сейсмическим свойствам |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | IA и IB                                                                                             | II     | III   |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 150/80                                                                                              | 150/80 | 96/80 |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 96/80                                                                                               | 96/80  | 72/60 |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 96/60                                                                                               | 72/60  | 60/60 |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 60/45                                                                                               | 60/45  | 45/36 |
| Примечания:<br>1 В числителе приведены данные для металлических и сталебетонных каркасных и железобетонных каркасных и стеновых конструктивных систем; в знаменателе – для конструктивных систем из других материалов.<br>2 Предельные размеры одноэтажных каркасных зданий, проектируемых для строительства на площадках сейсмичностью 8, 9 и 10 баллов, допускается увеличивать на 30%. |                                                                                                     |        |       |

2.2.7.6 В одноэтажных каркасных зданиях антисейсмические швы в фундаментах, если эти швы не совпадают с температурными и/или осадочными швами, допускается не предусматривать.

2.2.7.7 Обеспечивать возможность взаимных смещений смежных динамически независимых отсеков за счет подвижки пролетных конструкций, свободно лежащих на несущих конструкциях смежных этажей, не допускается.

2.2.7.8 Здания должны быть защищены от соударений, вызванных колебаниями при землетрясении смежных зданий или смежных отсеков. Конструкции антисейсмических швов и их заполнения не должны препятствовать взаимным перемещениям смежных отсеков при землетрясениях [4.4.2.7(1)Р].

2.2.7.9 Требование пункта 2.2.7.8 считается выполненным, если:

а) ширина антисейсмического шва в рассматриваемом уровне не менее суммарного значения горизонтальных перемещений двух смежных зданий или отсеков в этом уровне;

Примечание – Горизонтальные перемещения  $d_s$  смежных зданий или отсеков следует определять в соответствии с 6.7.2.

б) при высоте здания до 5 м ширина антисейсмического шва, вне зависимости от результатов расчетов, составляет не менее 30 мм и для зданий большей высоты увеличивается на 20 мм на каждые 5 м высоты;

в) антисейсмические швы, разделяющие фундаменты (кроме свайных фундаментов), имеют ширину не менее 10 мм.

## **2.2.8 Лестничные клетки**

2.2.8.1 В зданиях высотой 3 этажа и более, как правило, следует принимать не менее одной лестничной клетки в пределах каждого отсека.

2.2.8.2 Лестничные клетки и лифтовые шахты следует располагать, как правило, в пределах плана здания (отсека).

2.2.8.3 Лестничные клетки, как правило, следует предусматривать закрытыми, имеющими в наружных стенах оконные проемы.

2.2.8.4 В реконструируемых зданиях, имеющих лестничные клетки, расположенные в пределах плана здания, дополнительные лестничные клетки и лифтовые шахты допускается располагать вне пределов плана здания, но конструктивно связывать с ним.

## **2.3 Первичные и вторичные элементы**

2.3.1 В соответствии с положениями СП РК EN 1998-1:2004/2012 конструктивные элементы зданий допускается подразделять на «первичные» и «вторичные».

2.3.2 Под «первичными» понимаются конструктивные элементы, вклад которых в жесткость и сопротивляемость конструктивной системы сейсмическим воздействиям следует учитывать в расчетах.

Под «вторичными» понимаются конструктивные элементы, жесткостью и прочностью которых в расчетах на сейсмические воздействия можно пренебречь и они могут не соответствовать в полной мере положениям разделов 5-9 СП РК EN 1998-1:2004/2012 [4.2.2(1)Р].

2.3.3 Классификацию элементов конструктивных систем на первичные и вторичные рекомендуется применять главным образом при количественной оценке сейсмостойкости зданий существующей застройки и разработке проектов их усиления или восстановления.

2.3.4 Расчет и конструирование первичных элементов, сопротивляющихся сейсмическим воздействиям, следует осуществлять в соответствии со специальными нормативными требованиями, имеющими к ним отношение [4.2.2 (3)].

2.3.5 Все «вторичные» элементы и их соединения должны быть рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы они, как минимум, обладали способностью выдерживать гравитационные нагрузки при смещениях, вызванных расчетными сейсмическими воздействиями.

При проектировании «вторичных» элементов следует должным образом учитывать эффекты второго порядка (Р-Δ эффекты) [4.2.2(1)Р] и соблюдать соответствующие положения СП РК EN 1992, СП РК EN 1993, СП РК EN 1994, СП РК EN 1995 и СП РК EN 1996 [4.2.2(2)].

2.3.6 При выборе элементов конструктивной системы, классифицируемых как «вторичные», следует соблюдать требования пунктов 2.3.7 и 2.3.8.

2.3.7 [4.2.2(4)] Общая горизонтальная жесткость всех «вторичных» элементов не должна превышать 15 % от общей горизонтальной жесткости всех «первичных» элементов конструктивной системы в рассматриваемом направлении.

2.3.8 Назначение некоторых конструктивных элементов «вторичными» не позволяет изменять классификацию конструктивной системы с нерегулярной на регулярную или с крутильно-податливой на крутильно-жесткую [4.2.2(5)].

### 3 КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЗДАНИЙ ПО РЕГУЛЯРНОСТИ В ПЛАНЕ И ПО ВЫСОТЕ

#### 3.1 Общие положения

3.1.1 Конструктивные схемы зданий могут быть классифицированы в плане и по высоте как регулярные, умеренно нерегулярные и чрезмерно нерегулярные в плане, а также как крутильно-податливые в плане.

3.1.2 Критерии, позволяющие классифицировать конструктивные схемы зданий по регулярности в плане и по высоте как умеренно нерегулярные и чрезмерно нерегулярные, приведены в 3.2.1, 3.2.2 и 3.3.1, 3.3.2 соответственно.

Примечание 1 – Регулярность в плане и по высоте оказывает положительное влияние на способность конструктивной системы здания к перераспределению эффектов сейсмических воздействий и к диссипации энергии колебаний за счет вовлечения в пластическую работу всех конструктивных элементов, расположенных на всех этажах здания. В чрезмерно нерегулярной конструктивной схеме большие пластические деформации могут быть сконцентрированы лишь в некоторых конструктивных элементах или этажах.

Примечание 2 – Классификация по регулярности не является обязательной для:

- объектов второстепенной важности для общественной безопасности (см. таблицу 5.1);
- паркингов и их отсеков (или подобных им сооружений) частично или полностью заглубленных в грунт, у которых стены расположенные по всему периметру или по части периметра, контактируют с грунтом, а верхнее перекрытие располагается выше планировочной отметки земли не более чем на 200 см.

3.1.3 Положения настоящего НТП базируются на применении при проектировании зданий пространственных расчетных моделей и спектрально-модального метода определения расчетных сейсмических нагрузок, поэтому различия между регулярными, умеренно нерегулярными и чрезмерно нерегулярными конструктивными схемами зданий имеют значение для аспектов проектирования, связанных с выбором значений:

а) случайных эксцентриситетов  $e_{ai}$ , которые для этажей умеренно и чрезмерно нерегулярных в плане конструктивных схем должны быть увеличены по сравнению с базовым значением, принятым для этажей регулярных конструктивных систем;

Примечание – Если в конструктивной системе здания хотя бы один из этажей классифицирован как умеренно или чрезмерно нерегулярный, то вся конструктивная система здания должна быть классифицирована как умеренно или чрезмерно нерегулярная, но значения случайных эксцентриситетов  $e_{ai}$  допускается увеличивать только для тех этажей, которые классифицированы как умеренно или чрезмерно нерегулярные.

б) коэффициентов  $f_{vk}$ , увеличивающих расчетные эффекты горизонтальных сейсмических воздействий в вертикальных и горизонтальных конструкциях тех этажей, которые явились причиной умеренной или чрезмерной нерегулярности конструктивных схем по высоте.

3.1.4 При определении значений случайных эксцентриситетов  $e_{ai}$  и коэффициента  $f_{vk}$ , следует применять положения подразделов 6.5 и 6.4.

3.1.5 При расчете и проектировании зданий оценки регулярности их конструктивных схем в плане и по высоте следует осуществлять независимо [4.2.3.1(3)P].

## 3.2 Критерии регулярности конструктивных схем зданий в плане

### 3.2.1 Регулярные в плане конструктивные схемы

3.2.1.1 Конструктивная схема здания может быть классифицирована как регулярная в плане, если выполняются все условия и критерии, приведенные в подпунктах а) – е):

а) все вертикальные элементы конструктивной системы, обеспечивающие ее сопротивляемость сейсмическим воздействиям, ориентированы в плане в ортогональных направлениях, совпадающих с направлениями координационных осей;

б) 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 ( $T_{x1} > T_{\theta 1}$  и  $T_{y1} > T_{\theta 1}$ );

Примечание 1 – На рисунке 3.1 показаны четыре основные собственные формы колебаний регулярной в плане конструктивной системы здания:

– две горизонтальные поступательные основные собственные формы колебаний с периодами  $T_{x1}$  и  $T_{y1}$  в двух главных горизонтальных направлениях X и Y соответственно;

– одну крутильную в плане основную собственную форму колебаний с периодом  $T_{\theta 1}$  относительно вертикальной оси Z;

– одну вертикальную поступательную основную собственную форму колебаний с периодом  $T_{z1}$  в направлении оси Z.

Примечание 2 – При проверках конструктивной системы здания по пункту б) следует игнорировать локальные (практически изолированные) формы колебаний отдельных гибких элементов здания (надстроек, консолей, шпилей, перекрытий и других), имеющих периоды, превышающие значения  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  или  $T_{\theta 1}$ .

Примечание 3 – Здесь и далее: при проверках регулярности конструктивной системы здания рекомендуется принимать во внимание результаты ее расчетов, полученные с учетом податливости грунтового основания.

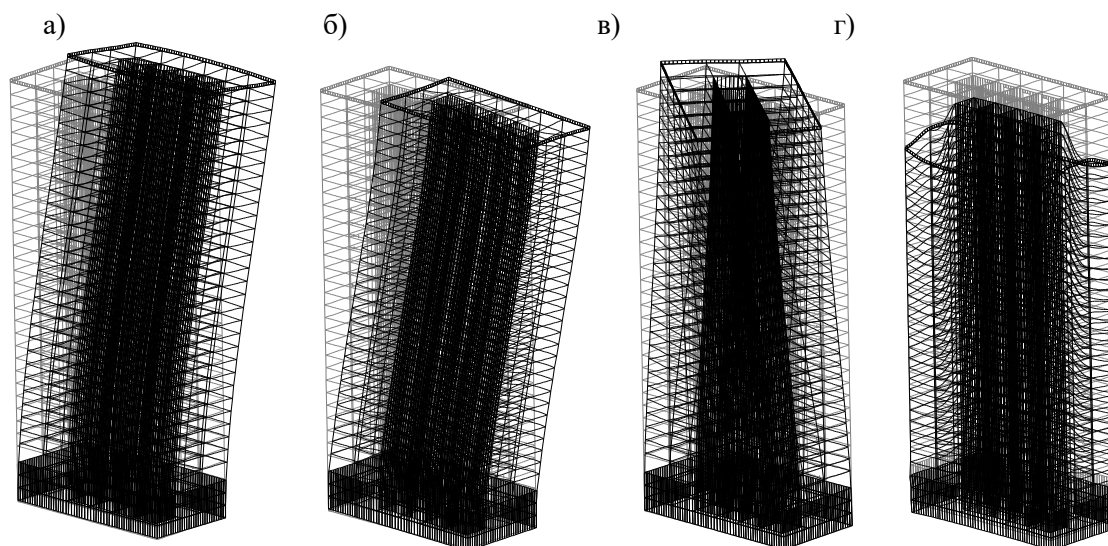


**Рисунок 3.1 – Основные формы колебаний регулярной конструктивной системы:**  
а) и б) поступательные формы колебаний в главных горизонтальных направлениях;  
в) крутильная форма колебаний в плане;  
г) поступательная форма колебаний в вертикальном направлении

в) максимальные ( $\delta_{kmax}$ ) и среднеарифметические значения ( $\delta_{kav}$ ) расчетных горизонтальных перемещений крайних точек каждого перекрытия здания, определенные по результатам линейного расчета, основанном на расчетном спектре реакции, принятом согласно 4.2.5 НТП РК 08-01.1-2017, различаются между собой в направлениях главных горизонтальных осей (X и Y) не более чем на 10 % (см. рисунок 3.2);

Примечание – Условие в) допускается не соблюдать:

- для подземных и цокольных этажей, классифицированных как нижние жесткие части здания (см. 1.5.13);
- для подземных или цокольных этажей здания, контактирующих по всему периметру или по части периметра с прилегающими массивами грунта.

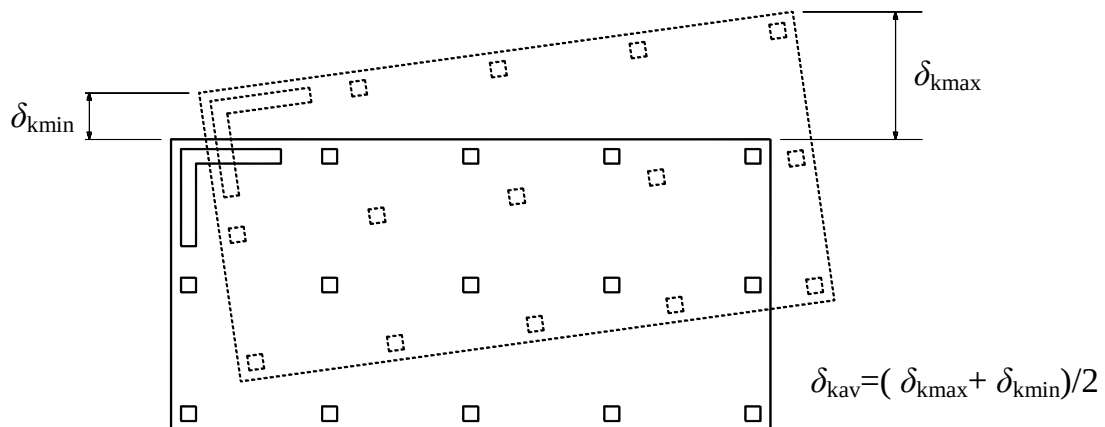


**Рисунок 3.2 – К проверке горизонтальных перемещений перекрытий зданий**

г) все междуэтажные перекрытия и покрытие здания могут быть классифицированы в соответствии с пунктом 2.2.5.4 как жесткие в своей плоскости [4.3.1(4)];

д) гибкость здания в плане (отношение длинной стороны  $L_{max}$  здания в плане к ортогональной короткой стороне  $L_{min}$ ) не превышает 4 ( $\lambda = L_{max}/L_{min} \leq 4$ ) [4.2.3.2(5)];

е) конфигурация здания в плане является компактной, то есть каждый этаж здания может быть ограничен полигональной линией, образующей выпуклый многоугольник (рисунок 3.4), и при этом:

- расположение входящих уступов существенно не нарушает симметричность в распределении масс и жесткостей в плане здания и не влияет на жесткость его перекрытий в своей плоскости [4.2.3.2(3)];
- площадь каждого входящего уступа не превышает 5 % от общей площади перекрытия [4.2.3.2(3)];
- суммарная площадь всех входящих уступов между контуром перекрытия и полигональной линией не превышает 20 % от общей площади перекрытия;
- глубина в плане каждого входящего уступа (кратчайшее расстояние от вершины входящего угла до полигональной линии) не превышает 15 % от минимальных линейных размеров проекции этажа в плане ( $L_{min}$ );
- размер каждого выступа в плане не превышает его ширину.

Примеры внешних конфигураций зданий в плане, соответствующих пункту 3.2.1.1 е), приведены в Приложении А.

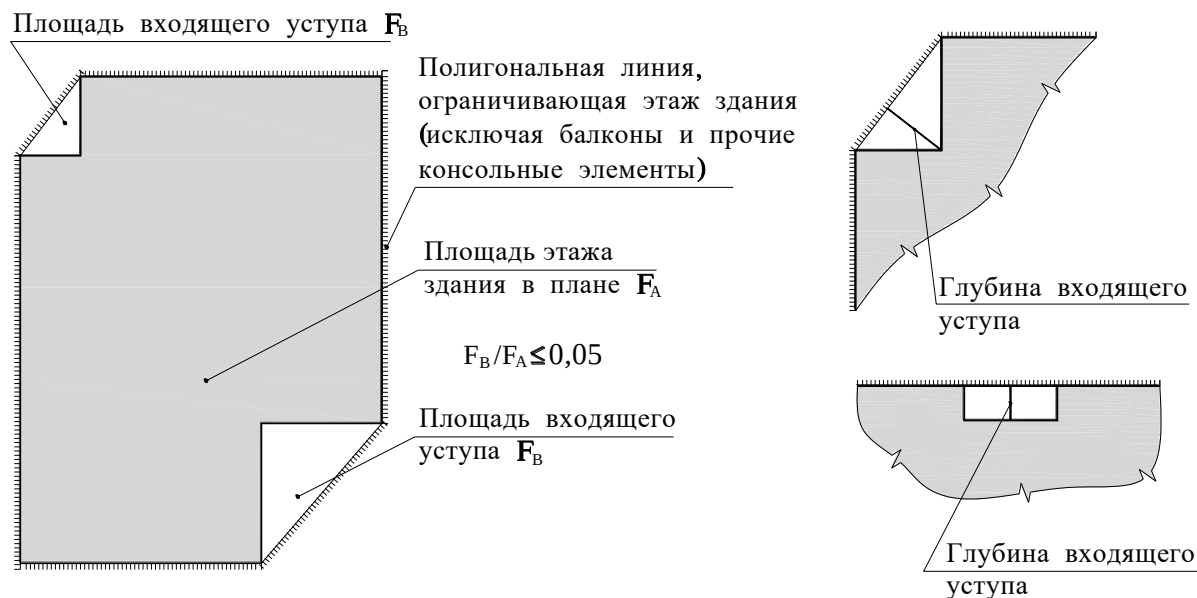


Рисунок 3.4 – К классификации конфигураций зданий

### 3.2.2 Умеренно нерегулярные в плане здания

3.2.2.1 Конструктивная схема здания может быть классифицирована как умеренно нерегулярная в плане, если выполняются все условия и критерии, приведенные в подпунктах а) – д):

а) период основной собственной формы колебаний здания в плане в одном из двух главных направлений здания ( $X$  или  $Y$ ) превышает период основной крутильной в плане формы ( $T_{x1} > T_{\theta 1}$  или  $T_{y1} > T_{\theta 1}$ );

б) максимальные ( $\delta_{kmax}$ ) и среднеарифметические значения ( $\delta_{kav}$ ) расчетных перемещений в плане крайних точек каждого перекрытия, определенные по результатам линейного расчета, основанном на расчетном спектре реакции, принятом согласно 4.2.5 НТП РК 08-01.1-2017, различаются между собой в направлениях главных горизонтальных осей ( $X$  и  $Y$ ) не более чем на 25 % (см. рисунок 3.2);

Примечание – Применяется примечание к пункту 3.2.1.1 в).

в) в здании все междуэтажные перекрытия здания могут быть классифицированы как жесткие или податливые в своей плоскости (см. пункты 2.2.5.3.2 и 2.2.5.4) или некоторые как жесткие, а некоторые как податливые [4.3.1 (4)];

г) гибкость здания в плане (отношение длинной стороны  $L_{max}$  здания в плане к ортогональной короткой стороне  $L_{min}$ ) не превышает 6 ( $\lambda = L_{max}/L_{min} \leq 6$ );

д) применяется пункт 3.2.1.1.е) со следующими изменениями:

- площадь каждого входящего уступа между контуром перекрытия и полигональной линией, огибающей перекрытие, не превышает 10 % от общей площади перекрытия;
- суммарная площадь всех входящих уступов между контуром перекрытия и полигональной линией не превышает 30 % от общей площади перекрытия;
- глубина в плане каждого входящего уступа (кратчайшее расстояние от вершины входящего угла до полигональной линии) не превышает 25 % от минимальных линейных размеров проекции этажа в плане ( $L_{min}$ );

Примеры внешних конфигураций зданий в плане, соответствующих пункту 3.2.2.1 д), приведены в Приложении Б.

### 3.2.3 Крутильно-податливые в плане конструктивные схемы зданий

3.2.3.1 Конструктивную схему здания следует классифицировать как крутильно-податливую в плане (не обладающую достаточной жесткостью на кручение), если ее первая собственная форма колебаний является крутильной в плане относительно вертикальной оси ( $T_{\theta 1} > T_{x1}$  и  $T_{\theta 1} > T_{y1}$ ).

3.2.3.2 Проектирование зданий с крутильно-податливыми в плане конструктивными схемами явным образом не запрещено, но в пункте 6.5.4 настоящего НТП и в НТП, содержащих специальные требования к конструктивным системам зданий, для них приняты пониженные значения коэффициентов поведения.

## 3.3 Критерии регулярности конструктивных схем зданий по высоте

### 3.3.1 Регулярные по высоте конструктивные схемы

3.3.1.1 Здание может быть классифицировано как регулярное по высоте, если:

а) все вертикальные конструкции, воспринимающие горизонтальные нагрузки, такие, как ядра жесткости, несущие стены и колонны каркасов, являются непрерывными от фундамента до верха здания или до заданного уровня или, если на разных уровнях по высоте присутствуют уступы, то до уступа [4.2.3.3(2)];

б) горизонтальные жесткости и массы смежных по высоте этажей, как правило, остаются примерно постоянными или постепенно уменьшаются без резких изменений (не более чем на 30 %) от основания к верху здания [4.2.3.3(3)];

исключение могут составлять промежуточные или верхние этажами с аутригерными структурами, а также этажи, смежные с этажами подземной части здания;

Примечание – Горизонтальные жесткости смежных по высоте этажей допускается определять в соответствии с указаниями, приведенными в Приложении В.

в) для всех смежных по высоте здания этажей, кроме двух верхних этажей, а также этажей смежных с этажами, содержащими аутригерные структуры, соблюдается условие (3.3):

$$\frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,25; \quad (3.3)$$

В выражении (3.3):

$d_{e,k}$  и  $d_{e,k+1}$  – разности средних горизонтальных перемещений верхнего и нижнего перекрытий этажа  $k$  и этажа  $k+1$  соответственно, отвечающие расчетным сейсмическим нагрузкам;

$h_k$  и  $h_{k+1}$  – высоты этажей  $k$  и  $k+1$ ;

Примечание – Если конструктивная схема здания соответствует условию (3.3), то проверки по пункту б) допускается не выполнять.

г) для двух верхних этажей здания соблюдается условие (3.4):

$$\sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \leq 1,25. \quad (3.4)$$

В выражении (3.4):

$m_j$  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 (3.4) 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.

д) в каркасных конструктивных системах смежные по высоте этажи имеют различия между соотношениями их фактических сопротивляемостей сейсмическим нагрузкам с сопротивляемостями, требуемым по расчету, не более 10 % [4.2.3.3(4)].

Примечание – Различия в смежных этажах между соотношениями их фактических сопротивляемостей сейсмическим нагрузкам с сопротивляемостями, требуемым по расчету могут возникать, например, из-за различного рода нерегулярностей или неравномерностей в расположении каменных заполнений каркаса в плане (в том числе из-за размеров проемов или отверстий в заполнении).

### 3.3.2 Умеренно нерегулярные по высоте конструктивные схемы

3.3.2.1 Здание может быть классифицировано как умеренно нерегулярное по высоте, если:

а) применяется пункт 3.3.1.1 а);

б) применяется пункт 3.3.1.1 б);

в) для всех смежных по высоте здания этажей, кроме двух верхних этажей, а также этажей смежных с этажами, содержащими аутригерные структуры, соблюдается условие (3.5):

$$1,25 < \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \leq 1,5; \quad (3.5)$$

Примечание – См. примечание к пункту 3.3.1.1 в).

г) для двух верхних этажей здания соблюдается условие (3.6):

$$1,25 < \sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \leq 1,5. \quad (3.6)$$

Условные обозначения, принятые в выражениях (3.5) и (3.6), приведены в пунктах 3.3.1.1 в) и г).

Примечание – См. примечания к пункту 3.3.1.1 г).

