

UDC 624.15  
IRSTI 67.01.05  
RESEARCH ARTICLE

## DESIGN METHODS AND FEATURES OF FOUNDATIONS OF HIGH-RISE BUILDINGS

A.M. Kuanyshbai<sup>1</sup> , B.M. Aubakirova<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>International Educational Corporation, 050043, Almaty, Kazakhstan

---

**Abstract.** *The article large loads applied to the foundations of high-rise buildings from above-ground structures, as well as their high sensitivity to swaying, create their own peculiarities in the calculation and design of the foundations of high-rise buildings, which have not yet been sufficiently studied and require further research. In this regard, the study of these issues is relevant and has practical significance. The article proves that the pressure on the foundation of high-rise buildings is significantly higher than that of buildings up to 75 m high, which requires special laboratory and field studies; the features of geotechnical research, current standards, and excessive loads (1–2 MPa) are considered. High sensitivity to foundation deflections is ensured by increasing the dimensions (depth and width) of the compressed structure. The study examined the problems of calculation and design of foundations of high-rise buildings. The identified features of high-rise buildings require the development of geotechnical research, basic principles of calculation and design. It has been proven that in order to assess the accuracy of determining individual soil parameters, soil samples should be placed in devices that allow sealing the soil sample, as well as measuring pore and total pressure in order to restore the original state of the soil.*

**Keywords:** *high-rise building, pile foundation, loads, soils, pile-slab foundation.*

---

**\*Corresponding author**

**Aubakirova Bakhyt**, e-mail: [b.aubakirova@mok.kz](mailto:b.aubakirova@mok.kz)

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-09>

Received 15 January 2024; Revised 20 February 2024; Accepted 05 March 2024

ӘОЖ 624.15  
ҒТАМР 67.01.05  
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

## БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ІРГЕТАСТАРЫН ЖОБАЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

М.А. Қуанышбай<sup>1</sup> , Б.М. Аубакирова<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Халықаралық білім беру корпорациясы, 050043, Алматы, Қазақстан

---

**Андатпа.** Мақалада әлі жеткілікті зерттелмеген және қосымша зерттеулерді қажет ететін, биік ғимараттардың іргетастарына түсетін үлкен жүктемелер мен олардың тербеліске жоғары сезімталдығы, көп қабатты ғимараттардың іргетастарын есептеу және орналастыру ерекшеліктерін тудыраыны қарастырылған. Осыған байланысты бұл мәселелерді зерттеу өзекті және практикалық мәнге ие. Мақалада көпқабатты үйлердің іргетасына түсетін қысымның биіктігі 75 м-ге дейінгі ғимараттарға қарағанда әлдеқайда жоғары екендігі дәлелденген, бұл арнайы зертханалық және далалық зерттеулерді қажет етеді. Инженерлік-геологиялық зерттеулердің ерекшеліктері, қолданыстағы нормалар және шамадан тыс жүктемелер (1–2 МПа) қарастырылады. Іргетастың ауытқуларына жоғары сезімталдығы, құрылымның өлшемдерін (тереңдігі мен ені) ұлғайту арқылы қамтамасыз етіледі. Зерттеу барысында көпқабатты үйлердің іргетасын есептеу және жобалау мәселелері қарастырылды. Көпқабатты ғимараттардың анықталған ерекшеліктері геотехникалық зерттеулерді, есептеу мен жобалаудың негізгі принциптерін дамытуды талап етеді. Топырақтың жеке параметрлерін анықтаудың дәлдігін бағалау үшін топырақ үлгілерін топырақ үлгісін тығыздауға, сондай-ақ кеуекті кеңістікті өлшеуге мүмкіндік беретін құрылғыларға орналастыру керек екендігі дәлелденді.

