

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
конструювання і дизайну**

_____ Іван
РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

“ ____ ” ____ грудня ____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри будівництва

_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“ ____ ” ____ грудня ____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Проектування багатоповерхового житлового будинку із системою сейсмічного захисту у рівні пальового фундаменту у м. Одеса»

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

кандидат технічних наук, доцент _____ Євгеній БАКУЛІН
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник _____ Микола МАР'ЄНКОВ
(підпис)

Виконав

_____ Ігор САВРАСОВ
(підпис)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва
доктор технічних наук, професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“19” _____ грудня _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Саврасову Ігорю Вікторовичу

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування багатоповерхового житлового будинку із системою сейсмічного захисту у рівні пальового фундаменту у м. Одеса»,

затверджена наказом від “16” грудня 2024 р. №2267 “С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, листопад, 28

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно запроєктувати багатоповерховий житловий будинок із системою сейсмічного захисту у рівні пальового фундаменту у першому кліматичному районі

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Виконати аналітичний огляд, присвячений сучасним експериментальним методикам визначення зчеплення арматури з бетоном,

включно зі схемами випробувань, типами навантаження та вимірювальними підходами.

2. Визначити ключові параметри зчеплення (максимальні та середні напруження зчеплення, характерні взаємні зміщення або проковзування арматури, види та характер руйнування) та проаналізувати чинники, що впливають на їх значення.

3. Виконати порівняльний аналіз експериментальних методик між собою за критеріями точності, відтворюваності, чутливості до зміни геометрії зразка та типу арматури.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

→ архітектурна частина (розроблений головний та боковий фасади, план підвалу, план першого поверху, наведена експлікація приміщень, розроблений повздовжній та поперечний розрізи промислової будівлі, наведені архітектурні вузли) – 3 аркуші формату А1;

→ розрахунково-конструктивна частина (виконане проектування залізобетонної плити покриття 3×12 м, залізобетонної центрально стиснутої колони 500×800 мм, залізобетонної сегментної ферми покриття, прольотом 24 м, наведені відповідні специфікації та відомості витрат сталі на кожну конструкцію) – 3 аркуші формату А1;

→ основи і фундаменти (розроблений план пальових фундаментів, розрахункові схеми, наведені конструктивні вузли, специфікація, розроблений інженерно-геологічний розріз) – 1 аркуш формату А1;

→ організація будівельного виробництва (розроблений будгенплан майданчику забудови, показана схема руху гусеничного крану, схеми розміщення складських приміщень, під'їзні шляхи, електро- та водопостачання, розроблений сітковий графік зведення промислової будівлі АПК) – 2 аркуші формату А1;

→ технологія будівельного виробництва (розроблена технологічна карта на монтаж ферм покриття) – 1 аркуш формату А1.

→ науково-дослідна частина (виконаний аналітичний огляд, розроблені графіки залежності «напруження зчеплення» - «проковзування», схеми експериментальних досліджень, висновки) – 2 плакати у презентації.

Дата видачі завдання “18” грудня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Микола МАР’ЄНКОВ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Ігор САВРАСОВ
(підпис)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	6
Вступ.....	9
1. Архітектурно-будівельна частина	10
1.1. Загальна частина.....	10
1.2. Конструктивні рішення та опорядження	12
1.3. Розрахунок приведенного опору теплопередачі	14
1.3.1. Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій	14
1.3.2. Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальний з урахуванням теплопровідних включень	14
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	18
2.1. Збір навантажень	18
2.2. Аналіз отриманих результатів	23
2.3. Підбір арматури в плиті перекриття	27
3. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	31
3.1. Нормативні показники ґрунтів	31
3.2. Визначення глибини закладання фундаментів	33
3.2.1. Фундамент для підвальної частини.....	33
3.3. Розрахунок пальових фундаментів.....	34
3.4. Розрахунок осідання пальового фундаменту	37
4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	41
4.1. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА УТЕПЛЕННЯ ФАСАДУ	41
4.2. Загальні положення та область застосування	41
4.3. Склад та зміст робіт	41
4.4. Організація та механізація робіт.....	42
4.5. Склад комплексної бригади	43
4.6. Вимоги з охорони праці та безпеки робіт	43
4.7. Техніко-економічні показники	44
4.8. Контроль якості виконання робіт	44

	7
4.9. Розрахунок потреби в матеріалах, машинах і робочій силі.....	44
4.9.1. Потреба в основних матеріалах	44
4.9.2. Потреба в машинах та механізмах	45
4.10. Розрахунок потреби в робочій силі та трудовитрат	47
4.11. Калькуляція витрат праці та заробітної плати	48
4.11.1. Вихідні дані.....	48
4.12. Узагальнена калькуляція	49
5. Організація будівництва	50
5.1. Характеристика об'ємно-планувальних та конструктивних рішень об'єкта	50
.....	50
5.2. Умови будівництва.....	51
5.3. Розрахунок нормативної тривалості будівництва	54
5.4. Вибір основних монтажних механізмів	55
5.5. Визначення основних зон впливу баштового крану	55
5.6. Приоб'єктні склади	56
5.7. Розрахунки площ складів	56
5.8. Проектування транспортних комунікацій	57
5.9. Розрахунок тимчасового водопостачання	58
5.10. Розрахунок тимчасового електропостачання та освітлення.....	58
5.11. Визначення потреби в адміністративних та санітарно-побутових приміщеннях	59
5.12. Техніко-економічні показники проекту.....	61
5.13. Визначення потреби будівництва в енергоресурсах	62
<i>Таблиця 4.3</i>	63
5.14. Охорона праці і пожежна безпека на будівельному майданчику	67
5.15. Охорона довкілля	68
6. Економіка будівництва	69
6.1. Загальна інформація про об'єкт та кошторисні розрахунки	69
7. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	79

Аналіз доцільності будівництва багатоповерхового житлового будинку із використанням високодемпфуючих сейсмоізоляторів у сейсмічній зоні	79
7.1. Актуальність теми	79
7.2. Характеристика інженерно-геологічних умов майданчику будівництва ..	80
7.3. Конструктивне рішення будівлі.....	88
7.4. Інженерно-сейсмологічна характеристика майданчика будівництва.....	89
7.5. Конструктивне рішення фундаментів	89
7.6. Комп'ютерна модель будівлі	90
7.6.1. Опис розрахункової моделі	90
7.6.2. Навантаження і впливи	94
7.7. Розрахунок параметрів гумових ізоляторів.....	96
7.8. Результати розрахунку пальової основи будівлі	99
7.9. Результати розрахунків верхньої будови будинку	106
7.10. Модальний аналіз.....	107
ВИСНОВКИ	109

ВСТУП

Сучасний ринок нерухомості в Україні функціонує в унікальних і надзвичайно складних умовах, зумовлених наслідками повномасштабної військової агресії росії. Значні руйнування житлового фонду, критичної інфраструктури та промислових об'єктів створюють безпрецедентний попит на нове будівництво, реконструкцію та відновлення. У цих умовах роль будівельної галузі стає ключовою для економічної стабілізації, гуманітарної безпеки та формування майбутнього розвитку держави. Житлове будівництво, як основа відновлення соціальної інфраструктури, потребує сучасних підходів до проектування, управління та організації робіт.

Одночасно із завданнями відбудови постає питання підвищення безпеки житлових будівель, зокрема у регіонах, що характеризуються підвищеною сейсмічною активністю. Місто Одеса, згідно з чинними державними нормами, належить до сейсмонебезпечної зони з розрахунковими значеннями інтенсивності 7–8 балів за шкалою MSK-64, що зумовлює необхідність застосування сучасних інженерних рішень для забезпечення сейсмостійкості споруд. Одним із перспективних підходів є впровадження систем сейсмічного захисту на рівні фундаментів, включаючи використання пальових та комбінованих фундаментних систем.

Паралельно із технічними аспектами проектування житлових будівель важливо удосконалювати організаційно-технологічні моделі управління будівництвом. Підготовчий етап — один із найменш прогнозованих, але найбільш значущих у реалізації інвестиційно-будівельних проєктів, особливо в умовах воєнного стану. Формування ефективної системи управління, що інтегрує технічні, економічні, екологічні, правові та організаційні рішення, є критичною умовою для успішного введення об'єктів в експлуатацію у визначені терміни.

У зв'язку з цим актуальними стають питання модернізації принципів підготовки будівництва, оптимізації взаємодії між учасниками інвестиційно-будівельного процесу та впровадження передових підходів у проектуванні житлових будівель, здатних забезпечити підвищений рівень безпеки та стійкості.

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Загальна частина

Згідно з проектним рішенням передбачається будівництво 28-и поверхового житлового комплексу, що складається з 4-ох житлових секцій, стилобату та підземного паркінгу. Так як всі чотири секції є типовими, до розгляду представлена одна з них, а саме – секція №1.

Будівля в плані має форму багатокутника. На першому та другому поверхах розташовані технічні приміщення (вентиляційна камера, електрощитова, приміщення вводу та комунікацій зв'язку), приміщення загального користування (ліфтовий хол, сходові клітини, приміщення для зберігання велосипедів), а також комерційні приміщення, передбачені для подальшої здачі в оренду. Для мешканців будинку спроектовано підземний однорівневий паркінг на 41 машиномісце (кількість місць розраховано на дві секції житлового комплексу).

Загальна кількість квартир складає 156. В тому числі:

1-кімнатних – 57;

2-кімнатних – 60;

3-кімнатних – 22;

4-кімнатних – 12;

Дворівневих – 5.

Площа житлового будинку складає 16632,98 м².

Загальна площа квартир – 11036,69 м² (в тому числі площа квартир – 10791,41 м² та площа літніх приміщень – 245,28 м²).

Поверхи з 3 по 28 відведені під квартири.

Експлікація приміщень третього поверху на відм. +6,800 (за відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху):

Однокімнатна квартира 1а:

- Хол;
- Кухня;
- Житлова кімната;
- С/в;

- Гардеробна;

Двокімнатна квартира 2б:

- Хол;
- Житлова кімната;
- Житлова кімната;
- Кухня;
- Коридор;
- С/в;
- С/в;

Двокімнатна квартира 2в:

- Хол;
- Житлова кімната;
- Житлова кімната;
- Кухня-їдальня;
- Лоджія;
- С/в;
- С/в;

Приміщення загального призначення:

- Сходова клітина НЗ;
- Сходова клітина Н1;
- Тамбур;
- Балкон;
- Тамбур;
- Коридор;
- Тех. Приміщення;
- Тамбур;
- Ліфтовий хол;
- Вестибюль;
- Зона відпочинку;

- Тамбур;
- Роздягальня консьєржа;
- Колясочна;
- Кімната матері та дитини;
- Мийна для лап собак;
- С/в;
- С/в;

Офісне приміщення №1:

- Тамбур;
- Офіс;
- С/в;

Офісне приміщення №2:

- Тамбур;
- Офіс;
- С/в.

На 4-му поверсі розташовані дві однокімнатні та чотири двокімнатні квартири. З 5-го по 14-ий поверхи містять дві однокімнатні, три двокімнатні та одну трикімнатну квартири. Поверхи з 15 по 26 містять дві однокімнатні, дві двокімнатні, одну трикімнатну та одну чотирикімнатну квартири. На 27-му та 28-му поверхах розташовані перший та другий рівень дворівневих квартир відповідно.

Висота підземного паркінгу до низу ригеля складає 2,45 і 2,7 м; до низу перекриття – 3,05 м.

Висота першого поверху до низу ригеля – 3,95 м; до низу перекриття – 4,3м.

Висота поверхів з 2-го по 28-ий – 2,7 м.

Висота будівлі від відм. 0,000 – 88,1 м.

1.2. Конструктивні рішення та опорядження

Будинок виконано в монолітному каркасі, заповнення стін – цегла.

Конструкція зовнішніх стін складається з цегли товщиною 250 мм з вентиляваною фасадною системою: ефективним утеплювачем Izovat 65 товщиною 100 мм та Izovat 80 fg 50 товщиною 50 мм зі скловолокном, зовнішня поверхня – фасадні касети.

Всі комунікаційні шахти виконуються із звичайної глиняної повнотілої цегли пластичного пресування 250x120x65 мм (М100 Мрз 25, ГОСТ 530-95) на цементно-піщаному розчині М 75 з затиркою швів всередині шахти.

Кладка внутрішніх стін і перегородок житлових та офісних приміщень в даному проекті не передбачається, окрім приміщень загального користування.

Внутрішнє оздоблення житлових і офісних приміщень в даному проекті не передбачається.

Сходи – збірні залізобетонні.

Покрівля основної будівлі - монолітна плита покриття (армований залізобетон С25/30); пароізоляційна плівка Паробар'єр 0,22 мм; утеплена екструзійним пінополістиролом ТехноНіколь Carbon PROF 100 – 200 мм; геотекстиль голкопробивний теплообробний ТехноНіколь 150 г/м²; ухилоутворююча стяжка з цементно-піщаного розчину М100 армована сіткою Ф4 100x100 – 40...90 мм; праймер FG-35 300-500 г/м; мембрана RESITRIX SK-W.

Вітражні системи – алюмінієва фасадна система, заповнена двокамерним склопакетом (опір теплопередачі R=0,75 м² с/вт). Примикання до міжповерхового перекриття, підвіконної частини та вертикальних конструкцій – з емалітом та утепленням.

Водовідвід - організований внутрішній з обігрівом.

Огороджувальні конструкції, що контактують з ґрунтом, захищені від ґрунтової вологи шляхом розміщення в стінах зовнішніх та внутрішніх вище вимощення будинку, а також нижче рівня підлоги підвального поверху горизонтальної гідроізоляції, а в підземній частині стін - вертикальної гідроізоляції. Зовнішні стіни конструкцій, що контактують з ґрунтом, утеплюються екструзійним пінополістиролом ТехноНіколь CARBON PROF 100 на глибину 1 м нижче поверхні ґрунту та на 0,3 м вище рівня землі. Товщина утеплення – 100 мм.

1.3. Розрахунок приведенного опору теплопередачі

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» таб. 3 [31]:

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель $R_{q \min}$:

- Для зовнішніх стін: $R_{q \min} = 3,3 \text{ M}^2\text{K/Вт}$
- Для суміщеної покрівлі: $R_{q \min} = 6,0 \text{ M}^2\text{K/Вт}$

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 4°C та більше, обов'язкове виконання умов:

$$RZ_{\text{пр}} > R_{q \min},$$

$$At_{\text{пр}} < A_{\text{тер}},$$

$$t_{\text{В min}} > t_{\text{min}}.$$

1.3.1. Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ приймається згідно з дод. Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013;

δ_i – товщина i -того шару стіни, м;

λ_i – розрахункова теплопровідність матеріалу i -го шару стіни, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$; згідно дод. А ДСТУ Б В.2.6-189:2013 (в умовах експлуатації «Б») або згідно лабораторних досліджень [35].

1.3.2. Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальний з урахуванням теплопровідних включень

Для розрахунку проектного показника обов'язковим є врахування усіх теплопровідних включень (ТВ). Умовно приймається коефіцієнт ТВ $K_{\text{ТВ}} = 0,95$.

Зовнішні стіни, що межують с зовнішнім повітрям

Географічний пункт будівництва – м. Одеса, Україна.

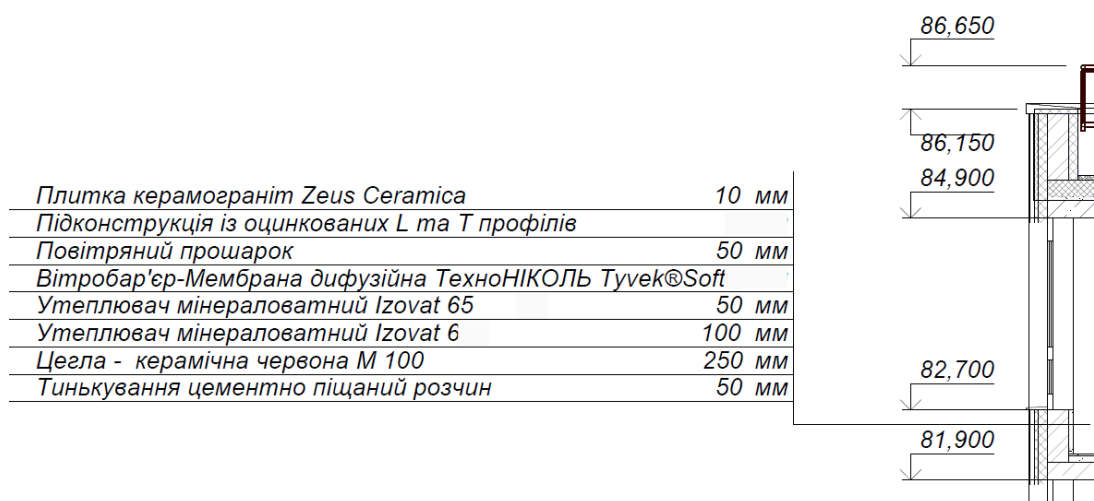


Рис. 1 Склад та структура зовнішньої стіни

Розрахункові параметри для зовнішніх стін по ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» стосовно до м. Одеса [31]:

Розрахункова температура зовнішнього повітря - мінус 22 °С

Розрахункова температура внутрішнього повітря - 20 °С

Відносна вологість внутрішнього повітря $\varphi_{в} = 60\%$

Вологісний режим приміщення нормальний

Умови експлуатації матеріалу зовнішнього огородження - Б.

Шари, що формують теплоізоляційну оболонку будівлі, мають наступні характеристики:

Табл.1.1

№ шару	Найменування шару	δ_i , м	ρ_0 , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	λ_i , Вт/м °С
1	Цегла керамічна червона	0,25	1600	0,81
2	Утеплювач мінераловатний Izovat 65	0,1	65	0,048

3	Утеплювач мінераловатний Izovat 80 fg 50	0,05	80	0,047
4	Повітряний прошарок	0,05	1,2754	0,0259
5	Плитка керамогранітна	0,01	2400	2,3

Розрахунковий опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$\begin{aligned}
 R_{\text{пр}} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3} \\
 &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,1}{0,048} + \frac{0,05}{0,047} + \frac{0,05}{0,0259} + \frac{0,01}{2,3} + \frac{1}{23} = 5,55 * 0,95 \\
 &= 5,27 \text{ м}^2\text{К/Вт}
 \end{aligned}$$

Так як умова $R_{\text{пр}} \geq R_{\text{q,min}}$ виконується, конструкція стіни відповідає нормативним вимогам з економічно доцільного опору теплопередачі.

Температура внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції:

$$t_{\text{вп}} = t_{\text{в}} - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\text{пр}} * \alpha_{\text{в}}} \right) = 20 - \left(\frac{20 - 22}{6,35 * 8,7} \right) = 19,24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температурний перепад (температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції):

$$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\text{в}} - t_{\text{вп}} = 20 - 19,24 = 0,76 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq \Delta t_{\text{ст}} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

що задовольняє нормативним вимогам.

Температура внутрішньої поверхні:

Температура внутрішньої поверхні захисної конструкції повинна бути не нижче точки роси. У житлових будинках точка роси становить: $t_{\text{min}} = 10,69^{\circ}\text{C}$. Розрахункова температура внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $t_{\text{вп}} = 19,24^{\circ}\text{C}$ перевищує мінімально допустиму $t_{\text{min}} = 10,69^{\circ}\text{C}$. Отже, прийнята конструкція зовнішньої стіни задовольняє висунутим до неї вимогам.

Покрівля



Рис. 1 Склад та структура зовнішньої стіни

Табл.1.2

№ шару	Найменування шару	δ_i , м	ρ_0 , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	λ_i , Вт/м °С
1	Залізобетон	0,2	2500	2,04
2	Полістиролбетон	0,03	300	0,11
3	Екструзійний пінополістирол	0,2	30	0,036
4	Щебінь пром.	0,05	350	0,19

Розрахунковий опір теплопередачі покрівлі:

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,03}{0,11} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{0,05}{0,19} + \frac{1}{23}$$

$$= 6,35 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Так як умова $R_{\text{пр}} \geq R_{\text{q.min}}$ виконується, конструкція покрівлі відповідає нормативним вимогам з економічно доцільного опору теплопередачі.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Розрахунку підлягає каркас будівлі з використанням ПК ЛІРА-САПР, що реалізує метод СЕ в переміщеннях. На рисунку наведена розрахункова схема будинку. Збір навантажень на елементи каркасу представлений в табл. 2.1-2.5.

2.1. Збір навантажень

Таблиця 2.1 Постійне навантаження на 1м² перекриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коеф. Надійності за призначення м	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кПа
	gn	γn	γf	g=gn· γf
Плитка Zeus Ceramica на клею Ceresit CM 117 (ρ=1900 кг/м ³ , t=20 мм)	0,37	1,05	1,3	0,505
Стяжка з цементно-піщаного розчину М 100 ρ=1800 кг/м ³ , t=80 мм)	1,41	1,05	1,3	1,92
Звукоізоляція (ρ=60 кг/м ³ , t=30 мм)	0,0018	1,05	1,3	0,002
Залізобетонна плита (ρ=2500 кг/м ³ , t=200мм) 2,5x9,81x0,02	4,905	1,05*	1,1	5,665
Всього	5,62			8,092

Коефіцієнт $\gamma_n=1,05$ згідно з ДБН В.1.2-2 2006 «Навантаження та впливи» відповідно до класу наслідків будівлі СС2 [20].

Таблиця 2.2 Тимчасове довготривале навантаження на 1м² перекриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коеф. надійності призначенням γ_n	Коеф. надійності щодо навантаження	Розрахункове навантаження кПа
Квартири житлових будинків, спальні приміщення дитячих дошкільних установ і шкіл інтернатів, житлові приміщення будинків відпочинку і пансіонатів, гуртожитків і готелів, палати лікарень і санаторіїв, тераси (за ДБН В.1.2- 2 2006)	1.5	1,05	1.3	2,05
Внутрішні перегородки, приведені до підлоги (за ДБН В.1.2- 2 2006)	0.5	1,05	1.1	0.58
Всього	2			2.63

Дані нормативного навантаження прийняті відповідно до ДБН В.1.2- 2 2006 «Навантаження і впливи» [20].

Таблиця 2.3 Навантаження на 1м.п. зовнішньої стіни.

Вид навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коеф. надійності призначенням	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження кПа
	g_n	γ_n	γ_f	$g = g_n \cdot \gamma_f$
Плитка керамограніт Zeus Ceramica (h=10 мм, $\rho=2040\text{кг/м}^3$)	0,2	1,05	1,3	0,273

Утеплювач мінераловатний Izovat 65. (h=50мм, ρ=65кг/м ³)	0,032	1,05	1,3	0,044
Цегла - керамічна червона М 100 (h=250мм, ρ=1900кг/м ³)	4,66	1,05	1,2	5,87
Утеплювач мінераловатний Izovat 65. (h=50мм, ρ=65кг/м ³)	0,032	1,05	1,3	0,044
Плитка керамограніт Zeus Ceramica (h=10 мм, ρ=20400кг/м ³)	0,2	1,05	1,3	0,273
Всього	5,124			6,504

Таблиця 2.4 Навантаження на 1м.п. внутрішньої стіни товщиною 250мм

Вид навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коеф. надійності призначенням γп	Коеф. надійності щодо навантаження γf	Розрахункове навантаження кПа
	gn	γп	γf	g=gn· γf
Штукатурка вапняно-піщана поліпшена з двох боків (h=20мм, ρ=1800кг/м ³)	0.35	1,05	1.3	0.441

Цегляна кладка на цементно-піщаному розчині ($h=250\text{мм}$, $\rho=1900\text{кг/м}^3$)	3,92	1,05	1.2	4,71
Всього	4.27			4,95

Таблиця 2.5 Постійне навантаження на 1м² покриття.

Вид навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коеф. Надійності за призначенням	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кПа
	g_n	γ_n	γ_{fn}	$g = g_n \cdot \gamma_f$
Ухилоутворююча стяжка з цементно-піщаного розчину М 100 армована сіткою Ø4 ($\rho=1800\text{ кг/м}^3$, $t=90\text{мм}$)	1,56	1,05	1,3	2,13
Геотекстиль голкопробивний теплообробний ТЕХНОНІКОЛЬ 150 ($\rho=125\text{ кг/м}^3$, $t=2,4\text{мм}$)	0,003	1,05	1,2	0,004
ЕПДМ мембрана SikaPlan 12G ($\rho=1240\text{ кг/м}^3$, $t=1,5\text{мм}$)	0,018	1,05	1,2	0,027
Ухилоутворюючий шар полістиролбетону (за проектом) ($\rho=350\text{ кг/м}^3$, $t=40\text{ мм}$)	0,14	1,05	1,3	0,191

Залізобетонна плита ($\rho=2500 \text{ кг/м}^3$, $t=200\text{мм}$) 2,5x9,81x0,02	4,905	1,05*	1,1	5,665
Всього	6,626			8,017

Таблиця 2.6 Снігове навантаження (короткочасне)

Вид навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коеф. надійності призначенням γ_p	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження кПа
Снігове навантаження для м. Одеса	1.55	1,05	1.3	2,12
Всього	1.55			2,12

Граничне розрахункове значення снігового навантаження:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1 \cdot 1550 \cdot 1 = 1550 \text{ Па} = 1,55 \text{ кПа} = 1,55 \text{ кН/м}^2;$$

$$\gamma_{fm} = 1; S_0 = 1550 \text{ Па (для м. Одеса)}$$

$$C = \mu C_e C_{alt} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$\mu = 1; C_e = 1; C_{alt} = 1.$$

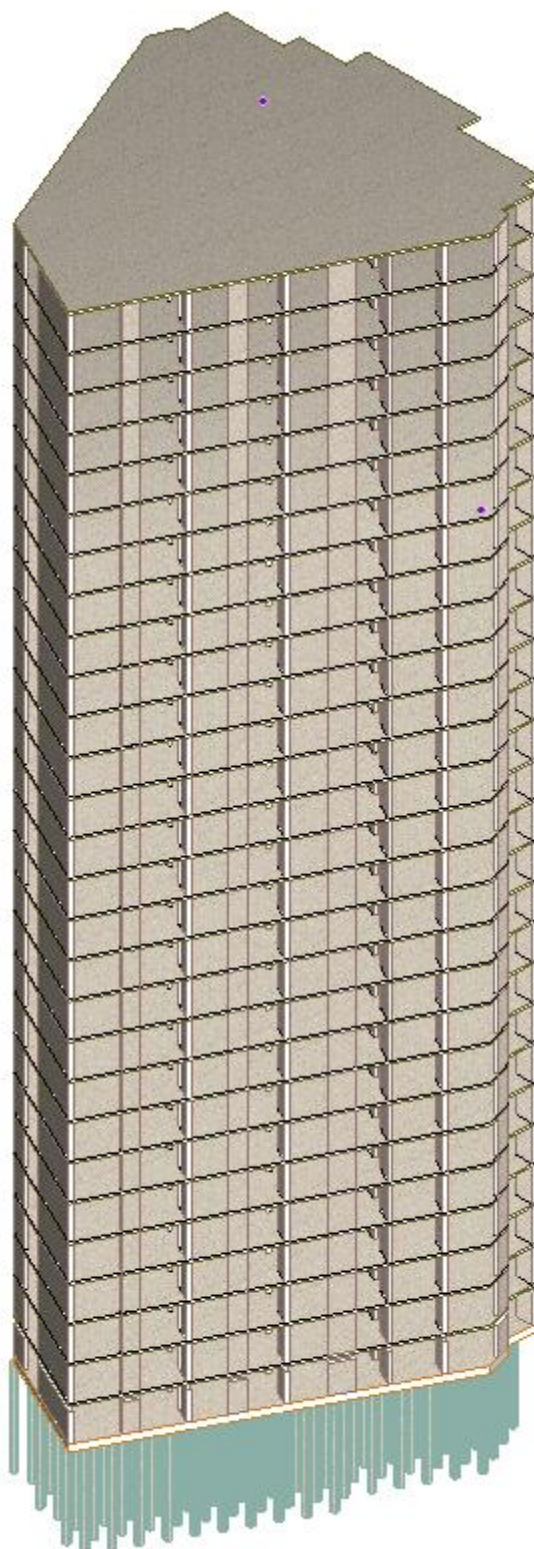


Рис.2.1 Розрахункова схема будівлі у ПК «САПФІР»

2.2. Аналіз отриманих результатів

В результаті виконаних розрахунків отримані характер розподілу напружень і

переміщень в елементах конструктивної системи, що наведений на рис. 2.2 – 2.5.