д) в каркасных конструктивных системах смежные по высоте этажи имеют различия между соотношениями их фактических сопротивляемостей сейсмическим нагрузкам с сопротивляемостями, требуемым по расчету, не более 20 % [4.2.3.3(4)] (см. примечание к пункту 3.3.1.1 д)).

### **3.4 Чрезмерно нерегулярные в плане и/или по высоте конструктивные системы**

3.4.1 Конструктивные схемы зданий следует классифицировать как чрезмерно нерегулярные в плане если они:

- соответствуют условиям 3.2.1.1 б) или 3.2.2.1а), но не соответствуют хотя бы одному другому условию или критерию 3.2.2.1;
- не соответствуют условию 3.2.2.1а) и еще хотя бы одному другому условию 3.2.2.1.

3.4.2 Конструктивные схемы зданий следует классифицировать как чрезмерно нерегулярные по высоте, если они не соответствуют хотя бы одному условию подраздела 3.3.2.1.

Примеры чрезмерно нерегулярных по высоте конструктивных схем приведены в таблице 3.1.

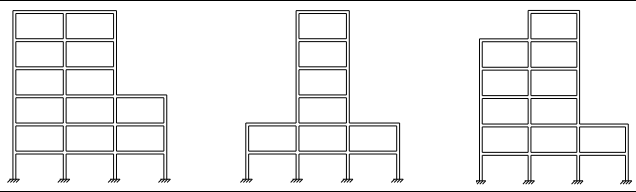
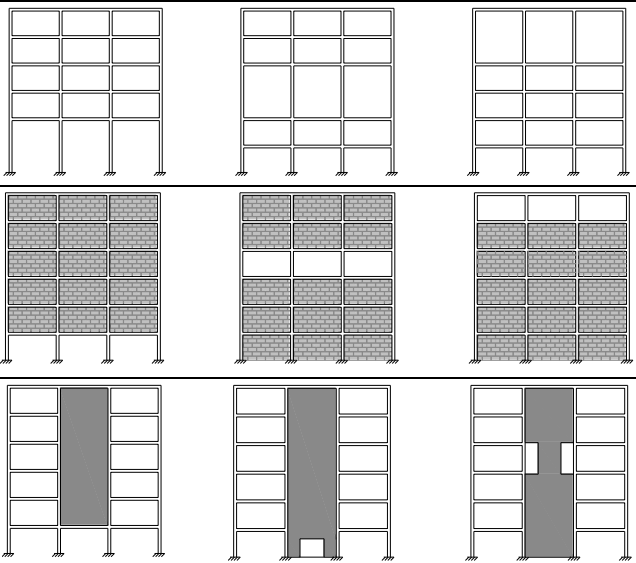
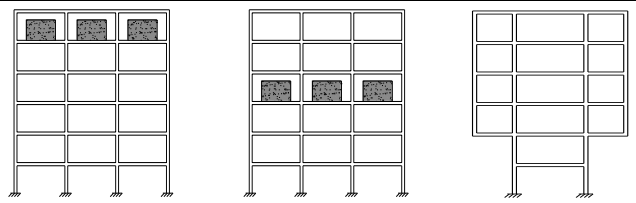
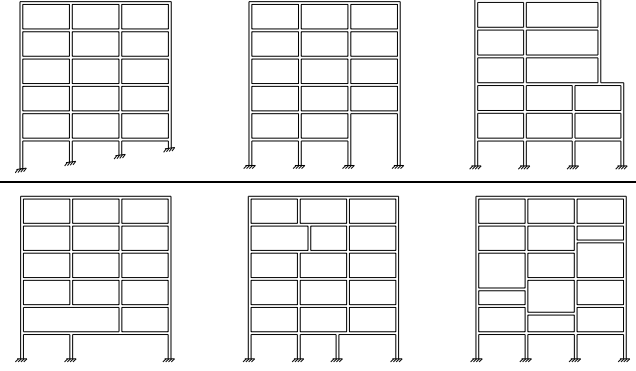
3.4.3 Если установлено, что конструктивная схема проектируемого здания является чрезмерно нерегулярной в плане и/или по высоте, то она подлежит пересмотру (корректировке) с целью обеспечения ее соответствия критериям регулярности. В ином случае проектирование здания следует осуществлять по специальным техническим условиям.

Примечание – Примеры корректировки чрезмерно нерегулярных и крутильно-податливых в плане конструктивных схем по результатам их общих расчетов приведены в Приложении Г.

3.4.4 Требования пункта 3.4.3 (в том числе в отношении специальных технических условий) допускается не применять в отношении:

- объектов второстепенной важности для общественной безопасности (см. таблицу 5.1);
- жилых малоэтажных зданий (см. таблицу 5.2) на одну или две семьи;
- паркингов и их отсеков (или подобные им сооружений) частично или полностью заглубленных в грунт, у которых стены расположенные по всему периметру или по части периметра, контактируют с грунтом, а верхнее перекрытие располагается выше планировочной отметки земли не более чем на 200 см.

Таблица 3.1 – Примеры чрезмерно нерегулярных по высоте конструктивных схем

| Конструктивные схемы |                                                                                     | Основные признаки чрезмерной нерегулярности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    |    | Жесткости некоторых этажей значительно меньше жесткостей смежных с ними по высоте этажей.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2                    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3                    |  | Массы некоторых этажей значительно больше масс этажей, смежных с ними по высоте.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4                    |  | <p>Конструктивные решения каркасов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способствуют появлению уязвимых зон, в которых концентрации напряжений или большие пластические деформации материала могут стать причиной преждевременного разрушения конструкций;</li> <li>– не обеспечивают ясные и предсказуемые пути передачи сейсмических нагрузок.</li> </ul> |

#### 4 КОЭФФИЦИЕНТЫ СОЧЕТАНИЙ В КОМБИНАЦИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, УЧИТЫВАЕМЫХ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МАСС ЗДАНИЯ

4.1 Инерционные эффекты расчетного сейсмического воздействия должны оцениваться с учетом наличия масс, связанных со всеми гравитационными нагрузками, возникающими при следующей комбинации воздействий, определяемой с помощью выражения (4.1):

$$\sum_k G_{k,j} + \sum_i [\psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}], \quad (4.1)$$

где

$G_{k,j}$  – характеристическое значение j-й постоянного воздействия;

$Q_{k,i}$  – характеристическое значение i-й переменного воздействия;

$\psi_{E,i}$  – коэффициент сочетаний для переменного воздействия i, используемый при определении эффектов расчетного сейсмического воздействия и для вычисления масс здания, учитываемых при определении расчетных сейсмических нагрузок на конструктивную систему здания.

Примечание – Из выражения (4.1) следует, что при вычислении масс здания, учитываемых при определении сейсмических нагрузок, постоянные воздействия учитываются полностью, а переменные воздействия умножаются на понижающий коэффициент  $\psi_{E,i}$ .

4.2 [4.2.4(2)P] Коэффициент  $\psi_{E,i}$ , принятый в выражении (4.1) для вычисления эффектов сейсмических воздействий, определяется с использованием следующего выражения:

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2i}, \quad (4.2)$$

где

$\varphi$  – коэффициент, значения которого приведены в национальном приложении к СП РК EN 1998-1:2004/2012 и в таблице 4.1;

$\psi_{2i}$  – коэффициент, значения которого (для квазипостоянного значения переменного воздействия) приведены в национальном приложении к СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и в таблице 4.2 настоящего НТП.

Примечание – Коэффициент  $\varphi$  включен в выражение (4.2) по двум причинам.

Первая причина – силы инерции создаются не полной массой, соответствующей  $\psi_{2i}Q_{k,i}$ , а ее долей, присутствующей в здании во время сейсмического воздействия. Присутствие в здании переменного воздействия  $\psi_{2i}Q_{k,i}$  со 100 % квазипостоянным значением считается маловероятным событием.

Вторая причина – некоторые массы имеют нежесткие связи с конструктивной системой и в результате этого при сейсмических воздействиях могут колебаться в противофазе с ней или с меньшей амплитудой.

Таблица 4.1 – Величины  $\varphi$  для вычисления  $\psi_{Ei}$

| Категории помещений | Этажи и помещения                                                                                  | $\varphi$ |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| А – С*              | Крыши, покрытия (неэксплуатируемые)                                                                | 1,0       |
|                     | Помещения или этажи с помещениями, соответствующими основному функциональному назначению здания    | 0,8       |
|                     | Помещения или этажи с помещениями, не соответствующими основному функциональному назначению здания | 0,5       |
| D – F* и архивы     |                                                                                                    | 1,0       |

\* Категории помещений соответствуют определениям, приведенным в СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и в таблице 4.2.

Примечания:

1 В здании с помещениями категории А (например, в жилом здании) значение коэффициента  $\varphi=0,8$  должно быть принято для всех жилых этажей. Если какой-либо этаж в здании является нежилым, например, предназначенным для размещения инженерных коммуникаций и оборудования, то значение коэффициента  $\varphi$  для этого конкретного этажа может быть принято 0,5.

Аналогичным образом, для всех этажей здания больницы с помещениями спален и палат или для всех этажей гостиницы с помещениями спален и бытовых помещений значение коэффициента  $\varphi$  следует принимать 0,8. Если какие-либо этажи в указанных зданиях предназначены для размещения помещений иного назначения (например, инженерных коммуникаций, оборудования, бассейнов, кафе или ресторанов), то значение коэффициента  $\varphi$  для этих этажей или помещений на этих этажах может быть принято 0,5.

В здании с помещениями категории В (например, в офисном здании) значение коэффициента  $\varphi$  также должно составлять 0,8 для всех этажей с офисными помещениями. Если в этом здании какой-либо этаж или какое-либо помещение имеет иное назначение, то значение коэффициента  $\varphi$  для этого конкретного этажа или помещений иного назначения этого этажа может составлять 0,5.

В здании с помещениями категории С (являющимися помещениями с большим скоплением людей), значение коэффициента  $\varphi$  следует принимать 0,8 для всех этажей, кроме помещений технического этажа, для которых значение коэффициента  $\varphi$  может быть принято равным 0,5.

2 В здании многофункционального назначения, включающем, например, подиум с торговыми помещениями (категория D) и вышерасположенную часть с жилыми помещениями (категория А), значение коэффициента  $\varphi$  должно быть принято:

- для всех этажей подиума с торговыми помещениями 1,0;
- для всех этажей и помещений вышерасположенной части здания, предназначенных для проживания людей, 0,8;
- для этажей или помещений вышерасположенной части здания, не предназначенных для проживания людей, 0,5.

3 В тех случаях, когда покрытие здания является эксплуатируемым, значение коэффициента  $\varphi$  следует принимать как соответствующее категориям А, В, С или D, выбирая категорию, наиболее близко соответствующую фактическому использованию крыши.

Таблица 4.2 – Значения коэффициентов  $\psi_{2,i}$

| Категории помещений (см. СП РК EN 1991-1-1:2002/2011)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $\psi_{2,i}$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Категория А: жилые помещения (например, квартиры жилых зданий, спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов, жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц, палаты больниц и санаториев, террасы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,3          |
| Категория В: офисные, лабораторные и технические помещения (например, служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений, бытовые помещения промышленных предприятий и общественных зданий, помещения предприятий бытового обслуживания, технические этажи)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,3          |
| Категория С: помещения, в которых возможно скопление людей, например:<br>– классные помещения учреждений просвещения, кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки, помещения электронно-вычислительных машин, кухни общественных зданий;<br>– залы: читальные, обеденные (в кафе, ресторанах, столовых), собраний, ожидания, зрительные, концертные, спортивные, выставочные, экспозиционные;<br>– вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям категории С;<br>– сцены зрелищных сооружений и трибуны спортивных сооружений. | 0,6          |
| Категория D: торговые площади                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,6          |
| Категория Е: складские площади, книгохранилища, архивы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,8          |
| Категория F: транспортные проезды при весе транспортного средства:<br>а) не более 30 кН                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,6          |
| б) то же, более 30 кН, но менее 160 кН                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,3          |
| Категория Н: крыши, покрытия (неэксплуатируемые)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0            |
| Снеговые нагрузки на здания (см. СП РК EN 1991-1-3:2003/2011) для площадок строительства, расположенных на высоте:<br>– 1000 м и более над уровнем моря;<br>– менее 1000 м над уровнем моря                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,2<br>0     |

## 5 КЛАССЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗДАНИЙ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

5.1 Здания, исходя из социальных и экономических последствий их разрушения при землетрясении, а также их важности для защиты населения в период непосредственно после землетрясения, подразделяются по ответственности в зависимости от:

- а) функционального назначения – на четыре класса;
- б) этажности (высоты) – на шесть классов.

5.2 Классификация зданий и сооружений по ответственности в зависимости от их функционального назначения приведена в таблице 5.1. Классификация зданий по ответственности в зависимости от их этажности (высоты) приведена в таблице 5.2.

5.3 Каждому сочетанию классов ответственности по функциональному назначению и этажности присвоены значения коэффициентов ответственности  $\gamma_{Ib}$  и  $\gamma_{Iv}$ , учитываемые при определении расчетных сейсмических нагрузок (см. таблицу 5.3).

**Таблица 5.1 – Классы ответственности зданий и сооружений по функциональному назначению (начало)**

| Классы ответственности | Характеристика класса ответственности                                                             | Типы зданий и сооружений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                      | Здания и сооружения второстепенной важности для общественной безопасности                         | Здания и сооружения, в которых не предусматривается постоянное пребывание людей, а отказы не сопровождаются порчей ценного оборудования и/или загрязнением окружающей среды, например:<br>– теплицы, парники, небольшие склады временного содержания, легкие открытые павильоны;<br>– временные вспомогательные и мобильные.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| II                     | Здания и сооружения, не отнесенные к категориям I, III и IV                                       | Жилые, общественные и производственные здания, кроме зданий, отнесенных к классам I, III и IV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| III                    | Здания и сооружения, сейсмостойкость которых важна с позиций социальных последствий их разрушения | Здания, эксплуатация которых связана с длительным скоплением в них большого количества людей:<br>– здания дошкольных учреждений, школ, колледжей, училищ, высших учебных заведений;<br>– здания больниц (кроме, отнесенных к классу IV) и родильных домов; здания домов престарелых; здания для маломобильных групп населения;<br>– здания общежитий, казарм, пенитенциарной службы и другие здания подобного назначения.<br>– здания театров, кинотеатров, крытых стадионов и другие здания культового, культурно-зрелищного и развлекательного назначения с вместимостью от 300 до 3000 человек;<br>– здания с пролетами от 30 до 60 метров (кроме зданий, отнесенных к классу IV). |

**Таблица 5.1 – Классы ответственности зданий и сооружений по функциональному назначению (окончание)**

| Классы ответственности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Характеристика класса                                                                                                                | Типы зданий и сооружений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Здания и сооружения, функционирование которых необходимо при ликвидации последствий землетрясений и для гражданской защиты населения | <p>Здания пожарных депо. Здания и сооружения с системами энерго- и водоснабжения (в том числе с системами пожаротушения и резервными системами для объектов класса ответственности IV).</p> <p>Здания и сооружения с системами правительственной связи. Административные здания органов внутренних дел и национальной безопасности; здания и специальные сооружения организаций по ликвидации чрезвычайных ситуаций.</p> <p>Здания госпиталей и больниц с травматологическими и хирургическими отделениями; здания станций скорой медицинской помощи.</p> <p>Здания больших и средних железнодорожных вокзалов, аэропортов, а также сооружения с системами обеспечения их функционирования (например, управления движением); ангары для самолетов.</p> <p>Здания гаражей для автомобилей аварийных, медицинских и других служб, участвующих в ликвидации последствий землетрясений.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Уникальные здания и сооружения с высоким уровнем социальной ответственности                                                          | <p>Здания театров, кинотеатров, концертных залов, крытых стадионов и другие здания культового, культурно-зрелищного и развлекательного назначения с общей вместимостью более 3000 человек.</p> <p>Здания музеев; здания с хранилищами национальных и культурных ценностей; здания государственных архивов.</p> <p>Здания и сооружения с пролетами более 60 метров; памятники, представляющие большую художественную и историческую ценность.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Примечание – Здания оборонного назначения, производственные здания со специальными технологическими режимами эксплуатации (например, производственные цеха предприятий металлургической, нефтехимической, энергетической отраслей) и здания, содержащие высокотоксичные или взрывоопасные вещества, в настоящем НТП не рассматриваются. |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

**Таблица 5.2 – Классы ответственности зданий по этажности**

| Классы ответственности зданий | Характеристика класса ответственности по этажности | Высота здания (Н) |                   |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                               |                                                    | к-во этажей       | в метрах          |
| I                             | Малозэтажные здания                                | 1-2               | $H < 8$           |
| II                            | Здания средней этажности                           | 3-5               | $9 \leq H < 19$   |
| III                           | Многоэтажные здания                                | 6-12              | $19 \leq H < 42$  |
| IV                            | Здания повышенной этажности                        | 13-19             | $42 \leq H < 66$  |
| V                             | Высотные здания                                    | 20-55             | $66 \leq H < 200$ |
| VI                            | Уникальные высотные здания                         | >55 этажей        | $H \geq 200$      |

Таблица 5.3 – Значения коэффициентов ответственности для зданий

| Классы ответственности зданий                                                                                                                                                                  |              | Значения коэффициентов $\gamma_{Ih}$ и $\gamma_{Iv}$ , применяемые при определении эффектов сейсмических воздействий |                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| По назначению                                                                                                                                                                                  | по этажности | горизонтальных                                                                                                       | вертикальных                                                                   |
| I                                                                                                                                                                                              | I            | $\gamma_{Ih} = 0,5$                                                                                                  | $\gamma_{Iv} = 0,5$                                                            |
| II                                                                                                                                                                                             | I-II         | $\gamma_{Ih} = 1,0$                                                                                                  | $\gamma_{Iv} = 1,0$                                                            |
|                                                                                                                                                                                                | III – V      | $\gamma_{Ih} = 1,0 + 0,060 \cdot (n - 5);$<br>$1,06 \leq \gamma_{Ih} \leq 1,8$                                       | $\gamma_{Iv} = 1,0 + 0,04 \cdot (n - 5);$<br>$1,04 \leq \gamma_{Iv} \leq 1,5$  |
| III                                                                                                                                                                                            | I-II         | $\gamma_{Ih} = 1,25$                                                                                                 | $\gamma_{Iv} = 1,25$                                                           |
|                                                                                                                                                                                                | III – V      | $\gamma_{Ih} = 1,25 + 0,045 \cdot (n - 5);$<br>$1,295 \leq \gamma_{Ih} \leq 1,8$                                     | $\gamma_{Iv} = 1,25 + 0,02 \cdot (n - 5);$<br>$1,27 \leq \gamma_{Iv} \leq 1,5$ |
| IV                                                                                                                                                                                             | I-II         | $\gamma_{Ih} = 1,5$                                                                                                  | $\gamma_{Iv} = 1,5$                                                            |
|                                                                                                                                                                                                | III – V      | $\gamma_{Ih} = 1,5 + 0,030 \cdot (n - 5);$<br>$1,53 \leq \gamma_{Ih} \leq 1,8$                                       |                                                                                |
| Примечание – Значения коэффициентов ответственности для зданий, классифицированных как уникальные высотные здания (класс ответственности по этажности VI) в настоящем НТП не регламентированы. |              |                                                                                                                      |                                                                                |

5.4 В таблицах 5.2 и 5.3:

$n$  – это количество этажей в здании, кроме этажей, расположенных ниже среднего уровня спланированной поверхности земли, примыкающей к зданию, а также цокольных, верхних технических и мансардных этажей, если они соответствуют терминам и определениям, приведенным в подразделе 1.5;

$H$  – высота здания, равная разности отметок среднего уровня спланированной поверхности земли, примыкающей к зданию, и верха наружных стен (без учета верхних технических и мансардных этажей, а также парапетов) или низа стропильных конструкций.

5.5 \* Предельные высоты зданий школ, больниц и дошкольных учреждений (ясли, детские сады), возводимых на площадках сейсмичностью 10 баллов при типе грунтовых условий III, следует ограничивать двумя этажами. *(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 31.07.2024 г. №107-НК).*

5.6 \* Проектирование школ, больниц и дошкольных учреждений (ясли, детские сады), возводимых на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов допускается только с учетом применения систем сейсмоизоляции, обеспечивающих снижение колебаний изолируемых зданий относительно сейсмических колебаний грунтов основания. *(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 31.07.2024 г. №107-НК).*

5.7 \* Предельно допустимые высоты для зданий школ, больниц и дошкольных учреждений (ясли, детские сады), возводимых на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов с применением систем сейсмоизоляции, обеспечивающих снижение колебаний изолируемых зданий относительно сейсмических колебаний грунтов основания, следует выполнять в соответствии с п.1.4.5 НТП РК 08-01.6-2022. *(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 31.07.2024 г. №107-НК).*

## 6 РАСЧЕТ ЗДАНИЙ

### 6.1 Расчетные модели зданий

6.1.1 Расчетная модель здания должна достоверно отображать:

- конфигурацию здания, расположение и геометрические характеристики элементов конструктивной системы;
- свойства конструкционных материалов;
- жесткости конструкций, воспринимающих гравитационные и сейсмические нагрузки;
- жесткости междуэтажных перекрытий (покрытий) в плоскости и из плоскости;
- распределение жесткостей и масс в плане и по высоте здания, чтобы все значимые формы деформирования и силы инерции учитывались при рассматриваемом сейсмическом воздействии [4.3.1(1)Р];
- взаимодействие в конструктивной системе смежных несущих конструктивных элементов и влияние их соединений на деформативность здания [4.3.1(2)];
- ненесущие конструктивные элементы, не являющиеся частью конструктивной системы, но способные повлиять на ее реакцию при сейсмических воздействиях (например, стеновые заполнения из каменной кладки) [4.3.1(2)];
- взаимодействие здания с грунтовым основанием, а также иные характеристики конструктивной системы, способные повлиять на эффекты сейсмического воздействия.

6.1.2 При неоднозначности исходных данных следует применять те расчетные модели, которые заведомо ставят конструктивную систему в менее благоприятные условия.

6.1.3 Положения настоящего НТП ориентированы на применение при проектировании зданий трехмерных расчетных моделей. В трехмерной расчетной модели конструктивная система здания рассматривается как пространственная совокупность вертикальных и горизонтальных конструктивных элементов, способная воспринимать приложенную к ней пространственную систему внешних сил и воздействий. Для расчетов зданий с применением трехмерных расчетных моделей используются современные программные комплексы, в большинстве из которых реализован метод конечных элементов.

6.1.4 В общем случае распределенные массы частей зданий и приложенных статических нагрузок принимаются сосредоточенными в узлах конечно-элементной расчетной модели, рассматриваемой как динамическая система с конечным числом степеней свободы. Сейсмические нагрузки прикладываются в местах сосредоточения масс и рассматриваются как внешние квазистатические нагрузки.

6.1.5 Расчеты зданий на сейсмические воздействия рекомендуется выполнять с учетом их взаимодействия с грунтовым основанием. Параметры эквивалентной упругой жесткости грунтового основания, если отсутствуют соответствующие экспериментальные данные, рекомендуется определять в соответствии с положениями Приложения Е.

Примечание – Эффекты расчетных сейсмических воздействий, определяемые с учетом и без учета взаимодействия зданий с грунтовым основанием, могут значительно различаться между собой. При учете взаимодействия здания с грунтовым основанием возможно, как снижение, так и увеличение реакций элементов конструктивных систем на сейсмические воздействия.

На рисунке 6.1 показаны схемы деформированного состояния под действием горизонтальных нагрузок каркасной конструктивной системы на упругом основании при разных сочетания вертикальных жесткостей основания и фундаментной конструкции. Приведенные схемы наглядно свидетельствуют о значительном влиянии условий взаимодействия конструктивной системы с грунтовым основанием на особенности ее напряженно-деформированного состояния.

