

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

«Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі»

Виконав: студент II курсу, групи 2Б-22 м
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Попович Костянтин Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(науковий ступінь, посада)

Андрухов В. М.

(прізвище та ініціали)

« 09 » 12 2023 р.

Опонент: к.т.н., доцент кафедри ЮБ

(науковий ступінь, посада)

Слободян Н. М.

(прізвище та ініціали)

« 12 » 12 2023 р.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(підпис) (прізвище та ініціали)

« 12 » 12 2023 року

Факультет: будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра: будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 19 - Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма: «Промислове та цивільне будівництво»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
Завідувач кафедри ВМГА
Швець В. В.
«12» 10 2023 року
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРІЯ
ЦИВІЛЬНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Костянтина Анатолійовича Поповича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі»

керівник роботи Андрухов В. М., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» серпня 2023 року №247.

2. Строк подання магістрантом роботи 01.12.2023 р.

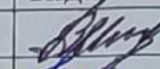

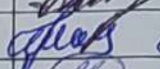

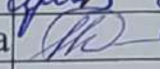

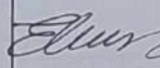

3. Вихідні дані до роботи Ескізний варіант архітектурно-будівельних рішень технічного об'єкту проектування, топографічний план ділянки, звіт з інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування 12-ти поверхової каркасно-монолітної житлової будівлі в місті Одеса. Стіни з газоблоків, теплотехнічний розрахунок. Покрівля плоска, суміщена.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Науково-дослідна частина (огляд та аналіз літературних джерел, на основі аналізу результатів тестових розрахунків тривимірної комп'ютерної моделі безригельного каркасу багатопверхової залізобетонної будівлі виконати аналіз параметрів НДС конструкцій та сейсмічних реакцій 12-ти поверхової будівлі; аналіз особливостей проектування висотних житлових і громадських будівель у сейсмічних районах України, зокрема врахування в розрахунках повторних (афтершоків) сейсмічних впливів; розробка просторових розрахункових моделей безригельних каркасів будівель та виконати аналіз результатів; виконати техніко-економічне порівняння розглянутих варіантів конструктивного рішення та вплив на нього досліджуваного фактору. 2. 2.1-Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних відміток генплану, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок). 2.2-Конструктивний розділ (розрахунок та проектування несучих елементів каркасу). 2.3. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. 3. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту).
Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 1. Науково-дослідний розділ – 6-10 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
 2. Архітектурно-будівельні рішення – арк. (візуалізація будівлі, фасад, генеральний план, плани, план покрівлі, розріз, вузли)
 3. Конструктивний розділ – арк. (ескізні креслення армування конструктивних елементів каркасу будівлі)

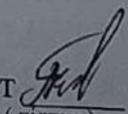
6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|-----------------------------|---|---|---|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 1-3, 4.2 | К.т.н., доц., каф. БМГА В. М. Андрухов |  |  |
| 4.1 (архітектурні ріш) | К.т.н., доц., каф. БМГА В. В. Смоляк |  |  |
| 5. Охорона праці | К.пед.н., доц. каф. БЖДПБ І. М. Кобилянська |  |  |
| 6. Економічна частина с. 77 | К.т.н., доц., каф. БМГА О. Г. Лялюк |  |  |

7. Дата видачі завдання 12.10.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

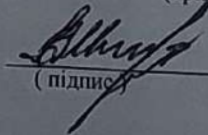
| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Приміт |
|-------|---|-------------------------------|--------|
| 1 | Складання технічного завдання та вступу до МКР | 11.10-16.10.23 | |
| 2 | Науково-дослідна частина | 02.09-13.10.23 | |
| 3 | Архітектурно-будівельні рішення | 16.10-31.10.23 | |
| 4 | Другий підрозділ технічної частини | 01.11-10.11.23 | |
| 5 | Охорона праці та цивільний захист | 11.11-17.11.23 | |
| 6 | Економічна частина | 18.11-24.11.23 | |
| 7 | Оформлення МКР | 25.11-28.11.23 | |
| 8 | Подання МКР на кафедру для перевірки | 29.11-30.11.23 | |
| 9 | Попередній захист | 01.12-03.12.23 | |
| 10 | Рецензування | 04.12-09.12.23 | |
| 11 | | | |

Магістрант 

(підпис)

Попович К. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи 

(підпис)

Андрухов В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 699.841

Попович К. А. Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2023. 103 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 61 назв; рис. 66; табл. 38.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджено методи оцінки впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі. На основі розрахунку просторової комп'ютерної моделі з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР», отримано параметри НДС несучих конструкцій при сейсмічному впливі, заданому за спектральним методом ДБН В.1.1-12. Виконано порівняння динамічних характеристик, параметрів сейсмічної реакції та НДС конструкцій, отриманих за результатами розрахунків.

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на багатоповерховий залізобетонний каркасний житловий будинок, запроектований для будівництва у сейсмічному районі України. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проектування елементів каркасу будівлі, оцінка економічних затрат задля підвищення сейсмостійкості будівельного об'єкта та розділ охорони праці.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 12 аркушів графічної частини.

Ключові слова: *напружено-деформований стан, сейсмічний вплив, основні несучі конструкції, стінове заповнення.*

ABSTRACT

Popovych K. A. Assessment of the infill influence on the dynamic characteristics and seismic response of a frame building. Master's thesis in specialty 192 - construction and civil engineering. Vinnitsa : VNTU, 2023. 103 p. In Ukrainian language. Bibliographer: 61 titles; fig.: 66; tabl. 38.

In the master's qualification work, the assessment methods of the infill influence on the dynamic characteristics and seismic response of a frame building were investigated. Calculations of a three-dimensional computer model of a multi-story reinforced concrete frame building were performed using the LIRA-SAPR software complex. The parameters of seismic response and stress-strain state of structures obtained from the results of calculations are compared.

In the technical part of the work, designed documentation was developed for a multi-storey concrete frame residential building, designed for construction in the seismic region of Ukraine. The issues of architectural and planning decisions are considered, the design of the building frame elements, the assessment of economic costs to increase the seismic resistance of the construction object and the section on labor protection were performed.

Master's thesis contains 12 sheets of graphics.

Keywords: *stress-strain state, load combination, seismic impact, multi-story building.*

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ..... | 7 |
| ВСТУП..... | 8 |
| 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ..... | 12 |
| 1.1 Загальні положення..... | 12 |
| 1.2 Аналіз наслідків сейсмічних подій та експериментальних досліджень | 12 |
| 1.3 Аналіз теоретичних та чисельних досліджень | 22 |
| 1.4 Положення нормативних документів..... | 27 |
| 1.5 Висновки за розділом..... | 30 |
| 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 31 |
| 2.1 Загальні положення..... | 31 |
| 2.2 Визначення мети та задач дослідження | 32 |
| 2.3 Опис програмного комплексу розрахунку..... | 33 |
| 2.4 Розробка комп'ютерної моделі будівлі | 38 |
| 2.5 Висновки за розділом..... | 50 |
| 3. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ | 51 |
| 3.1 Результати модального аналізу..... | 51 |
| 3.2 Деформований стан будівлі..... | 55 |
| 3.3 Розрахунок зусиль в конструкціях | 57 |
| 3.4 Результати розрахунку армування конструкцій..... | 61 |
| 3.5 Порівняння результатів розрахунку | 68 |
| 3.6 Результати розрахунку стінового заповнення..... | 69 |
| 3.7 Висновки за розділом..... | 71 |
| 3.8 Порівняння витрат армування для забезпечення сейсмостійкості будівлі | 72 |
| ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 75 |
| 4. АРХІТЕКТУРНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ | 78 |
| 4.1 Генеральний план та благоустрій території забудови | 79 |
| 4.2 Архітектурно-планувальні рішення | 81 |
| 4.3 Конструктивні рішення | 83 |
| 4.4 Безпека життєдіяльності та охорона навколишнього середовища..... | 84 |

| | |
|--|------------|
| | 6 |
| 4.5 Техніко-економічні показники..... | 85 |
| 4.6 Висновки до розділу 4 | 86 |
| 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ | 87 |
| 5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта | 87 |
| 5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії..... | 92 |
| 5.2.1. Мікроклімат | 92 |
| 5.2.2. Склад повітря робочої зони | 93 |
| 5.2.3. Виробниче освітлення..... | 93 |
| 5.2.4. Виробничий шум | 94 |
| 5.3 Класи умов праці за показниками напруженості праці:..... | 96 |
| 5.4 Висновки до розділу 5 | 96 |
| ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ МКР..... | 97 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 100 |
| Д О Д А Т К И..... | 105 |
| Додаток А. ПРОТОКОЛ перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень..... | 106 |
| Додаток Б. Ізополя армувань елементів монолітного залізобетонного каркасу за результатами розрахунку конструкцій будівлі..... | 107 |
| Додаток В. ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ..... | 117 |
| Додаток Г. ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЛІ..... | 118 |

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

| | | |
|------|---|-------------------------------------|
| ДБН | - | Державні будівельні норми України |
| ДСТУ | - | Державний стандарт України |
| МКР | - | Магістерська кваліфікаційна робота |
| МСЕ | - | Метод скінченних елементів |
| НДС | - | Напружено-деформований стан |
| ПК | - | Програмний комплекс |
| РСН | - | Розрахункові сполучення навантажень |
| СЕ | - | Скінченний елемент |
| СЗ | - | Слабкий землетрус |
| СНЗ | - | Спектр несучої здатності |

ВСТУП

Актуальність теми.

При сучасних інформаційній технології проектування будівель і споруд необхідно, за можливості, максимально враховувати їх реальну роботу у методах розрахунку, що використовуються. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми для монолітно-каркасних будівель з кам'яним заповненням є більш поглиблене вивчення та дослідження взаємодії заповнення з елементами каркасу.

Урахування кам'яного заповнення при моделюванні роботи каркаса призводить до перерозподілу зусиль між його елементами; зменшуються вузлові згинальні моменти в каркасі; збільшується згинальна та зсувна жорсткість каркаса при дії горизонтальних навантажень, зокрема при інтенсивних сейсмічних впливах. Сейсмостійкість каркасних будівель може бути підвищена за рахунок врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення. Крім того, це може бути джерелом резерву стійкості конструкцій каркасу при прогресуючому обваленні, що може виникати при руйнуванні окремих колон та/чи температурного впливу внаслідок військових дій та терористичних атак.

Поглиблений та системний підхід до вивчення методів розрахунку на сейсмічні впливи, набуття практичних навиків їх врахування при проектуванні будівель і споруд в сейсмічних районах України є, було і залишається актуальним питанням для інженерів-будівельників.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана відповідно до теми:

- № 60К1 «Подальший розвиток математичного моделювання НДС БК. Аналіз методів та устаткування.».

Метою досліджень є вивчення та порівняльний аналіз існуючого сучасного інженерного досвіду при розрахунку основних та другорядних будівельних конструкцій на сейсмічні впливи.

Задачі досліджень:

- аналіз вимог нормативних документів та огляд інженерного досвіду в літературних джерелах щодо особливостей розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи, зокрема з урахуванням стінового заповнення каркасних будівель;
- підготовка відповідної (для досягнення можливості дослідження передбачуваних аспектів та конструктивних рішень) для багатоповерхової каркасної залізобетонної будівлі її просторової розрахункової моделі з подальшими числовими дослідженнями в ПК «ЛІРА САПР»;
- визначення величин навантажень для розрахунку моделі будівлі з урахуванням сейсмічного впливу;
- моделювання сейсмічного впливу 7 балів за вимогами положень ДБН В.1.1-12;
- числове моделювання на основі розробленої моделі будівлі при сейсмічних впливах для дослідження поставлених аспектів;
- аналіз результатів динамічних розрахунку будівлі за:
 - формами та періодами власних коливань;
 - сейсмічними реакціями на конструктивні елементи;
 - розрахунковими параметрами НДС конструктивних елементів;
 - витратами на армування конструктивних елементів.
- Виявлення, систематизація та формування висновків за результатами виконаних числових досліджень.

Об'єктом досліджень є розподіл параметрів НДС 12-ти поверхової житлової будівлі, запроектованої для будівництва у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів з використанням конструктивної схеми монолітного залізобетонного безригельного каркасу.

Предметом дослідження є параметри (в першу чергу динамічного характеру) напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій багатоповерхової житлової будівлі, визначені за результатами числових моделювань в умовах сейсмічних впливів без та з урахуванням стінового заповнення.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених завдань будуть використані наступні методи досліджень:

- аналіз сучасного стану (першочергово стосовно впливу стінового заповнення в каркасних будівлях) теорії та практики розрахунків елементів каркасної конструктивної схеми з урахуванням сейсмічної дії на основі огляду літературних джерел та вимог нормативних документів (розділ 1);

- чисельні дослідження зміни параметрів НДС будівельних конструкцій при врахуванні сейсмічного впливу на каркасно-монолітну залізобетонну багатоповерхову будівлю на базі просторової комп'ютерної моделі (розділ 2);

- систематизація та аналіз отриманих результатів розрахунку динамічної реакції та НДС, витрат основних матеріалів несучих конструктивних елементів (арматурної сталі), порівняння із граничними значеннями відповідно до нормативних вимог (розділ 3);

- розробка конструкторської документації для елементів залізобетонного каркасу 12-ти багатоповерхової будівлі, запроєктованої для сейсмічного району України з інтенсивністю сейсмічних впливів до 7 балів включно (розділ 4).

Наукова новизна роботи.

Наукову новизну роботи складають:

- узагальнення результатів, подальший розвиток експериментально-теоретичних досліджень та практичного досвіду щодо врахування спільної роботи конструкцій несучого каркасу та стінового заповнення, особливостей підходів до їх моделювання та розрахунку;

- результати порівняльного аналізу параметрів НДС залізобетонних конструкцій при впливі сейсмічних навантажень при розглянутих варіантах врахування стінового заповнення.

Практична цінність роботи.

В результаті виконання досліджень за прийнятим напрямком для даної МКР отримано інженерний досвід з підготовки та виконання чисельних досліджень параметрів НДС та динамічних характеристик будівельних конструкцій з урахуванням сейсмічних впливів, а саме: володіння основними методами підготовки, проведення розрахунків та виявлення, систематизація закономірностей та умовами їх застосування, вибору параметрів сейсмічного впливу в залежності від типу та відповідальності конструкцій, формування вихідних даних для розрахунків, зокрема з використанням сучасних програмних комплексів, аналіз отриманих результатів за параметрами НДС (включно з динамічними параметрами) та витратами матеріалів конструкцій.

Особистий внесок магістранта полягає у вивченні та узагальненні наявного світового та вітчизняного досвіду врахування спільної роботи конструкцій несучого каркасу та стінового заповнення, чисельне моделювання та аналіз поведінки конструкцій при сейсмічних діях.

Апробація результатів роботи.

Результати роботи апробовано на: Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2023»; 21.11.2023 – 23.11.2023. м. Вінниця, ВНТУ.

Публікації.

За темою МКР підготовлено наступні публікації:

Попович К. А. Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі. [<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19360/16051>] / К. А. Попович // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2023»; 21.11.2023 – 23.11.2023. м. Вінниця, ВНТУ.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ

1.1 Загальні положення

Будівлі із залізобетонним каркасом та кам'яними стінами широко використовуються у сучасному будівництві комерційних, промислових та житлових об'єктів у сейсмонебезпечних регіонах по всьому світу. Заповнення каркаса зазвичай складається зі стін з цегли, блоків із легкого бетону та інших матеріалів, влаштованих між колонами і балками залізобетонного каркаса. Стіни заповнення використовуються в якості внутрішніх або зовнішніх стін, перегородок, а також фасадів в конструкціях із залізобетону і сталевих каркасів. Заповнення монолітних каркасних будівель забезпечує необхідну ізоляцію від кліматичних впливів та вогнестійкість, є простими у зведенні та економічними у порівнянні із аналогічними будівлями з несучими стінами.

При сучасному раціональному проектуванні будівель і споруд необхідно, за можливості, максимально враховувати реальну роботу конструкцій у методах розрахунку, що використовуються. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми для монолітно-каркасних будівель з кам'яним заповненням є вивчення взаємодії заповнення з елементами каркасу.

Вплив стінового заповнення на реакцію будівлі при сейсмічному навантаженні дуже складний. Аналіз нещодавніх руйнівних землетрусів свідчить про те, що конструкції заповнення можуть мати суттєвий позитивний вплив на опір і жорсткість будівлі, що є вкрай важливим для забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд.

Саме тому вивченню характеру цього впливу, особливостей взаємодії несучих конструкцій та стінового заповнення та розвитку методів їх розрахунку присвячується значна увага дослідників багатьох країн.

1.2 Аналіз наслідків сейсмічних подій та експериментальних досліджень

Найбільш корисну інформацію про реальну роботу конструкцій отримують, аналізуючи наслідки руйнівних землетрусів. В роботі [1] з

посиланням на дослідження Тихоокеанського дослідницького сейсмічного центру (США) [2] наведено статистику вартості руйнування та пошкодження конструкцій та обладнання громадських будівель – офісних, готелів та лікарень (рис. 1.1).

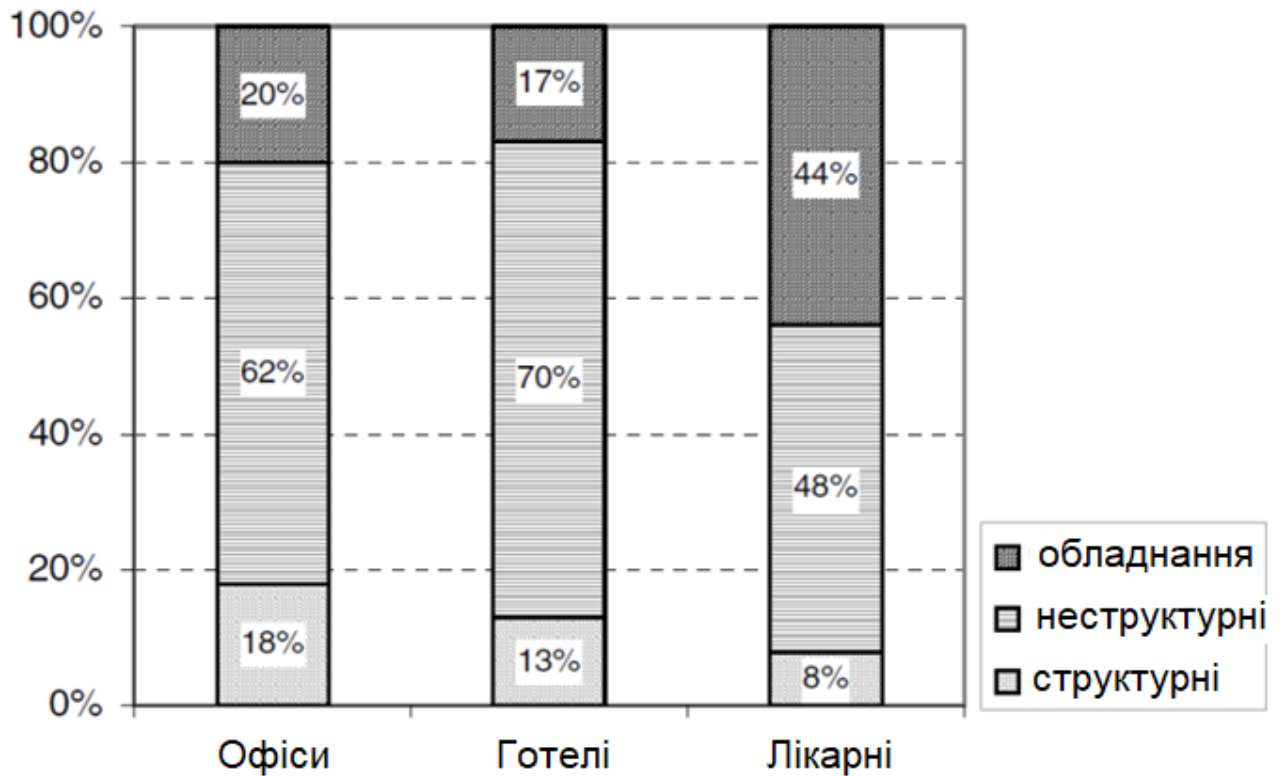


Рисунок 1.1 – Структура витрат, пов’язаних із пошкодженням конструкцій та обладнання внаслідок землетрусів відповідно до [2]

Як випливає з рисунку 1.1, витрати, пов’язані із пошкодженням неструктурних компонентів, складають приблизно 62% для офісів, 70% для готелів, 48% для лікарень. Саме до неструктурних компонентів за традицією відносять стінове заповнення каркасів та перегородки. Можна зробити висновок про те, що попередження пошкодження неструктурних компонентів є важливою задачею для забезпечення загальної сейсмостійкості будівель і споруд, що проектуються.

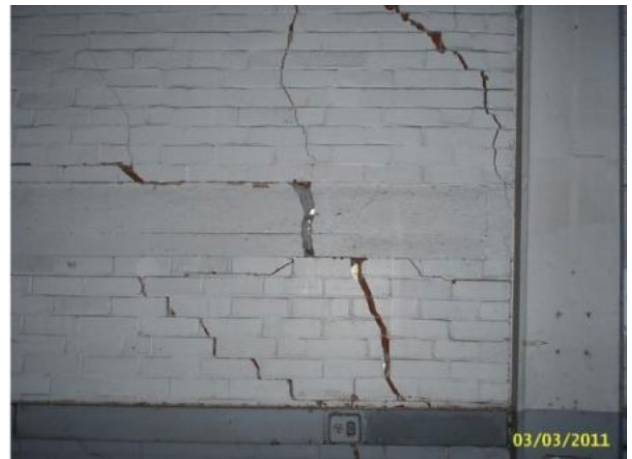
Автором [1] проаналізовано найбільш поширені типи пошкоджень стінового заповнення та пов’язаних з ним конструкцій каркасу, що стали

наслідком руйнівного землетрусу в Крайстчерче (Нова Зеландія). Землетрус магнітудою 6,3 стався у регіоні Кентербері 22 лютого 2011 року о 12 годині 51 хвилині за місцевим часом і був наслідком безперервних підземних поштовхів, що відбувалися після ще одного сильного землетрусу 4 вересня 2010 року. Ці сейсмічні події стали найбільш руйнівними за весь період спостережень - більше половини будівель та споруд у Крайстчерчі та його околицях отримали ушкодження, загальні збитки оцінювалися в 40 мільярдів новозеландських доларів; на щастя жертв вдалося уникнути.

Найбільш поширеним типом заповнення будівель була неармована кладка з суцільної глиняної цегли. Для нових будівель найпоширенішим типом заповнення були стіни з пустотілої кам'яної цегли та бетонних блоків на цементних розчинах. Ці два типи стін мали дуже схожі механізми пошкодження і руйнування (рис. 1.2,).



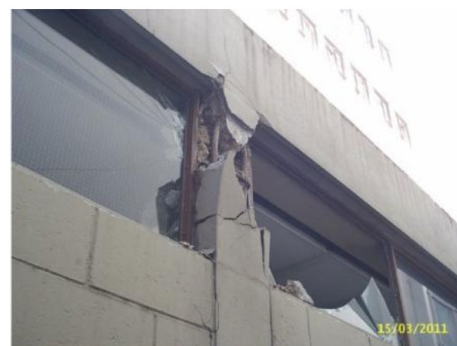
а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рисунок 1.2 – Характерні руйнування конструкцій залізобетонного монолітного каркасу із стіновим заповненням внаслідок землетрусу

Крайстчерче (Нова Зеландія) [2]:

а – діагональні тріщини по схемі «конверта»; б – тріщини зсуву;
в, г – пошкодження колон, викликане заповненням; д – вертикальне розколювання; е – руйнування заповнення із площини

Узагальнення даних, наведених в публікаціях [1,3,4], дозволяє встановити 4 основних типи руйнувань залізобетонних каркасів із стіновим заповненням (рис. 1.3):

- утворення діагональних тріщин внаслідок розтягу (рис. 1.3, а);
- утворення горизонтальних тріщин внаслідок діагонального розтягу (рис. 1.3, а);
- руйнування при місцевому стиску кутів (рис. 1.3, в);
- руйнування центральних зон заповнення, зокрема із площини (рис. 1.3, г).

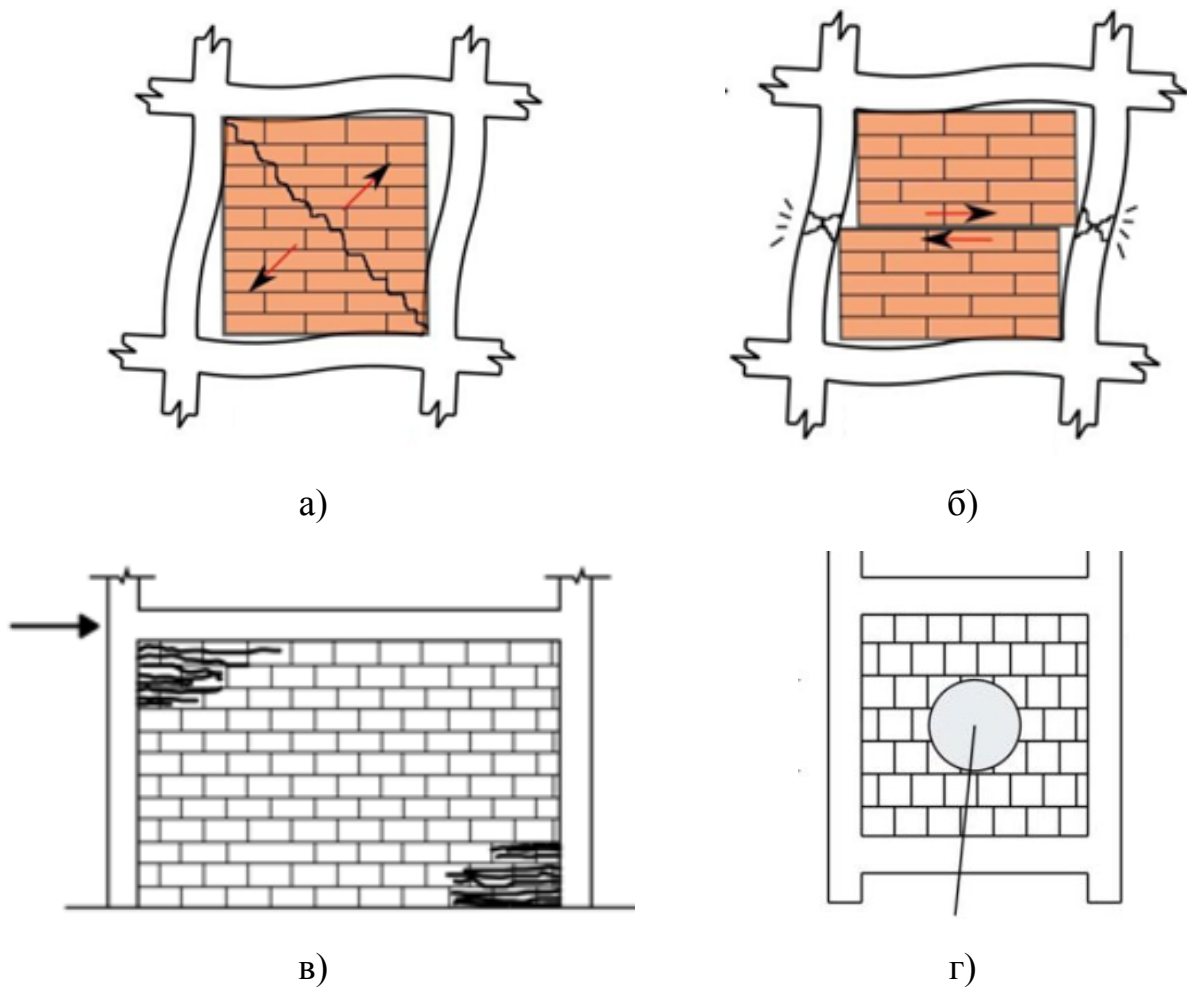


Рисунок 1.3 – Основні типи руйнування залізобетонних каркасів із стіновим заповненням

Значні сейсмічні події відбуваються не часто, тому основним варіантом отримання нових даних про поведінку конструкцій є експериментальні дослідження. Проведення експериментів на реальних повномасштабних будівлях і спорудах є занадто витратним, тому у дослідженнях переважно використовують зменшені зразки або елементи конструкцій.

Зазначені експериментальні дослідження проводяться в останні роки переважно за кордоном [5 - 9].

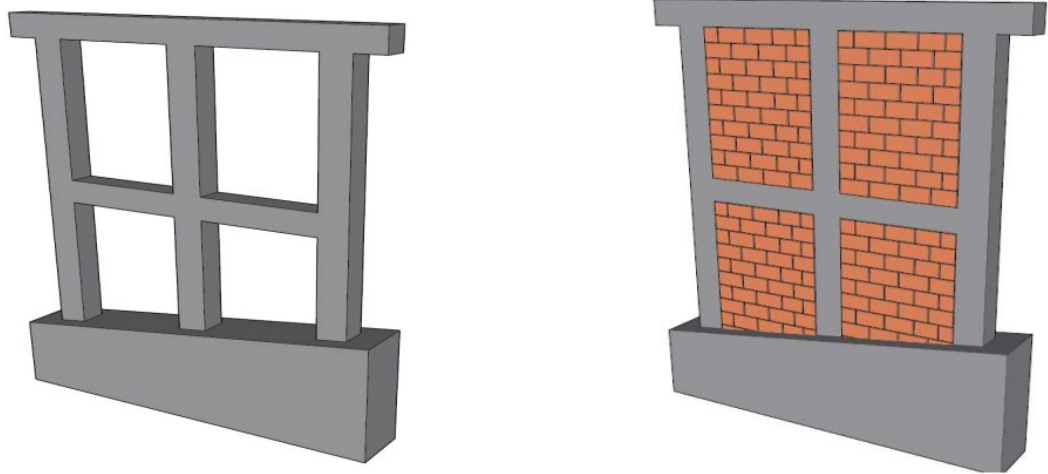
В результаті випробувань дворівневої залізобетонної рами із стіновим заповненням з глиняної цегли монотонно зростаючим горизонтальним навантаженням (рис. 1.4) отримано наступні основні результати [5]:

- тріщини у каркасі з цегляним заповненням виникли в місці з'єднання балки і колони нижнього поверху при навантаженні 80 кН; в той же час в каркасі без заповнення перші тріщини з'явилися при 30 кН;
- рисунок тріщин вказував на комбінований ефект руйнування при згинанні та зсуві; встановлено, що опір каркасу на зсув збільшується завдяки наявності цегляного заповнення;
- розсіювання енергії каркасу із заповненням склало 218,92 кН/мм, тоді як для каркасу без заповнення лише 46,533 кН/мм, що свідчить про зростання розсіювання енергії за рахунок руйнування заповнення.

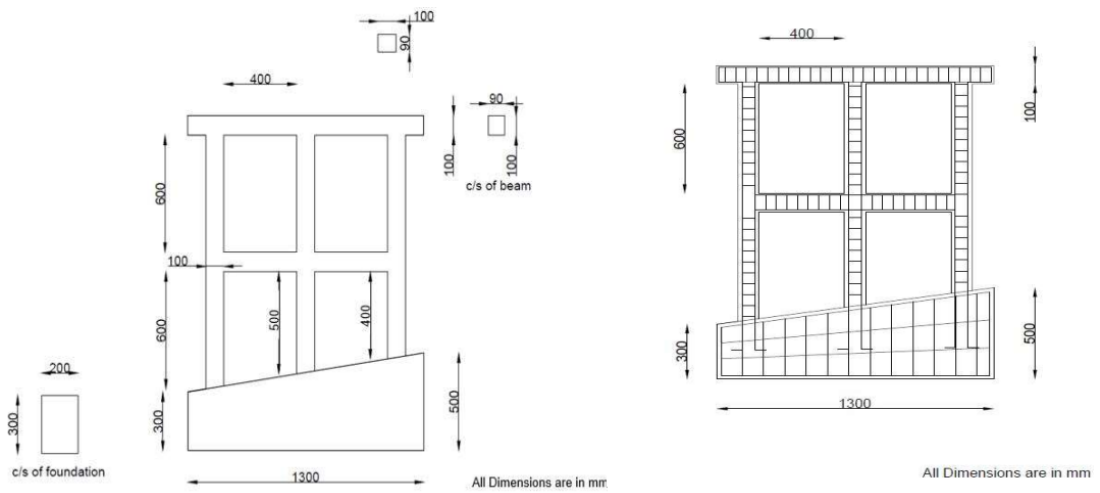


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд випробувального зразка дворівневої залізобетонної рами із стіновим заповненням із глиняної цегли [5]

В роботі [6] наведено результати експериментальних досліджень впливу стінового заповнення на напружено-деформований стан каркасу із колонами різної довжини з обпиранням на похилу поверхню (рис. 1.5).



a)



б)

в)



г)

Рисунок 1.5 – Дослідні зразки (а), геометричні розміри (б), параметри армування (в) та загальний вигляд випробувальної установки (г)

За результатами випробувань гранична несуча здатність заповненої рами при бічних циклічних навантаженнях виявилася більш ніж на 50% вищою, ніж у рами без заповнення. Наявність твердого заповнення в зоні короткої колони значно знижує швидкість руйнування при зсуві і поступово збільшує жорсткість усієї рами, дозволяючи їй сприймати подвійне навантаження. Максимальне переміщення рами без заповнення становить 37 мм при граничному навантаженні, що у 2,8 рази перевищує переміщення заповненої рами, яке при тому ж навантаженні становить 13,1 мм.

Автори [7] наводять результати експериментального дослідження дев'яти залізобетонних каркасів, заповнених глиняною цеглою з високою теплоізоляцією завтовшки 300 мм. Дослідження включало суцільне кам'яне заповнення, кам'яне заповнення з віконними та дверними отворами в умовах роздільного, послідовного та комбінованого циклічного навантаження у площині та з площини стін. Прикладалися як статичні так і динамічні навантаження.

Результати випробувань навантаженням у площині підтвердили наведені раніше висновки щодо позитивного впливу заповнення на несучу здатність каркасу навіть у випадку наявності досить значних отворів. В то же час автори зазначають, що наявність заповнення змінює також динамічні властивості конструкцій, викликаючи крутильні коливання, які можуть призвести до руйнування всієї конструкції.

Результати випробувань із площини показують, що як суцільні наповнення, так і наповнення, що містять віконні та дверні отвори, демонструють високий рівень опору завдяки сильному ефекту вигинання, заснованому на низькому коефіцієнті гнучкості та забезпеченні стабільного з'єднання між заповненням та верхньою та нижньою балкою.

Основним результатом експериментальних досліджень [7] стало те, що утворення тріщин відбувається у крихких кам'яних заповненнях навіть за дуже малих значень горизонтальних переміщень. Так при значеннях горизонтальних перекосів від 0,8 до 1,0% рівень пошкодження є серйозним і вони не підлягають

ремонту. Крім того в реальних будівлях такі пошкодження можуть призвести до повного руйнування стінового заповнення, що є значним ризиком для безпеки та життя мешканців будівель.

Аналогічні дослідження роботи стінового заповнення із площини конструкцій виконані в Університеті Падуї (Італія) [8]. Випробування було проведено на восьми повномасштабних однопрогонових одноповерхових залізобетонних каркасах. У чотирьох випадках кам'яні стіни повністю заповнюють залізобетонний каркас: дві стіни виконані з неармованої кладки, а дві інші - з кладки армованої як вертикальним, так і горизонтальним армуванням. Чотири інші зразки характеризуються наявністю центрального отвору, а в одному випадку аналізується вплив перемички (рис. 1.5).



Рисунок 1.6 – результати випробувань неармованих (а) та армованих (б) стін заповнення одноповерхових залізобетонних рам [8]

Отримано наступні результати:

- наявність системи вертикального та горизонтального армування в стінах заповнення незначним чином зменшує деформативність та збільшує міцність у площині дії навантаження;
- система армування, як і стінах повного, так і часткового заповненні, збільшує здатність розсіювання енергії і коефіцієнт в'язкого демпфування та дуже ефективно запобігає витісненню частин кладки з площини;
- вплив деяких деталей армування, таких як кріплення вертикальної арматури до верхньої балки значно погіршує поведінку системи кладки заповнення. У випадку, коли товщини самої стіни вже достатньо, щоб забезпечити хороше утримання від перекидання із площини, такий тип з'єднання не рекомендується. Випробування також показали погану працездатність стін, армованих лише вертикальними стрижнями.
- розроблено аналітичну модель на основі аркового механізму, що враховує, хоча й у спрощеному вигляді, деформованість залізобетонного каркасу та погіршення механічних властивостей кладки через переміщення у площині. За результатами експерименту та чисельних розрахунків вдалося вивести спрощені закони зниження міцності заповнення, які можна використовувати з метою проектування.