Результати розрахунку плити перекриття:

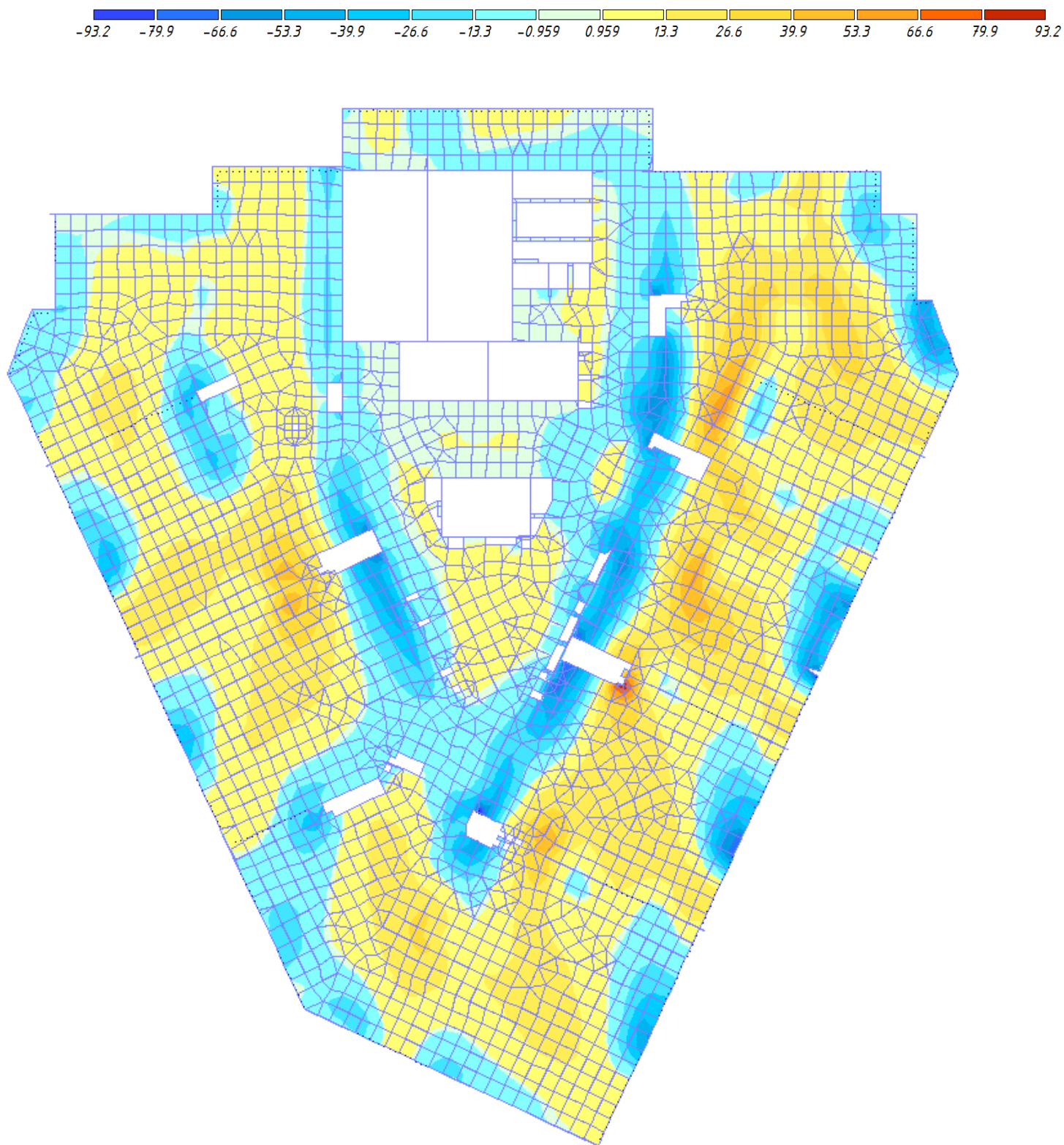


Рис. 2.2 Ізополя напружень по M_x (кНм)



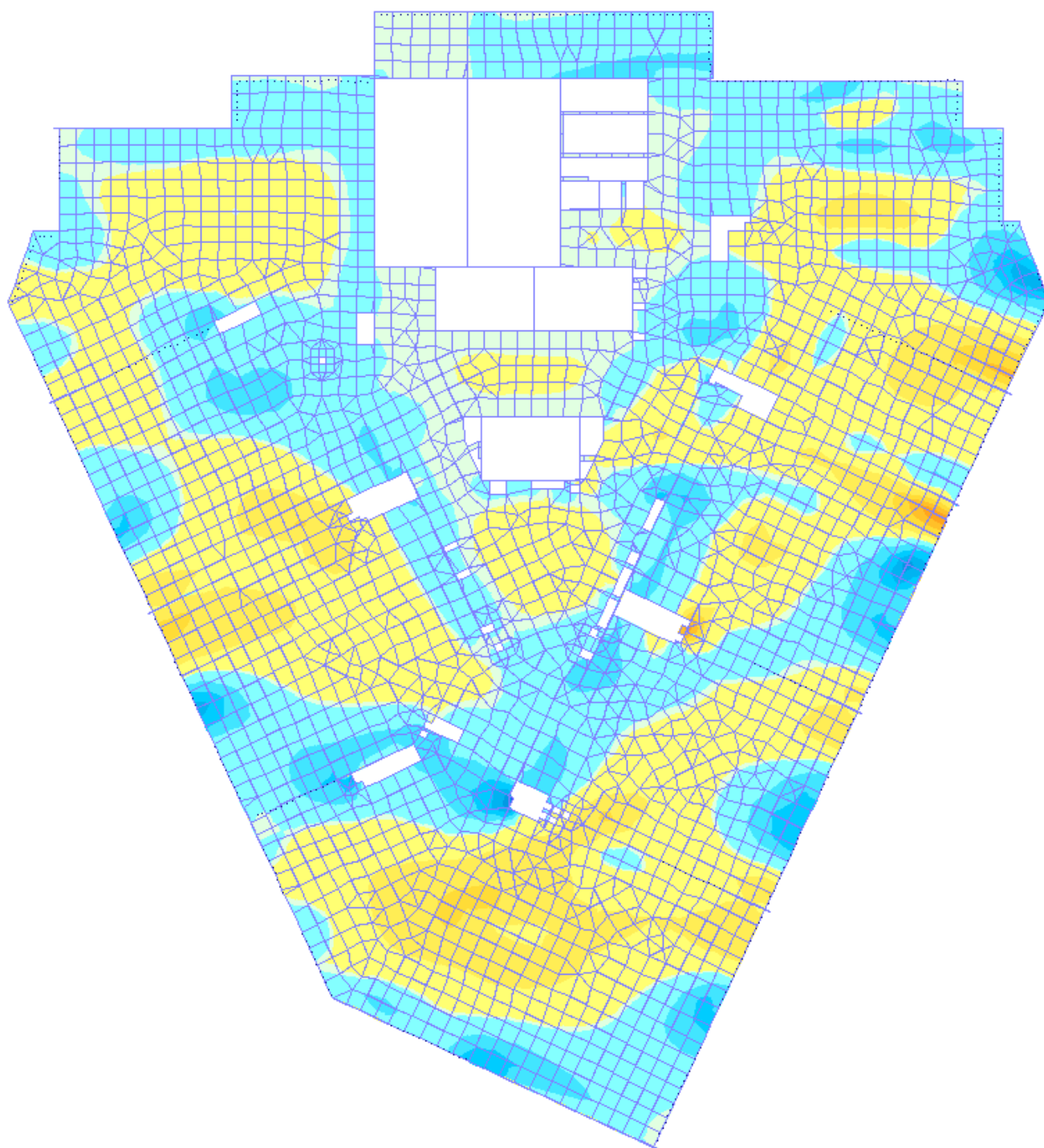
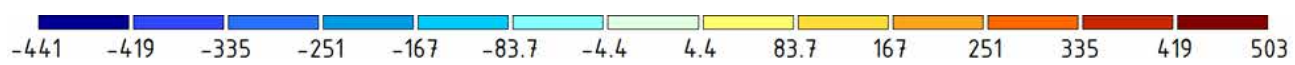


Рис. 2.3 Изополя напряжень по M_u (кНм)



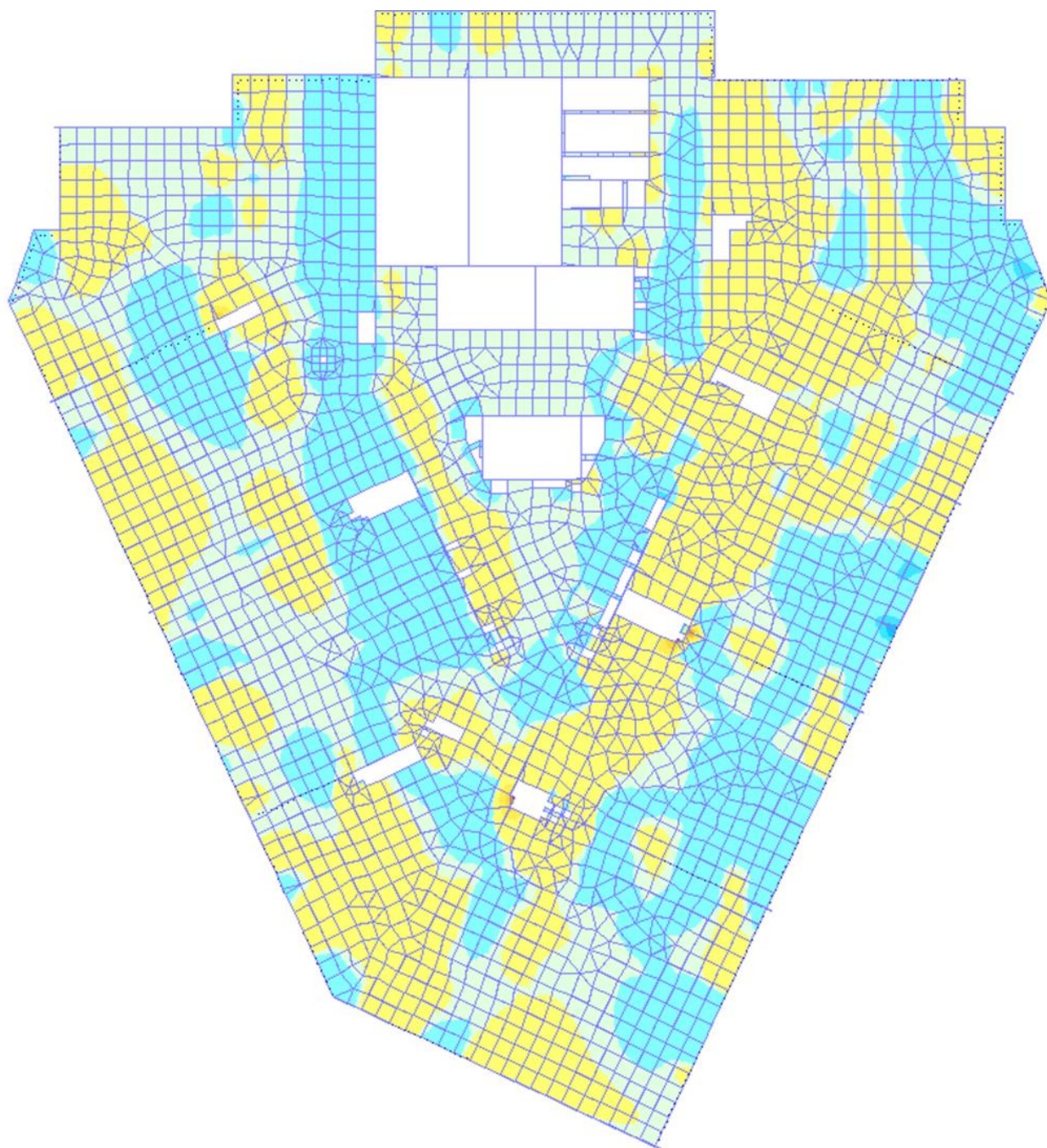
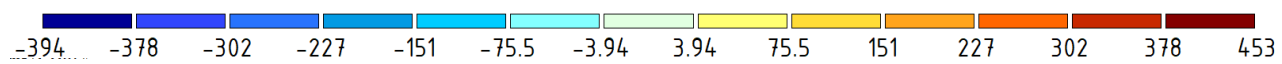


Рис. 2.4 Изополя напряжень по Q_x (кН)



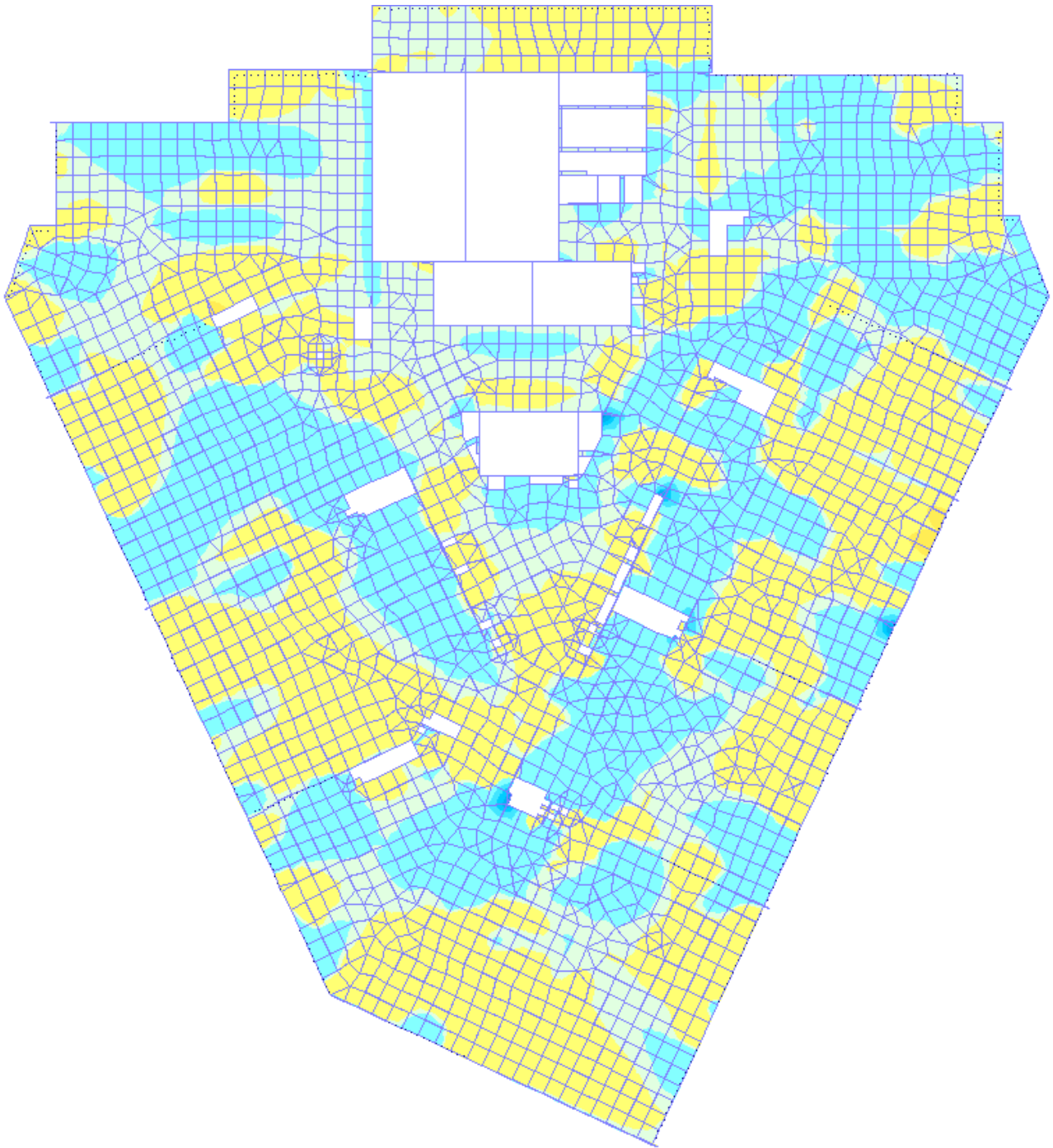


Рис. 2.5 Ізополя напружень по Q_y (кН)

2.3. Підбір арматури в плиті перекриття

Визначаємо фонову арматуру в плиті по осі X:

$$\alpha_m = \frac{M_x}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{39,9 * 10^6}{1000 * 175^2 * 17} = 0,077$$

Звідси: $\zeta = 0,96$

$$A_s = \frac{M_x}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{39,9 * 10^6}{0,96 * 175 * 435} = 545,98 \text{ мм}^2$$

Відповідно до вимог ДСТУ В.2.6-156 2010 [36] мінімальна площа арматури повинна бути не меншою ніж $0,0013bd$. $A_{s,\min} = 0,0013 * 1000 * 175 = 227,5 \text{ мм}^2$

Приймаємо $6\varnothing 12 \text{ A500C}$ з кроком 200 мм $A_s=679 \text{ мм}^2$

Визначаємо нижню додаткову арматуру в плиті по осі X:

$$\alpha_m = \frac{M_x}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{93,2 * 10^6}{1000 * 175^2 * 17} = 0,179$$

Звідси: $\zeta = 0,9$

$$A_s = \frac{M_x}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{93,2 * 10^6}{0,9 * 175 * 435} = 1360,34 \text{ мм}^2$$

$A_s=1360,34-679=681,34 \text{ мм}^2$

Приймаємо $6\varnothing 12 \text{ A500C}$ з кроком 200 мм $A_s=679 \text{ мм}^2$

Додаткову арматуру вкладаємо між стержнями фонові арматури.

Визначаємо верхню додаткову арматуру в плиті по осі X:

$$\alpha_m = \frac{M_x}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{93,2 * 10^6}{1000 * 175^2 * 17} = 0,179$$

Звідси: $\zeta = 0,9$

$$A_s = \frac{M_x}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{93,2 * 10^6}{0,9 * 175 * 435} = 1360,34 \text{ мм}^2$$

$A_s=1360,34-679=681,34 \text{ мм}^2$

Приймаємо $6\varnothing 12 \text{ A500C}$ з кроком 200 мм $A_s=679 \text{ мм}^2$

Додаткову арматуру вкладаємо між стержнями фонові арматури.

Визначаємо фонову арматуру в плиті по Y:

$$\alpha_m = \frac{M_y}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{39,3 * 10^6}{1000 * 175^2 * 17} = 0,075$$

Звідси: $\zeta = 0,961$

$$A_s = \frac{M_y}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{39,3 * 10^6}{0,961 * 175 * 435} = 537,21 \text{ мм}^2$$

Відповідно до вимог мінімальна площа арматури повинна бути не меншою ніж

0.0013bd.

$$A_{s,\min} = 0.0013 * 1000 * 175 = 227,5 \text{ мм}^2$$

Приймаємо 6Ø12 A500C з кроком 200 мм $A_s=679 \text{ мм}^2$

Визначаємо нижню додаткову арматуру в плиті по Y:

$$\alpha_m = \frac{M_y}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{96,5 * 10^6}{1000 * 175^2 * 17} = 0,185$$

Звідси: $\zeta = 0,897$

$$A_s = \frac{M_y}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{96,5 * 10^6}{0,897 * 175 * 435} = 1413 \text{ мм}^2$$

$$A_s=1413-679=734 \text{ мм}^2$$

Приймаємо 5Ø16 A500C з кроком 200 мм $A_s=769 \text{ мм}^2$

Визначаємо верхню додаткову арматуру в плиті по Y:

$$\alpha_m = \frac{M_y}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{138 * 10^6}{1000 * 175^2 * 17} = 0,265$$

Звідси: $\zeta = 0,843$

$$A_s = \frac{M_y}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{138 * 10^6}{0,843 * 175 * 435} = 2150 \text{ мм}^2$$

$$A_s=2150-679=1471 \text{ мм}^2$$

Приймаємо 5Ø20 A500C з кроком 200 мм $A_s=1571 \text{ мм}^2$

Розрахунок міцності похилих перерізів:

Розрахунок виконуємо за найбільшою поперечною силою: $V_{Ed} = 503 \text{ кН}$,

1. Робоча висота перерізу $d=200-25=175 \text{ мм}$;

$$2. \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{175}} = 2.04 > 2$$

$$3. \quad \rho = \frac{A_s}{d \cdot b_w} = \frac{2250}{175 \cdot 1000} = 0,013 < 0,02$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] d \cdot b_w = \left(\frac{0,18}{1,3} \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,013 \cdot 22)^{\frac{1}{3}} + \right.$$

$$\left. + 0,15 \cdot 0,92 \right) \cdot 1000 \cdot 470 = 462,89 < V_{Ed} = 659 \text{ кН} \quad - \quad \text{поперечна арматура}$$

встановлюється за розрахунком.

$$z=0,9 \cdot d=0,9 \cdot 175=157,5 \text{ мм}$$

Коефіцієнт зниження міцності бетону при зсуву

$$v_1=0,6 \cdot (1-f_{ck,prism}/250)=0,6 \cdot (1-22/250)=0,547$$

Визначаємо $V_{Rd,max}$ при значенні $\theta=45^\circ$

$$V_{Rd,max(45^\circ)}=a_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\text{ctg}\theta + \text{tg}\theta) = 1,25 \cdot 1000 \cdot 157,5 \cdot 0,547 \cdot 17 / (\text{ctg}45^\circ + \text{tg}45^\circ) = 915,37 \text{ кН}$$

$$V_{Ed}=659 \text{ кН} < V_{Rd,max(45^\circ)}=915,37 \text{ кН}$$

Визначаємо $V_{Rd,max}$ при значенні $\theta=21,8^\circ$

$$V_{Rd,max(21,8^\circ)}=a_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\text{ctg}\theta + \text{tg}\theta) = 1,25 \cdot 1000 \cdot 157,5 \cdot 0,547 \cdot 17 / (\text{ctg}21,8^\circ + \text{tg}21,8^\circ) = 631,3 \text{ кН}$$

$$V_{Ed}=503 \text{ кН} > V_{Rd,max(21,8^\circ)}=631,3 \text{ кН}$$

Приймаємо $\theta = 21,8^\circ$

$$A_{sw} = \frac{V_{Ed} \cdot s_w}{0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \text{ctg}\theta} = \frac{503 \cdot 10^3 \cdot 100}{0,9 \cdot 175 \cdot 10^3 \cdot 300 \cdot 2,5} = 425,8 \text{ мм}^2$$

Приймаємо $5\varnothing 12 \text{ A500C } A_{sw}=565 \text{ мм}^2$

$$s = \frac{f_{yw,d} \cdot z \cdot A_{sw} \cdot \text{ctg}\theta}{V_{Ed}} = \frac{300 \cdot 0,9 \cdot 175 \cdot 565 \cdot \text{ctg}21,8^\circ}{503000} = 132,7 \text{ мм}$$

Приймаємо $S=125 \text{ мм}$.

3. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1. Нормативні показники ґрунтів

Таблиця 3.1

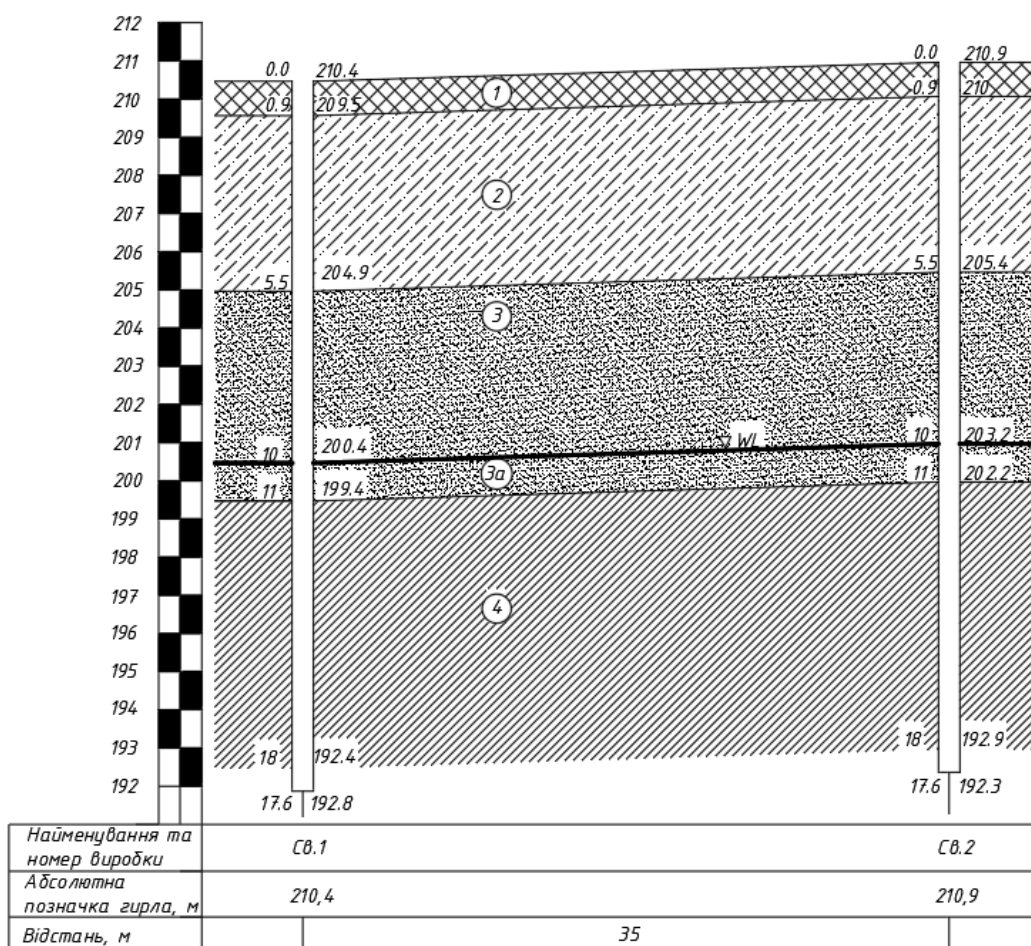
Розрахункові показники ґрунтів майданчика

№ ПЕ	Вологість W	Щільність ґрунту, т/м ³			Коеф. пористості, e	Ступінь вологості, S _r	Показник текучості, I _L	Показник пластичності, I _p	Питоме зчеплення, C, кПа	Кут внутрішнього тертя, φ	Модуль деформацій, E, МПа	Розрахунковий опір R, кПа	Примітка
		ρ	ρ _d	ρ _s									
1	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Слабкий ґрунт
2	0,17	1,74	-	2,67	0,795	0,57	-0,5	0,02	10,1	19,65	8,65	250	
3	0,1	1,67	-	2,64	0,739	0,36	-	-	0,22	28,44	19,1	300	
3a	0,1	1,67	-	2,64	0,739	1	-	-	0,22	28,44	19,1	200	
4	0,2	1,73	-	2,65	0,84	0,63	0,33	0,09	20,7	20,1	12,65	199	

№	Для II граничного стану					Для I граничного стану		
	Питом а вага, γ_{II} , кН/м ³	Питоме зчеплен ня, C_{II} , кПа	Кут внутр. Тертя, ϕ_{II} , град	Моду ль дефор м. Е, МПа	Розра хунко вий опір R_0	Питома вага, γ_I , кН/м ³	Питоме зчепле ння, C_I , кПа	Кут внутр. Тертя, ϕ_I , град
1	14,72	-	-	-	-	15,46	-	-
2	17,1	10,1	19,65	8,65	250	17,96	15,15	22,6
3	16,38	0,22	28,44	19,1	300	17,2	0,33	31,28
3а	16,38	0,22	28,44	19,1	200	17,2	0,33	31,28
4	16,97	20,7	20,1	12,65	199	17,82	31,05	23,12

Таблиця 3.2

Інженерно-геологічний розріз



-насилний ґрунт

-пісок дрібний, середньої щільності, малою ступеню водонасичення

-супісок твердий

-пісок дрібний, середньої щільності, насичений водою

-суглинок тугопластичний

3.2. Визначення глибини закладання фундаментів

3.2.1. Фундамент для підвальної частини

Визначення мінімальної глибини закладання підшви фундаменту [27].