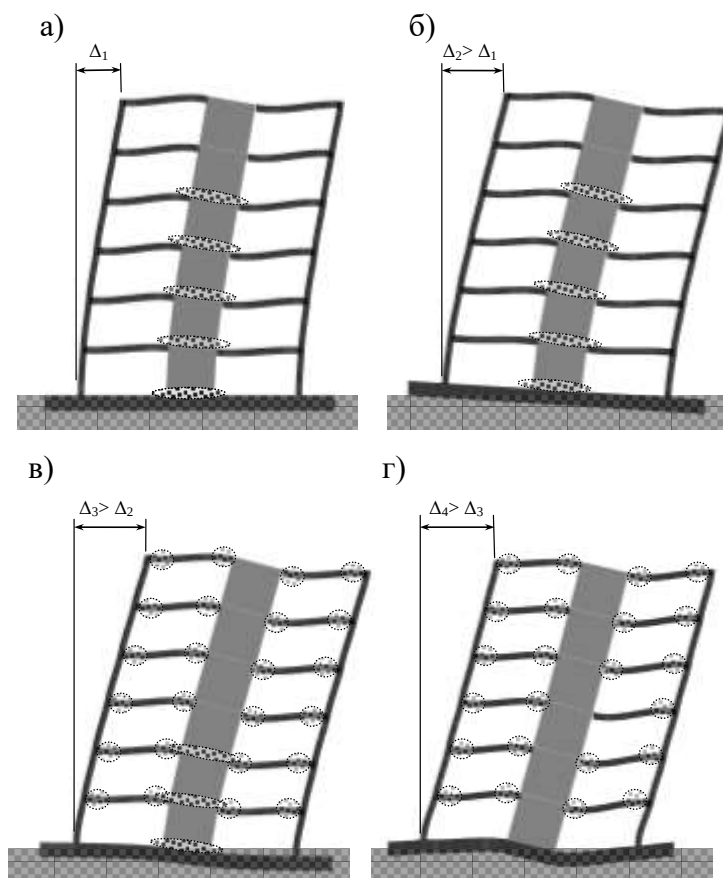


**Рисунок 6.1 – Схемы деформирования при горизонтальных нагрузках каркасной конструктивной системы: а) с фундаментной плитой, защемленной в жестком основании; б) с жесткой из плоскости фундаментной плитой на податливом основании; в) с податливой из плоскости фундаментной плитой на податливом основании; г) с гибкой из плоскости фундаментной на податливом основании**

  – прогнозируемые зоны повреждений конструктивной системы

6.1.6 В расчетных моделях, применяемых для определения расчетных сейсмических нагрузок на здания в предположении линейно-упругого деформирования их конструкций, а также при распределении этих нагрузок между несущими конструкциями и определении усилий в этих конструкциях, следует:

а) жесткости несущих стальных конструкций задавать, учитывая полные сечения элементов и физические характеристики стали, соответствующие стадии ее упругих деформаций;

б) жесткости несущих железобетонных, сталежелезобетонных и каменных конструкций, за исключением связующих балок в стенах, задавать, учитывая полные сечения элементов конструкций и начальные значения модулей упругости и сдвига бетона или каменной кладки, указанные в действующих нормативных документах по проектированию железобетонных и каменных конструкций;

в) жесткости связующих балок в железобетонных, сталежелезобетонных и каменных стенах задавать, учитывая полные сечения элементов конструкций, но принимать изгибные и осевые жесткости связующих балок с понижающим коэффициентом 0,5.

6.1.7 В расчетных моделях, применяемых для определения величин перемещений зданий в предположении линейно-упругого деформирования их конструкций, при определении размеров антисейсмических швов, а также при проверках соответствия горизонтальных перекосов этажей и эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) нормативным ограничениям:

а) жесткости несущих стальных конструкций следует задавать, учитывая полные сечения элементов и физические характеристики стали, соответствующие стадии ее упругих деформаций;

б) жесткости всех несущих железобетонных, сталежелезобетонных и каменных конструкций следует задавать, учитывая полные сечения элементов конструкций, но принимая начальные модули упругости и сдвига бетона и каменной кладки с понижающим коэффициентом 0,5.

6.1.8 В качестве альтернативы указаним, приведенным в пункте 6.1.6 в), распределение сейсмических нагрузок между несущими конструкциями здания допускается осуществлять с учетом соотношений их жесткостей при ограниченном пластическом деформировании (например, при раскрытии в железобетонных конструкциях трещин на стадии начала текучести арматуры).

Примечание – До разработки нормативных документов, регламентирующих правила распределения сейсмических нагрузок между несущими конструкциями зданий с учетом соотношений их жесткостей при ограниченном пластическом деформировании, пункт 6.1.8 следует реализовывать только при участии специализированных научно-исследовательских организаций.

## **6.2 Выбор расчетной модели сейсмического воздействия**

6.2.1 При применении пространственных расчетных моделей расчетные сейсмические нагрузки на здания и эффекты этих нагрузок следует определять с учетом пространственного характера сейсмических воздействий.

6.2.2 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 ее форм собственных колебаний. Значимые ортогональные горизонтальные направления здания следует назначать в соответствии с указаниями пунктов 6.2.4-6.2.6.

6.2.3 Горизонтальные сейсмические воздействия, приложенные в ортогональных направлениях в плане, следует характеризовать одинаковыми спектрами реакций, определяемыми в соответствии с правилами, приведенными в НТП РК 08-01.1-2017. Эффекты от одновременного действия ортогональных расчетных горизонтальных сейсмических воздействий в плане следует определять посредством комбинаций (6.17) и (6.18).

6.2.4 Для зданий с регулярными в плане конструктивными схемами (см. 3.2.1) и вертикальными несущими конструкциями, ориентированными в плане в двух взаимно ортогональных направлениях, эти два ортогональных направления допускается априори рассматривать в качестве значимых направлений. Эффекты одновременного действия в плане ортогональных расчетных горизонтальных сейсмических воздействий для таких конструктивных схем следует определять посредством комбинаций (6.17) и (6.18), принимая значение коэффициента  $\lambda$  равным 0,3.

6.2.5 Если для конструктивных схем зданий значимые направления не могут быть определены априори, то расчетные горизонтальные сейсмические воздействия допускается прикладывать вдоль двух любых ортогональных направлений в плане, но эффекты одновременного действия ортогональных расчетных горизонтальных сейсмических воздействий определять при значении коэффициента  $\lambda$  в комбинациях (6.17) и (6.18) равном 0,4.

6.2.6 Альтернативно расчетные горизонтальные сейсмические воздействия допускается задавать в направлениях главных горизонтальных ортогональных осей конструктивной схемы.

Следует учитывать, что применение данного правила правомерно только при соблюдении условия, согласно которому положение главных горизонтальных осей конструктивной схемы в уровнях всех междуэтажных перекрытий при всех формах горизонтальных поступательных колебаний конструктивной схемы является приблизительно постоянным.

Если это условие соблюдается, то эффекты одновременного действия ортогональных расчетных горизонтальных сейсмических воздействий допускается определять посредством комбинаций (6.17) и (6.18), принимая значение коэффициента  $\lambda$  равным 0,3. Если это условие не соблюдается, то следует принимать коэффициент  $\lambda$  равным 0,4.

Примечание – В качестве главных направлений здания следует принимать направления осей, вдоль которых направлены перемещения центров жесткости перекрытий здания при его колебаниях по горизонтальным поступательным собственным формам (определение главных ортогональных осей здания дано в 1.5.8)

6.2.7 Вертикальную компоненту сейсмического воздействия и ее совместное действие с горизонтальными компонентами сейсмического воздействия следует учитывать, если значение расчетного ускорения  $a_{vg}$  превышает 0,25  $g$ .

Примечание – Требование пункта 6.2.7 допускается не соблюдать для зданий (кроме сейсмоизолированных) высотой до пяти этажей включительно, расположенных на площадках сейсмичностью не более 9 баллов и имеющих перекрытия с пролетами не более 9 м и консольные участки перекрытий длиной не более 2 м.

Расчетные спектры реакций, характеризующие вертикальные сейсмические воздействия, следует определять в соответствии с положениями НТП РК 08-01.1-2017

6.2.8 Эффекты от совместного действия горизонтальных и вертикальных сейсмических воздействий следует определять посредством комбинаций (6.19) и (6.20).

## 6.3 Эффекты сейсмических воздействий

### 6.3.1 Общие положения

6.3.1.1 [4.3.3.1(1)] Эффекты сейсмических и других воздействий, учитываемые в сейсмической расчетной ситуации, допускается определять по результатам анализа линейно-упругого поведения здания.

6.3.1.2 Для определения эффектов сейсмических воздействий на здания в общем случае следует применять «спектрально-модальный метод», рассматриваемый в СП РК EN 1998-1:2004/2012 как эталонный метод [4.3.3.1(2)P].

Примечание – Учитывая современный уровень распространения специализированных программных комплексов, позволяющих определять сейсмические нагрузки на здание спектрально-модальным методом, другие методы определения сейсмических нагрузок в настоящем НТП не рассматриваются.

6.3.1.3 Спектрально-модальный метод определения эффектов сейсмических воздействий применим для зданий всех конструктивных типов, выполненных с применением разных видов конструкционных материалов.

Примечание – При определении эффектов сейсмических воздействий спектрально-модальным методом:

- используются результаты модального анализа расчетной модели конструктивной системы здания – периоды и формы собственных колебаний, определенные с применением методов динамики сооружений;
- эффекты сейсмического воздействия определяются исходя из значений расчетного спектра реакций на периодах, соответствующих периодам учетных форм собственных колебаний здания;
- сейсмические нагрузки прикладываются ко всем массам расчетной модели;
- горизонтальные сейсмические нагрузки распределяются между вертикальными элементами конструктивной системы сопротивляющейся сейсмическим воздействиям с учетом податливости перекрытий и особенностей распределения масс в системе.

6.3.1.4 [4.3.3.1(4)] В качестве альтернативы линейным методам определения сейсмических эффектов могут также применяться нелинейные методы:

- а) «pushover analysis» – нелинейный статический расчет;
- б) нелинейный расчет во временной области (динамический).

6.3.1.5 Нелинейные расчеты должны быть обоснованы в отношении исходной сейсмологической информации, параметров расчетной модели здания, учитываемых условий и метода интерпретации результатов расчетов. Нелинейные расчеты должны выполняться при сопровождении специализированной научно-исследовательской организации [4.3.3.1(5)].

### 6.3.2 Спектрально-модальный метод определения расчетных сейсмических нагрузок

6.3.2.1 Для определения горизонтальной расчетной сейсмической нагрузки  $F_{ik}$  спектрально-модальным методом следует применять выражение (6.1):

$$F_{ik} = \gamma_{lh} \cdot S_d(T_i) \cdot m_{ik}, \quad (6.1)$$

где

$F_{ik}$  – сейсмическая нагрузка на здание в рассматриваемом горизонтальном направлении для  $i$ -й формы его собственных колебаний, приложенная к точке  $k$ ;

$\gamma_{th}$  – коэффициент, учитывающий при определении расчетных горизонтальных сейсмических нагрузок сочетание классов ответственности здания по функциональному назначению и по этажности (см. раздел 5);

$S_d(T_i)$  – значение спектра расчетных реакций в ускорениях на периоде  $T_i$ ;

$T_i$  – 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 (6.2):

$$m_{ik} = m_k \cdot \eta_{ik}, \quad (6.2)$$

$\eta_{ik}$  – коэффициент, зависящий от формы деформирования здания при его собственных колебаниях по  $i$ -му тону, места расположения нагрузки (определяемой по пункту 6.3.2.1.2) и направления сейсмического воздействия.

Значения коэффициента  $\eta_{ik}$  могут быть определены:

а) для консольной расчетной схемы (см. рисунок 6.2) с помощью выражения (6.3):

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (6.3)$$

б) для пространственной расчетной схемы с помощью выражения (6.4):

$$\eta_{ik} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n m_j U_i(z_j) \cos(U_{ik}, U_0)}{\sum_{j=1}^n m_j U_i^2(z_j)}; \quad (6.4)$$

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.

6.3.2.2 Для определения вертикальной расчетной сейсмической нагрузки  $F_{ikv}$  спектрально-модальным методом следует применять выражение (6.5):

$$F_{ikv} = \gamma_{Iv} \cdot S_{dv}(T_{vi}) \cdot m_{ik}, \quad (6.5)$$

где

$F_{ikv}$  – расчетная сейсмическая нагрузка в вертикальном направлении здания для  $i$ -й формы его собственных колебаний, приложенная к точке  $k$ ;

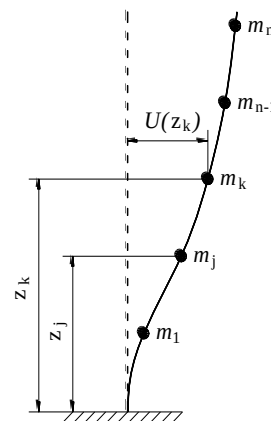


Рисунок 6.2 –  
Консольная расчетная  
схема

$\gamma_{iv}$  – коэффициент, учитывающий при определении вертикальных сейсмических нагрузок сочетание классов ответственности зданий по функциональному назначению и по этажности (см. раздел 5);

$S_{dv}(T_{vi})$  – значение спектра расчетных реакций в ускорениях на периоде  $T_i$ ;

$T_{vi}$  – период колебаний здания по  $i$ -й форме в вертикальном направлении.

6.3.2.3 [4.3.3.3.1(2)P] При определении эффектов сейсмических воздействий спектрально-модальным методом необходимо учитывать все формы колебаний, существенно влияющие на общую реакцию здания.

6.3.2.4 [4.3.3.3.1(3)] Условие 6.3.2.1.3 можно считать 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.

6.3.2.5 Если условия 6.3.2.1.4, 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).

6.3.2.6 Условия 6.3.2.1.4 или 6.3.2.1.5 должны быть проверены для каждого значимого направления здания [4.3.3.3.1(4)].

#### **6.4 Учет нерегулярности конструктивных схем зданий по высоте при определении эффектов сейсмических воздействий**

6.4.1 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 взаимодействующих с ними перекрытиях должны быть увеличены.

6.4.2 Требование 6.4.1 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 (6.6):

$$1,0 \leq f_{vk} = 1,2 \cdot r_{vk} - 0,5 \leq q, \quad (6.6)$$

где

$q$  – коэффициент поведения в рассматриваемом направлении здания (см. 1.5.30);

$r_{vk}$  – коэффициент, вычисляемый:

– для всех этажей здания, кроме верхнего этажа, с помощью выражения (6.7):

$$r_{vk} = \frac{d_{e,k} \cdot h_{k+1}}{d_{e,k+1} \cdot h_k} \geq 1,25 \quad (6.7)$$

– для верхнего этажа здания  $j$  с помощью выражения (6.8):

$$r_{vk} = \sqrt{\frac{m_j \cdot c_{j-1}}{m_{j-1} \cdot c_j}} = \frac{T_j}{T_{j-1}} \geq 1,25. \quad (6.8)$$

Условные обозначения, принятые в выражениях (6.7) и (6.8) даны в пункте 3.3.1.1.

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.

## 6.5 Эффекты случайного кручения в плане

6.5.1 Помимо горизонтальных сейсмических нагрузок, определяемых в соответствии с 6.3.2.1, следует учитывать эффекты случайного кручения в плане, обусловленные неопределенностями в расположении масс здания и пространственными вариациями сейсмического движения.

6.5.2 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:

$$e_{ak} = \pm 0,05 \cdot L_k \cdot f_{ek}, \quad (6.9)$$

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 6.5.3.

Примечания:

1 В общем случае применение пункта 6.5.2 влечет за собой необходимость использования пяти расчетных моделей здания, в четырех из которых смещения масс имеют разные направления и знаки. Если направление смещения масс от номинального положения, обеспечивающее наибольший эффект, очевидно, то допускается вместо четырех моделей со смещенными массами 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 или податливые в своей плоскости диафрагмы. При смещении масс от номинального положения в расчетной схеме здания рекомендуется принимать допущение об абсолютной жесткости перекрытия.

6.5.3 Значения коэффициента  $f_{ek}$ , за исключением случаев, предусмотренных в 6.5.4, следует определять с помощью выражения (6.10):

$$f_{ek} = \rho \cdot \left( \frac{\delta_{k\max}}{1,1\delta_{kav}} \right)^4, \quad \text{где } \rho \leq f_{ek} \leq 3,0, \quad (6.10)$$

где:

$\delta_{k\max}$  – максимальное перемещение верхнего перекрытия k-го этажа;

$\delta_{kav}$  – среднеарифметическое перемещение верхнего перекрытия k-го этажа;

$\rho$  – коэффициент, значение которого следует принимать:

а) для регулярных в плане зданий, соответствующих всем критериям, приведенным в 3.2.1.1 – 1,0;

б) для умеренно нерегулярных в плане зданий, соответствующих всем критериям, приведенным в 3.2.2.1 – 1,2;

в) для отдельно расположенных и полностью или частично заглубленных в грунт сооружений (паркингов или их отсеков), у которых стены, расположенные по всему периметру или по части периметра, контактируют с грунтом, и для которых классификация регулярности в плане необязательна (см. примечание 2 к пункту 3.1.2) – 2,0;

г) для крутильно-податливых в плане зданий и сооружений – 2,5.

6.5.4 В качестве альтернативы эффекты случайного кручения в плане могут быть определены как результирующие эффектов, вызванных соответствующими наборами статических крутящих моментов  $M_{ak}$ , действующих относительно вертикальной оси k-го этажа:

$$M_{ak}=e_{ak}\cdot F_k, \quad (6.11)$$

где

$M_{ak}$  – крутящий момент, приложенный к перекрытию над k-м этажом относительно его вертикальной оси;

$e_{ak}$  – случайный эксцентриситет массы k-го этажа, определенный в соответствии с выражением (6.9) для рассматриваемого направления здания;

$F_k$  – горизонтальная сила на k-й этаж здания в рассматриваемом направлении.

При определении набора статических крутящих моментов  $M_{ai}$  допускается учитывать горизонтальные сейсмические силы  $F_k$ , соответствующие только основному тону колебаний здания в рассматриваемом горизонтальном направлении.

6.5.5 Эффекты кручения, определенные в соответствии с 6.5.4, следует учитывать, как с положительными, так и с отрицательными знаками, принимаемыми одинаковыми для всех этажей здания.

## 6.6 Комбинации модальных реакций от сейсмических воздействий

### 6.6.1 Комбинации модальных реакций от одной компоненты сейсмического воздействия

6.6.1.1 [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:

$$T_{k+1} \leq 0,9 \cdot T_k. \quad (6.12)$$

6.6.1.2 [4.3.3.3.2(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):

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ek}^2}, \quad (6.13)$$

где

$E_E$  – эффект сейсмического воздействия (усилие, напряжение, перемещение и т.д.);

$E_{Ek}$  – значение эффекта сейсмического воздействия по k-й форме колебаний здания.

6.6.1.3 [4.3.3.2(3)P] Если условие 6.6.1.1 не выполняется, то для комбинации модальных максимумов должны быть приняты более точные процедуры, такие как «Полное Квадратичное Сочетание (Complete Quadratic Combination – CQC)».

6.6.1.4 Выражение для суммирования модальных максимумов в соответствии с процедурой CQC имеет следующий вид:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n E_{Ek} E_{Ej} \rho_{kj}}, \quad (6.14)$$

где

$$\rho_{kj} = \frac{8\sqrt{\xi_k \xi_j} (\xi_k + \chi \xi_j) \chi^{1.5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi_k \xi_j \chi (1 + \chi^2) + 4(\xi_k^2 + \xi_j^2) \chi^2}, \quad (6.15)$$

n – количество учитываемых форм колебаний;

$\chi$  – отношение частоты собственных колебаний i-й формы к частоте собственных колебаний k-й формы;

$\xi_i, \xi_k$  – коэффициенты затухания для i-й и k-й формы собственных колебаний соответственно.

При допущении  $\xi = \xi_k = \xi_j$ , значение  $\rho_{kj}$  можно определять с помощью упрощенного выражения:

$$\rho_{kj} = \frac{8\xi^2 (1 + \chi) \chi^{1.5}}{(1 - \chi^2)^2 + 4\xi^2 \chi (1 + \chi)^2}. \quad (6.16)$$

## 6.6.2 Комбинации эффектов от горизонтальных компонент сейсмического воздействия

6.6.2.1 [4.3.3.5.1(1)P] В общем случае считается, что две горизонтальные компоненты сейсмического воздействия действуют одновременно.

6.6.2.2 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 6.6.1.2 или 6.6.1.4, реакция здания на каждую горизонтальную компоненту сейсмического воздействия должна быть оценена отдельно [4.3.3.5.1(2)];

б) затем, эффекты воздействия, обусловленные одновременным действием двух горизонтальных компонент сейсмического воздействия, могут быть вычислены с использованием двух следующих комбинаций:

$$E_{Edx} \text{ “+” } \lambda \cdot E_{Edy}, \quad (6.17)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } E_{Edy}, \quad (6.18)$$

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;

$\lambda$  – коэффициент, значение которого:

– в случаях, предусмотренных в пункте 6.2.4, следует принимать 0,3;

– в случаях, предусмотренных в пункте 6.2.5, следует принимать 0,4;

– в случаях, предусмотренных в пункте 6.2.6, следует принимать в соответствии с указаниями этого пункта (равным 0,3 или 0,4).

6.6.2.3 [4.3.3.5.1(5)P] Знак каждой компоненты в комбинациях (6.17) и (6.18) должен приниматься как наиболее неблагоприятный для рассматриваемого эффекта сейсмического воздействия.

6.6.2.4 Для определения эффектов от одновременного действия в плане двух горизонтальных компонент сейсмического воздействия и случайного кручения в плане, обусловленного случайным эксцентриситетом, следует:

а) при определении эффектов кручения в плане в соответствии с пунктом 6.5.2 – применять только правила комбинирования эффектов сейсмических воздействий в соответствии с (6.17) и (6.18);

б) при определении эффектов кручения в плане в соответствии с пунктом 6.5.4 – рассматривать эффекты кручения в плане как сопутствующие эффектам, определенным в соответствии с правилами комбинирования (6.17) и (6.18).

### 6.6.3 Комбинации эффектов от горизонтальных и вертикальной компонент сейсмического воздействия

6.6.3.1 Для вычисления эффектов одновременного действия горизонтальных и вертикальной компонент сейсмического воздействия могут быть использованы три следующие комбинации:

$$E_{Edx} \text{ “+” } \lambda E_{Edy} \text{ “+” } \lambda E_{Edz}; \quad (6.19)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } E_{Edy} \text{ “+” } \lambda E_{Edz}; \quad (6.20)$$

$$\lambda E_{Edx} \text{ “+” } \lambda E_{Edy} \text{ “+” } E_{Edz}; \quad (6.21)$$

где

“+” – подразумевает «комбинацию с...»;

$E_{Edz}$  – эффекты от сейсмического воздействия вдоль вертикальной оси  $Z$  здания;

$E_{Edx}$ ,  $E_{Edy}$  и  $\lambda$  – как в 6.6.2.2.

## 6.7 Определение перемещений конструктивных систем при расчетных сейсмических воздействиях

6.7.1 Перемещения конструктивных систем зданий при расчетных сейсмических воздействиях следует учитывать:

а) при определении эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов), возникающих из-за деформирования конструктивных систем в горизонтальных направлениях (см. 7.2.2);

б) при определении требуемой ширины антисейсмических швов (см. 7.2.7);

в) при расчетных проверках требования по ограничению ущерба (см. 7.3).

6.7.2 [4.3.4(1)P] При выполнении линейного расчета, перемещения, вызванные расчетным сейсмическим воздействием, могут быть определены на основе упругих деформаций конструктивной системы с помощью следующего упрощенного выражения:

$$d_s = q_d d_e, \quad (6.22)$$

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, основанном на расчетном спектре реакции, принятом согласно 4.2.5 НТП РК 08-01.1-2017;

6.7.3 Значение  $d_s$  не должно быть больше, чем значение, полученное из спектра упругой реакции [4.3.4(1)P].

6.7.4 [4.3.4(2)P] При определении перемещений  $d_e$  необходимо учитывать эффекты крутильных колебаний.

6.7.5 [4.3.4(3)] Перемещения, определенные в результате статического или динамического нелинейного расчета, принимаются непосредственно из расчета без последующей корректировки.

## **6.8 Расчетные сейсмические нагрузки на несущие конструктивные и неконструктивные элементы**

### **6.8.1 Общие положения**

6.8.1.1 [4.3.5.1(1)P] Несущие конструктивные элементы зданий (парапеты, фронтоны, перегородки, навесные фасады и другие) и несущие неконструктивные элементы зданий (например, антенны, трубопроводы, механическое и электрическое оборудование, декоративные архитектурные элементы), которые при отказе могут представлять опасность для людей, влиять на конструктивную систему здания или на функционирование важного оборудования, должны быть проверены на сопротивляемость расчетному сейсмическому воздействию вместе с элементами их крепления.