**Түйін сөздер:** биік ғимарат, қадалы іргетас, жүктемелер, топырақтар, қадалмалы-плиталы іргетас.

---

\*Автор-корреспондент

Аубакирова Бахыт, e-mail: [b.aubakirova@mok.kz](mailto:b.aubakirova@mok.kz)

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-09>

Алынды 15 қаңтар 2024; Қайта қаралды 20 ақпан 2024; Қабылданды 05 наурыз 2024

УДК 624.15  
МРНТИ 67.01.05  
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

## МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

М.А. Қуанышбай<sup>1</sup> , Б.М. Аубакирова<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Международная образовательная корпорация, 050043, Алматы, Казахстан

---

**Аннотация.** В статье рассматриваются нагрузки, прикладываемые к фундаментам высотных зданий от надземных сооружений, а также их высокая чувствительность к раскачиванию создают свои особенности расчета и устройства фундаментов высотных зданий, которые еще недостаточно изучены и требуют дальнейших исследований. В связи с этим исследование данных вопросов актуально и имеет практическое значение. В статье доказано, что давление на фундамент высотных зданий значительно выше, чем у зданий высотой до 75 м, что требует специальных лабораторных и натурных исследований, рассмотрены особенности инженерно-геологических исследований, действующих норм, чрезмерных нагрузок (1–2 МПа). Высокая чувствительность к прогибам фундамента обеспечивается увеличением размеров (глубины и ширины) сжимаемой конструкции. В ходе исследования рассмотрены проблемы расчета и проектирования фундаментов высотных зданий. Выявленные особенности высотных зданий требуют разработки инженерно-геологических исследований, основных принципов расчета и проектирования. Доказано, что для оценки точности определения отдельных параметров почвы образцы почвы следует помещать в приборы, позволяющие осуществлять герметизацию образца почвы, а также измерение порового и общего давления с целью восстановления исходного состояния грунта.

**Ключевые слова:** высотное здание, свайный фундамент, нагрузки, грунты, свайно-плитный фундамент.

---

\*Автор-корреспондент  
Аубакирова Бахыт, e-mail: [b.aubakirova@mok.kz](mailto:b.aubakirova@mok.kz)

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-09>

Поступило 15 января 2024; Пересмотрено 20 февраля 2024; Принято 05 марта 2024

#### **ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING**

The study was conducted using private sources of funding.

#### **CONFLICT OF INTEREST**

The authors state that there is no conflict of interest.

---

#### **АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ**

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

#### **МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ**

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

---

#### **БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ**

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

#### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

## 1 КІРІСПЕ

Көп қабатты ғимараттардың конструкцияларын талдау негізінде биік ғимараттардың іргетастарын жобалау әдістері мен ерекшеліктері қарастырылып, қолданыстағы конструкцияларды қолдану мүмкіндігі бағаланып, биік ғимараттардың іргетастарын жетілдіру бойынша ұсыныстар берілді (**Shulyatiev et al., 2013**).

Көптеген жағдайларда іргетастарды есептеу үшін қатты изотропты серпімді ортаға арналған кернеулер мен деформацияларды байланыстыратын теңдеулер қолданылады. Топырақ ортасы, оның қалыптасуына байланысты, жалпы жағдайда, икемділікке ие анизотропты, гетерогенді масса болып табылады. Осыған байланысты, топырақ массивінің жүктемесі мен деформациясынан кернеулердің таралуын есептеу үшін бірқатар болжамдар енгізіледі, олардың негізгілері: жүктеме бір бағытта қолданылады, пластикалық деформация аймақтары топырақ массивінің (**Pu et al., 2022**).

Биік ғимараттарды жобалау кезінде дәлірек есептеу қажет болғандықтан, биік ғимараттарды есептеу үшін көрсетілген болжамдардың қаншалықты қолданылатынын бағалау маңызды. Оны есептеу үшін топырақ параметрлерін анықтау қажет (**Berlinov, 2011**).

## 2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

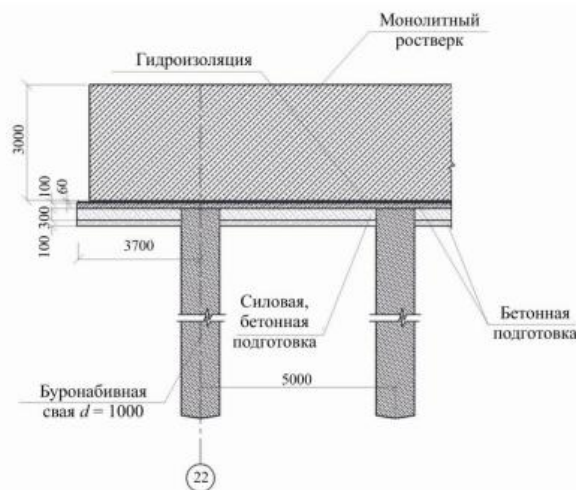
Қазіргі уақытта, негізінен, үздіксіз орта механикасында жақсы дамыған серпімділік, икемділік және сусымалы есептерді шешуге байланысты есептеулерде қолданылатын континуальды модельдер қолданылады. Сонымен қатар, егер оның барлық нүктелерінде ортаның физика-механикалық қасиеттері бірдей болса, орта біртекті болып саналады. Топырақтағы гетерогенділік тереңдікте үздіксіз немесе қабаттан қабатқа өзгеруі мүмкін.