1. За геологічними умовами:

$$d = h_{\text{сл}} + 0.5 = 0,9 + 0,5 = 1,4 \text{ м}$$

де $h_{\text{сл}}$ – товщина шару слабого ґрунту. $h_{\text{сл}} = 0,9 \text{ м}$

2. За кліматичними умовами.

При конструкції підлоги по утепленому цокольному перекриттю і температурі повітря в приміщеннях 20°C , маємо $-K_h$. Тоді розрахункова глибина промерзання:
 $d_f = K_h \times d_{fn} = 0.7 \times 0.9 = 0.63 \text{ м}$

Позначку підшви фундаменту намічаємо на 0,2 м нижче розрахункової глибини промерзання:

$$d = d_f + 0.2 \dots 0.4 = 0.63 + 0.3 = 0.93 \text{ (м)}$$

3. Глибина закладання фундаменту з гідрогеологічних умов:

$$D < d_w - h_k = 10 - 0.5 = 9.5 \text{ м де } h_k = 0.5 \text{ м.}$$

d_w – рівень ґрунтових вод (10 м).

4. За конструктивними особливостями. Оскільки є підвал, його глибина впливає на вибір глибини закладання. Висота ростверка становить 0,6 м. По ростверку має бути влаштована підлога товщиною 0,1 м.

$$\text{Тоді } d = 0.1 + 0.6 + 3.5 - 0.05 = 4.15 \text{ м}$$

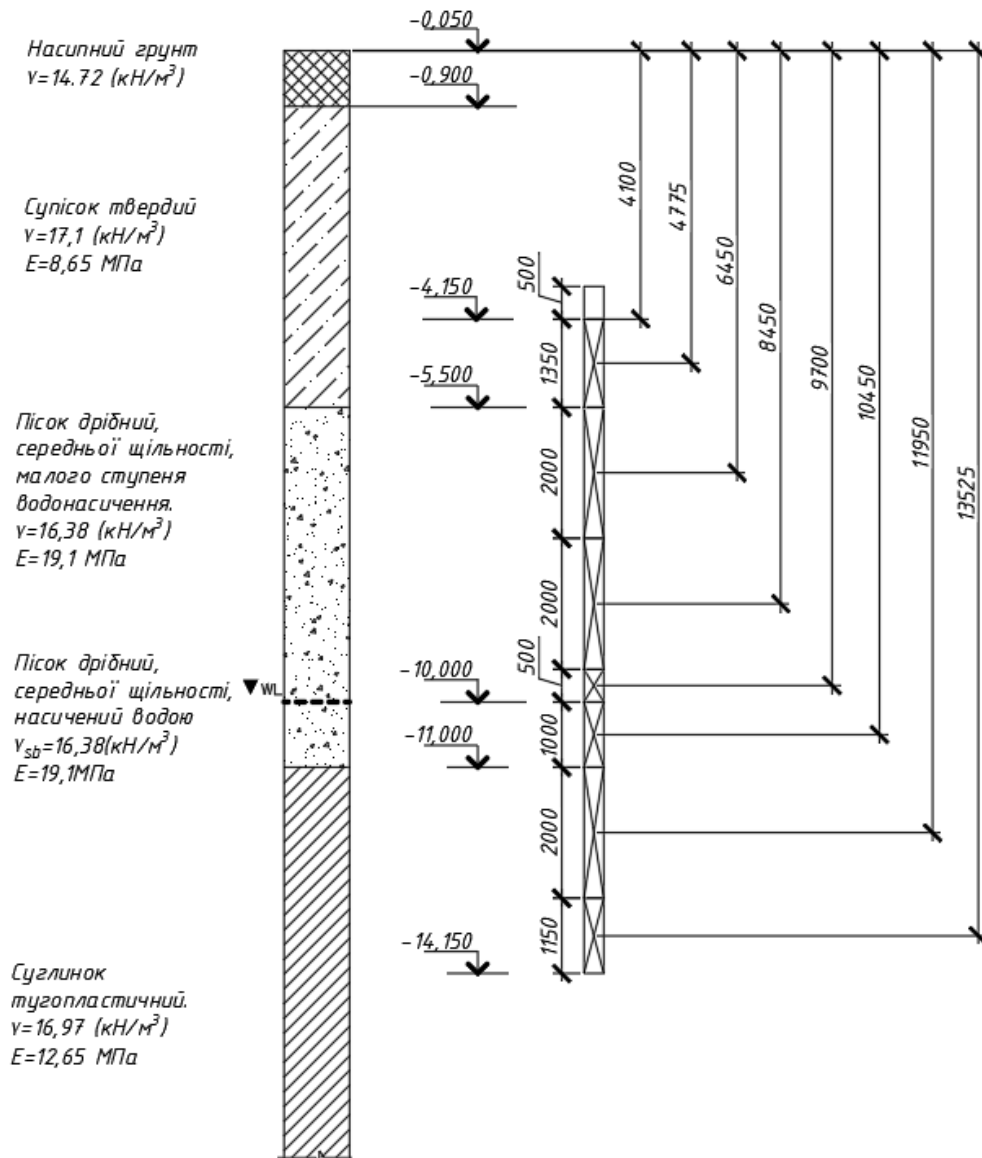
Необхідна глибина закладання фундаменту задовольняє умову

$$d < d_w - h_k = 10 - 0.5 = 9.5 \text{ м}$$

Приймаємо глибину закладання підшви фундаменту на глибині $d = 4.15 \text{ м}$ від поверхні.

3.3. Розрахунок пальових фундаментів

Визначення несучої здатності палі по ґрунту [27]



Приймаємо глибину закладання ростверку (з конструктивних вимог) $d=4,15\text{м}$;

Для розрахунку приймаємо палю довжиною $l=10\text{м}$; $d=820\text{мм}$.

Несуча здатність палі визначається за формулою [27]:

Несучу здатність по ґрунту набивних і бурових паль, а також паль-оболонки, що занурюються з видаленням ґрунту і працюють на вертикальне навантаження, визначають за формулою:

$$F_d = \gamma_C (\gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{CF} h f_i),$$

де γ_{CF} – коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі, який у всіх випадках приймається $\gamma_{CR} = 1$;

$R = 1208,6 \text{ кПа}$. – розрахунковий опір під нижнім кінцем палі;

$A=\pi \times 0,41^2=0,53 \text{ м}^2$ – площа спірання палі на ґрунт або розширення, м^2 ; γ_{Cf} – коефіцієнт умов роботи ґрунту по бічній поверхні палі, який приймається $\gamma_{\text{Cf}}=0,8$ для буронабивних пальь..

$U=2\pi R=2 \times \pi \times 0,41=2,58 \text{ м}$ – зовнішній периметр поперечного перерізу палі, м ;

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту по бічній поверхні палі, кПа ;

h_i – товщина i -го шару ґрунту, м .

Несуча здатність палі по бічній поверхні

Номер розрахункового елемента	Середня глибина шару, H_i , м	f_i	h_i	γ_{Cf}	$h_i f_i \gamma_{\text{Cf}}$, кНм
1	4,775	36,25	1,35	0,8	39,15
2	6,450	39,15	2	0,8	62,64
3	8,45	41,08	2	0,8	65,728
4	9,7	42,15	0,5	0,8	16,86
5	10,450	42,82	1	0,8	34,256
6	11,950	44,23	2	0,8	70,77
7	13,525	45,71	1,15	0,8	42,05
Разом					331,46

Отже, несуча здатність палі по ґрунту дорівнює:

$$F_d = 1 \times (1 \times 1208,6 \times 0,53 + 2,58 \times 331,46) = 1495,4 \text{ кН}$$

Гарантована несуча здатність палі складає:

$$F_{d.g.} = \frac{F_d}{\gamma_s} = \frac{1495,4}{1,4} = 1068,14 \text{ кН.}$$

Розглянемо плиту розміром $33,720 \times 30,920 \text{ м}$. Площа плити $S=669,97 \text{ м}^2$

Паля $\varnothing 820 \text{ мм}$, довжиною 10 м , заглиблену в суглинок тугопластичний до абсолютної позначки $190,40 \text{ м}$ прийнято:

$$\text{На } 1 \text{ м}^2 \text{ плити } N = 360,28 \text{ кН}$$

Кількість паль у фундаменті:

$$n_1 = \frac{N_I k_m}{F_{d.g.}} = \frac{289,652 \cdot 1,1}{1068,14} = 298,3$$

(приймаємо 293 паль та розміщуємо на мінімальній відстані $1+d=1.82$ м.

де $k_m \in 1.1$.

Розрахункове навантаження на пальовий фундамент :

$$N_I = 1,2 \times \Sigma N_{II} = 1,2 \times 241,376 = 289652 \text{ кН}$$

Розрахункове навантаження на палю в складі пального фундаменту:

$$N_{\text{сер}} = \frac{\Sigma N_I}{n} \leq F_{d.g.}$$

$$N_{\text{сер}} = \frac{298496}{293} = 1018.8 \leq F_{d.g.} = 1068.14 \text{ кН}$$

$$N = \frac{\Sigma N_I}{n} = \frac{298496}{293} = 1018.8 \text{ кН} < \frac{F_d}{\gamma_k} = 1068,14 \text{ кН}$$

Сумарне розрахункове навантаження :

$$\Sigma N_I = N_I + G_p = 289\,652 + 8844 = 298496 \text{ кН}$$

Вага ростверку:

$$G_p = A_p d_p \gamma_0 1.1 = 669,97 \times 0.6 \times 20 \times 1.1 = 8843,604 \text{ кН}$$

Мінімальна відстань між палями :

$$L_1 = \frac{F_{d.g.}}{N_I} = \frac{1068.14 \cdot 293}{289.625} = 1.080 \text{ м} < 1+d = 1+0,82 = 1.82 \text{ м}$$

–приймаємо розміщення паль в шаховому порядку на відстані 1,82м.

3.4. Розрахунок осідання пального фундаменту

Вихідні дані: Необхідно визначити осідання пального фундаменту , що має такі геометричні розміри ростверку: $b \times a = 33,72 \times 30,92$ м, глибина закладання ростверку 4.15 м, довжина палі – 10000м.

$$\alpha = \frac{\varphi_{\text{сер}}}{4} = \frac{\varphi_1 \cdot h_1 + \varphi_2 \cdot h_2 + \varphi_3 \cdot h_3}{4(h_1 + h_2)} = \frac{22,6 \cdot 1,31 + 31,8 \cdot 5,5 + 23,12 \cdot 3,15}{4(1,31 + 5,5 + 3,15)} = 6,96^\circ$$

$$a = \operatorname{tg} \alpha \cdot l = 10 \cdot \operatorname{tg} 6,96 = 1,22(\text{м})$$

$$b = a \cdot 2 + c = 1,22 \cdot 2 + 28,450 = 30,89(\text{м})$$

Визначаємо товщину елементарного шару:

$$h_1 = 0,4b = 0,4 \cdot 30,89 = 12,33(\text{м})$$

Визначення додаткового тиску на основу:

$$\sigma_{zp0} = \frac{\sum N}{A} = \frac{241,376}{669,97} = 370,05 \text{кПа}$$

$$\sum N = N + N_n + N_r = 241376 + 6548,7 = 5464,8(\text{кПа})$$

$$N_{\Pi} + N_{\Gamma} = 30,89 \times 10,6 \times 20 = 6548,7 \text{ (кПа)}$$

Визначення напруження від власної ваги на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zg,0} = \gamma_1 \cdot h_1 + \dots + \gamma_n \cdot h_n + \gamma_w \cdot h_w = 1,35 \cdot 18,65 + 5,5 \cdot 16,38 + 1 \cdot 10 + 3,15 \cdot 16,97 = 178,72 \text{ кПа};$$

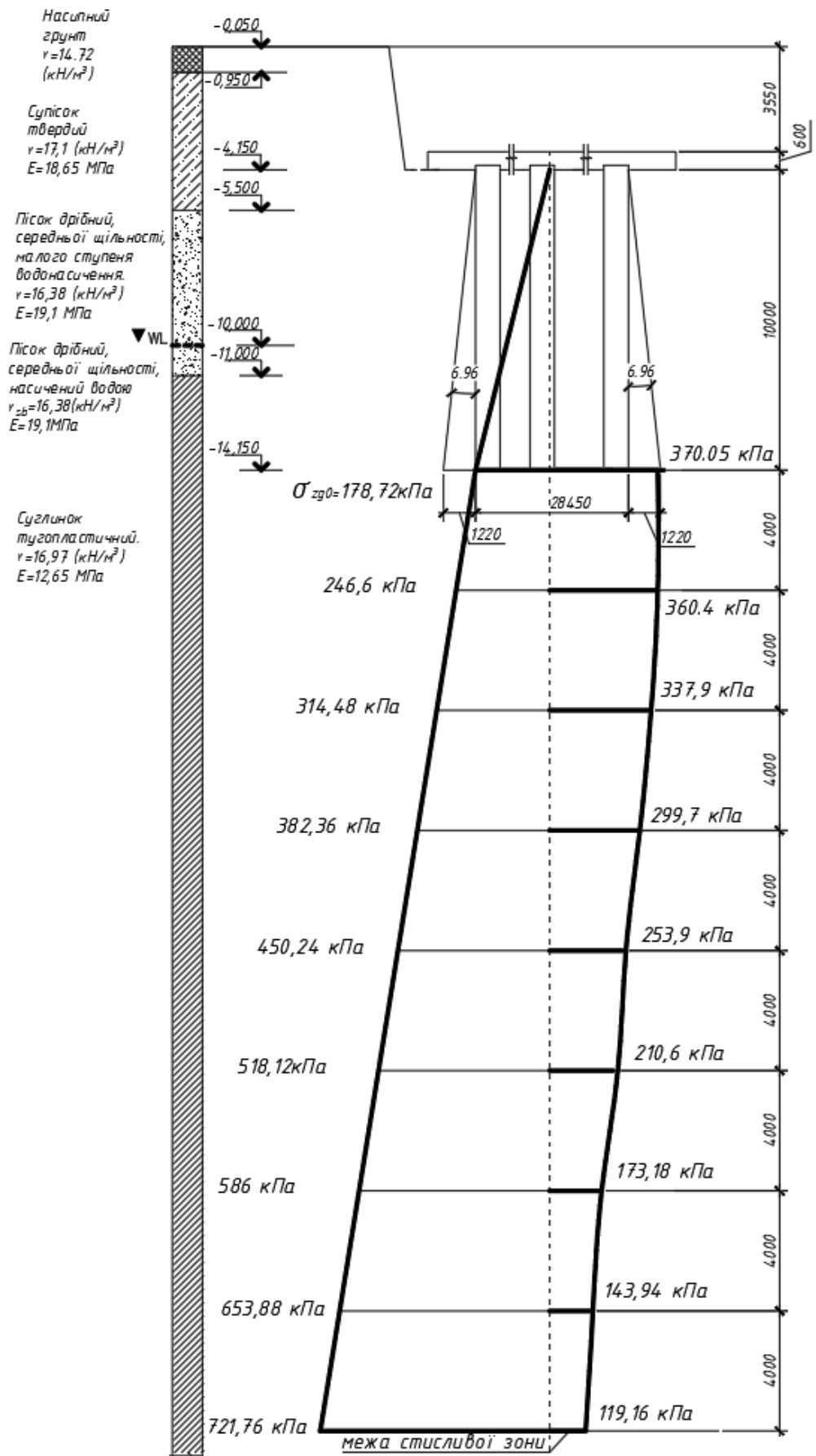
№ точки	Глибина точки, z_i , м	$\xi = 2z/b$	α_i	$\sigma_{zg,i}$, кПа	$\sigma_{zp,i} = \sigma_{zp,0} \alpha_i$, кПа	$\sigma_{zp,сер,i}$, кПа	E_i , кПа	h_i , см	Осідання шару, S_i , см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0.000	1.0000	178.720	370.050	365.239	12650	4	0.0207
1	4	0.259	0.9740	246.600	360.429				
2	8	0.517	0.9130	314.480	337.856	349.142	12650	4	0.0201
3	12	0.776	0.8100	382.360	299.741	276.797	12650	4	0.0167
4	16	1.035	0.6860	450.240	253.854				

5	20	1.294	0.5690	518.120	210.558				
						191.871	12650	4	0.0118
6	24	1.552	0.4680	586.000	173.183				
						158.566	12650	4	0.0097
7	28	1.811	0.3890	653.880	143.949				
						131.553	12650	4	0.0080
8	32	2.070	0.3220	721.760	119.156	$\Sigma S_i = 12,71$ см < $s_u = 15$ см			

Межа стисливої зони знаходиться в точці 8:

$$\sigma_{zp} = 119,16 \text{ кПа} < 0,2\sigma_{zg} = 721,76 * 0,2 = 144,35 \text{ кПа}$$

Схема осідання фундаменту



4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА УТЕПЛЕННЯ ФАСАДУ

4.2. Загальні положення та область застосування

Технологічна карта розроблена для виконання робіт з улаштування вентилязованого фасаду з теплоізоляцією мінераловатними плитами та облицюванням фасадними металевими касетами на 28-поверховому житловому будинку. Система призначена для підвищення енергоефективності будівлі, захисту огорожувальних конструкцій від атмосферних впливів, а також забезпечення архітектурної виразності фасадів.

Область застосування карти – будівлі висотою понад 26 поверхів з монолітним або збірно-монолітним залізобетонним каркасом, де роботи виконуються з підвісних фасадних люльок. Тип утеплювача – негорючі мінераловатні плити щільністю не менше 80 кг/м³, товщиною 150 мм. Кріплення – кронштейнова підсистема з металевих оцинкованих профілів з вентиляваним повітряним прошарком.

Розрахункова площа утеплення фасаду прийнята $F_{ут} = 6300 \text{ м}^2$ (згідно креслень).

4.3. Склад та зміст робіт

Комплекс робіт з улаштування вентилязованого фасаду включає такі основні процеси:

1. Підготовка фасадної поверхні:

- очищення огорожувальних конструкцій від пилу, напливів розчину, відшарованих ділянок;
- локальне вирівнювання дефектних зон розчином;
- перевірка вертикальності й площинності фасаду, винесення контрольних осей;
- нанесення розмітки під кронштейни, шви касет, горизонтальні пояси.

2. Монтаж кронштейнів:

- розмітка точок кріплення згідно з розкладкою підсистеми;
- свердління отворів у несучих конструкціях, очищення отворів;

- встановлення анкерних дюбелів і монтаж кронштейнів з регулюванням виносу.
3. Улаштування направляючих профілів:
- монтаж вертикальних стояків до кронштейнів з контролем вертикальності;
 - установлення горизонтальних (при необхідності) добірних профілів;
 - перевірка площинності фасадної площини та зазорів для вентиляованого прошарку.
4. Монтаж теплоізоляції:
- укладання мінераловатних плит у шаховому порядку;
 - механічне кріплення утеплювача тарілчастими дюбелями (не менше 5 шт/м²);
 - герметизація стиків, виключення «містків холоду»;
 - при необхідності – влаштування вітрозахисної мембрани.
5. Монтаж фасадних касет:
- навішування стартових елементів та перших рядів касет;
 - монтаж наступних рядів з контролем горизонтальності, вертикальності та ширини швів;
 - улаштування кутових, добірних, парапетних елементів, оформлення укосів.
6. Влаштування примикань та відливів:
- монтаж металевих відливів у нижній частині прорізів;
 - виконання примикань до віконних блоків, дверей, балконних плит;
 - герметизація стиків поліетиленовим шнуром і еластичним герметиком.
7. Прибирання робочого місця та контроль якості:
- очищення фасаду від будівельного сміття;
 - огляд прихованих робіт, оформлення актів;
 - передача ділянки під експлуатацію.

4.4. Організація та механізація робіт

Фасад поділяється на захватки за осями будівлі та по висоті будинку. Роботи виконуються з підвісних фасадних люльок типу ZLP-500, які переставляються по мірі

завершення робіт на суміжних ділянках. Для забезпечення безперервності процесу доцільно одночасно працювати на 2–3 люльках.

Роботи ведуться у дві зміни (за умови достатнього освітлення та дотримання вимог охорони праці):

- перша зміна – підготовка поверхні, монтаж кронштейнів, профілів і утеплювача;
- друга зміна – монтаж касет, вузлів примикань, герметизація.

4.5. Склад комплексної бригади

Приймаємо комплексну бригаду:

- Монтажники з утеплення фасадів IV розряду – 6 чол.
- Монтажники III розряду – 2 чол.
- Машиніст фасадної люльки – 1 чол. (по сумісництву з монтажником).

Загальна чисельність основної бригади, що працює на фасаді: **8 осіб**.

4.6. Вимоги з охорони праці та безпеки робіт

- Роботи на висоті дозволяється виконувати тільки працівникам, які пройшли спеціальне навчання та інструктаж.
- Усі монтажники повинні бути забезпечені запобіжними поясами, касками, спецодягом, неслизьким взуттям.
- Перед кожною зміною проводиться огляд підвісних люльок, канатів, кріплень до даху.
- Забороняється одночасне перебування в люльці більшої кількості людей, ніж передбачено паспортом.
- Під люльками організовуються небезпечні зони з сигнальними огорожами й попереджувальними знаками.
- Електроінструмент має бути заземленим, з цілими кабелями та справною ізоляцією.

4.7. Техніко-економічні показники

Згідно з техкартою:

- Об'єм робіт: 6300 м² утеплення;
- Тривалість робіт: 39 днів;
- Нормативні трудові витрати: 2325,8 люд.-змін;
- Прийняті трудові витрати: 2340 люд.-змін.

Ці значення відповідають роботам на одну захватку та визначають продуктивність бригад і тривалість будівельного циклу на фасаді.

4.8. Контроль якості виконання робіт

Контроль здійснюється на всіх етапах:

- **Підготовка основи:** перевірка міцності й цілісності стін, відсутність відшарувань і висолів, дотримання допусків за ДБН.
- **Кронштейни та профілі:** перевірка глибини та діаметра отворів, моменту затягування анкерів, вертикальності й горизонтальності профілів, відповідності проєктній розкладці.
- **Утеплювач:** відсутність зазорів > 2–3 мм, правильна кількість дюбелів, відсутність просідань та деформацій.
- **Касети:** рівність швів, відсутність вм'ятин та пошкоджень покриття, дотримання вентиляваного зазору, якість вузлів примикань.

Результати контролю фіксуються в журналах робіт і актах огляду прихованих робіт.

4.9. Розрахунок потреби в матеріалах, машинах і робочій силі

4.9.1. Потреба в основних матеріалах

Приймаємо:

- товщина теплоізоляції $t = 0,15$ м;
- щільність утеплювача $\rho = 80$ кг/м³;
- витрата тарілчастих дюбелів – 5 шт/м²;
- середня витрата фасадних кронштейнів – 1,3 шт/м².

Розрахунок:

- Маса утеплювача на 1 м²:
- $G_1 = \rho \cdot t = 80 \cdot 0,15 = 12 \text{ кг/м}^2$.
- Загальна маса утеплювача:
- $G = G_1 \cdot F_{\text{ут}} = 12 \cdot 6300 = 75\,600 \text{ кг} \approx 75,6 \text{ т}$.
- Кількість дюбелів:
- $N_d = 5 \cdot 6300 = 31\,500 \text{ шт}$.
- Кількість кронштейнів:
- $N_{\text{кр}} = 1,3 \cdot 6300 \approx 8\,190 \text{ шт}$.

Узагальнено – в таблиці.

Табл. 4.1 Потреба в основних матеріалах

№	Найменування	Одиниця виміру	Питома витрата	Обсяг робіт	Загальна кількість
1	Мінераловатні плити 150 мм	т	0,012 т/м ²	6300 м ²	75,6 т
2	Фасадні металеві касети	м ²	1,0 м ² /м ²	6300 м ²	6300 м ²
3	Тарілчасті дюбелі	шт	5 шт/м ²	6300 м ²	31 500 шт
4	Кронштейни фасадні	шт	1,3 шт/м ²	6300 м ²	8 190 шт
5	Самонарізи/заклепки для касет	шт	8 шт/м ²	6300 м ²	50 400 шт
6	Герметик + поліетиленовий шнур	м пог.	0,6 м/м ²	6300 м ²	3 780 м

4.9.2. Потреба в машинах та механізмах

Приймаємо продуктивність однієї люльки ZLP-500 з екіпажем 2 монтажники – приблизно 80 м² фасаду за зміну при повному технологічному циклі.

- Необхідна змінна продуктивність за фасадом:

$$Q_{зм} = \frac{F_{ут}}{T_{заг}},$$

де $T_{заг}$ – кількість змін, яку ми плануємо. Припустимо, тривалість робіт – 40 змін:

$$Q_{зм} = 6300/40 = 157,5 \text{ м}^2/\text{зміну}.$$

- Потрібна кількість люльок:

$$n_{л} = \frac{Q_{зм}}{80} \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо **2 підвісні люльки ZLP-500**, які працюють паралельно.

Додаткове обладнання:

- 2 перфоратори для свердління отворів;
- 2 шурупокрути для кріплення профілів і касет;
- 1 кутова шліфмашина («болгарка») для різання металу;
- 1 лазерний нівелір для контролю геометрії;
- 1 автотранспортувач/підіймач (за потреби) для подачі матеріалів.