6.8.1.2 [4.3.5.1(2)P] Расчет на сейсмические воздействия несущих конструктивных и неконструктивных элементов особой ответственности или тех, разрушения которых представляют особую опасность, должен базироваться на реалистичной модели и на использовании спектров реакций, соответствующих реакциям элементов конструктивной системы в местах крепления к ней неконструктивных элементов.

6.8.1.3 Если механизмы и оборудование, обладают весом и габаритами, способными существенно повлиять на реакцию конструктивной системы здания и в рамках расчетной модели здания они могут рассматриваться как недеформируемые тела, то их рекомендуется включать в расчетную модель здания явным образом.

6.8.1.4 [4.3.5.1(3)] Во всех остальных случаях, кроме указанных в 6.8.1.2 и 6.8.1.3, допускаются обоснованные упрощения процедуры определения расчетных сейсмических нагрузок на несущие элементы здания (например, как указано в 6.8.2).

6.8.1.5 Положения настоящего раздела не распространяются на оборудование, установленное на отдельно расположенных фундаментах и не связанное с несущими конструкциями зданий и сооружений, а также на трубопроводы.

## 6.8.2 Проверки

6.8.2.1 [4.3.5.2(1)P] Несущие конструктивные элементы, а также их крепления и анкеровка креплений должны быть проверены при сейсмической расчетной ситуации.

6.8.2.2 Несущие стеновые конструкции (перегородки, навесные панели, навесные фасадные системы и другие элементы), закрепленные к несущим конструкциям зданий, но не участвующие в восприятии сейсмических нагрузок на здания следует рассчитывать на сейсмические нагрузки, действующие из их плоскости и (при необходимости) на усилия, возникающие в их плоскостях при горизонтальных перекосах этажей.

6.8.2.3 Эффекты сейсмического воздействия могут быть определены путем приложения к несущим элементам горизонтальной силы  $F_a$ :

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a}{q_a}, \quad (6.23)$$

где

$F_a$  – горизонтальная сейсмическая сила в рассматриваемом направлении несущего элемента, условно принятая сосредоточенной в его центре массы;

$S_a$  – коэффициент сейсмичности для несущих элементов (см. п. 6.8.2.6);

$W_a$  – вес несущего элемента;

$\gamma_a$  – коэффициент ответственности несущего элемента (см. п. 6.8.2.9);

$q_a$  – коэффициент поведения для несущего элемента (см. таблицу 6.1).

6.8.2.4 Значение коэффициента сейсмичности  $S_a$  следует определять с помощью следующего упрощенного выражения:

$$S_a = 1,5 \cdot a_g \cdot a_p, \quad (6.24)$$

где

$a_g$  – расчетное ускорение в долях  $g$ , характеризующее интенсивность сейсмического воздействия на здание;

$a_p$  – коэффициент динамичности, учитывающий возможное усиление колебаний рассматриваемого элемента (см. таблицу 6.1).

6.8.2.5 Горизонтальная сейсмическая сила  $F_a$ , условно принятая в выражении (6.24) сосредоточенной в центре массы рассматриваемого элемента, при проверке его прочности должна быть приложена в соответствии с фактическим распределением его массы.

6.8.2.6 При определении расчетных сейсмических нагрузок на несущие элементы здания спектрально-модальным методом, учитывая эти элементы в расчетной модели конструктивной системы:

– значение коэффициента поведения  $q$  для здания следует принимать 1,0;

- значения коэффициента поведения  $q_a$  для несущих конструктивных и неконструктивных элементов следует принимать по данным таблицы 6.1;
- значения коэффициента ответственности  $\gamma_a$  для несущих конструктивных и неконструктивных элементов следует принимать в соответствии с 6.8.2.7.

**Таблица 6.1 – Значения коэффициентов  $a_p$  и  $q_a$  для несущих элементов здания**

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Типы несущих элементов                                                                                                                                                                                                                                                     | $a_p$                            | $q_a$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|
| Консольные несущие конструктивные элементы                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |       |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Стены и перегородки консольного типа (например, парапеты и фронтоны, закрепленные только в опорной зоне.                                                                                                                                                                   | 2,5                              | 2,5   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Табло и рекламные щиты. Дымовые или вытяжные трубы, мачты и резервуары на стойках, работающие как безвантовые консоли на протяжении более половины их полной высоты.<br>Сооружения, возвышающиеся над зданием и имеющие по сравнению с ним незначительные сечения и массу. | 2,5                              |       |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Трубы, мачты и резервуары на стойках, работающие как безвантовые консоли на протяжении менее половины их полной высоты или закрепленные оттяжками в уровне центра масс конструкции или выше                                                                                | 1,5                              |       |
| Несущие конструктивные элементы кроме консольных                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |       |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Навесные фасадные системы и элементы облицовки; ограждающие стены из навесных панелей                                                                                                                                                                                      | 2,0                              | 2,5   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Элементы крепления навесных фасадных систем и навесных панелей                                                                                                                                                                                                             |                                  | 2,0   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Декоративные элементы                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5                              | 2,5   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Элементы крепления декоративных элементов                                                                                                                                                                                                                                  |                                  | 2,0   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Несущие стены и перегородки, имеющие отношение толщины к высоте не менее 1/10, и их крепления                                                                                                                                                                              | 1,0                              | 2,5   |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Несущие стены и перегородки, имеющие отношение толщины к высоте менее 1/20 и их крепления                                                                                                                                                                                  | 2,0                              | 2,0   |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Несущие стены и перегородки, имеющие отношение толщины к высоте более 1/20, но менее 1/10                                                                                                                                                                                  | по интерполяции (см. п.п. 6 и 7) |       |
| Элементы и детали для крепления                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |       |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Машин и оборудования                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,0                              | 2,0   |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Шкафов и книжных стеллажей, установленных на перекрытии и закрепленных к несущим конструкциям или перекрытиям                                                                                                                                                              | 1,0                              |       |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Подвесных потолков и осветительных приборов                                                                                                                                                                                                                                | 1,5                              |       |
| Примечания:<br>1 Значения коэффициентов $a_p$ и $q_a$ допускается уточнять по результатам экспериментальных и теоретических исследований.<br>2 Данные таблицы 6.1 не распространяются на специальные крепления механизмов и оборудования (с гасителями колебаний, податливыми прокладками, демпферами и т.п.). |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |       |

6.8.2.7 Значение коэффициента ответственности  $\gamma_a$  не менее 1,5 следует принимать для элементов анкеровки машин и оборудования, необходимых для систем обеспечения безопасности людей, а также для резервуаров и сосудов, содержащих токсичные или взрывчатые вещества, рассматриваемые как опасные для населения [4.3.5.3(1)Р]. Во всех остальных случаях значение коэффициента  $\gamma_a$  следует принимать равным 1,0.

6.8.2.8 Если технологические или природно-климатические воздействия на несущие конструктивные и неконструктивные элементы здания превышают сейсмические воздействия, то их следует рассматривать как определяющие.

## **7 ПРОВЕРКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **7.1 Общие сведения**

7.1.1 [4.4.1(1)P] При проверках безопасности должны быть приняты во внимание соответствующие предельные состояния (см. 7.2 и 7.3) и специальные мероприятия (см. 2.2.4 НТП РК 08-01.1-2017)

7.1.2 [4.4.1(2)] Для зданий, имеющих классы ответственности по функциональному назначению отличные от IV (см. таблицу 5.1), проверки, предписанные в 7.2 и 7.3, могут считаться удовлетворенными, если одновременно выполняются два следующих условия:

а) суммарная поперечная сила в основании здания, соответствующая сейсмической расчетной ситуации, вычисленная с коэффициентом поведения, значение которого соответствует значению применимому к конструктивным системам с низким демпфированием (см. 2.2.2.3 и 2.2.2.4 НТП РК 08-01.1-2017), меньше, чем поперечная сила, соответствующая другим комбинациям воздействий, при которых здание проектируется на основе линейного упругого расчета. Это требование относится к поперечным силам для всего здания в уровне верха фундамента или верха его жесткой подземной части;

б) учтены специальные мероприятия, приведенные в 2.2.4 НТП РК 08-01.1-2017, за исключением положений 2.2.4.1.4 и 2.2.4.1.5 НТП РК 08-01.1-2017.

### **7.2 Критическое предельное состояние**

#### **7.2.1 Общие сведения**

7.2.1.1 [4.4.2.1(1)P] Требование отсутствия разрушения (ненаступления критического предельного состояния) в сейсмической расчетной ситуации считается выполненным, если соблюдаются условия, относящиеся к сопротивляемости, пластичности, равновесию, устойчивости фундамента и к антисейсмическим швам

#### **7.2.2 Условие сопротивляемости**

7.2.2.1 [4.4.2.2(1)P] Следующее неравенство должно выполняться для всех несущих конструктивных элементов здания, включая соединения и значимые неконструктивные элементы:

$$E_d \leq R_d, \quad (7.1)$$

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. 7.2.2.2). 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  $\gamma_m$ ) 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 нормативных документах.

7.2.2.2 [4.4.2.2 (2)] Эффекты второго порядка (Р-Δ эффекты) могут не учитываться, если для всех этажей здания выполняется следующее условие:

$$\theta = \frac{P_{\text{tot}} \cdot d_r}{V_{\text{tot}} \cdot h \cdot q_d} \leq 0,10 . \quad (7.2)$$

В выражении (7.2):

$\theta$  – коэффициент чувствительности к перекосу этажа;

$h$  – высота рассматриваемого этажа;

$P_{\text{tot}}$  – 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 7.1 и 7.2.2.3);

$V_{\text{tot}}$  – суммарная сейсмическая поперечная сила в уровне рассматриваемого этажа;

$q_d$  – коэффициент поведения для перемещений, принимаемый равным  $q$ , если иное не определено.

7.2.2.3 Горизонтальные перемещения  $d_s$  перекрытий рассматриваемого этажа следует определять в соответствии с положениями 6.7.2.

7.2.2.4 [4.4.2.2(3)] Если  $0,1 < \theta \leq 0,2$ , то эффекты второго порядка допускается приближенно учесть, умножив значимые эффекты сейсмического воздействия на коэффициент, равный  $1/(1-\theta)$ .

7.2.2.5 Если на каком-либо этаже здания  $\theta > 0,2$ , то эффекты второго порядка следует определять, применяя методы, учитывающие геометрическую нелинейность конструктивной системы.

7.2.2.6 [4.4.2.2(4)P] Значение коэффициента  $\theta$  не должно быть более 0,3.

7.2.2.7 [4.4.2.2(6)] Усталостное сопротивление при сейсмической расчетной ситуации проверять не требуется.

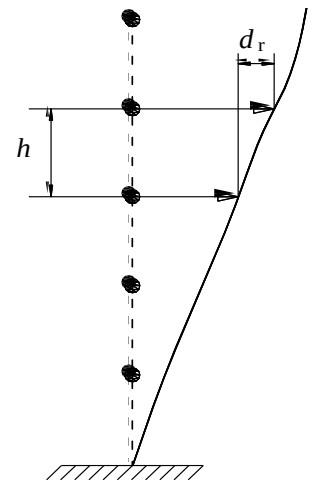


Рисунок 7.1 – К определению значений  $d_r$

### 7.2.3 Условия общей и локальной пластичности

7.2.3.1 Необходимо проверить, что несущие конструкции и конструктивная система здания в целом обладают достаточной пластичностью, соответствующей степени ее предполагаемого использования, зависящей от типа конструктивной системы, принятой концепции ее проектирования и коэффициента поведения ([4.4.2.3(1)P]).

7.2.3.2 [4.4.2.3(2)P] Для обеспечения требуемой конфигурации пластических шарниров 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.

7.2.3.3 [4.4.2.3(3)P] В многоэтажных зданиях формирование механизма пластического деформирования в гибких этажах должно быть исключено, поскольку такой механизм может вызвать чрезмерные местные пластические деформации в колоннах гибкого этажа.

7.2.3.4 [4.4.2.3(4)] Если иное не указано в разделах 5–8 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК к ним, то для выполнения условия 7.2.3.3 во всех соединениях первичных или вторичных балок с первичными колоннами в каркасных и эквивалентных каркасным конструктивных системах высотой два и более этажей, следует соблюдать следующее условие:

$$\Sigma M_{Rc} \geq 1,3 \Sigma M_{Rb}, \quad (7.3)$$

где

$\Sigma M_{Rc}$  – сумма расчетных значений моментов сопротивления колонн в узловых соединениях. В условии (7.3) следует использовать минимальные значения моментов, которые в диапазоне осевых сил, соответствующих сейсмической расчетной ситуации, определяют сопротивляемость колонн.

$\Sigma M_{Rb}$  – сумма расчетных значений моментов сопротивления балок в зонах узловых соединений. При использовании соединений с частичной прочностью моменты сопротивления этих соединений также учитываются при определении  $\Sigma M_{Rb}$ .

Примечание – Строгая интерпретация условия (7.3) требует вычисления моментов в центре узлового соединения. Эти моменты соответствуют расчетным значениям моментов сопротивления изгибу колонн или балок на наружных поверхностях узловых соединений, плюс соответствующий допуск на моменты, вызванных сдвигами на поверхностях узлов. Однако если допуск на сдвиг не будет учтен, то потеря точности окажется несущественной, а полученное упрощение явится значительным. Такая аппроксимация считается допустимой.

7.2.3.5 [4.4.2.3(5)] Условие (7.3) следует соблюдать:

– в двух ортогональных вертикальных плоскостях, которые в зданиях с рамами, расположенными в двух ортогональных направлениях, определяются этими двумя направлениями;

– для обоих направлений (положительного и отрицательного) действия моментов балки вокруг узла соединения, причем моменты колонн всегда противодействуют моментам балок.

Если конструктивная система представляет собой каркас или эквивалент каркаса только в одном из двух главных горизонтальных направлений, то условие (7.3) должно выполняться только в пределах вертикальной плоскости по этому направлению.

7.2.3.6 [4.4.2.3(6)] Правила 7.2.3.4 и 7.2.3.5 можно не соблюдать для верхнего этажа многоэтажных зданий.

7.2.3.7 Правила капаситивного проектирования, направленные на предотвращение хрупкого разрушения несущих конструкций, приведены в разделах 5–7 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и в НТП к указанным разделам [4.4.2.3(7)].

#### **7.2.4 Условие равновесия**

7.2.4.1 [4.4.2.4 (1)P] 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).

7.2.4.2 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.

Если для зданий высотой более 9 этажей условие 2.2.6.6 в отношении заглубления здания в грунт не соблюдается, то удерживающий момент от вертикальной гравитационной нагрузки должен превышать опрокидывающий момент от горизонтальной расчетной сейсмической нагрузки не менее чем в 1,8 раза.

7.2.4.3 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.

7.2.4.4 [4.4.2.4(2)] 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.

#### **7.2.5 Сопротивляемость горизонтальных диафрагм**

7.2.5.1 [4.4.2.5 (1)P] Горизонтальные диафрагмы (перекрытия) и связи жесткости должны быть способны с соответствующим резервом прочности передавать эффекты расчетного сейсмического воздействия системам, с которыми они соединены.

7.2.5.2 Условие 7.2.5.1 можно считать выполненным, если при проверках сопротивляемости эффекты сейсмического воздействия в горизонтальных диафрагмах, полученные при расчете, умножаются на коэффициент запаса прочности  $\gamma_d$ , имеющий значения, приведенные в 7.2.5.3 или 7.2.5.4 [4.4.2.5 (2)].

7.2.5.3 В тех случаях, когда эффекты сейсмических воздействий в горизонтальных железобетонных диафрагмах определяются с помощью парциальных расчетных моделей в виде высоких балок или плоских ферменных аналогий, расположенных на упругих опорах (см. 5.10 (4) СП РК EN 1998-1:2004/2012), значения  $\gamma_d$  следует принимать согласно 4.4.2.5 (2) СП РК EN 1998-1:2004/2012:

- для форм хрупкого разрушения, таких как сдвиг – 1,3;
- для форм пластичного разрушения – 1,1.

7.2.5.4 Альтернативно, если горизонтальные диафрагмы представлены в 3D расчетных моделях зданий в виде наборов конечных элементов-пластин, то значение коэффициента  $\gamma_d$  допускается принимать 1,1.

## 7.2.6 Сопротивляемость фундаментов

7.2.6.1 [4.4.2.6(1)P] Фундаментная система должна соответствовать положениям СП РК EN 1998-5:2004/2013, СП РК EN 1997-1:2004/2011, СП РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП к указанным документам, не противоречащим положениям настоящего НТП.

7.2.6.2 [4.4.2.6(2)P] Эффекты сейсмического воздействия в конструкциях фундамента должны быть определены с применением метода капаситивного проектирования, предполагающего наличие у конструктивной системы здания резервов прочности, но не превышающих соответствующие реакции конструктивной системы в сейсмической расчетной ситуации при ее упругом поведении ( $q=1,0$ ).

7.2.6.3 [4.4.2.6(3)] Если эффекты сейсмического воздействия в конструкциях фундамента были определены с использованием значения коэффициента поведения  $q$ , применяющегося к низкодиссипативным конструктивным системам (DCL), то расчеты с применением метода капаситивного проектирования, предусмотренные в 7.2.6.2, не требуются.

7.2.6.4 [4.4.2.6(4)] Для фундаментов отдельных вертикальных конструкций (стен или колонн), пункт 7.2.6.2 считается выполненным, если расчетные значения эффектов воздействия  $E_{Fd}$  на фундаменты получены следующим образом:

$$E_{Fd}=E_{F,G}+\gamma_{Rd} \Omega E_{F,E}, \quad (7.4)$$

где

$\gamma_{Rd}$  – коэффициент резерва прочности, принятый равным 1,0 при  $q \leq 3$  или равным 1,2 в других случаях;

$E_{F,G}$  – эффект несейсмических воздействий, входящих в комбинацию воздействий для сейсмической расчетной ситуации;

$E_{F,E}$  – эффект воздействия при сейсмической расчетной ситуации;

$\Omega$  – значение  $(R_{di}/E_{di}) \leq q$  для диссипативной зоны или конструкции  $i$  здания, которые имеют наибольшее влияние на рассматриваемый эффект  $E_F$ , где

$R_{di}$  – расчетное сопротивление зоны или элемента  $i$ ;

$E_{di}$  – расчетное значение эффекта воздействия на зону или конструкцию  $i$  в сейсмической расчетной ситуации.

7.2.6.5 [4.4.2.6(5)] Для фундаментов несущих стен или колонн рамных каркасов, коэффициент  $\Omega$  – это минимальное значение соотношения  $M_{Rd}/M_{Ed}$  в двух ортогональных главных горизонтальных направлениях в наименьшем поперечном сечении вертикального несущего конструктивного элемента, в котором возможно формирование пластического шарнира при сейсмической расчетной ситуации.

7.2.6.6 [4.4.2.6(6)] Для фундаментов колонн каркасов с концентрическими связями,  $\Omega$  – это минимальное значение соотношения  $N_{pl,Rd}/N_{Ed}$  по всем растянутым диагональным связям связевого каркаса (см. 6.7.4(1) СП РК EN 1998-1:2004/2012).

7.2.6.7 [4.4.2.6(7)] Для фундаментов колонн каркасов с эксцентрическими связями  $\Omega$  – это наименьшее из двух следующих значений: минимального соотношения  $V_{pl,Rd}/V_{Ed}$  из всех коротких сейсмических звеньев и минимального соотношения  $M_{pl,Rd}/M_{Ed}$  из всех промежуточных и длинных звеньев в связевом каркасе (см. 6.8.3(1) СП РК EN 1998-1:2004/2012).

7.2.6.8 [4.4.2.6(8)] Для фундаментов в виде балок, лент или плит, являющихся общими более чем для одной вертикальной несущей конструкции, требование 7.2.6.2 считается выполненным, если:

– значение  $\Omega$ , используемое в выражении (7.4), получено для вертикальной несущей конструкции с наибольшей горизонтальной поперечной силой в сейсмической расчетной ситуации;

– или, альтернативно, в выражении (7.4) значение  $\Omega=1$  применяется совместно со значением коэффициента резерва прочности  $\gamma_{Rd}$ , имеющим значение 1,4.

## **7.3 Ограничение ущерба**

### **7.3.1 Общие сведения**

7.3.1.1 [4.4.3.1 (1)] Требование ограничения ущерба считается выполненным, если при сейсмическом воздействии, имеющем большую вероятность возникновения, чем воздействие, соответствующее требованию отсутствия разрушения, горизонтальные перекосы этажей ограничены согласно 7.3.2.

7.3.1.2 [4.4.3.1 (2)] Дополнительные проверки соблюдения требования ограничения ущерба могут потребоваться в случае важности зданий для гражданской защиты или для зданий, содержащих чувствительное оборудование.

### **7.3.2 Ограничение горизонтальных перекосов этажей**

7.3.2.1 [4.4.3.2 (1)] Следующие ограничения должны быть рассмотрены, если иное не указано в разделах 5–9 СП РК EN 1998-1:2004/2012 и в НТП к этим разделам:

а) для зданий, имеющих ненесущие конструктивные элементы из хрупкого материала, жестко закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{rs}v \leq 0,0025h; \quad (7.5)$$

где

$d_{rs}$  – горизонтальный перекос этажа, вычисленный в соответствии с 7.3.2.2;

$h$  – высота этажа;

$v$  – коэффициент редукции, принимаемый 0,25 (см. 4.1.2 НТП РК 08-01.1-2017).

б) для зданий, имеющих пластичные ненесущие конструктивные элементы, закрепленные к конструктивной системе:

$$d_{rs}v \leq 0,00375h; \quad (7.6)$$

в) для зданий, имеющих ненесущие конструктивные элементы, закрепленные таким образом, чтобы они не оказывали влияние на деформации конструктивной системы, а также для зданий без ненесущих конструктивных элементов:

$$d_{rs}v \leq 0,005h, \quad (7.7)$$

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.

7.3.2.2 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 (7.8) – (7.10).

При сдвиговой форме деформирования (рисунок 7.2 а)), типичной, например, для рамного каркаса с жесткими горизонтальными балками, расчетные значения горизонтальных перекосов этажей могут быть определены с помощью выражения (7.8):

$$d_{rs} = d_r, \quad (7.8)$$

где  $d_r$  – разность средних горизонтальных перемещений  $d_s$  (см. подраздел 6.7) верхнего и нижнего перекрытий рассматриваемого этажа.

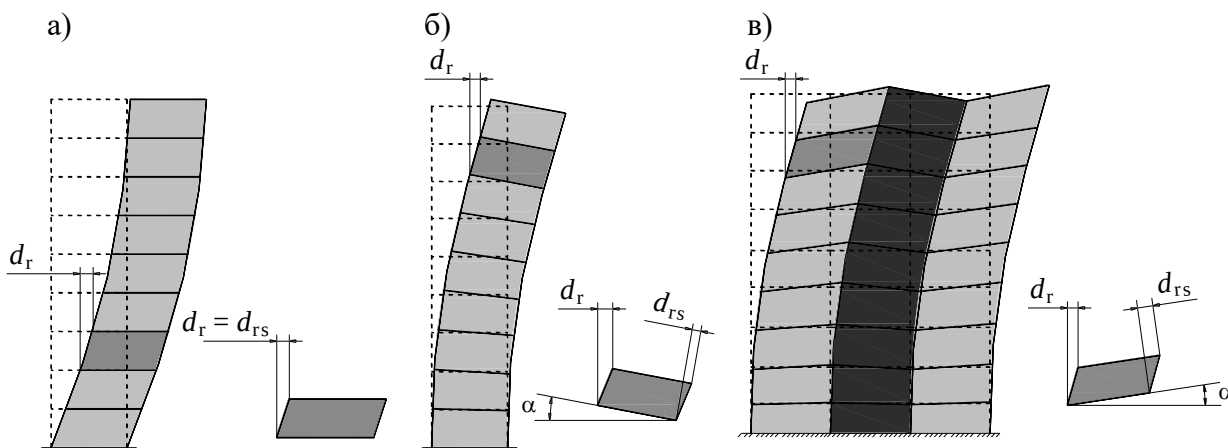


**Рисунок 7.2 – К определению расчетных перекосов этажей**

При изгибной или изгибно-сдвиговой форме деформирования, типичной, например, для железобетонных стеновых систем (рисунок 7.2 б)), расчетные значения горизонтальных перекосов этажей могут быть определены в соответствии с выражением (7.9):

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} - h \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (7.9)$$

где  $h$  – высота этажа;

$\alpha$  – угол поворота рассматриваемого этажа в вертикальной плоскости.