Іргетас жобалау кезінде сығылатын қалыңдықтың тереңдігі және жалпы жұмысқа қатысатын негіз артады.

Қадалы терең төселетін іргетастар қазбасы бар және қазбасы жоқ түрінде жасалады. Топырақ қазбасы – іргетас қадалары соғылмалы және қағылмалы болады. Бөлімдері 300×300 және 350×350 стандартты соғылмалы және қысылмалы қадалар ереже бойынша іргетас табанындағы қысым 1 МПа шамамен биіктігі 200 м болатын ғимаратқа сай болғанда қолданылады. Керісінше жағдайда іргетастарды грунт қазбасымен жасау қажет, қадалары болат трубадан, баретталы, кессондар, консоль жасау арқылы іргетас табанын ауданын үлкейту қажет. Ең көп қолданылатын қадалы іргетастар, кез келген грунт жағдайында қолданылатын диаметрі 2 м дейін бұрғылы қағылмалы. Кессондар грунтты бұрғылау қиын болған жағдайда, өте жоғары жүктеме үлкен тереңдікке беру кезінде және құрылыс-монтажды жұмыстарды жылдам орындау кезінде қолданылады.

Қазіргі уақытта кессондар Гонконг қаласындағы биік ғимараттарды салуда қолданылады. Олар негізінде екі түрлі өлшемдермен дайындалады, диаметрі 3 немесе 5 м және ұзындығы 50 м болады. Кейбір жағдайларда құрылымы тұрақсыз грунттарда құрылыс жүргізгенде ең тиімдісі болат трубалы қадалар (**Arshid et al., 2013**).

Көптеген бірнеше қадаларға жүктеме беру үшін биік ғимараттың контурынан асатын қорабшалы ростверк жасайды. Мысалы бұндай ростверк Санкт-Петербург қаласындағы «Лахта-центр» мұнарасында қолданыған. Гидрооқшаулағыш құрылғының сапасын жақсарту үшін кейбір жағдайларда екі қабатты ростверк қолданылады. Ростверктің төменгі бөліктері қадалардың бастарын біріктіреді және гидроизоляцияға негіз болады (**1-сурет**). Осындай конструкция бір шетінен гидрооқшаулауды сапалы орындауға, екіншіден қадалардың бастарына июші моменттердің берілуін оқшаулайды. Бұл конструкция Москва-СИТИ объектілерінде қолданыған.



1-сурет – Екі қабатты ростверк конструкциясы (Shulyatiev et al., 2013).

Қадалмалы-плиталы іргетас плиталар мен қадалардың бірге жұмыс жасауын бідіреді. Ол іргетас табанындағы грунт жұмысқа қаосылып жүктеменің бөлігін қабылдағын жағдайла қолданылады (2-сурет). Іргетастың бұл типі іргетасқа біркелкі емес жүктемелер әсер еткенде және жаңада құрылыстың дайын ғимарттарға әсерін азайту үшін қолданылады. Жалпы бұл іргетас биік бөлшектерден тұратын бірыңғай стилобатпен біріктірілген көпфункционалды комплекстер салу кезінде эффективті болып келеді (Chunyu et al., 2020).

Қадалмалы-плиталы іргетасты жобалу кезінде негіздегі топырақ пен қадалар, ростверктер арасындағы өзара әрекеттесуін ескеру қажет. Дәстүрлі проекциялау мен есептеулерге қарағанда қадалмалы-плиталы іргетасты жобалау негіз бен ғимарат арасындағы көбірек өзар әрекеттесуін қажет етеді.



2-сурет – Қадалы және плиталы іргетастың көріністері (Trufanov & Ignatova, 2010).