Таблиця 4.2 – Потреба в основних машинах та інструментах

№	Найменування механізму / інструменту	Кількість, шт	Примітка
1	Підвісна люлька ZLP-500	2	Робота на фасаді, 2 зміни
2	Перфоратор електричний	2	Свердління отворів під анкери
3	Шурупокрут акумуляторний	2	Кріплення профілів і касет
4	Кутова шліфмашина	1	Різання металу
5	Лазерний нівелір	1	Винос осей, контроль площинності
6	Навантажувач / підіймач	1	Подача матеріалів до місця робіт

4.10. Розрахунок потреби в робочій силі та трудовитрат

Для розрахунку трудомісткості приймаємо питоми норми часу на 1 м² фасаду:

- Підготовка основи – 0,15 люд.-год/м²
- Монтаж кронштейнів – 0,25 люд.-год/м²
- Монтаж направляючих профілів – 0,20 люд.-год/м²
- Монтаж утеплювача – 0,25 люд.-год/м²
- Монтаж касет та добірних елементів – 0,30 люд.-год/м²

Розрахунок трудомісткості:

$$T_i = q_i \cdot F_{\text{ут}}$$

Таблиця 4.3 – Розрахунок трудомісткості процесів

№	Процес	Питома норма, люд.-год/м ²	Площа, м ²	Трудомісткість, люд.-год
1	Підготовка основи	0,15	6300	945
2	Монтаж кронштейнів	0,25	6300	1 575
3	Монтаж направляючих профілів	0,20	6300	1 260
4	Монтаж утеплювача	0,25	6300	1 575
5	Монтаж фасадних касет і добірних елементів	0,30	6300	1 890
	Разом			7 245

Загальна трудомісткість комплексу робіт:

$$T_{\Sigma} = 7\,245 \text{ люд.-год.}$$

Кількість людино-змін при 8-годинній зміні:

$$N_{\text{л-зм}} = \frac{T_{\Sigma}}{8} = \frac{7\,245}{8} \approx 906 \text{ люд.-зм.}$$

За наявності комплексної бригади в складі 8 осіб кількість змін роботи бригади:

$$N_{\text{зм бриг}} = \frac{T_{\Sigma}}{8 \cdot 8} = \frac{7\,245}{64} \approx 113 \text{ змін.}$$

Це відповідає орієнтовній тривалості робіт близько 2 місяців при 2-змінному режимі.

4.11. Калькуляція витрат праці та заробітної плати

4.11.1. Вихідні дані

Приймаємо:

- 70 % трудовитрат виконують монтажники IV розряду;
- 30 % – монтажники III розряду;
- тарифна ставка IV розряду – 70 грн/год;
- тарифна ставка III розряду – 60 грн/год;
- коефіцієнт доплат і премій $K_d = 1,2$ (20 % доплат).

Розподіл трудовитрат:

$$T_{IV} = 0,7 \cdot 7\,245 = 5\,071,5 \text{ люд.-год,}$$

$$T_{III} = 0,3 \cdot 7\,245 = 2\,173,5 \text{ люд.-год.}$$

Фонд основної заробітної плати:

$$З_{IV} = T_{IV} \cdot 70 = 5\,071,5 \cdot 70 = 355\,005 \text{ грн,}$$

$$З_{III} = T_{III} \cdot 60 = 2\,173,5 \cdot 60 = 130\,410 \text{ грн.}$$

Разом основна заробітна плата:

$$З_{осн} = 355\,005 + 130\,410 = 485\,415 \text{ грн.}$$

Нарахована заробітна плата з урахуванням доплат і премій:

$$З_{нар} = З_{осн} \cdot K_d = 485\,415 \cdot 1,2 \approx 582\,500 \text{ грн.}$$

4.12. Узагальнена калькуляція

Таблиця 7.1 – Калькуляція витрат праці та заробітної плати

Категорія працівників	Частка трудовитрат	Трудомісткість, люд.-год	Тарифна ставка, грн/год	Основна ЗП, грн
Монтажники IV розряду	70 %	5 071,5	70	355 005
Монтажники III розряду	30 %	2 173,5	60	130 410
Разом основна ЗП		7 245		485 415
Разом з доплатами (Кд = 1,2)				≈ 582 500

Отримані значення можуть бути використані для формування локального кошторису на виконання робіт з утеплення фасаду та для обґрунтування вибору чисельності бригади й організації змінності.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

5.1. Характеристика об'ємно-планувальних та конструктивних рішень об'єкта

Згідно з проектним рішенням передбачається будівництво 28-и поверхового житлового комплексу, що складається з 4-ох житлових секцій, стилобату та підземного паркінгу. Так як всі чотири секції є типовими, до розгляду представлена одна з них, а саме – секція №1.

Висота підземного паркінгу до низу ригеля складає 2,45 і 2,7 м; до низу перекриття – 3,05 м.

Висота першого поверху до низу ригеля – 3,95 м; до низу перекриття – 4,3м.

Висота поверхів з 2-го по 28-ий – 2,7 м.

Висота будівлі від відм. 0,000 – 88,1 м.

Будинок виконано в монолітному каркасі, заповнення стін – цегла.

Конструкція зовнішніх стін складається з цегли товщиною 250 мм з вентиляованою фасадною системою, зовнішня поверхня – керамічна плитка.

Всі комунікаційні шахти виконуються із звичайної глиняної повнотілої цегли.

Сходи – збірні залізобетонні.

Покрівля основної будівлі – бітумна.

Вітражні системи – алюмінієва фасадна система, заповнена двокамерним склопакетом.

Водовідвід - організований внутрішній з обігрівом.

Огороджувальні конструкції, що контактують з ґрунтом, захищені від ґрунтової вологи шляхом розміщення в стінах зовнішніх та внутрішніх вище вимощення будинку, а також нижче рівня підлоги підвального поверху горизонтальної гідроізоляції, а в підземній частині стін - вертикальної гідроізоляції. Зовнішні стіни конструкцій, що контактують з ґрунтом, утеплюються на глибину 1 м нижче поверхні ґрунту та на 0,3 м вище рівня землі. Товщина утеплення – 100 мм.

5.2. Умови будівництва

- ◆ район будівництва об'єкта – місто Одеса;
- ◆ існуючий рельєф місцевості такий, що вже склався, яскраво виражений;
- ◆ потреба в енергоресурсах і воді на період будівництва за даними замовника забезпечується за рахунок: підключення тимчасових мереж водопроводу - до проектованої мережі водопроводу, виконаної до початку будівництва; підключення тимчасових мереж електропостачання - до існуючих мереж електропостачання; подання стислого повітря - від пересувних компресорів; кисень і ацетилен доставляється автотранспортом у балонах;
- ◆ доставка матеріалів, конструкцій, виробів, устаткування на майданчик будівництва робиться автотранспортом по мережі існуючих автомобільних доріг;
- ◆ для складування конструкцій та матеріалів в зоні монтажу передбачені відкриті майданчики складування;
- ◆ За даними замовника:
 - а) продукція діючих виробничих підприємств повністю забезпечує покриття потреби в матеріалах, конструкціях, виробах і устаткуванні;
 - обмежених умов складування матеріалів на будівельному майданчику для нормального забезпечення матеріалами робочих місць;
 - розгалуженій мережі існуючих комунікацій що підлягають перекладанню.

Внутрішньо-майданчикові підготовчі роботи

- Виконати демонтаж нежитлових та житлових споруд, покриттів передбачених розділом ГП.
- Встановити щит з планом будівництва і схемою руху автотранспорту на період виробництва будівельно-монтажних робіт.
- Встановити захисно-охоронне обгороджування заввишки Н=2м згідно з вимогами ГОСТ 23407-78 і знаки безпеки по ГОСТ12.4.026-76*.

- Виконати тимчасові дороги для проходу автотранспорту по будівельному майданчику і роботи вантажопідйомного крану з відсипанням шлаком товщою 200мм і майданчики для очищення коліс від бруду.

- Встановити на території будівельного майданчика пожежний щит з комплектом первинних засобів пожежогашінні згідно з Додатком 2 НАПБ А.01.001-2004 "Правила пожежної безпеки в Україні".

- Забезпечити побутові приміщення для будівельників аптечками з набором медикаментів і засобів первинної долікарської допомоги.

Земляні роботи

До розробки котловану приступити тільки після винесення існуючих інженерних мереж.

До початку розробки котловану мають бути виконані наступні роботи:

- Розбивка вісей будівлі;
- Розбивка (розмітка) котловану;
- Зрізання рослинного шару ґрунту та складування для подальшої рекультивації;

- Винос існуючих інженерних мереж та комунікацій за межі котловану, з визиванням представників експлуатуючих організацій;

- Влаштування котловану;
- Огородження котловану (у необхідних випадках);
- Влаштування тимчасових під'їзних шляхів до котловану, при розробці розділу ПВР.

Проектом передбачено пальову основу з буронабивних паль $\varnothing 820$ мм, довжиною $L=10,0$ м.

За способом заглиблення в ґрунт палі - бурові. Бетонування паль виконувати в обсадних трубах, для запобігання обвалення свердловин.

При виробництві пальових робіт повинні виконуватися вимоги ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і спорудження фундаментів» (СНиП 3.02.01-87, MOD).

При розробці котловану механізованим способом слід передбачити недобор ґрунту до проектної відмітки, товщина недобору ґрунту для землерийних машин - 150 мм. Після чого виконати підчистку дна котловану ручними механізмами.

Котлован обмежити від попадання атмосферних вод з навколишньої території влаштуванням захисного валу висотою 300 мм, що не допускає потрапляння в котлован поверхневих вод.

Зворотна засипка пазах ґрунтом і його ущільнення повинні виконуватися із забезпеченням збереження гідроізоляції фундаментів і стін підвалів, а також розташованих поряд підземних комунікацій.

Під час проведення земляних робіт суворо виконувати вказівки ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 "Настанова щодо проведення земляних робіт та влаштування основ і спорудження фундаментів".

Бетонні роботи

Транспортування бетонної суміші на будівельний майданчик здійснювати автобетонозмішувачами АБС- 9, що забезпечують збереження заданих властивостей бетонної суміші, відповідно до графіку постачання. Забороняється додавати воду на місці укладання бетонної суміші для збільшення її рухливості.

Подання бетонної суміші в опалубку здійснювати вантажопідйомним краном у бункерах переносних місткістю 0,5м³ по ГОСТ 21807-76* "Бункерів (бадьї) переносні місткістю до 2м³ для бетонної суміші. Загальні

технічні умови". Ущільнення бетонної суміші робити електричними глибинними вібраторами ИВ-47Б і ИВ- 113; поверхневими вібраторами ИВ-91А; віброрейкою завдовжки 3м.

Перед бетонуванням поверхні мають бути очищені від сміття, бруду, олій, цементної плівки та ін. Безпосередньо перед укладанням бетонної суміші очищені поверхні мають бути промиті водою і просушені струменем повітря.

Бетонні суміші слід укладати у бетоновані конструкції горизонтальними шарами однакової товщини без розривів, з послідовним направленням укладання в один бік в усіх шарах.

При ущільненні бетонної суміші не допускається опирання вібраторів на арматуру і заставні вироби, тяжи і інші елементи кріплення опалубки. Глибина занурення глибинного вібратора у бетонну суміш повинна забезпечувати поглиблення його в раніше укладений шар на 5-10см.

5.3. Розрахунок нормативної тривалості будівництва

Нормативна тривалість зведення житлового монолітно-каркасного будинку в м. Одесі, загальна площа якого становить 20623 м² визначається за ДСТУ Б А.3.1-22:2013.

$$T_b = (T_c \cdot K_1 \cdot K_2) / K_3 = (15 \cdot 2,27 \cdot 1,1) / 1,1 = 34,05 \text{ місяців, де}$$

$T_c = 15$ – усереднений показник тривалості будівництва для 25-ти поверхових житлових будинків площею до 18000м², згідно з Додатком А ДСТУ Б А.3.1-22:2013;

$$K_1 = K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,88 = 2,27, \text{ де}$$

$$K_{13} = 1 + (P_1 + P_2 + P_3) = 1 + (0,48 + 0,15 + 0,25) = 1,88$$

$P_1 = 0,48$ за наявності поблизу будівельного майданчика існуючих будівель і споруд, що створюють обмеження для виконання робіт по вертикалі та горизонталі.

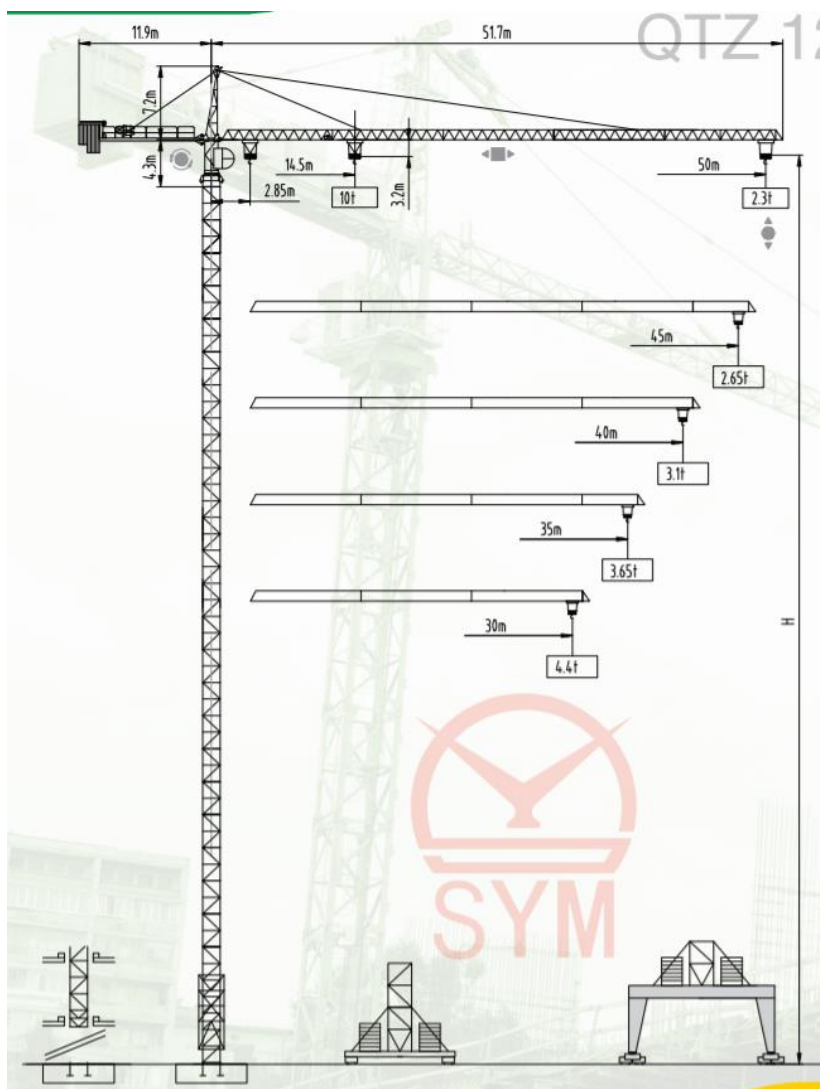
$P_2 = 0,15$, при наявності на території будівельного майданчика інженерних мереж.

$P_3 = 0,25$ при інтенсивному русі транспорту та пішоходів поблизу місця проведення робіт.

$$K_2 = 1,1 \text{ для палевого фундаменту.}$$

$$K_3 = 1,1 \text{ при роботі у дві зміни.}$$

5.4. Вибір основних монтажних механізмів



Для виконання робіт з монтажу опалубки та армування залізобетонних конструкцій обираємо баштовий кран F0/23B з такими вантажними характеристиками:

$$L = 35 \text{ м}; Q = 3,65 \text{ т}; H_{\text{max}} = 95,8 \text{ м}.$$

5.5. Визначення основних зон впливу баштового крану

Монтажна зона є потенційно небезпечною і дорівнює контуру будівлі плюс 10 м для будівель висотою більше 20 м (згідно ДБН А.3.2.2-2009). Для проходу людей в будівлі передбачено пішохідні зони, обладнані навісами шириною 2 м, ухилом 70-75 град. Складування матеріалів забороняється.

Робоча зона крана визначена за радіусом найбільшого вильоту стріли, тобто 35 м.

Небезпечна зона монтажу конструкцій:

Арматура	2,06 т	6	12,36	0,9	13,73	5x3	Навіс
Цегла	14,35 тис.шт	4	57,4	0,6	96	10x10	Відкритий
Збірні з/б конструкції	11,44 м3	4	45,76	0,7	65,4	8x8	Відкритий
Віконне скло	214,5 м2	6	1287	150	8,6	3x3	Навіс

Окрім розрахованих складських приміщень, що наведені в табл., передбачається спорудження приміщення з метою зберігання інструменту, оскільки планована чисельність робітників на будмайданчику перевищує 35 чол. Розміри такого приміщення /кладової/ приймаються рівними 3x6 м.

5.8. Проектування транспортних комунікацій

Внутрішні транспортні комунікації (автошляхи, пішохідні траси, тротуари) на території будмайданчику облаштовуються з метою забезпечення ефективної роботи підйомно-транспортних і монтажних машин, агрегатів та установок для технологічного обслуговування будівельно-монтажних робіт, організації тимчасового зберігання обладнання, конструкцій та інших виробів, що надходять на будівництво, а також для забезпечення надійного й безпечного проходу працівників до місць виконання робіт, підсобних будівель та споруд.

Внутрішні тимчасові автошляхи проектуються з максимальним використанням трас проєктованих постійних доріг. Проектування здійснене лише для магістральних доріг. Кількість смуг руху встановлюється виходячи з максимального річного обсягу робіт, що виконуються по об'єкту, а саме: проектуються односмугові дороги шириною 6,0 м. З метою забезпечення можливості маневрування та стоянки автотранспорту по трасі доріг встановлюються кармани. Усі радіуси заокруглення доріг у плані приймаються 12 м. З метою забезпечення можливості перевезення довгомірних конструкцій проектується розширення проїздів у межах кривих до 7 м.

Тимчасові дороги проектуються зі збірних залізобетонних плит, тротуари - шлакові.

Усі рішення щодо трас доріг, тротуарів, місць розташування карманів і в'їздів на будмайданчик наведені на будгенплані.

5.9. Розрахунок тимчасового водопостачання

Тимчасове водопостачання на будівельному майданчику необхідно для забезпечення виробничих й господарсько-побутових потреб, а також може використовуватися для гасіння можливих пожеж.

При розробці ПВР сумарну витрату води визначають за окремими споживачами з урахуванням питомих норм витрат води. При виконанні проекту, враховуючи деталізацію рішень, що приймаються стосовно організації виконання будівельно-монтажних робіт, її умовно приймають на 10-15% більшої від розрахованої раніше потреби див. табл. 2.

За прийнятою витратою води визначаємо діаметр тимчасового магістрального трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4Q \cdot 1000}{3.14v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,88 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 120 \text{ мм}$$

де Q - сумарна розрахункова витрата води на будівельному майданчику, л/с;

v - швидкість руху води в трубопроводах. Для тимчасових магістральних трубопроводів приймаємо $v = 1.5 \div 2.0$ м/с.

Виходячи з сортаменту труб, діаметр трубопроводу прийнято 120 мм.

Проектне розташування мережі водопостачання та місць встановлення гідрантів показано на будгенплані.

5.10. Розрахунок тимчасового електропостачання та освітлення

Основним споживаним видом енергії на будівельному майданчику є електрична. Вона витрачається на живлення електродвигунів будівельних машин і механізмів, технологічні потреби та на зовнішнє і внутрішнє освітлення. При розробці ПВР сумарну потрібну потужність джерел електроенергії визначають за окремими споживачами з урахуванням питомих норм споживання. При виконанні проекту, враховуючи

деталізацію рішень, що приймаються стосовно організації виконання будівельно-монтажних робіт, її умовно приймають на 10-15% більшою від розрахованої раніше потреби див. табл. 2.

Мінімальна кількість прожекторів необхідних для загального (охоронного) освітлення будівельного майданчика розрахована по формулі:

$$n = \frac{F_{номр}}{F_{пр} k_1} = \frac{26008}{8100 \cdot 0,38} = 8 \text{ шт};$$

де $F_{потр}$ - потрібний світловий потік для освітлення території;

$F_{пр}$ - світловий потік одного прожектора. Він прийнятий рівним 8100;

k_1 - коефіцієнт корисної дії. Він прийнятий рівним 0,38.

Потрібний світловий потік для освітлення території визначають за виразом:

$$F_{потр} = E S k_2 k_3 = 0,5 \cdot 2858 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 26008 \text{ лк};$$

де E - показник мінімальної нормативної освітленості. Він прийнятий рівним 0,5 лк;

S - площа освітлюваної ділянки;

k_2 - коефіцієнт запасу, який враховує втрати світлового потоку від забруднення скла прожектора. Він прийнятий рівним 1,3;

k_3 - коефіцієнт, який враховує втрати світлового потоку від розсіювання. Він прийнятий рівним 1,4.

5.11. Визначення потреби в адміністративних та санітарно-побутових приміщеннях

Встановлюємо номенклатуру інвентарних будівель санітарно-побутового та адміністративного призначення і дані заносимо до таблиці.

Загальна максимальна чисельність працівників, що зайняті протягом зміни на будмайданчику, визначається за прийнятою трудомісткістю робіт:

$$N = \frac{Q \cdot k_1 \cdot k_3}{T \cdot k_2} = \frac{15507 \cdot 1,7 \cdot 1,06}{720 \cdot 1,25} = 31 \text{ чол.}$$

тут Q – прийнята трудомісткість виконання робіт;

T – розрахункова тривалість будівельного об'єкту;

k_1 – коефіцієнт, який враховує нерівномірність використання трудових ресурсів на об'єкті, приймається $k_1=1,7$;

k_2 – коефіцієнт, що враховує змінність робіт, приймається $k_2=1,25$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби та ін., приймається $k_3=1,06$.

Загальну чисельність робітників (працівників), зайнятих упродовж доби на будмайданчику, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N \cdot k_2 = 31 \cdot 1,25 = 39 \text{ чол.}$$

Результати розрахунку чисельності за категоріями працівників наведені в табл.

4.1

Таблиця 4.1

№ п/ п	Найменування	Кільк, чол.
1.	Чисельність робітників	32
1.1	у тому числі чоловіків	22
1.2	у тому числі жінок	10
2.	Чисельність ІТП	6
3.	Загальна чисельність	39
3.1	у тому числі чоловіків	27
3.2	у тому числі жінок	12

Таблиця 4.2 Експлікація тимчасових будівель

Номенклатура приміщень за функціональним призначенням	Нормативний показник	Площа, м ²	Вхн, м
Гардеробна жіноча	1 м ² /люд	12	4,00х3,00
Гардеробна чоловіча	1 м ² /люд	27	4,00х7,00
Умивальня	0,05 м ² /люд	1,6	1,50х2,00 м
Душова з роздягальною	0,5 м ² /люд	16	3,00х5,00 м
Їдальня	0,5 м ² /люд	16	3,00х5,00 м
Сушильня	0,2 м ² /люд	7,8	2,00х4,00 м
Медпункт	0,1 м ² /люд	3,9	2,00х2,00 м
Туалет	0,07 м ² /люд	2,12	1,00х2,00 м
Контора	4 м ² /люд	8	2,00х4,00 м
Навіс для відпочинку і місце для паління	0,4 м ² /люд	12,8	3,00х4,00 м
Питний фонтанчик	1 шт/25-50 люд	1 шт	
Комплект засобів для пожежогашіння (щит, інструмент, вогнегасники, бочка з водою і ящик з піском)	1 шт/2000 м ² площі городка, але не менше одного	1 шт	
Урна для сміття	1 шт/10...20 чол	3 шт	

5.12. Техніко-економічні показники проекту

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Кількість
-------	----------	----------------	-----------

Вид будівництва – нове будівництво			
Ступінь вогнестійкості будівлі - I			
1.	Площа ділянки	га	0,4183
2.	Площа забудови	м2	813
3.	Поверховість	поверхів	28
4.	Загальна площа будівлі	м2	20623
5.	Корисна площа	м2	1871,74
6.	Загальний будівельний об'єм	м3	64979
	вище відм. 0,000	м3	58 670
	нижче відм. 0,000	м3	6308,5
7.	Автомобільна стоянка (підземний паркінг)	м/місце	20
8.	Кількість створених робочих місць	шт.	485
9.	Тривалість будівництва	місяць	32,73

5.13. Визначення потреби будівництва в енергоресурсах

Згідно норм в перший рік повинно бути освоєно 36,66 % загальної кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт, другий – 36,66%, третій – 26,67%.

Кошторисна вартість об'єкта (Сбмр):

$$\text{Сбмр} = 264\,959 \text{ тис.грн.}$$

Виходячи з встановленої інтенсивності освоєння фінансових ресурсів по об'єкту у відсотковому вираженні та вартості будівлі цеху розраховуємо планові обсяги робіт по рокам будівництва:

$$\text{перший рік} - 264\,959\,000 \cdot 0.3666 = 97\,133\,969 \text{ грн.};$$

$$\text{другий рік} - 264\,959\,000 \cdot 0.3666 = 97\,133\,969 \text{ грн.};$$

$$\text{третій рік} - 264\,959\,000 \cdot 0.2667 = 70\,691\,062 \text{ грн.};$$

Розрахунок потреби в енергоресурсах зводимо в табл. 2. Остаточне рішення по потребі у воді приймаємо з урахуванням потреби на пожежогасіння.