При формах деформирования, типичных, например, для конструктивных систем с ядрами жесткости и каркасной обстройкой (рисунок 7.2 в)), расчетные значения перекосов этажей могут быть определены в соответствии с выражением (7.10):

$$d_{rs} = \frac{d_r}{\cos \alpha} + h \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (7.10)$$

7.3.2.3 При определении величин горизонтальных перекосов этажей зданий и проверках соответствия величин перекосов этажей пункту 7.3.2.1 следует учитывать перемещения конструктивной системы, обусловленные ее поступательными и крутильными колебаниями, определенными с учетом случайных эксцентриситетов.

## **8 ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕНЕСУЩИХ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕН И ПЕРЕГОРОДОК**

### **8.1 Общие положения**

8.1.1 Ненесущие ограждающие стены и перегородки (далее, если иное не оговорено – «ненесущие стеновые конструкции» или «ненесущие стеновое заполнение») рекомендуется выполнять преимущественно легкими, как правило, панельной или каркасной конструкции.

8.1.2 Положения настоящего раздела регламентируют правила применения ненесущих стеновых конструкций из кирпичной (каменной) кладки в зданиях тех конструктивных систем, у которых у которых горизонтальные перекосы этажей соответствуют условию (7.5).

8.1.3 Конструктивные решения ненесущих стеновых конструкций из кирпичной (каменной) кладки, применяемые в конструктивных системах, соответствующих условию (7.5), должны основываться на правилах, приведенных в подразделах 8.2 и 8.3 настоящего НТП и соответствующих апробированной практике, установившейся в Республике Казахстан.

8.1.4 Правила, приведенные в подразделах 8.2 и 8.3, дополняют правила, приведенные в СП РК EN 1998-1:2004/2012, не противоречат основополагающим принципам этого документа и основываются на анализе последствий землетрясений и результатах экспериментальных исследований.

8.1.5 Правила, приведенные в 8.2 и 8.3, применимы для стеновых заполнений из каменной кладки, отвечающих всем следующим требованиям:

- а) кладка выполнена после бетонирования монолитных железобетонных несущих конструкций и набора ими не менее 70 % проектной прочности;
- б) кладка находится в контакте с вертикальными несущими конструкциями конструктивных систем (т.е. без специальных вертикальных разделительных швов);
- в) заполнения из кладки рассматриваются как ненесущие конструктивные элементы, не являющиеся частью конструктивной системы.

8.1.6 Хотя область применения 8.2 ограничена стеновыми конструктивными системами, этот подраздел содержит правила, которые на практике могут оказаться полезными при выборе правильных методов проектирования ненесущих стеновых конструкций в двойных конструктивных системах, эквивалентных стеновым системам.

8.1.7 Если стеновое заполнение из каменной кладки является частью стеновой конструктивной системы, сопротивляющейся сейсмическим воздействиям, то расчет и проектирование каменной кладки следует выполнять в соответствии с принципами и правилами, приведенными в разделе 9 СП РК EN 1998-1:2004/2011 и в НТП РК к нему.

### **8.2. Основные требования**

8.2.2 Необходимо учитывать последствия нерегулярностей в плане, обусловленных ненесущими стеновыми заполнениями из каменной кладки. Следует избегать значительной нерегулярности, асимметрии или неравномерности в расположении ненесущих стеновых

заполнений из каменной кладки в плане и по высоте (принимая во внимание размеры проемов или отверстий в стеновом заполнении) [4.3.6.2 (1)Р].

8.2.3 В случае значительной нерегулярности здания в плане из-за несимметричного расположения несущих стеновых конструкций, в расчетных моделях зданий следует учитывать фактическое распределение масс несущих стен из каменной кладки.

8.2.4 При применении несущих стеновых конструкций из каменной кладки необходимо учитывать большие неопределенности их поведения при сейсмических воздействиях, обусловленные изменчивостью механических свойств кладки и ее креплений к смежным несущим конструкциям, а также неравномерностью повреждений несущих стеновых заполнений во время землетрясения.

8.2.5 При проектировании несущих стен из каменной кладки в конструктивных системах с классами пластичности L и M, следует предусматривать специальные мероприятия, позволяющие избежать хрупкого разрушения и преждевременной потери целостности несущих стен с проемами, а также частичного или полного разрушения тонких несущих стен из плоскости. Особое внимание следует уделять несущим стенам с коэффициентом гибкости (отношение меньшей длины или высоты к толщине) больше 15.

8.2.6 Мероприятия по обеспечению целостности и улучшению характера поведения несущих стен в плоскости и из плоскости должны предусматривать применение:

- легких арматурных сеток, надежно закрепленных на поверхностях стен;
- анкерных связей, закрепленных к стенам и заделанным в горизонтальные швы каменной кладки;
- устройство бетонных стоек и поясов на всю толщину стен.

8.2.7 Если в любой из стен заполнения, выполненной из каменной кладки, имеются большие проемы или отверстия, то их грани должны быть обрамлены поясами и стойками.

### **8.3 Конструктивные решения несущих ограждающих стен и перегородок из каменной кладки**

8.3.1 Несущие стеновые конструкции из кирпичной (каменной) кладки следует выполнять в соответствии с результатами расчетов и с соблюдением указаний, приведенных в пунктах 8.3.2 – 8.3.18.

8.3.2 Несущие стеновые конструкции, как правило, следует крепить к колоннам, несущим стенам, а при длине более 3,0 м – и с перекрытиями.

При соответствующем расчетном или экспериментальном обосновании несущие ограждающие стены и перегородки каркасной конструкции допускается крепить только к перекрытиям или только к колоннам (стенам).

8.3.3 Крепление несущих стеновых конструкций к несущим железобетонным конструкциям следует выполнять соединительными элементами, привариваемыми к закладным изделиям или к накладным элементам, а также анкерными болтами или стержнями.

8.3.4 Крепление каменных и бетонных и им подобных несущих стеновых конструкций к несущим конструкциям пристрелкой дюбелями не допускается.

8.3.5 Крепления, обеспечивающие устойчивость несущих стеновых конструкций из плоскости, должны быть жесткими и обладающими достаточной прочностью.

8.3.6 Между верхом несущих стеновых конструкций из каменной кладки и нижними поверхностями перекрытий и покрытий (включая балки) следует предусматривать горизонтальные зазоры шириной не менее 20 мм (без учета вертикальных деформаций перекрытий, обусловленных постоянными и переменными воздействиями).

8.3.7 По верху несущих стен и перегородок из кирпичной (каменной) кладки следует укладывать горизонтальные арматурные сетки в слое цементно-песчаного раствора или бетона толщиной не менее 20 мм. Общее поперечное сечение продольных стержней арматурной сетки должно быть не менее  $0,3 \text{ см}^2$ , а раствор или бетон – не ниже марки М50 или класса В3,5 соответственно.

8.3.8 Кирпичную (каменную) кладку несущих стеновых конструкций, при ее применении на площадках сейсмичностью 7 баллов, следует армировать на всю длину не реже, чем через 700 мм по высоте арматурными стержнями общим сечением в горизонтальном шве не менее  $0,2 \text{ см}^2$ .

8.3.9 Кирпичную (каменную) кладку несущих стеновых конструкций на площадках сейсмичностью 8 и более баллов, в дополнение к горизонтальному армированию, предусмотренному пунктом 8.3.8, следует усиливать вертикальными железобетонными включениями (шириной не менее 100 мм), металлическими стойками или двухсторонними арматурными сетками в слоях цементно-песчаного раствора.

8.3.10 Шаг вертикальных железобетонных включений или металлических стоек следует принимать по результатам расчетов, но, как правило, не более 3 м при сейсмичности площадки строительства 8 баллов и 2 м – при сейсмичности площадки 9 и 10 баллов.

8.3.11 Толщину растворных слоев кирпичной (каменной) кладки, при ее усилении двухсторонними арматурными сетками, следует принимать не менее 30 мм, а марку раствора – не ниже 100. Армированные растворные слои должны иметь надежное сцепление с кладкой.

8.3.12 Кладку из пустотелых бетонных блоков следует усиливать железобетонными включениями, выполненными с шагом 400-500 мм в сквозных вертикальных каналах, образованных пустотами в блоках

8.3.13 В зданиях высотой более пяти этажей, возводимых без вертикальных устоев жесткости (стен, связей или ядер жесткости) на площадках сейсмичностью 9 и более баллов, допускается применение перегородок или стеновых заполнений из кирпичной (каменной) кладки только комплексной конструкции.

8.3.14 Для кирпичной (каменной) кладки несущих стеновых конструкций допускается применять следующие материалы и изделия:

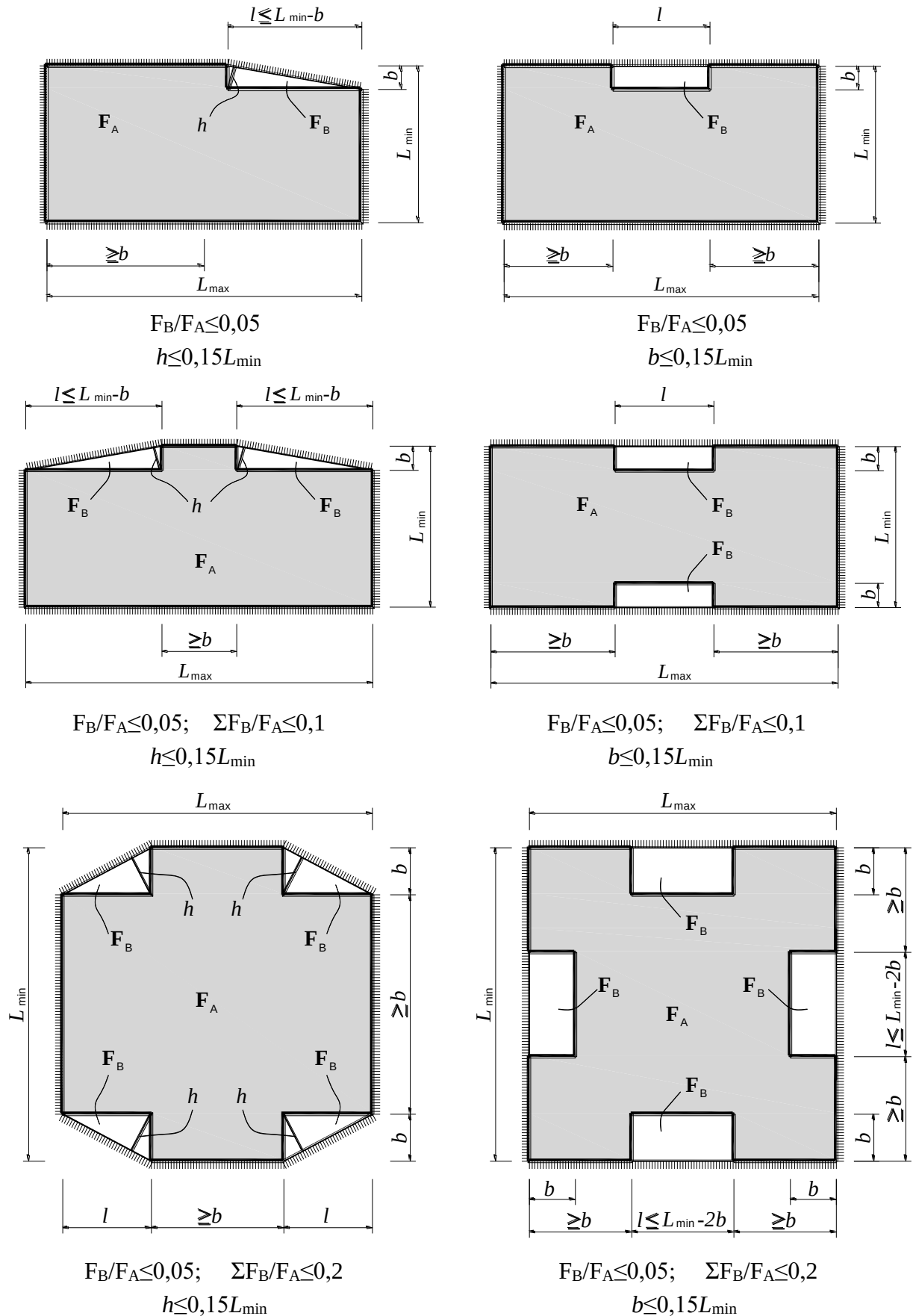
- кирпич обожженный полнотелый или пустотелый марки 50 и выше с пустотностью не более 32 %;
- сплошные бетонные камни и мелкие блоки из тяжелых бетонов класса В3,5 и выше; сплошные бетонные камни и мелкие блоки из легких бетонов класса В2,5 и выше;
- керамические камни марки 75 и выше с пустотностью не более 32%;
- пустотелые бетонные камни и мелкие блоки из тяжелых и легких бетонов класса В7,5 и выше с пустотностью не более 40%.

8.3.15 Кладка ненесущих стеновых конструкций должна выполняться на смешанных цементных растворах марки не ниже 25 в летних условиях и не ниже 50 – в зимних условиях.

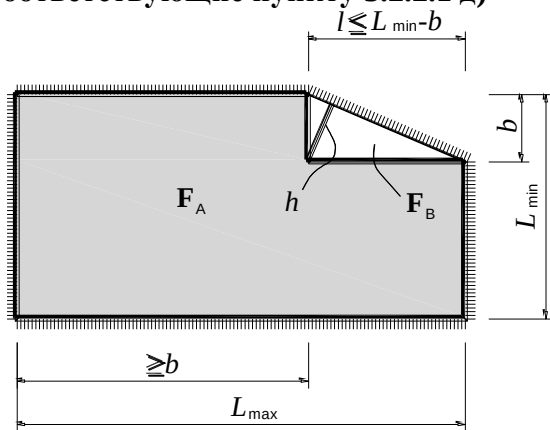
8.3.16 Значение временного сопротивления кирпичной (каменной) кладки осевому растяжению по неперевязанным швам для ненесущих стеновых конструкций должно быть не менее 60 кПа (0,6 кгс/см<sup>2</sup>).

8.3.17 Кладка блоков из легких бетонов может выполняться на специальных клеях, обеспечивающих соблюдение пункта 8.3.17.

Приложение А (информационное). Конфигурации зданий в плане, соответствующие пункту 3.2.1.1 е)

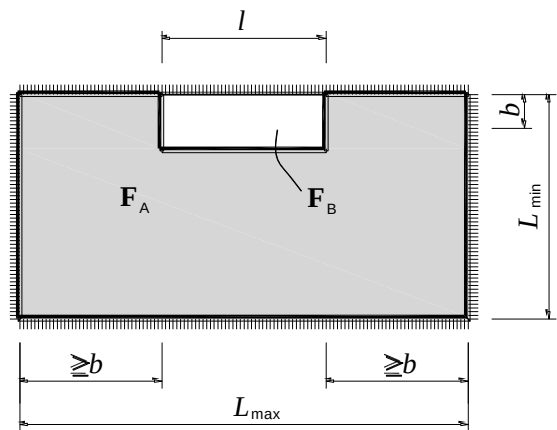


Приложение Б (информационное). Конфигурации зданий в плане, соответствующие пункту 3.2.2.1 д)



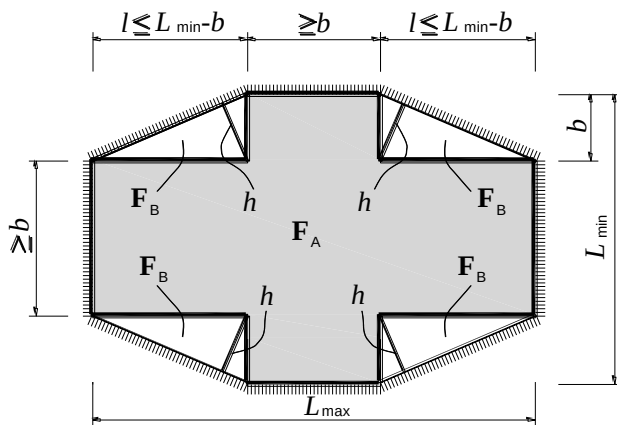
$$F_B/F_A \leq 0,1$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$



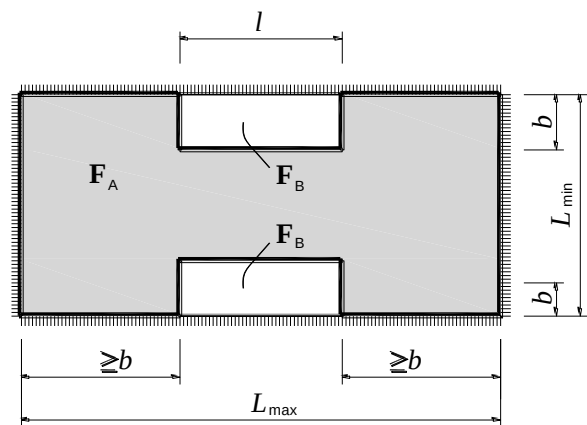
$$F_B/F_A \leq 0,1$$

$$b \leq 0,25L_{\min}$$



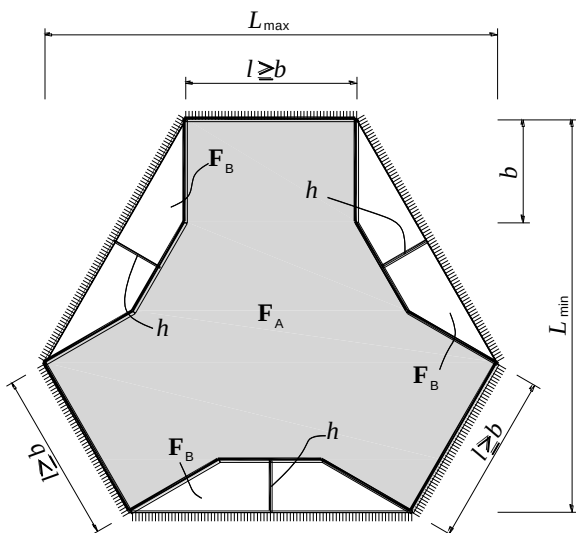
$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,3$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$



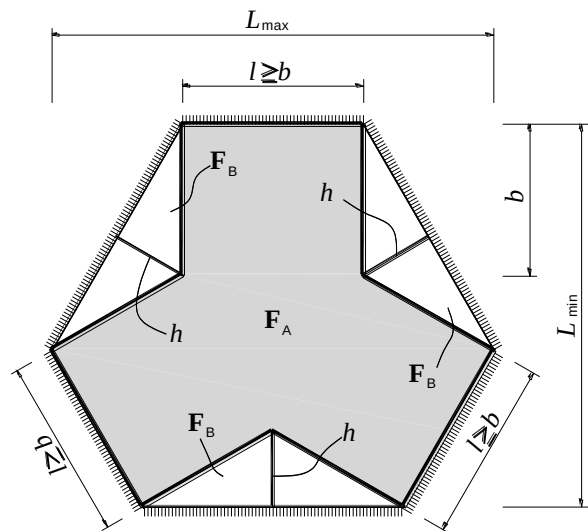
$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,2$$

$$b \leq 0,25L_{\min}$$



$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,3$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$



$$F_B/F_A \leq 0,1; \quad \Sigma F_B/F_A \leq 0,3$$

$$h \leq 0,25L_{\min}$$

**Приложение В (информационное). Рекомендации по определению горизонтальных жесткостей этажей зданий**

В.1 В соответствии с положениями пункта 3.3.1.1 б) горизонтальные жесткости отдельных этажей следует учитывать при проверках регулярности зданий по высоте.

Примечание – Если конструктивная схема здания соответствует условиям (3.3) и (3.4), то ее проверки по пункту 3.3.1.1 б) допускается не выполнять (см. примечания к пункту 3.3.1.1) и, соответственно, горизонтальные жесткости этажей можно не определять.

В.2 Под горизонтальной жесткостью этажа понимается отношение поперечной силы, действующей на этаж, к его горизонтальной деформации.

Примечание – Приведенный ниже способ определения горизонтальных жесткостей этажей здания является приближенным, но получаемые с его помощью данные позволяют с достаточной для практических целей точностью выявить соотношения между жесткостями смежных по высоте этажей.

В.3 Для приближенного определения горизонтальной жесткости рассматриваемого этажа здания следует:

- на все узлы расчетной модели здания в основании рассматриваемого этажа наложить связи, запрещающие его линейные перемещения по всем горизонтальным и вертикальным направлениям;
- к перекрытию, расположенному в уровне верха рассматриваемого этажа, приложить горизонтальные нагрузки, равномерно и симметрично распределенные по площади перекрытия в рассматриваемом направлении.

В.4 Горизонтальную жесткость этажа в рассматриваемом направлении следует определять с помощью выражения:

$$C_i = \frac{F_i}{\Delta_i}. \quad (B.1)$$

где

$C_i$  – горизонтальная жесткость  $i$ -го этажа в рассматриваемом направлении;

$F_i$  – суммарная горизонтальная сила, приложенная в уровне верха  $i$ -го этажа в рассматриваемом направлении;

$\Delta_i$  – среднее перемещение верхнего перекрытия  $i$ -го этажа относительно нижнего перекрытия в рассматриваемом направлении.

Предложенный способ позволяет приближенно определять горизонтальные жесткости этажей с учетом изгибных, сдвиговых и осевых жесткостей их несущих конструкций, а также с учетом податливости соединений конструкций этажа между собой и со смежными по высоте конструкциями.

Допускается применение других обоснованных методов определения горизонтальной жесткости этажей зданий.

Примеры, иллюстрирующие применение рекомендованного способа определения горизонтальных жесткостей промежуточного и верхнего этажей здания показаны на рисунке В.1.

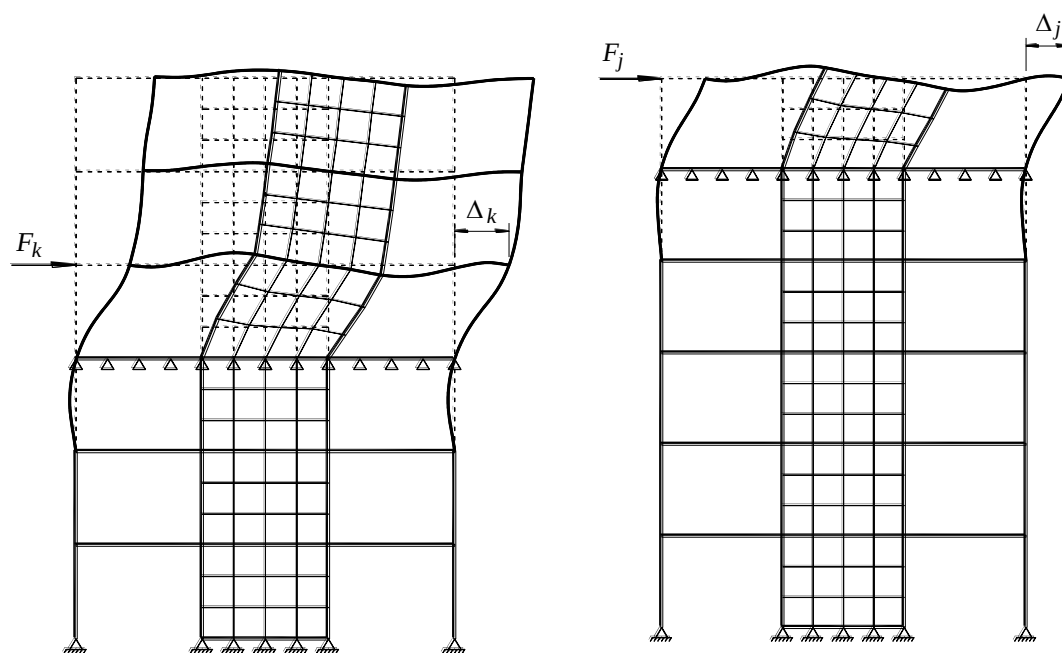


Рисунок В.1 – К определению горизонтальных жесткостей этажей здания

**Приложение Г (информационное). Примеры оценки регулярности зданий в плане по результатам общих расчетов**

**ПРИМЕР 1 Оценка регулярности трехэтажного здания в плане**

**Исходные данные.**

Рассматривается трехэтажное каркасное здание, относящееся по своему функциональному назначению к категории общественных зданий.