Жиналған тәжірибиелерге қарай қазіргі уақытта қадалмалы-плиталы іргетасты жобалаудың келесі түрлері кездеседі:

- Көптеген қысқа қадалардың орынына бірнеше ұзын қадалар қолдану;
- Қадаларды жүктеме әсер ететін аймақта орналастыру;
- Қадалардың көтергіштік қасиетін есептер кезде орталыққа қатысты бұрыштық және периметрлік қадалардың кептелуін ескеру қажет;
- Топырақтың табиғи күйін сақтау шаралары плитаның астында жобаның құрамдас бөлігі болуы керек;
- Ростверктің плиталық бөлігі мен қадалардың арасында плиталық іргетасты қосқан кезде монолитталатын алшақтық орнату қажет.

### 3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Топырақтың белгілі бір параметрлерінің дұрыстығын бағалау барысында ең бастысы инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізу қажет.

Биік ғимараттардың іргетасын жобалауға арналған инженерлік-геологиялық жағдайын зерттеу арқылы; тереңдігін ескеріп, топырақтың құрылымдарына ерекше назар аудару керек. Бастапқы кернеу күйін қалпына келтіру үшін, топырақ сынамаларын іріктеу кезінде және герметизациялауға, сондай-ақ кеуекті және жалпы қысымды өлшеуге мүмкіндік беретін аспабтарға салу керек. Бұл жағдайда топырақты қысу және тұрақтандыру сынақтарын одан әрі жүргізуге жарамды болуы керек (Kreis, 2020). Өкінішке орай, мұндай аспабтар көп көлемде шығарылмайды.

Сығылатын қалыңдықтың үлкен тереңдігінде қадалармен топырақты сынау маңызды рөлін атқарады, нәтижесінде топырақтың параметрлері кері есептеулер арқылы нақтыланады.

Осыған байланысты бірдей биік ғимараттарды салу кезінде, инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізу кезіндегі әдістеріне артықшылық беріледі, штамптау және прессиометриялық сынақтар, сондай-ақ кері есептеулер арқылы топырақтың механикалық сипаттамаларын нақтылай отырып, қадалармен топырақты сынау. Осыған байланысты, әртүрлі әдістермен алынған топырақтың механикалық параметрлерінде айтарлықтай айырмашылықтар болған жағдайда, геологиялық зерттеу әдістерінің нәтижелерінің (тұтастықтың ауысуы, топырақты қадалармен сынау, прессиометриялық, штамптау және т.б.) негізі ретінде қабылдау керек деген тұжырым жасалды, ал зертханалық сынақтарды жүргізу кезінде топырақ сынамасын алу сапасын бағалау керек. Сондай-ақ, сынақ жүргізілгенге дейін және жүктеме тарихын ескере отырып, бастапқы параметрлерін міндетті түрде қалпына келтіру бойынша ұсыныстар берілді. Екінші жағынан, топырақ параметрлерін анықтаудың сенімділігін арттыру үшін балама зертханада барлық сынақтардың кем дегенде 10% жүргізілуі керек (Trufanov & Ignatova, 2010).

Зерттеу барысында топырақтың деформация модулінің кернеу күйіне тәуелділігі анықталды.

Біз жалпы кернеу күйін көлемнің өзгеруіне әкелетін шар тензорына және пішіннің өзгеруіне әкелетін кернеу девиаторына бөлеміз. Деформацияланған күймен де солай жасайық содан кейін келесі инварианттарды пайдалануға мүмкіндік береді:

- орташа қалыпты кернеу,  $\sigma_m$
- орташа сызықтық деформация,  $\varepsilon_m$
- көлемді деформация,  $\varepsilon_v$
- кернеу қарқындылығы,  $\tau$
- ығысу деформациясының қарқындылығы  $\gamma$ .

Қатты денелердің механикасы теориясына сәйкес массив нүктесіндегі кернеулі деформацияланған күй қалыпты ( $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ ) және тангенциалды ( $\tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{xz} = \tau_{zx}$ ) кернеулермен, сондай-ақ сызықтық ( $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ ) және бұрыштық ( $\gamma_{xy} = \gamma_{yx}, \gamma_{xz} = \gamma_{zx}$ ) деформациялармен анықталады.