Таблиця 4.3

Назва ресурсу	Одиниця	Розрахунковий норматив на 1 м.р.р. ГМД	Територіальний	Максимальний річний обсяг	Потрібна кількість	
					За розрахунком	прийнята
Електроенергія	кВ·	70	1,0	97,133	693	6935
Паливо	т	40	1,0	97,133	396	3963
Стиснене	шт.	2,3	0.9	97,133	218	219
Кисень	м3	440	0.9	97,133	418	418
Вода	л/с	0,1	0.9	97,133	15,	15

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

№ п/п	Найменування та комплекс робіт	Код роботи	Нормативне джерело	Обсяг роботи		Норма на один. об'єкту				Трудоемістність на об'єкт осг				Основні механізми			Виконавець		Змінність	Тридоцільність	Три-доцільність
				Один. об'єкту	Об'єм	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.	маш.-змін год.			
1		3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18				
1	Роботи підготовчого періоду		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-56-1	дні	22																
2	Розроблення ґрунту екскаватором із надвипуском на автокраностант		ДСТУ Б.Д.2.2.-1:2012 1-10-13	100м³	33,500	20,4	0	85,425	85			Екскаватор			20	2	21,35625	21			
3	Дорожка ґрунту вручну		ДСТУ Б.Д.2.2.-1:2012 1-163-1	100м³	3,000	-	275,4	-		103,275	100				10	2	5,16375	5			
4	Влаштування буронабивних паль 6-620мм, L=8м		ДСТУ Б.Д.2.2.-5:2012 5-30-1	м³	237	3,92	10,45	116,130	116	309,581	34,8	Бурада установка	1		3	2	58,065	58			
6	Влаштування бетонної підготовки		ДСТУ Б.Д.2.2.-5:2016 6-1-1	100 м³	0,670	-	150,7	-	-	12,621	12				3	1	4,20704167	4			
7	Влаштування залізобетонного плитного розставка		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-1-16	100м³	8,710	-	24,9,4	-	-	271,545	280				10	2	13,5772569	14			
11	Влаштування основи під підлогу підвалу		ДСТУ Б.Д.2.2.-11:2012 11-2-4	м³	67,000	-	0,48	-	-	4,020	4				2	2	1,005	1			
12	Влаштування бетонних підлог підвалу		ДСТУ Б.Д.2.2.-11:2012 11-2-4	м³	167,500	-	0,53	-	-	11,097	12				2	2	2,77421875	3			
13	Влаштування самоніжних вбудов		ДСТУ Б.Д.2.2.-11:2012 11-14-2	грн	4345,0	-	110	-	-	39,500	4,0				4	2	4,9375	5			
14	Влаштування електротехнічних вбудов		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-13-4	грн	4345,0	-	100	-	-	43,450	4,0				4	2	5,43125	5			
15	Влаштування залізобетонних стін підвалу		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-13-4	100м³	1,2	43,46	754,2	-	8	108,636	112	Кран КБ-401	1		14	2	3,2595	4			
16	Влаштування гідрозахисної		ДСТУ Б.Д.2.2.-11:2012 11-4-5	100м²	1,4	-	5,37	-	-	0,940	1				1	2	0,468875	1			
17	Зворотня засліпка та пошарове ушліщення ґрунту		ДСТУ Б.Д.2.2.-1:2012 1-7-1	100м³	20,6	-	11,75	-	-	30,227	30				5	2	3,0226875	3			
18	Влаштування монолітного перекриття підвалу		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-22-3	100м³	1,52	34,85	679	-	8	128,712	128	Кран КБ-401	1		16	2	3,30465125	4			
19	Влаштування монолітних пілонів та колон 1-го поверху		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-15-1	м³	100,00	3,55	14,32	44,375	44	179,000	176	Кран КБ-401	1		4	2	2,21875	22			
20	Влаштування монолітних стін 1-го поверху		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-17-14	м³	117,00	0,73	12,84	10,676	10	187,865	180	Кран КБ-401	1		18	2	5,338125	5			
21	Влаштування монолітного перекриття 1-го поверху		ДСТУ Б.Д.2.2.-6:2016 6-22-3	100м³	1,26	34,85	679	-	6	106,943	96	Кран КБ-401	1		16	2	2,7444375	3			

Чисельно-кваліфікаційний склад виконавців

№ ланки	Професія	Розряд	Кількість		Примітки
1	Машиніст екскаватора	6	2	23	Розробка котловану та зворотна засипка пазах
	Машиніст катка	3	1		
	Землекоп	3	10		
2	Машиніст бурової установки	6	1	5	Влаштування буронабивних паль
	Крановщик	6	1		
	Арматурщик	4	3		
3	Крановщик	6	1	23	Бетонування вертикальних елементів
	Бетонувальник	4	11		
	Арматурщик	4	11		
4	Крановщик	6	1	26	Бетонування перекриття
	Бетонувальник	4	15		
	Арматурщик	4	10		
5	Крановщик	6	1	3	Монтаж сходових маршів
	Монтажник	4	2		
6	Покрівельник	4	5	5	Влаштування покрівлі
7	Фасадчик	5	30	30	Фасадні роботи
8	Маляр-штукатур	4	10	10	Штукатурні роботи
9	Муляр	5	9	9	Кладка цегляних стін

Відомість машин і механізмів

№п/п	Найменування машин і механізмів	Тип, марка	Характеристика	Кількість	
1		2	3	4	5
1	Землерийні і дорожні машини:				
	бульдозер	ДТ-75	N=79 кВт		1
	екскаватор (зворотна лопата)	ЭО-4321	V=0,4 м3		1
	екскаватор (зворотна лопата)	ЭО-2621А	V=0,25 м3		1
	каток	ДУ-10А			1
	автогрейдер	ДЗ-99А-1-4	N=66 кВт		1
	електротрамбівка	ЕС-180			2
2	Вантажопідіймальні механізми:				
	Кран баштовий	F0/23В			1
	Вантажопасажирський підйомник	ТРМ 1600S	Вантажопідйомність - 1,6т		1
3	Енергетичне і зварювальне устаткування				
	компресор	ЗИФ-55	Q=5,5 м3/хв		1
	зварювальний трансформатор	ТД-300			2
	вібратор глибинний	ИВ-47Б			
	вібратор глибинний	ИВ-113			
	вібратор поверхневий	ИВ-91А			
	віброрейка		L=3 м		1
	прожектори	НО-09В-300-71			8
4	Автотранспорт				
	Автосамоскид	ЗИЛ-ММ3-555	Вантажопідйомність - 5т		2
	Бортовий автомобіль	ЗИЛ-131	Вантажопідйомність - 4,5т		2
	Спеціальний полуприцеп-платформа	ПП-12			1
	Автобетонозмішувач	АБС-9			2
5	Бурова установка	SOILMEC CM-70			1
6	Автобетонозмішувач	Putzmeister M32			1

5.14. Охорона праці і пожежна безпека на будівельному майданчику

При організації будівельного майданчика і виконанні будівельно-монтажних робіт строго керуватися вимогами розділів НПАОП 45.2-7.02-12 "Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві (ДБН А.3.2-2-2009), НПАОП 0.00-1.15-07 "Правила охорони праці при виконанні робіт на висоті"; ГОСТ'ів по безпеці праці (ССТБ), а також норм і правил, затверджених Держнаглядом охорони праці України (зараз – Державна служба по питаннях праці).

До виконання будівельно-монтажних робіт, допускаються працівники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання безпечним методам і прийомам цих робіт, правилам користування індивідуальними засобами захисту, інструментом, пристосуваннями, спецодягом і відповідні посвідчення, що отримали.

Для попередження дії на працівників небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що виникають при виробництві будівельно-монтажних робіт, необхідно застосовувати:

- засоби колективного захисту (облаштування інвентарних риштувань, огорожування робочих місць на висоті і проходів до них, відкритих отворів і тому подібне);
- засоби індивідуального захисту (спецодяг, захисні каски, маски, окуляри, запобіжні пояси).

Працівники повинні пройти інструктаж з питань охорони праці в терміни, визначені нормативно-правовими актами по охороні праці з урахуванням конкретних умов виробничої діяльності, і навчання в наданні першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, про правила поведінки при виникненні аварій.

Вантажопідйомний кран, знімні вантажозахватні пристосування, тара - повинні міститися і експлуатуватися відповідно до вимог діючого законодавства.

На будівельному майданчику призначити наказом по будівельній організації працівника з числа ІТП, відповідального за безпечне проведення робіт вантажопідйомним краном;

Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, що виключає видимість

в межах фронту робіт. Роботи по переміщенню і установці конструкцій з великою парусністю, слід припинити при швидкості вітру 10м/с та більше.

Під час перерв в роботі не допускається залишати підняті елементи конструкцій і матеріали на вазі.

На ділянці (захватці), де ведуться будівельно-монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб.

Не допускається виробництво робіт на різних ярусах по одній вертикалі.

Не допускається знаходження людей під монтованими елементами конструкцій до установки їх в проектне положення і закріплення.

5.15. Охорона довкілля

При виробництві будівельно-монтажних робіт необхідно здійснювати спеціальні заходи, спрямовані на охорону довкілля :

- не допускати знесення деревно-чагарникової рослинності, що не передбачається проектною документацією, а також засипки ґрунтом корневих шийок і стволів зростаючих дерев;

- оберігати ґрунт від вітрової і водної ерозії, понизивши тривалість виконання земляних робіт до мінімальної;

- зберігати сипкі і пилоподібні матеріали в закритих ємностях;

- поливати в літній період року усі автодороги і майданчики дорожнього типу регулярно водою;

- не допускати витоку горючемастильних матеріалів і хімічних сполук, що використовуються на будівельному майданчику;

- перевірити і відрегулювати на гранично допустимий вміст СО у відпрацьованих газах двигуни внутрішнього згорання машин, що використовуються на будівництві.

6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

6.1. Загальна інформація про об'єкт та кошторисні розрахунки

Будівництво розташоване на території Одеської області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН) (ДБН Д.2.2-99);
- Збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції (ЗЄКЦ-97) (ДБН IV-4-97);

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка 3 до ДБН Д.1.1-1-2000.

Форма № 1

28-поверховий житловий будинок у м. Києві
(найменування об'єкту будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
Загальнобудівельні роботи зі зведення 28 - поверхового житлового будинку

(Найменування робіт та витрат, найменування будівлю, бюджет, споруди)

Об'єм будинку, куб.м
Площа забудови об'єкту, кв.м
Загальна площа об'єкту, кв.м
Площа фасаду, кв.м
Загальна площа квартир, кв.м

64979
813
20623
9180
11038

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

127737
812
45947
4,4

тис.грн.
тис.люд.год
тис.грн.
розряд

Складений в поточних цінах станом на 03^т грудня 2019 р.

№ пп	Об'єкт згідно з умовами (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.			Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. на зайнятих обслуговуванням машин
					всього заробітної плати	всього експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього заробітної плати	всього експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього заробітної плати		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПБ 1-2	Земляні роботи	100 кв.м площі забудови	8,13	159651 15965	143898 47895	1207983	1168167 389388	301 840	2448 6831	
2	УПБ 2-4	Влаштування фундаментів	100 кв.м площі забудови	8,13	704892 170171	422809 70468	5720065	1432270 572005	3324 1236	27024 10051	
3	УПБ 3-4	Надземна частина Влаштування каркасу будівлі (карісти, колонни, дивфрагми, студи)	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	162707 27118	32541 10847	33555065	5592545 2238977	512 190	105520 38245	
4	УПБ 4-3	Влаштування перекриття	100м2 загальної площі перекриття	206,23	115418 39473	11542 3947	23802854	7934287 793397	728 67	149704 13919	
5	УПБ 5.1-2	Зовнішні стіни і оздоблення фасаду	100м2 загальної площі фасаду	91,80	70752 35378	3538 1179	6495034	3247517 108251	867 21	61274 1899	
6	УПБ 6-1	Заповнення віконних прорізів	100м2 загальної площі фасаду	91,80	115880 16094	5704 3219	10637784	1477429 295504	304 56	27878 5184	
7	УПБ 7-1	Влаштування перегородок	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	11748 5874	587 186	2422780	1211385 40421	111 3	22857 709	
8	УПБ 8-1	Влаштування покрівлі	100м2 площі останнього поверху	8,13	179709 74878	8985 2995	1461013	808758 24349	1413 53	11486 427	
9	УПБ 9-2-1	Оздоблювальні роботи (за типом)	100м2 загальної площі приміщень	206,23	112035 56018	16805 5602	23104978	11552592 1155300	1057 98	217873 20268	
Разом прями витрати , грн.							108505345	33186589	18213337	5816460	
в тому числі							57106420				
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							36803049				
всього заробітна плата							19230842				
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					Коеф.					0	
у тому числі:											
трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд.год					0,12		86964				
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.					0,22		7144058				
врахування на соціальні заходи					2,73		10108364				
решта статей у загальноновиробничих витратах							1978421				
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							127737188				
кошторисна трудомісткість, люд.год							811660				
кошторисна заробітна плата, грн.							45947107				

Осип Гарнага, К.П.

Перевіряє Ізмайлєва, К.В.

28-поверховий житловий будинок у м. Києві
(найменування об'єкту будівництва)

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2
санітарно-технічні роботи будівництва зведення 28-поверхового житлового будинку**
(найменування робіт та об'єкту будівництва)

Кошторисна вартість 11962 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 57 тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата 3196 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ пп	Об'єктування	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.			Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих тих, що обслуговують машини	
					всього заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього заробітної плати	на одиницю	всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	УПС 1-2	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	24668 6167	1233 411	5087179	1271795	254359 84786	116 7	23996 1487	
2	УПС 2-2	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціонування	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	5544 924	277 92	1143339	190557	57167 19056	17 2	3595 340	
3	УПС 3-2	Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	14174 3543	709 236	2923001	730750	146150 48717	67 4	13788 870	
4	УПС 4-2	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	7359 1840	368 123	1517647	379412	75882 25294	35 2	7159 452	
5	УПС 5-2	Влаштування внутрішніх мереж газопостачання	100м2 загальної площі об'єкту	0	0 0	0 0	0	0	0 0	0 0	0 0	
Разом прями витрати , грн.					10671165	2572513	533558	177853	48538	3149		
в тому числі вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата					7566094	2750366	1291148	5427	445842	703166	142140	11962313
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					0,105	0,22	2,75					
у тому числі: трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-го; заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн. відрахування на соціальні заходи решта статей у загальноновиробничих витратах												
Всього кошторисна вартість робіт, грн.					11962313	57115	3196208					
кошторисна трудомісткість, люд-год кошторисна заробітна плата, грн.												

Склав Гарнага К.П.
Перевірив Ізмайлова К.В.

Форма № 1

28-поверховий житловий будинок у м.Києві
(найменування об'єкту будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-3
внутрішні електро-технічні роботи зі зведення 28 - поверхового житлового будинку
(найменування робіт та об'єкту будівництва)

Кошторисна вартість 15909 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 129 тис люд.год-
Кошторисна заробітна плата 7685 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ пп	Об'єкт вання (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.			Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин
					всього	експлуата ції машин	в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПЕ 1-2	Прокладання внутрішніх мереж електропостачання і електроосвітлення	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	37136	1857	7658557	4020743	382928	299	61668
		Встановлення електроосвітлювальних приладів та електрофурнитури	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	19496	1300	1429174	250105	268050	19	3851
					5930	139			28583	19	3836
					1213	97			20008	1	287
3	УПЕ 3-2	Прокладання слабострумних мереж (зв'язок, телемережі)	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	9108	455,4	1878343	986130	93917	73	15125
					4782	319			65742	5	945
4	УПЕ 4-2	Прокладання мереж пожежної сигналізації і відеоспостереження	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	9834	492	2028066	1064735	101403	151	31105
					5163	344			70982	5	1020
Разом прями витрати , грн.							12994140	6321713	606832		111734
в тому числі							6065596				
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							6746495				
всього заробітна плата							2914962				
Загальновиборничі витрати разом, грн.					Коеф.						
у тому числі:											
трудомісткість в загальновиборничих витратах, люд-год					0,097						
заробітна плата в загальновиборничих витратах, грн.											
відрахування на соціальні заходи , грн.					0,22						
решта статей у загальновиборничих витратах, грн.					2,42						
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							15909102				
кошторисна трудомісткість, люд-год							129267				
кошторисна заробітна плата, грн.							7685485				

Склав Гарнага К.П.
Перевірив Ізмайлова К.В.

28-поверховий житловий будинок в м. Києві
(найменування об'єкту будівництва)

Форма № 1

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-4
монтаж устаткування зі зведення 28-поверхового житлового будинку
(найменування робіт та об'єкту будівництва)

Кошторисна вартість 1473 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 13 тис люд.год
Кошторисна заробітна плата 762 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ пп	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	в тому числі заробітної плати	на одиницю
1	Обрунтування (шифр норми) УПМП 1-3 Монтаж технологічного устаткування	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	5820 2360	1888 944	1200279	486600	389280 194640	44 16	9045 3373
2	УПМП 2-3 Монтаж виробничого устаткування	100м2 загальної площі об'єкту	0	0 0	0 0	0	0	0 0	0 0	0 0
Разом прями витрати , грн.						1200279	486600	389280 194640		9045 3373
в тому числі вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата Загально виробничі витрати, разом, грн. у тому числі:						324400 681240 272656				
трудомісткість в загально виробничих витратах, люд-год заробітна плата в загально виробничих витратах, грн. відрахування на соціальні заходи решта статей у загально виробничих витратах, грн.						981 80590 167603 24463				
Всього кошторисна вартість робіт, грн. Кошторисна трудомісткість, люд-год Кошторисна заробітна плата, грн.						1472935 13399 761830				

Склав Гарнага К.П.
Перевірив Ізмайлова К.В.

28-поверховий житловий будинок у м.Киеві
(найменування об'єкту будівництва)

Локальний кошторис на пусконаладжувальні роботи № 2-1-5
з будівництва 28-поверхового житлового будинку
(найменування об'єкту будівництва)

Кошторисна вартість, тис.грн. 2941
Кошторисна трудомісткість, тис.люд.год. 38,9
Кошторисна заробітна плата, тис.грн. 2348

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ пп	Об'єднання (шифр норм)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн	Витрати труда	
							пусконаладжувального персоналу, люд.год.	на одиницю всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УПМП 3-2	Пусконаладжувальні роботи	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	10148	2092719	173	35773
Разом прямих витрат						2092719		
в тому числі								
Заробітна плата						2092719		
Загальноновиробничі витрати, разом, грн.						848513		
у тому числі:								
Трудомісткість у загальноновиробничих витратах						3112		
Заробітна плата у загальноновиробничих витратах						256671		
Відрахування на соціальні заходи						516646		
Решта статей у загальноновиробничих витратах						76196		
Всього по кошторису						2941232		
Кошторисна трудомісткість						38885		
Кошторисна заробітна плата						2348390		

Склав Гарнага К.П.
Перевірив Ізмайлова К.В.

28-поверховий житловий будинок у м. Києві
(найменування об'єкту будівництва)

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 2-1-6
будівництво 28-поверхового житлового будинку

Кошторисна вартість 5277,0 тис. грн.

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ пп	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування устаткування, меблів та інвентарю	Кількість	Кількість одиниць, грн.	Вартість	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УПО 1-1	Технологічне устаткування	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	18744	3865575
2	УПО 2-1	Виробниче устаткування	100м2 загальної площі об'єкту	0	0	0
3	УПО 3-1	Технічні засоби інформаційних технологій	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	4277	882046
4	УПО 4-1	Меблі	100м2 (загальної площі об'єкту)	206,23	4734	976293
		Разом, грн.				5077589
		Транспортні витрати на устаткування (3%)				152328
		Заготівельно-складські витрати (0,9%)				47069
		Всього кошторисна вартість, грн.				5276986

Склад Гарнага К.П.
Перевірів Ізмайлова К.В.

Об'єктний кошторис № 2 - 1 з будівництва 28-поверхового житлового будинку

Кошторисна вартість 165300 тис.грн.
 Кошторисна трудомісткість 1050 тис.л-год
 Кошторисна заробітна плата 59939 тис.грн.
 Загальний обсяг будівлі 64979 куб.м
 Вимірник одиничної вартості 2544 грн/куб.м
 Загальна площа об'єкту 20623 кв.м
 Вартість 1 кв.м загальної площі об'єкту 8015 грн / кв.м

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.		Кошторисна трудомісткість, тис.люд-год	Кошторисна заробітна плата тис.грн.	Показники одиничної вартості, грн/кв.м
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю			
1	2	3	4	5	7	8	9
1	2-1-1	Загальнобудівельні роботи	127737		812	45947	6194
		Внутрішні санітарно-технічні роботи	11962		57	3196	580
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи	15909		129	7685	771
4	2-1-4	Монтаж устаткування	1473		13	762	71
5	2-1-5	Пусконаладжувальні роботи	2941		39	2348	143
6	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		5277			256
		Всього по кошторису	160023	5277	1050	59939	8015
		Всього	165300				

Склав Гарнага К.П.
Перевірила Ізмайллова К.В.

До будівництва 28 - поверхового житлового будинку**РОЗРАХУНКИ до глав 1, 3, 4, 5, 6, 7 ЗВЕДЕНОГО КОШТОРИСНОГО РОЗРАХУНКУ**

Площа забудови об'єкту, кв.м	813
Загальна площа об'єкту, кв.м	20623
Загальний обсяг об'єкту, куб.м	64979
Площа ділянки (території) об'єкта, кв.м	4183
Периметр ділянки (території) об'єкту, м.п.	280

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість, обсяг робіт	Вартість одиниці, тис.грн.	Загальна вартість, тис. грн.
Глава 1. Підготовка території будівництва					
1.1.	Відведення земельної ділянки, виготовлення землепорядної докум.	100 м2 ділянки	41,83	27,30	1141,959
1.2.	Створення геодезичної мережі для будівництва	- " -	41,83	0,22	9,203
1.3.	Освоєння і інженерна підготовка території будівництва	- " -	41,83	14,30	598,169
	<i>Разом</i>				1749,331
Глава 3. Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення					
3.1.	Адміністративно-побутові приміщення	100м2 загальної площі об'єкту	206,23	6,530	1346,682
3.2.	Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії)	- " -	0	0,000	0,000
3.3.	Господарські будівлі і приміщення (охорона, прохідна, сміттєзбиральник, тощо)	- " -	206,23	1,330	274,286
	<i>Разом</i>				1620,968
Глава 4. Об'єкти енергетичного господарства					
4.1.	Трансформаторна підстанція	об'єкт	1	1839,000	1839,000
4.2.	Лінії електропостачання	км	0,5	1013,00	506,500
	<i>Разом</i>				2345,500
Глава 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку					
5.1.	Автомобільні під'їзди та внутрішні шляхи	об'єкт	1	627,00	627,000
5.2.	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	об'єкт	1	477,600	477,600
5.3.	Паркінги, автостоянки	об'єкт	1	992,00	992,000
5.4.	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	об'єкт	1	561,00	561,000
	<i>Разом</i>				2657,600
Глава 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання					
6.1.	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	км	0,8	249,00	199,200
6.2.	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	км	0,8	411,00	328,800
6.3.	Зовнішні мережі теплопостачання, бойлерні, котельні	км	0,8	616,55	493,240
6.4.	Зовнішні мережі газопостачання	км	0	0,00	0,000
	<i>Разом</i>				1021,240
Глава 7. Благоустрій та озеленення території					
7.1.	Огорожа території	100 м периметру	0	0,00	0,000
7.2.	Озеленення та малі архітектурні форми	100 м2 ділянки	41,83	10,80	451,764
7.3.	Зовнішнє освітлення	100 м2 ділянки	41,83	3,42	143,059
7.4.	Пішохідні доріжки, тротуари	об'єкт	1	550,00	550,000
7.5.	Спортивні та ігрові майданчики	об'єкт	1	155,000	155,000
	<i>Разом</i>				1299,823

Зведений кошторисний розрахунок в сумі 275880 тис.грн.
 У тому числі зворотних сум 238 тис.грн.
Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва

28-поверховий житловий будинок в м. Києві

Складений в поточних цінах станом на "03" грудня 2019 г.

№ п/п	Номери кошторисів	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Загальна вартість
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	
1	2	3	4	5	6	7
		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
		Відведення земельної ділянки	0	0	1142	1142
		Розбивка осей, перенесення в натуру			9	9
		Інженерна підготовка території	598	0	0	598
		<i>Разом по главі 1</i>	598	0	1151	1749
		Глава 2				
№ 2-1		Об'єкти основного призначення				
		28 - поверховий житловий будинок в м. Києві	160023	5277		165300
		<i>Разом по главі 2</i>	160023	5277	0	165300
		Глава 3				
		Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення				
		Адміністративно-побутові приміщення	875,3	471,3		1346,7
		Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естаки)	0,0	0,0		0,0
		Господарські будівлі і приміщення (охорона, прохідна, сміттєзбиральні)	178,3	96,0		274,3
		<i>Разом по главі 3</i>	1053,6	567,3		1621,0
		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
		Трансформаторна підстанція	736	1103		1839
		Лінії електропостачання	203	304		507
		<i>Разом по главі 4</i>	1172,8	1172,8		2346
		Глава 5				
		Об'єкти транспортного господарства і зв'язку				
		Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	493,7	67,3		561
		Автомобільні під'їзди та внутрішні шляхи	551,8	75,2		627
		Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	420,3	57,3		478
		Паркінги, автостоянки	873,0	119,0		992
		<i>Разом по главі 5</i>	2338,7	318,9		2658
		Глава 6				
		Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплостачання та газопостачання				
		Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	109,6	89,6		199,20
		Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	180,8	148,0		328,80
		Зовнішні мережі теплостачання, бойлерні, котельні	271,3	222,0		493,2
		Зовнішні мережі газопостачання	0,0	0,0		0,0
		<i>Разом по главі 6</i>	561,7	459,6		1021,24
		Глава 7				
		Благоустрій і озеленення території				
		Огорожа території	0,0			0,0
		Озеленення та малі архітектурні форми	451,8			451,8
		Зовнішнє освітлення	143,1			143,1
		Пішохідні доріжки, тротуари	550,0			550,0
		Спортивні та ігрові майданчики	155,0			155,0
		<i>Разом по главі 7</i>	1299,8			1300
		<i>Разом по главах 1-7</i>	167047,5	7795,5	1151,2	175994
		Глава 8				
		Тимчасові будівлі і споруди				
		Зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення	1587			1587
		<i>Разом по главі 8</i>	1587			1587
		<i>Разом по главах 1-8</i>	168634,5	7796	1151	177581

7. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Аналіз доцільності будівництва багатоповерхового житлового будинку із використанням високодемпфуючих сейсмоізоляторів у сейсмічній зоні

7.1. Актуальність теми

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Сейсмостійкість будівель і споруд.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Вплив системи сейсмічного захисту із застосуванням гумових високодемпфуючих сейсмоізоляторів на основі натурального каучуку на сейсмостійкість багатоповерхової будівлі, розташованої в сейсмічно небезпечній зоні.

Мета наукової роботи - визначення ефективності застосування високодемпфуючих гумових сейсмоізоляторів, установлених у рівні пальового ростверку, та оцінка їхнього впливу на сейсмостійкість багатоповерхової житлової будівлі при розрахунковій інтенсивності сейсмічних впливів 7 балів.

Задачі роботи:

1. Виконати аналіз інженерно-геологічних та сейсмологічних умов майданчика будівництва.
2. Розробити конструктивні рішення вузлів системи сейсмоізоляції на основі гумових ізоляторів із натурального каучуку та здійснити їх параметричний розрахунок.
3. Побудувати та розрахувати просторову модель будівлі (фундамент–надземна частина) для основних і аварійних сполучень навантажень згідно з ДБН В.1.1-12 [1] за спектральним методом, з урахуванням сейсмоізоляції та без неї, а також проаналізувати реакцію будівлі на дію акселерограм.
4. Розробити рекомендації щодо конструктивних рішень будівлі та фундаментної системи.
5. Узагальнити результати розрахунків і сформулювати практичні висновки щодо доцільності спорудження багатоповерхового житлового будинку у місті Одеса.

Зважаючи на те, що м. Одеса належить до сейсмічної зони з нормативною інтенсивністю 7 балів, поверховість житлових будівель у таких умовах обмежується рівнем 12 поверхів. Проектування об'єктів більшої висотності потребує обґрунтування згідно з вимогами п. 7.1.1 та розділу 12 ДБН В.1.1-12 «Будівництво в сейсмічних районах України» [1], а також виконання науково-технічного супроводу відповідно до ДБН В.1.2-5 [2]. Одним із ключових механізмів підвищення сейсмостійкості є застосування систем сейсмічної ізоляції, зокрема гумових високодемпфуючих сейсмоізоляторів у рівні фундаментів, що дозволяє суттєво зменшити динамічну реакцію споруди.

При розробленні запропонованої системи сейсмозахисту враховано практичний досвід спорудження трьох 27-поверхових житлових будинків із системами вібро- та сейсмоізоляції в рівні пальового ростверку на Оболонському проспекті в м. Києві. Запатентована технологія використання високодемпфуючих гумових елементів на основі натурального каучуку (виробництво — м. Дніпро) спрямована на підвищення сейсмостійкості, забезпечення безпечної експлуатації будівель і поліпшення умов проживання в умовах техногенних та сейсмічних впливів.

7.2. Характеристика інженерно-геологічних умов майданчику будівництва

У 2018 році на стадії «Проект» ФОП «Донцов В.М.» були виконані інженерно-геологічні вишукування [6], матеріали яких використовувалися при проектуванні будівельного комплексу за адресою: м. Одеса, вул. Корабельна, 1. У лютому 2019 року Центром інженерних досліджень виконано уточнювальні геологічні роботи на майданчику нового житлового комплексу з вбудованими приміщеннями громадського призначення, об'єктами соціального обслуговування та підземним паркінгом.