Окремо слід відзначити результати експериментальних досліджень, отриманих в Україні на базі Одеської державної академії будівництва та архітектури [10]. Зокрема проведено випробування фрагментів стінового заповнення із деформаційними швами між не несучими стінами з газобетону і елементами каркаса з найпоширеніших матеріалів: мінеральної вати, пінополістиролу і вилатерму. За результатами експериментальних випробувань стінових панелей з газобетону горизонтальним зростаючим знакопостійним та знакозмінним навантаженням, визначено, що заповнення швів значною мірою деформується протягом першого ступеню, та продовжує працювати до руйнування газобетону.

1.3 Аналіз теоретичних та чисельних досліджень

Каркасна будівля зазвичай проектується таким чином, щоб вертикальні та горизонтальні дії сприймалися елементами каркасу. Несучі функції виконують колони, ригелі, плити перекриттів і вертикальні діафрагми жорсткості. Кам'яне заповнення самонесучих перегородок і зовнішніх стін виконує огорожувальні функції, а у розрахунках конструкцій каркасу враховується як постійне вертикальне навантаження. Такий підхід до розрахунку каркасу передбачає, що заповнення не впливає на статичну роботу несучих конструкцій будівлі за винятком додаткової дії від власної ваги кам'яної кладки. Це справедливо, коли рама каркаса і заповнення відокремлені один від одного, і між ними є достатній зазор. У реальних умовах експлуатації каркас, зазнаючи вертикальних або горизонтальних деформацій, взаємодіє з заповненням, яке включається в спільну з ним роботу [10].

Урахування стінового заповнення при моделюванні роботи каркаса призводить до перерозподілу зусиль між його елементами; зменшуються вузлові згинальні моменти в каркасі; збільшується згинальна та зсувна жорсткість каркаса при дії горизонтальних навантажень, зокрема при інтенсивних сейсмічних впливах.

В роботі [10] проаналізовано вплив способу з'єднання заповнення з елементами каркасу на деформативність каркасу. Розглянуто 3 випадки:

- рама без заповнення (рис. 1.7, а);
- рама із заповненням з горизонтальними деформаційними швами між верхніми гранями заповнення та плитами перекриття (рис. 1.7, б);
- рама із заповненням, горизонтальні деформаційні шви відсутні (рис. 1.7, в).

Результати розрахунків засвідчили, що навіть за наявності горизонтальних деформаційних швів жорсткість каркасу із заповненням збільшується до 3 разів у порівнянні із каркасом без заповнення. У випадку відсутності горизонтальних деформаційних швів таке збільшення сягає майже 4,3 рази.

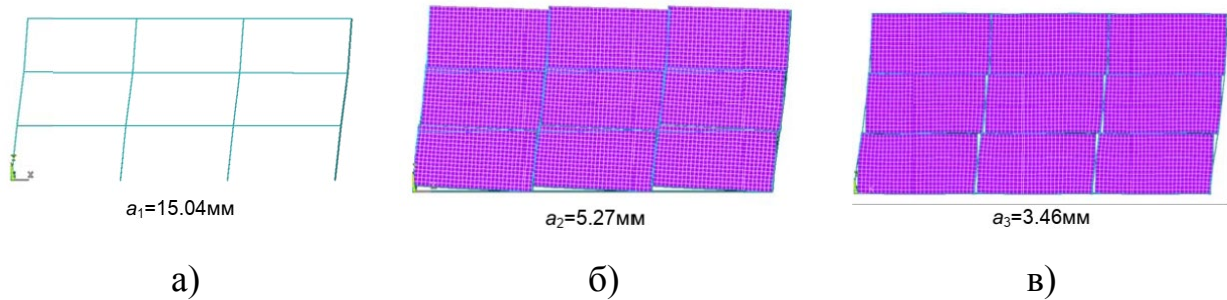


Рисунок 1.7 – Деформації рами каркасу при різних способах сполучення із заповненням відповідно до [10]

Чисельним дослідженням напружено-деформованого стану конструкцій залізобетонних каркасів із стіновим заповненням присвячено цілий ряд публікацій [11-16].

Статичний розрахунок каркасу з урахуванням його взаємодії зі стіновим заповненням може бути реалізований із застосуванням спрощених моделей заповнення, що ґрунтуються на стрижневій аналогії (заміні заповнення стиснутими розкосами). При цьому модуль пружності стрижневих підкосів призначається таким же, як модуль пружності кам'яної кладки, а площа поперечного перерізу залежить від ряду факторів, головними з яких є жорсткості кладки, геометричні розміри панелі заповнення, розміри і положення прорізів, параметри контактної зони.

В публікації [11] наведено підхід до моделювання стінового заповнення, прийнятого в стандарті США FEMA-356 [18]. Жорсткість у площині суцільної неармованої кам'яної панелі до появи тріщин представлена еквівалентною діагональною розпіркою шириною «а», що визначається рівнянням (рис. 1.8):

$$a = 0.175(\lambda_1 h_{col})^{-0.4} r_{inf} \quad (1.1)$$

де

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_{met_{inf}} \sin 2\theta}{4E_{fe} I_{col} h_{inf}} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (1.2)$$

h_{col} - висота колони між осями балок;

h_{inf} - висота панелі заповнення;

E_{fe} - модуль деформації матеріалу каркасу;

E_{me} - модуль деформації матеріалу наповнювача;

I_{col} - момент інерції колони;

L_{inf} - довжина панелі заповнення;

r_{inf} - довжина діагоналі панелі заповнення;

t_{inf} - товщина панелі заповнення та еквівалентної стійки

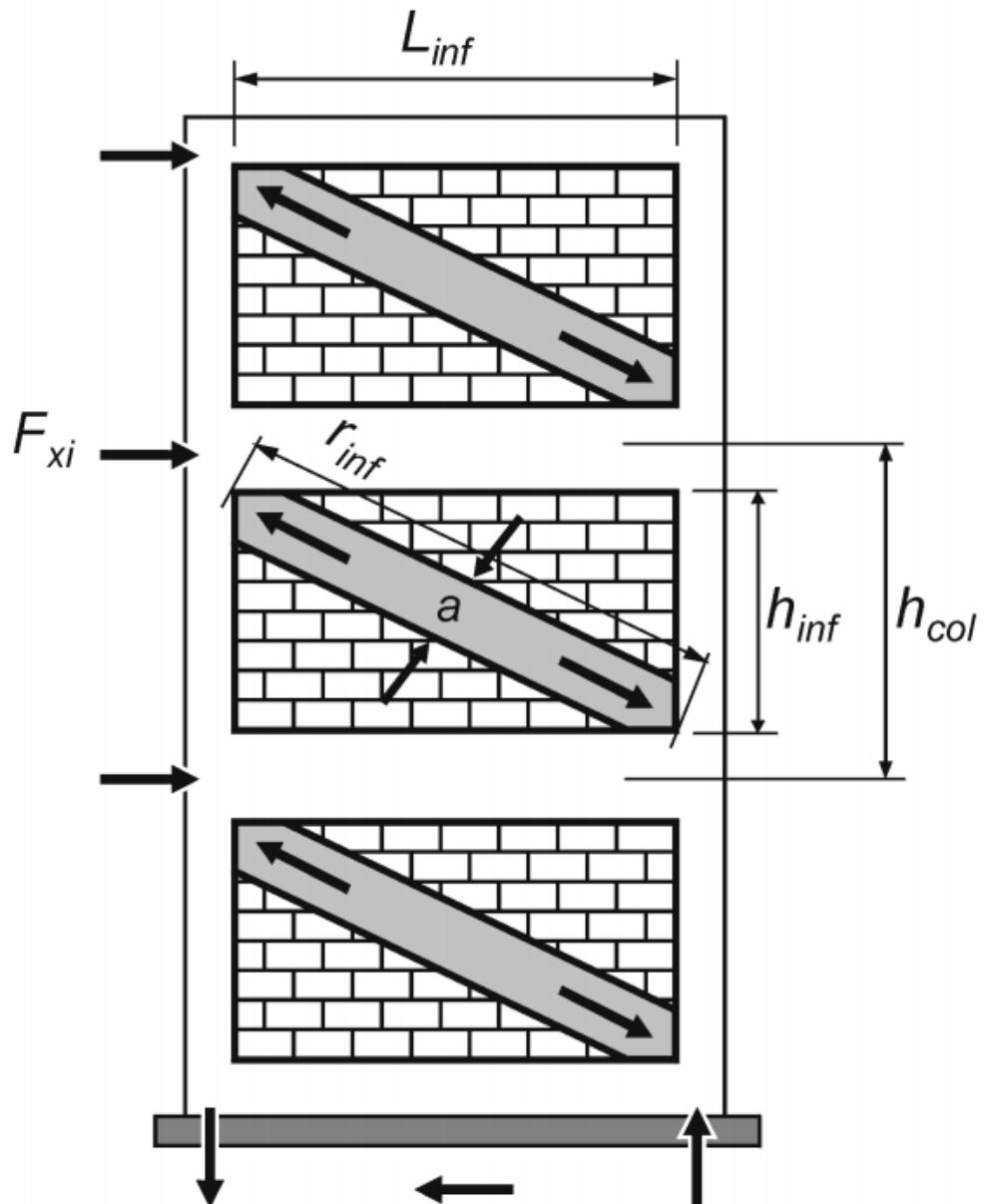


Рисунок 1.8 – Моделювання стінового заповнення стиснутим стержнем [18]

Наведені залежності використані в якості вихідних у дослідженні [12]. Виконано аналіз стінового заповнення з отворами та запропоновано корегування жорсткості стійки шляхом введення коефіцієнту зниження. Ширина діагональної стійки, що моделює стіну з отвором без перемички може бути розрахована шляхом зменшення ширини стійки від ширини суцільної стіни з наступним коефіцієнтом:

$$\lambda = 1 - 2\alpha_w^{0.54} + \alpha_w^{1.14}, \quad (1.3)$$

де λ - коефіцієнт зменшення ширини діагональної стійки, а α_w - відношення площі отвору до площі стіни.

На підставі результатів чисельного аналізу запропонована наступна формула для еквівалентної ширини діагональної стійки заповнення каркасу з отвором:

$$w_{ds} = \frac{d}{4} c$$

$$c = 1.0565r^2 - 2.281r + 1.3764 \quad (1.4)$$

де w_{ds} – ширина діагональної стійки, d – довжина діагоналі заповнення (від центру до центру); r – відсоток отворів.

На думку автора [10] застосування спрощених моделей заповнення, що ґрунтуються на стрижневій аналогії, не відображає особливостей його взаємодії з каркасом по всьому периметру. Стрижнева аналогія (заміна заповнення стиснутими розкосами) не дозволяє точно моделювати кам'яне заповнення з віконними та дверними отворами, а також горизонтальним деформаційним швом між його верхньою поверхнею і нижньою площиною плити перекриття.

Проте останнім часом запропоновані більш складні моделі, що намагаються врахувати наявність отворів [12], наявність армування [13], особливості спільної роботи стінового заповнення в та з площини прикладення навантаження [14, 15]. При цьому застосовуються як она так і декілька еквівалентних стійок (рис. 1.9, 1.10).

Суттєві переваги у моделюванні та розрахунку параметрів НДС конструкцій каркасу та стінового заповнення надає метод скінченних елементів та програмні комплекси розрахунку на його основі [16, 17].

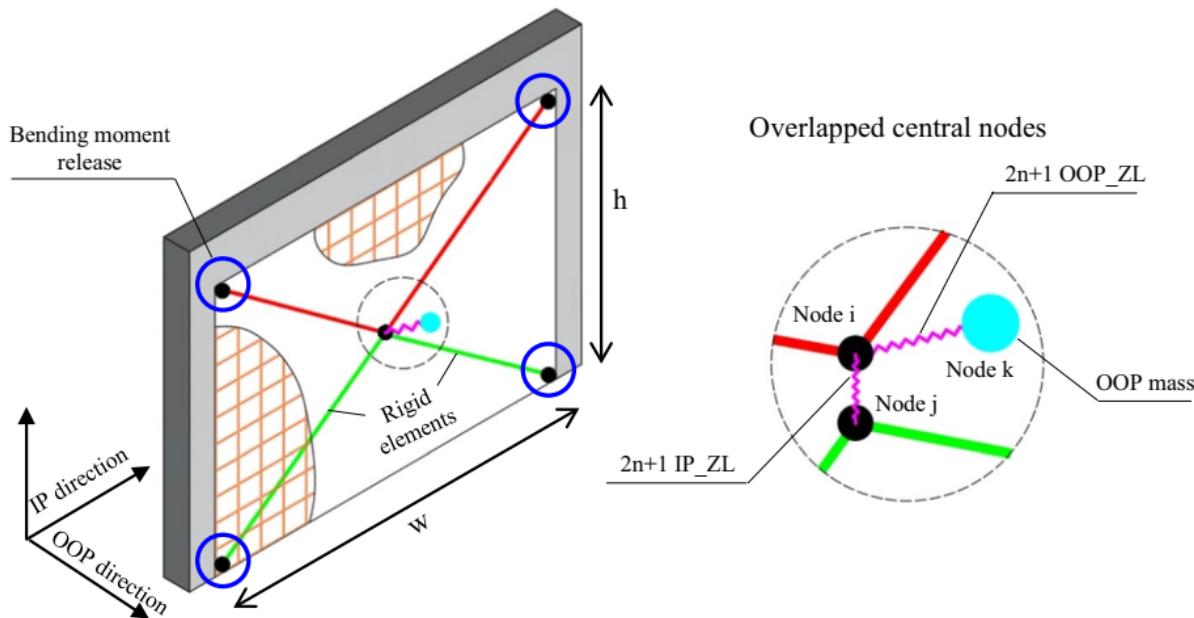


Fig. 4 Schematic representation of the macro-model used for URM infills

Рисунок 1.9 – Схема макромоделі стінового заповнення із армуванням [13]

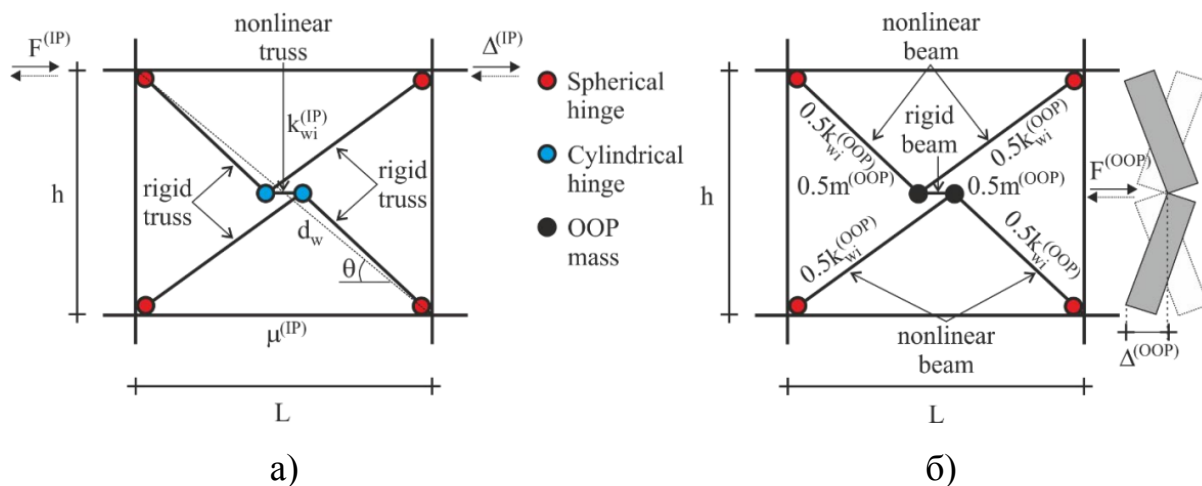


Рисунок 1.10 – Схема стінового заповнення для моделювання роботи у площині (а) та із площини (б) дії навантаження [15]

1.4 Положення нормативних документів

Виконаний аналіз виявив наявність суттєвих результатів досліджень роботи стінового заповнення разом із несучими конструкціями каркасу будівель. Отримані експериментальні та теоретичні дані є основою для запровадження нормативних вимог у практику проектування таких будівель. Отже доцільним є аналіз положень нормативних документів щодо цього питання.

ДБН В.1.1-12 [19] передбачає використання в багатоповерхових каркасних будівлях системи, що сприймає горизонтальне сейсмічне навантаження, у вигляді просторового каркаса із жорсткими рамними вузлами із заповненням, яке приймає участь у сприйнятті сейсмічного навантаження. При цьому для матеріалів заповнення повинні виконуватися вимоги, встановлені для кам'яних будівель.

Ненесучі стіни повинні мати гнучкі в'язі з конструкціями каркасу, що не перешкоджають горизонтальним зміщенням каркаса вздовж стін. Між поверхнями стін і колонами каркаса повинен передбачатися проміжок не менше ніж 20 мм.

Вздовж всієї довжини стін на рівні плит покриття і верху віконних прорізів та не більше як через 6 м за висотою в глухих стінах повинні передбачатися антисейсмічні пояси, з'єднані з каркасом будівлі гнучкими в'язями, що не перешкоджають горизонтальним зміщенням каркасу вздовж стін. У місцях перетину поперечних стін із поздовжніми повинні влаштовуватися антисейсмічні шви на всю висоту будівлі.

Заповнення, яке приймає участь у роботі каркаса, розраховується і конструюється, як діафрагма жорсткості. При цьому кладку стін з цегли або каменю треба в обов'язковому порядку підсилювати вертикальними залізобетонними включеннями (сердечниками) або металевими опорами.

В таблиці 6.3 встановлено значення коефіцієнту k_1 , що враховує непружні деформації та локальні пошкодження елементів стінового

заповнення, які дорівнюють 0,4; 0,5 та 0,55 за сейсмічност 7, 8 та 9 балів відповідно.

У таблиці 6.8 значення перекосів для рівня впливу СЗ (слабкий землетрус) відповідають вимозі неприпустимості руйнування перегородок та огорожуючих конструкцій будівель і споруд. Таким чином вимоги щодо обмеження перекосів поверхів для стіного заповнення можна представити у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Допустимі значення перекосів поверхів для стіного заповнення відповідно [19]

| Конструктивні схеми будівель | Міжповерховий перекіс |
|---|-----------------------|
| Сталевий каркас | 0,0067 |
| Залізобетонний каркас без вертикальних діафрагм або ядер жорсткості | 0,0067 |
| Залізобетонний каркас з вертикальними діафрагмами або ядрами жорсткості | 0,004 |
| Каркасно-кам'яні будівлі | 0,0025 |

Відповідно до норм Європейського союзу EN 1998-1 [20] заповнення стін, яке робить значний внесок у горизонтальну жорсткість і опір будівлі, мають бути взяті до уваги. Вимоги [20] відносяться до залізобетонних та металевих каркасів, що мають стінове заповнення, яке відповідає наступним умовам:

- кладка зведена після набору міцності бетонних або монтажу сталевих каркасів;
- кладка знаходиться у контакті з каркасом (тобто без спеціальних відокремлюючих швів), але без конструктивного з'єднання з ним (завдяки затяжкам, поясам, стійкам або зсувні з'єднання);
- кладка розглядається, в принципі, як неконструктивний елемент.

Для інших конструкцій стінового заповнення положення EN 1998-1 [20] не є обов'язковими, але можуть бути використані для «можливості подальшого удосконалення конструкції» та «прийняття більш вигідних проектних рішень».

Основні вимоги до стінового заповнення відповідно до EN 1998-1 [20] наступні:

- для будівель із несучими залізобетонними стінами, а також для в'язевих сталевих або сталезалізобетонних систем взаємодією з цегляним заповненням можна нехтувати;
- якщо цегляне заповнення забезпечує сейсмостійкість конструктивної системи, то розрахунок і проектування мають бути виконані відповідно до критеріїв і правил, наведених для кам'яної кладки в об'ємі;
- при розрахунку слід враховувати вплив стінового заповнення на регулярність будівель в плані та за висотою;
- розрахунки нерегулярних будівель слід виконувати з використанням просторових моделей, в яких стінове заповнення змодельоване;
- заповнення стін з більш ніж одним значним отвором або проходом (наприклад, двері, вікна тощо) можна не враховувати, при цьому краї великих отворів або проходів в будь-якому заповненні стін мають бути підсилені конструктивно поясами і стійками.
- мають бути також передбачені заходи для уникнення крихкого руйнування і передчасної втрати цілісності заповнення стін, а також часткового або загального руйнування тонких стін кам'яної кладки з площини. Особливу увагу необхідно приділяти стінам кам'яної кладки з показником гнучкості (відношення меншої довжини або висоти стіни до товщини) більше 15.
- заходами, що відповідають вимогам попереднього пункту, можуть бути: легкі дротяні сітки, заанкеровані на одній поверхні стіни; анкерні в'язі, прикріплені до колон і залиті в основі площини кладки; бетонні колони і пояси упоперек панелі і через всю товщину стіни;
- якщо висота заповнення менша, ніж висота суміжних колон, для уникнення ефекту «коротких колон» вся довжина колони повинна армуватися такою кількістю і видом хомутів, які передбачено [20] для критичних областей, тобто із суттєвим зменшенням кроку хомутів.

1.5 Висновки за розділом

1. Проаналізовано положення нормативних документів України [19], європейських [20] та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених вивченню врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення.

2. В закордонній та вітчизняній літературі отримано результати експериментально-теоретичних досліджень та набуто практичний досвід щодо врахування спільної роботи конструкцій.

3. Встановлено, що сейсмостійкість каркасних будівель може бути підвищена за рахунок врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення. Крім того, це може бути джерелом резерву стійкості конструкцій каркасу при прогресуючому обваленні, що може виникати при руйнуванні окремих колон та температурного впливу внаслідок військових дій та терористичних атак.

4. До позитивного впливу від стінового заповнення слід віднести наступне [10]:

- збільшується згинальна та зсувна жорсткості каркаса при дії горизонтальних навантажень;
- зменшуються значення вузлових моментів у каркасі;
- при сейсмічних впливах у кладці заповнення відбувається розсіювання енергії за рахунок руйнування її елементів.

5. Небажаний вплив стінового заповнення наступний:

- може статися крихке руйнування заповнення та елементів каркасу при сейсмічних поштовхах;
- при заповненні не на всю висоту поверху та за відсутності деформаційних швів між заповненням та конструкціями каркасу може проявитися ефект коротких колон, що також призводить до руйнування конструкцій.

6. Основним питанням залишаються способи моделювання взаємодії конструкцій та їх розрахунок. Суттєві переваги в цьому питанні мають методи розрахунку на основі методу скінченних елементів, реалізованого у сучасних комплексах розрахунку та проектування [21].

2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальні положення

На основі збору, вивчення та аналізу сучасного стану теорії та практики дослідження НДС конструкцій на сейсмічні впливи, наведеного в розділі 1, уточнено напрямок, деталі та особливості числового моделювання, основні етапи та послідовність теоретичних досліджень. Напрямок, особливості та ключові деталі досліджень приведено у вигляді блок-схеми на рисунку 2.1

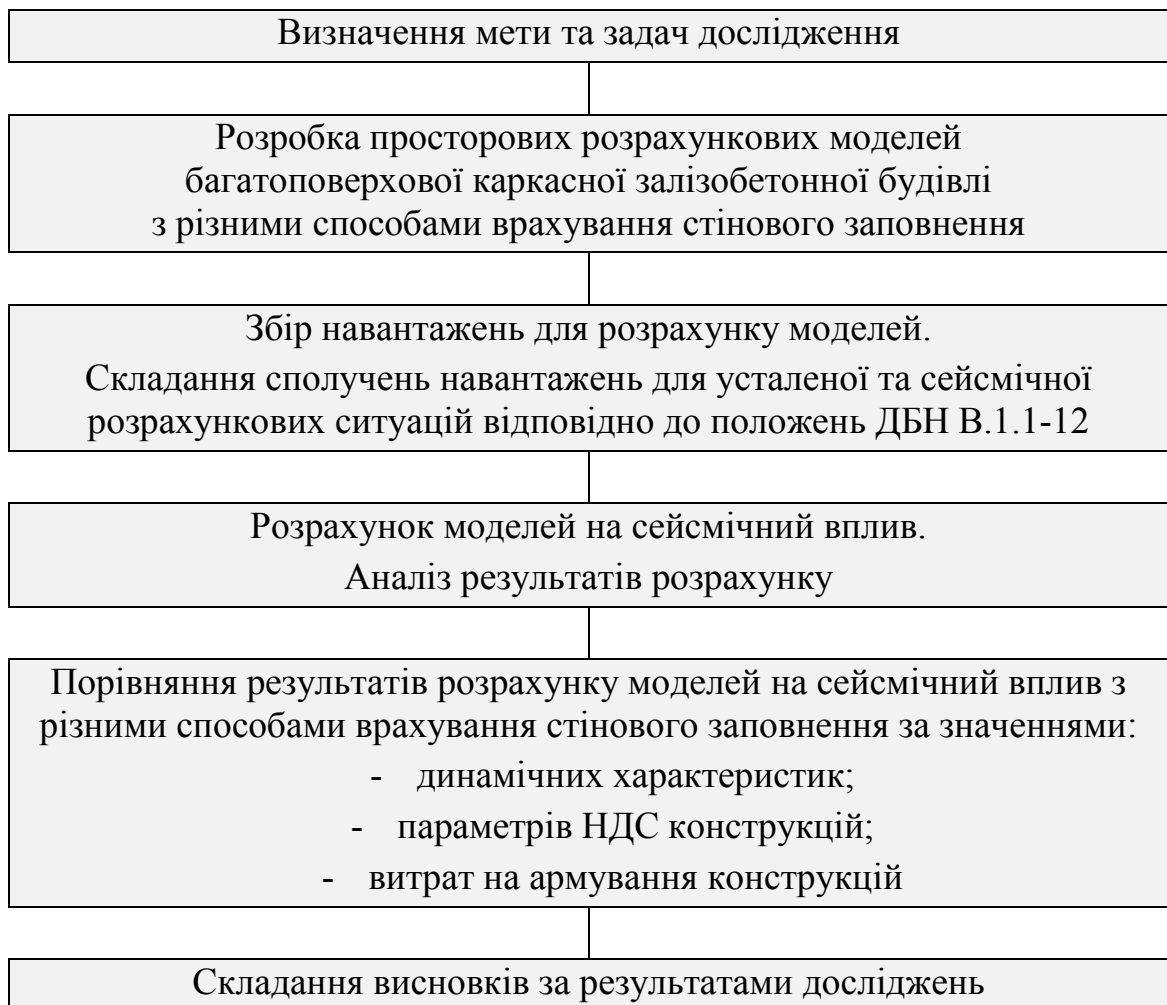


Рисунок 2.1 – Блок-схема основних етапів дослідження

В цій частині кваліфікаційного дослідження наведено обґрунтування напрямку, уточнено мету та об означені задачі дослідження, визначені методи та засоби вирішення задач для досягнення поставлених цілей.

2.2 Визначення мети та задач дослідження

Метою досліджень є вивчення сучасних методів та порівняльний аналіз результатів розрахунку будівельних конструкцій з урахуванням сейсмічної дії у складі сейсмічних розрахункових ситуацій.

Задачами дослідження є наступні:

- розробка просторових розрахункових моделей багатоповерхової каркасної залізобетонної будівлі з використанням ПК «ЛІРА САПР»;
- врахування стінового заповнення двома способами – у вигляді навантажень та шляхом моделювання СЕ та врахування взаємодії із несучими конструкціями;
- збір навантажень для розрахунку моделі з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів;
- формування сейсмічної розрахункової ситуації відповідно до ДБН В.1.1-12 [19];
- виконання розрахунків розроблених моделей на усталену та сейсмічну розрахункову ситуації;
- аналіз результатів розрахунку моделей:
 - динамічних характеристик (періодів, форм власних коливань);
 - параметрів НДС несучих конструкцій;
 - витрат на армування конструкцій.
- складання висновків за результатами досліджень.

Об'єктом досліджень є 12-ти поверхова житлова будівля за схемою монолітного залізобетонного безригельного каркасу, запроектована у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.

Предметом дослідження є параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій багатоповерхової житлової будівлі, визначені за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації без та з урахуванням стінового заповнення.

Методи дослідження.

Для досягнення мети та рішення поставлених завдань використовуються наступні методи досліджень:

- чисельні дослідження параметрів НДС будівельних конструкцій з урахуванням сейсмічного впливу на основі просторової комп'ютерної моделі багатоповерхової залізобетонної каркасної будівлі;
- аналіз результатів розрахунку динамічної реакції та НДС, витрат матеріалів несучих конструктивних елементів порівняння із граничними значеннями відповідно до нормативних вимог (розділ 3).

2.3 Опис програмного комплексу розрахунку

Сучасні методи розрахунку на сейсмічні навантаження дозволяють вирішувати практичні питання розрахунку і проектування будівель з урахуванням їх просторової роботи.

Велику перевагу надає використання програмних комплексів (ПК) розрахунку, зокрема «ЛІРА САПР» [21], «СКАД Софт» [22], SeismoStruct [23], OpenSees [24] та інших.

Для виконання розрахунків використано програмний комплекс (ПК) «ЛІРА САПР» - вітчизняний багатофункціональний комплекс для розрахунку і проектування конструкцій різного призначення. ПК «ЛІРА САПР» реалізований на основі методу скінченних елементів (МСЕ) у формі переміщень.

Розрахунок будівельних конструкцій з використанням МСЕ полягає у представленні конструктивних у вигляді набору елементів з скінченим числом ступенів свободи, які з'єднуються між собою у вузлових точках. ПК «ЛІРА САПР» містить 24 розрахункові модулі розрахунку будівельних конструкцій на сейсмічні навантаження. В ПК «ЛІРА САПР» реалізовані всі методи розрахунку ДБН В.1.1-12 [19], спектральний метод розрахунку відповідно до нормативних документів країн Європейського Союзу, США та інших, а також прямий динамічний метод з використанням акселерограм.

Для виконання розрахунків в рамках цього дослідження буде використаний Модуль 36 – спектральний метод відповідно до ДБН В.1.1-12 [19]. Нижче наведено його стислий опис модуля.

2.3.1 Модуль 36 - спектральний метод відповідно до ДБН В.1.1-12 [19]

Загальний вигляд меню завдання динамічних навантажень з обраним модулем 36 ПК «ЛІРА САПР» наведено на рис. 2.2, а; меню завдання вихідних даних для розрахунку – на рис. 2.2, б.

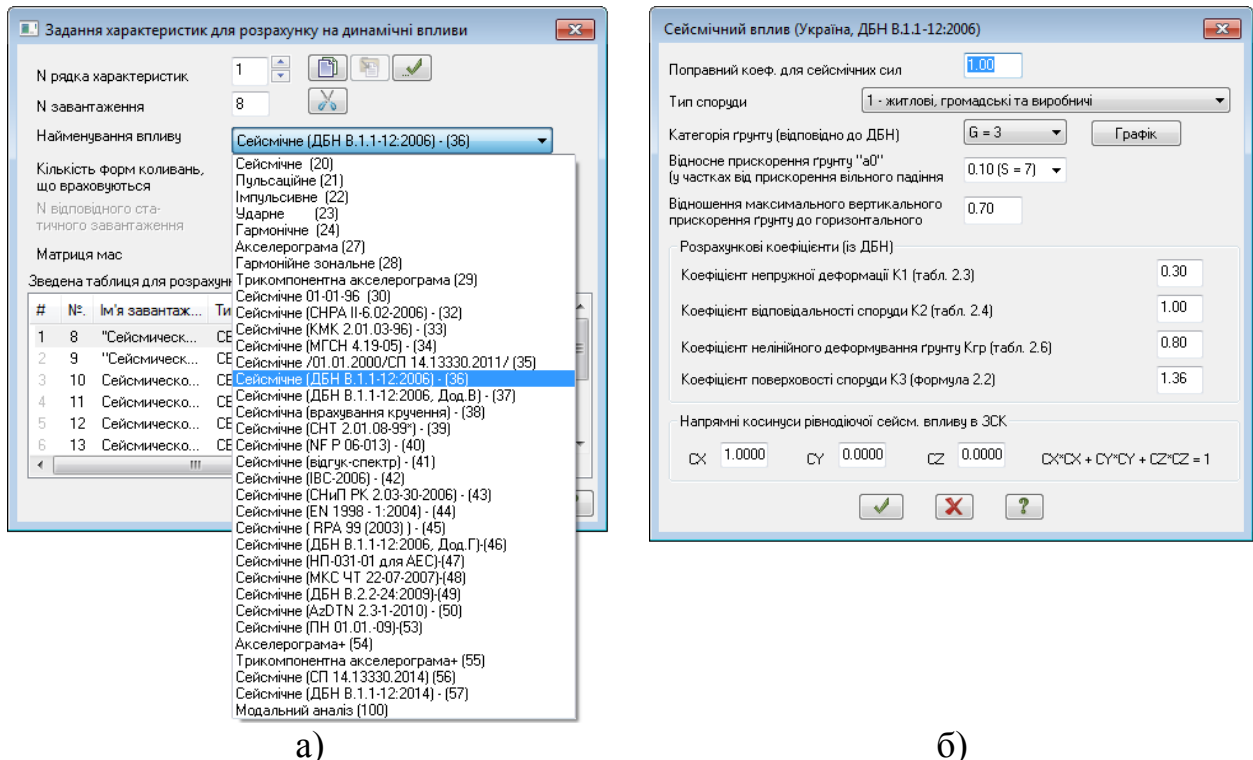


Рисунок 2.2 – Меню модуля 36 «ПК «ЛІРА САПР»» для завдання сейсмічного навантаження за спектральним методом ДБН В.1.1-12 [19]

У відповідних полях вводиться чисельне значення поправочного коефіцієнта для сейсмічних сил (за замовчуванням дорівнює одиниці).

Зі списку обирається тип споруди (1 - житлові, громадські та виробничі; 2 - транспортні; 3 - гідротехнічні; 4 - мостові, 5 - стійкість схилу).

Зі списку обирається категорія ґрунту за сейсмічними властивостями (G).

Зі списку вибирається чисельне значення відносного прискорення ґрунту a_0 (безрозмірна величина в частках від прискорення вільного падіння g). Для a_0 допускається завдання нестандартних значень.

У відповідних полях введення необхідно вказати значення коефіцієнтів k_1 (таблиця 6.3 [19]), k_2 (таблиця 6.4 [19]), k_3 (формула 6.2 [19]) и k_{zp} (таблиця 6.6 [19]), а також величину відношення максимального вертикального прискорення ґрунту до горизонтального.

Напрямок сейсмічної дії задається задано направляючими косинусами CX , CY і CZ . Зважаючи на те, що умова $CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$ завжди має дотримуватися, достатньо задати два косинуса з трьох. Третій встановлюється автоматично.

2.3.2 Формування динамічних завантажень із статичних

Діалогове вікно призначене для завдання інформації про статичні навантаження (маси), які мають бути враховані при формуванні сейсмічного навантаження. Загальний вигляд вікна наведено на рис. 2.3.

Маса може бути накопичена або з статичних завантажень (одного або декількох) - код 1, або з щільності матеріалу, заданої при описі параметрів жорсткості, - код 2. Необхідний код вказується за допомогою відповідної радіо-кнопки.

У відповідних полях введення задається номер динамічного завантаження, номер існуючого статичного завантаження і коефіцієнт перетворення.