Олардың арасындағы байланыс келесі белгілі өрнектермен анықталады (1-2):

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]; \varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)]; \varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)] \quad ;(1)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{2(1+\mu)}{E} \tau_{xy}; \gamma_{yz} = \frac{2(1+\mu)}{E} \tau_{yz}; \gamma_{xz} = \frac{2(1+\mu)}{E} \tau_{xz}; \quad (2)$$

$$\sigma_m = \frac{1}{3} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) = \frac{1}{3} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3); \quad (3)$$

$$\sigma_m = \frac{1}{3} (\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z) = \frac{1}{3} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3); \quad (4)$$

$$\varepsilon_v = 3\varepsilon_m; \quad (5)$$

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}; \quad (6)$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2 + \frac{2}{3}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)} = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \sqrt{\sqrt{\frac{2}{3}(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}} \quad (7)$$

Нәтижесінде салыстырмалы деформацияға кернеу қарқындылығы мен барлық негізгі кернеулердің шамалары да әсер ететіні анықталды. Сонымен қатар, кернеу пайда болуын қалыптасудан бастап барлық топырақ массивінің белгілі бір нүктесін жүктеу маңызды рөл атқарады, яғни негізгі кернеулердің бірдей қатынасында топырақтың әртүрлі салыстырмалы деформацияларын алуға болады (**Trufanov & Ignatova, 2010**).

Биік ғимараттардың жобалық шешімдері мен құрылымдарының ерекшеліктерін талдау негізінде іргетастарды жобалауға әсер ететін келесі ерекшеліктерді ажыратуға болады:

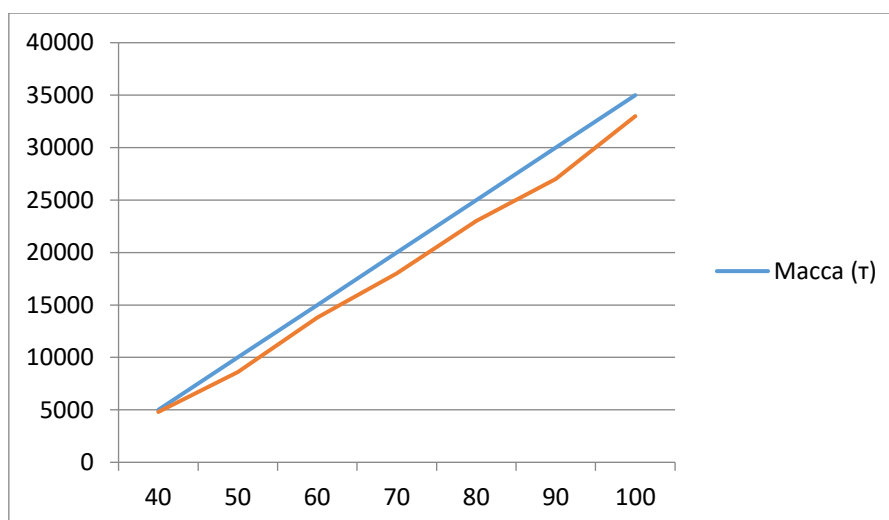
- құрылыс процесінде ғимараттардың биіктігінің өсуімен юірге біркелкі ғимараттың салмағы (**3-сурет**);

- жел жүктемелері, олардың әсерінен көлденең күш пен иілу моменті пайда болады, іргетас құрылымдарына беріледі. Бұл жағдайда іргетастың табанындағы қысымның жоғарылауын және шеткі аймақтарда орналасқан қадалардағы көлденең күш артуын ескеру қажет;

- жүктеменің едәуір бөлігі бар ғимараттың қаттылық элементтерінің болуы және орналасуы (лифт және баспалдақ секциялары, көтергіш қабырғалар және т. б.);

- ғимараттың құрылымына қатысты орналасуы;

- ғимараттардың қосымша элементтерінің болуы.



**3-сурет** – Көп қабатты ғимараттың салмағының қабаттар санына тәуелділігі (авторлар материалы)

Ең икемді деп саналатыны – топсалы рамалық құрылымдар. Орталық ядросы бар құрылымдық сұлба жағдайында оған тік және көлденең жүктемелер мен иілу моменті шоғырланған. Аутентификация жүйесі – бұл бағандарға жүктемелерді ішінара жіберетін,



осылайша ядродағы иілу моментін төмендететін қатты аутентификация қабаттарының құрылысы. Әдетте, бұл дизайн 100 қабаттан жоғары ғимараттарда қолданылады. Мысал ретінде кешеннің биік мұнарасын келтіруге болады ([Lukpanov et al., 2019](#)).