У ході нових вишукувань пробурено 11 свердловин глибиною 40–41 м із проходкою товщі вапняку та заглибленням у підстилаючі піщано-глинисті породи на 8–13 м. У свердловинах виконували відбір зразків ґрунтів у непорушеному та порушеному стані, за якими в геотехнічній лабораторії

проведено визначення фізико-механічних властивостей згідно з чинними методиками та ДСТУ. На основі камерального опрацювання польових і лабораторних матеріалів встановлено інженерно-геологічні елементи (ІГЕ) та підготовлено відповідний звіт із текстовими та графічними додатками. При цьому враховано результати попередніх вишукувань на території [6].

Ділянка досліджень розташована у Приморському районі м. Одеса, на вул. Корабельній, 1. З геоструктурної точки зору територія входить до північного схилу Причорноморської западини. Морфологічно прибережна частина міста являє собою еолово-делювіальну рівнину, сформовану в четвертинний період на понтичній поверхні вирівнювання зі слабким нахилом у бік моря і розчленовану лиманами, балками та ярами.

Відповідно до схеми інженерно-геологічного районування України, майданчик розташовано в зоні А-2 північно-західної частини Причорноморської западини. У геологічній будові верхньої товщі розрізу шельфової частини беруть участь неогенові й четвертинні відклади.

Неогенова система.

- *Сарматський ярус (NIS3)*. Представлений теригенними відкладами глинистого басейну, у межах яких виділено два літолого-стратиграфічні комплекси:

- глинистий — глини світло-сірі та блакитно-сірі з прошарками пісків, вапняків, мергелів;

- піщаний — кварцові мілкозернисті піски з глинистими включеннями. Сарматські відклади перекриваються відкладами меотичного віку.

- *Меотичний ярус (N1m)*. Представлений озерно-болотними відкладами низинних рівнин: зеленувато-сірими та сірими глинами, щільними алевритами з домішками карбонатних стяжінь і уламків молюсків. Основний мінеральний склад — монтморилоніт, гідрослюда та каолініт.

- *Понтичний ярус (N1pn)*. Представлений відкладами мілкового шельфу — оолітово-раковино-детритовими вапняками. Породи мають жовтий та жовто-

сірий колір, різний ступінь щільності й перекристалізації, ніздрювату або кавернозну текстуру та значний вміст карбонатного органічного матеріалу.

Верхньопліоценові відклади (N23).

Це червоно-бурі та коричневі глини й суглинки, щільні, місцями з домішками карбонатів та гіпсу.

Четвертинні відклади (Q).

У межах ділянки представлені еолово-делювіальними лесовидними суглинками й супісками, алювіальними відкладами балок і річок, а також лиманно-морськими утвореннями. Зверху товща перекрита насипними та ґрунтово-рослинними відкладами (th, e QIV).

У геоморфологічному плані будмайданчик приурочено до лівого схилу Аркадійської балки. Абсолютні відмітки поверхні становлять 35–38 м з ухилом у південному напрямку, до тальвегу балки.

Таким чином, інженерно-геологічна будова майданчика характеризується складним поєднанням лесовидних відкладів, глин і суглинків різного генезису, червоно-бурих глин, понтичних вапняків і меотичних глинистих товщ, що потребує ретельного геотехнічного контролю при проектуванні пальових фундаментів.

Нижче наводиться опис виділених інженерно-геологічних елементів (ІГЕ).

Шар-1 Насипний шар – асфальт, суглинок з включенням будівельного сміття, ґрунт рослинного шару. Загальна потужність 0,5-1,2м.

ІГЕ-2 $Q_{III} df$ Суглинок лесовидний легкий світло-бурий, твердої консистенції. Потужність становить 0,9-2,6м.

ІГЕ-3 $Q_{III} bg$ Супісок лесовидний палевий твердої консистенції. Залягає на глиби 1,5-3,4м, потужність становить 4,2-6,4м.

ІГЕ-4 $Q_{III} vt$ Суглинок лесовидний важкий бурий твердої консистенції. Залягає на глибині 6,2-8,8м, на абс. відм. 26,3-30,0м, потужність 1,6-4,0м.

ІГЕ-5 $Q_{III} dn$ Суглинок лесовидний легкий бурувато-палевий твердої консистенції. Залягає на глибині 8,6-11,7м, на абс. відм. 23,7-26,4м, потужність 1,1-2,1м.

ІГЕ-6с $Q_1N_2^3$ Суглинок важкий червоно-бурий, коричневий, твердої консистенції. Заміщується глиною ІГЕ-6г.

ІГЕ-6г $Q_1N_2^3$ Глина легка червоно-бура твердої консистенції, з включенням карбонатів і гіпсу. Заміщується глиною ІГЕ-6с

Покрівля ІГЕ-6с,6г злягає на глибині 9,8-13,2м, на абс. відм. 22,8-25,1м, загальна потужність 2,1-4,1м.

ІГЕ-7а N_{1pn} Суглинок червоно-бурий твердої і напівтвердої консистенції, з включенням дресви та щебню вапняку 20-25%. Злягає на глибині 12,1-16,6м, на абс. відм. 19,4-22,6м, потужність 0,6-2,2м.

ІГЕ-7б N_{1pn} Вапняк жовто-бурий, вивітрілий до щебню і плиток з суглинисто-супіщаним заповнювачем, тріщинуватий, дуже низької міцності. Злягає на глибині 13,5-18,0м, на абс. відм. 18,7-20,5м, потужність 0,8-3,0м.

ІГЕ-7пл N_{1pn} Вапняк-черепашник жовто-сірий, плитчастий, тріщинуватий, низької міцності, з плитками перекристалізованого маломіцного, у подошві - водонасичений. Злягає у верхній частині та у подошві товщі вапняку, відповідно на глибинах 13,7-20,2м, та 24,8-29,6м.

ІГЕ-7п N_{1pn} Вапняк-черепашник жовтий пиляний, дуже низької міцності. Злягає на глибині 17,0-24,0м, на абс. відм. 13,3-18,0м, потужність 5-9м.

Загальна потужність вапнякової товщі 13,0-16,6м.

ІГЕ-8г N_{1m} Глина легка зеленувато-сіра, з прошарками темно-зеленої, сірої, напівтвердої і твердої консистенції, з включенням дресви вапняку. Заміщується суглинком ІГЕ-8с, супіском ІГЕ-8*.

ІГЕ-8с N_{1m} Суглинок важкий світло-зелено-сірий напівтвердої та тугопластичної консистенції, з лінзами супіску. Заміщується глиною ІГЕ-8г, супіском ІГЕ-8*.

ІГЕ-8* N_{1m} Супісок блакитно-сірий, зелено-сірий, охристий, пластичної і текучої консистенції, з прошарками піску водонасиченого.

Покрівля ІГЕ-8г,8с,8* злягає на глибині 26,3-31,6м, на абс. відм. 4,3-7,9м.

ІГЕ-9г N_{1m} Глина легка зелено-сіра, твердої та напівтвердої консистенції, мергелиста. Заміщується суглинком ІГЕ-9с.

ІГЕ-9с N_{1m} Суглинок важкий світло-зелено-сірий напівтвердої консистенції, з лінзами супіску. Заміщується глиною ІГЕ-9г.

Покрівля ІГЕ-9с,9г залягає на глибині 34,7–39,0м, на абс. відм. (-4,0) ÷ +2,7м.

Гідрогеологічні умови майданчику характеризуються наявністю підземних вод в підшві понтичного вапняку.

Водоносний горизонт залягає на глибині 24,4–30,2 м, що відповідає абсолютним відміткам 7,1–9,8 м. Він має безнапірний характер і поповнюється переважно за рахунок інфільтрації атмосферних опадів у зонах ерозійних врізів, розташованих поза межами ділянки робіт. Сезонні зміни рівня води становлять приблизно $\pm 0,5$ м.

За іонним складом підземні води є гідрокарбонатно-сульфатними кальцієво-натрієвими з мінералізацією 1,5–2,5 г/дм³. Вони класифікуються як слабоагресивні щодо сталевій арматури залізобетонних конструкцій за вмістом хлоридів при періодичному зволоженні, а також як слабоагресивні щодо бетону на портландцементі марки W4 за показником рН.

У межах лесовидних відкладів ґрунтові води на момент проведення інженерно-геологічних вишукувань не зафіксовані. Проте досвід забудови територій м. Одеси свідчить, що зміна природного водного режиму є поширеним явищем. Застосування паливних фундаментів супроводжується ущільненням ґрунтів, асфальтування території зменшує природне випаровування, а витoki з водонесучих комунікацій сприяють замочуванню основи. У результаті в лесовидних ґрунтах може формуватися техногенний водоносний горизонт, рівень якого піднімається до глибин 4–6 м.

Лесові ґрунти при замочуванні проявляють властивості просідання від власної ваги. За природного тиску сумарні деформації просідання можуть досягати 8–10 см (див. таблицю 1.1). Початковий тиск просідання для шарів ІГЕ-2, ІГЕ-3, ІГЕ-4 та ІГЕ-5 становить 0,04–0,08 МПа, а загальна потужність просідаючих ґрунтів у межах майданчика коливається від 9 до 12 м.

Таблиця 1.1 - Характеристики властивостей просідання і розрахунку просідання ґрунту

№ свердловини	№ ІГЕ	Глибина відбору, м	Природний тиск $P_{пр}$, МПа	Потужність, см	Величина	Відносна деформація просідання, ε_{sl}						Початковий тиск просідання $P_{п}$, МПа		
						При природному тиску	При P , МПа							
							0,05	0,10	0,15	0,20	0,25		0,30	
6	3	5,0	0,08	260	2.9	0.011	0,008	0,014	0,018	0,023	0,028	0,033	0,038	0,0
	3	6,5	0,10	160	2.6	0.016	0,011	0,016	0,021	0,026	0,031	0,036	0,041	0,0
	4	7,5	0,11	180	2.3	0.013	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036	0,042	0,0
	5	9,2	0,14	110	2.0	0.018	0,009	0,013	0,017	0,021	0,025	0,029	0,033	0,0
	6с	12,0	0,18	240	-	0.007	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	>0.3
Сумарне просідання 9.8 см														

Суглинок ІГЕ-6с властивостей просідання не має.

У природних умовах вільного набухання глини шару ІГЕ-6г відносяться до середньо- та сильнонабухаючих порід і характеризуються відносною деформацією набухання без навантаження (ε_{sw}) у межах 0,10–0,14. Суглинки ІГЕ-6с належать до слабко- та середньонабухаючих ґрунтів із $\varepsilon_{sw} = 0,07–0,09$. Тиск набухання для суглиноків ІГЕ-6с становить 0,10–0,20 МПа, а для глин ІГЕ-6г — 0,25–0,30 МПа.

Ділянка вишукувань розташована на схилі Аркадійської балки, де у відкритих зонах можливий розвиток ерозійних процесів та площинного змиву. На території поширені лесові ґрунти, що належать до другого типу ґрунтових умов за просіданням, у яких надалі може формуватися техногенний водоносний горизонт.

Як несучі шари для пальових фундаментів рекомендується застосовувати залежно від рівня проєктного навантаження суглинки та глини ПГЕ-6с, ПГЕ-6г, вапняки ПГЕ-7пл, або суглинки й глини ПГЕ-8с, ПГЕ-8г. Остаточне уточнення несучої здатності паль та необхідної глибини занурення слід виконувати за результатами пробних натурних випробувань — не менше двох під кожен будівлю.

У проєктуванні необхідно дотримуватися вимог нормативних документів, передбачаючи комплекс заходів, що застосовуються на територіях із просідаючими ґрунтами для запобігання їх замочуванню: планування поверхні з організацією відведення атмосферних вод, облаштування системи відведення покрівельних вод, прокладання водонесучих комунікацій у захисному виконанні з ухилом від будівлі, а також подальший моніторинг технічного стану всіх водонесучих мереж.

Територія також належить до потенційно підроблюваних, оскільки в товщі пілуватого вапняку можливе існування підземних порожнин (катакомб). Під час виконання вишукувань пустот у зазначених породах не виявлено.

Згідно з ДБН [1] та картами ОСР-2004-А і ОСР-2004-В, для споруд класу відповідальності СС2 нормативна сейсмічність м. Одеси становить 7 балів. Розрахункову сейсмічність для проєктування слід приймати 7 балів відповідно до результатів сейсмічного мікрорайонування майданчика [4].

Нормативні та розрахункові значення фізико-механічних характеристик ґрунтів і їх групування наведено у таблиці 1.2. Топогеодезичний план із розташуванням георозвідувальних свердловин подано на рис. 1.1, а інженерно-геологічний розріз за лінією 5–5 — на рис. 1.2.

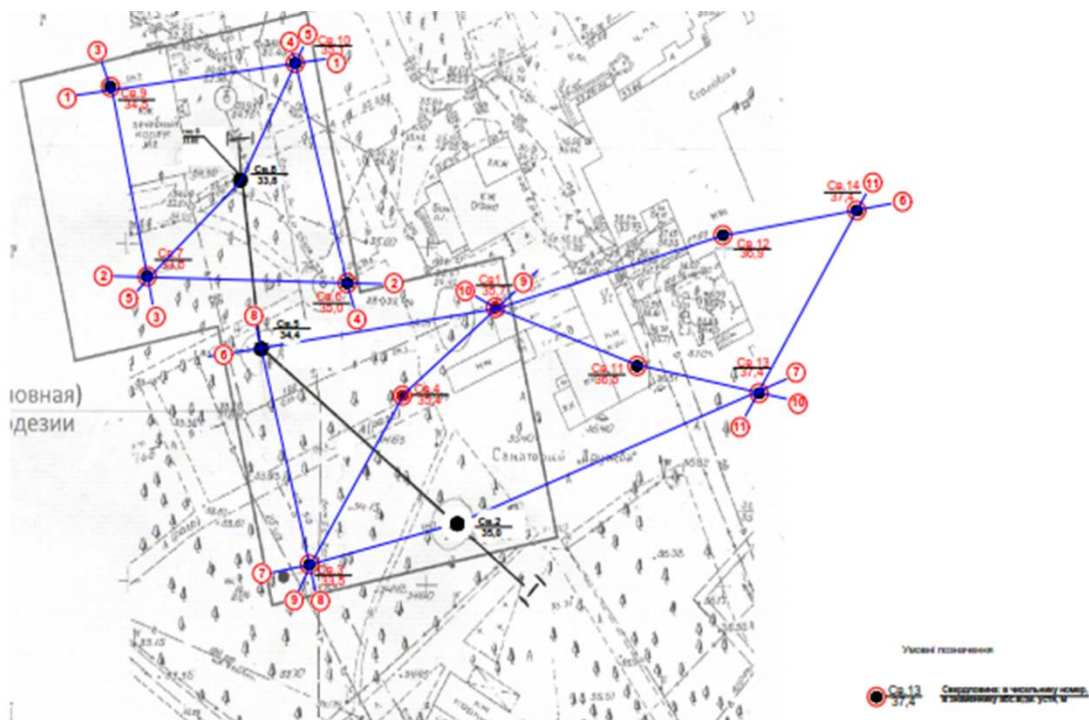


Рисунок 7.1 – Схема розташування свердловин

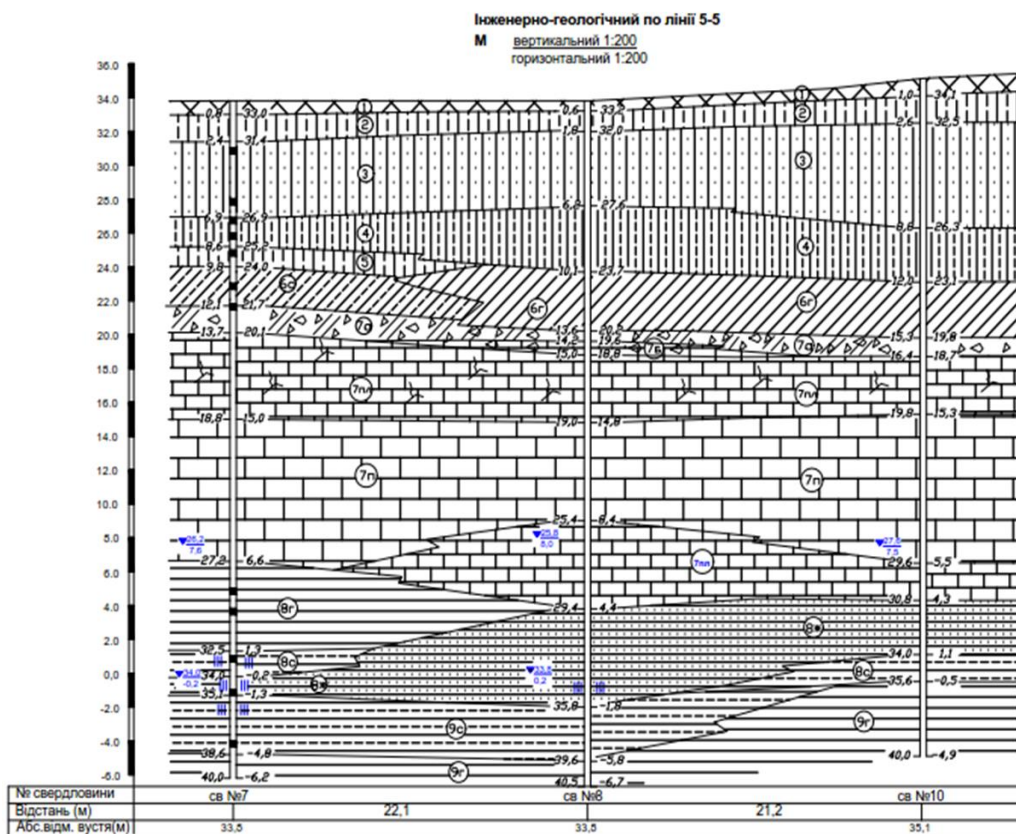


Рисунок 7.2 - Інженерно-геологічний розріз по лінії 5 - 5

7.3. Конструктивне рішення будівлі

Конструктивна схема будівлі передбачає виконання монолітного залізобетонного безригельного каркаса з використанням залізобетонних ядер жорсткості. Вертикальними несучими елементами виступають монолітні залізобетонні колони, пілони та ядра жорсткості, тоді як горизонтальні елементи представлені монолітними безригельними перекриттями. Просторова жорсткість будівлі забезпечується завдяки спільній роботі вертикальних і горизонтальних конструктивних елементів.

Фундаментна система виконана у вигляді груп залізобетонних паль, об'єднаних монолітною залізобетонною плитою ростверку товщиною 1700 мм, виготовленою з бетону класу С25/30. Палі буронабивні, діаметром $\varnothing 620$ мм та довжиною 14,9 м.

Вертикальні несучі елементи каркаса — монолітні залізобетонні пілони перерізом 1500×600 мм, 1500×550 мм, 1500×500 мм, 1500×450 мм та 1500×400 мм, виконані з бетону С25/30. Робоча арматура — класу А500С, поперечна — А240С. Товщина стін підземного поверху становить 300 мм, стіни сходово-ліфтових вузлів виконано товщиною 300, 400 та 500 мм із застосуванням аналогічних класів бетону та арматури.

Перекриття передбачено монолітні залізобетонні, завтовшки 200 та 250 мм, із бетону С25/30 з армуванням класами А500С (робоча) та А240С (поперечна). Сходові майданчики та марші також виконані монолітними залізобетонними елементами товщиною 200 мм.

Огороджувальні конструкції фасадів запроектовано з газобетонних блоків товщиною 300 мм щільністю 400 кг/м³ із зовнішнім утепленням мінераловатними плитами товщиною 50 мм і щільністю 150 кг/м³. Перегородки виконано з газобетону: міжквартирні — 200 та 250 мм, внутрішньоквартирні — 100 мм. Покрівля — скатна, з організацією внутрішнього водовідведення.

Згідно з проектною документацією [3] будівлю віднесено до класу наслідків (відповідальності) СС2 відповідно до вимог ДБН В.1.2-14 [9].

7.4. Інженерно-сейсмологічна характеристика майданчика будівництва

Нормативна інтенсивність сейсмічних впливів для заданого будівельного майданчика визначена згідно з картою зон сейсмічного районування ЗСР-2004-А та переліком населених пунктів України (м. Одеса), наведених у ДБН В.1.1-12 [1], і становить 7 балів за шкалою ДСТУ Б В.1.1-28 [19].

Відповідно до даних інженерно-геологічних вишукувань [5] та класифікації ґрунтів, наведеної у таблиці 5.1 ДБН В.1.1-12 [1], ґрунтові умови майданчика відносяться до другої категорії за сейсмічними властивостями.

Згідно з результатами сейсмічного мікрорайонування території, виконаного у 2016 році [4], прогнозована інтенсивність очікуваних сейсмічних струсів також становить 7 балів за шкалою ДСТУ Б В.1.1-28 [19] при прийнятому рівні сейсмічного ризику 10% (повторюваність приблизно раз на 500 років).

Отже, з урахуванням локальних ґрунтових умов та результатів інженерних досліджень, розрахункова інтенсивність сейсмічного впливу для проектування будівлі приймається на рівні 7 балів за шкалою ДСТУ Б В.1.1-28 [19].

7.5. Конструктивне рішення фундаментів

На першому етапі проектування «Стадія П» фундамент було запроєктовано пальового типу з буронабивних залізобетонних паль $\varnothing 620$ мм довжиною 12.3 м, які об'єднувались монолітним залізобетонним плитним ростверком товщиною 170 см. Бетон приймався класу С25/30, а сполучення паль з ростверком - жорсткого типу. Загальна кількість паль дорівнювала 293 шт. [3].

Під подошвою плити ростверку була запроєктована бетонна підготовка товщиною 100 мм з бетону класу С8/10.

Розрахункове навантаження на палі з урахуванням сейсмічних впливів було прийнято в проекті 310 тс.

Армування паль виконувалось робочою арматурою 10 стержнів $\varnothing 25$ А500С, поперечна арматура $\varnothing 8$ А240С (рис. 1.10). Схема розміщення палі БСм-1 на інженерно-геологічному розрізі наведена на рис. 1.11.

Армування плитного ростверку передбачено проектом у 8 рівнів: нижнє - у рівнях 1, 2 та 3, 4; верхнє - у рівнях 5,6 та 7,8.

7.6. Комп'ютерна модель будівлі

7.6.1. Опис розрахункової моделі

Розрахунки комп'ютерної моделі виконані з використанням програмного комплексу «ЛПРА-САПР» [7], який є комп'ютерною системою для структурного аналізу і проектування.

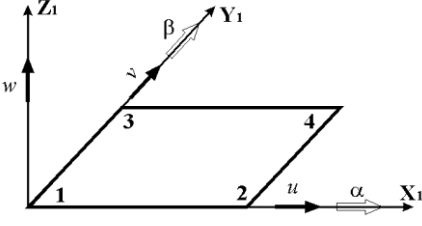
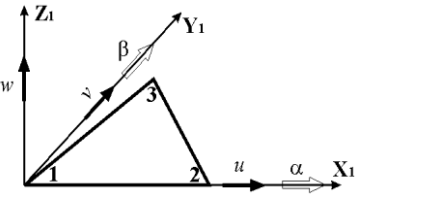
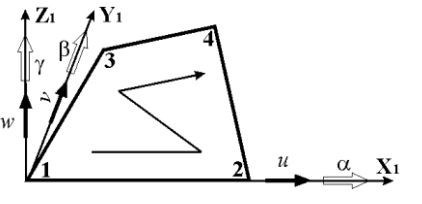
Для перевірки несучої здатності конструкцій будівлі була створена розрахункова модель у вигляді просторової системи, яка складається зі стрижневих скінчених елементів (СЕ), що моделюють роботу паль і колон, та оболонкових СЕ, що моделюють роботу діафрагм жорсткості, пілонів, плит перекриття та покриття (табл. 7.3). Сполучення несучих елементів між собою – жорстке.

Основні геометричні та фізико-механічні характеристики СЕ комп'ютерної моделі будівлі подано в таблиці 7.4.

Загальний вигляд скінченно-елементної моделі наведено на рисунку 7.3. Графічне відображення елементів типового поверху розрахункової схеми будівлі наведено на рисунку 7.4.

Таблиця 7.3 - Опис типів скінчених елементів, використаних у комп'ютерній моделі будівлі

N СЕ	Найменування СЕ	Площина розміщення	Ступінь свободи	Коментарі
1	2	3	4	5
10	Універсальний стержень 	довільно	X,Y,Z, UX,UY,UZ	1. Використовується для одно-, дво- та тривимірних задач.