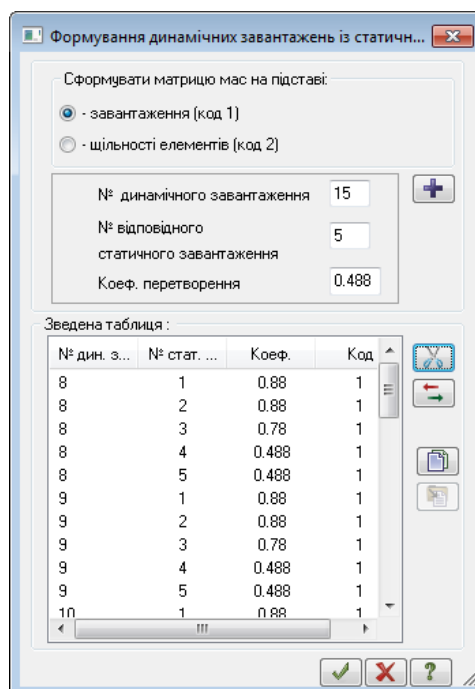
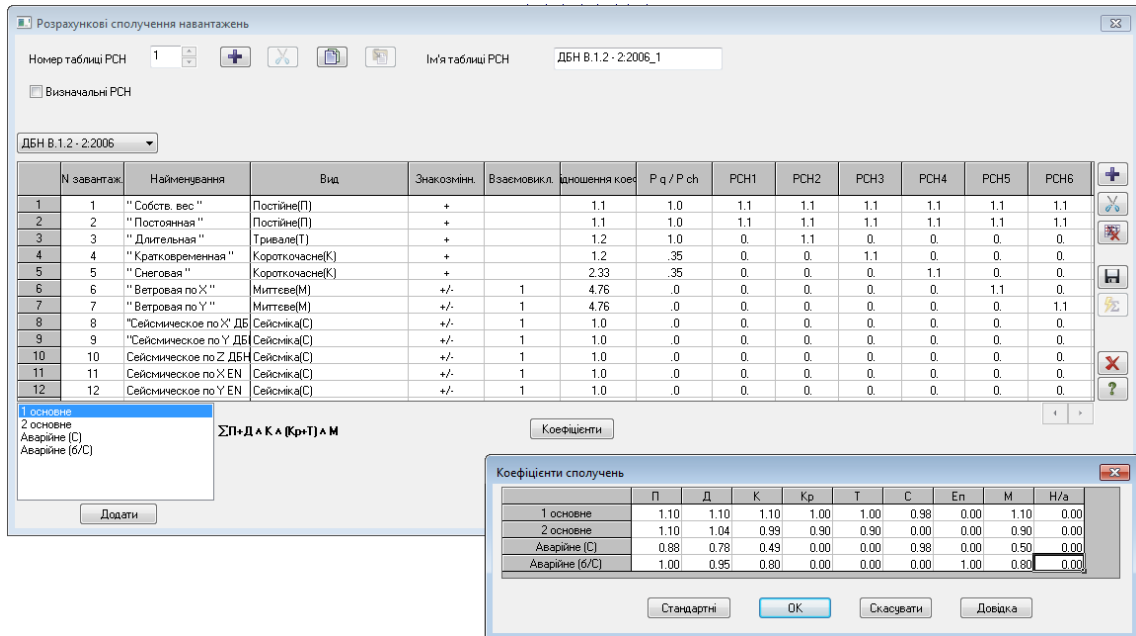


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд меню ПК «ЛІРА САПР» для формування динамічних завантажень з статичних

2.3.3 Розрахункові сполучення навантажень

Система РСН - це процесор, призначений для обчислення переміщень у вузлах і зусиль (напружень) в елементах від стандартних і довільних лінійних комбінацій завантажень. Під стандартними лінійними комбінаціями маються на увазі сполучення, які встановлені нормативними документами (рис. 2.4).



а)

Рисунок 2.4 - Загальний вигляд меню процесору ПК «ЛІРА САПР» для формування розрахункових сполучень навантажень

Кількість таблиць РСН не обмежується.

Встановлений прапорець «Визначальні РСН» дозволяє при розрахунку розглядати отримані РСН як взаємовиключні і відібрати найбільш небезпечні з них на підставі критеріїв вибору РСЗ.

У діалоговому вікні необхідно вибрати зі списку назву необхідного нормативу. Залежно від цього у вікні змінюється набір відповідних формул обчислення комбінацій, а також і набір функціональних кнопок.

Під кнопкою «Коефіцієнти» знаходиться меню, в якому можна задати відповідні значення поєднання для окремих навантажень та типів РСН.

2.3.4 Результати розрахунку

Крім стандартних параметрів НДС СЕ розрахункової схеми (переміщень,

внутрішніх зусиль, напружень тощо) результатами розрахунку на сейсмічні навантаження в ПК «ЛІРА САПР» є:

- частоти власних коливань;
- форми (координати) власних коливань;
- маси, зосереджені в узлах розрахункової схеми;
- інерційні навантаження, зосереджені в узлах розрахункової схеми.

Таблиці результатів формуються у вигляді інтерактивних таблиць, які формуються автоматично за допомогою редактора ПК «ЛІРА САПР» (рис. 2.5), для кожної з складових сейсмічного впливу.

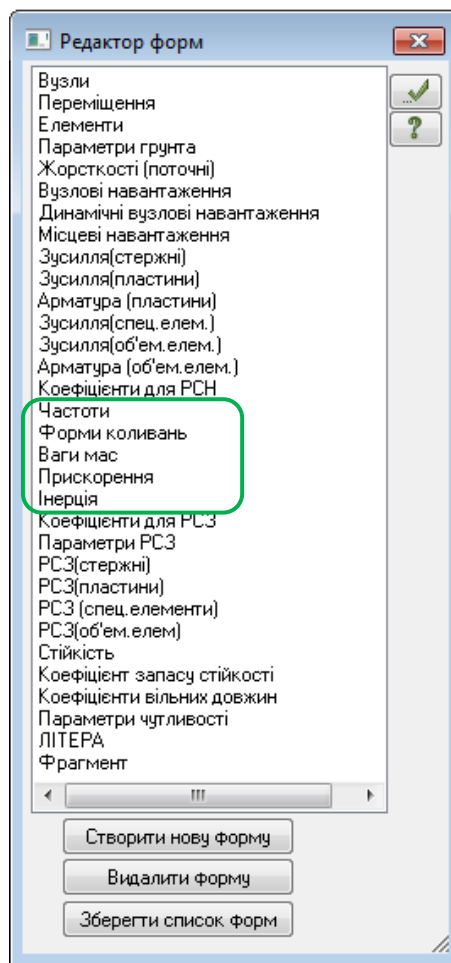


Рисунок 2.5 – Меню «Редактор форм» ПК «ЛІРА САПР» для формування результатів розрахунку на сейсмічний вплив

2.4 Розробка комп'ютерної моделі будівлі

2.4.1 Опис комп'ютерної моделі будівлі

Загальний вигляд тривимірних комп'ютерних моделей 10-ти поверхової будівлі наведено на рис. 2.6.

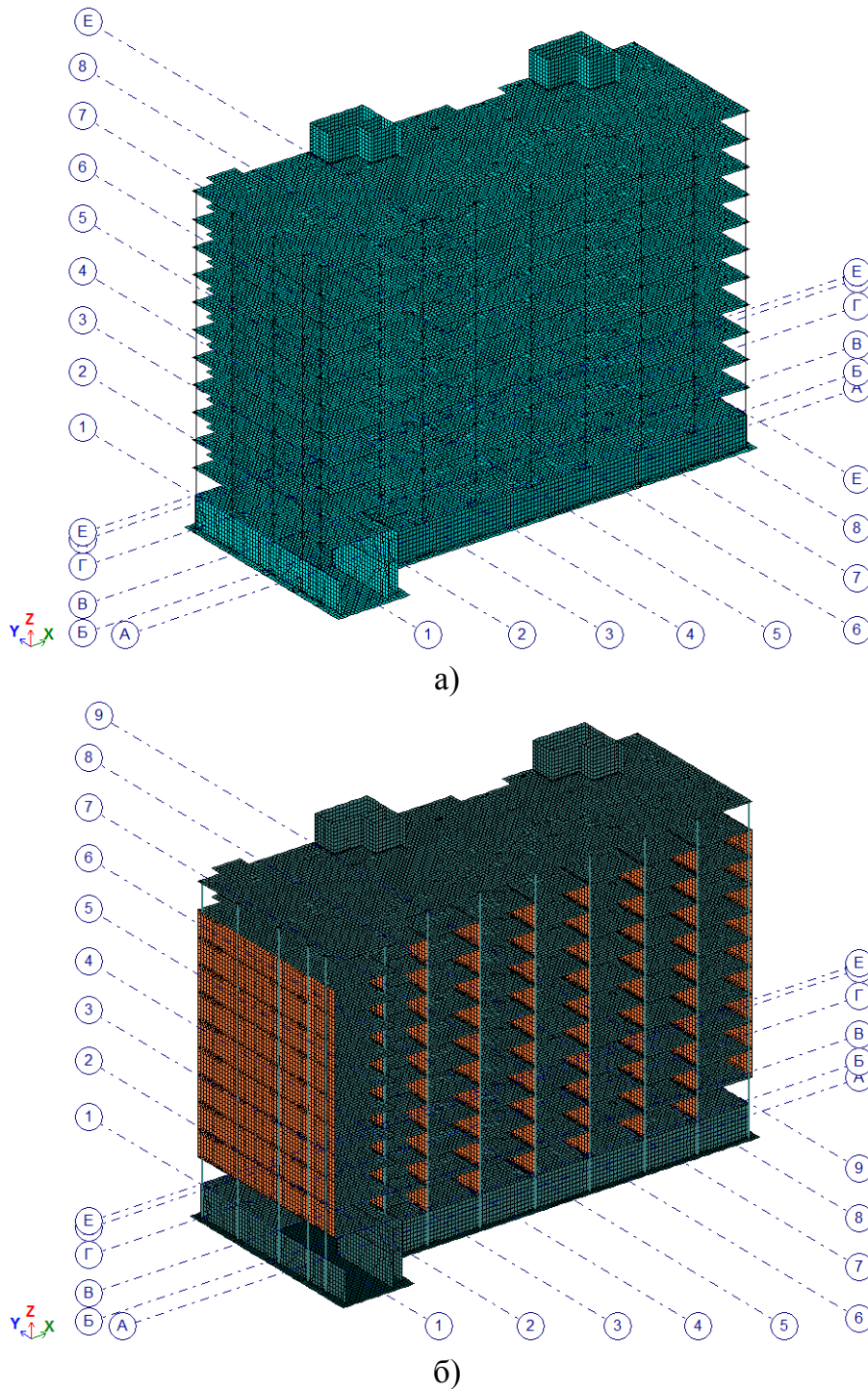


Рисунок 2.6 - Загальний вигляд тривимірної комп'ютерної моделі:
а – без стінового заповнення; б - із стіновим заповненням

Розрахункова модель будівлі включає підвальний, перший поверх, 9 житлових поверхів і технічний поверх. Графічне відображення елементів розрахункової схеми на характерних відмітках будівлі наведено на рисунках 2.7 – 2.13.

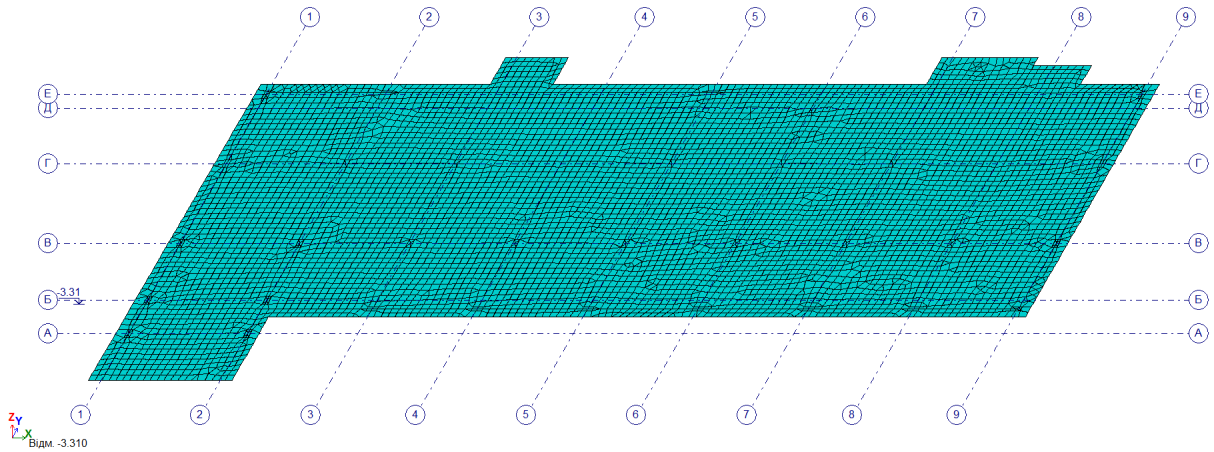


Рисунок 2.7 – Фрагмент комп'ютерної моделі 12-ти поверхової будівлі.
Ростверк

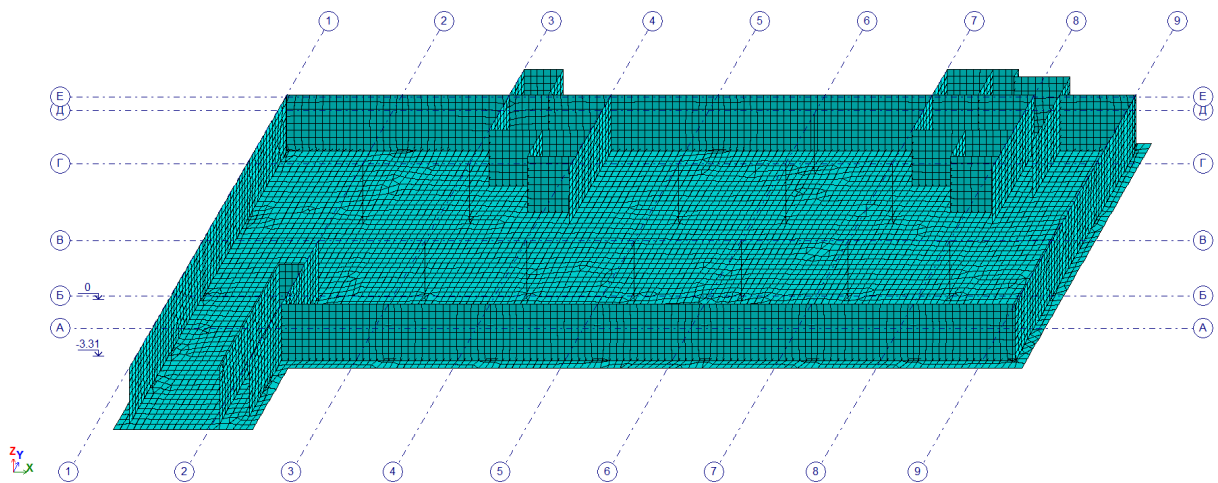
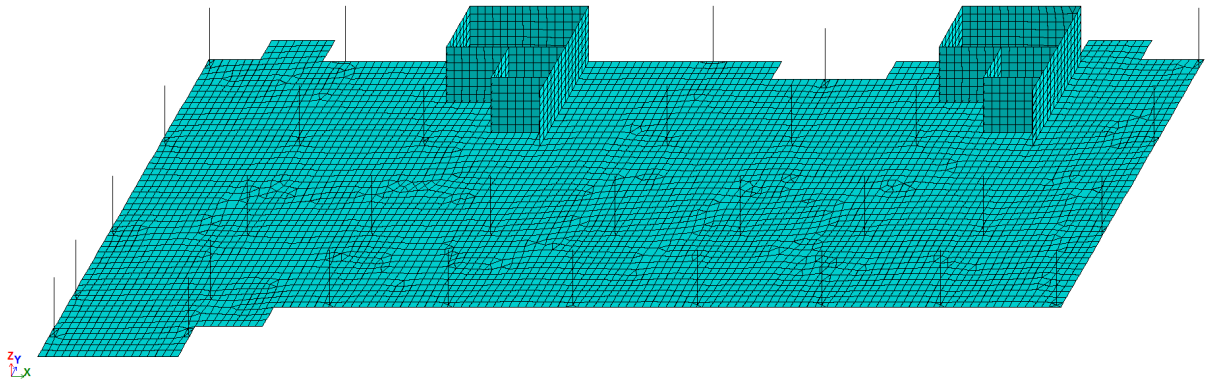
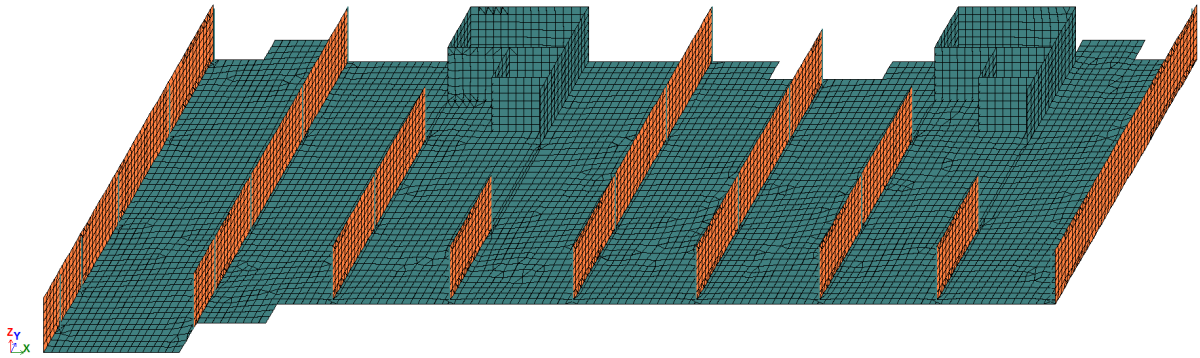


Рисунок 2.8 – Фрагмент комп'ютерної моделі 12-ти поверхової будівлі.
Підвальний поверх



а)



б)

Рисунок 2.9 – Фрагмент комп'ютерної моделі моделі 12-ти поверхової будівлі.
Типовий поверх: а – без стінового заповнення; б - із стіновим заповненням

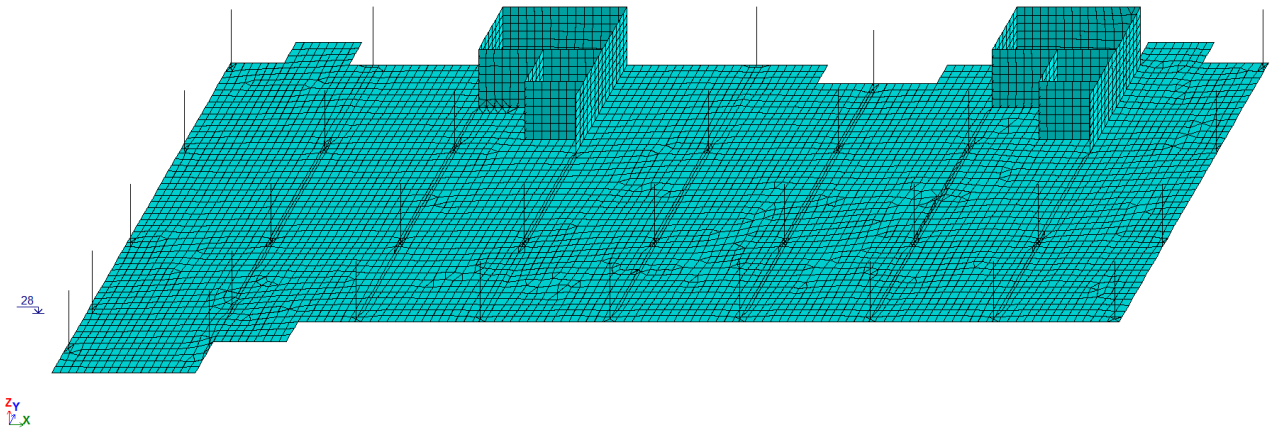


Рисунок 2.10 – Фрагмент комп'ютерної моделі моделі 12-ти поверхової будівлі.
Технічний поверх

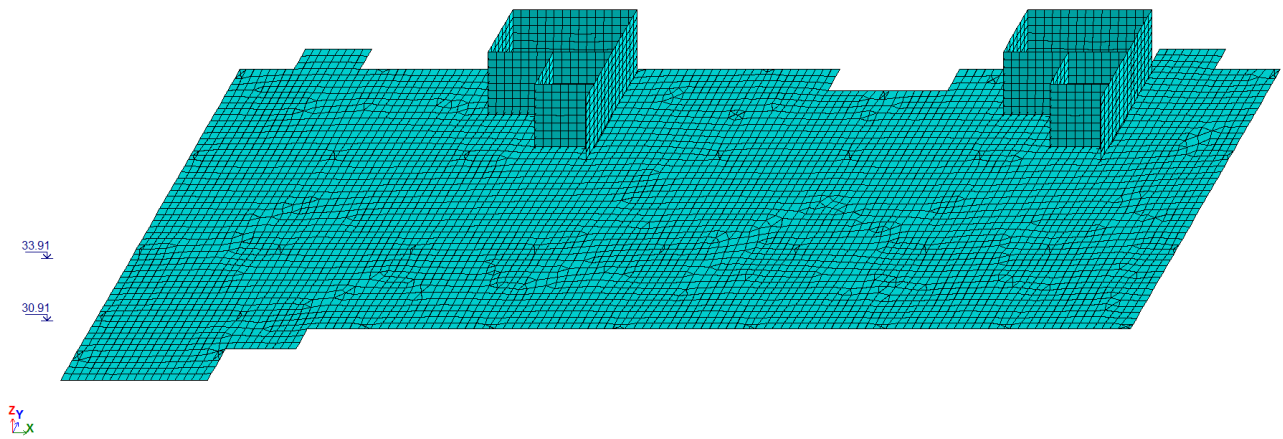


Рисунок 2.12 – Фрагмент комп'ютерної моделі моделі 12-ти поверхової будівлі.
Покрівля

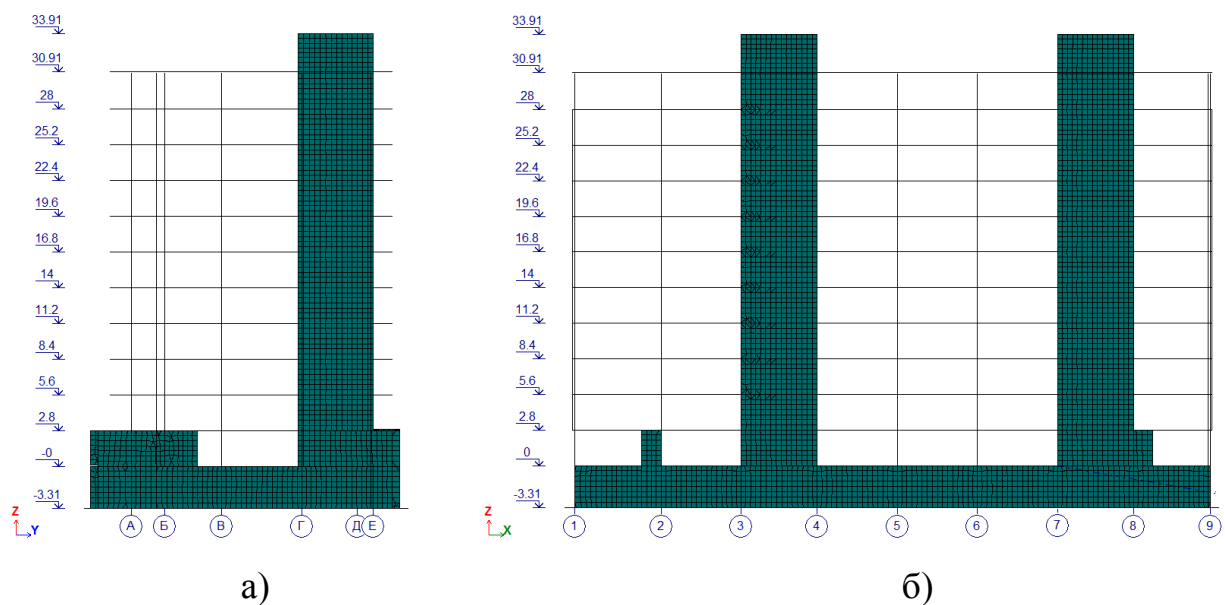


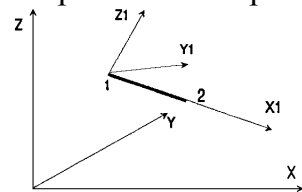
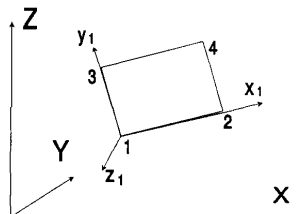
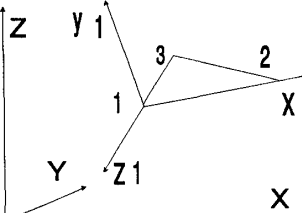
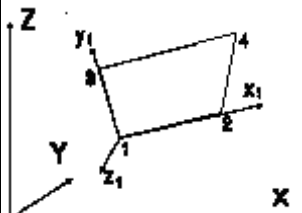
Рисунок 2.13 – Фрагмент комп'ютерної моделі моделі 12-ти поверхової будівлі.
а - поперечний розріз; б – поздовжній розріз

Розрахункова схема будівлі складена у вигляді просторової системи, що відбиває конструктивне рішення і включає наступні скінчені елементи:

- стрижневі СЕ, що моделюють роботу колон, та фіктивних стержнів, що використовуються для прикладення лінійних розподілених навантажень;
- оболонкові СЕ, що моделюють роботу плитного розтерку, стін підвалу, плит перекриттів, діафрагм жорсткості, стінового заповнення.

Опис використаних СЕ наведено у таблиці 2.1. Жорсткісні характеристики елементів наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Опис типів СЕ, використаних у комп'ютерній моделі будівлі

| № СЕ | Найменування СЕ | Площина розташування | Ступені свободи | Коментарі |
|------|--|----------------------|--------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | Універсальний стержень  | довільно | X,Y,Z, UX,UY,UZ | 1. Використовується для одно-, двух- і тривимірних завдань. |
| 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 2.2 - Параметри СЕ комп'ютерної моделі будівлі

| № т.ж. | Геометричні параметри | Фізико-механічні параметри | Положення в конструктивній схемі будинку |
|---|-----------------------|---|--|
| 1 | Пластина Н 40 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=40, R_o=24.5166$ | Фундаментна плита |
| 2 | Пластина Н 80 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=80, R_o=24.5166$ | Плита ростверку |
| 3 | Брус 30 X 60 | $R_o=24.5166, E=2.942e+007, GF=0, B=30, H=60$ | Колони |
| 4 | Пластина Н 25 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=25, R_o=24.5166$ | Стіни підвалу |
| 5 | Пластина Н 20 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=20, R_o=25$ | Перекриття на всіх поверхах |
| 6 | Пластина Н 12 | $E=2.942e+006, V=0.25, H=12, R_o=16$ | Стінове заповнення |
| 7 | Брус 1x1 | $E=3,06e+006, v=0.2, R_o=0,1$ | Фіктивні стрижні для прикладення лінійних навантажень від ваги зовнішніх стін і огорож |
| Позначення: R_o - щільність матеріалу елементів розрахункової схеми, тс/м ³ ; E - модуль пружності, тс/м ² ; v – коефіцієнт Пуасона | | | |

2.4.2 Навантаження і впливи

При розрахунку враховані наступні навантаження і впливи:

1. Постійні і довготривалі розрахункові навантаження - прийняті відповідно до проектних даних (розділ АР).

2. Короткочасні:

- снігове навантаження;

- вітрове навантаження.

3. Сейсмічний вплив

2.4.3 Постійне навантаження від власної ваги несучих конструкцій

Розрахункове постійне навантаження від власної ваги несучих конструкцій. Величина цього навантаження визначалася програмно по щільності матеріалів і геометричним параметрам СЕ.

Таблиця 2.3 - Власна вага покрівлі над технічним поверхом

| Ч.ч. | Вид навантаження | Характеристичне значення, кгс/м ² | Коефіцієнт надійності за навантаженням | Розрахункове значення, кгс/м ² |
|------|--|--|--|---|
| 1 | 3 шари «євроруберойда» $\delta=0,013\text{м}$; | 13,0 | 1,2 | 15,6 |
| 2 | Цементно-піщана стяжка $\delta=0,04\text{м}$; $\gamma=1800\text{кг/м}^3$ | 72,0 | 1,3 | 93,6 |
| 3 | Керамзитовий гравій $\delta=0,11\text{м(средн.)}$; $\gamma=400\text{кг/м}^3$ | 44,0 | 1,3 | 57,2 |
| 4 | Пароізоляція | 5,0 | 1,2 | 6,0 |
| | Разом | 134,0 | | 172,4 |

Таблиця 2.4 - Навантаження на перекриття типового поверху

| Ч.ч. | Вид навантаження | Характеристичне значення, кгс/м ² | Коефіцієнт надійності за навантаженням | Розрахункове значення, кгс/м ² |
|------|---|--|--|---|
| 1 | Керамічна плитка $\delta=0,01\text{м}$; $\gamma=2200\text{кг/м}^3$ | 22,0 | 1,2 | 26,4 |
| 2 | Клей для плитки | 18,0 | 1,2 | 21,6 |
| 3 | Армована цементна стяжка $\delta=0,05\text{м}$; $\gamma=1850\text{кг/м}^3$ | 92,5 | 1,3 | 120,3 |
| 4 | Утеплювач плитний $\delta=0,03\text{м}$; $\gamma=161\text{кг/м}^3$ | 4,8 | 1,2 | 5,8 |
| 5 | Інженерні комунікації | 15,0 | 1,2 | 18,0 |
| 6 | Вентиляційні канали | 30,0 | 1,1 | 33,0 |
| 7 | Пароізоляція | 5,0 | 1,2 | 6,0 |
| | Разом | 187,3 | | 231,1 |
| | Стінове заповнення | 600,0 | 1,2 | 720,0 |
| | Корисне для коридорів, сходів, вестибюлей | 300,0 | 1,2 | 360,0 |

Таблиця 2.5 - Навантаження на плиту ростверку

| Ч.ч. | Вид навантаження | Характеристичне значення, кгс/м ² | Коефіцієнт надійності за навантаженням | Розрахункове значення, кгс/м ² |
|------|--|--|--|---|
| 1 | Цементна стяжка $\delta=0,03\text{м}$; $\gamma=1800\text{кг/м}^3$ | 54,0 | 1,3 | 70,2 |
| 2 | Керамзитобетон $\delta=0,07\text{м}$; $\gamma=800\text{кг/м}^3$ | 56,0 | 1,3 | 72,8 |
| 3 | Гідроізоляція $\delta=0,04\text{м}$; $\gamma=4\text{кг/м}^2$ | 4,0 | 1,2 | 4,8 |
| | Разом | 3114,0 | | 3447,8 |
| | Корисне | 200,0 | 1,2 | 240,0 |

2.2 Снігове навантаження

Розрахунок снігового навантаження виконано відповідно розділу 8 ДБН В.1.2-2 [25].

Характеристичне значення снігового навантаження для м. Вінниця згідно з таблицею Додатку Е становить – 100 кг/м^2 .

Коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі $C_e=1$ (п. 8.9).

Коефіцієнт географічної висоти $C_{alt}=1$ ($H<0,5\text{км}$, п.8.10).

Коефіцієнт $\mu=1$ (для горизонтальних поверхонь, додаток Ж).

Коефіцієнт $C=\mu C_e C_{alt}=1$.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,14 \cdot 100 \cdot 1 = 114 \text{ кг/м}^2,$$

де $\gamma_{fm}=1,14$ при $T=100$ років (таблиця 8.1).

Експлуатаційне розрахункове значення снігового навантаження:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,49 \cdot 100 \cdot 1 = 49 \text{ кг/м}^2,$$

де $\gamma_{fe}=0,49$ при $\eta=0,02$ (таблиця 8.2).

2.4. Вітрове навантаження

Розрахунок вітрового навантаження виконано відповідно розділу 9 ДБН В.1.2-2 [25].

| | |
|--|---|
| Вихідні дані | |
| Вітровий район | 3 |
| Характеристичне значення вітрового тиску W_0 | 46 кг/м^2 |
| Тип місцевості | IV – міські території, на яких принаймні 15% поверхні зайнято будівлями, що мають висоту понад 15 м |
| Тип споруди | Вертикальні поверхні і поверхні, що відхиляються від вертикальних не більше ніж на 15° |

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається як:

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C,$$

де $\gamma_{fe} = 0,21$ при $\eta=0,02$ (п. 9.15, таблиця 9.3);

$$C=C_{aer}C_hC_{alt}C_{rel}C_{dir}C_d ;$$

$$C_{aer}=0,8+0,6=1,4 \text{ (додаток И);}$$

C_h - залежить від висоти споруди і типу місцевості (таблиця 9.02);

$$C_{alt} = 1 \text{ при } H < 0,5 \text{ км (п. 9.10);}$$

$$C_{rel} = 1,1 \text{ при } \varphi < 0,05 \text{ (п. 9.11);}$$

$$C_{dir} = 1 \text{ (п. 9.12);}$$

$$C_d = 0,95 \text{ (п. 9.13, рис. 9.5).}$$

$$C = 1,4 \times 0,95 \times C_h = 1,33 C_h ;$$

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження складає:

$$W_e = 0,21 \times 46 \times 1,33 C_h = 12,85 C_h$$

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження складає:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C,$$

де $\gamma_{fm} = 1,14$ при $T=100$ років (п. 9.14, таблиця 9.1).

$$W_m = 1,14 \times 46 \times 1,33 C_h = 69,75 C_h.$$

Погонне вітрове навантаження, прикладене до перекриттів поверхів, наведене в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Розрахунок погонного вітрового навантаження

| № поверху | Відмітка поверху | C_h | W_m (кгс/м ²) | W_m (кгс/м) | W_e (кгс/м) |
|-----------|------------------|-------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 1 | 0.00 | 0.600 | 41.85 | 117.18 | 21.59 |
| 2 | 2.80 | 0.600 | 41.85 | 117.18 | 21.59 |
| 3 | 6.90 | 0.752 | 42.57 | 119.20 | 21.96 |
| 4 | 9.90 | 0.992 | 58.71 | 164.38 | 30.28 |
| 5 | 12.90 | 1.116 | 67.58 | 189.23 | 34.86 |
| 6 | 15.90 | 1.236 | 75.91 | 212.55 | 39.16 |
| 7 | 18.90 | 1.356 | 84.07 | 235.40 | 43.37 |
| 8 | 21.90 | 1.452 | 90.64 | 253.79 | 46.76 |
| 9 | 24.90 | 1.535 | 96.32 | 269.69 | 49.68 |
| 10 | 27.90 | 1.617 | 101.87 | 285.24 | 52.55 |
| 11 | 30.90 | 1.700 | 107.45 | 300.85 | 55.43 |
| 12 | 33.90 | 1.782 | 112.93 | 316.20 | 58.25 |

2.3. Сейсмічний вплив

Згідно з вимогами [19] за спектральним методом, у відповідності до якого розрахункові сейсмічні навантаження S_{ik} в k -ій точці будівлі за прийнятим напрямом сейсмічного впливу i -го тону власних коливань визначалися за формулою:

$$S_{ki} = k_1 k_2 k_3 S_{0ki}, \quad S_{0ki} = Q_k a_0 k_{gp} \beta_i \eta_{ki}, \quad (2.1)$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує непружні деформації і локальні пошкодження елементів будівлі (споруди), значення якого за таблицею 6.3 прийнято рівним 0,3;

k_2 – коефіцієнт, відповідальності будівлі, який приймається рівним 1;

k_3 – коефіцієнт, що враховує поверховість будівлі заввишки понад 5 поверхів дорівнює $k_3 = 1 + 0.04 \cdot (n - 5) = 1 + 0.04 \cdot (12 - 5) = 1,28$;

a_0 – розрахункова амплітуда прискорення основи, яка складає 0,1 від прискорення вільного падіння g для району сейсмічністю 7 балів;

k_{gp} – коефіцієнт, що враховує нелінійне деформування ґрунтів, відповідно до таблиці 6.6 прийнято рівним 1;

β_i – спектральний коефіцієнт динамічності, що відповідає i -ій формі власних коливань будівлі або споруди, приймається за рисунком 6.2 [2];

η_{ki} – коефіцієнт, що залежить від форми власних коливань будівлі або споруди і від місця розташування навантаження.

При виконанні розрахунку маси формуються автоматично з вертикальних навантажень з урахуванням коефіцієнтів:

0,9 – для постійних навантажень;

0,8 – для тимчасових тривалих;

0,5 – для короткочасних.

2.4.3 Сполучення навантажень

В таблиці 2.7 наведені розрахункові сполучення зусиль, складені з урахуванням діючих ДБН [19, 25, 26].

Для визначення навантажень на конструктивні елементи складені розрахункові сполучення навантажень (табл. 2.8, 2.9). Коефіцієнти в таблиці прийняті у відповідності з вимогами [19, 26].