«Лахта орталығы», оның іргетасын жобалау, сонымен қатар әлемдегі ең биік ғимарат – Токиодағы биіктігі 4000 м болатын Никитина-Травуша мұнарасы жер сілкінісі мен дауылдың әсеріне арналған конустық торлы қабық түрінде. Ғимарат сыйымдылығы 500 000 адамға дейін тұрғын үй салу керек еді. Мұнараның түбінде биіктігі 100 м цилиндр бар, ол алдын - ала кернелген іргетасқа сүйенеді ([Polyakova et al., 2022](#)).

Көп қабатты ғимараттарды салу кезінде материал ретінде негізінен болат пен темірбетон қолданылады. Бұл жағдайда бетонның В80 және одан жоғары класы болуы мүмкін. Мысалы, Сауд Арабиясындағы Kindom Tower (биіктігі 1007 м) төменгі бөлігінде бетонның беріктігі 85МПа, ортаңғы және жоғарғы бөліктерінде сәйкесінше 75 және 65МПа құрайды. Арматураның диаметрі 40 мм-ден асады, ал беріктігі 420 және 520 МПа құрайды.

Жоғарыда айтылғандай, көп қабатты үйлер үшін маңызды фактор оның оралуы болып табылады. R. E. Scholl екі іргелес қабаттың салыстырмалы іу қатынасында келесі ықтимал бұзылуларды анықтады ([Polyakova et al., 2021](#)).

$i_u = 0,001$  – жүк көтермейтін құрылымдарды бұзу мүмкін емес;

$i_u = 0,002$  – тірек емес құрылымдардың бұзылуы мүмкін, тірек жақтау құрылымдарының бұзылуы мүмкін емес;

$i_u = 0,007$  – тірек емес конструкциялардың бұзылуы үлкен ықтималдықпен, тірек жақтау конструкцияларының-мүмкін.

R. Katzenbach and All. әр түрлі қатынас мәндерінде конструкциялардың қисайып қирау мүмкіндіктерінің түрлерін **1-кестеде** ұсынды.

#### 1-кесте

Конструкциялардың қисайып қирау мүмкіндіктерінің түрлерін мәндері (авторлар материалы)

№ п/п	Қираудың түрі	Қисаю мәні
1	Лифт жабдықтарын пайдаланудың шекті мәні	1/750
2	Сырттан әйнектеу	1/600
3	Ғимараттың жүк көтермейтін конструкцияларында жарықтардың пайда болуы	1/500
4	Қатты өзектерде талшықты сызаттарының пайда болуы	1/300
5	Қатайтатын өзектерде сызаттардың пайда болуы, құрылыс құрылымдарының бұзылуының мүмкіндігі	1/150

Осылайша, жүргізілген талдау негізінде іргетастың шеткі нүктелерінің біркелкі емес шөгінділерімен анықталған және 0,001-ге тең болған кезде салынып жатқан ғимаратта ешқандай мәселелер болмайды деп қорытынды жасауға болады. Мәні 0,002-ге тең болса лифт жабдығын тегістеу және лифт шахталарының бетон бөлігін кесу қажет болуы мүмкін. Ал 0,003 мәнінде 0,002 мәнімен бірдей, сонымен қатар сыртқы әйнекті жөндеу қажет болуы мүмкін, ал тірек емес құрылымдар ғимарат максималды мәні кем дегенде 50% алғаннан кейін орындалуы керек ([Awwad et al., 2019](#)).

Соңғы іс-шараларды жүзеге асыру, біріншіден, ғимараттың түпкілікті шөгінділерін ғана емес, сонымен қатар оларды уақытында дамытуды да талап етеді; екіншіден, ғимарат құрылымдарының іргетасы мен орамының нақты шөгінділерін анықтау үшін де, кері есептеулер арқылы болжам нәтижелерін нақтылау үшін де мониторинг жүргізу. Ғимараттың үлкен мәнімен қаттылық ядросының тірек құрылымдарында жарықтар пайда болады, ғимараттың бұзылуы мүмкін ([Ulitsky et al., 2017](#)).