41	Універсальний прямокутний елемент оболонки 	довільно	X,Y,Z UX,UY,UZ	1. Допускається наявність пружної основи. 2. Враховуються властивості матеріалу: - ізотропія; - трансверсальна ізотропія; - ортотропія; - анізотропія
42	Універсальний трикутний елемент оболонки 	довільно	X,Y,Z, UX,UY,UZ	1. Допускається наявність пружної основи. 2. Враховуються властивості матеріалу: - ізотропія; - трансверсальна ізотропія; - ортотропія; - анізотропія
44	Універсальний чотирикутний елемент оболонки 	довільно	X,Y,Z UX,UY,UZ	1. Допускається наявність пружної основи. 2. Враховуються властивості матеріалу: - ізотропія; - трансверсальна ізотропія; - ортотропія; - анізотропія

Таблиця 7.4 – Фізико-механічні та геометричні параметри конструктивних елементів у розрахунковій моделі будівлі

№ з. п.	Назва елемента	Фізико-механічні та геометричні параметри (переріз – см, жорсткості – МПа, т/м, маса – т/м ³)	Положення в конструктивній схемі будівлі
1	Кільце 62x0	D=62, E=30e+003, ν=0,2, R _o =2,5	d=0, Залізобетонні палі

2	Пластина Н15	$H=15, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні сходові марші та площадки
3	Пластина Н20	$H=20, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Плити перекриття та покриття
4	Пластина Н25	$H=25, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Плити перекриття відм. -4,1 м та -0,1 м
5	Пластина Н30	$H=30, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні діафрагми
6	Пластина Н50	$H=50, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні діафрагми
7	Пластина Н40	$H=40, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні пілони відм. 53,1...81,1 м
8	Пластина Н45	$H=45, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні пілони відм. 38,1...53,1 м
9	Пластина Н50	$H=50, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні пілони відм. 23,1...38,1 м
10	Пластина Н55	$H=55, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні пілони відм. 11,1...23,1 м
11	Пластина Н60	$H=60, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Залізобетонні пілони відм. -7,4...11,1 м
12	Пластина Н170	$H=170, E=32,5e+003, \nu=0,2, R_0=2,5$	Ростверк
13	СЕ 55	Чисельне моделювання сейсмоізоляції	
14	СЕ 56	Чисельне моделювання ґрунтової основи	
15	Брус 1x1		Допоміжні СЕ

H, B – геометричні розміри перерізу, см; E – модуль пружності, МПа; ν – коефіцієнт Пуассона; R_0 – об’ємна маса, т/м³

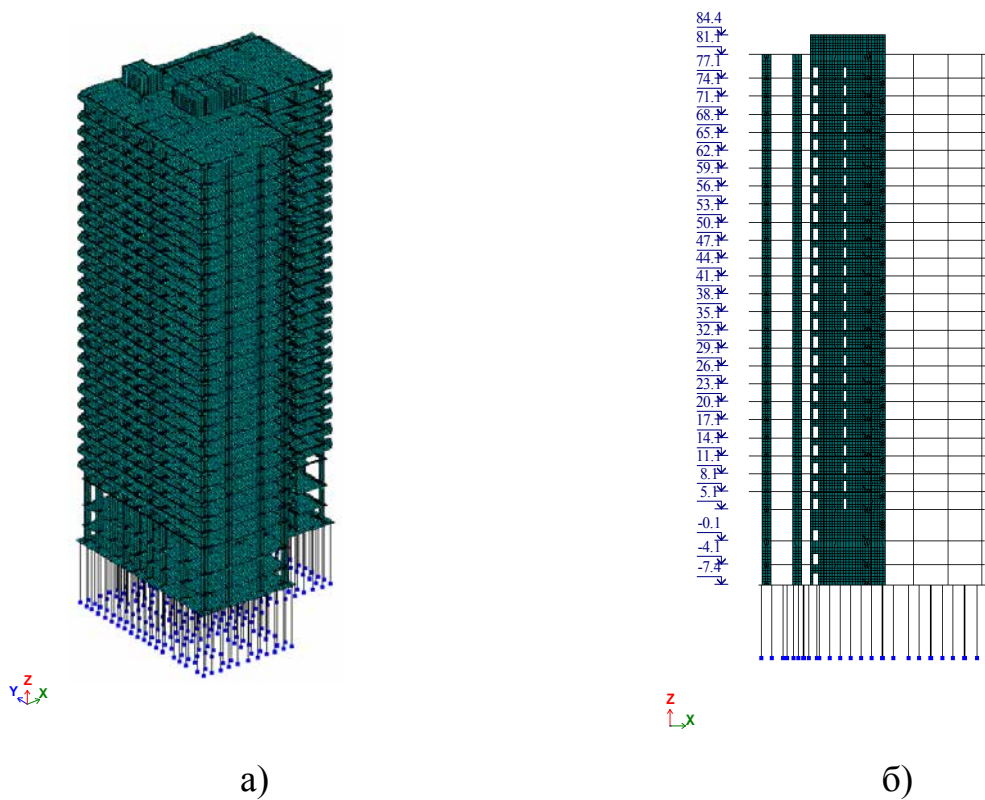


Рисунок 7.3- Скінченно-елементна модель секції А будівлі з пальовим сейсмоізованим фундаментом:

а - загальний вигляд; б - характерні навантаження

СОБСТВЕННЫЙ ВЕС

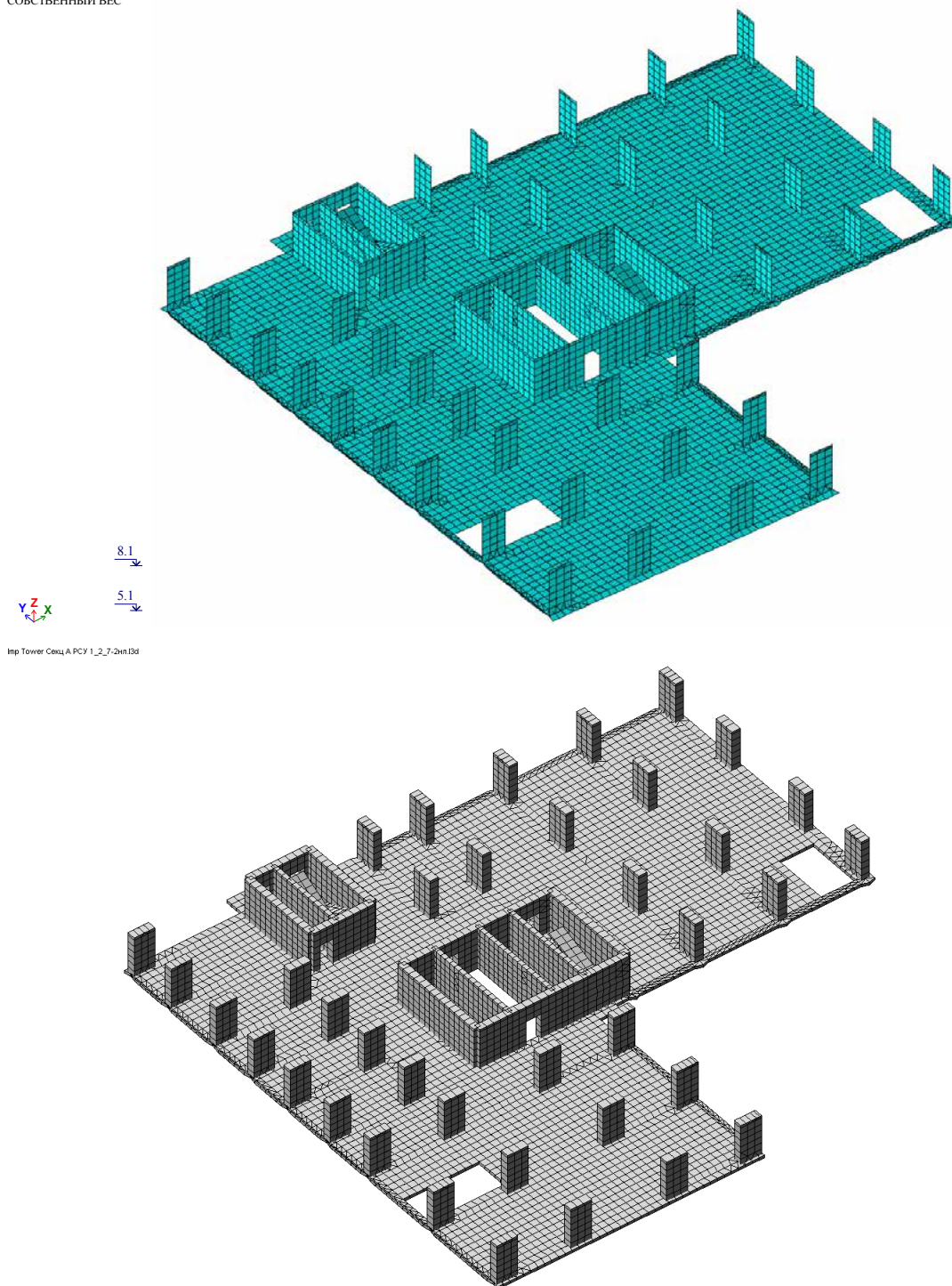


Рисунок 7.4. - Комп'ютерна модель типового поверху

7.6.2. Навантаження і впливи

Розрахунок конструкцій за граничними станами першої та другої груп виконано з урахуванням найбільш несприятливих поєднань навантажень або відповідних внутрішніх зусиль. Формування таких поєднань здійснювалося на основі аналізу реальних сценаріїв одночасного прикладання різних видів впливів

у відповідних стадіях роботи конструкцій чи основи, включаючи можливість появи додаткових тимчасових навантажень або, навпаки, їх відсутність, відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 [8].

У програмному комплексі «ЛІРА» навантаження були задані у вигляді окремих завантажень згідно з розрахунковою моделлю, переданою Замовником. Граничні розрахункові значення навантажень визначались множенням характеристичного навантаження на коефіцієнти надійності за навантаженнями γ_f та за рівнем відповідальності γ_p .

Будівля класифікована як об'єкт класу відповідальності СС2 згідно з ДБН В.1.2-14:2009 [9]. Для розрахунків за першою групою граничних станів прийнято коефіцієнт надійності $\gamma_p = 1,1$.

Просторова розрахункова модель будівлі була проаналізована під дією навантажень та впливів, наведених у таблиці 7.5. Оцінювання напружено-деформованого стану виконано для заданих розрахункових сполучень навантажень (РСН). Такі сполучення становлять сукупність розрахункових значень усіх навантажень, що одночасно діють на конструкцію у певній розрахунковій ситуації та використовуються для перевірки її несучої здатності та експлуатаційної придатності.

Для кожного конструктивного елемента були сформовані сполучення, що включають як статичні, так і динамічні (сейсмічні) навантаження. Значення коефіцієнтів у сполученнях прийнято згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 [8] та ДБН В.1.2-14:2009 [9].

Таблиця 7.5 – Розрахункові навантаження та впливи в ПК «ЛІРА»

Тип та номер завантаження в ПК «ЛІРА»	Найменування навантаження	Нормативне значення	Коефіцієнт надійності γ_{fm}	Розрахункове граничне значення
1	2	3	4	5
1-2. Постійне	Монолітний залізобетон, кг/м ³	2500	1,1	Визначається автоматично

Тип та номер завантаження в ПК «ЛІРА»	Найменування навантаження	Нормативне значення	Коефіцієнт надійності γ_{fm}	Розрахункове граничне значення
(власна вага)	Підлога сходової клітки, кг/м ²	60	1,3	80
	Стіни, кг/м ²	215	1,2	260
	Вага покриття, кг/м ²	415	1,2	500
3. Тривале	Перегородки на перекриття всіх поверхів, кг/м ²	92	1,3	120
4-7. Короткочасне	Перегородки, кг/м ²	153	1,3	200
	Корисне офіси, кг/м ²	200	1,2	240
4-7. Короткочасне	Корисне коридори, кг/м ²	300	1,2	360
	Корисне на відм. - 4,1 м та +81,1 м	400	1,2	480
	Корисне на відм. - 0,1 м, +5,1 м та +77,1 м	500	1,2	600
	Снігове навантаження, кг/м ²	101	1,14	116
	Вітрове навантаження, кг/м ²	47	1,14	Змінюється в залежності від висоти
6÷9*. Сейсмічне	Сейсміка по "X", "Y", "Z" та під кутом 45°	Визначається за спектральним методом згідно до ДБН В.1.1-12:2014 [1]		
* - при розрахунку на аварійні сполучення навантажень				

7.7. Розрахунок параметрів гумових ізоляторів

Ефективність роботи системи сейсмоізоляції безпосередньо визначається спектральними характеристиками сейсмічних впливів на будівельному майданчику та співвідношенням між частотами вимушених коливань ґрунту і власними частотами коливань будівлі. Відповідно до вимог національних норм [1] та Єврокоду 8 [26], при проектуванні систем сейсмічного захисту необхідно забезпечити власну частоту коливань верхньої будови на рівні 1,0 Гц або нижче.

Такий підхід дозволяє винести будівлю у зону низькочастотної відповіді, де спектральні прискорення є мінімальними.

Рекомендоване співвідношення між найнижчою переважаючою частотою вимушених коливань ґрунту (визначеною за спектрами прискорень синтезованих акселерограм, розрахованих для конкретного майданчика) та власною частотою коливань будівлі з ізоляційною системою має знаходитися у межах $k = 3,0-4,0$ [27]. Для будівельного майданчика на вул. Генуезькій, 1 було виконано сейсмічне мікрорайонування та сформовано пакет синтезованих акселерограм [4], аналіз яких показав, що переважаючі частоти ґрунту знаходяться у діапазоні $\omega = 1,3-2,4$ Гц.

За результатами розрахунків динамічної моделі секції А з улаштованою системою сейсмоізоляції (табл. 4.1), перша власна частота будівлі становить 0,316 Гц. Таким чином, співвідношення частот визначається як $k = 1,3 / 0,316 = 4,1$, що відповідає рекомендаціям щодо проектування систем вібро- та сейсмозахисту [27] і підтверджує ефективність обраної частотної розв'язки.

Жорсткісні характеристики гумових ізоляторів визначалися відповідно до методики [28]. Діаметр ізолятора прийнято 420 мм (з урахуванням розміщення на палі діаметром 620 мм), а його висоту – 50 мм. Для розрахунків були використані статичні та динамічні модулі деформації гуми (Е, G та Ед, Gд), отримані під час впровадження системи сейсмоізоляції на трьох 27-поверхових житлових будинках у м. Києві (Оболонський проспект). Оскільки ізолятори для даного об'єкта виготовляються з тієї ж марки гуми 2959, в розрахунках були прийняті такі експериментально підтвержені значення:

- модуль стиску: $E = 5,4$ МПа, $E_d = 7,1$ МПа;
- модуль зсуву: $G = 1,8$ МПа, $G_d = 2,4$ МПа.

Ці параметри були використані під час визначення жорсткості сейсмоізоляторів та розрахунку власних частот будівлі як одномасової системи, а саме:

Маса М будівлі секції А з ростверком	- 54000 т.
Кількість паль N та відповідно ізоляторів (див. розділ 3 звіту)	- 271.

Частота власних горизонтальних коливань верхньої будови за 1 формою - 0,32 Гц.

Статичне середнє вертикальне постійне та довготривале навантаження на ізолятор $P_{ст}$ - 2000 кН.

Відносна гранична вертикальна деформація ізолятора при статичних постійних та довготривалих навантаженнях - 25%.

Статична вертикальна жорсткість гумового ізолятора при стиску визначається за формулою [28]:

$$K_z = \frac{\beta \pi R^2 E}{h},$$

де $\beta = 0,92 + 0,6R^2/h^2$ - коефіцієнт підвищення жорсткості, з урахуванням умов закріплення на торцях (уточнюється за результатами випробувань гумових ізоляторів);

R – радіус сейсмоізолятора; E – статичний модуль гуми при стиску; h – висота сейсмоізолятора.

Квадрат власної вертикальної частоти коливань сейсмоізолюваної будівлі:

$$P^2 = NK_{zd}/M,$$

де $K_{zd} = 1,3K_z$ – динамічна жорсткість сейсмоізолятора при стиску.

Відносна вертикальна деформація ізолятора:

$$\varepsilon = (P_{ст}/K_z \cdot h) \cdot 100\%.$$

За результатами розрахунків за наведеними формулами отримано такі значення:

Жорсткість вертикальна статична $K_z = 180000$ кН/м; динамічна $K_{zd} = 234000$ кН/м. При розрахунках просторових моделей будівлі жорсткість ізоляторів у вертикальному напрямку прийнята $K_z = 200000$ кН/м. Жорсткість гумового ізолятора при стиску при статичних навантаженнях від 1500 кН до 3000 кН буде визначена також за результатами проведення випробувань двох зразків ізоляторів.

Частота власних вертикальних коливань одномасової системи будівлі (жорсткого штапу з сейсмоізоляцією) дорівнює $P = 31$ рад/с ($f = 4,9$ Гц).

Сумарна горизонтальна жорсткість гумового ізолятора та випусків арматури палей дорівнює $K_x=100000$ кН/м. Частота горизонтальних коливань одномасової системи секції А дорівнює $P_x=22,4$ рад/с ($f_x=3,6$ Гц).

Відношення частоти горизонтальних коливань одномасової системи секції А до частоти власних коливань верхньої будови будівлі дорівнює $k=3,6/0,32=11,3>4,0$, що відповідає рекомендаціям з проектування вібро - та сейсмосахисту будівель [27].

Максимальна розрахункова відносна вертикальна деформація ізолятора при дії постійних та довготривалих навантажень дорівнює $\varepsilon =22\%$ і не перевищує граничного значення 25%.

7.8. Результати розрахунку пальової основи будівлі

Допустиме навантаження на палі при варіанті статичних навантажень було прийнято

$$N_d = \frac{F_d}{1.2} = \frac{400}{1.2} = 333.33 \text{ тс.}$$

Аналіз попередніх розрахунків будинку на стадії «Проект» показав, що

Попередній аналіз розрахунків будівлі на стадії «Проект» показав, що фактичне навантаження на палі перевищує допустимі значення, встановлені Замовником, навіть за умови застосування значної кількості палей ($n = 293$ шт.) та інтенсивного армування 10Ø28 А500С. Відповідно до технічного завдання необхідно було розробити пропозиції щодо зниження навантаження на палі до рівня, який не перевищує граничне значення $N_d = 320$ тс, а також виконати розрахункове обґрунтування роботи системи «грунтова основа – пальовий фундамент – верхня будова» із застосуванням високодемпфуючих гумових сейсмоізоляторів. Розрахунки виконувалися з урахуванням уточненої геологічної будови майданчика та збільшення довжини палей до 14,9 м з їх заглибленням у шар ІГЕ-7п до відмітки +12.150 м.

Було запропоновано конструктивні рішення щодо впровадження сейсмоізоляторів (рис. 3.1, 3.2). Вузли сполучення робочої арматури палей з ростверком розроблено таким чином, щоб забезпечити можливість вільної

реалізації лінійних переміщень арматурних стрижнів у межах розрахункових деформацій гумових елементів сейсмоізоляторів під час сейсмічних впливів.

Після погодження концепції з Замовником було виконано такі етапи робіт:

1. **Актуалізовано розрахункову модель секції А** для варіанта, у якому сейсмоізолятори встановлені на оголовки паль збільшеної довжини ($l = 14,9$ м), з урахуванням уточненої інженерно-геологічної інформації.
2. **Визначено горизонтальні та вертикальні коефіцієнти жорсткості** на контакті паль і ґрунтової основи з урахуванням особливостей роботи слабких вапняків-черепашників, характерних для Одеського регіону, при загальній кількості паль $N = 293$ шт.
3. **Оцінено розрахункову несучу здатність паль** за властивостями ґрунтової основи для навантажень статичного та сейсмічного походження.
4. **Виконано розрахунки статичної та динамічної моделей будівлі**, у тому числі з урахуванням нелінійної роботи основи. Проведено ітераційне уточнення вертикальних жорсткостей у вузлах «паль–ґрунт». Отримані значення навантажень на палі порівняно з граничними параметрами, визначеними Замовником. Додатково виконано порівняльний аналіз переміщень і деформацій будівлі для варіантів без сейсмоізоляції та із сейсмоізоляторами. Встановлено, що для варіанта із сейсмоізоляцією визначальним є статичний розрахунок на вітровий вплив.
5. **Проведено комплекс аналізів моделей з різною кількістю паль**, враховуючи нелінійну роботу основи, з метою визначення можливості скорочення кількості паль. На кожному етапі виконувалася корекція моделі.

За результатами досліджень встановлено, що кількість паль може бути зменшена до 270 шт. при збереженні вимоги:

- $N_{d,max} \leq [N_d] = 400 / 1.2 = 333.33$ тс (статичний розрахунок),
- $N_{eq,max} \leq [N_{eq}] = (400 / 1.2) \cdot 0.85 = 283.33$ тс (сейсмічний еквівалентний розрахунок),

де коефіцієнт $K_{eq} = 0.85$ визначено з результатів попередніх розрахунків фундаменту зі жорстким сполученням паль і ростверку.

Після узгодження з Замовником прийнято остаточну схему пального поля з кількістю 271 паля. Інженерно-геологічний розріз по палі БСм-1 наведено на рис. 7.5.

Проектом передбачено буронабивні палі $\varnothing 620$ мм довжиною 14,9 м із гумовими сейсмоізоляторами висотою 50 мм та $\varnothing 420$ мм на оголовках (рис. 7.5, 7.6). Розрахункові жорсткості сейсмоізоляторів становлять:

- горизонтальні: $R_x = R_y = 10000$ т/м,
- вертикальна: $R_z = 20000$ т/м.

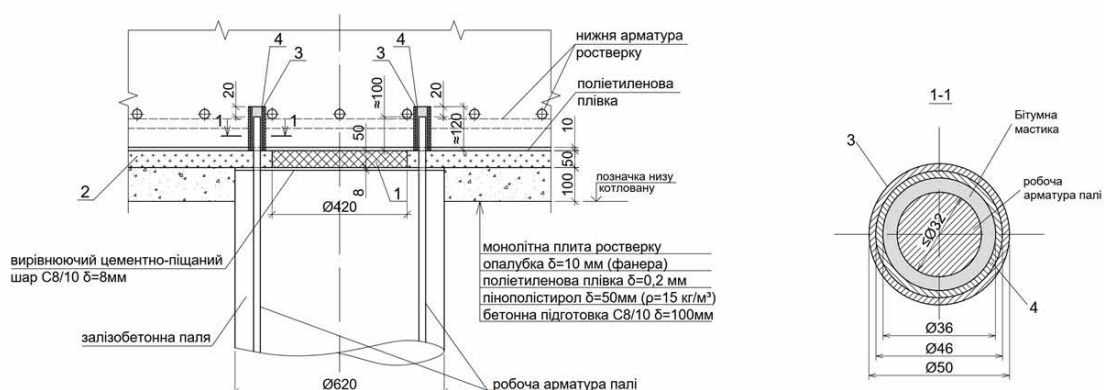
Сполучення паль з ростверком товщиною 1700 мм є фактично шарнірним. Ростверк виконується з бетону С25/30, палі — з бетону С25/30 на щебені фракції 5–10 мм.

Згідно зі Звітом з інженерно-геологічних умов (2019 р.) [5], основою для паль прийнято ґрунт ІГЕ-7п — вапняк-черепашник дуже низької міцності ($R_0 = 0.5–0.8$ МПа). Відмітка умовного нуля будівлі +36.500 м, що на 9.2 м вище підосви ростверку. Глибина заглиблення паль у шар ІГЕ-7п становить 2.5 м.

Ґрунти шару ІГЕ-4 належать до лесових суглинків із потенційною просадковістю. Визначено, що можливе замочування призведе до залишкової просадки $S_{sl} = 0.0455$ м, що не перевищує граничних 0.05 м. Тому довантажувальна сила тертя вздовж бокової поверхні паль не враховується. Разом з тим проектом мають бути передбачені водозахисні заходи та моніторинг стану будинку й інженерних мереж протягом усього строку експлуатації [12, 13, 15].

В розрахунках навантаження на палі враховано горизонтальні сили, що виникають при вітрових та сейсмічних впливах. Палі моделювалися універсальними просторовими скінченними елементами KE-10, ґрунтова взаємодія — пружними зв'язями KE-56, ізолятори — пружними зв'язями KE-55. Ростверк моделювався елементами KE-46 та KE-47. Загальна розрахункова схема наведена на рис. 7.3.

Розрахунок виконано за комплексною схемою «грунт – сейсмоізолюваний пальовий фундамент – будівля» при розрахунковій інтенсивності сейсмічного впливу 7 балів згідно з ДБН [1].



Порядок виконання робіт:

1. Встановлення віброізолятора Ø420 (1) на вирівняну поверхню оголовка палі між випусками арматури;
2. Влаштування подушки (листів) з пінополістиролу товщиною 50 мм (2) на бетонну підготовку;
3. Укладання шару поліетиленової плівки товщиною 0,2 мм;
4. Встановлення опалубки плити ростверку з влаштуванням отворів під трубку Ø60 мм;
5. Випуски арматури палі змащуються бітумною мастикою;
6. На випуски арматури палі одягається гумова втулка ≈Ø36 мм (4);
7. На гумову втулку одягається свинцева (металева) труба ≈Ø46 мм (3);
8. Утворений отвір заповнюється бітумною мастикою;
9. Встановлення арматурного каркасу плити ростверку;
10. Бетонування плити ростверку;
11. Влаштування конструкцій підвальних поверхів.

Позиція	Найменування	Кіл. шт.	Примітки
1	Ізолятор гумовий		на основі натурального каучуку
2	Пінополістирол під всю площу плити ростверку		ДСТУ Б.В.2.7-8-94 густина 15кг/м³
3	Свинцева (металева) труба Ø46, t=2 мм		L = 120 мм
4	Гумова втулка Ø36		L ≈ 120 мм

Рис 7.5 Конструкція системи сейсмоізоляції з гумовими ізоляторами, які розташовані на палях в центральній зоні загального плану пальового поля

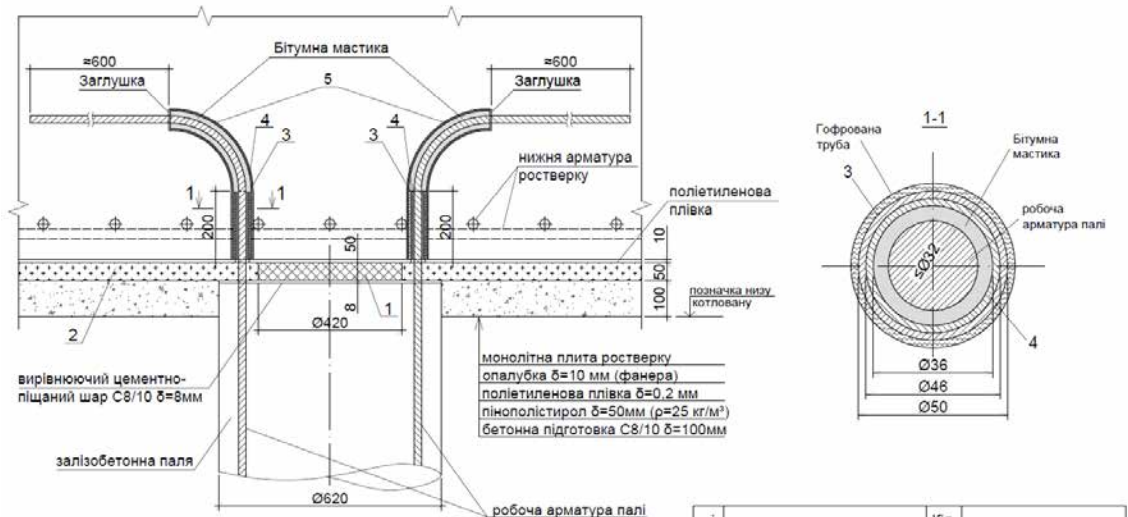


Рис. 7.6 Конструкція системи сейсмоізоляції з гумовими ізоляторами, які розташовані на палях чотирьох крайні рядів загального плану пальового поля

З огляду на те, що шари ґрунтів ІГЕ-7а, ІГЕ-7б, ІГЕ-7пл та ІГЕ-7п представлені специфічними для Одеського регіону ґрунтами — елювіально-дезінтегрованою дресвою («жерствою») із уламків перекристалізованого вапняку з заповненням червоно-бурою глиною твердої консистенції або ж вапняком-черепашником з низькою міцністю, несучу здатність палей доцільно визначати з урахуванням спеціалізованих досліджень. Для цього використано результати польових і лабораторних випробувань зазначених ґрунтів, виконаних в м. Одеса, та відповідну методику розрахунку несучої здатності палей [22, 23, 24].

Значення міцнісних і деформаційних характеристик вапняків-черепашників прийнято за даними таблиці 4.5 роботи [23], отриманими під час досліджень цих ґрунтів у період будівництва висотних будинків по вул. Корабельна, 1 у м. Одеса.