Таблиця 2.7 - Коефіцієнти сполучень зусиль для статичного і динамічного розрахунку

| № навантаження | Найменування навантажень | k_f | k_{dl} | ψ для | | |
|----------------|---|-------|----------|------------|-------|-------|
| | | | | PC3 1 | PC3 2 | PC3 3 |
| 1 | Власна вага конструкцій | 1,10 | 1,00 | 1,1 | 1,1 | 0,88 |
| 2 | Постійне | 1,10 | 1,00 | 1,1 | 1,1 | 0,88 |
| 3 | Тимчасове тривале | 1,20 | 1,00 | 1,1 | 1,045 | 0,78 |
| 4 | Короткочасне (корисне) | 1,20 | 0,35 | 1,1 | 0,99 | 0,488 |
| 5 | Короткочасне (сніг) | 2,33 | 0,35 | 1,1 | 0,99 | 0,488 |
| 6 | Короткочасне вітер вздовж осі X (\pm) | 5,43 | 0,00 | 1,1 | 0,99 | 0,0 |
| 7 | Короткочасне вітер вздовж осі Y (\pm) | 5,43 | 0,00 | 1,1 | 0,99 | 0,0 |
| 8 | Сейсмічне (спектр ДБН) вздовж осі X (\pm) | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,975 |
| 9 | Сейсмічне (спектр ДБН) вздовж осі Y (\pm) | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,975 |
| 10 | Сейсмічне (спектр ДБН) вздовж осі Z (\pm) | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,975 |

Примітки:

1. Для основних сполучень (PCY 1 і PCY 2) коефіцієнти ψ сформовані з навантажень №№ 1-5 з коефіцієнтами відповідно 1.0 і 1.0; 0,95; 0,9, помноженим на коефіцієнти відповідальності $\gamma_n = 1.1$ (табл. 5 [26]).

2. Для аварійних сполучень (PCY 3) маси були сформовані з навантажень №№ 1-5 з коефіцієнтами 0,9; 0,8; 0,5, помноженим на відповідні коефіцієнти відповідальності $\gamma_n = 0,975$ (табл. 5 [26]).

3. Частка тривалості навантажень визначається як відношення квазіпостійної їх частини до характеристичного значення. Квазіпостійні навантаження враховуються тільки при розрахунках на повзучість, тому при розрахунках за I граничним станом значення коефіцієнтів частки тривалості не впливають на результат розрахунку.

4. Вітрові і сейсмічні навантаження визначені як знаковмінні і взаємовиключні.

Позначення:

$k_f = \gamma_{fm} / \gamma_{fe}$ - коефіцієнт надійності за навантаженням; k_{dl} - частка тривалості навантаження;
 ψ - коефіцієнти сполучень навантажень.

Таблиця 2.8 - Комбінації завантажень для розрахунку зусиль у конструктивних елементах для усталених розрахункових ситуацій

| Ч.ч. | Завантаження | I | | | | | | | | II | | | |
|------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Власна вага конструкцій | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 2 | Постійне | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 3 | Тимчасове тривале | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,045 | 1,045 | 1,045 | 1,045 |
| 4 | Корисне | - | 1,1 | - | - | - | - | - | - | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| 5 | Снігове | - | - | 1,1 | - | - | - | - | - | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| 6 | Вітрове вздовж +X | - | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 0,99 | - | 0,99 | - |
| 7 | Вітрове вздовж +Y | - | - | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 0,99 | - | - |
| 8 | Вітрове вздовж -X | - | - | - | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 0,99 | - |
| 9 | Вітрове вздовж -Y | - | - | - | - | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 0,99 |

Таблиця 2.9 - Комбінації завантажень для розрахунку зусиль у конструктивних елементах для сейсмічної розрахункової ситуації

| Ч.ч. | Завантаження | Сейсмічна розрахункова ситуація | | | | | |
|------|-------------------------|---------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | 13 | 14 | 15 | 21 | 22 | 23 |
| 1 | Власна вага конструкцій | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| 2 | Постійне | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| 3 | Тимчасове тривале | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 |
| 4 | Короткочасне (корисне) | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 |
| 5 | Короткочасне (сніг) | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 | 0,488 |
| 6 | Сейсмічне вздовж осі X | 0,975 | - | - | -0,975 | - | - |
| 7 | Сейсмічне вздовж осі Y | - | 0,975 | - | - | -0,975 | - |
| 8 | Сейсмічне вздовж осі Z | - | - | 0,975 | - | - | -0,975 |

2.5 Висновки за розділом

1. Запропоновано напрямок, основні етапи та послідовність теоретичних досліджень, які наведені на рисунку 2.1. Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.

2. На основі проектних даних в ПК «ЛІРА САПР» розроблено просторову комп'ютерну модель 12-ти поверхового житлового будинку для двох варіантів: з урахуванням та без урахування стінового заповнення.

3. Виконано збір навантажень для виконання розрахунку просторової комп'ютерної моделі в умовах усталеної та сейсмічної розрахункових ситуацій основні з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

4. Усталені розрахункові ситуації складені з урахуванням власної ваги конструкцій, постійних, змінних тривалих і короткочасних навантажень, снігового та вітрового навантаження, визначеного для м. Одеса.

5. Сейсмічні розрахункові ситуації включають сейсмічне навантаження, задане за спектральним методом відповідно до ДБН В.1.1-12 [19].

3. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Результати модального аналізу

Розрахунки динамічної моделі будівлі виконані у відповідності з вимогами ДБН [19].

В результаті модального аналізу отримані динамічні характеристики моделі будівлі за формами власних коливань (табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1 - Розрахункові динамічні характеристики будівлі без стінового заповнення

| № форми коливань | Частота, Гц | Період, с | Сума модальних мас, %, за напрямком |
|------------------|-------------|-----------|-------------------------------------|
| | | | Y |
| 1 | 0.887 | 1.128 | 29.239 |
| 2 | 0.892 | 1.121 | 55.284 |
| 3 | 1.382 | 0.724 | 62.560 |
| 4 | 3.309 | 0.302 | 65.213 |
| 5 | 3.980 | 0.251 | 77.480 |
| 6 | 4.324 | 0.231 | 77.530 |
| 7 | 4.417 | 0.226 | 77.556 |
| 8 | 4.765 | 0.210 | 77.556 |
| 9 | 5.010 | 0.200 | 77.559 |
| 10 | 5.264 | 0.190 | 77.685 |
| 11 | 5.447 | 0.184 | 77.698 |
| 12 | 5.597 | 0.179 | 77.757 |
| 13 | 5.837 | 0.171 | 80.887 |
| 14 | 5.893 | 0.170 | 80.903 |
| 15 | 6.050 | 0.165 | 81.245 |
| 16 | 6.108 | 0.164 | 81.250 |
| 17 | 6.221 | 0.161 | 81.259 |
| 18 | 6.346 | 0.158 | 81.259 |
| 19 | 6.401 | 0.156 | 81.259 |
| 20 | 6.495 | 0.154 | 81.259 |

Примітка. Заливкою відзначені форми коливань, які визначають напружено-деформований стан будівлі

Таблиця 3.2 - Розрахункові динамічні характеристики будівлі з стіновим заповненням

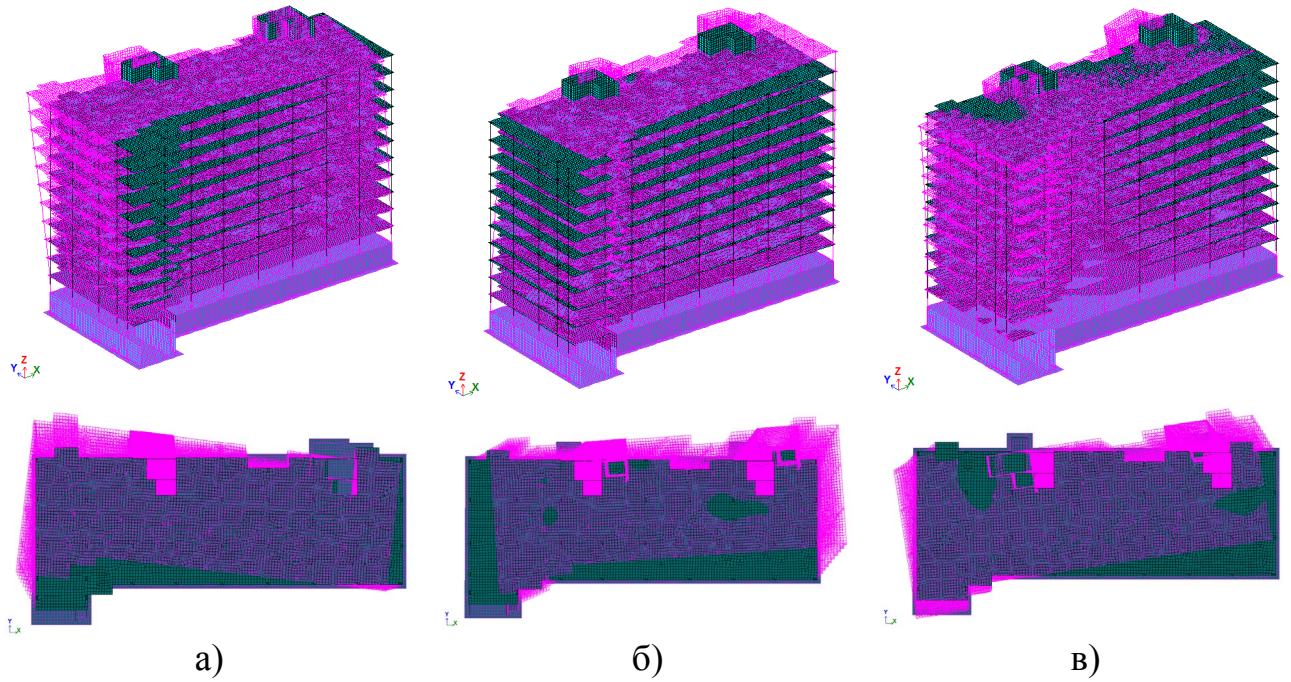
| № форми коливань | Частота, Гц | Період, с | Сума модальних мас, %, за напрямком |
|------------------|-------------|-----------|-------------------------------------|
| | | | Y |
| 1 | 1.047 | 0.955 | 0.535 |
| 2 | 1.760 | 0.568 | 66.075 |
| 3 | 2.019 | 0.495 | 66.257 |
| 4 | 4.367 | 0.229 | 66.471 |
| 5 | 5.394 | 0.185 | 66.987 |
| 6 | 5.512 | 0.181 | 68.921 |
| 7 | 5.701 | 0.175 | 78.496 |
| 8 | 5.864 | 0.171 | 79.850 |
| 9 | 6.070 | 0.165 | 80.532 |
| 10 | 6.345 | 0.158 | 82.108 |
| 11 | 6.640 | 0.151 | 83.124 |
| 12 | 6.692 | 0.149 | 83.617 |
| 13 | 6.799 | 0.147 | 84.749 |
| 14 | 6.847 | 0.146 | 84.821 |
| 15 | 6.933 | 0.144 | 84.837 |
| 16 | 7.036 | 0.142 | 84.847 |
| 17 | 7.124 | 0.140 | 84.851 |
| 18 | 7.200 | 0.139 | 84.852 |
| 19 | 7.259 | 0.138 | 84.857 |
| 20 | 7.306 | 0.137 | 84.857 |

Примітка. Заливкою відзначені форми коливань, які визначають напружено-деформований стан будівлі

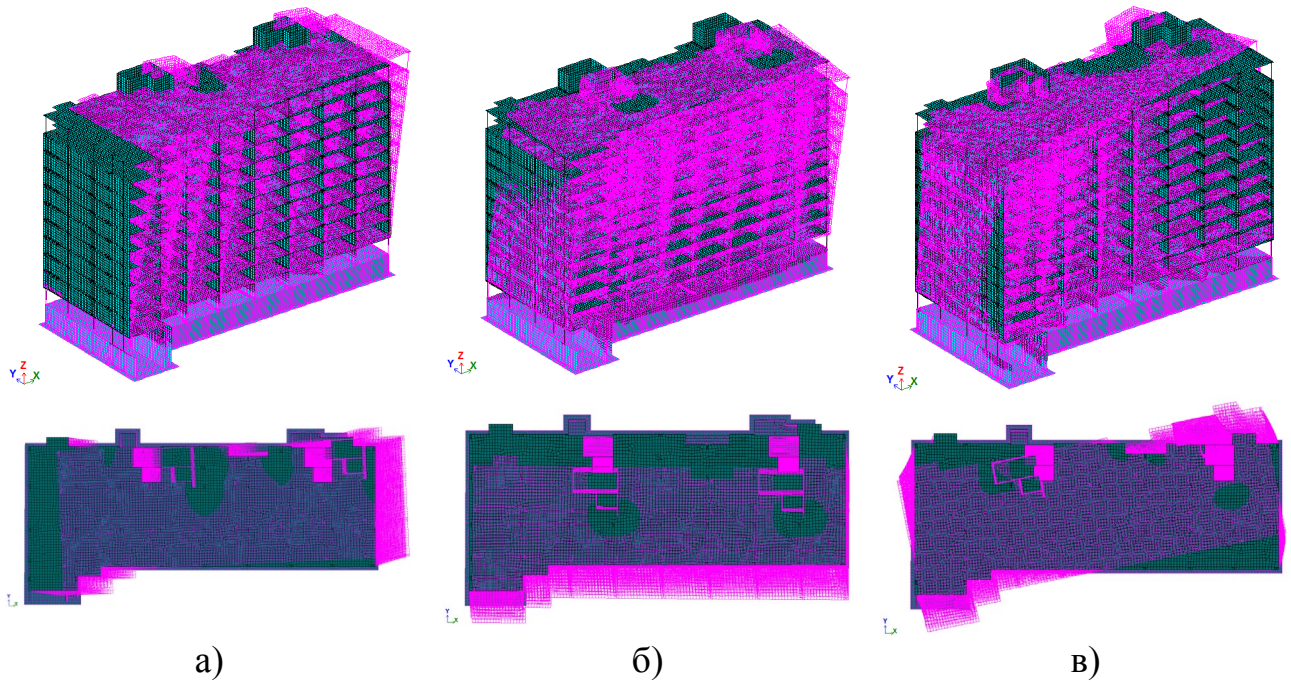
Форми власних коливань розрахункових моделей будівлі наведені на рис. 3.1, 3.2.

Перша і друга форми коливань будівлі переважно є поступальними (вздовж осей X і Y відповідно), третя форма коливань – крутильна, що відповідає вимогам ДБН [19]. Слід відзначити, що перша і друга форми коливань будівлі без стінового заповнення містять певний вклад крутильних коливань.

На рисунку 3.3 наведено порівняння періодів коливань будівель за першою другою формою із графіками коефіцієнту динамічності відповідно до ДБН [19].



а) б) в)
 Рисунок 3.1 - Перші три форми власних коливань будівлі без стінового заповнення:
 а – перша; б – друга; в – третя



а) б) в)
 Рисунок 3.2 - Перші три форми власних коливань будівлі з стіновим заповненням:
 а – перша; б – друга; в – третя

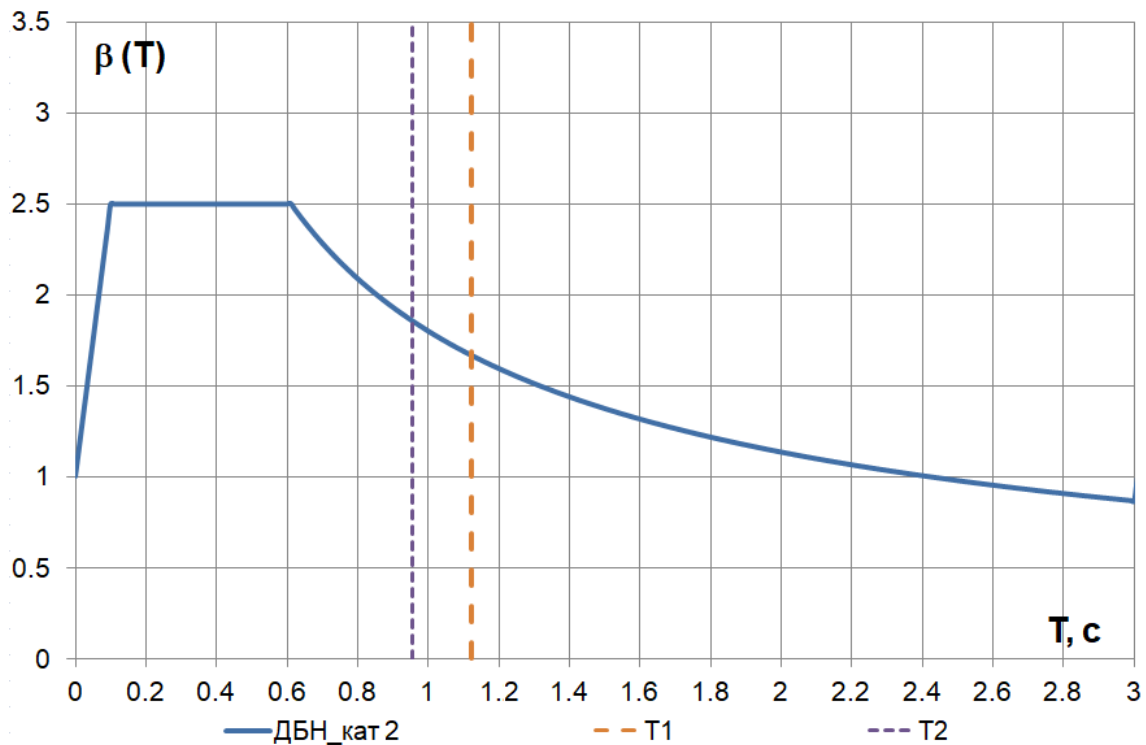


Рисунок 3.3 – Порівняння періодів власних коливань будівлі за основною формою: T1 – без заповнення; T2 – із заповненням

Аналіз даних, наведених на рисунку 3.3 свідчить про наступне:

1. Відношення періодів коливань двох варіантів моделей за основною формою складає:

$$T_1 / T_2 = 1,121 / 0,955 = 1,174.$$

2. Відношення значень коефіцієнтів динамічності, що відповідають періодам коливань двох варіантів моделей за основною формою, складає:

$$\beta(T_1) / \beta(T_2) = 1,669 / 1,863 = 0,896.$$

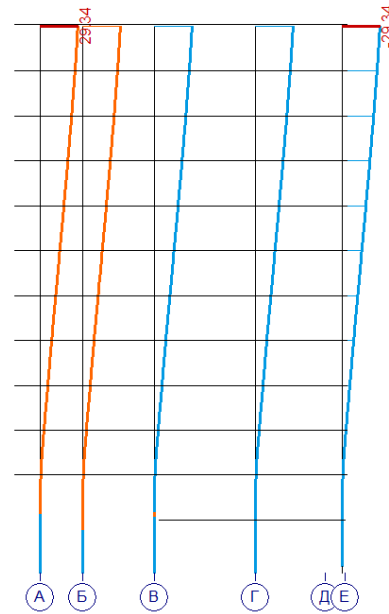
3. Враховуючи пряму залежність сейсмічних навантажень від значення коефіцієнту динамічності $\beta(T_i)$ (див. формулу (2.1) розділу 2), врахування стінового навантаження призводить до збільшення сейсмічних навантажень до 11 %.

Подальші розрахунки на сейсмічні впливи виконувались при врахуванні 20 форм власних коливань, що відповідає вимогам ДБН [2] щодо мінімальної суми врахованих модальних мас - не менше 85% при горизонтальних і не менше 75% - при вертикальних коливаннях.

3.2 Деформований стан будівлі

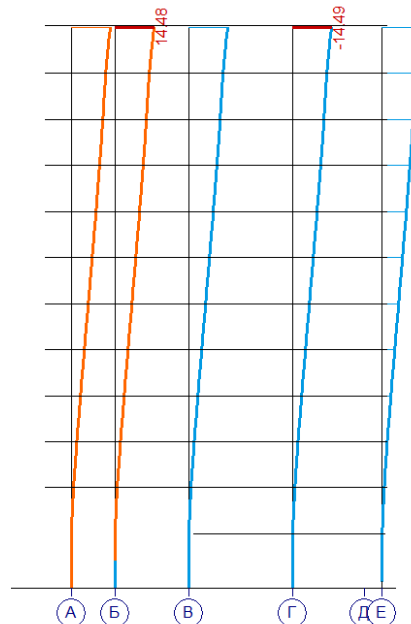
На рисунку 3.4 наведено ізополя переміщень розрахункової моделі будівлі, отримані за різними варіантами розрахунку від сейсмічного впливу інтенсивністю 7 балів.

сейсміка 7Y
Складова 1
Епіюра переміщень Z1
Одиниці виміру - мм
Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,5,6,4



а)

Сейсміка 7_Y
Складова 2
Епіюра переміщень Z1
Одиниці виміру - мм



б)

Рисунок 3.3 – Ізополя переміщень будівлі від сейсмічних навантажень 7 балів: а – без заповнення; б – із заповненням (для зручності заповнення не наведено)

Значення горизонтальних переміщень та перекоси поверхів, отриманих для обох варіантів розрахункової моделі, наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.4 – Максимальні горизонтальні переміщення та перекоси поверхів в рівні перекриттів при сейсмічному впливі 7 балів

| Відмітка поверху, м | Переміщення, мм при сейсмічному впливі вздовж осі Y | | Перекіс поверху при сейсмічному впливі вздовж осі Y | |
|---------------------|---|-----------|---|----------------|
| | Варіант 1 | Варіант 2 | Варіант 1 | Варіант 2 |
| - 3.310 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| 0.000 | 0.02 | 0.06 | 0.00001 | 0.00002 |
| 2.800 | 0.45 | 0.93 | 0.00015 | 0.00027 |
| 5.600 | 2.89 | 5.40 | 0.00087 | 0.00042 |
| 8.400 | 5.85 | 7.07 | 0.00106 | 0.00048 |
| 11.200 | 8.90 | 8.72 | 0.00109 | 0.00051 |
| 14.000 | 12.05 | 10.34 | 0.00113 | 0.00053 |
| 16.800 | 15.26 | 11.86 | 0.00115 | 0.00052 |
| 19.600 | 18.45 | 16.44 | 0.00114 | 0.00051 |
| 22.400 | 21.54 | 2.25 | 0.00110 | 0.00048 |
| 25.200 | 24.48 | 3.78 | 0.00105 | 0.00044 |
| 28.000 | 27.16 | 13.24 | 0.00096 | 0.00039 |
| 30.910 | 29.40 | 14.48 | 0.00077 | 0.00060 |

Примітка. Варіант 1 – без заповнення; варіант 2 – із заповненням

Відповідно до 6.3.7 ДБН В1.1-12 [19] перекіс поверху обчислюється як відношення різниці горизонтальних переміщень верху і низу k -го поверху до його висоти H_L :

$$\Delta_k = \frac{U_k - U_{k-1}}{H_L} \quad (3.1).$$

Порівняння з допустимими перекосами поверхів відповідно до ДБН В1.1-12 [19], наведено на рисунку 3.7. Значення граничних перекосів $[\delta]$ відповідно до ДБН В1.1-12 [19] наведені в таблиці 1.1. Вони відповідають вимозі неприпустимості руйнування перегородок та огорожуючих конструкцій будівель і споруд.

Аналіз даних наведених в таблиці 3.4 свідчить про те, що максимальні значення перекосів поверхів становлять 0,00115 та 0,0006 для варіантів моделі без та із заповненням відповідно. Всі отримані перекоси поверхів не перевищують допустимі значення, які відповідно до [19] для розглянутого типу

будівлі становлять 0,004. Слід також відмітити більш рівномірний розподіл перекосів за висотою для варіанту будівлі із стіновим заповненням.

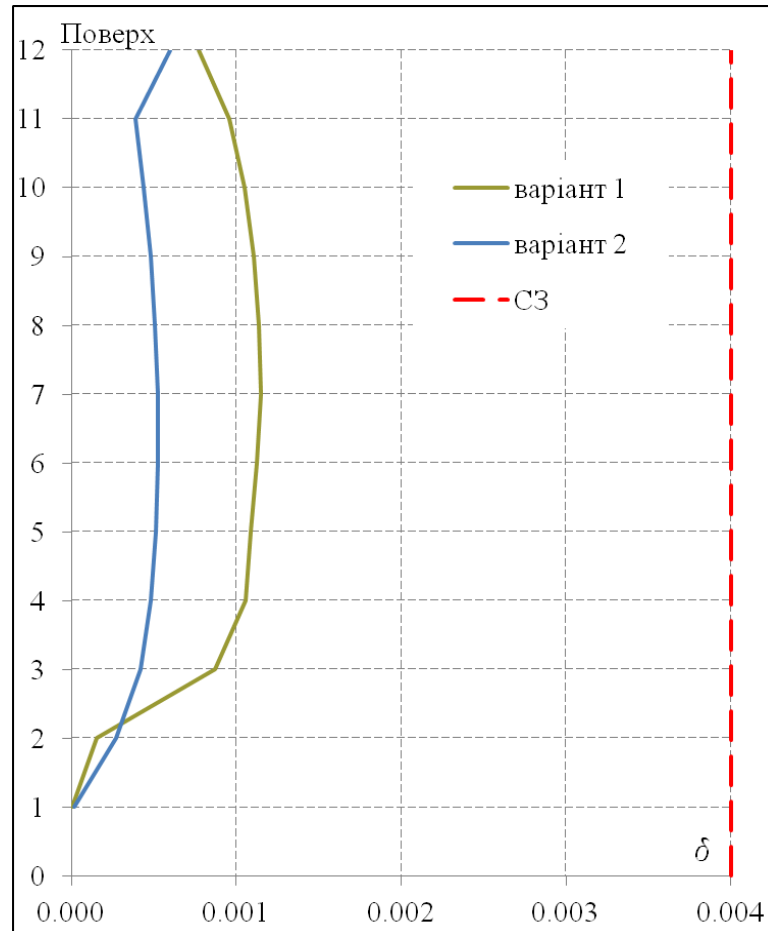


Рисунок 3.4 – Порівняння міжповерхових перекосів будівлі з допустимими значеннями:

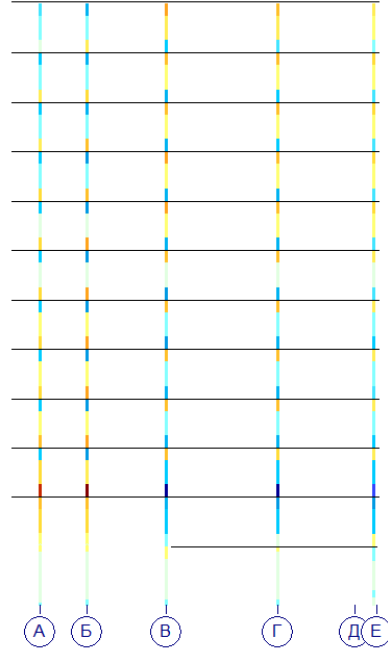
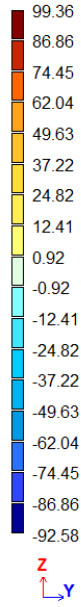
варіант 1 – без заповнення; варіант 2 – із заповненням

3.3 Розрахунок зусиль в конструкціях

В результаті розрахунку конструкцій отримані значення зусиль в основних несучих конструкціях будівлі за двома розглянутими варіантами розрахунку.

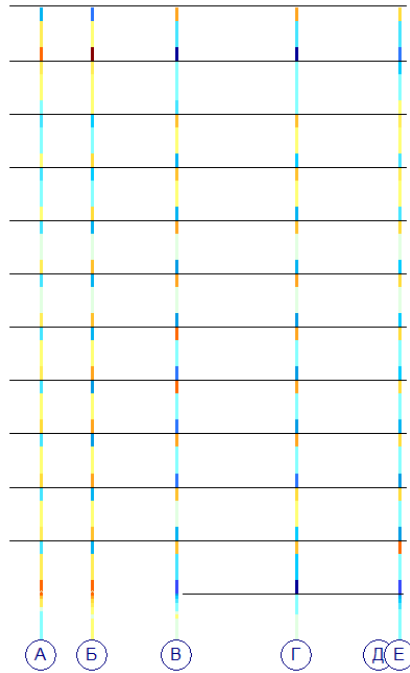
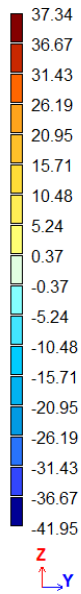
Порівняння зусиль в окремих елементах будівлі за результатами розрахунку на сейсмічний вплив 7 балів наведені на рисунках 3.5 – 3.9.

сейсміка 7У
 Складова 1
 Мозаїка Му
 Одиниці виміру - кН*м
 Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,5,6,4



а)

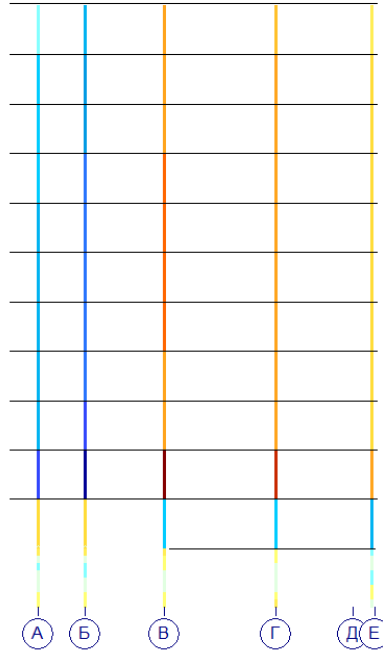
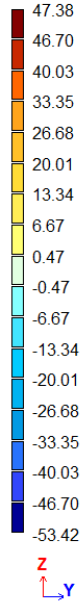
Сейсміка 7_Y
 Складова 2
 Мозаїка Му
 Одиниці виміру - кН*м
 Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,4,5,6



б)

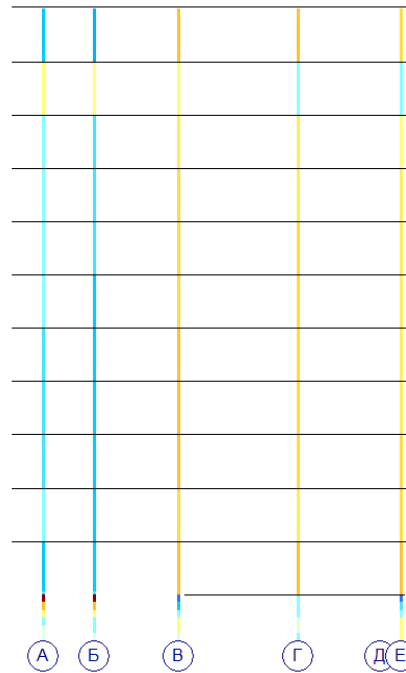
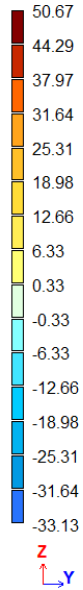
Рисунок 3.5 – Значення згинальних моментів (M, кН·м) в колонах:
 а – без заповнення; б – із заповненням (для зручності заповнення не наведено)

сейсміка 7Y
 Складова 1
 Мозаїка Qz
 Одиниці виміру - кН
 Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,5,6,4



а)

Сейсміка 7_Y
 Складова 2
 Мозаїка Qz
 Одиниці виміру - кН
 Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,4,5,6

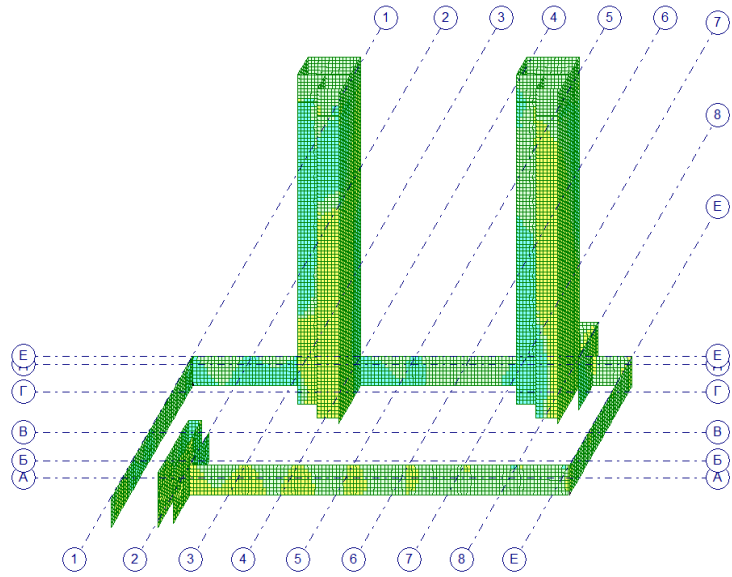
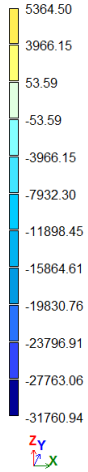


б)

Рисунок 3.6 – Значення поперечних сил (Q, кН) в колонах:

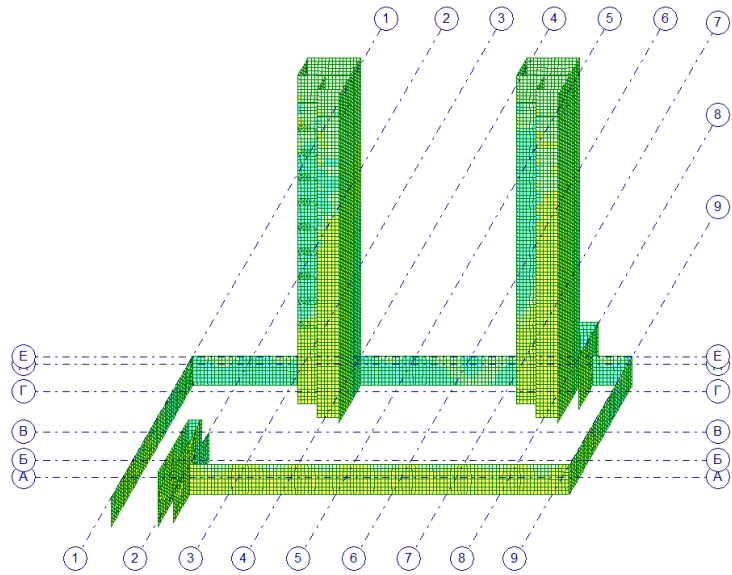
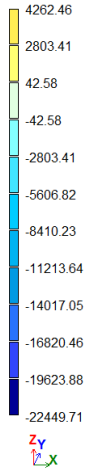
а – без заповнення; б – із заповненням (для зручності заповнення не наведено)

сейсміка 7У
Складава 1
Мозаїка напружень по Ny
Одиниці виміру - кН/м**2
Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,5,6,4



а)

Сейсміка 7_Y
Складава 2
Мозаїка напружень по Ny
Одиниці виміру - кН/м**2
Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,4,5,6



б)

Рисунок 3.7 – Значення вертикальних напружень (N_y , кН/м²) в залізобетонних стінах: а – без заповнення; б – із заповненням

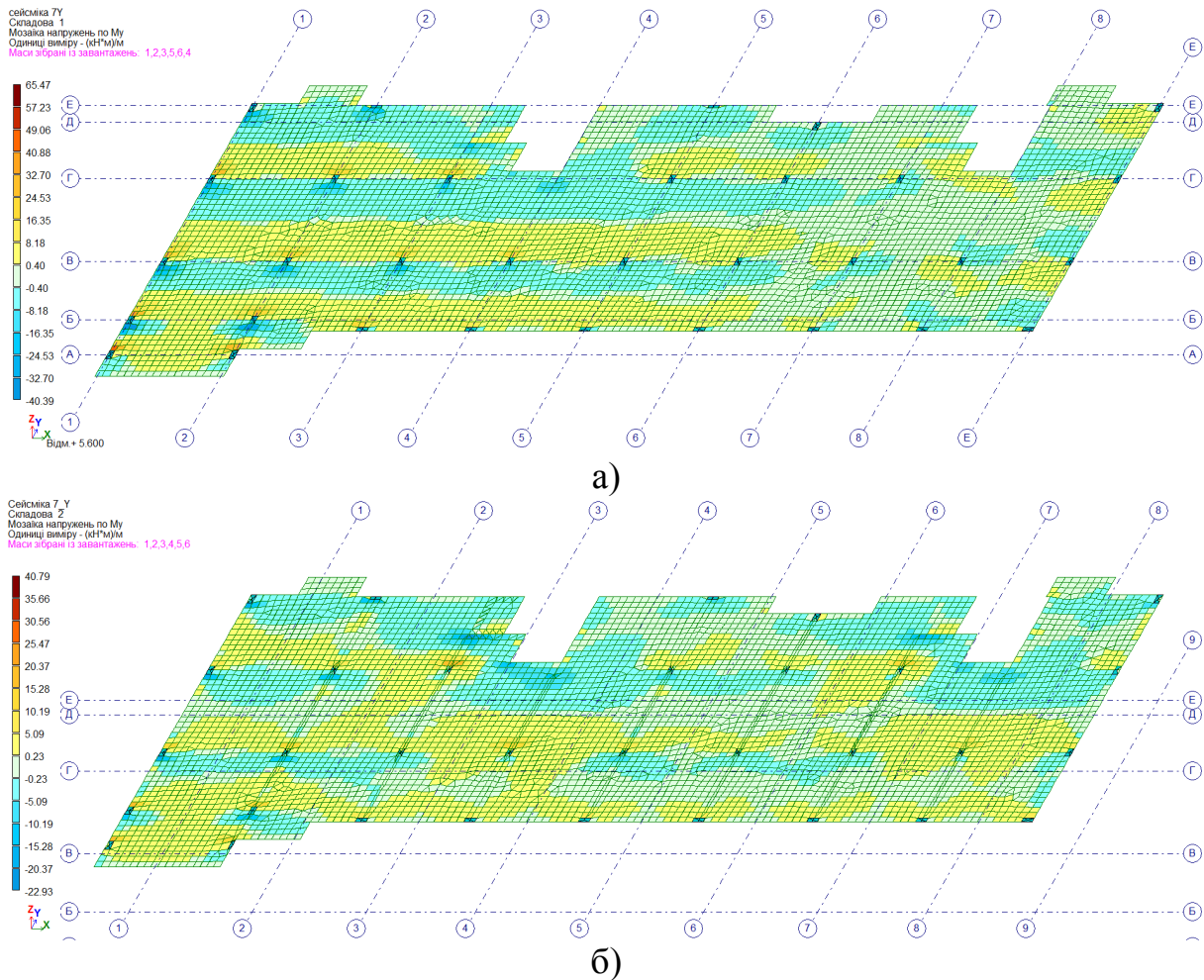


Рисунок 3.8 – Значення згинальних моментів (M_y , кН·м) в плитах перекриття:
а – без заповнення; б – із заповненням

3.4 Результати розрахунку армування конструкцій

Критерієм міцності залізобетонних конструкцій може служити необхідний коефіцієнт армування при невігдних сполученнях розрахункових навантажень. В рамках даного дослідження було прийнято, що для виключення крихкого руйнування залізобетонних конструкцій, їх армування не повинно перевищувати 4% - для стін та перекриттів та 5% - для колон.