#### 4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Сипатталған зерттеулердің негізінде биік ғимараттарды салу кезінде инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізудің келесі ерекшеліктерін бөліп көрсетуге болады:

- инженерлік-геологиялық ізденістер екі кезеңде орындалуы керек: жобалау алдындағы (тұжырымдамалық ұсыныстарды, техникалық тапсырмаларды және инженерлік-геологиялық пен инженерлік-геотехникалық ізденістер бағдарламаларын әзірлеу үшін) және жобалау (жобалау құжаттамасын әзірлеу үшін);

- зерттеу аймағының өлшемдері топырақтың гетерогенділігін, тығыздалуын және анизотропиясын ескере отырып анықталуы керек (олар болған кезде);

- инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізу кезінде топырақты сынаудың далалық әдістерін, оның ішінде қадаларды, кері есептеулерді орындау арқылы негіз параметрлерін нақтылай отырып, негізгі әдістер ретінде пайдалану керек;

Биік ғимараттардың іргетастарының жіктелуі орындалды және іргетас түрінің топырақ түріне және ғимараттың қабатына, сондай-ақ қадалар іргетасының түріне инженерлік-геологиялық жағдайларға тәуелділік кестелері жасалды, оларды жобалау алдындағы кезеңде іргетас түрін таңдау үшін қолдануға болады ([Khomyakov et al., 2019](#)).

Биік ғимараттардың іргетастарын жобалаудың негізгі принциптері тұжырымдалған:

- шығарылған топырақтың көлемі ғимараттың жер асты бөлігінің көлеміне тең болуы керек;

- ғимараттың жер асты бөлігін дамыту арқылы базаның топырағына қысымды төмендету керек;

- іргетасқа жүктемені беру керек, ал қаттылық элементтері (баспалдақ торлары, лифт марштары және т.б.) ғимараттың тиісті сұлбасын қолдана отырып, орталық оське қатысты симметриялы түрде орналастырылуы керек;

- ғимаратты қазаншұңқырдың ортасына орналастырған жөн;

- ғимараттың биіктігі ұлғайған кезде іргетастың шөгіндісін азайту керек ([Zhusupbekov et al., 2013](#)).

Жүргізілген теориялық зерттеулердің нәтижесінде ФВЗ негізінің ҚҚС есептеу кезінде олардың біркелкі емес деформацияларға жоғары сезімталдығына байланысты келесі факторларды ескеру қажет екендігі анықталды:

- шұңқырды жобалау кезінде топырақтың тығыздалуы;

- қолданыстағы ғимараттар мен құрылыстардың әсері;

- уақыт бойынша жауын-шашынның дамуы;

- жер асты суларының деңгейінің өзгеруі;

- топырақтың гетерогенділігі, тығыздалуы және анизотропиясы;

- деформация модулінің кернеу күйіне тәуелділігі ([Toma & Al-Hadidi, 2022](#)).

## 5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Есептеулер мен мониторинг нәтижелерін талдау материалдарына сәйкес, сазды топырақтарда көп қабатты ғимарат тұрғызылған жағдайда, құрылыс аяқталғаннан кейін де шөгінділер жалғасатыны анықталды. Тік және көлденең бағыттардағы кернеулердің айырмашылығына байланысты механикалық анизотропия барлық топырақтарға тән. Тік және көлденең бағытта анықталған деформация модульдерінің айырмашылығы, деформация модулінің топырақ массивінің параметрі тәуелділігі туралы жүргізілген зерттеулерге сәйкес, тіпті сыртқы біртекті топырақтар үшін де 1,5 еседен көп болуы мүмкін.

Биік ғимараттардың іргетастарын есептеу және жобалау мәселесінің жай күйін зерттеу нәтижесінде мыналар анықталды:

Биік ғимараттардың анықталған ерекшеліктері инженерлік-геологиялық зерттеулердің, осындай ғимараттарды есептеу мен жобалаудың негізгі принциптерін әзірлеуді талап етеді.

Көп қабатты ғимараттың орамға ерекше сезімталдығына байланысты орамға әсер ететін факторларды анықтау және оларды есептеу кезінде ескеру маңызды.