Схематические планы, разрезы и общие виды здания и каркаса приведены на рисунке Г.1.

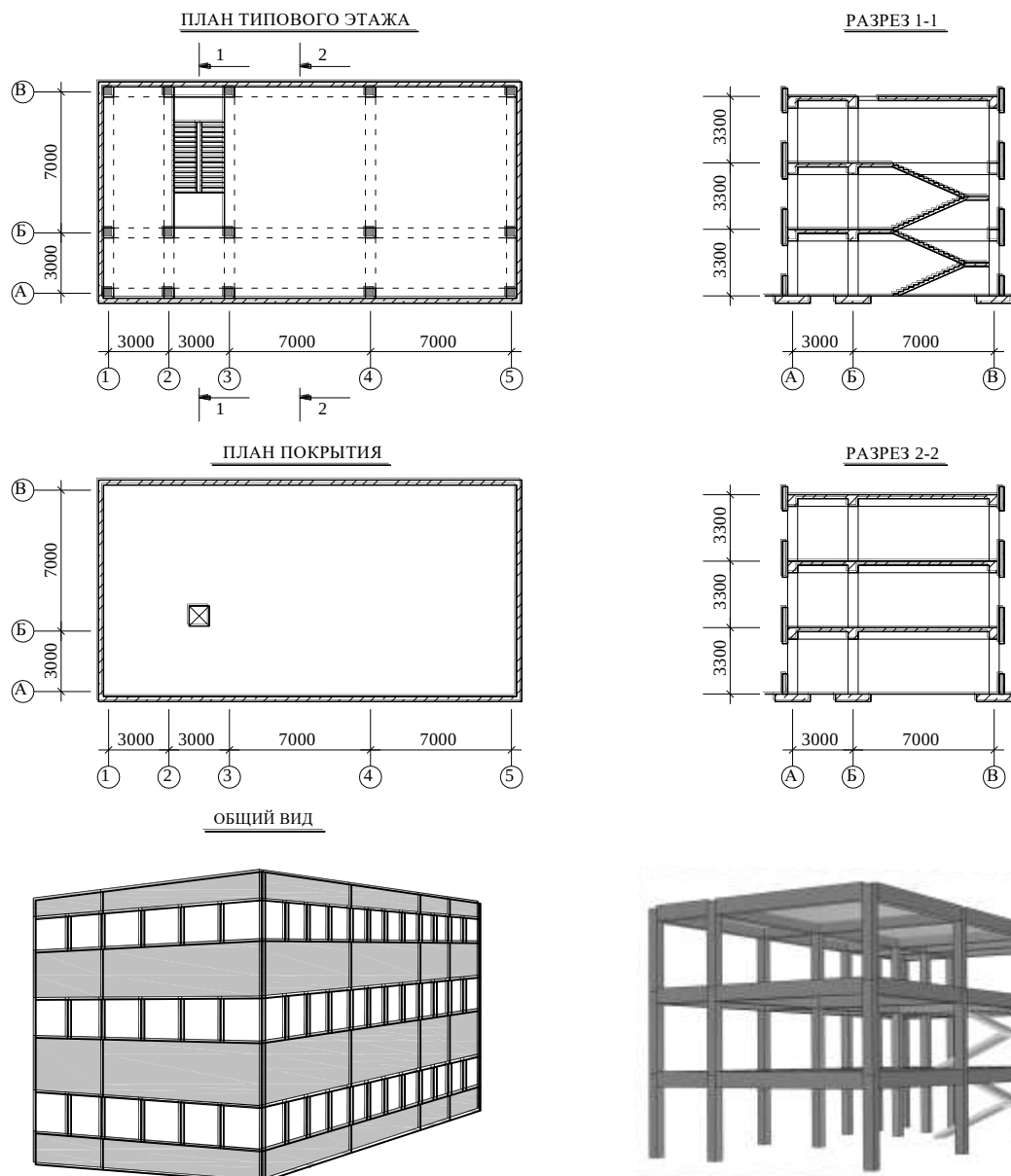


**Рисунок Г.1 – Схематические план, разрезы и общие виды здания и каркаса.**

Каркас в продольном и поперечном направлениях здания принят рамным (с жесткими узлами соединений колонн и ригелей).

Колонны – монолитные железобетонные сечением 40×40 см.

Ригели – монолитные железобетонные сечением 40×60(h) см.

Перекрытия – монолитные железобетонные плиты толщиной 20 см.

Лестничные марши и площадки – из монолитного железобетона с приведенной толщиной 20 см.

Материал несущих конструкций – тяжелый бетон класса по прочности на сжатие C20/25.

Наружные стены – навесные из легких панелей с ленточным остеклением.

Перегородки – каркасной конструкции из легких эффективных материалов.

Кровля – совмещенная, рулонная.

Значения постоянных ( $G$ ) и переменных ( $Q$ ) нагрузок, учитываемых при определении масс здания, приведены в Таблице Г.1.

Расчетная схема здания принята в виде пространственной системы (3D), состоящей из стержневых и пластинчатых конечных элементов (см. Рисунок Г.2).

В расчетной схеме стержневыми конечными элементами моделировались колонны и ригели, пластинчатыми – междуэтажные перекрытия, покрытие и лестничные марши.

Расчет здания выполнялся с учетом:

– жесткостей лестничных маршей;

– жесткостей междуэтажных перекрытий и покрытия в горизонтальной плоскости (с учетом их ослаблений проемами).

Здание принято жестко заземленным в основании.

Влияние навесных стен и перегородок на работу каркаса не учитывалось.

Расчеты здания выполнялись с помощью программы «STRAP 2021».

**Таблица Г.1 – Определение значений  $G$  и  $Q$**

| №                                                                                                      | Элементы здания                               | Единица измерения    | Расчет                                   | Значения $G$                                                 |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Постоянные нагрузки                                                                                    |                                               |                      |                                          |                                                              |                              |
| 1                                                                                                      | Собственный вес всех несущих конструкций      | 25 кН/м <sup>3</sup> | Автоматически программой                 |                                                              |                              |
| 2                                                                                                      | Навесные стены (с учетом остекления)          | кН/м                 | 1,32                                     | 1,32                                                         |                              |
|                                                                                                        | Полы                                          | кН/м <sup>2</sup>    | 2,00                                     | 2,00                                                         |                              |
|                                                                                                        | Лестничные марши и площадки                   | кН/м <sup>2</sup>    | 1,00                                     | 1,00                                                         |                              |
|                                                                                                        | Покрытие-кровля                               | кН/м <sup>2</sup>    | 2,00                                     | 2,00                                                         |                              |
| Переменные нагрузки                                                                                    |                                               |                      |                                          |                                                              |                              |
| №                                                                                                      | Элементы здания                               | Единица измерения    | Характеристические значения нагрузок $Q$ | Расчет $Q \cdot \psi_{Ei} = Q \cdot \varphi \cdot \psi_{2i}$ | Значения $Q \cdot \psi_{Ei}$ |
| 3                                                                                                      | Помещения офисов                              | кН/м <sup>2</sup>    | 2,5                                      | $3,3 \times 0,8 \times 0,3$                                  | 0,792                        |
|                                                                                                        | временные перегородки                         | кН/м <sup>2</sup>    | 0,8                                      |                                                              |                              |
|                                                                                                        | Коридоры                                      | кН/м <sup>2</sup>    | 3,0                                      | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                                  | 0,72                         |
|                                                                                                        | Лестничные марши и площадки                   | кН/м <sup>2</sup>    | 3,0                                      | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                                  | 0,72                         |
| 4                                                                                                      | Покрытие - категория Н (неэксплуатируемое)    | кН/м <sup>2</sup>    | 0,4                                      | $0,4 \times 1,0 \times 0,0$                                  | 0,00                         |
| 5                                                                                                      | Покрытие - снег (Н ≤ 1000 м над уровнем моря) | кН/м <sup>2</sup>    | 1,2                                      | $1,2 \times 1,0 \times 0,0$                                  | 0,00                         |
| Примечание – Значения $\varphi$ приведены в Таблице 4.1. Значения $\psi_{2i}$ приведены в Таблице 4.2. |                                               |                      |                                          |                                                              |                              |

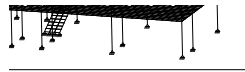


Рисунок Г.2 – Расчетная схема здания

Результаты общего расчета здания, характеризующие положение центров масс и жесткостей здания в уровнях междуэтажных перекрытий и эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей приведены рисунке Г.3 и в таблице Г.2.

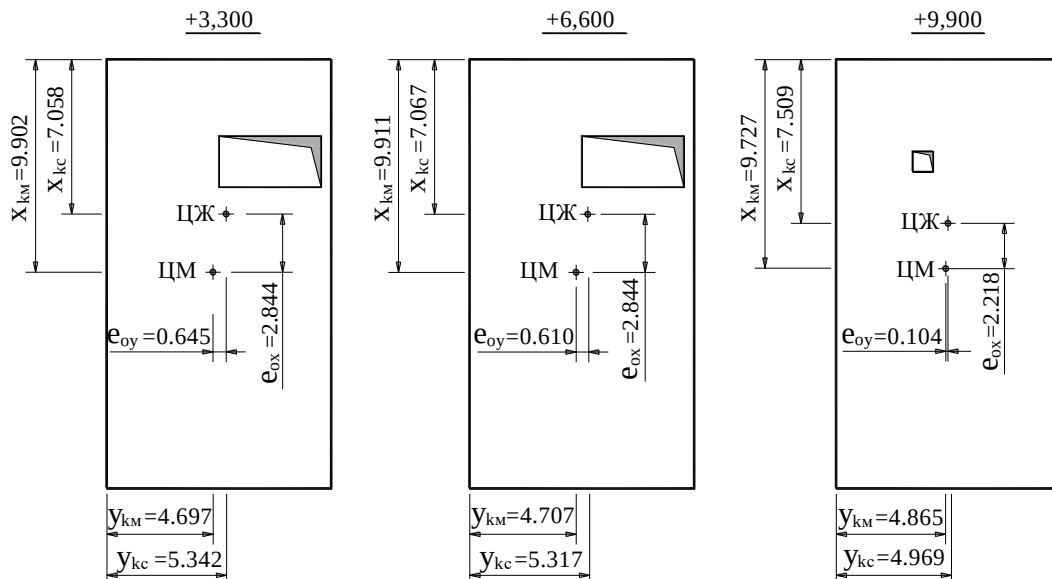


Рисунок Г.3 – Положения центров масс и жесткостей в уровнях междуэтажных перекрытий

Таблица Г.2 – Координаты центров масс и центров жесткостей в уровнях междуэтажных перекрытий

| Междуэтажное перекрытие на отметке, м | Координаты центра масс, м |       | Координаты центра жесткостей, м |       | Эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей, м |          |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|----------|
|                                       | X                         | Y     | X                               | Y     | $e_{ox}$                                            | $e_{oy}$ |
| 3,30                                  | 9,902                     | 4,697 | 7,058                           | 5,342 | 2,844                                               | -0,645   |
| 6,60                                  | 9,911                     | 4,707 | 7,067                           | 5,317 | 2,844                                               | -0,610   |
| 9,90                                  | 9,727                     | 4,865 | 7,509                           | 4,969 | 2,218                                               | -0,104   |

Три первые формы собственных колебаний здания, периоды собственных колебаний, соответствующие этим формам, а также относительные значения максимальных и минимальных перемещений краев перекрытий ( $\delta_{max}$  и  $\delta_{min}$ ) при поступательных формах колебаний, а также соотношения между этими перемещениями приведены в Таблице Г.3.

Таблица Г.3 – Результаты общего расчета здания

| Номер формы | $T, c$ | Схема деформирования                                                              | Уровень перекрытий | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{\text{кav}}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{\text{кav}}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|-------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1           | 0,425  |  | +3,300             | 39              | 0               | 19,5                  | 50 %                                                              |
|             |        |                                                                                   | +6,600             | 77              | 0               | 38,5                  | 50 %                                                              |
|             |        |                                                                                   | +9,900             | 100             | 3               | 51,5                  | 48,5 %                                                            |
| 2           | 0,383  |  | +3,300             | 37              | 35              | 36,0                  | 2,7 %                                                             |
|             |        |                                                                                   | +6,600             | 73              | 70              | 71,5                  | 2,1 %                                                             |
|             |        |                                                                                   | +9,900             | 100             | 93              | 96,5                  | 3,5 %                                                             |
| 3           | 0,297  |  | —                  | —               | —               | —                     | —                                                                 |

В соответствии с результатами динамического расчета здания:

- первая и вторая форма колебаний здания являются поступательными в плане, а третья - крутильной в плане;
- здание соответствует условиям 3.2.1.1 а), б), г), д), е);
- в продольном направлении здание соответствует условию 3.2.1.1 в);
- в поперечном направлении здание не соответствует условию 3.2.2.1 б).

**Вывод.** Рассмотренная конструктивная система является чрезмерно нерегулярной в плане.

#### ПРИМЕР 2 Оценка регулярности трехэтажного здания в плане, после модификации его конструктивной схемы

##### Исходные данные.

Конструктивная схема каркасного здания, принятая в примере 1, была модифицирована следующим образом:

- на пересечении осей В/5 предусмотрены дополнительные колонны с размерами поперечного сечения в уровнях всех этажей 40×60 см;
- размеры поперечного сечения колонн, расположенных на пересечении осей Б/5, были увеличены до 40×60 см.

Все остальные конструктивные решения каркаса и переменные нагрузки, приведенные в примере 1, оставлены без изменений.

Схематический план типового этажа и общий вид каркаса с внесенными изменениями показаны на рисунке Г.4.

Результаты расчетов, характеризующие положения центров масс и жесткостей здания в уровнях междуэтажных перекрытий и эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей, показаны на рисунке Г.5 и в таблице Г.4.

ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА

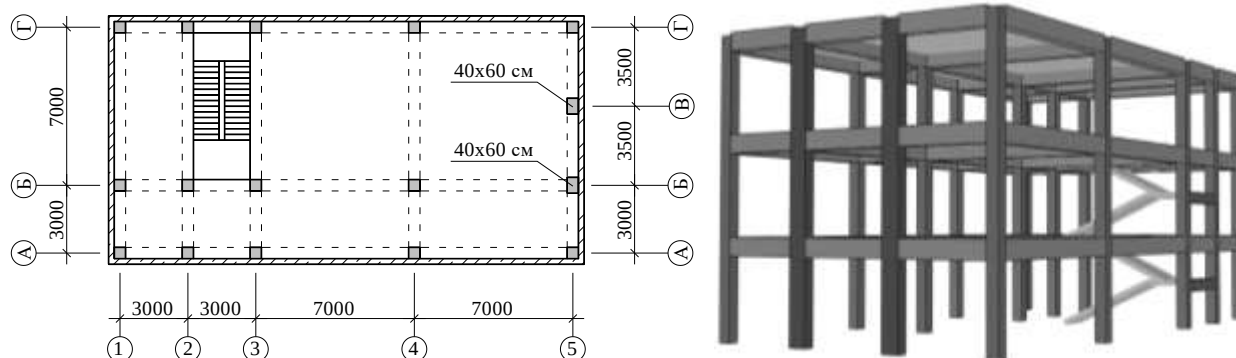


Рисунок Г.4 – Схематический план и общий вид каркаса

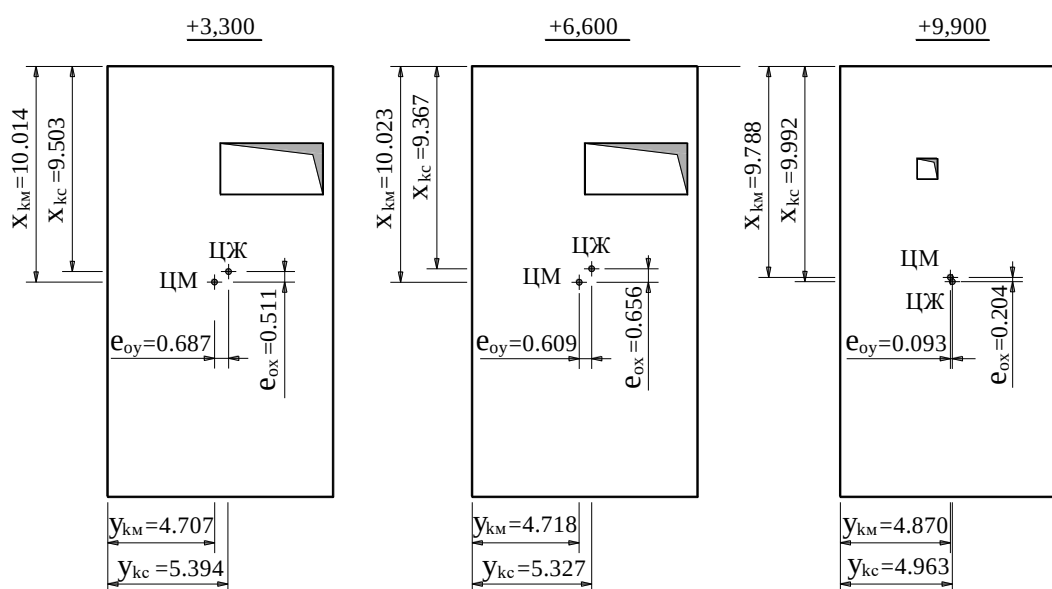


Рисунок Г.5 – Положения центров масс и жесткостей в уровнях междуэтажных перекрытий

Таблица Г.4 – Координаты центров масс и центров жесткостей в уровнях междуэтажных перекрытий

| Междуэтажное перекрытие на отметке, м | Координаты центра масс, м |       | Координаты центра жесткостей, м |       | Эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей, м |                 |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|-----------------|
|                                       | X                         | Y     | X                               | Y     | e <sub>ox</sub>                                     | e <sub>oy</sub> |
| 3,3                                   | 10,014                    | 4,707 | 9,503                           | 5,394 | 0,511                                               | -0,687          |
| 6,6                                   | 10,023                    | 4,718 | 9,367                           | 5,327 | 0,656                                               | -0,609          |
| 9,9                                   | 9,788                     | 4,870 | 9,992                           | 4,963 | 0,204                                               | -0,093          |

Схемы деформирования здания по первым трем формам собственных колебаний, периоды, соответствующие этим формам, относительные значения максимальных и минимальных перемещений краев перекрытий ( $\delta_{\max}$  и  $\delta_{\min}$ ) при поступательных формах колебаний, а также соотношения между этими перемещениями приведены в таблице Г.5.

Таблица Г.5 – Результаты общего расчета здания

| Номер формы | $T, c$ | Схема деформирования                                                              | Уровень перекрытий | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{kav}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{kav}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|-------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| 1           | 0,378  |  | +3,300             | 37              | 33              | 35             | 5,4 %                                                      |
|             |        |                                                                                   | +6,600             | 75              | 67              | 71             | 5,3 %                                                      |
|             |        |                                                                                   | +9,900             | 100             | 93              | 96,5           | 3,5 %                                                      |
| 2           | 0,334  |  | +3,300             | 37              | 29              | 33             | 10,8 %                                                     |
|             |        |                                                                                   | +6,600             | 76              | 58              | 67             | 11,8 %                                                     |
|             |        |                                                                                   | +9,900             | 100             | 87              | 93,5           | 6,5 %                                                      |
| 3           | 0,277  |  |                    | —               | —               | —              | —                                                          |

В соответствии с результатами динамического расчета здания:

- первая и вторая форма колебаний здания являются поступательными в плане, а третья крутильной в плане;
- здание соответствует условиям 3.2.1.1 а), б), г), д), е);
- в продольном направлении здание соответствует условию 3.2.1.1 в);
- в поперечном направлении здание соответствует условию 3.2.2.1 б).

**Вывод.** Проведенный анализ свидетельствует, что модифицированная конструктивная система является умеренно нерегулярной в плане.

### ПРИМЕР 3 Оценка регулярности в плане девятиэтажного здания с ядром жесткости без учета его взаимодействия с грунтовым основанием

#### Исходные данные.

Здание девятиэтажное каркасное с ядром жесткости, относящееся по своему функциональному назначению к категории общественных зданий.

Схематические план и разрез здания приведены на рисунке Г.6.

Фундаментная плита – монолитная железобетонная толщиной 100 см.

Ядро жесткости – монолитное железобетонное с толщиной стен 30 см.

Каркас в продольном и поперечном направлениях здания – рамный.

Колонны – монолитные железобетонные сечением 50×50 см.

Ригели – монолитные железобетонные сечением 45×50(h) см.

Перекрытия – монолитные железобетонные кессонного типа с приведенной толщиной 20 см.

Лестничные марши и площадки – железобетонные с приведенной толщиной 20 см.

Материал несущих конструкций – тяжелый бетон класса по прочности на сжатие С30/37.

Наружное ограждение здания – кирпичное заполнение каркаса и навесной вентилируемый фасад, не препятствующие деформированию каркаса при сейсмических воздействиях.

Перегородки – каркасной конструкции из легких эффективных материалов.

Кровля – совмещенная, рулонная.

Значения постоянных и переменных нагрузок, учитываемых при определении масс здания, приведены в Таблице Г.6.

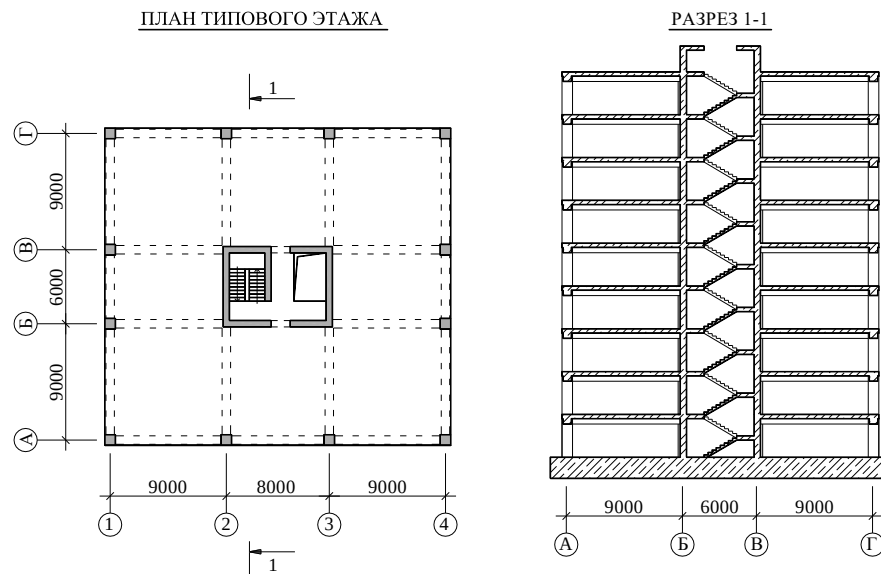


Рисунок Г.6 – Схематические план и разрез здания

Таблица Г.6 – Определение значений  $G$  и  $Q$

| №                                                                                                   | Элементы здания                            | Единица измерения | Расчет                                 |                                                           | Значения G                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
| Постоянные нагрузки                                                                                 |                                            |                   |                                        |                                                           |                              |
| 1                                                                                                   | Собственный вес всех несущих конструкций   | 25 кН/м³          | Автоматически программой               |                                                           |                              |
| 2                                                                                                   | Наружные стены (с учетом оконных проемов)  | кН/м              | 9,4                                    |                                                           | 9,4                          |
|                                                                                                     | Полы                                       | кН/м²             | 1,5                                    |                                                           | 1,5                          |
|                                                                                                     | Лестничные марши и площадки                | кН/м²             | 1,00                                   |                                                           | 1,00                         |
|                                                                                                     | Покрытие-кровля                            | кН/м²             | 1,5                                    |                                                           | 1,5                          |
| Переменные нагрузки                                                                                 |                                            |                   |                                        |                                                           |                              |
| №                                                                                                   | Элементы здания                            | Единица измерения | Характеристические значения нагрузок Q | Расчет $Q \cdot \psi_{Ei} = Q \cdot \phi \cdot \psi_{2i}$ | Значения $Q \cdot \psi_{Ei}$ |
| 3                                                                                                   | Помещения офисов                           | кН/м²             | 2,5                                    | $3,3 \times 0,8 \times 0,3$                               | 0,792                        |
|                                                                                                     | временные перегородки                      | кН/м²             | 0,8                                    |                                                           |                              |
|                                                                                                     | Коридоры                                   | кН/м²             | 3,0                                    | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                               | 0,72                         |
|                                                                                                     | Лестничные марши и площадки                | кН/м²             | 3,0                                    | $3,0 \times 0,8 \times 0,3$                               | 0,72                         |
| 4                                                                                                   | Покрытие - категория Н (неэксплуатируемое) | кН/м²             | 0,4                                    | $0,4 \times 1,0 \times 0,0$                               | 0,00                         |
| 5                                                                                                   | Покрытие-снег (H≤1000 м над уровнем моря)  | кН/м²             | 1,2                                    | $1,2 \times 1,0 \times 0,0$                               | 0,00                         |
| Примечание – Значения $\phi$ приведены в Таблице 4.1. Значения $\psi_{2i}$ приведены в Таблице 4.2. |                                            |                   |                                        |                                                           |                              |

Расчетная схема здания принята в виде пространственной системы (3D), состоящей из стержневых и плоских пластинчатых конечных элементов (рисунок Г.7). В расчетной схеме стержневыми конечными элементами моделировались колонны и ригеля, пластинчатыми – стены ядра жесткости, фундамент, междуэтажные перекрытия, покрытие и лестничные марши.