Визначення розрахункового армування конструкцій будівлі виконане за допомогою модуля ЛІР-АРМ, що входить до складу «ЛІРА САПР» [19]. Модуль ЛІР-АРМ призначений для визначення і перевірки армування у стрижневих і пластинчастих елементах у відповідності з нормативними вимогами ДБН [27, 28].

При визначенні розрахункового армування несучих конструкцій будівлі враховувалися розрахункові сполучення зусиль, наведені вище в таблиці 2.7.

Значення розрахункового армування видається відповідно до прийнятих в модулі ЛІР-АРМ [21] схем розташування армування та умовних позначень, наведених на рис. 3.9 та 3.10.

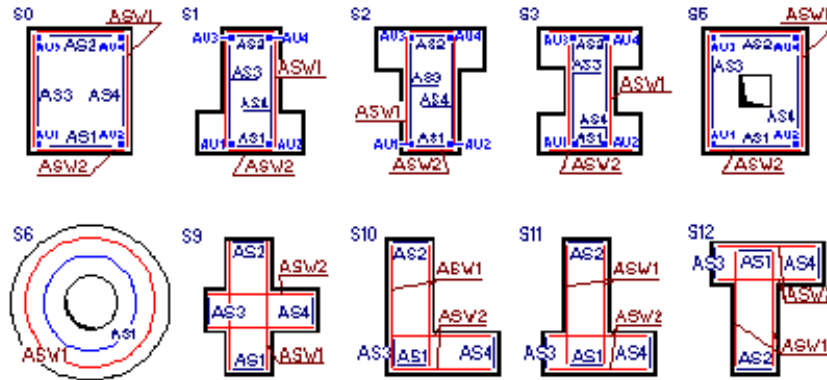


Рисунок 3.9 – Схеми розташування армування стержневих елементів модуля ЛІР-АРМ ПК «ЛІРА САПР» [21]

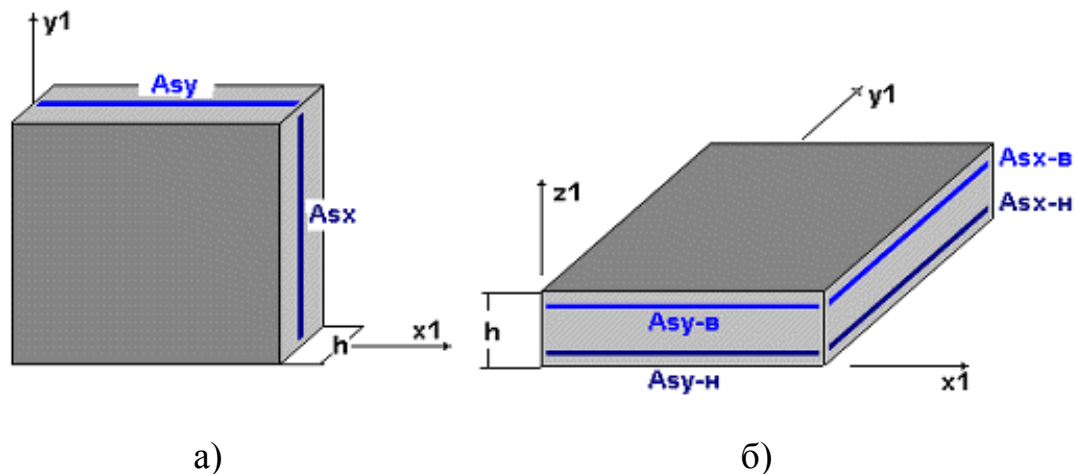


Рисунок 3.10 - Схеми розташування поздовжньої арматури модуля ЛІР-АРМ ПК «ЛІРА САПР» [21]: а - балок-стінок, б - плит і оболонок

В результаті підбору арматури стержневих СЕ видається:

- Поздовжня арматура - площа поздовжньої арматури (см²) і відсоток армування, а саме:
 - AU1 - площа кутової нижньої поздовжньої арматури (в лівому нижньому кутку перерізу);
 - AU2 - площа кутової нижньої поздовжньої арматури (в правому нижньому кутку перерізу);
 - AU3 - площа кутовий верхній поздовжньої арматури (в лівому верхньому кутку перерізу);
 - AU4 - площа кутовий верхній поздовжньої арматури (в правому верхньому куті перерізу);
 - AS1 - площа нижньої поздовжньої арматури;
 - AS2 - площа верхньої поздовжньої арматури;
 - AS3 - площа бічної поздовжньої арматури (у лівій межі перерізу);
 - AS4 - площа бічної поздовжньої арматури (у лівій межі перерізу);
- Поперечна арматура – площа поперечної арматури (см²), підібрана при кроці хомутів 100 см.
 - ASW1 - вертикальна поперечна арматура;
 - ASW2 - горизонтальна поперечна арматура;
- Ширина розкриття тріщин - ширина короткочасного і тривалого розкриття тріщин (мм).

В результаті підбору плоских СЕ видається площа поздовжньої арматури (см²) на погонний метр:

- AS1 (Asx-н) - площа нижньої арматури у напрямку X (для балки-стілки посередині);
- AS2 (Asx-в) - площа верхньої арматури у напрямку X;
- AS3 (Asy-н) - площа нижньої арматури у напрямку Y (для балки-стілки посередині);
- AS4 (Asy-в) - площа верхньої арматури у напрямку Y.

Ізополя розрахункового армування конструкцій наведено на рисунках Додатку Б.

В якості прикладу в таблицях 3.5 – 3.10 наведені результати розрахунку арматури для всіх несучих залізобетонних елементів будівлі, отримані за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

Таблиця 3.5 - Максимальні розрахункові відсотки армування колон в умовах сейсмічної розрахункової ситуації (без заповнення)

| Z, м | Поздовжня арматура у граней перерізу при максимальному % армування, см ² | | | | | | | | % армування | Поперечна арматура, см ² , на 1 м висоти | |
|---------|---|------|------|------|-------|-------|------|------|-------------|---|------|
| | AU1 | AU2 | AU3 | AU4 | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | | ASW1 | ASW2 |
| -3,800 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 31 | 31 | 1.44 | 1.44 | 4.97 | 0.03 | 0.03 |
| 0.000 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 31.47 | 31.47 | 0.13 | 0.13 | 4.88 | 4.41 | 0.24 |
| 2.800 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 25.62 | 25.62 | 0.19 | 0.19 | 4.24 | 0.46 | 0.46 |
| 5.600 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 17.94 | 17.94 | 1.47 | 1.47 | 3.53 | 5.22 | 0.58 |
| 8.400 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 13.11 | 13.11 | 0.93 | 0.93 | 2.93 | 0.63 | 0.63 |
| 11.200 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 8.55 | 8.55 | 0.04 | 0.04 | 2.32 | 4.83 | 0.66 |
| 14.000 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 3.27 | 3.27 | 0.03 | 0.03 | 1.74 | 0.67 | 0.67 |
| 16.800 | 5.13 | 5.13 | 5.13 | 5.13 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 1.15 | 0.66 | 0.66 |
| 19.600 | 2.53 | 2.53 | 2.53 | 2.53 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.57 | 0.64 | 0.64 |
| 22.400 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.13 | 0.61 | 0.61 |
| 25.200 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.21 | 0.57 | 0.57 |
| 28.000 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 30.910 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.24 | 0.5 | 0.5 |

Примітки:
1. При підборі арматури враховані конструктивні вимоги.
2. Розрахункова висота колон прийнята рівною 0.7 їх геометричній висоти.
4. Результати, наведені в таблиці, відповідають відстані від центра ваги арматури до граней перерізу, рівному 3 см. Армування симетричне.

Таблиця 3.6 - Максимальні розрахункові відсотки армування колон в умовах сейсмічної розрахункової ситуації (з заповненням)

| Z, м | Поздовжня арматура у граней перерізу при максимальному % армування, см ² | | | | | | | | % армування | Поперечна арматура, см ² , на 1 м висоти | |
|---------|---|------|------|------|------|------|------|------|-------------|---|------|
| | AU1 | AU2 | AU3 | AU4 | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | | ASW1 | ASW2 |
| - 3.310 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 25 | 25 | 0.05 | 0.05 | 4.15 | 4.65 | 0.01 |
| 0.000 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | | | | | 1.19 | 4.31 | 0.14 |
| 2.800 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 2.96 | 2.96 | 0.15 | 0.15 | 1.71 | 0.11 | 0.11 |
| 5.600 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | | | | | 0.77 | 0.15 | 0.15 |
| 8.400 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 | | | | | 0.43 | 0.15 | 0.15 |
| 11.200 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | | | | | 0.06 | 0.15 | 0.15 |

| Z, м | Поздовжня арматура у граней перерізу при максимальному % армування, см ² | | | | | | | | % армування | Поперечна арматура, см ² , на 1 м висоти | |
|---------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|----------------|---|------|
| | AU1 | AU2 | AU3 | AU4 | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | | ASW1 | ASW2 |
| 14.000... 22.400 | Конструктивне армування | | | | | | | | | | |
| 25.200 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | | | 0.09 | 0.09 | 0.02 | 0.11 | 0.11 |
| 28.000 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | | | | | 0.24 | 0.11 | 0.11 |
| 30.910 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 6.16 | 11.4 | 11.4 | 0.24 | 0.24 | 2.66 | 4.71 | 0.08 |

Примітки:
1. При підборі арматури враховані конструктивні вимоги.
2. Розрахункова висота колон прийнята рівною 0.7 їх геометричній висоти.
4. Результати, наведені в таблиці, відповідають відстані від центра ваги арматури до граней перерізу, рівному 3 см. Армування симетричне.

Таблиця 3.7 - Максимальне розрахункове армування стін підвального поверху
та сходинокво-лифтового блоку (без заповнення)

| Z, м | Максимальна розрахункова площа арматури, см ² /пм | | | | | | Максимальний % армування | |
|--------|--|-------|-------|-------|-------------|---------|-----------------------------|---------|
| | по позиції | | | | по напрямку | | | |
| | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | AS1+AS2 | AS3+AS4 | AS1+AS2 | AS3+AS4 |
| -3,800 | 13.56 | 13.56 | 27.05 | 20.44 | 27.12 | 47.49 | 1.08 | 1.90 |
| 0.000 | 19.25 | 18.2 | 15.34 | 18.58 | 37.45 | 33.92 | 1.50 | 1.36 |
| 2.800 | 14.21 | 9.81 | 19.68 | 18.05 | 20.31 | 36.74 | 0.81 | 1.47 |
| 5.600 | 10.23 | 10.18 | 17.63 | 18.44 | 20.41 | 36.07 | 0.82 | 1.44 |
| 8.400 | 9.37 | 8.82 | 15.59 | 13.71 | 17.8 | 28.39 | 0.71 | 1.14 |
| 11.200 | 9.33 | 8.54 | 14.63 | 11.47 | 17.24 | 23.84 | 0.69 | 0.95 |
| 14.000 | 10.22 | 8.32 | 15.38 | 10.25 | 16.64 | 20.74 | 0.67 | 0.83 |
| 16.800 | 10.73 | 7.88 | 17.19 | 8.96 | 15.8 | 22.02 | 0.63 | 0.88 |
| 19.600 | 11.61 | 5.82 | 17.33 | 7.34 | 16.01 | 21.65 | 0.64 | 0.87 |
| 22.400 | 12.08 | 7.17 | 18.04 | 7.02 | 17.28 | 23.21 | 0.69 | 0.93 |
| 25.200 | 12.05 | 6.26 | 19.1 | 6.51 | 18.31 | 25.12 | 0.73 | 1.00 |
| 28.000 | 12.29 | 14.04 | 19.76 | 11.14 | 20.15 | 27.25 | 0.81 | 1.09 |
| 30.910 | 16.41 | 14 | 17.62 | 11.79 | 30.41 | 29.41 | 1.22 | 1.18 |

Позначення:
Z - апліката перекриття в комп'ютерній моделі будівлі;
AS1 і AS2 - нижня і верхня відносно осі Z1 вертикальна арматура;
AS3 і AS4 - нижня і верхня відносно осі Z1 горизонтальна арматура.

Примітки:
1. При підборі арматури враховані конструктивні вимоги.
2. Результати, наведені в таблиці, відповідають відстані від центра ваги арматури до граней перерізу, рівному 3 см.

Таблиця 3.8 - Максимальне розрахункове армування стін підвального поверху та сходово-лифтового блоку (з заповненням)

| Z, м | Максимальна розрахункова площа арматури, см ² /пм | | | | | | Максимальний % армування | |
|--------|--|-------|-------|-------|-------------|---------|--------------------------|---------|
| | по позиції | | | | по напрямку | | AS1+AS2 | AS3+AS4 |
| | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | AS1+AS2 | AS3+AS4 | | |
| -3,800 | 10.34 | 10.34 | 20.72 | 21.16 | 20.68 | 41.88 | 0.83 | 1.68 |
| 0.000 | 9.16 | 8.85 | 8.02 | 10.86 | 18.01 | 17.14 | 0.72 | 0.69 |
| 2.800 | 12.62 | 14.67 | 16.31 | 17.92 | 25.94 | 33.16 | 1.04 | 1.33 |
| 5.600 | 5.5 | 7.83 | 6.83 | 12.7 | 13.33 | 19.53 | 0.53 | 0.78 |
| 8.400 | 5.08 | 7.92 | 5.35 | 11.93 | 13 | 17.28 | 0.52 | 0.69 |
| 11.200 | 4.85 | 8.73 | 4.54 | 12.69 | 13.58 | 17.23 | 0.54 | 0.69 |
| 14.000 | 4.72 | 9.36 | 4.09 | 13.55 | 14.08 | 17.64 | 0.56 | 0.71 |
| 16.800 | 4.64 | 9.84 | 4.07 | 14.39 | 14.48 | 18.24 | 0.58 | 0.73 |
| 19.600 | 4.72 | 10.13 | 4.29 | 15.19 | 14.67 | 19.06 | 0.59 | 0.76 |
| 22.400 | 5.01 | 10.34 | 8.75 | 15.7 | 15.28 | 20.05 | 0.61 | 0.80 |
| 25.200 | 5.34 | 10.26 | 5.62 | 16.07 | 15.45 | 21.01 | 0.62 | 0.84 |
| 28.000 | 11.47 | 9.62 | 9.5 | 15.21 | 16.2 | 21.77 | 0.65 | 0.87 |
| 30.910 | 10.81 | 14.13 | 8.42 | 16.15 | 24.92 | 24.32 | 1.00 | 0.97 |

Позначення:
Z - апліката перекриття в комп'ютерній моделі будівлі;
AS1 і AS2 - нижня і верхня відносно осі Z1 вертикальна арматура;
AS3 і AS4 - нижня і верхня відносно осі Z1 горизонтальна арматура.

Примітки:
1. При підборі арматури враховані конструктивні вимоги.
2. Результати, наведені в таблиці, відповідають відстані від центра ваги арматури до граней перерізу, рівному 3 см.

Таблиця 3.9 - Максимальне розрахункове армування плит перекриття типового поверху (без заповнення)

| Z, м | Максимальна розрахункова площа арматури, см ² /пм | | | | | | Максимальний % армування | |
|---------------------|--|------|-----|-------|-------------|---------|--------------------------|---------|
| | по позиції | | | | по напрямку | | AS1+AS2 | AS3+AS4 |
| | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | AS1+AS2 | AS3+AS4 | | |
| 0,000 ... 30.900 | 10.11 | 22.6 | 7.7 | 21.12 | 23.6 | 25.49 | 1.18 | 1.27 |

Позначення:
Z - апліката перекриття в комп'ютерній моделі будівлі;
AS1 і AS2 - нижня і верхня відносно осі Z1 вертикальна арматура;
AS3 і AS4 - нижня і верхня відносно осі Z1 горизонтальна арматура.

Примітки:
1. При підборі арматури враховані конструктивні вимоги.
2. Результати, наведені в таблиці, відповідають відстані від центра ваги арматури до граней перерізу, рівному 3 см.

Таблиця 3.10 - Максимальне розрахункове армування плит перекриття
типового поверху
(з заповненням)

| Z, м | Максимальна розрахункова площа арматури, см ² /пм | | | | | | Максимальний % армування | |
|--|--|-------|------|-------|-------------|---------|--------------------------|---------|
| | по позиції | | | | по напрямку | | | |
| | AS1 | AS2 | AS3 | AS4 | AS1+AS2 | AS3+AS4 | AS1+AS2 | AS3+AS4 |
| 0,000 ... 30.900 | 9.84 | 19.73 | 8.23 | 17.82 | 20.73 | 21.78 | 1.04 | 1.09 |
| Позначення: Z - апліката перекриття в комп'ютерній моделі будівлі; AS1 і AS2 - нижня і верхня відносно осі Z1 вертикальна арматура; AS3 і AS4 - нижня і верхня відносно осі Z1 горизонтальна арматура. | | | | | | | | |
| Примітки: 1. При підборі арматури враховані конструктивні вимоги. 2. Результати, наведені в таблиці, відповідають відстані від центра ваги арматури до граней перерізу, рівному 3 см. | | | | | | | | |

В таблиці 3.11 наведено порівняння максимальних розрахункових відсотків армування конструкцій будівлі в умовах сейсмічної розрахункової ситуації.

Таблиця 3.11 - Максимальні розрахункові відсотки армування елементів будівлі

| №№ т.ж. | Назва елементу | Максимальний % армування при розрахунках в умовах розрахункової ситуації | |
|---|--|--|-----------|
| | | Варіант 1 | Варіант 2 |
| 3 | Колона перерізом 30×60 см | 4,97 | 4,15 |
| 4 | Стіни підвального поверху товщиною 25 см | 1,9 | 1,68 |
| 4 | Стіни сходово-ліфтового блоку товщиною 25 см | 1,5 | 1,33 |
| 5 | Плита перекриття товщиною 20 см | 1,27 | 1,09 |
| Примітка. Варіант 1 – без заповнення; варіант 2 – із заповненням | | | |

Результати, наведені в таблиці 3.11, свідчать про те, що максимальні розрахункові відсотки армування несучих елементів при сейсмічному впливі 7 балів загалом не перевищують значення 4%. Виключенням є окремі елементи колон в зонах їх контакту з плитою ростверку. Для сприйняття діючих навантажень параметри армування цих конструкцій в зазначених зонах мають бути збільшені.

Максимальні відсотки армування конструкцій будівлі без стінового заповнення перевищують аналогічні значення для будівлі із стіновим заповненням на 12 % - 19 %.

3.5 Порівняння результатів розрахунку

В таблиці 3.12 наведено порівняння основних параметрів сейсмічної реакції будівлі загалом та окремих конструктивних елементів, розрахункового армування отримані за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації з урахуванням сейсмічного впливу інтенсивністю 7 балів для розглянутих варіантів врахування стінового заповнення.

Таблиця 3.12 - Порівняння результатів розрахунку будівлі

| Конструктивний елемент | Показник | Варіант розрахункової моделі | |
|--|-------------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | Варіант 1 | Варіант 2 |
| Період основної форми коливань | T_1, c | 1,121 | 0,955 |
| Значення інерційних (сейсмічних) навантажень | S_i, kH | 8469 | 9603 |
| Будівля загалом | Горизонтальне переміщення верху, мм | 29,34 | 14,5 |
| Поверхи | Перекіс поверху [0.004] | 0.00115 | 0.00060 |
| Зусилля в конструктивних елементах | | | |
| Стіни підвального поверху | $N_v, kH/m^2$ | 15221 | 14067 |
| | $N_x, kH/m^2$ | 3870 | 4752 |
| Стіни сходово-ліфтового блоку | $N_v, kH/m^2$ | 45177 | 42730 |
| | $N_x, kH/m^2$ | 8383 | 8110 |
| Колони | N, kH | 5784 | 4820 |
| | Q, kH | 558 | 507 |
| | $M, kH \cdot m$ | 341 | 303 |
| Плити перекриття | $M_v, kH/m^2$ | 126 | 114 |
| Розрахункове армування | | | |
| Колона перерізом 30×60 см | | 4,97 | 4,15 |
| Стіни підвального поверху товщиною 25 см | | 1,9 | 1,68 |
| Стіни сходово-ліфтового блоку товщиною 25 см | | 1,5 | 1,33 |
| Плита перекриття товщиною 20 см | | 1,27 | 1,09 |

3.6 Результати розрахунку стінового заповнення Розрахунковий опір кладки на стиск відповідно до таблиці 1 Додатку Р ДБН В.2.6-162 [24] при міцності цегли $f_b=15$ МПа та міцності розчину $f_d=1$ МПа складає $f_{xkl}=2,2$ МПа. Розрахунковий опір кладки на осьовий розтяг зріз та головні напруження при згині відповідно до таблиці 11 Додатку Р [24] при міцності цегли $f_b=15$ МПа складає 0,3 МПа – при згині та головні напруження розтягу, та 0,8 МПа – при зрізі.

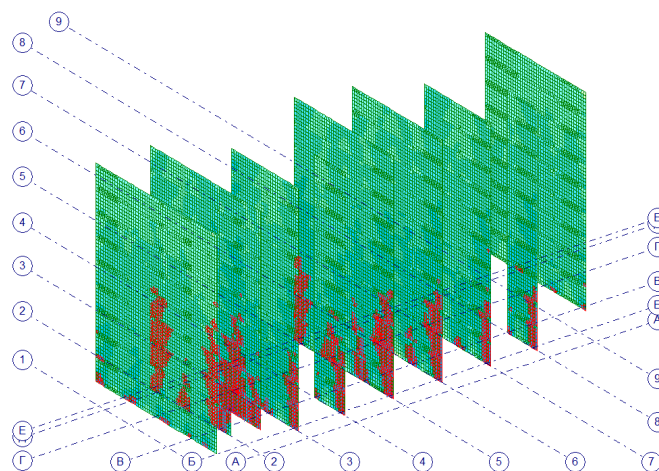
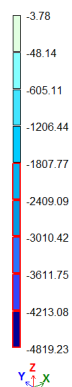
За результатами розрахунку отримані параметри напружено-деформованого стану елементів цегляної кладки. Ізополя напружень в елементах цегляної кладки, отримані від дії окремих навантажень наведені в додатку В до цього звіту.

Максимальні розрахункові значення стискаючих напружень в елементах цегляної кладки окремих ділянках сягають 4,8 МПа.

Максимальні значення розтягуючих та зрізаючих зусиль складають 1,37 МПа.

Порівняння розрахункових значень зусиль та значень розрахункового опору цегляної кладки стінового заповнення свідчить про те, що міцність цегляної кладки не забезпечена, конструкції потребують підсилення.

ЛІТЕРА
Оптимізація мінімальних значень (ДБН В.1.2 - 2:2006_1)
Мозаїка еквівалентних напружень NS01
Середній шар
Одиниці виміру - кН/м*2



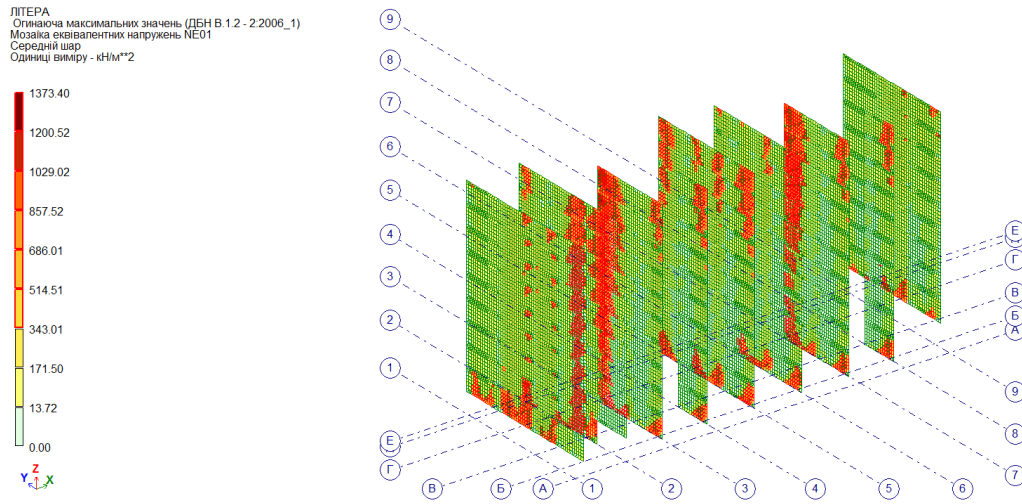


Рисунок 3.11 – Мозаїка еквівалентних значень напружень при перевірці стійкості стінового заповнення:

а – без заповнення; б – із заповненням

3.7 Висновки за розділом

За результатами аналізу даних таблиці 3.12 можна зробити наступні висновки:

1. Значення періоду власних коливань варіанту 1 будівлі (без стінового заповнення) складає 1,121 с, що перевищує аналогічне значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 17,5 %.

2. Різниця динамічних характеристик варіантів будівлі призводить до більшого значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 2 (із стіновим заповненням), які на 14 % перевищують значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 1 (без стінового заповнення).

3. Значення параметрів напружено-деформованого стану будівлі в умовах розрахункової сейсмічної ситуації із урахуванням сейсмічних впливів 7 балів, отримані для варіанту будівлі без стінового заповнення, перевищують аналогічні значення НДС, отримані для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховане в моделі.

4. Переміщення у рівні верху будівлі та максимальні значення перекосів поверхів відрізняються майже в 2 рази. Всі отримані перекоси поверхів не перевищують допустимі значення, які відповідно до [19] для розглянутого типу будівлі становлять 0,004.

5. Зусилля в елементах несучих конструкцій для варіанту 1 (без стінового заповнення) перевищують аналогічні значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 4 – 20%.

6. Максимальні відсотки розрахункового армування конструкцій, визначені в умовах сейсмічної розрахункової ситуації при сейсмічному впливі 7 загалом не перевищують граничного значення 4%. Виключенням є окремі елементи колон в зонах їх контакту з плитою ростверку. Для сприйняття діючих навантажень параметри армування цих конструкцій в зазначених зонах мають бути збільшені.

7. Максимальні відсотки армування конструкцій будівлі без стінового заповнення перевищують аналогічні значення для будівлі із стіновим заповненням на 12 % - 19 %.

3.8 Порівняння витрат армування для забезпечення сейсмостійкості будівлі

Розраховано витрати додаткової арматури для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів без урахування взаємодії стінового заповнення із витратами арматури для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховано.

Результати розрахунку площі, об'єму, ваги та вартості додаткової арматури, наведені в таблицях 3.13 та 3.14 для основних конструкцій будівлі. При розрахунках вартості додаткової арматури прийнята вартість однієї тони прокату, що відповідно до цін виробників [24] складає 29 110 грн. (прокат для армування залізобетонних конструкцій, клас А400/А500, діаметр 16 – 32 мм).

Максимальна вага додаткової арматури в стінах, колонах, плитах перекриття, необхідної для конструкцій будівлі без врахування стінового заповнення складає 68,5 т. Вартість додаткової арматури складає 821,08 тис. грн.

Таблиця 3.13 – Розрахунок витрат арматури в колонах

| Позначка, м | Макс. % армування ($\mu_x + \mu_y$) | | Збільшення армування $\Delta\mu$, % | Площа колон на поверсі, м ² . | Об'єм додаткової арматури, м ³ | Вага додаткової арматури, т ($\rho = 7,81 \text{ т/м}^3$) | Вартість додаткового армування, грн. |
|---|---------------------------------------|-----------|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------------------|
| | Варіант 1 | Варіант 2 | | | | | |
| -3,800 | 4.97 | 4.15 | 0.82 | 7.68 | 0.239 | 1.869 | 54406.64 |
| 0.000 | 4.88 | 1.19 | 3.69 | 7.68 | 0.793 | 6.197 | 180400.97 |
| 2.800 | 4.24 | 1.71 | 2.53 | 7.68 | 0.544 | 4.249 | 123689.55 |
| 5.600 | 3.53 | 0.77 | 2.76 | 7.68 | 0.594 | 4.635 | 134934.06 |
| 8.400 | 2.93 | 0.43 | 2.5 | 7.68 | 0.538 | 4.199 | 122222.88 |
| 11.200 | 2.32 | 0.06 | 2.26 | 7.68 | 0.486 | 3.796 | 110489.48 |
| 14.000 | 1.74 | 0.02 | 1.72 | 7.68 | 0.370 | 2.889 | 84089.34 |
| 16.800 | 1.15 | 0.02 | 1.13 | 7.68 | 0.243 | 1.898 | 55244.74 |
| 19.600 | 0.57 | 0.02 | 0.55 | 7.68 | 0.118 | 0.924 | 26889.03 |
| 22.400 | 0.13 | 0.02 | 0.11 | 7.68 | 0.024 | 0.185 | 5377.81 |
| 25.200 | 0.21 | 0.02 | 0.19 | 7.68 | 0.041 | 0.319 | 9288.94 |
| 28.000 | 0.5 | 0.24 | 0.26 | 7.68 | 0.058 | 0.454 | 13210.55 |
| 30.910 | 0.24 | 2.66 | -2.42 | 7.68 | -0.556 | -4.340 | -126340.04 |
| Разом: | | | | | 3.49 | 27.27 | 793903.93 |
| Примітка. Варіант 1 – без заповнення; варіант 2 – із заповненням | | | | | | | |

Таблиця 3.14 - Розрахунок витрат арматури в залізобетонних стінах

| Позначка, м | Макс. % армування ($\mu_x + \mu_y$) | | Збільшення армування $\Delta\mu$, % | Площа стін на поверхсі, м ² | Об'єм додаткової арматури, м ³ | Вага додаткової арматури, т ($\rho = 7,81 \text{ т/м}^3$) | Вартість додаткового армування, грн. |
|---|---------------------------------------|-----------|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------------------|
| | Варіант 1 | Варіант 2 | | | | | |
| -3,800 | 1.9 | 1.68 | 0.22 | 50,4 | 0.421 | 3.291 | 95792.18 |
| 0.000 | 1.5 | 0.72 | 0.78 | 13,0 | 0.284 | 2.217 | 64548.96 |
| 2.800 | 1.47 | 1.33 | 0.14 | 13,0 | 0.051 | 0.398 | 11585.71 |
| 5.600 | 1.44 | 0.78 | 0.66 | 13,0 | 0.240 | 1.876 | 54618.35 |
| 8.400 | 1.14 | 0.69 | 0.45 | 13,0 | 0.164 | 1.279 | 37239.78 |
| 11.200 | 0.95 | 0.69 | 0.26 | 13,0 | 0.095 | 0.739 | 21516.32 |
| 14.000 | 0.83 | 0.71 | 0.12 | 13,0 | 0.044 | 0.341 | 9930.61 |
| 16.800 | 0.88 | 0.73 | 0.15 | 13,0 | 0.055 | 0.426 | 12413.26 |
| 19.600 | 0.87 | 0.76 | 0.11 | 13,0 | 0.040 | 0.313 | 9103.06 |
| 22.400 | 0.93 | 0.8 | 0.13 | 13,0 | 0.047 | 0.370 | 10758.16 |
| 25.200 | 1 | 0.84 | 0.16 | 13,0 | 0.058 | 0.455 | 13240.81 |
| 28.000 | 1.09 | 0.87 | 0.22 | 13,0 | 0.083 | 0.650 | 18921.36 |
| 30.910 | 1.22 | 1 | 0.22 | 13,0 | 0.086 | 0.668 | 19441.53 |
| Разом: | | | | | 1.67 | 13.02 | 379110.08 |
| Примітка. Варіант 1 – без заповнення; варіант 2 – із заповненням | | | | | | | |

Таблиця 3.15 - Розрахунок витрат арматури в плитах перекриття

| Позначка, м | Макс. % армування ($\mu_x + \mu_y$) | | Збільшення армування $\Delta\mu$, % | Площа перекриття, м ² | Об'єм додаткової арматури, м ³ | Вага додаткової арматури, т ($\rho = 7,81 \text{ т/м}^3$) | Вартість додаткового армування, грн. |
|---|---------------------------------------|-----------|--------------------------------------|----------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| | Варіант 1 | Варіант 2 | | | | | |
| 0,000 ... 30.900 | 1.27 | 1.09 | 0.18 | 836 | 0.301 | 2.350 | 68422.99 |
| Разом (12 перекриттів): | | | | | 3.61 | 28.21 | 821075.82 |
| Примітка. Варіант 1 – без заповнення; варіант 2 – із заповненням | | | | | | | |

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В роботі проаналізовано положення нормативних документів України [19], європейських [20] та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених вивченню врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення.

Встановлено, що сейсмостійкість каркасних будівель може бути підвищена за рахунок врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення. Крім того, це може бути джерелом резерву стійкості конструкцій каркасу при прогресуючому обваленні, що може виникати при руйнуванні окремих колон та температурного впливу внаслідок військових дій та терористичних атак.

Окреслено позитивні та негативні сторони врахування стінового заповнення на НДС конструкцій, зокрема до позитивного впливу слід віднести наступне:

- збільшення згинальної та зсувної жорсткості каркаса при дії горизонтальних навантажень;
- зменшення значення зусиль в несучих конструкціях каркасу;
- розсіювання енергії за рахунок руйнування кладки стін при сейсмічних впливах;
- Небажаний вплив стінового заповнення наступний:
- можливість крихкого руйнування заповнення та елементів каркасу при сейсмічних впливах;
- ефекти коротких колон, що можуть призвести до руйнування конструкцій при заповненні не на всю висоту поверху та за відсутності деформаційних швів між заповненням та конструкціями каркасу.

Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.

В якості об'єкту досліджень обрано 12-ти поверхову залізобетонну житлову будівлю, запроектованого за схемою монолітного безригельного каркасу для будівництва у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.

Розроблено просторову розрахункову модель 12-ти поверхової залізобетонної житлової будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР» для двох варіантів: з урахуванням та без урахування стінового заповнення. Сейсмічні навантаження задані за спектральним методом розрахунку ДБН [19].