Топырақ деформация модулінің жүктемеге тәуелділігі түрінде гетерогенділікке ие. бұл факт үлкен сығылатын қалыңдығы бар көп қабатты ғимараттар үшін өте маңызды және жан-жақты зерттеу мен есептеулерді қажет етеді.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Arshid, M. U., Shabbir, F., Hussain, J., Elahi, A., Ahmed, A., & Tahir, I. K.** (2013). Assessment of variation in soil parameters, for design of lightly loaded structural foundations. *Life Science Journal*, 10(12s).
2. **Awwad, T., Gruzin, V., & Kim, V.** (2019). Sustainable reconstruction in conditions of dense urban development. In *Current Geotechnical Engineering Aspects of Civil Infrastructures: Proceedings of the 5th GeoChina International Conference 2018–Civil Infrastructures Confronting Severe Weathers and Climate Changes: From Failure to Sustainability*, held on July 23 to 25, 2018 in HangZhou, China (pp. 13-23). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95750-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95750-0_2)
3. **Berlinov, M. V.** (2011). Foundations and foundation [Osnovaniya i fundamenty]. (In Russ.).
4. **Chunyuk, D. Y., & Yudina, I. M.** (2020). Foundations, retaining walls and pit fences [Fundamenty, podpornye steny i ograzhdeniya kotlovanov] (In Russ.).
5. **Khomyakov, V., Yemenov, Y., & Zhamek, N.** (2019). Methods of restoration of deformed retaining walls in seismic conditions. In *Proceedings of 16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, ARC.
6. **Kreis, V. A.** (2020). All about Foundations [Vsyo o fundamentah]. (In Russ.).
7. **Lukpanov, R. E., Awwad, T., Orazova, D. K., & Tsigulyov, D. V.** (2019). Geotechnical research and design of wind power plant. In *Dynamic Soil-Structure Interaction for Sustainable Infrastructures: Proceedings of the 2nd GeoMEast International Congress and Exhibition on Sustainable Civil Infrastructures*, Egypt 2018–The Official International Congress of the Soil-Structure Interaction Group in Egypt (SSIGE) (pp. 220-227). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01920-4\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01920-4_19)
8. **Polyakova, I. M., Imambayeva, R., & Aubakirova, B.** (2021). Determining the dynamic characteristics of elastic shell structures [Mezhdunarodnoe nauchnoe izdanie, vkhodyashchee v bazu dannyh Scopus, Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij]. (In Russ.).
9. **Polyakova, I., Imambayeva, R., Aubakirova, B., Shogelova, N., Glyzno, Y., & Zhumagulova, A.** (2022). Determining Static Characteristics of Corrugated Shell Elements Made from Composite Materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7), 120. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269399>
10. **Pu, S., Duan, W., Zhu, Z., Wang, W., Zhang, C., Li, N., Jiang, P., & Wu, Z.** (2022). Environmental behavior and engineering performance of self-developed silico-aluminophosphate geopolymer binder stabilized lead contaminated soil. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134808. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134808>
11. **Shulyatiev, O., Dzagov, A., Bokov, I., & Shuliatev, S.** (2013, September). Correction of soil design parameters for the calculation of the foundation based on the results of barrettes static load test. In *Proceedings of the 18th International conference on soil mechanics and geotechnical engineering* (pp. 615-618).
12. **Toma, N. M., & Al-Hadidi, M. T.** (2022). The effect of soaking and wetting on the properties of the gypsum soil treated with polyurethane. *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences*, 29(2), 01-08. <https://doi.org/10.33261/jaaru.2022.29.2.001>
13. **Trufanov, A. N., & Ignatova, O. I.** (2010). Features of engineering and geological surveys for high-rise [Osobennosti inzhenerno-geologicheskikh izyskanij dlya vysotnyh zdaniy]. (In Russ.).
14. **Ulitsky, V., Shashkin, A., Shashkin, K., Lisyuk, M., & Awwad, T.** (2017). Numerical simulation of new construction projects and existing buildings and structures taking into account their deformation scheme. In *ICSMGE 2017-19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering* (pp. 2061-2064).
15. **Zhussupbekov, A., Zhunisov, T., Issina, A., & Awwad, T.** (2013). Geotechnical and structural investigations of historical monuments of Kazakhstan. In *Proceedings of Second International Symposium on Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites*, Naples, Italy (pp. 779-784).