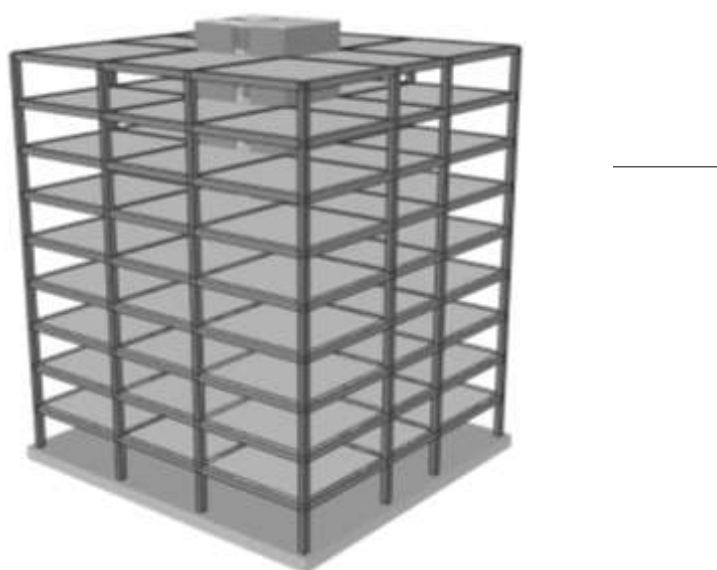


**Рисунок Г.7 – Общий вид и расчетная схема конструктивной системы здания**

Расчет здания выполнялся с учетом жесткостей междуэтажных перекрытий и покрытия в горизонтальной плоскости, а также жесткостей лестничных маршей.

Влияние кирпичного заполнения и перегородок на жесткость здания в расчете не учитывалось.

Здание принято жестко защемленным в основании.

Расчеты здания выполнялись с помощью программы «STRAP 2021». Результаты расчета здания приведены в таблицах Г.7 и Г.8.

**Таблица Г.7 – Координаты центров масс и центров жесткостей в уровнях междуэтажных перекрытий**

| Междуэтажное перекрытие на отметке, м | Координаты центра масс, м |        | Координаты центра жесткостей, м |        | Эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей, м |          |
|---------------------------------------|---------------------------|--------|---------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|----------|
|                                       | X                         | Y      | X                               | Y      | $e_{ox}$                                            | $e_{oy}$ |
| 3,30                                  | 12,933                    | 12,025 | 12,881                          | 11,945 | 0,052                                               | 0,080    |
| 6,60                                  | 12,933                    | 12,025 | 12,877                          | 12,021 | 0,056                                               | 0,004    |
| 9,90                                  | 12,933                    | 12,025 | 12,878                          | 12,025 | 0,055                                               | 0,000    |
| 13,20                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,876                          | 12,023 | 0,057                                               | 0,002    |
| 16,50                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,871                          | 12,016 | 0,062                                               | 0,009    |
| 19,80                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,863                          | 12,006 | 0,070                                               | 0,019    |
| 23,10                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,855                          | 11,995 | 0,078                                               | 0,030    |
| 26,40                                 | 12,935                    | 12,023 | 12,845                          | 11,988 | 0,090                                               | 0,035    |
| 29,70                                 | 13,004                    | 12,029 | 12,837                          | 12,023 | 0,167                                               | 0,006    |

Таблица Г.8 – Результаты общего расчета здания

| Номер<br>формы | $T, c$ | Схема<br>деформирования | Уровень<br>перекрытий | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{kav}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{kav}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|----------------|--------|-------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| 1              | 0,630  |                         | +3,300                | 5,6             | 0,2             | 2,90           | 48,21                                                      |
|                |        |                         | +6,600                | 14,7            | 2,2             | 8,45           | 42,52                                                      |
|                |        |                         | +9,900                | 25,6            | 6,4             | 16,00          | 37,50                                                      |
|                |        |                         | +13,200               | 37,9            | 12,2            | 25,05          | 33,91                                                      |
|                |        |                         | +16,500               | 50,9            | 19,4            | 35,15          | 30,94                                                      |
|                |        |                         | +19,800               | 64,1            | 27,6            | 45,85          | 28,47                                                      |
|                |        |                         | +23,100               | 76,9            | 36,5            | 56,70          | 26,27                                                      |
|                |        |                         | +26,400               | 89,1            | 45,9            | 67,50          | 24,24                                                      |
|                |        |                         | +29,700               | 100,0           | 55,3            | 77,65          | 22,35                                                      |
| 2              | 0,617  |                         | —                     | —               | —               | —              | —                                                          |
| 2              | 0,562  |                         | +3,300                | 4,8             | 4,7             | 4,72           | 1,05                                                       |
|                |        |                         | +6,600                | 13,0            | 12,7            | 12,85          | 1,15                                                       |
|                |        |                         | +9,900                | 23,3            | 22,9            | 23,10          | 0,86                                                       |
|                |        |                         | +13,200               | 34,9            | 34,3            | 34,60          | 0,86                                                       |
|                |        |                         | +16,500               | 47,2            | 46,6            | 46,90          | 0,64                                                       |
|                |        |                         | +19,800               | 59,7            | 59,0            | 59,35          | 0,59                                                       |
|                |        |                         | +23,100               | 72,0            | 71,3            | 71,65          | 0,49                                                       |
|                |        |                         | +26,400               | 83,6            | 83,0            | 83,30          | 0,36                                                       |
|                |        |                         | +29,700               | 94,1            | 93,4            | 93,75          | 0,37                                                       |

В соответствии с результатами динамического расчета здания:

- первая и третья форма колебаний здания являются поступательными в плане, а вторая - крутильной в плане;
- здание соответствует условиям 3.2.1.1 а), г), д), е) и 3.2.2.1 а);
- в продольном направлении здание соответствует условию 3.2.1.1 в);
- в поперечном направлении здание не соответствует условию 3.2.2.1 б).

**Вывод.** Рассмотренная конструктивная система является чрезмерно нерегулярной в плане.

**ПРИМЕР 4 Оценка регулярности в плане девятиэтажного здания с ядром жесткости с учетом взаимодействия здания с грунтовым основанием**

**Исходные данные**

Конструктивная схема здания принята как в примере 3, но расчет здания производился с учетом взаимодействия здания с грунтовым основанием – на фундаментную плиту были наложены связи, запрещающие ее горизонтальные перемещения в плане и поворот вокруг вертикальной оси, а значение коэффициента постели принято  $C_1=100000 \text{ кН/м}^3$ .

Результаты расчета здания приведены в таблицах Г.9 и Г.10.

**Таблица Г.9 – Координаты центров масс и центров жесткостей в уровнях междуэтажных перекрытий**

| Междуэтажное перекрытие на отметке, м | Координаты центра масс, м |        | Координаты центра жесткостей, м |        | Эксцентриситеты между центрами масс и жесткостей, м |          |
|---------------------------------------|---------------------------|--------|---------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|----------|
|                                       | X                         | Y      | X                               | Y      | $e_{ox}$                                            | $e_{oy}$ |
| 3,30                                  | 12,933                    | 12,025 | 12,931                          | 11,949 | 0,002                                               | 0,076    |
| 6,60                                  | 12,933                    | 12,025 | 12,966                          | 12,014 | -0,033                                              | 0,011    |
| 9,90                                  | 12,933                    | 12,025 | 12,967                          | 12,026 | -0,034                                              | -0,001   |
| 13,20                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,962                          | 12,027 | -0,029                                              | -0,002   |
| 16,50                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,955                          | 12,023 | -0,022                                              | 0,002    |
| 19,80                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,947                          | 12,017 | -0,014                                              | 0,008    |
| 23,10                                 | 12,933                    | 12,025 | 12,940                          | 12,009 | -0,007                                              | 0,016    |
| 26,40                                 | 12,935                    | 12,023 | 12,932                          | 12,005 | 0,003                                               | 0,018    |
| 29,70                                 | 13,004                    | 12,029 | 12,924                          | 12,037 | 0,080                                               | -0,008   |

**Таблица Г.10 – Результаты общего расчета здания**

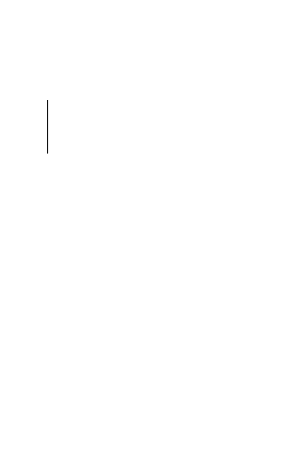
| Номер формы | T, с  | Схема деформирования                                                                | Уровень перекрытий | $\delta_{\max}$ | $\delta_{\min}$ | $\delta_{\text{кав}}$ | $\frac{\delta_{\max} - \delta_{\text{кав}}}{\delta_{\max}} 100\%$ |
|-------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1           | 0,849 |  | +3,300             | 7,0             | 6,9             | 6,95                  | 0,71                                                              |
|             |       |                                                                                     | +6,600             | 15,8            | 15,6            | 15,70                 | 0,63                                                              |
|             |       |                                                                                     | +9,900             | 25,8            | 25,7            | 25,75                 | 0,19                                                              |
|             |       |                                                                                     | +13,200            | 36,5            | 36,5            | 36,50                 | 0,00                                                              |
|             |       |                                                                                     | +16,500            | 47,9            | 47,7            | 47,80                 | 0,21                                                              |
|             |       |                                                                                     | +19,800            | 59,4            | 59,1            | 59,25                 | 0,25                                                              |
|             |       |                                                                                     | +23,100            | 71,0            | 70,5            | 70,75                 | 0,35                                                              |
|             |       |                                                                                     | +26,400            | 82,6            | 81,9            | 82,25                 | 0,42                                                              |
|             |       |                                                                                     | +29,700            | 93,4            | 92,7            | 93,05                 | 0,37                                                              |

Таблица Г.10 (продолжение)

|   |       |  |         |      |      |       |      |
|---|-------|--|---------|------|------|-------|------|
| 2 | 0,763 |  | +3,300  | 7,39 | 7,37 | 7,38  | 0,14 |
|   |       |  | +6,600  | 17,1 | 17,0 | 17,05 | 0,29 |
|   |       |  | +9,900  | 27,6 | 27,4 | 27,50 | 0,36 |
|   |       |  | +13,200 | 38,8 | 38,6 | 38,70 | 0,26 |
|   |       |  | +16,500 | 50,2 | 50,0 | 50,10 | 0,20 |
|   |       |  | +19,800 | 61,7 | 61,4 | 61,55 | 0,24 |
|   |       |  | +23,100 | 72,9 | 72,7 | 72,80 | 0,14 |
|   |       |  | +26,400 | 83,8 | 83,6 | 83,70 | 0,12 |
|   |       |  | +29,700 | 93,9 | 93,7 | 93,80 | 0,11 |
| 3 | 0,630 |  | —       | —    | —    | —     | —    |

В соответствии с результатами динамического расчета здания:

- первая и вторая форма колебаний здания являются поступательными в плане, а третья - крутильной в плане;
- здание соответствует всем условиям 3.2.1.1.

**Вывод.** Рассмотренная конструктивная система является регулярной в плане и обладает достаточной жесткостью на кручение.

**Приложение Е (справочное). Определение эффективных эквивалентных упругих свойств грунта при учете взаимодействия здания с грунтовым основанием**

**Е.1 Общие положения**

Е.1.1 В настоящем приложении приведены два подхода к определению показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтового основания, учитываемых при расчетах зданий на сейсмические воздействия:

а) первый подход основывается на экспериментальных данных о скоростях распространения упругих волн в слоях грунта, расположенных ниже подошвы фундаментов;

б) второй подход основывается на корреляционных эмпирических связях физико-механических свойств грунта при статических нагружениях с его свойствами при динамических нагружениях.

Е.1.2 Положения настоящего приложения не распространяются на динамически неустойчивые разновидности песчано-глинистых грунтов, склонных к разжижению при сейсмических воздействиях.

Е.1.3 При определении периодов и форм собственных колебаний зданий и сооружений, а также эффектов сейсмических воздействий распределительные свойства грунта за пределами площади подошвы фундамента, если они не подтверждены результатами соответствующих динамических испытаний, не учитываются.

Е.1.4 При определении показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтов в соответствии с пунктом Е.1 а) следует применять положения подраздела Е.2.

Примечание – Положения подраздела Е.2 основываются на правилах, приведенных в NIST GCR 12-917-21 «Soil-Structure Interaction for Building Structures».

Е.1.5 При определении показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтов в соответствии с пунктом Е.1 б) следует применять положения подраздела Е.3.

**Е.2 Определение показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтов на основании результатов динамических испытаний**

**Е.2.1 Определение эффективных значений эквивалентных модулей сдвига  $G$  и модулей упругости  $E$**

Е.2.1.1 Основными показателями эффективных эквивалентных упругих свойств грунта при землетрясениях расчетной интенсивности, являются эффективный эквивалентный модуль сдвига  $G$ , вычисляемый с помощью выражения (Е.1) и эффективный эквивалентный модуль упругости  $E$ , вычисляемый с помощью выражения (Е.2)

$$G = \rho \cdot v_s^2 \quad (\text{Е.1})$$

$$E = 2G(1 + \mu) \quad (\text{Е.2})$$

В выражениях (Е.1) и (Е.2):

$v_s$  – прогнозируемая скорость распространения поперечных волн в грунтовой толще, осредненная в пределах эффективной глубины  $z_p$  ниже подошвы фундамента;

$\rho$  – средняя удельная масса грунта в пределах эффективной глубины  $z_p$  грунтовой толщи ниже подошвы фундамента;

$\mu$  – коэффициент Пуассона.

Е.2.1.2 Значения  $v_s$ , принимаемые во внимание при определении значений  $G$ , должны соответствовать значениям скоростей распространения поперечных волн при деформациях грунта, совместимых с уровнями его деформаций при землетрясениях расчетной интенсивности.

Е.2.1.3 Для соблюдения условия Е.2.1.2 значения  $v_s$  и  $G$  следует определять с учетом экспериментальных данных о значениях отношений  $v_s/v_{so}$  и  $G/G_o$ .

В этих отношениях:

$v_{so}$  – средняя скорость распространения поперечных волн в грунтовой толще, измеренная при проведении испытаний на площадке строительства при малых деформациях грунтов и осредненная в пределах эффективной глубины  $z_p$  ниже подошвы фундамента;

$G_o$  – эффективный модуль сдвига грунтовой толщи при малых деформациях грунтов, осредненный в пределах эффективной глубины  $z_p$  грунтовой толщи ниже подошвы фундамента.

Е.2.1.4 При отсутствии конкретных экспериментальных данных о влиянии уровня деформаций грунтов при землетрясениях на скорости распространения поперечных волн, соотношения между значениями скоростей  $v_s$  и  $v_{so}$  допускается принимать по таблице Е.1, а соотношения между значениями эффективных модулей сдвига  $G$  и  $G_o$  – по таблице Е.2.

**Таблица Е.1 – Значения отношений  $v_s/v_{so}$**

| Средние скорости распространения поперечных волн $v_{so}$ (м/с) ниже подошвы фундамента                                                          | Значения $v_s/v_{so}$ при значениях $a_g$ (в долях g) |      |      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------|------|------------|
|                                                                                                                                                  | $\leq 0,1$                                            | 0,2  | 0,4  | $\geq 0,8$ |
| >1500                                                                                                                                            | 1,00                                                  | 1,00 | 1,00 | 1,00       |
| 800 – 1500                                                                                                                                       | 1,00                                                  | 0,99 | 0,97 | 0,95       |
| 550 – 800                                                                                                                                        | 0,97                                                  | 0,95 | 0,87 | 0,77       |
| 400 – 550                                                                                                                                        | 0,96                                                  | 0,90 | 0,81 | 0,65       |
| 270 – 400                                                                                                                                        | 0,93                                                  | 0,85 | 0,71 | 0,50       |
| 180 – 270                                                                                                                                        | 0,85                                                  | 0,75 | 0,60 | 0,30       |
| <180                                                                                                                                             | *                                                     | *    | *    | *          |
| * – по результатам специальных исследований на площадке строительства.                                                                           |                                                       |      |      |            |
| Примечание – Определение отношений $v_s/v_{so}$ для промежуточных значений $v_{so}$ и $a_g$ допускается выполнять методом линейной интерполяции. |                                                       |      |      |            |

**Таблица Е.2 – Значения соотношений  $G/G_o$**

| Средние скорости распространения поперечных волн $v_{so}$ (м/с) ниже подошвы фундамента                                                     | Значения $G/G_o$ при значениях $a_g$ (в долях g) |      |      |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------------|
|                                                                                                                                             | $\leq 0,1$                                       | 0,2  | 0,4  | $\geq 0,8$ |
| >1500                                                                                                                                       | 1,00                                             | 1,00 | 1,00 | 1,00       |
| 800 – 1500                                                                                                                                  | 1,00                                             | 0,98 | 0,94 | 0,90       |
| 550 – 800                                                                                                                                   | 0,94                                             | 0,90 | 0,75 | 0,60       |
| 400 – 550                                                                                                                                   | 0,92                                             | 0,81 | 0,66 | 0,42       |
| 270 – 400                                                                                                                                   | 0,86                                             | 0,72 | 0,50 | 0,25       |
| 180 – 270                                                                                                                                   | 0,72                                             | 0,56 | 0,36 | 0,09       |
| <180                                                                                                                                        | *                                                | *    | *    | *          |
| * – по результатам специальных исследований на площадке строительства.                                                                      |                                                  |      |      |            |
| Примечание – Определение отношений $G/G_o$ для промежуточных значений $v_{so}$ и $a_g$ допускается выполнять методом линейной интерполяции. |                                                  |      |      |            |

Е.2.1.5 Для фундаментов в виде жестких в плоскости и из плоскости монолитных железобетонных плит значения  $z_p$  (в метрах) следует принимать:

а) при вычислении значений  $v_{so}$ , учитываемых при определении модулей сдвига  $G_x$ ,  $G_y$  и  $G_z$ , характеризующих эквивалентную упругую жесткость грунтового основания при вертикальных и горизонтальных поступательных колебаниях фундамента – в соответствии с выражением (Е.3):

$$z_{px} = z_{py} = z_{pz} = \sqrt{A/4} = \sqrt{BL} \quad (\text{Е.3})$$

где

$A$  – общая площадь фундамента здания в плане (в  $\text{м}^2$ );

$B$  – половина длины короткой стороны прямоугольного фундамента (в метрах);

$L$  – половина длины длинной стороны прямоугольного фундамента (в метрах).

б) при вычислении значений  $v_{so}$ , учитываемых при определении модулей сдвига  $G_{xx}$  и  $G_{yy}$ , характеризующих эквивалентные упругие жесткость грунтового основания при качательных колебаниях фундамента в вертикальных плоскостях относительно осей  $X$  и  $Y$  соответственно – в соответствии с выражениями (Е.4) и (Е.5):

$$z_{p_{xx}} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{xx}} = \sqrt[4]{B^3 L} \quad (\text{Е.4})$$

$$z_{p_{yy}} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{yy}} = \sqrt[4]{BL^3} \quad (\text{Е.5})$$

где

$I_{xx}$  и  $I_{yy}$  – статические моменты инерции фундаментной плиты в плане относительно горизонтальных центральных осей ( $X$  и  $Y$ ), ортогональных к направлениям, в которых анализируется конструктивная система.

в) при вычислении значений  $v_{so}$ , учитываемых при определении модулей сдвига  $G_{zz}$ , характеризующих эквивалентные упругие жесткость грунтового основания при крутильных колебаниях фундамента в горизонтальной плоскости в – соответствии с выражением (Е.6):

$$z_{p_{zz}} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{xx} + 0,75 \cdot I_{yy}} = \sqrt[4]{B^3 L + BL^3} \quad (\text{Е.6})$$

$I_{zz}$  – статический момент инерции фундаментной плиты в плане относительно вертикальной оси  $Z$ .

Схема расположения осей фундаментной плиты показана на рисунке Е.1

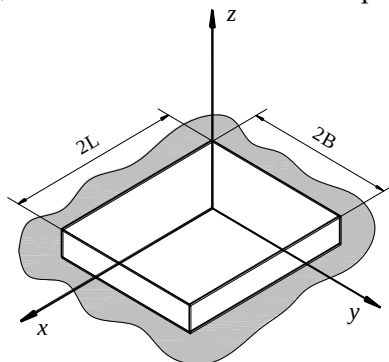


**Рисунок Е.1 – Схема расположения осей фундаментной плиты**

Е.2.1.6 Значения осредненных скоростей распространения поперечных волн  $v_{sox}$ ,  $v_{soy}$ ,  $v_{soz}$ ,  $v_{soxx}$ ,  $v_{soyy}$  и  $v_{sozz}$  в пределах эффективной глубины  $z_p$  ниже подошвы фундамента следует определять с помощью следующих выражений:

$$v_{sox} = \frac{z_{px}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xi}}{v_{soxi}}}, \quad (\text{Е.7})$$

$$v_{soy} = \frac{z_{py}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yi}}{v_{soyi}}}, \quad (E.8)$$

$$v_{soz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zi}}{v_{sozi}}}, \quad (E.9)$$

$$v_{soxx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xxi}}{v_{soxxi}}}, \quad (E.10)$$

$$v_{soyy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yyi}}{v_{soyyi}}}, \quad (E.11)$$

$$v_{sozz} = \frac{z_{pzz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zzi}}{v_{sozzi}}}, \quad (E.12)$$

где

$v_{sox}, v_{soy}, v_{soz}, v_{soxx}, v_{soyy}, v_{sozz}$  – осредненные скорости распространения поперечных волн при малых уровнях деформаций грунта, определенные в пределах эффективных глубин  $z_{px}, z_{py}, z_{pz}, z_{pxx}, z_{pyy}$  и  $z_{pzz}$  соответственно;

$z_{xi}, z_{yi}, z_{zi}, z_{xxi}, z_{yyi}, z_{zzi}$  – толщина  $i$ -го слоя в пределах эффективных глубин  $z_{px}, z_{py}, z_{pz}, z_{pxx}, z_{pyy}$  и  $z_{pzz}$  соответственно.