За результатами чисельних досліджень просторових розрахункових моделей будівлі отримано динамічні характеристики будівлі та параметри НДС конструкцій в умовах сейсмічної розрахункової ситуації з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

За результатами чисельних досліджень отримано наступні висновки:

1. Значення періоду власних коливань варіанту 1 будівлі (без стінового заповнення) складає 1,121 с, що перевищує аналогічне значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 17,5 %.

2. Різниця динамічних характеристик варіантів будівлі призводить до більшого значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 2 (із стіновим заповненням), які на 14 % перевищують значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 1 (без стінового заповнення).

3. Значення параметрів напружено-деформованого стану будівлі в умовах розрахункової сейсмічної ситуації із урахуванням сейсмічних впливів 7 балів, отримані для варіанту будівлі без стінового заповнення, перевищують аналогічні значення НДС, отримані для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховане в моделі.

4. Переміщення у рівні верху будівлі та максимальні значення перекосів поверхів відрізняються майже в 2 рази. Всі отримані перекоси поверхів не перевищують допустимі значення, які відповідно до [19] для розглянутого типу будівлі становлять 0,004.

5. Зусилля в елементах несучих конструкцій для варіанту 1 (без стінового заповнення) перевищують аналогічні значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 4 – 20%.

Розраховано витрати додаткової арматури для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів без урахування взаємодії стінового заповнення із витратами арматури для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховано.

Максимальна вага додаткової арматури в стінах, колонах, плитах перекриття, необхідної для конструкцій будівлі без врахування стінового заповнення складає 68,5 т. Вартість додаткової арматури складає 821,08 тис. грн.

4. АРХІТЕКТУРНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

Для якісного виконання будівельних та інших суміжних до процесу будівництва робіт необхідно дотримуватись визначеної послідовності (етапів), починаючи з підготовчих, а саме розроблення пакету проектно-кошторисної документації. На етапі створення ескізу створюється архітектурна композиція споруди, її основні деталі, проводиться аналіз необхідності будівництва об'єкту в структурі об'ємно-планувального простору території, а найголовніше – виконується розрахунок навантаження будівлі для її майбутньої безпеки, міцності, довговічності тощо.

Об'єкти соціально-житлового будівництва за своєю суттю мають підвищену відповідальність та серйозність, оскільки відіграють один з важливих факторів розвитку як культурного фонду, так і містобудівної галузі в цілому.

Архітектурно-конструктивні рішення виконуються згідно з рядом чинних Законів України, зокрема «Про регулювання містобудівної діяльності» [27], «Про архітектурну діяльність» [28], «Про будівельні норми» [29] тощо, та державними стандартами, нормами і правилами.

Розрахунок конструктивної частини роботи починається після детального опрацювання та дослідження ділянки забудови на предмет подальшого внеску в розвиток інфраструктурного ядра міста.

Стосовно характеристики інфраструктури міста Одеса в контексті концепції глобальних міст, розглядаємо її лише як один із чинників розвитку глобальних міст, а це зумовлює актуальність нашого вибору території для розташування об'єкту будівництва. Найбільш об'єктивно це виконується, застосувавши математико-статистичний та порівняльно-географічний методи дослідження [30].

Для схематичного зображення ділянки, що проєктується, розробляємо генеральний план ділянки території та керуємось чинним законодавством, зокрема [31-32].

4.1 Генеральний план та благоустрій території забудови

Для раціонального використання визначеної ділянки забудови та подальшої її інтеграції в структуру глобального міста використовуємо такі параметри території будівництва як стійкість до сейсмічних впливів, склад та якість ґрунтів, міцність поруч розташованих будівель тощо.

В процесі визначення ділянки під будівництво даного об'єкту враховувались такі параметри території як особливості районування країни при впливі сейсмічних подій на неї. Сейсмічне районування зображено на карті 1 [33].

Карта 1 – Сейсмічне районування України

Сейсмічне районування України. Карта 1. P=10%, T=500 років



Зони інтенсивності струшувань на середніх ґрунтах у балах макросейсмічної шкали MSK-64



Середні періоди повторюваності землетрусів

- Карта 1. P=10%, T=500 років
- Карта 2. P=5%, T=1000 років
- Карта 3. P=1%, T=5000 років

P - імовірність перевищення сейсмічної інтенсивності протягом найближчих 50 років

T - період повторюваності землетрусів

Ділянка для розташування об'єкта будівництва знаходиться у місті Одеса вздовж вулиці Якорна. Її розпланування виконане так, щоб проєкт забудови відповідав вимогам і нормам [34-35]. Ситуаційна схема та генеральний план відображено в графічній частині роботи.

Генеральний план виконаний в масштабі 1:500, на якому заплановані інфраструктурно-просторові об'єкти, які наведено в таблиці 1.

Відповідно до [36] розведено мережу доріг та проїздів (асфальтованих), також прокладання тротуарів, покриття майданчиків влаштування паркомісць та благоустрій ландшафтних осередків прибудинкового простору (чагарники, квітники, дерева) [37].

Таблиця 4.1 – Умовні позначення ділянки забудови

| | Познач. | Найменування |
|----|---|-----------------------------------|
| 1 | ① | Житловий будинок, що проєктується |
| 2 | ② | Житловий будинок приватний |
| 3 | ③ | Житловий будинок приватний |
| 4 |  | Автостоянка |
| 5 |  | Дитяча площадка |
| 6 |  | Місця для тихого відпочинку |
| 7 |  | Спортивна площадка |
| 8 |  | Вулиця, дорога |
| 9 |  | Додаткові шляхи транспорту |
| 10 |  | Вимощення тротуару |
| 11 |  | Озеленення (деревні насадження) |
| 12 |  | Озеленення (газон) |
| 13 |  | Квітник |

Рельєф майданчика під будівництво відносно рівний, тому положення об'єкту визначене з інформації про водовідведення дощових, талих вод, позначок дороги тощо.

З основної вулиці Якорна можна здійснити в'їзд в паркінг. Відведення атмосферних вод від будівлі відбуватиметься за рахунок поверхневого стікання вздовж бортового каменю визначеною траєкторією, в напрямку зниження позначок рельєфу.

Для визначення інженерно-сейсмологічної характеристики території проектування використано показники інтенсивності сейсмічних впливів на місто Одеса, та прийнято на основі карти «А» і списку населених пунктів України [34], що вона становить 7 балів за шкалою, наведеною в [38].

Для визначення категорії ґрунтів за сейсмічними властивостями аналізуємо результати інженерно-геологічних вишукувань, у висновку яких маємо, що категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями – III.

Отже, згідно з ДБН [34], сейсмічність вибраної ділянки – 8 балів. Але як там зазначено, розрахункова сейсмічність обчислюється за результатами сейсмічного мікрорайонування території.

Наступним етапом є власне будівництво запроектованої будівлі з повним влаштуванням інженерних мереж, а завершальні роботи з благоустрою виконуються після влаштування внутрішніх підземних робіт та прокладених інженерних мереж.

4.2 Архітектурно-планувальні рішення

Перед початком проектування виконуємо аналіз з визначення певної варіативності планувальних рішень житлових приміщень та квартирного планування в цілому. Проектуємо одинадцятиповерхову будівлю, з одно-, двох- та трьохкімнатними квартирами, висота поверху становить 2,80 м.

В будівлі наявний паркінг площею 838,06 м², та квартири заг. площею 6764,83 м².

Стіни зовнішні є несучими монолітними, зовнішній шар яких є утеплювач з пінополістиролу, товщина = 100 мм. Стіни не несучі – блоки газобетону, товщина = 400 мм ($\lambda = 400$ кг/куб. м), на клейовій суміші.

Стіни міжквартирні - блоки газобетону, товщина = 200 мм.

Перегородки міжквартирні – блоки газобетону, товщина = 100 мм.

Сходові клітки, мають природне освітлення та обладнані системою незадимлення. Ліфтові шахти ведуть безпосередньо на внутрішню автостоянку (паркінг).

Покрівля пласка, поєднана, з простором для сходових кліток.

Приміщення квартир безпосередньо від забудовника буде мати таке оздоблення, а саме внутрішні штукатурні роботи, влаштування цементно-піщаної стяжки на перекриттях, опорядження стель, кріплення металопластикових віконних та дверних балконних блоків. Оздоблення сходових кліток - масляне фарбування стін у світлі відтінки, фарбування клейовими розчинами нижньої частини сходових майданчиків.

Оздоблення екстер'єру включає в себе стіни, на штукатуреному розчині з армуючою сіткою по пінополістиролу та фарбування фасадними фарбами.

Цоколь влаштовуємо фасадною керамічною плиткою.

Віконні та дверні балконні блоки - з металопластику з енергозберігаючими властивостями. Вхідні дверні внутрішньоквартирні - металеві підсилені, з протипожежною функцією. Евакуаційні виходи ведуть у двір.

Надземний паркінг запроектовано на рівні першого поверху будівлі та має окремий виїзд і в'їзд. Ворота мають механізм підняття.

Стіни паркінгу опоряджені вапняним фарбуванням, підлогове покриття - бетонне армоване.

Між першим поверхом і паркінгом закладено шар герметизації та звукопоглинання. Для таких робіт з перекриттям беремо матеріал гідросклоізол та керамзитова засипка.

Об'ємно-планувальні рішення будівлі включають огорожувальні конструкції та системи інженерного обладнання, які виконують функцію оптимізації енерговитрат. До них входить також нагрівальні прилади з фіксаторами регулювання тепловіддачі, ізолювання труб опалення та теплопостачання, які проходять через холодні приміщення.

З метою економії електроенергії передбачено автоматичне керування освітленням приміщень загального призначення та вбудованих приміщень.

Автоматизована система моніторингу енергоспоживання житлового будинку дозволить заощаджувати електроенергію та енергоресурси.

Однією з основних інженерних мереж є системи водопостачання та водовідведення

В процесі будівництва для подальшого успішного введення будинку в експлуатацію необхідно прокладати системи водопостачання та водовідведення [39], опалення та вентиляцію [40], з використанням енергоефективних матеріалів та конструкцій, для дотримання енергозбереження [41].

Водопостачання прокладається від магістральних систем холодного і гарячого водопостачання нижніх зон. Всі відгалуження до споживачів вбудованих приміщень обладнуються водомірами холодної та гарячої води. Прилади в санітарно-технічних приміщеннях приєднуються до труб господарсько-побутової каналізації. Водовідведення відбувається окремою системою виробничої каналізації в зовнішню мережу.

Після проведення внутрішніх підземних робіт необхідно переходити до наступного етапу будівництва.

4.3 Конструктивні рішення

Конструктивні рішення створюються відповідно до бажаних характеристик будівлі, її навантажень та стійкості, міцності та надійності об'єкту, що проектується. Тому закладаємо такі конструктивні елементи, саме фундаменти беремо як плити залізобетонні, влаштування ростверків на пальовій основі з урахуванням [42].

Палі призматичної форми - занурення способом вдавлювання, матеріал - бетон, клас міцності C25/30,. Переріз палі – 0,35 x 0,35 м. Довжина - 20 м.

Несучу здатність палі визначаємо за результатами статичного зондування (зонд II типу) -139 т при осіданні 25 мм.

Плита ростверку з монолітного бетону товщиною 1,2 м. Клас C15/2; повздовжня арматура - A 400 C; поперечна арматура – A 240 C.

Стіни підвалу є укріплені залізобетонні, товщиною 400 мм (бетон класу C15/20, з влаштуванням арматури A400C та A240C).

Всі несучі конструкції є монолітними бетонними, бетон класу C20/25 (колони, пілони, діафрагми жорсткості, плити перекриття, стіни сходової клітки, стіни ліфтових шахт), повздовжня арматура A 400 C; поперечна арматура A 240 C.

Плита перекриття – товщина 200 мм. Діафрагма жорсткості, пілони – товщина 400 мм. Стіна ліфтових шахт – товщина 200 мм, 250 мм, 300 мм. Колона – переріз 40 x 40 мм та 40 x 30 мм.

Стилобатна частина будівлі виконана як одноповерхова будівля каркасної конструкції, розділена на секції антисейсмічними швами.

Конструкції та перев'язка швів несучих зовнішніх та внутрішніх стін, також перегородок виконано з газобетону. Монтаж перегородок з кріпленням до несучих конструкцій забезпечить стійкість та неможливість впливу на них горизонтальних навантажень.

Зовнішні огорожувальні стіни виконані газобетонними блоками та оздоблені штукатурним розчином, товщина 400 мм (400кг/м^3), а саме перегородки міжкімнатні - товщина 200 мм, перегородки внутрішньоквартирні - товщина 100 мм.

Парапет покрівлі - газобетонні блоки, 0,4 x 1,5 м.

Планування приміщень та розрахунок конструктивних елементів виконано відповідно до [34; 35; 36] та з дотриманням технологічних процесів [43].

4.4 Безпека життєдіяльності та охорона навколишнього середовища

При виконанні комплексних будівельних робіт необхідно дотримуватись збереження природних ресурсів, екологічного стану. Запобігати створення негативного впливу господарської та іншої діяльності на довкілля, на

генетичний фонд живої природи, ландшафтів [44], зокрема дотримання вимог природоохоронного, санітарного і містобудівного законодавств, інженерно-технічних, функціонально-планувальних обмежень, недопущення викидів в атмосферу шкідливих речовин тощо [45].

Евакуація присутніх в будівлі відбуватиметься згідно з правилами чинного законодавства [46] та за затвердженими евакуаційними план-схемами. Ці шляхи ведуть з квартир до сходової клітки, яка є незадимленою.

Зовнішнє пожежогасіння передбачено від пожежних гідрантів міського протипожежного водопроводу, а всі трубопроводи та щити мають заземлення.

Водовідведення з будівлі здійснюється безпосередньо в міські комунікації без попереднього очищення.

Для запобігання екстрених ситуацій запроєктовано сучасну автоматизовану систему пожежної сигналізації, Вона використовується сигнальна сирена та працює від мережі змінного струму 220В, а резервне електроживлення - від вмонтованої в централі акумуляторної батареї.

В процесі будівництва опрацьоване повітря не містить шкідливих речовин, а утворене сміття та відходи відповідають нормованим санітарно-гігієнічним показникам [47].

4.5 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники визначаємо згідно з необхідністю розміщення об'ємно-просторових об'єктів для комплексного функціонування будівлі. Отже, обчислюємо обсяги ділянки та будівлі, яка проєктується [32; 48; 49].

1. Ландшафтне розпланування:

- Площа ділянки - 1,98 га;
- Площа забудови - 9 986 м²;
- Площа покриття - 5 630 м²;
- Площа озеленення - 3 775 м².

2. Планування 11-ти поверхової будівлі:

- Загальна площа паркінгу – 838,06 м²;
- Загальна житлова площа – 3 012,43 м²;
- Загальна площа квартир – 6 764,83 м²
- Загальна площа фасадів - 2 940,00 м².

4.6 Висновки до розділу 4

Необхідність заповнення об'ємно-планувального простору міст України сейсмостійкими та асейсмічними будівлями є частиною як продуктивності при загрозі сейсмічних впливів на визначену територію так і частиною комплексної справедливої житлової політики.

Тому об'ємно-планувальна структура житловго будинку проєктується з урахуванням відповідного розміру конструкції, розрахунку її міцності та пластичності (вдале витримування струшування з прийнятним пошкодженням), використання структурних технологій контролю вібрації для мінімізації будь-яких сил і деформацій.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської дипломної роботи досліджуються заходи та засоби з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в процесі оцінювання впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі. На проєктний персонал в процесі оцінювальних робіт впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори: фізичні, хімічні та трудового процесу небезпечні та шкідливі виробничі фактори [50, 51]:

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум; освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням: загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час проєктування, будівництва та реконструкції будинків і споруд заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про

природно-заповідний фонд України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про ядерну безпеку», «Про дорожній рух», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про відходи», а також Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

У разі емісії шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря від матеріалів, що використовуються під час виконання будівельно-монтажних робіт, концентрація (ГДК) шкідливих речовин не повинна перевищувати гранично-допустимих величин згідно з вимогами санітарних норм і правил. Заходи захисту навколишнього середовища повинні бути визначені в ПОБ, ПВР і виконуватися згідно з вимогами ДБН А.3.1-5 та ін. Оцінка впливу на навколишнє природне середовище матеріалів і споруд виконується згідно з ДБН А.2.2-1, ДБН В.1.2-8. Управління навколишнім природним середовищем здійснюється на основі розроблених та впроваджених згідно з ДСТУ ISO 14001, ДСТУ ISO 19011 систем управління навколишнім середовищем.

Проектно-технологічна документація (ПТД) згідно з ДБН А.3.1-5 містить проекти організації будівництва (ПОБ) та проекти виконання робіт (ПВР). ПОБ повинен містити ситуаційні рішення з організації і функціонування будівельного майданчика. ПВР повинен містити конкретні проектні рішення із забезпечення безпеки праці, які визначають технічні засоби і методи робіт і забезпечують виконання нормативних вимог безпеки праці. Не допускається замінити проектні рішення витягами з норм і правил безпеки праці, які рекомендується зазначати тільки як обґрунтування для розробки відповідних рішень [52].

Вихідними даними для розроблення проектної документації з безпеки праці є:

- вимоги законодавчих, нормативних документів з безпеки праці;
- типові рішення із забезпечення виконання вимог безпеки праці;
- довідники, посібники, каталоги засобів захисту працюючих;
- методичні документи із запобігання травматизму, опрацьовані, зокрема, на основі досвіду зведення будівельних об'єктів;

- інструкції заводів-виробників будівельних матеріалів і виробів із забезпечення безпеки праці в процесі їх застосування;

- інструкції заводів-виробників машин і устаткування, що застосовуються під час виконання робіт.

Під час розроблення проектної документації з організації будівельних майданчиків, ділянок робіт, робочих місць необхідно виявляти небезпечні виробничі фактори, визначати і зазначати в проектно-технологічній документації зони їх дії.

У проекті виконання робіт необхідно зазначити заходи з: додержання технології монтажу конструкцій та обладнання; зменшення обсягів та трудомісткості робіт, які виконуються в умовах виробничої небезпеки; безпечного розміщення машин і механізмів; організації робочих місць із використанням технічних засобів безпеки.

Крім цього повинні бути зазначені: номенклатура та необхідна кількість пристроїв, пристосувань та засобів індивідуального та колективного захисту працівників; засоби освітлення будівельного майданчика, робочих місць, проходів та проїздів, а також засоби сигналізації та зв'язку; вимоги до санітарно-побутового обслуговування працівників.

Вимоги з безпеки праці повинні урахуватися та бути зазначені у календарному плані виконання робіт, будівельному генеральному плані об'єкта (БГП) і у технологічних картах (організаційно-технологічних схемах) на виконання робіт, пояснювальній записці.

Організаційні заходи із забезпечення безпеки виконання робіт повинні містити: визначення робіт, які виконуються за нарядами-допусками; спільні заходи генпідрядника (субпідрядника, підрядника) та замовника на виконання робіт на території діючих підприємств або поблизу будівель та комунікацій; спільні заходи генпідрядника та субпідрядника (підрядника) із забезпечення безпеки виконання сумісних робіт.

Під час опрацювання календарного плану виконання робіт необхідно передбачати таку послідовність виконання робіт, щоб кожна із робіт, що

виконується, не була джерелом виробничої небезпеки для працівників, що виконують роботи одночасно, або будуть виконувати наступні роботи.

Строки виконання робіт і потребу в трудових ресурсах необхідно визначати з потреби забезпечення безпечного ведення робіт і часу на виконання заходів для безпечного виконання робіт (тимчасове кріплення елементів будівельних конструкцій у проектному положенні, улаштування укосів або кріплення стін виїмок у ґрунті, улаштування тимчасових захисних огорож під час виконання робіт на висоті тощо).

У разі одночасного виконання робіт кількома організаціями на одному будівельному майданчику (будівлі) строки і місця їх виконання (як у плані, так і по вертикалі) необхідно погоджувати під час розроблення календарного плану.

Під час опрацювання будівельного генерального плану необхідно визначити небезпечні зони поблизу місць переміщення вантажів підйомно-транспортним устаткуванням, будівлі або споруди, що будується, повітряних ліній електропередачі, а також місць зберігання вибухонебезпечних та горючих матеріалів, шкідливих речовин тощо.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт з монтажу каркасних будинків установлювати наступний ярус каркаса допускається тільки після встановлення огорожувальних конструкцій чи тимчасових огорож на попередньому ярусі.

Монтаж сходових маршів і площадок будинків (споруд), а також вантажопасажирських підйомників (ліфтів) необхідно здійснювати одночасно з монтажем конструкцій будинку. На змонтованих сходових маршах повинні бути негайно встановлені огорожі.

Організація робочих місць. Під час монтажу конструкцій будинків чи споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмоцвання. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання і переміщення.

Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу необхідно застосовувати драбини, перехідні містки і трапи, що мають огорожі.

Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного пояса). Місця і способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР. Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного.

Під час монтажу огорожувальних панелей необхідно застосовувати запобіжний пояс разом із запобіжними пристроями, про що слід зазначити у ПВР. Не дозволяється перебування людей під елементами конструкцій і обладнання, що монтуються.

Навісні металеві драбини довжиною більше ніж 5 м необхідно огородити металевими дугами з вертикальними зв'язками і надійно прикріпити до конструкцій чи обладнання. Піднімання робітників по навісних драбинах на висоту більше ніж 10 м допускається лише у разі їх обладнання площадками для відпочинку не менше ніж через кожних 10 м по висоті.

Розтяжки для тимчасового закріплення конструкцій, що монтуються, необхідно прикріпити до надійних опор. Кількість розчалювань, їх матеріал і перетин, способи натягування і місця закріплення визначаються у ПВР.

Розтяжки необхідно розташовувати за межами габаритів руху транспорту і будівельних машин; вони не повинні мати дотику до гострих кутів інших конструкцій. Перегин розтяжок у місцях дотику їх до інших конструкцій допускається лише після перевірки міцності та стійкості цих елементів під впливом зусиль від розчалювання.

Необхідно запобігати розгойдуванню й обертанню елементів конструкцій чи обладнання, що монтуються, під час переміщення.

Стропування конструкцій і обладнання необхідно виконувати засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту у разі, коли висота до замка вантажозахоплювального засобу перевищує 2 м.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання будівельного майданчика та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 x 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – особливо небезпечні, так як виконуються назовні.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [53, 54]: для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Використовуються основні (до 1000 В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками та допоміжні (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки електрозахисні засоби.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1. Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт) [55]. Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | Відносна вологість | Швидкість руху |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Теплий | Ia | 23-25 | 55 при 28 °С | 0,1-0,2 |
| Холодний | Ia | 22-24 | не більш 75 % | не більш 0,1 |

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [56]: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдуву; провітрювання приміщення.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [6] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

| Назва речовини | ГДК, мг/м ³ | | Клас небезпечності |
|-----------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| | Максимально разова | Середньо добова | |
| Пил нетоксичний | 0.5 | 0.15 | 4 |

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [56]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3. Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – високої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [57] розряд зорової роботи III підрозряд «а».

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

| Х-ка зорової роботи | Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Під-розряд зорової роботи | Контраст об'єкта з фоном | Х-ка фону | Штучне при системі комбінованого освітлення | | Природне Ен пр | Сумісне Е сум |
|---------------------|--|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|---|------------------------|----------------|---------------|
| | | | | | | всього | у т. ч. від загального | | |
| Високої точності | Від 0,3 до 0,5 включно | III | a | малий | темний | 2000 | 200 | - | - |

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [58] (таблиця 5.4).

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація». Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі;
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

| Характер робіт | Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц | | | | | | | | |
|---|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 32 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання і проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця в приміщеннях дирекції, проектно-конструкторських та розрахункових бюро, у відділах програмістів обчислювальних машин, в лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, для приймання хворих в оздоровчих пунктах | 86 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 |

5.2.5 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [50]. Робота проектувальника не потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кГ/м) – до 290; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук) – до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до

20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємного розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів.

5.3 Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності. Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25. Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших. Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

5.4 Висновки до розділу 5

В даному розділі розглянуто вимоги нормативних документів для створення та дотримання безпечної організації робочих місць, які необхідно розробляти в ПОБ та ПВР.

Опрацьовано заходи з електробезпеки.

Визначено контури та умови дотримання мікроклімату.

Склад повітря робочої зони та рівні освітленості.

Рівень шуму.

Класи умов праці за показниками напруженості праці.

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ МКР

В роботі проаналізовано положення нормативних документів України [19], європейських [20] та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених вивченню врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення.

Встановлено, що сейсмостійкість каркасних будівель може бути підвищена за рахунок врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення. Крім того, це може бути джерелом резерву стійкості конструкцій каркасу при прогресуючому обваленні, що може виникати при руйнуванні окремих колон та температурного впливу внаслідок військових дій та терористичних атак.

Окреслено позитивні та негативні сторони врахування стінового заповнення на НДС конструкцій, зокрема до позитивного впливу слід віднести наступне:

- збільшення згинальної та зсувної жорсткості каркаса при дії горизонтальних навантажень;
- зменшення значення зусиль в несучих конструкціях каркасу;
- розсіювання енергії за рахунок руйнування кладки стін при сейсмічних впливах;
- Небажаний вплив стінового заповнення наступний:
- можливість крихкого руйнування заповнення та елементів каркасу при сейсмічних впливах;
- ефекти коротких колон, що можуть призвести до руйнування конструкцій при заповненні не на всю висоту поверху та за відсутності деформаційних швів між заповненням та конструкціями каркасу.

Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.

В якості об'єкту досліджень обрано 12-ти поверхову залізобетонну житлову будівлю, запроектованого за схемою монолітного безригельного

каркасу для будівництва у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.

Розроблено просторову розрахункову модель 12-ти поверхової залізобетонної житлової будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР» для двох варіантів: з урахуванням та без урахування стінового заповнення. Сейсмічні навантаження задані за спектральним методом розрахунку ДБН [19].

За результатами чисельних досліджень просторових розрахункових моделей будівлі отримано динамічні характеристики будівлі та параметри НДС конструкцій в умовах сейсмічної розрахункової ситуації з урахуванням сейсмічного впливу 7 балів.

За результатами чисельних досліджень отримано наступні висновки:

1. Значення періоду власних коливань варіанту 1 будівлі (без стінового заповнення) складає 1,121 с, що перевищує аналогічне значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 17,5 %.
2. Різниця динамічних характеристик варіантів будівлі призводить до більшого значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 2 (із стіновим заповненням), які на 14 % перевищують значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 1 (без стінового заповнення).
3. Значення параметрів напружено-деформованого стану будівлі в умовах розрахункової сейсмічної ситуації із урахуванням сейсмічних впливів 7 балів, отримані для варіанту будівлі без стінового заповнення, перевищують аналогічні значення НДС, отримані для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховане в моделі.
4. Переміщення у рівні верху будівлі та максимальні значення перекосів поверхів відрізняються майже в 2 рази. Всі отримані перекоси поверхів не перевищують допустимі значення, які відповідно до [19] для розглянутого типу будівлі становлять 0,004.

5. Зусилля в елементах несучих конструкцій для варіанту 1 (без стінового заповнення) перевищують аналогічні значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 4 – 20%.

Розраховано витрати додаткової арматури для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів без урахування взаємодії стінового заповнення із витратами арматури для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховано.

Максимальна вага додаткової арматури в стінах, колонах, плитах перекриття, необхідної для конструкцій будівлі без врахування стінового заповнення складає 68,5 т. Вартість додаткової арматури складає 821,08 тис. грн.

Необхідність заповнення об'ємно-планувального простору міст України сейсмостійкими та асейсмічними будівлями є частиною як продуктивності при загрозі сейсмічних впливів на визначену територію так і частиною комплексної справедливої житлової політики.

Тому об'ємно-планувальна структура житлового будинку проєктується з урахуванням відповідного розміру конструкції, розрахунку її міцності та пластичності (вдале витримування струшування з прийнятним пошкодженням), використання структурних технологій контролю вібрації для мінімізації будь-яких сил і деформацій.

В розділі охорони праці розглянуто вимоги нормативних документів для створення та дотримання безпечної організації робочих місць, які необхідно розробляти в ПОБ та ПВР.

Опрацьовано заходи з електробезпеки.

Визначено контури та умови дотримання мікроклімату.

Склад повітря робочої зони та рівні освітленості.

Рівень шуму.

Класи умов праці за показниками напруженості праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ali Sahin Tasligedik. Damage mitigation strategies for non-structural infill walls. Thesis for Doctor of Philosophy in Civil Engineering, 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/303697924_Damage_Mitigation_Strategies_for_Non-Structural_Infill_Walls.
2. S. Taghavi and E. Miranda. Response Assessment of Nonstructural Building Elements, Pacific Earthquake Engineering Research Center. September 2003, p. 388.
3. Fikri, Rijalul & Derakhshan, Hossein & Ingham, Jason. Numerical evaluation of a non-ductile RCFMI building subjected to the Canterbury, New Zealand Earthquakes: A case study of the St Elmo Courts building. Structures. 28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.05.002>, 2020, p. 320-328.
4. Moretti, Marina. Seismic Design of Masonry and Reinforced Concrete Infilled Frames: A Comprehensive Overview. American Journal of Engineering and Applied Sciences. 8. DOI: <https://10.3844/ajeassp.2015.748.766>, 2015, p. 748-766.
5. Gokulakannan J, Edwin Fernando. Experimental Study of RC Frame Structure by Dynamic Loading. International Journal of Research Publication and Reviews, Vol 4, no 9. 2023, p. 2228-2236. URL: <https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE9/IJRPR17352.pdf>
6. Sivanantham, P.; Selvan, S.S.; Srinivasan, S.K.; Gurupatham, B.G.A.; Roy, K. Influence of Infill on Reinforced Concrete Frame Resting on Slopes under Lateral Loading. Buildings no 13, 289. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings13020289>, 2023, 18 p.
7. Milijaš, A., Marinković, M., Butenweg, C. et al. Experimental results of reinforced concrete frames with masonry infills with and without openings under combined quasi-static in-plane and out-of-plane seismic loading. Bull Earthquake Eng 21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10518-023-01664-4>, 2023. p. 3537–3579.
8. da Porto F, Donà M, Verlato N and Guidi G. Experimental Testing and Numerical Modeling of Robust Unreinforced and Reinforced Clay Masonry Infill Walls, With and Without Openings. Front. Built Environ. 6:591985, 2020. DOI: <https://10.3389/fbuil.2020.591985>
9. Бенрадї І. Сейсмостійкість будівель з безригельним каркасом з урахуванням впливу ненесучого заповнення – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди»

- Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2020. URL: https://odaba.edu.ua/upload/files/Avtoreferat_Benradi.pdf
10. Деркач В. Н. Спільна робота кам'яного заповнення та залізобетонного монолітного каркасу. Інж-буд. журн. №5, 2013. с. 20-27.
 11. Oreiby, H., El-Kateb, M., Hussein, A. The effect of infill walls on the seismic response of irregular r.c frames IJCRT. Volume 10, Issue 10 October, 2022. URL: <https://ijcrt.org/papers/IJCRT2210458.pdf>
 12. Budiwati, Ida & Sukrawa, Made. Development of diagonal strut width formula for infill wall with reinforced opening in modeling seismic behavior of RC infilled frame structures. AIP Conference Proceedings. DOI: <https://10.1063/1.5042918>, 2018.
 13. Gesualdi, G., Viggiani, L.R.S. & Cardone, D. Seismic performance of RC frame buildings accounting for the out-of-plane behavior of masonry infills. Bull Earthquake Eng 18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00904-1>, 2020, p. 5343–5381.
 14. Paolo Ricci, Mariano Di Domenico, Gerardo M. Verderame Empirical-based out-of-plane URM infill wall model accounting for the interaction with in-plane demand. Earthquake Engineering & Structural Dynamics. Volume 47, Issue 3. March 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/eqe.2992>, 2018. p. 802-827.
 15. F. Mazza and A. Donnici. Code-Oriented Floor Acceleration Response Spectra of RC Framed Buildings Accounting for Nonlinear Response of Masonry Infills, in: WCCM-APCOM. DOI: https://www.scipedia.com/public/Donnici_Mazza_2022a, 2022. p. 693-705.
 16. Bouarroudj MA and Boudaoud Z. Comparison Between Numerical Modeling Approaches of Infilled Frames Under In-Plane Load. Front. Built Environ. 7:783051. DOI: <https://10.3389/fbuil.2021.783051>, 2022. p. 355-365.
 17. Маренков Н. Г., Гончар В. В. та ін. Чисельний аналіз експериментальних досліджень залізобетонної рами зі стіновим заповненням при сейсмічних навантаженнях. Будівельні конструкції : зб. наук. праць. – Київ : НДІБК, 2012. с. 529–539.
 18. Federal Emergency Management Agency. Prestandard and Commentary for Seismic Rehabilitation of Buildings, Washington DC. 2000. URL: <https://www.nehrp.gov/pdf/fema356.pdf>
 19. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 117 с.
 20. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT). [Чинний від 2013-07-01]. Київ : НДІБК, 2010. 47 с.

21. Программний комплекс ЛІРА-САПР. Інструкція користувача. Навчальні приклади. За ред. академіка О. С. Городецького. Київ, 2017, 535 с.
22. Программний комплекс МОНОМАХ-САПР. 2013. Навчальний посібник: Приклади розрахунку та проектування. Городецький Д. А., Юсипенко С. В., Батрак Л. Г. та ін. Київ, 2013, 368 с.
23. Перельмутер А.В., Слівкер В.І. Розрахункові моделі споруд та можливість їх аналізу. Вид. СКАД СОФТ, 2011, 736 с.
24. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 73 с.
25. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : НДІБК, 2011. 123 с.
26. Металопрокат прайс-лист ціна. 2023. URL: https://www.ssc.org.ua/ua/metal/price_page.html
27. Закон України: Про регулювання містобудівної діяльності. 2011. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
28. Закон України: Про архітектурну діяльність. Зі змінами. 2009. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-14#Text>
29. Закон України: Про будівельні норми. Зі змінами. 2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-17#Text>
30. Редін В. І. Інфраструктура як фактор розвитку міст України в контексті концепції глобальних міст. Харк. нац. ун. ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. URL: <file:///C:/Users/rusla/Downloads/209-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-616-1-10-20190409.pdf>
31. Закон України: Про благоустрій населених пунктів. 2005. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text>
32. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 179 с.
33. Сейсмічне районування України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-16.html>
34. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 110 с.
35. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною №1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022.
36. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 61 с.

37. ДСТУ EN ISO 7010:2019. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. [Чинний від 2020-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 23 с.
38. ДСТУ-Н Б В.1.1-28:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Шкала сейсмічної інтенсивності. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
39. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 113 с.
40. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, «УкрНДІспецбуд». 2013.
41. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 23 с.
42. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 40 с.
43. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, «Наук.-досл. інст. буд. виробн.», 2017.
44. Закон України: Про охорону навколишнього природного середовища. 1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
45. ДБН А.2.2-1:2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2022. 47 с.
46. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016. 44 с.
47. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2021. 38 с.
48. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища. 1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
49. ДСНіП Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073
50. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL:

- <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->
51. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
 52. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2007, 25 с.
 53. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. 2001, 80 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>
 54. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. 1999, 35 с. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
 55. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
 56. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
 57. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>, 1999. 56 с.
 58. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>, 1999. 73 с.
 59. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>
 60. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник, Вінниця, ВНТУ, 2006. 109 с.

Д О Д А Т К И

Додаток
ПРОТОКОЛ перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень **А.**

Назва роботи: Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
 (БДР, МКР)

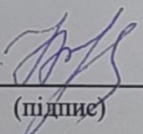
Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
 (кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

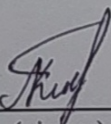
Оригінальність 82,5 % Схожість 17,5 %

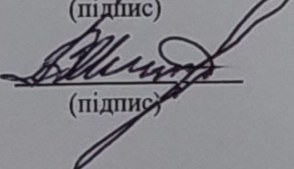
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи  Попович К.А.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  Андрухов В.М.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Б.