Таблиця 7.5 – Екстремальні зусилля в рівні верху паль від розрахункових сполучень навантажень

Критерій пошуку	зусилля в елементі					Направлення дії навантаження
	N, тс	My, тс·м	Qz, тс	Mz, тс·м	Qy, тс	
1	2	3	4	5	6	7
При основних сполученнях навантажень (РСН)						
Nmin	-276.689	0	0.227	0	1.074	II осн W по осі +Y
Nmax	-145.749	0	-0.142	0	1.553	I осн W по осі +Y
My,min	0	0	0	0	0	-
My,max	0	0	0	0	0	-
Qz,min	-175.667	0	-1.348	0	-0.159	I осн W по осі +X
Qz,max	-186.915	0	1.465	0	0.223	I осн W по осі -X
Mz,min	0	0	0	0	0	-
Mz,max	0	0	0	0	0	-
Qy,min	-166.202	0	-0.007	0	-1.491	I осн W по осі -Y
Qy,max	-173.085	0	0.164	0	1.574	I осн W по осі +Y
При епізодичних (сейсміка) сполученнях навантажень (РСН)						
Nmin	- 271.90927 1	0	- 0.13356 9	0	1.02051 4	S по осях -Y та +Z
Nmax	- 108.27973 9	0	0.15645 8	0	0.64544 7	S по осях -Y та -Z
My,min	-	-	-	-	-	-
My,max	-	-	-	-	-	-
Qz,min	-210.71048	0	- 0.96257 1	0	0.20612 3	S по осях +X та -Z
Qz,max	- 171.12254 3	0	0.97305 6	0	- 0.03034	S по осях +Y та -Z
Mz,min	-	-	-	-	-	-
Mz,max	-	-	-	-	-	-
Qy,min	- 196.36491 4	0	- 0.03253	0	- 0.98379 5	S по осях +Y та -Z
Qy,max	- 271.90927 1	0	- 0.13356 9	0	1.02051 4	S по осях -Y та +Z

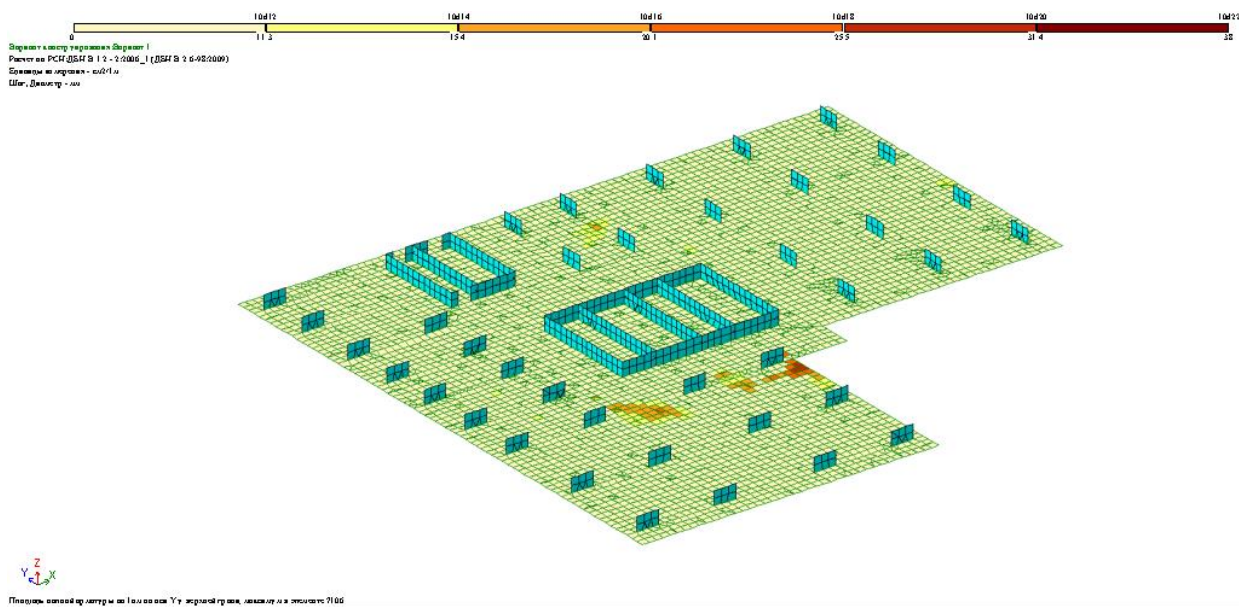


Рисунок 7.8 – Армування у верхній зоні ростверку по осі X

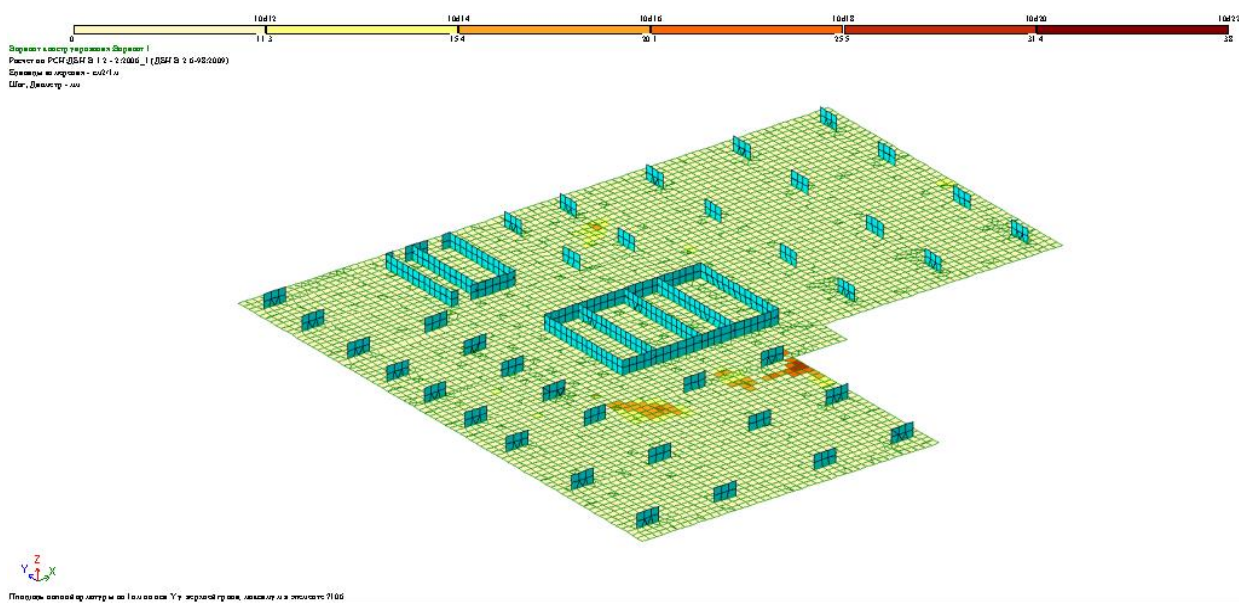


Рисунок 7.9 – Армування у верхній зоні ростверку по осі Y

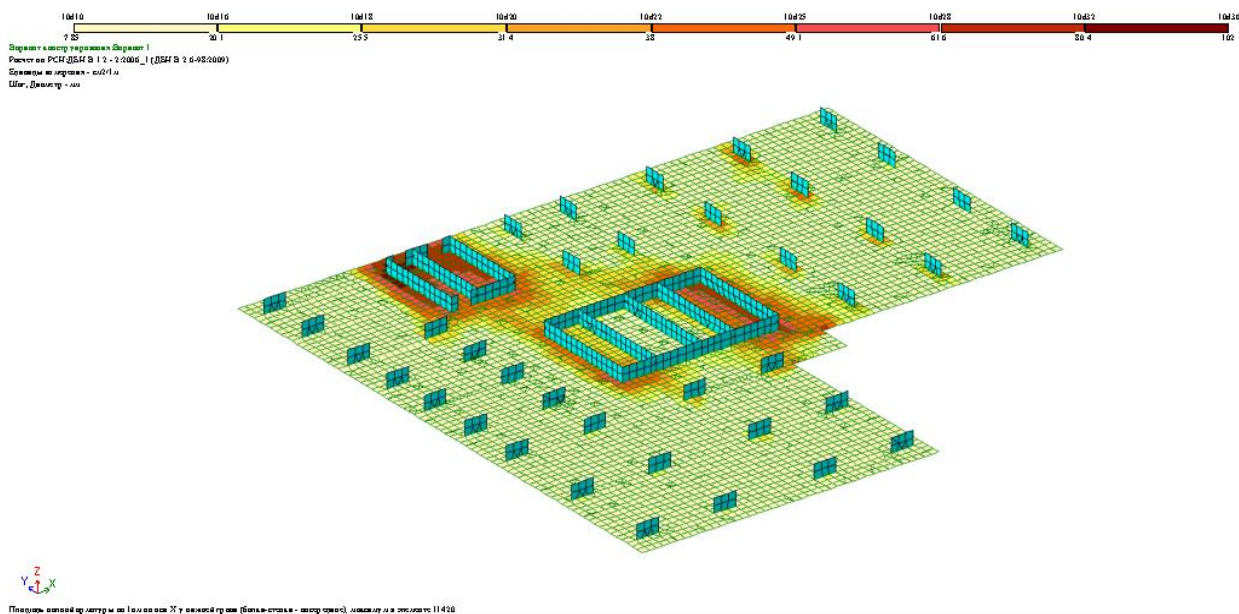


Рисунок 7.10 – Армування у нижній зоні ростверку по осі X

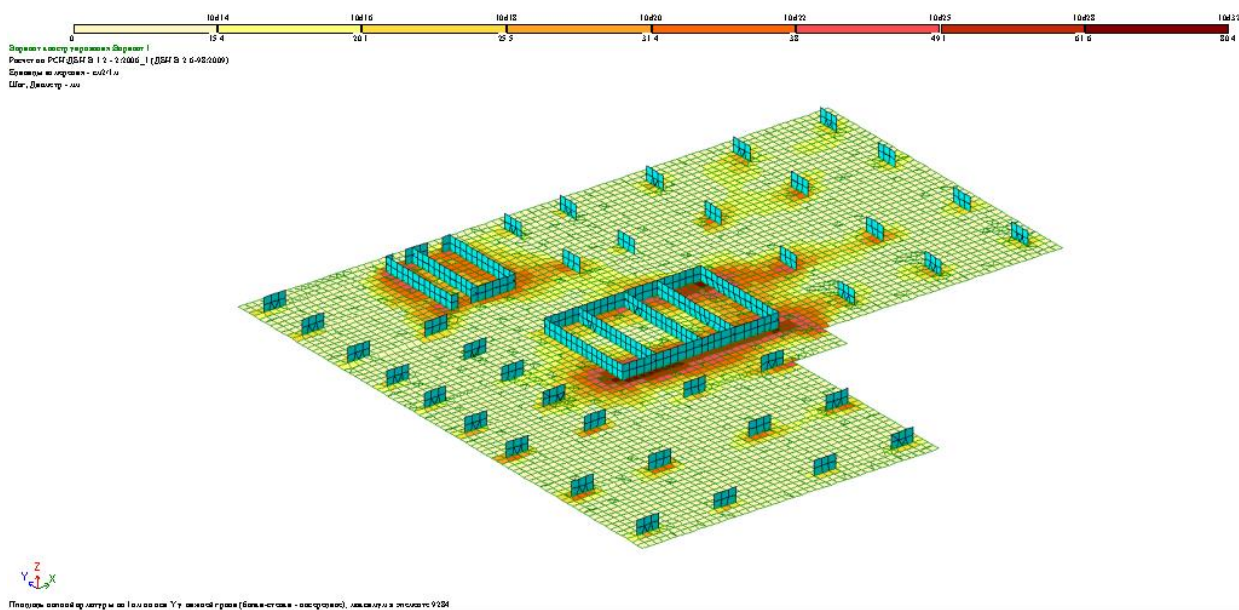


Рисунок 7.11 – Армування у нижній зоні ростверку по осі Y

7.9. Результати розрахунків верхньої будови будинку

При проектуванні будівель у сейсмічних районах повинні бути враховані вимоги, викладені в ДБН [1].

Зокрема, для визначення зусиль в несучих елементах конструкцій слід враховувати таку кількість форм власних коливань споруди, при якому сума

модальних мас була б не менше 85% при горизонтальних впливах і не менше 75% при вертикальних навантаженнях.

Жорсткість будівлі повинна бути такою, щоб перекося поверхів від сейсмічних впливів не перевищували допустимих значень.

7.10. Модальний аналіз

Розрахунки динамічної моделі будівлі виконані відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 [1]. Результати розрахунків при наявності та відсутності сейсмоізоляторів наведено в табл. 7.6 та 7.7 відповідно, а форми перших трьох власних коливань – на рис. 7.12. Перша і друга форми є поступальними, а третя – крутильною щодо вертикальної осі Z.

Розрахунки будівлі на сейсмічні впливи виконані з урахуванням 25 форм власних коливань, так як більш вищі форми не вносять вкладу в збільшення суми модальних мас.

Таблиця 7.6 – Розрахункові динамічні характеристики секції А при наявності сейсмоізоляторів

№ форми коливань	Частота, Гц	Період, с	Σ мод. мас, %			
			по X	по Y	по Z	під 45°
1	0,316	3,169	0,212	61,497	0,000	27,240
2	0,339	2,946	62,600	61,724	0,000	62,303
3	0,584	1,711	62,602	61,734	0,000	62,304
4	1,498	0,668	62,626	77,798	0,000	70,970
5	1,645	0,608	78,897	77,821	0,000	78,506
6	1,775	0,564	78,973	78,061	0,000	78,529
7	3,007	0,333	78,977	78,411	0,001	78,668
8	3,343	0,299	78,982	78,419	70,853	78,668
9	3,419	0,292	79,030	79,076	72,060	79,197
10	3,519	0,284	79,374	85,257	74,375	81,002
11	3,643	0,275	86,330	85,732	74,589	86,534
12	3,816	0,262	86,601	86,250	86,220	86,554
13	3,986	0,251	86,603	86,488	86,911	86,695
14	4,023	0,249	87,007	86,524	86,918	86,794
15	4,320	0,231	87,007	86,658	86,920	86,861
16	4,437	0,225	87,267	86,819	86,936	86,867
17	4,580	0,218	87,408	87,153	87,088	87,322
18	5,090	0,196	87,467	87,173	88,753	87,395
19	5,151	0,194	87,575	87,402	88,787	87,406
20	5,459	0,183	90,223	88,354	88,933	87,618
21	5,506	0,182	91,603	88,698	89,374	87,791

22	5,580	0,179	91,603	89,441	89,390	88,146
23	5,626	0,178	93,157	93,168	89,466	93,192
24	5,743	0,174	93,252	93,636	89,697	93,685
25	5,819	0,172	93,253	93,642	89,699	93,691
Примітка. Заливкою відзначені форми коливань, що визначають напружено-деформований стан будівлі.						

Таблиця 7.7 – Розрахункові динамічні характеристики секції А при відсутності сейсмоізоляторів

№ форми коливань	Частота, Гц	Період, с	Σ мод. мас, %			
			по X	по Y	по Z	під 45°
1	0,350	2,859	0,000	59,852	0,000	29,760
2	0,384	2,602	60,680	59,854	0,000	60,387
3	0,593	1,686	60,684	59,885	0,000	60,394
4	1,559	0,641	60,693	75,851	0,000	68,771
5	1,715	0,583	76,955	75,854	0,000	76,697
6	1,800	0,556	77,127	76,293	0,000	76,727
7	3,057	0,327	77,131	76,554	0,000	76,830
8	3,723	0,269	77,284	83,734	0,017	79,447
9	3,827	0,261	84,082	83,904	0,154	84,009
10	3,972	0,252	84,230	83,907	26,438	84,106
11	4,076	0,245	84,254	83,947	43,365	84,168
12	4,387	0,228	84,254	84,106	43,432	84,240
13	4,471	0,224	84,254	84,106	43,712	84,240
14	4,583	0,218	84,281	84,117	43,737	84,242
15	4,850	0,206	84,286	84,127	60,637	84,242
16	4,998	0,200	84,330	84,128	61,875	84,258
17	5,176	0,193	84,337	84,152	62,653	84,286
18	5,490	0,182	84,342	84,161	62,752	84,286
19	5,759	0,174	84,607	84,163	62,887	84,395
20	5,792	0,173	84,644	84,166	62,912	84,405
21	5,834	0,171	84,799	84,173	69,758	84,452
22	5,881	0,170	88,461	85,433	69,873	84,765
23	5,931	0,169	88,505	85,437	71,599	84,776
24	5,985	0,167	88,506	85,437	72,977	84,776
25	6,141	0,163	89,363	88,777	73,060	88,567
Примітка. Заливкою відзначені форми коливань, що визначають напружено-деформований стан будівлі.						

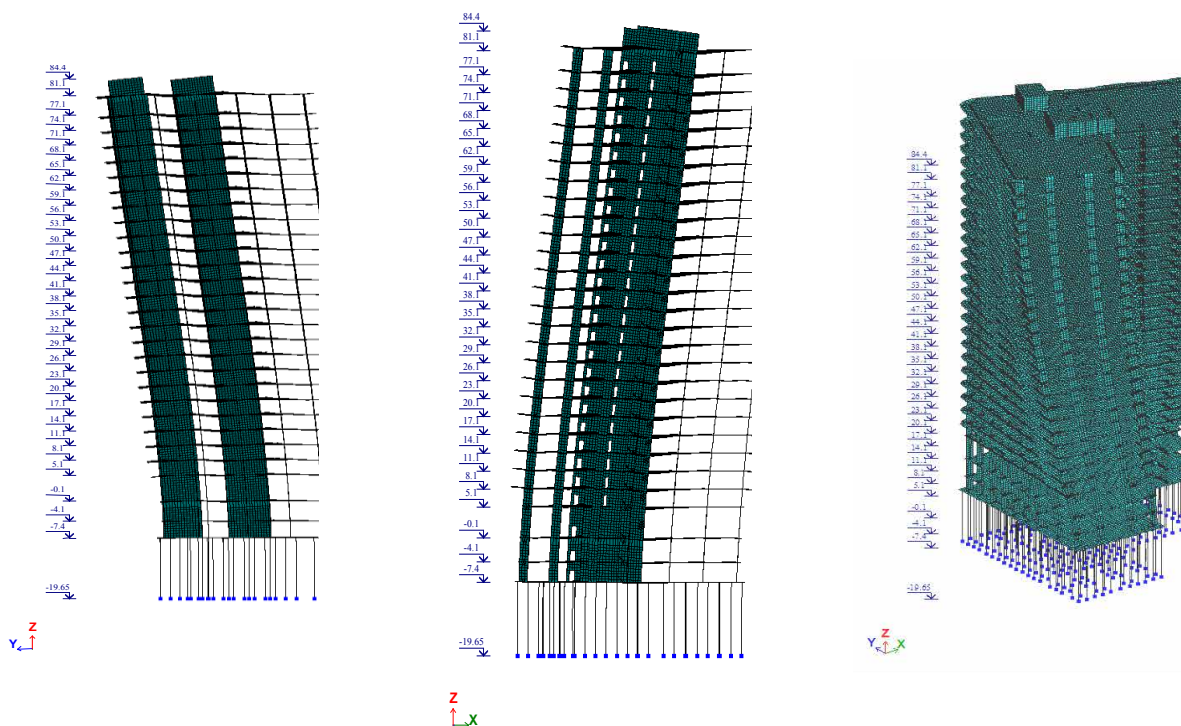


Рисунок 7.12 – Перші три форми власних коливань будівлі

ВИСНОВКИ

1. Для забезпечення сейсмостійкості будівлі запропоновано конструктивне рішення дисипативних вузлів із застосуванням гумових сейсмоізоляторів, що розміщуються у зоні ростверк-паль. Конструкція цих вузлів розроблена таким чином, щоб арматурні стержні паль могли вільно сприймати необхідні лінійні переміщення в межах деформацій сейсмоізоляторів під час сейсмічних впливів. Після погодження рішень із Замовником було виконано коригування розрахункової моделі будівлі, уточнення жорсткісних параметрів взаємодії паль зі специфічними ґрунтами Одеського регіону, визначення несучої здатності паль при статичних і сейсмічних навантаженнях, а також серію статичних і динамічних розрахунків варіантів будівлі з та без сейсмоізоляторів. Результати аналізу показали, що для варіанта із сейсмоізоляцією визначальним є статичний розрахунок на вітровий вплив. Додатково виконано порівняння варіантів із різною кількістю паль, що

дозволило оцінити можливість їхнього оптимального скорочення. У якості сейсмоізоляторів прийнято високодемпфуючі гумові елементи ($h = 50$ мм, $\varnothing = 420$ мм) із жорсткісними характеристиками $R_x = R_y = 10\ 000$ т/м та $R_z = 20\ 000$ т/м. Передача зусиль через ці елементи забезпечує фактично шарнірний характер з'єднання паль із ростверком.

2. Результати динамічних розрахунків верхньої частини будівлі з урахуванням роботи системи сейсмоізоляції при сейсмічній інтенсивності 7 балів (за спектральним методом ДБН [1]) засвідчили, що перші дві форми власних коливань секції А мають поступальний характер, а третя форма є крутильною. Максимальні значення горизонтальних перекосів поверхів становлять 0,001, що суттєво менше за нормативну межу 0,004. Коефіцієнти армування несучих залізобетонних елементів будівлі при дії сейсмічних навантажень не перевищують 2,26%, що нижче за гранично допустимий рівень 4,0% для конструкцій із бетону класу С25/30. Отримані результати підтверджують, що застосована система сейсмоізоляції повністю забезпечує нормативну сейсмостійкість вертикальних і горизонтальних конструкцій будівлі при розрахунковій інтенсивності 7 балів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).
- [2] Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
- [3] Будинки адміністративного та побутового призначення. Будинки і споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Чинний від 2011-01-10]. – К. : КИЇВЗНДІЕП, 2011. – 28 с. – (Державні будівельні норми України)
- [4] Будівлі підприємств : параметри : ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Чинний з 2012-12-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).
- [5] Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).
- [6] Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)
- [7] Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1–1–2014. – [Введені в дію з 2014–03–24]. – К. : Держбуд України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).
- [8] Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).

- [9] Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).
- [10] Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).
- [11] Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012–04–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).
- [12] Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).
- [13] Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Б.Д.1.1–1:2013. – [Чинний з 2014-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 88 с. – (Національний стандарт України).
- [14] Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проєктної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-24-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).
- [15] Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
- [16] Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України.
- [17] Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).
- [18] Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.

- [19] Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.
- [20] Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
- [21] Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.
- [22] Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.
- [23] Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.
- [24] Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2018. – 492 с.
- [25] Барашиков А. Я. Оцінювання технічного стану будівельних та інженерних споруд / А.Я. Барашиков, О.М. Малишев. — К. : Основа, 2008. – 320 с
- [26] Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель: підручник для ВНЗ. / С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.
- [27] Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

- [28] Куценко А.Г. Будівельна механіка : навчальний посібник / А.Г. Куценко, М.М. Бондар, В.В. Яременко – К.: Центр учбової літератури, 2019. – 704 с.
- [29] Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі: підручник / П.М. Куліков, В.О Плоский, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. – 820 с.
- [30] Котеньова З.І. Архітектура будівель і споруд: навчальний посібник / З.І. Котеньова. – Харків : ХНУБА, 2007. – 170 с.
- [31] Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : будівлі, споруди та їх частини: підручник. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2017. – 284 с.
- [32] Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : практичні методи розрахунків та конструювання : навч. посіб. / А.М. Павліков, Д.В. Кочкар'єв ; [за ред. д.т.н., проф. Павлікова А.М.] ; ПолтНТУ. – Полтава, ТОВ «АСМІ», 2019. – 238 с.
- [33] Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6–98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01–84* і EN 1992–1–1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. ; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків : Золоті сторінки, 2015. – 208 с.
- [34] Дмитренко Є. А. Особливості розрахунку міцності нормальних перерізів згинальних залізобетонних конструкцій за методом Вуда в ПК «ЛІРА САПР» / Є. А. Дмитренко, Ю. В. Гензерський, І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін // Український журнал будівництва та архітектури : науково-практичний журнал. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2021. – № 5 (005). – С. 41–49.
<http://uajcea.pgasa.dp.ua/issue/view/15004>
- [35] Дмитренко Є.А. Особливості чисельного моделювання моменту утворення тріщин залізобетонних конструкцій у ПК «Сапфір» / Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної онлайн конференції «Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України», присвяченої 20-й річниці з дня створення факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України (23-24 вересня 2021 р.). – К.: НУБіП України, 2021. – С. 58–61.

- [36] Колчунов В.І. Аналітична модель зчеплення та нелінійна податливість арматурних зв'язків при розкритті дискретних тріщин у залізобетонних конструкціях / В.І. Колчунов, І.А. Яковенко, Є.А. Дмитренко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2016. – Вип. 32. – С. 183 – 196.
- [37] Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей ХІХ міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.
- [38] Дмитренко Є.А., Бакай Т.В. Залежності зчеплення арматури з бетоном при різних видах руйнування зони їх контакту. *Збірник тез доповідей ХІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання»*. Київ, Україна: НУБіП України, 2025. С. 524–527.
- [39] Дмитренко Є.А., Денисенко Д.О. Зміна параметрів зчеплення арматури з бетоном при дії довготривалих навантажень. *Збірник тез доповідей ХІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання»*. Київ, Україна: НУБіП України, 2025. С. 527–530.
- [40] Ромашко О.В., Журавський В.М., Ромашко О.Д. Узагальнена модель зчеплення арматури з бетоном. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2019. Вип. 37. С. 214–221. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=rnkbs_2019_37_28.
- [41] Філіпчук С., Поляновська О. Дослідження опору витягання арматурних стержнів з бетонів різних класів. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2019. Вип. 11. С. 132–139. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-1\(11\)-16](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-1(11)-16).

- [42] Філіпчук С.В., Поляновська О.Є. Порівняльний аналіз досліджень зчеплення арматури з бетоном різними методами випробування. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2022, Вип. 41. С. 253–257. DOI: <https://doi.org/10.31713/budres.v0i41.028>.
- [43] Яковенко І.А., Дмитренко Є.А. Класифікація параметрів та пошук аналітичних залежностей зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях будівель та споруд. *Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання»*. Київ, Україна: НУБіП України, 2025. С. 533–536.
- [44] ASTM. Standard Test Method for Comparing Bond Strength of Steel Reinforcing Bars to Concrete Using Beam-End Specimens. A944-10. USA: ASTM, 2015. 4 p. DOI: <http://doi.org/10.1520/A0944-10R15>.
- [45] Bado M.F., Casas J.R., Kaklauskas G. Distributed Sensing (DOFS) in Reinforced Concrete Members for Reinforcement Strain Monitoring, Crack Detection and Bond-Slip Calculation. *Engineering Structures*. 2021. Vol. 226. No. 111385. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111385>.
- [46] Corres E., Muttoni A. Bond of Steel Reinforcement Based on Detailed Measurements: Results and Interpretations. *Structural Concrete*. 2023. Vol. 24. P. 7173–7204. DOI: <http://doi.org/10.1002/suco.202300324>.
- [47] Corres E., Muttoni A. Local Bond-Slip Model Based on Mechanical Considerations. *Engineering Structures*. 2024. Vol. 314. No. 1181190. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118190>.
- [48] Dmytrenko Y., Usenko M., Yakovenko I. Collisions of Strength Determination Modeling for Eccentrically Compressed Reinforced Concrete Constructions with Small Eccentricities by Normal Sections in Lira-FEM Software. In: Blikharskyy Z., Zhelykh V. (Eds.). *Proceedings of EcoComfort 2024*. EcoComfort 2024. Lecture Notes in Civil Engineering. Cham: Springer, 2024. P. 50–63. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_5.

- [49] Fan C., Zheng Y., Wen Y., Sun M. Classification and Prediction of Deformed Steel and Concrete Bond-Slip Failure Modes Based on SSA-ELM Model. *Structures*. 2023. Vol. 57. No. 105131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.105131>.
- [50] Galkovski T., Mata-Falcón J., Kaufmann W. Experimental Investigation of Bond and Crack Behaviour of Reinforced Concrete Ties Using Distributed Fibre Optical Sensing and Digital Image Correlation. *Engineering Structures*. 2023. Vol. 292. No. 116467. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116467>.
- [51] Khaksefidi S., Ghalehnovi M., Brito J. Bond Behaviour of High-Strength Steel Rebars in Normal (NSC) and Ultra-High-Performance Concrete (UHPC). *Journal of Building Engineering*. 2021. Vol. 33. No. 101592. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101592>.
- [52] Yakovenko I., Dmytrenko Y., Bakulina V. Construction of Analytical Coupling Model in Reinforced Concrete Structures in the Presence of Discrete Cracks. In: Bieliatynskiy A., Breskich V. (Eds.). *Safety in Aviation and Space Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Cham: Springer, 2023. P. 107–120. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_10.
- [53] Yakovenko I.A., Dmytrenko Ye.A. Influence of Reinforcement Parameters on the Width of Crack Opening in Reinforced Concrete Structures. *Achievements of Ukraine and EU Countries in Technological Innovations and Invention: coll. mon.* Riga: Izdevniecība “Baltija Publishing”, 2022. P. 510–536. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-18>.