Е.2.1.7 Значения средних удельных масс грунта  $\rho_x, \rho_y, \rho_z, \rho_{xx}, \rho_{yy}, \rho_{zz}$  в пределах эффективной глубины  $z_p$  ниже подошвы фундамента следует определять с помощью следующих выражений:

$$\rho_x = \frac{z_{px}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xi}}{\rho_{xi}}}, \quad (E.13)$$

$$\rho_y = \frac{z_{py}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yi}}{\rho_{yi}}}, \quad (E.14)$$

$$\rho_z = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zi}}{\rho_{zi}}}, \quad (E.15)$$

$$\rho_{xx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{xxi}}{\rho_{xxi}}}, \quad (E.16)$$

$$\rho_{yy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{yyi}}{\rho_{yyi}}}, \quad (E.17)$$

$$\rho_{zz} = \frac{z_{pzz}}{\sum_{i=1,N} \frac{z_{zzi}}{\rho_{zzi}}}, \quad (E.18)$$

где

$\rho_{xi}, \rho_{yi}, \rho_{zi}, \rho_{xxi}, \rho_{yyi}, \rho_{zzi}$  – средние удельные массы грунта  $i$ -го слоя.

Е.2.1.8 Значения эффективных модулей сдвига  $G_{ox}$ ,  $G_{oy}$ ,  $G_{oz}$ ,  $G_{oux}$ ,  $G_{ouy}$  и  $G_{ozz}$ , характеризующие эквивалентные упругие жесткости грунта при его малых деформациях, следует определять с помощью следующих выражений:

$$G_{ox} = \rho_x \cdot v_{sox}^2 \quad (E.19)$$

$$G_{oy} = \rho_y \cdot v_{soy}^2 \quad (E.20)$$

$$G_{oz} = \rho_z \cdot v_{soz}^2 \quad (E.21)$$

$$G_{oux} = \rho_{xx} \cdot v_{soxx}^2 \quad (E.22)$$

$$G_{ouy} = \rho_{yy} \cdot v_{soyy}^2 \quad (E.23)$$

$$G_{ozz} = \rho_{zz} \cdot v_{sozz}^2 \quad (E.24)$$

где

$v_{sox}$ ,  $v_{soy}$ ,  $v_{soz}$ ,  $v_{soxx}$ ,  $v_{soyy}$ ,  $v_{sozz}$  – средние скорости распространения поперечных волн в грунте при его малых деформациях, определяемые в пределах эффективных глубин  $z_{px}$ ,  $z_{py}$ ,  $z_{pz}$ ,  $z_{pxx}$ ,  $z_{pyy}$  и  $z_{pzz}$  соответственно;

$\rho_x$ ,  $\rho_y$ ,  $\rho_z$ ,  $\rho_{xx}$ ,  $\rho_{yy}$ ,  $\rho_{zz}$  – средние удельные массы грунта, определяемые в пределах эффективных глубин  $z_{px}$ ,  $z_{py}$ ,  $z_{pz}$ ,  $z_{pxx}$ ,  $z_{pyy}$  и  $z_{pzz}$  соответственно.

Е.2.1.9 Значения коэффициента Пуассона, учитываемые при определении эффективных эквивалентных модулей упругости  $E$ , может быть определено с помощью выражения (E.25), представленного ниже в общем виде:

$$\mu = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{v_{so}}{v_{po}} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{v_{so}}{v_{po}} \right)^2 \right]} \quad (E.25)$$

где

$v_{so}$  – средняя скорость поперечных волн ниже подошвы фундамента;

$v_{po}$  – средняя скорость продольных волн ниже подошвы фундамента.

Е.2.1.10 Значения средних скоростей распространения продольных волн  $v_{pox}$ ,  $v_{poy}$ ,  $v_{poz}$ ,  $v_{poux}$ ,  $v_{pouy}$  и  $v_{pouz}$  в пределах эффективной глубины  $z_p$  ниже подошвы фундамента могут быть определены с помощью выражений E.26-E.31:

$$v_{pox} = \frac{z_{px}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xi}}{v_{poxi}}}, \quad (E.26)$$

$$v_{poy} = \frac{z_{py}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{yi}}{v_{poyi}}}, \quad (E.27)$$

$$v_{poz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{zi}}{v_{pozi}}}, \quad (E.28)$$

$$v_{poux} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xxi}}{v_{poux i}}}, \quad (E.29)$$

$$v_{poyy} = \frac{Z_{pyy}}{\sum_{i=1, N} \frac{Z_{yyi}}{v_{poyyi}}}, \quad (E.30)$$

$$v_{pозz} = \frac{Z_{pzz}}{\sum_{i=1, N} \frac{Z_{zzi}}{v_{pozzi}}}, \quad (E.31)$$

где

$v_{рох}, v_{роу}, v_{роз}, v_{рохх}, v_{роуу}, v_{роzz}$  – средние скорости распространения поперечных волн при малых уровнях деформаций грунта, определенные в пределах эффективных глубин  $Z_{рх}, Z_{ру}, Z_{рз}, Z_{рхх}, Z_{руу}$  и  $Z_{рzz}$  соответственно.

Е.2.1.11 Значения эффективных модулей упругости  $E_{ох}, E_{оу}, E_{оз}, E_{охх}, E_{оуу}$  и  $E_{оzz}$ , следует определять с помощью следующих выражений:

$$E_{ох} = 2G_{ох}(1 + \mu_{ох}) \quad (E.32)$$

$$E_{ох} = 2G_{оу}(1 + \mu_{ох}) \quad (E.33)$$

$$E_{ох} = 2G_{оз}(1 + \mu_{оу}) \quad (E.34)$$

$$E_{ох} = 2G_{охх}(1 + \mu_{охх}) \quad (E.35)$$

$$E_{ох} = 2G_{оуу}(1 + \mu_{оуу}) \quad (E.36)$$

$$E_{ох} = 2G_{оzz}(1 + \mu_{оzz}) \quad (E.37)$$

Е.2.1.12 Вычисленные значения  $G_x, G_y, G_z, G_{xx}, G_{yy}, G_{zz}$  и  $E_x, E_y, E_z, E_{xx}, E_{yy}, E_{zz}$  позволяют определить условные эффективные жесткости основания при горизонтальных (X и Y) и вертикальных (Z) перемещениях фундамента, а также при его поворотах относительно горизонтальных и вертикальной осей.

Е.2.1.13 Если в расчетной модели здания, предназначенной для определения эффектов расчетных сейсмических воздействий с учетом взаимодействия здания с грунтовым основанием, на фундаментную плиту наложены связи, запрещающие ее горизонтальные перемещения в плане, то в качестве показателей эквивалентной упругой жесткости грунтов при землетрясении расчетной интенсивности следует рассматривать только эффективные эквивалентные модули сдвига  $G_z, G_{xx}$  и  $G_{yy}$  и эффективные эквивалентные модули упругости  $E_z, E_{xx}$  и  $E_{yy}$ .

## Е.2.2 Учет веса возводимого объекта

2.2.1 Если вес возводимого объекта значительно превышает вес грунта подлежащего выемке, то значения скоростей  $v_{so}$  могут быть скорректированы в соответствии с выражением (Е.38):

$$v_{so,F}(z) = v_{so}(z) \cdot \left( \frac{\sigma(z) + \Delta\sigma(z)}{\sigma(z)} \right)^{n/2} \quad (E.38)$$

где

$v_{so,F}(z)$  – скорректированная скорость поперечных волн на глубине  $z$ ;

$\sigma(z)$  – эффективное вертикальное напряжение от собственного веса почвы на глубине  $z$ ;

$\Delta\sigma(z)$  – приращение вертикального напряжения на глубине  $z$  от веса здания;

$n$  – показатель степени.

При отсутствии результатов испытаний конкретных образцов грунта значение показателя степени  $n$  в выражении Е.38 допускается принимать:

0,5 – для песчаных грунтов всех типов и низко пластичных глин с коэффициентом пористости менее 1,5;

1,0 – для связных грунтов (суглинков, глин) с индексом пластичности более 6,5.

2.2.2 Эффективное вертикальное напряжение в грунте от его собственного веса может быть оценено с использованием следующего выражения:

$$\sigma(z) = (\rho - \rho_w) \cdot g \cdot z \quad (\text{E.39})$$

где

$\rho$  – средняя удельная масса грунта с учетом его влажности, определяемая в пределах эффективной глубины грунтовой толщи ниже подошвы фундамента;

$\rho_w$  – удельная масса жидкой фазы грунта (для сухих грунтов игнорируется);

$z$  – глубина рассматриваемой толщи грунта от поверхности земли;

$g$  – ускорение силы тяжести.

2.2.3 При прямоугольных или квадратных фундаментах дополнительное вертикальное напряжение в профиле грунта под серединой фундамента можно оценить с помощью выражения Буссинеска:

$$\Delta\sigma(z) = \frac{2q}{\pi} \left( \frac{m \cdot n}{\sqrt{1+m^2+n^2}} \cdot \frac{1+m^2+n^2}{(1+n^2) \cdot (m^2+n^2)} + \sin^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{m^2+n^2} \cdot \sqrt{1+n^2}} \right) \right) \quad (\text{E.40})$$

где

$q$  – равномерная вертикальная нагрузка на единицу площади фундамента;

$m$  и  $n$  – параметры, определяемые с помощью следующих выражений:

$$m = L/B \quad (\text{E.41}) \quad \text{и} \quad n = z_p/B \quad (\text{E.42})$$

где

$L$  и  $B$  – половина длины и половина ширины фундамента соответственно;

$z_p$  – глубина рассматриваемой толщи грунта от подошвы фундамента.

2.2.4 При грунтовых условиях площадки строительства IА и IБ корректировку скоростей  $v_{so}$ , из-за превышения весом возводимого объекта веса грунта подлежащего выемке, допускается не производить.

### **Е.2.3 Описание свойств грунтового основания с помощью коэффициентов постели**

Е.2.3.1 При моделировании совместной работы здания с податливым грунтовым основанием, информацию о механических свойствах грунтового массива, учитываемую в расчетах на сейсмические воздействия, можно выразить в виде значений коэффициентов постели, определяемых в соответствии с выражениями:

$$C1_z = \frac{E_z}{z_{pz}(1-2\mu^2)}, \quad (\text{E.43})$$

$$C1_{xx} = \frac{E_{xx}}{z_{pxx}(1-2\mu^2)} \quad (\text{E.44})$$

$$C1_{yy} = \frac{E_{yy}}{z_{pyy}(1-2\mu^2)} \quad (\text{E.45})$$

Е.2.3.2 Если значения коэффициентов постели  $C1_z$ ,  $C1_{xx}$  и  $C1_{yy}$  отличаются от их среднеарифметического значения не более чем на  $\pm 20\%$ , то в качестве расчетного значения коэффициента постели, с приемлемой для практических целей точностью, допускается принимать среднеарифметическое значение.

Е.2.3.3 Если значения коэффициентов постели  $C1_z$ ,  $C1_{xx}$  и  $C1_{yy}$  отличаются от их среднеарифметического значения более чем на 20 %, то для учета взаимодействия фундаментных плит и основания могут быть применены показатели обобщенных жесткостей грунтового основания, различающиеся в направлениях X, Y и Z.

### **Е.3 Определение показателей эффективных эквивалентных упругих свойств грунтов на основании эмпирических связей физико-механических свойств грунтов при статических и динамических нагружениях**

Е.3.1 Если экспериментальные данные о характеристиках грунтов при динамических воздействиях или о скоростях распространения поперечных волн на площадке строительства отсутствуют, то в качестве показателя эффективной эквивалентной упругой жесткости грунтового основания при расчетном землетрясении допускается принимать коэффициенты жесткости (постели) упругого основания, соответствующие результатам статических испытаний, но увеличенные в 10 раз.

Е.3.2 При определении значений эффективной эквивалентной упругой жесткости грунтового основания в соответствии с пунктом Е.3.1 необходимо соблюдать положения пунктов Е.3.3 и Е.3.4.

Е.3.3 Если параметры эквивалентной упругой жесткости грунта были определены в соответствии с пунктом Е.3.1 (или по справочным данным), то при определении периодов и форм собственных колебаний зданий, а также величин сейсмических нагрузок и усилий в конструкциях следует применять две расчетные модели здания. В одной из расчетных моделей эквивалентные жесткости основания, определенные в соответствии с Е.3.1, следует принимать с повышающим коэффициентом 1,5, а в другой – с понижающим коэффициентом 1,5.

При проектировании конструкций зданий следует учитывать наибольшие значения сейсмических эффектов, полученные с применением двух расчетных моделей.

Е.3.4 При определении величин перемещений, учитываемых при проверках показателей регулярности зданий в плане и по высоте, горизонтальных перекосов этажей, ширины антисейсмических швов, а также этажей и эффектов второго порядка (Р-Δ эффектов) показатели эффективной эквивалентной упругой жесткости грунтового основания при расчетном землетрясении, определенные в соответствии с Е.3.1, допускается принимать в расчетных моделях без корректировки с помощью повышающих или понижающих коэффициентов.

Е.3.5 При определении периодов и форм собственных колебаний зданий, а также эффектов сейсмических воздействий распределительные свойства грунта за пределами площади подошвы фундамента, если они не подтверждены результатами соответствующих динамических испытаний, не учитываются.

**Пример – Определение параметров эквивалентной упругой жесткости грунтов на основании экспериментальных данных о скоростях распространения упругих волн в слоях грунта, расположенных ниже подошвы фундаментов**

#### Исходные данные

Размеры в плане жесткой фундаментной плиты многоэтажного здания 18,9х30,6 м.

Глубина заложения подошвы фундамента относительно поверхности земли – 6 метров.

Расчетное ускорение основания – 0,487 g.

Значение среднего удельного веса грунта ниже подошвы фундамента – 22 кН/м<sup>3</sup>.

Экспериментальные значения скоростей распространения продольных и поперечных волн в слоях грунтовой толщи на строительной площадке приведены в таблице Е.3 и на рисунке Е.1.

**Таблица Е.3 – Экспериментальные значения скоростей распространения упругих волн в слоях грунтовой толщи**

| № слоя | $H$ , м    | Скорости поперечных волн $v_{so}$ (м/с) | $H$ , м    | Скорости продольных волн $v_{po}$ (м/с) |
|--------|------------|-----------------------------------------|------------|-----------------------------------------|
| 1      | 0 – 0,7    | 182                                     | 0 – 0,8    | 300                                     |
| 2      | 0,7 – 3,0  | 250                                     | 0,8 – 3,1  | 411                                     |
| 3      | 3,0 – 7,2  | 553                                     | 3,1 – 6,5  | 930                                     |
| 4      | 7,2 – 21,5 | 736                                     | 6,5 – 21,0 | 1247                                    |
| 5      | 21,5 – 30  | 862                                     | 21,0 – 30  | 1460                                    |

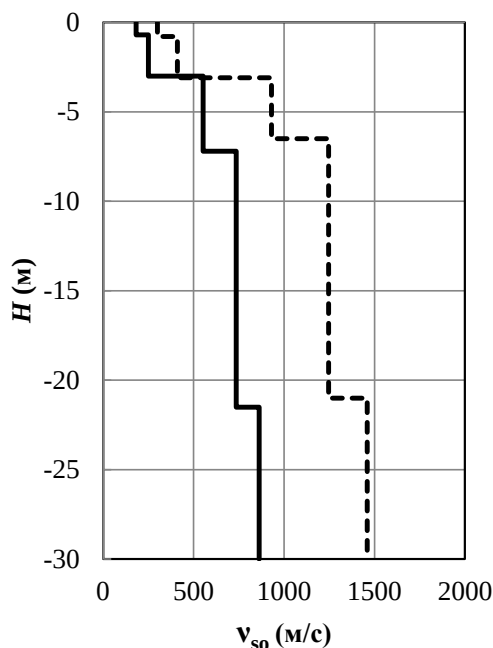


**Рисунок Е.1 – Экспериментальные значения скоростей распространения поперечных (сплошная линия) и продольных (пунктирная линия) волн в слоях грунтовой толщи**

**Требуется определить:** показатели эквивалентной упругой жесткости грунтов.

Так как в расчетной модели здания, предназначенной для определения эффектов расчетных сейсмических воздействий с учетом взаимодействия здания с грунтовым основанием, на фундаментную плиту наложены связи, запрещающие ее горизонтальные перемещения в плане, то в качестве параметров эквивалентной упругой жесткости грунтов следует рассматривать только эффективные модули сдвига  $G_z$ ,  $G_{xx}$  и  $G_{yy}$  и эффективные модули упругости  $E_z$ ,  $E_{xx}$  и  $E_{yy}$

Значения эффективных модулей сдвига  $G$  определяем в следующей последовательности.

1 С помощью выражений Е.3, Е.4 и Е.5 вычисляем значения  $z_{pz}$ ,  $z_{pxx}$  и  $z_{pyy}$  соответственно:

$$z_{pz} = \sqrt{A/4} = \sqrt{(18,9 \cdot 30,6)/4} = 12,0 \text{ м}$$

$$z_{pxx} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{xx}} = \sqrt[4]{B^3 L} = \sqrt[4]{9,45^3 \cdot 15,3} = 10,7 \text{ м}$$

$$z_{pyy} \approx \sqrt[4]{0,75 \cdot I_{yy}} = \sqrt[4]{BL^3} = \sqrt[4]{9,45 \cdot 15,3^3} = 13,6 \text{ м}$$

2 С помощью выражений Е.9, Е.10 и Е.11 определяем значения  $v_{soz}$ ,  $v_{soxx}$  и  $v_{soyy}$  соответственно:

$$v_{soz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{zi}}{v_{sozi}}} = \frac{12}{\frac{1,2}{553} + \frac{10,8}{736}} = 712 \text{ м/с}$$

$$v_{soxx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xxi}}{v_{soxxi}}} = \frac{12}{\frac{1,2}{553} + \frac{10,8}{736}} = 710 \text{ м/с}$$

$$v_{soyy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{yyi}}{v_{soyyi}}} = \frac{12}{\frac{1,2}{553} + \frac{10,8}{736}} = 715 \text{ м/с}$$

3 С помощью выражений Е.21, Е.221 и Е.23 определяем значения эффективных модулей сдвига  $G_{oz}$ ,  $G_{oxx}$  и  $G_{oyy}$  соответственно:

$$G_{oz} = \rho_z \cdot v_{soz}^2 = (22/9,81) \cdot 712^2 = 1137 \text{ МПа}$$

$$G_{oxx} = \rho_{xx} \cdot v_{soxx}^2 = (22/9,81) \cdot 710^2 = 1130 \text{ МПа}$$

$$G_{oyy} = \rho_{yy} \cdot v_{soyy}^2 = (22/9,81) \cdot 715^2 = 1146 \text{ МПа}$$

4 С помощью данных, приведенных в таблице Е.2, определяем значения  $G_z$ ,  $G_{xx}$  и  $G_{yy}$ :

$$G_z = G_{oz} \cdot 0,72 = 1137 \cdot 0,72 = 819 \text{ МПа}$$

$$G_{xx} = G_{oxx} \cdot 0,72 = 1130 \cdot 0,72 = 814 \text{ МПа}$$

$$G_{yy} = G_{oyy} \cdot 0,72 = 1146 \cdot 0,72 = 825 \text{ МПа}$$

5 Воспользовавшись полученными значениями  $G_z$ ,  $G_{xx}$  и  $G_{yy}$  определяем значения эффективных эквивалентных модулей упругости грунта при землетрясении расчетной интенсивности и коэффициент постели грунта  $C1$  (иначе – коэффициент жесткости грунта).

Для определения значений эффективных эквивалентных модулей упругости грунта следует с помощью выражений Е.28, Е.29 и Е.30 вычислить значения  $v_{poz}$ ,  $v_{poxx}$  и  $v_{poyy}$ , а затем, с помощью выражения Е.25 – значение коэффициента Пуассона  $\mu$ :

$$v_{poz} = \frac{z_{pz}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{zi}}{v_{poz i}}} = \frac{12}{\frac{1,5}{930} + \frac{10,5}{1247}} = 1200 \text{ м/с}$$

$$v_{poxx} = \frac{z_{pxx}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{xxi}}{v_{poxxi}}} = \frac{10,7}{\frac{1,5}{930} + \frac{9,2}{1247}} = 1190 \text{ м/с}$$

$$v_{poyy} = \frac{z_{pyy}}{\sum_{i=1, N} \frac{z_{yyi}}{v_{poyyi}}} = \frac{13,6}{\frac{1,5}{930} + \frac{12,1}{1247}} = 1204 \text{ м/с}$$

$$\mu_{oz} = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{v_{soz}}{v_{poz}} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{v_{soz}}{v_{poz}} \right)^2 \right]} = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{712}{1200} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{712}{1200} \right)^2 \right]} = 0,23$$

$$\mu_{oux} = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{v_{soxx}}{v_{poxx}} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{v_{soxx}}{v_{poxx}} \right)^2 \right]} = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{710}{1190} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{710}{1190} \right)^2 \right]} = 0,22$$

$$\mu_{oyy} = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{v_{soyy}}{v_{poxx}} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{v_{soyy}}{v_{poxx}} \right)^2 \right]} = \frac{\left[ 1 - 2 \left( \frac{715}{1240} \right)^2 \right]}{\left[ 2 - 2 \left( \frac{715}{1240} \right)^2 \right]} = 0,23$$

Значения эффективных эквивалентных модулей упругости грунта при землетрясении расчетной интенсивности определяем с помощью выражения Е.2.

$$E_z = 2G_z(1 + \mu) = 2 \cdot 819(1 + 0,23) = 2014 \text{ МПа}$$

$$E_{xx} = 2G_{xx}(1 + \mu) = 2 \cdot 814(1 + 0,22) = 1986 \text{ МПа}$$

$$E_{yy} = 2G_{yy}(1 + \mu) = 2 \cdot 825(1 + 0,23) = 2030 \text{ МПа}$$

При моделировании совместной работы здания с податливым грунтовым основанием, информацию о механических свойствах грунтового массива, учитываемую в расчетах на сейсмические воздействия, можно выразить в виде значений коэффициентов постели, определяемых в соответствии с выражениями:

$$C1_z = \frac{E_z}{z_{pz}(1 - 2\mu^2)} = \frac{2014}{12,0 \cdot (1 - 2 \cdot 0,23^2)} = 188 \text{ МПа/м}$$

$$C1_{xx} = \frac{E_{xx}}{z_{pxx}(1 - 2\mu^2)} = \frac{1986}{10,7 \cdot (1 - 2 \cdot 0,22^2)} = 205 \text{ МПа/м}$$

$$C1_{yy} = \frac{E_{yy}}{z_{pyy}(1 - 2\mu^2)} = \frac{2014}{13,6 \cdot (1 - 2 \cdot 0,23^2)} = 166 \text{ МПа/м}$$

Определим среднеарифметическое значение  $C1_{aver}$ :

$$C1_{aver} = (C1_z + C1_{xx} + C1_{yy})/3 = (188 + 205 + 166)/3 = 186 \text{ МПа/м}$$

Учитывая, что значение  $C1_{aver}$  отличается от каждого из значений  $C1_z$ ,  $C1_{xx}$ , и  $C1_{yy}$  менее чем на 11 %, описание механических свойств грунта с помощью одного коэффициента постели можно считать приемлемым для практических целей.

---

ДК 699.841

МКС 91.040:93.010

**Ключевые слова:** проектирование зданий, характеристики сейсмостойких зданий, концептуальное проектирование, простота конструктивной системы, однородность, симметричность, избыточность, сопротивляемость и жесткость, критерии регулярности, регулярные здания, умеренно нерегулярные здания, чрезмерно нерегулярные здания, проверка регулярности зданий, классы ответственности, коэффициенты ответственности, эффект случайного кручения здания, сейсмические нагрузки на неконструктивные элементы, проверки безопасности, критическое предельное состояние, условие общей и локальной пластичности, ограничение повреждений, ограничение межэтажного перекоса.

---

**ҚР НТҚ 08-01.2-2021**  
**НТП РК 08-01.2-2021**

*Ресми басылым*

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ИНДУСТРИЯ ЖӘНЕ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ ДАМУ**  
**МИНИСТРЛІГІНІҢ ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ**  
**ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ КОМИТЕТІ**

**Қазақстан Республикасының**  
**НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

**ҚР НТҚ 08-01.2-2021**  
**(ҚР ЕЖ ЕН 1998-1:2004/2012 әзірленген)**

**СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ ЖОБАЛАУ**  
**Бөлім: Азаматтық ғимараттарды жобалау. Жалпы талаптар**  
**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 08-01.2-2021**  
**(к СП РК ЕН 1998-1:2004/2012)**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ**  
**Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования.**  
**Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»**