Ізополя армувань елементів монолітного залізобетонного каркасу за результатами розрахунку конструкцій будівлі

Варіант 1 – без стінового заповнення

Варіант конструювання: Варіант 2
Розрахунок по РСЗ:ДБН_1 (СП 63.13330.2012)

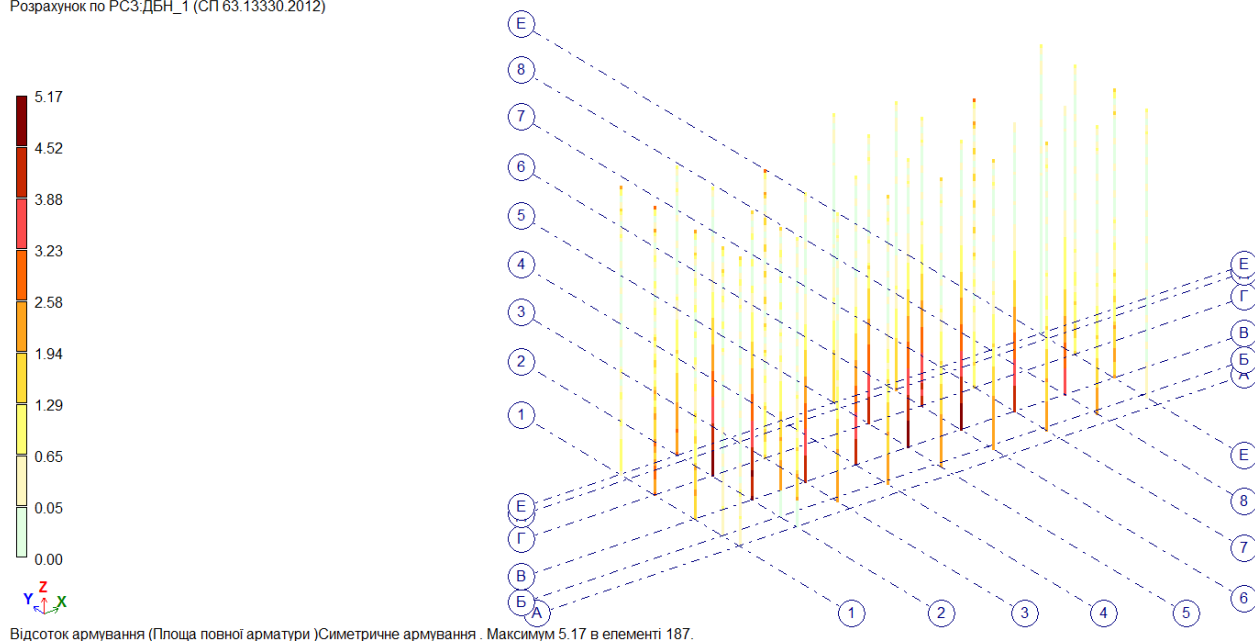
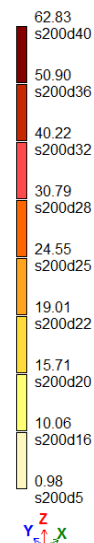


Рисунок Б.1 - Ізополя розрахункового армування колон

Варіант конструювання: **Варіант 2**
 Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см**2/1м
 Крок, Діаметр - мм



Площа повної арматури на 1пм по осі X біля верхньої грані; максимум в елементі 12519

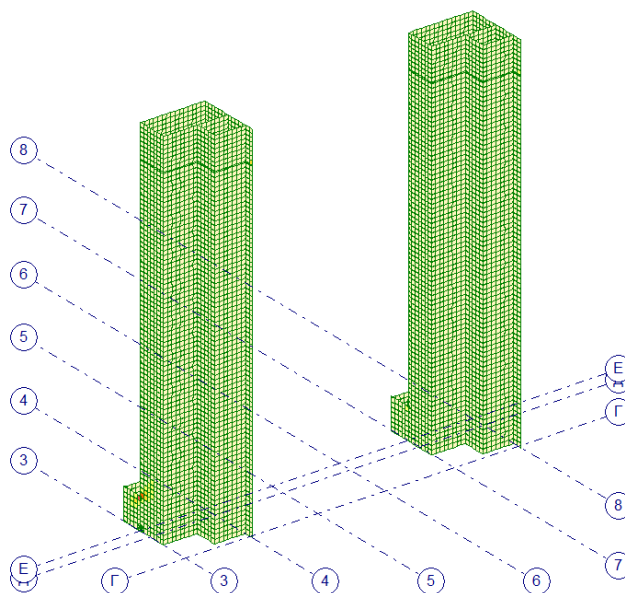
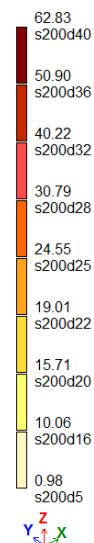


Рисунок Б.2 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку.

Верхня арматура вздовж осі X

Варіант конструювання: **Варіант 2**
 Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см**2/1м
 Крок, Діаметр - мм



Площа повної арматури на 1пм по осі X біля нижньої грані (балки-стілки - посередині); максимум в елементі 12519

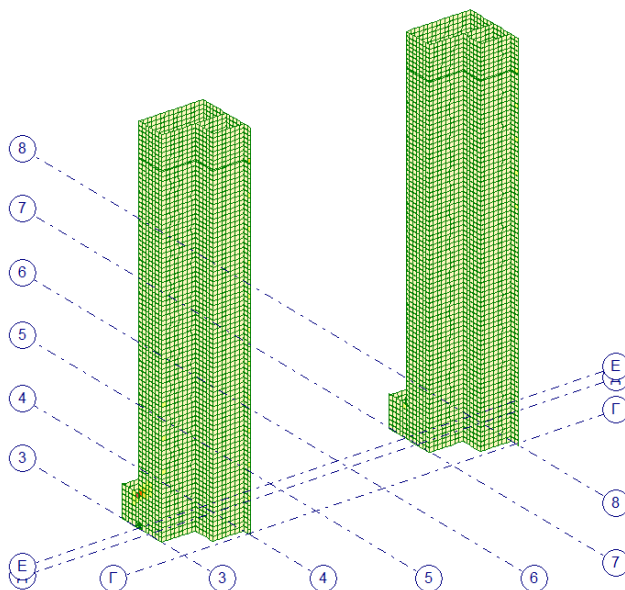


Рисунок Б.3 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку.

Нижня арматура вздовж осі X

Варіант конструювання: Варіант 2
 Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см**2/1м
 Крок, Діаметр - мм

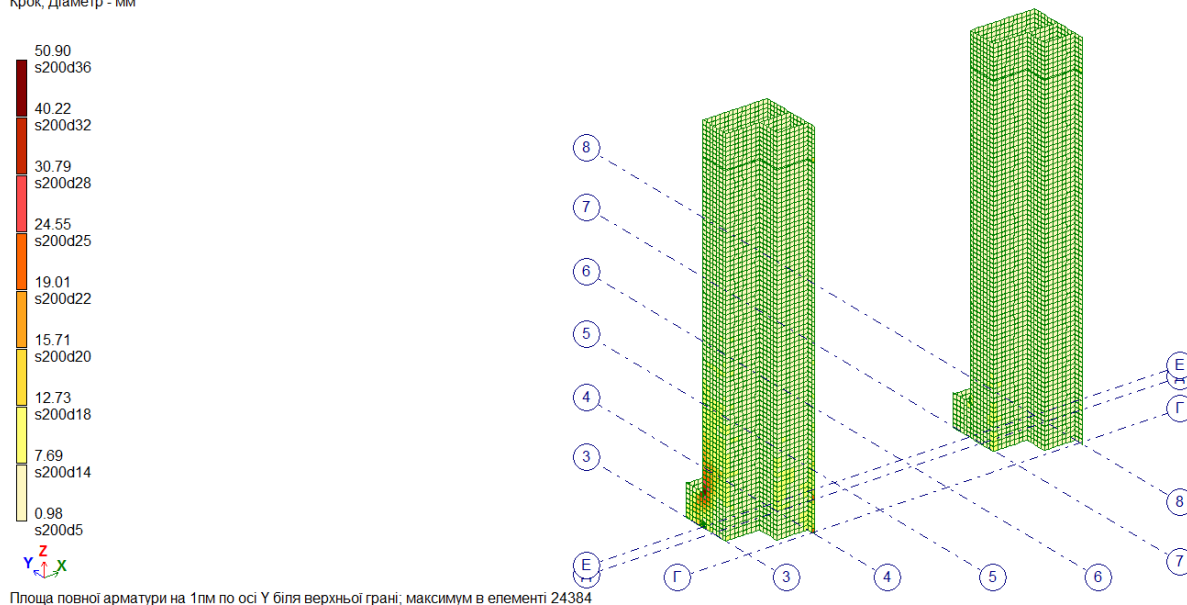


Рисунок Б.4 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку.

Верхня арматура вздовж осі Y

Варіант конструювання: Варіант 2
 Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см**2/1м
 Крок, Діаметр - мм

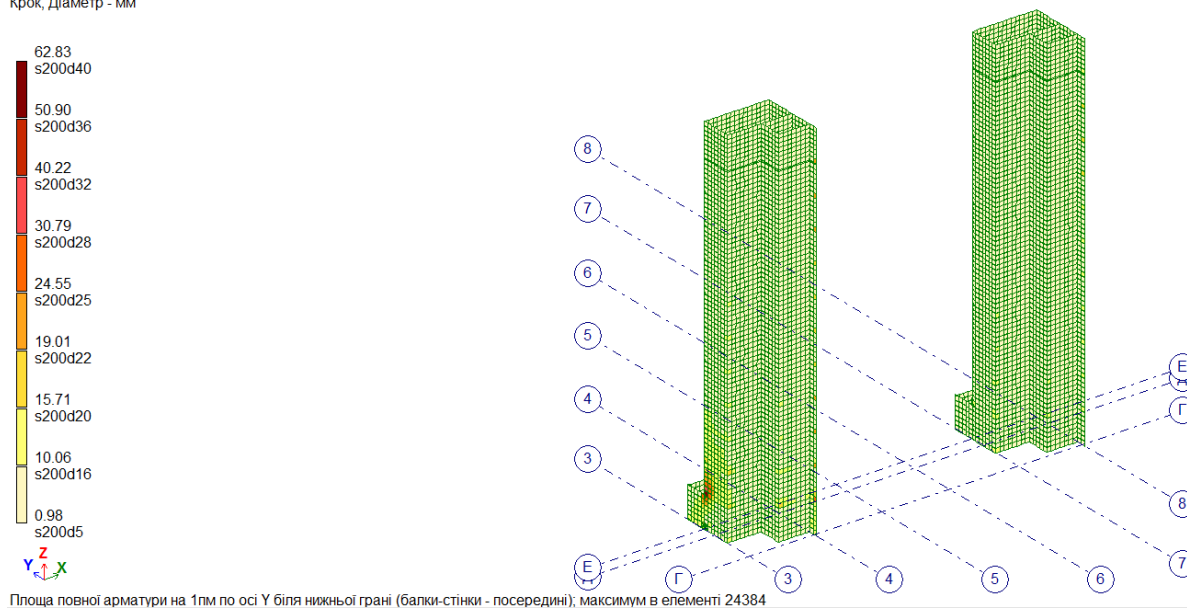


Рисунок Б.5 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку.

Нижня арматура вздовж осі Y

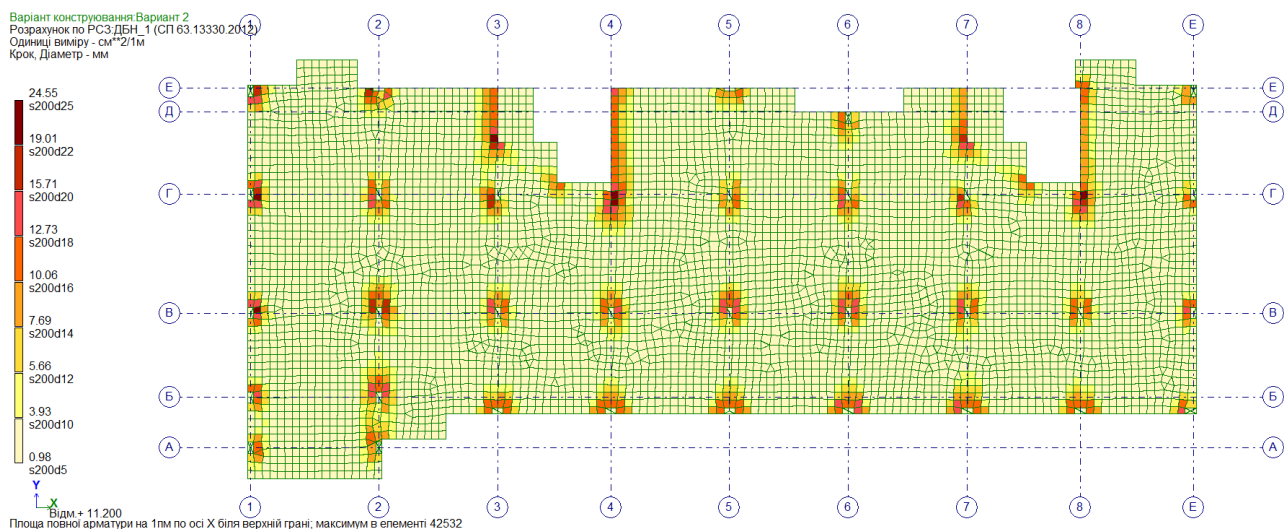


Рисунок Б.6 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Верхня арматура вздовж осі X

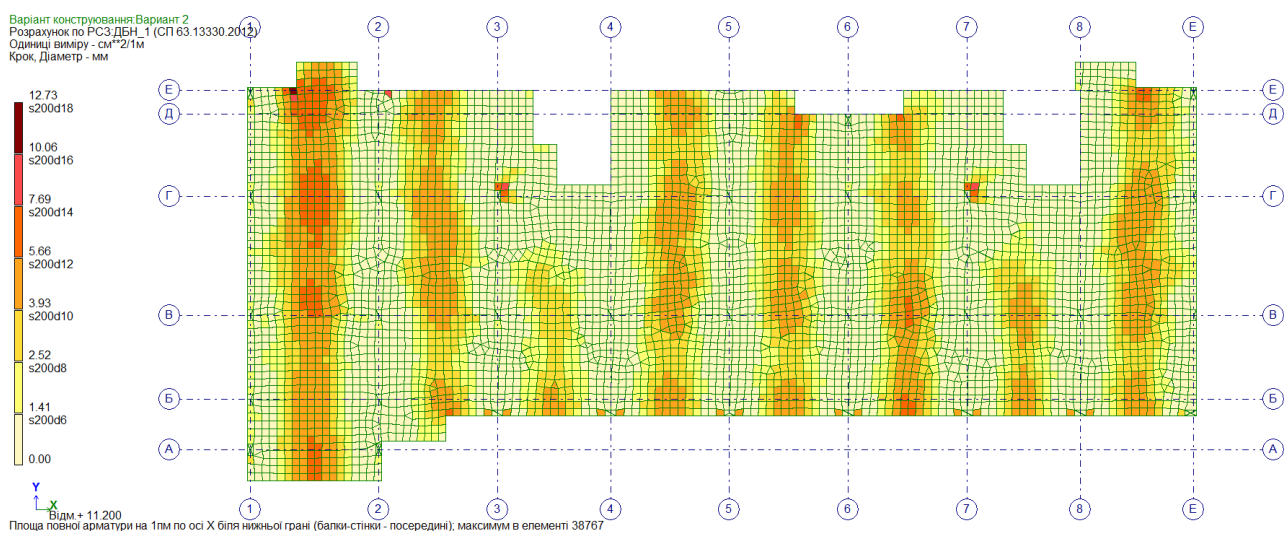


Рисунок Б.7 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Нижня арматура вздовж осі X

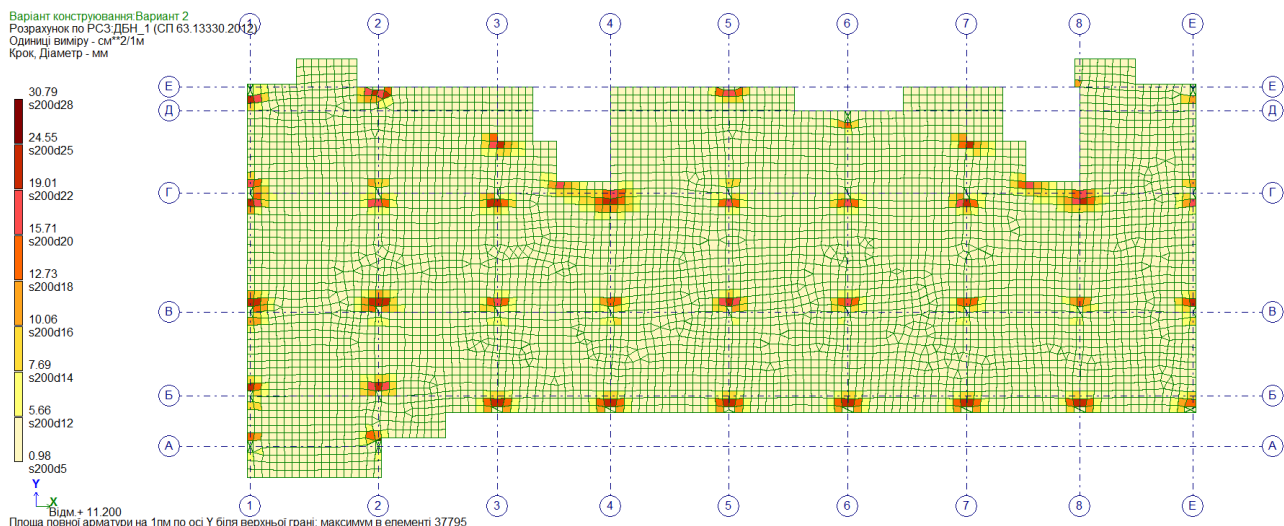


Рисунок Б.8 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Верхня арматура вздовж осі Y

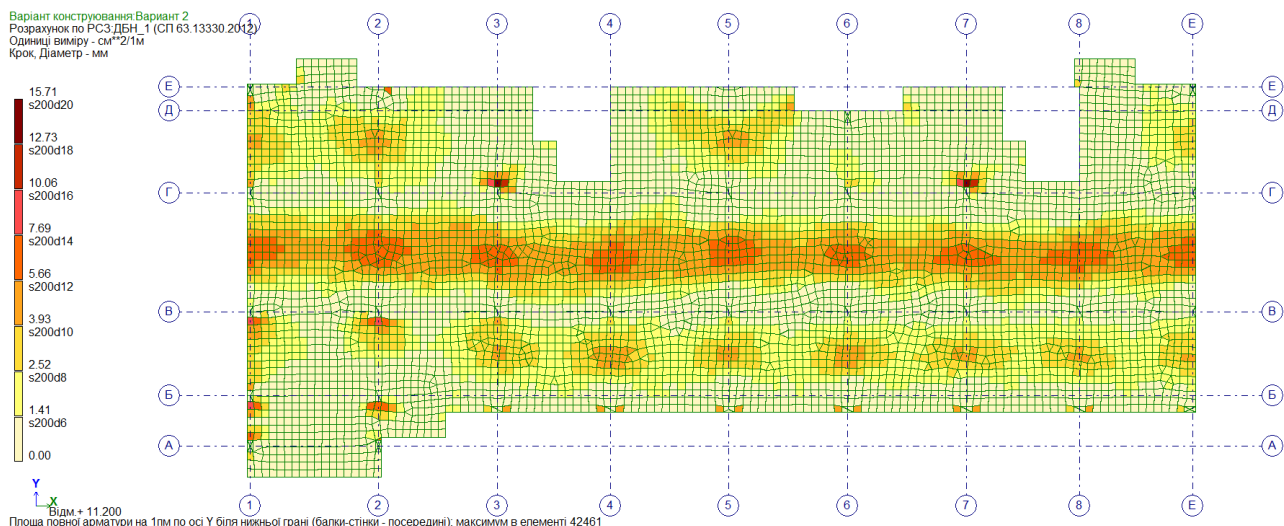


Рисунок Б.9 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Нижня арматура вздовж осі Y

Варіант 2 – зі стіновим заповненням

Варіант конструювання: Варіант 2
Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)

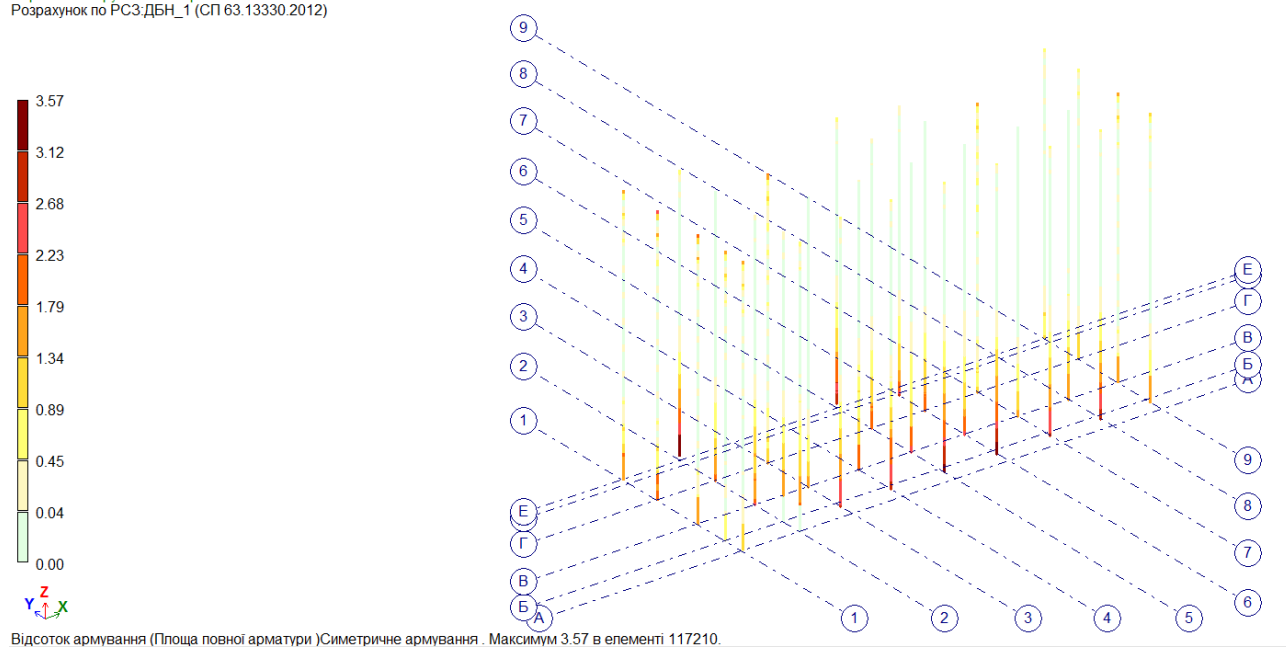


Рисунок Б.10 - Ізополя розрахункового армування колон

Варіант конструювання: Варіант 2
 Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см²/1м
 Крок, Діаметр - мм

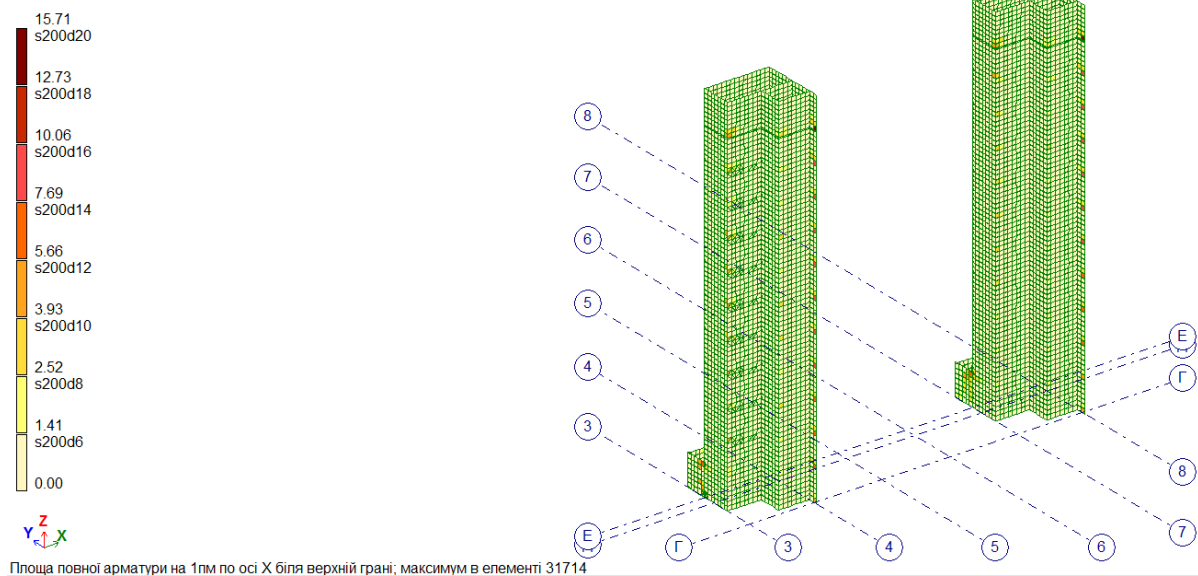


Рисунок Б.11 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку. Верхня арматура вздовж осі X

Варіант конструювання: Варіант 2
 Розрахунок по РСЗ: ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см²/1м
 Крок, Діаметр - мм

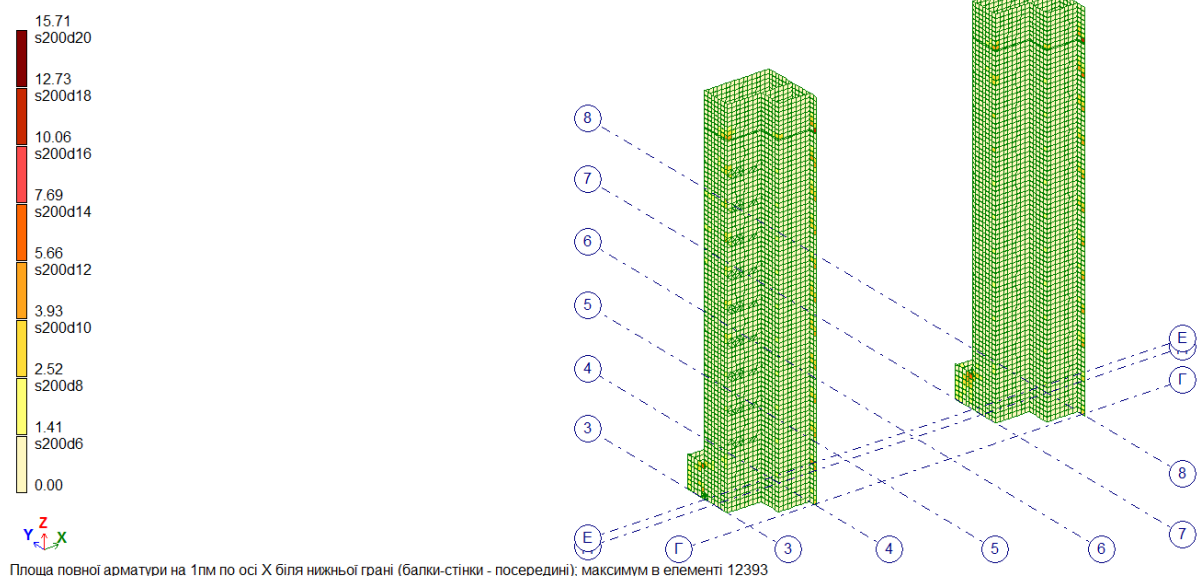


Рисунок Б.12 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку. Нижня арматура вздовж осі X

Варіант конструювання:Варіант 2
 Розрахунок по РСЗ,ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см**2/1м
 Крок, Діаметр - мм

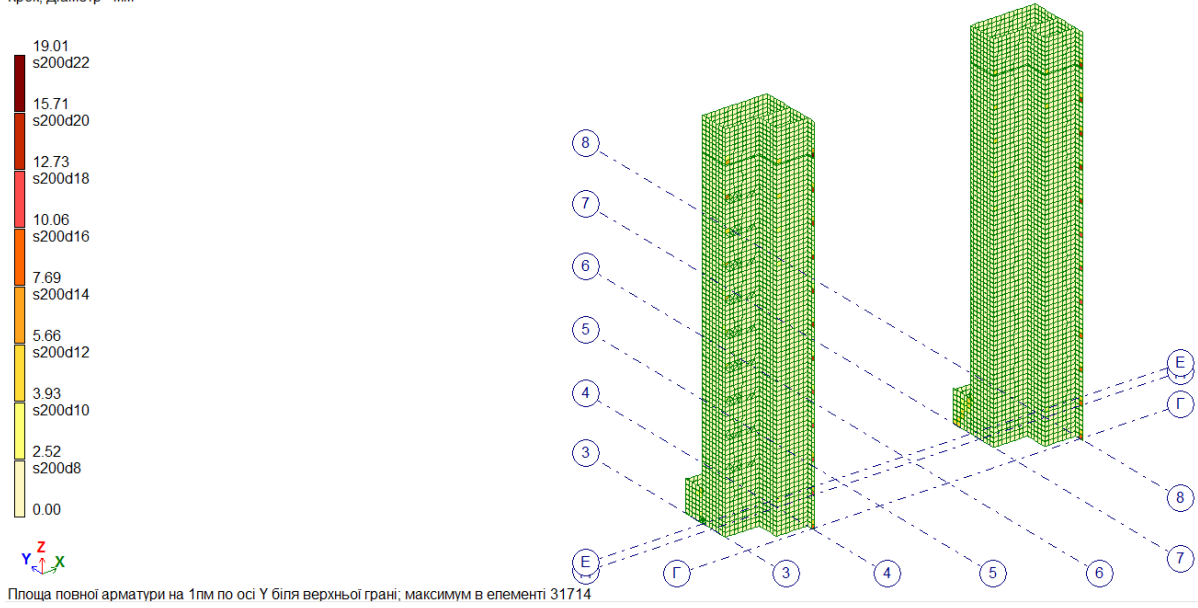


Рисунок Б.13 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку. Верхня арматура вздовж осі Y

Варіант конструювання:Варіант 2
 Розрахунок по РСЗ,ДБН_1 (СП 63.13330.2012)
 Одиниці виміру - см**2/1м
 Крок, Діаметр - мм

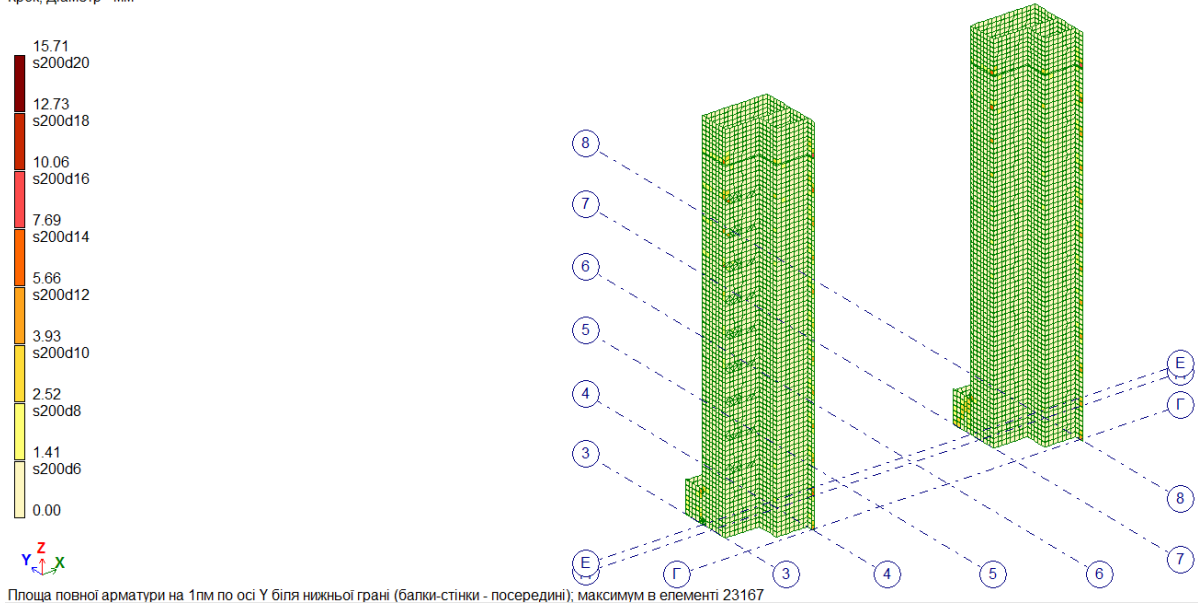


Рисунок Б.14 - Ізополя розрахункового армування стін сходово-ліфтового блоку. Нижня арматура вздовж осі Y

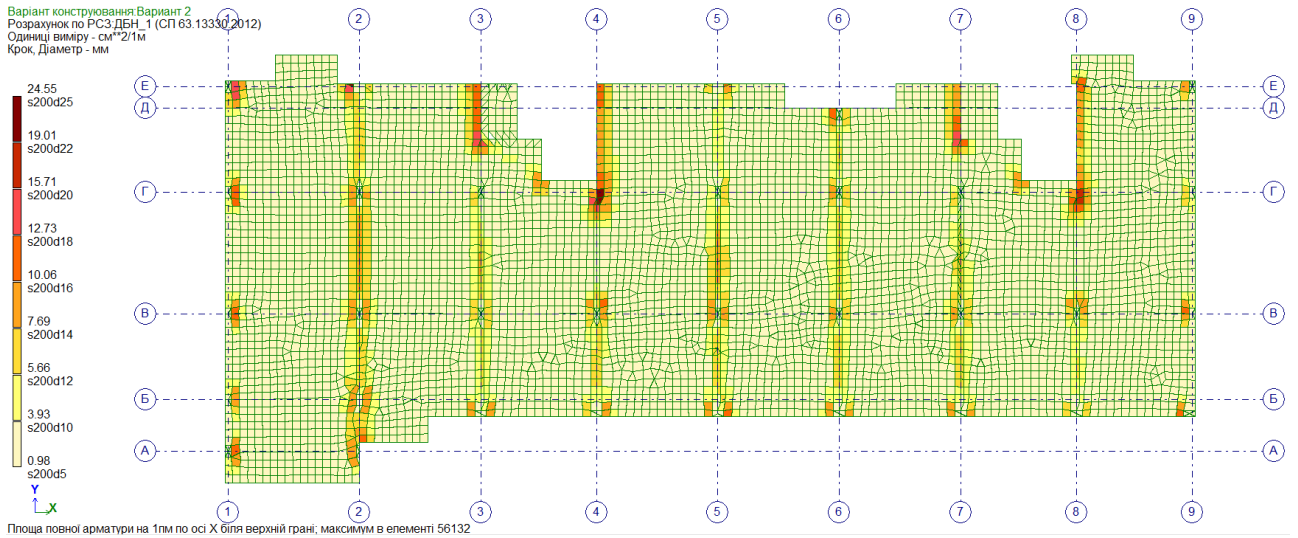


Рисунок Б.15 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Верхня арматура вздовж осі X

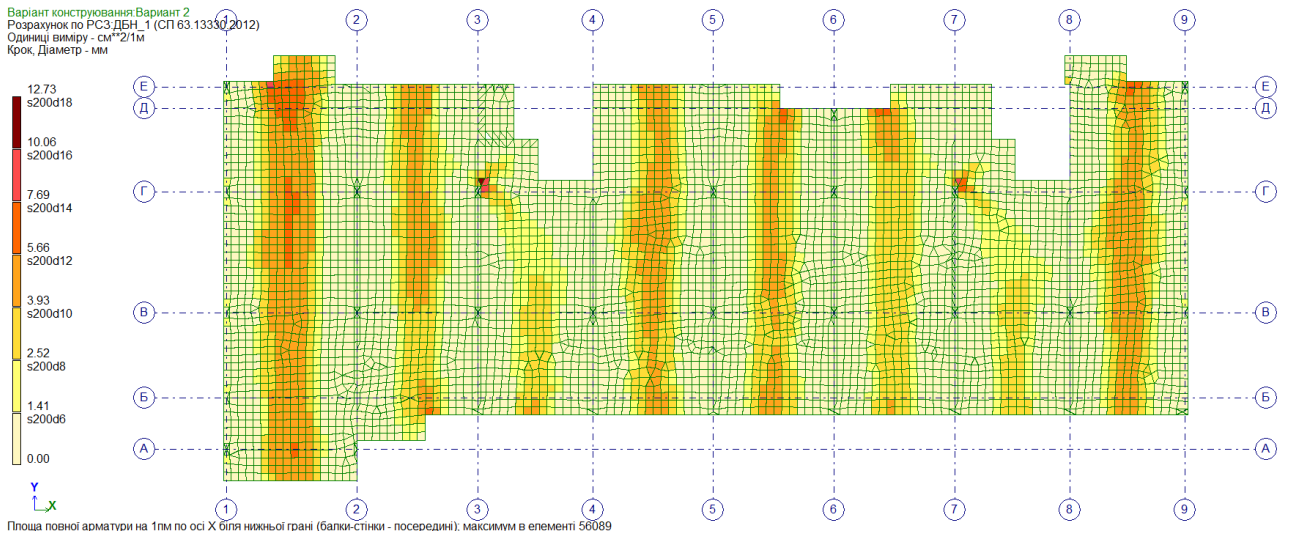


Рисунок Б.16 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Нижня арматура вздовж осі X

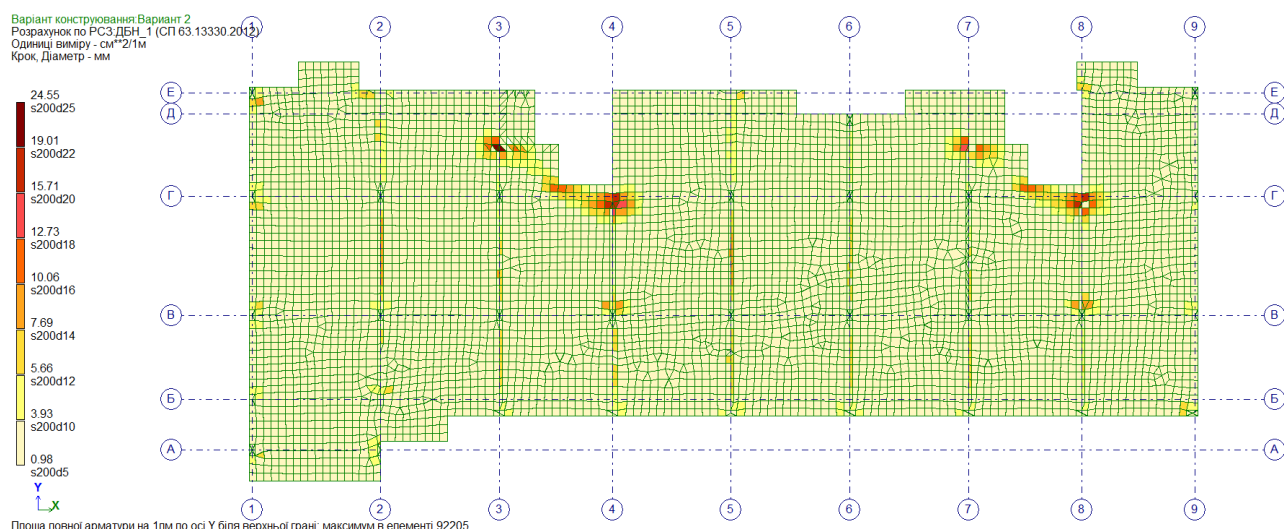


Рисунок Б.17 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Верхня арматура вздовж осі Y

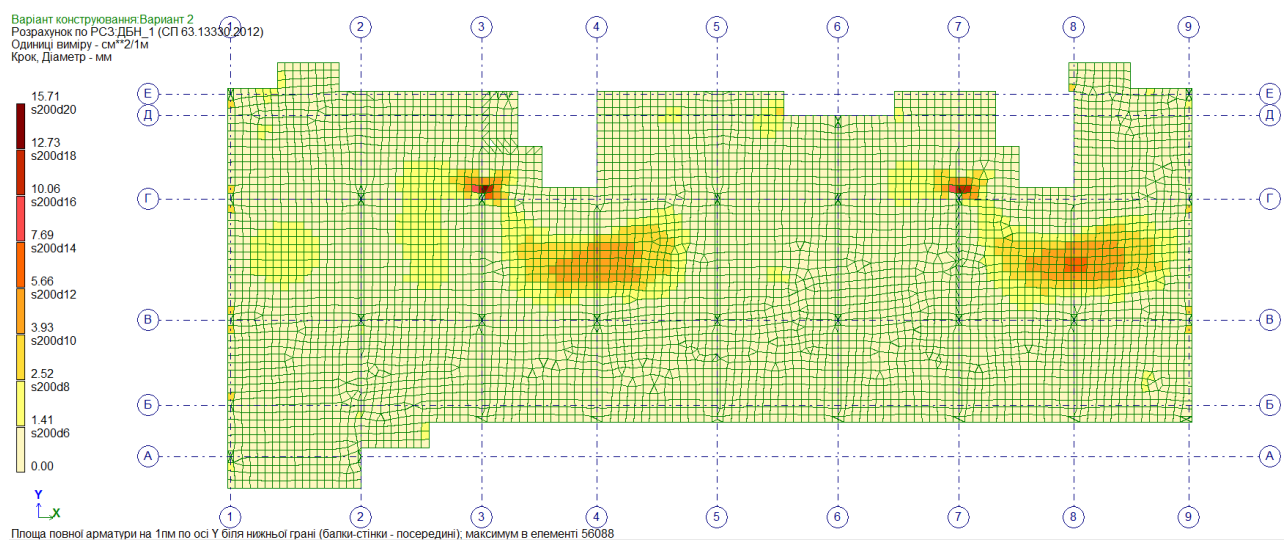


Рисунок Б.18 - Ізополя розрахункового армування плити перекриття типового поверху. Нижня арматура вздовж осі Y

Додаток В.
ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

| № | Позначення | Найменування | Примітка |
|-----|------------|--|-----------|
| 1. | Аркуш №1 | МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 2. | Аркуш №2 | ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 3. | Аркуш №3 | ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ. РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ 16-ти ПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ | Плакат |
| 4. | Аркуш №4 | РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 5. | Аркуш №5 | РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 6. | Аркуш №6 | РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 7. | Аркуш №7 | РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ | Плакат |
| 8. | Аркуш №8 | ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ | |
| 9. | Аркуш №9 | ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 10. | Аркуш №10 | ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ | Плакат |
| 11. | Аркуш №11 | Генеральний план, проектні візуалізації, ситуаційна схема ділянки проектування. Умовні позначення. | Креслення |
| 12. | Аркуш №12 | План типового поверху, план поверху на відмітці 0,000, розріз 1-1 | Креслення |
| 13. | Аркуш №13 | Фасад 2-10; фасад Д-А. | Креслення |
| | | | |

Додаток Г.
ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЛІ

Експлікація приміщень пракінгу

| | Номер приміщення | Найменування | Площа , кв.м | Примітка |
|--|------------------|--------------------|------------------|----------|
| | 1 | Паркінг | 733,73 | |
| | 2 | Сходова клітка | 7,67 | |
| | 3 | Приміщення охорони | 9,05 | |
| | 4 | Санвузол | 4,15 | |
| | 5 | Електрощитова | 5,88 | |
| | 6 | Медпункт | 12,05 | |
| | 7 | Ніша | 14,54 | |
| | 8 | Ніша | 14,53 | |
| | 9 | Сходова клітка | 12,75 | |
| | 10 | Насосна | 23,71 | |
| | | | 838,06 м² | |

Експлікація приміщень першого поверху

| | Номер приміщення | Найменування | Площа, кв. м | Примітка |
|-----------|------------------|--------------|-----------------|----------|
| 1А | | | | |
| | 1 | Вітальня | 16,06 | |
| | 2 | Кухня | 16,63 | |
| | 3 | Санвузол | 4,79 | |
| | 4 | Передпокій | 4,00 | |
| | | | 41,48 м² | |
| 1Б | | | | |
| | 1 | Кухня | 15,36 | |
| | 2 | Вітальня | 16,15 | |
| | 3 | Санвузол | 4,79 | |
| | 4 | Передпокій | 6,81 | |
| | | | 43,11 м² | |
| 1В | | | | |
| | 1 | Вітальня | 18,33 | |
| | 2 | Кухня | 17,08 | |
| | 3 | Санвузол | 4,09 | |
| | 4 | Передпокій | 4,70 | |
| | 5 | Балкон | 1,31 | |
| | | | 45,51 м² | |
| 1Г | | | | |
| | 1 | Вітальня | 16,13 | |
| | 2 | Кухня | 14,62 | |
| | 3 | Санвузол | 4,14 | |
| | 4 | Передпокій | 6,15 | |
| | | | 41,04 м² | |
| 1Д | | | | |
| | 1 | Вітальня | 14,95 | |
| | 2 | Кухня | 9,54 | |
| | 3 | Санвузол | 3,81 | |
| | 4 | Передпокій | 5,85 | |
| | 5 | Лоджія | 1,92 | |
| | | | 36,07 м² | |
| 1Є | | | | |
| | 1 | Вітальня | 16,59 | |
| | 2 | Кухня | 9,55 | |
| | 3 | Санвузол | 3,80 | |
| | 4 | Передпокій | 6,30 | |
| | 5 | Лоджія | 1,92 | |
| | | | 38,16 м² | |
| 1Ж | | | | |
| | 1 | Вітальня | 14,76 | |
| | 2 | Кухня | 12,22 | |
| | 3 | Санвузол | 3,80 | |
| | 4 | Передпокій | 5,75 | |
| | 5 | Лоджія | 1,74 | |
| | | | 38,27 м² | |
| 1К | | | | |
| | 1 | Кухня | 16,92 | |
| | 2 | Вітальня | 14,35 | |
| | 3 | Санвузол | 3,82 | |
| | 4 | Передпокій | 3,32 | |
| | 5 | Лоджія | 1,61 | |
| | | | 40,02 м² | |

Експлікація приміщень першого поверху

| | Номер приміщення | Найменування | Площа, кв. м | Примітка |
|---|------------------|--|------------------|----------|
| 2А | | | | |
| | 1 | Спальня | 15,78 | |
| | 2 | Кухня | 18,89 | |
| | 3 | Ванна кімната | 3,24 | |
| | 4 | Санвузол | 2,70 | |
| | 5 | Вітальня | 16,64 | |
| | 6 | Передпосій | 8,17 | |
| | 7 | Балкон | 1,57 | |
| | | | 66,99 м² | |
| 2Б | | | | |
| | 1 | Вітальня | 16,69 | |
| | 2 | Кухня | 10,56 | |
| | 3 | Ванна кімната | 3,46 | |
| | 4 | Санвузол | 1,87 | |
| | 5 | Спальня | 15,50 | |
| | 6 | Передпосій | 12,27 | |
| | 7 | Балкон | 1,76 | |
| | | | 62,11 м² | |
| 3А | | | | |
| | 1 | Вітальня | 24,22 | |
| | 2 | Кухня | 9,91 | |
| | 3 | Ванна кімната | 3,24 | |
| | 4 | Санвузол | 2,70 | |
| | 5 | Дитяча | 9,27 | |
| | 6 | Спальня | 15,81 | |
| | 7 | Передпосій | 9,26 | |
| | 8 | Гардероб | 2,16 | |
| | | | 76,57 м² | |
| Приміщення загального користування | | | | |
| | 1 | Тамбур | 3,60 | |
| | 2 | Сходова клітка | 14,53 | |
| | 3 | Коридор | 49,30 | |
| | 4 | Тамбур | 3,60 | |
| | 5 | Сходова клітка | 14,53 | |
| | 6 | Коридор | 23,40 | |
| | | Площа приміщень загального користування | 108,96 м² | |
| Нежитлові приміщення | | | | |
| | 1 | Приміщення для зберігання велосипедів | 2,40 | |
| | 2 | Приміщення для зберігання велосипедів | 2,35 | |
| | 3 | Приміщення для зберігання велосипедів | 2,90 | |
| | 4 | Приміщення для зберігання велосипедів | 2,35 | |
| | 5 | Приміщення для зберігання велосипедів | 2,80 | |
| | 6 | Приміщення для зберігання велосипедів | 1,95 | |
| | | | 14,75 м² | |
| | 7 | Нежитлове приміщення | 38,25 | |
| | 8 | Санвузол | 3,05 | |
| | | Площа нежитлових приміщень | 56,05 м² | |
| | | Загальна площа поверху | 694,34 м² | |
| Загальна площа квартир | | | 529,33 | |
| Загальна житлова площа | | | 241,23 | |



Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

ОЦІНКА ВПЛИВУ СТІНОВОГО ЗАПОВНЕННЯ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА СЕЙСМІЧНУ РЕАКЦІЮ КАРКАСНОЇ БУДІВЛІ

Магістрант:

Попович К. А.

Науковий керівник:

Андрухов В. М., к.т.н., доцент кафедри БМГА

Мета досліджень

Вивчення та порівняльний аналіз сучасних методів розрахунку основних та другорядних будівельних конструкцій на сейсмічні впливи у складі сейсмічних розрахункових ситуацій.

Об'єкт досліджень

12-ти поверхова житлова будівля за схемою монолітного залізобетонного безрігельного каркасу, запроектована у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.

Предмет досліджень

Параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій багатоповерхової житлової будівлі, визначені за результатами розрахунку в умовах сейсмічної розрахункової ситуації без та з урахуванням стінового заповнення.

Задачі досліджень

Визначення мети та задач дослідження

Розробка просторових розрахункових моделей багатоповерхової каркасної залізобетонної будівлі без та з моделюванням стінового заповнення

Збір навантажень для розрахунку моделей.
Складання сполучень навантажень для усталеної та сейсмічної розрахункових ситуацій відповідно до положень ДБН В.1.1-12

Розрахунок моделей на сейсмічний вплив.
Аналіз результатів розрахунку

Порівняння результатів розрахунку моделей на сейсмічний вплив з різними способами врахування стінового заповнення за значеннями:

- динамічних характеристик;
- параметрів НДС конструкцій;
- витрат на армування конструкцій

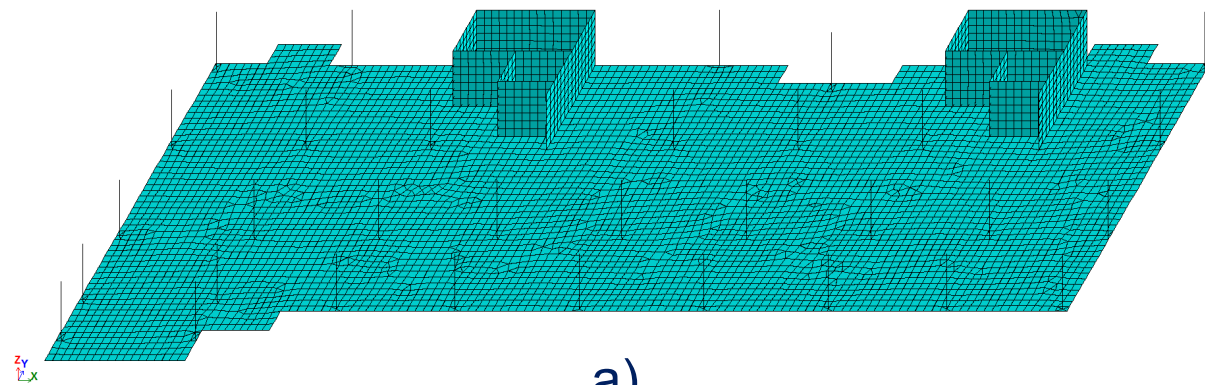
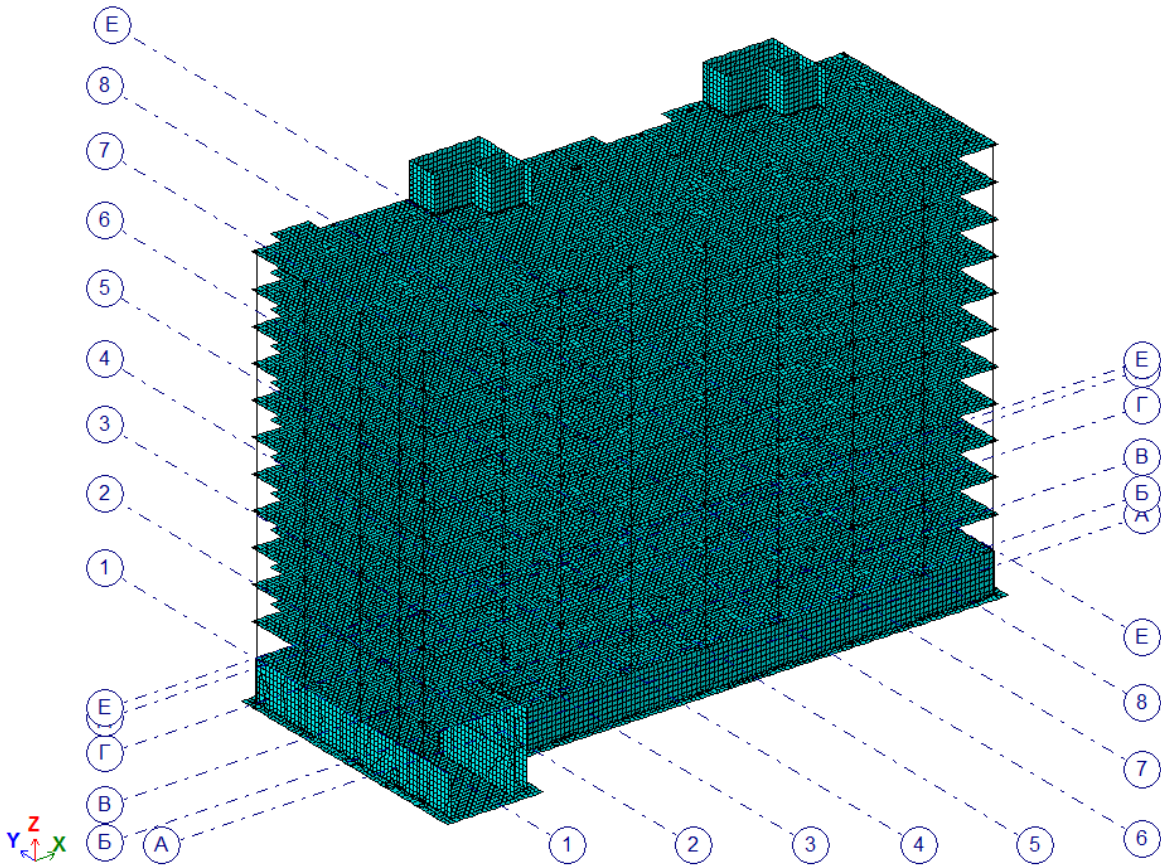
Складання висновків за результатами досліджень

Просторова розрахункова модель

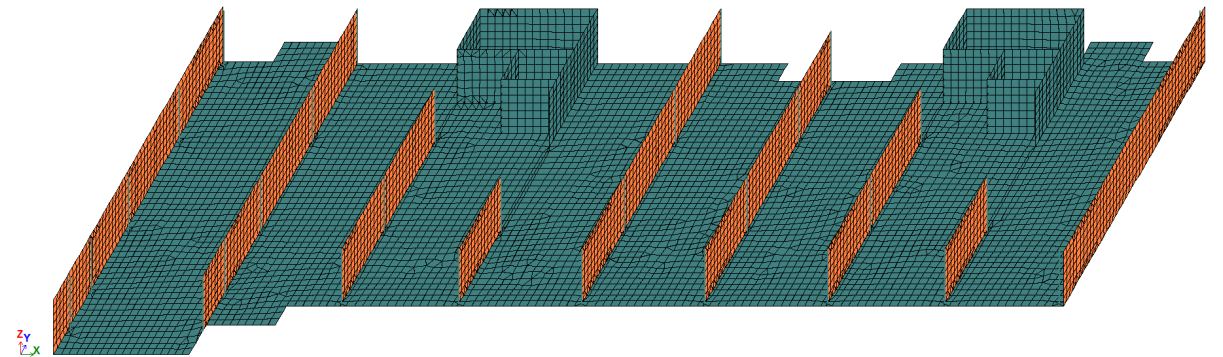
Параметри скінчених елементів розрахункової моделі

| № т.ж | Геометричні параметри | Фізико-механічні параметри | Положення в конструктивній схемі |
|-------|-----------------------|---|---|
| 1 | Пластина Н40 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=40, R_o=25$ | Фундаментна плита |
| 2 | Пластина Н80 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=80, R_o=25$ | Плита ростверку |
| 3 | Брус 30 X 60 | $R_o=24.5166, E=2.942e+007, GF=0, B=30, H=60$ | Колони |
| 4 | Пластина Н25 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=25, R_o=25$ | Стіни підвалу |
| 5 | Пластина Н20 | $E=2.942e+007, V=0.2, H=20, R_o=25$ | Перекриття |
| 6 | Пластина Н12 | $E=2.942e+006, V=0.25, H=12, R_o=16$ | Стінове заповнення |
| 7 | Брус 1x1 | $E=3,06e+006, v=0.2, R_o=0,1$ | Фіктивні стрижні для прикладення лінійних навантажень |

Позначення:
 R_o - щільність матеріалу елементів розрахункової схеми, тс/м³;
 E - модуль пружності, тс/м²; v – коефіцієнт Пуасона



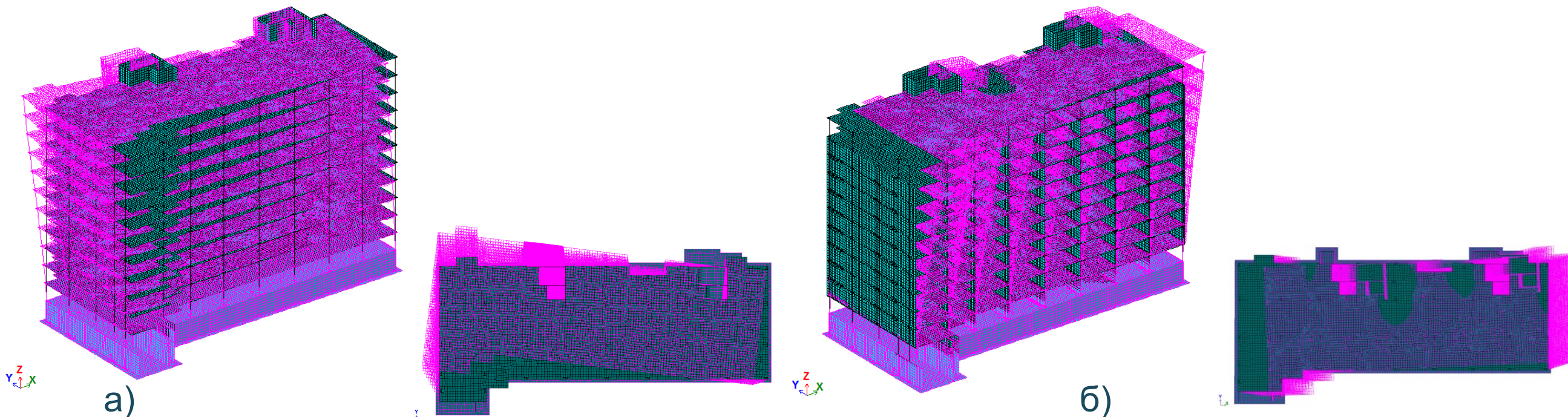
а)



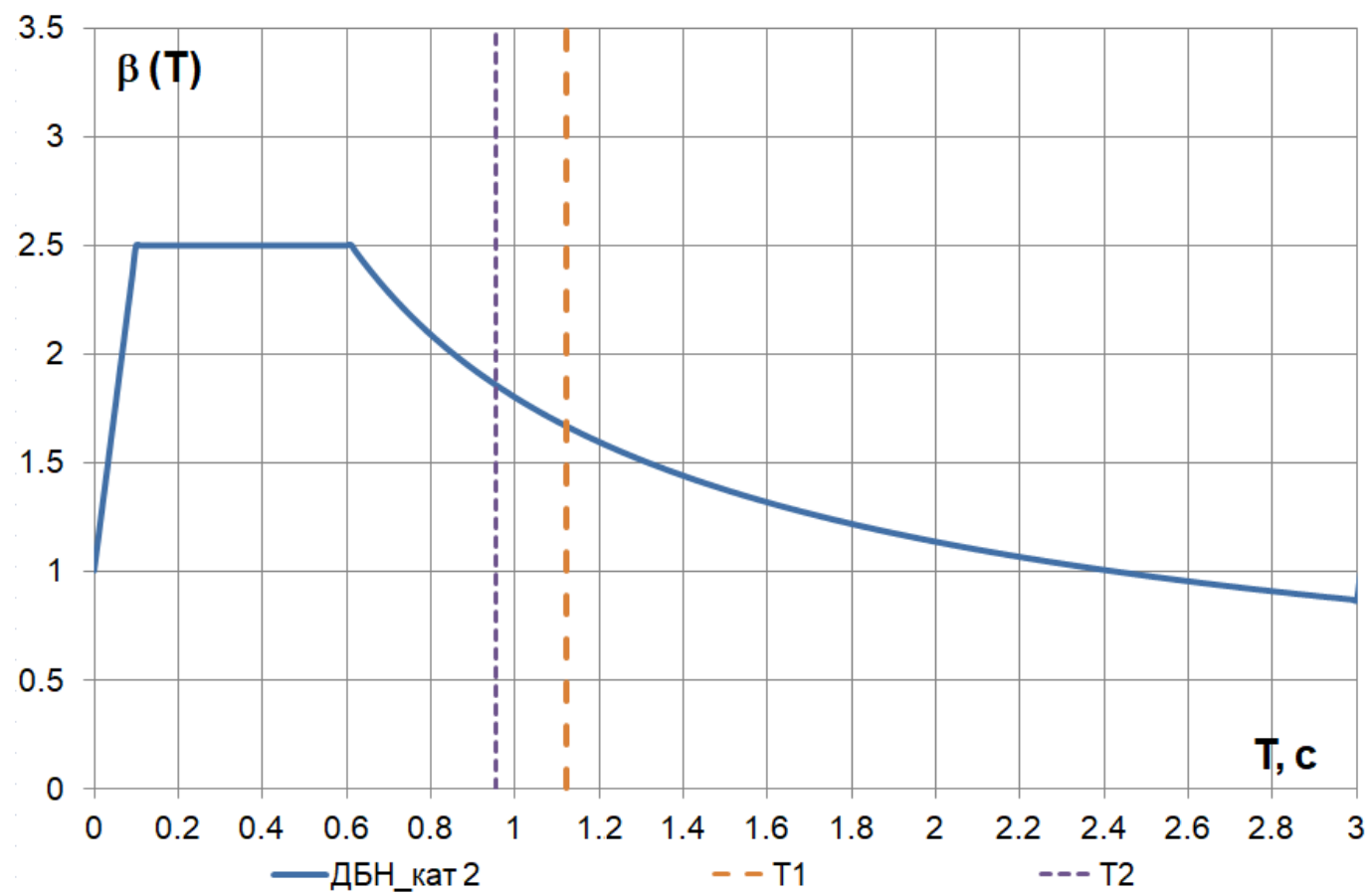
б)

Фрагмент комп'ютерної моделі моделі 12-ти поверхової будівлі.
 Типовий поверх: а – без стінового заповнення; б - із стіновим заповненням

Результати чисельних досліджень



Перші форми власних коливань будівлі:
а - без стінового заповнення;
б - із стіновим заповненням:



Порівняння періодів власних коливань будівлі за основною формою:
T1 – без заповнення; T2 – із заповненням

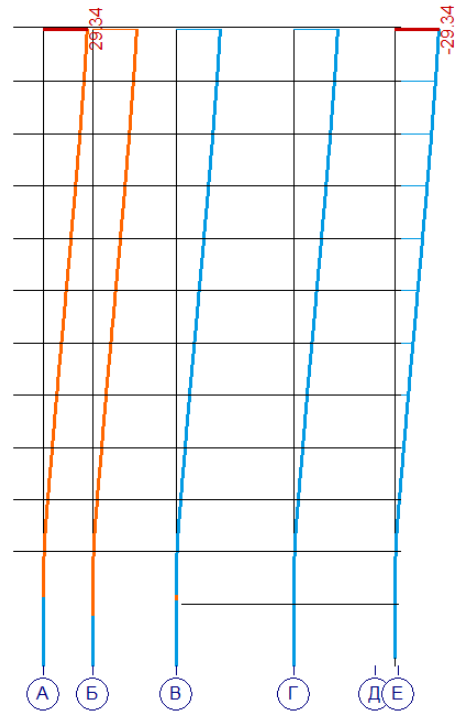
Відношення періодів коливань двох варіантів моделей за основною формою :
 $T_1 / T_2 = 1,121 / 0,955 = 1,174$

Відношення значень коефіцієнтів динамічності:
 $\beta(T_1) / \beta(T_2) = 1,669 / 1,863 = 0,896$

врахування стінового заповнення призводить до збільшення сейсмічних навантажень до 14 %

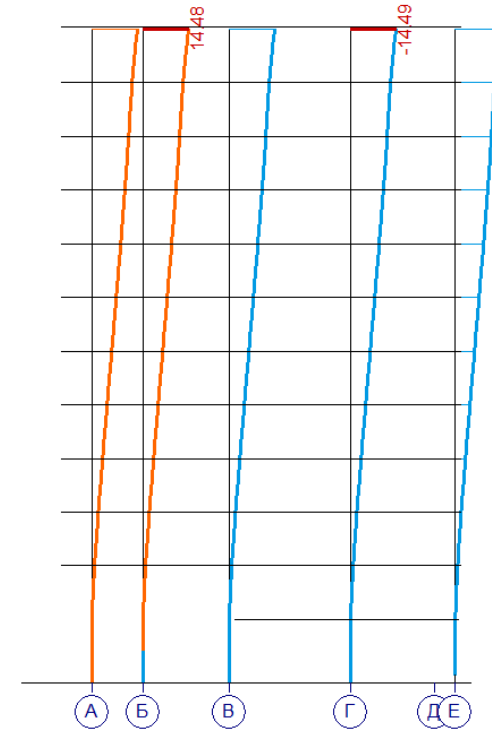
Порівняння результатів чисельних досліджень

сейсміка 7У
Складова 1
Елюра переміщень Z1
Одиниці виміру - мм
Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,5,6,4



а) $\begin{matrix} z \\ \uparrow \\ y \end{matrix}$

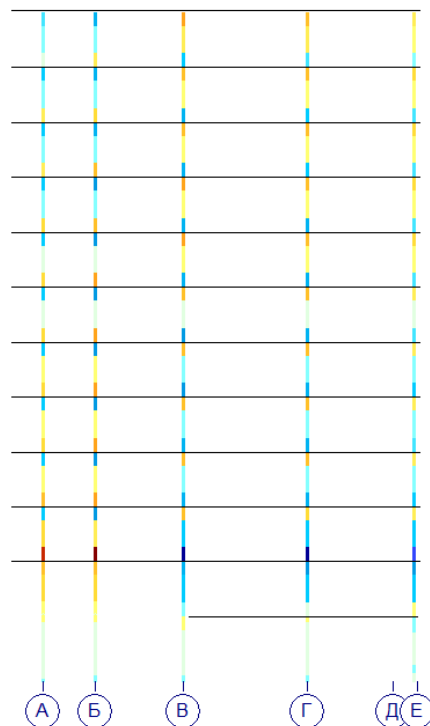
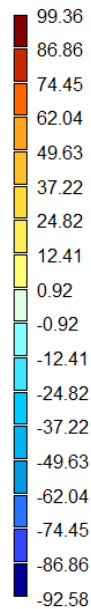
Сейсміка 7_Y
Складова 2
Елюра переміщень Z1
Одиниці виміру - мм



б) $\begin{matrix} z \\ \uparrow \\ y \end{matrix}$

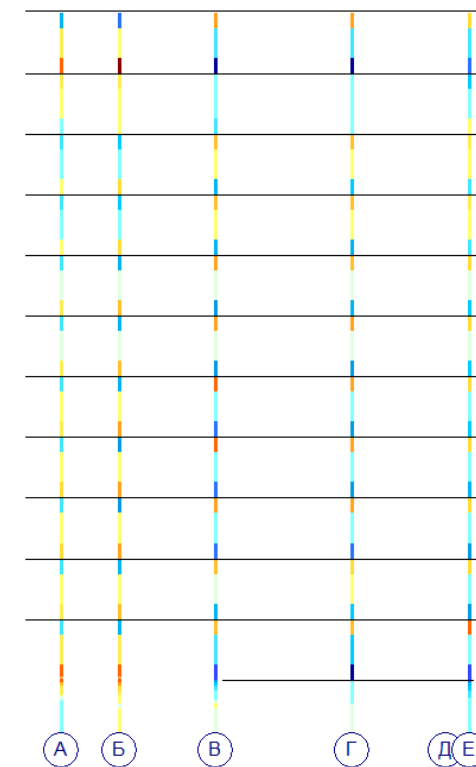
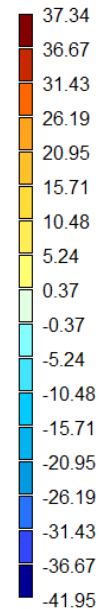
Ізополя переміщень будівлі від сейсмічних навантажень 7 балів: а – без заповнення; б – із заповненням

сейсміка 7У
Складова 1
Мозаїка М_y
Одиниці виміру - кН*м
Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,5,6,4



а) $\begin{matrix} z \\ \uparrow \\ y \end{matrix}$

Сейсміка 7_Y
Складова 2
Мозаїка М_y
Одиниці виміру - кН*м
Маси зібрані із завантажень: 1,2,3,4,5,6



б) $\begin{matrix} z \\ \uparrow \\ y \end{matrix}$

Значення згинальних моментів (М, кН·м) в колонах будівлі: а – без заповнення; б – із заповненням

Порівняння результатів чисельних досліджень

| Конструктивний елемент | Показник | Варіант розрахункової моделі | |
|--|-------------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | Варіант 1 | Варіант 2 |
| Період основної форми коливань | $T_1, \text{с}$ | 1,121 | 0,955 |
| Значення інерційних (сейсмічних) навантажень | $S_i, \text{кН}$ | 8469 | 9603 |
| Будівля загалом | Горизонтальне переміщення верху, мм | 29,34 | 14,5 |
| Поверхи | Перекіс поверху [0.004] | 0.00115 | 0.00060 |
| Зусилля в конструктивних елементах | | | |
| Стіни підвального поверху | $N_y, \text{кН/м}^2$ | 15221 | 14067 |
| | $N_x, \text{кН/м}^2$ | 3870 | 4752 |
| Стіни сходово-ліфтового блоку | $N_y, \text{кН/м}^2$ | 45177 | 42730 |
| | $N_x, \text{кН/м}^2$ | 8383 | 8110 |
| Колони | $N, \text{кН}$ | 5784 | 4820 |
| | $Q, \text{кН}$ | 558 | 507 |
| | $M, \text{кН}\cdot\text{м}$ | 341 | 303 |
| Плити перекриття | $M_y, \text{кН/м}^2$ | 126 | 114 |
| Розрахункове армування | | | |
| Колона перерізом 30×60см | | 4,97 | 4,15 |
| Стіни підвального поверху товщиною 25 см | | 1,9 | 1,68 |
| Стіни сходово-ліфтового блоку товщиною 25 см | | 1,5 | 1,33 |
| Плита перекриття товщиною 20 см | | 1,27 | 1,09 |

Висновки за результатами досліджень

1. В роботі проаналізовано положення нормативних документів України, європейських та інших міжнародних норм, вітчизняних та закордонних публікацій, присвячених вивченню врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення.
2. Встановлено, що сейсмостійкість каркасних будівель може бути підвищена за рахунок врахування спільної роботи конструкцій каркасу та стінового заповнення.
3. Окреслено позитивні та негативні сторони врахування стінового заповнення на НДС конструкцій.
4. Визначені мета, задачі, методи досліджень, обрано програмний комплекс для виконання моделювання та чисельних розрахунків за методом скінченних елементів.
5. В якості об'єкту досліджень обрано 12-ти поверхову залізобетонну житлову будівлю, запроектованого за схемою монолітного безрігельного каркасу для будівництва у сейсмічному районі України з інтенсивністю сейсмічних впливів 7 балів.
6. Розроблено просторову розрахункову модель 12-ти поверхової залізобетонної житлової будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА САПР» для двох варіантів: з урахуванням та без урахування стінового заповнення. Сейсмічні навантаження задані за спектральним методом розрахунку ДБН В.1.1-12.
7. За результатами чисельних досліджень встановлено наступне :
 - значення періоду власних коливань варіанту 1 будівлі (без стінового заповнення) складає 1,121 с, що перевищує аналогічне значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 17,5 %.
 - різниця динамічних характеристик варіантів будівлі призводить до більшого значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 2 (із стіновим заповненням), які на 14 % перевищують значення інерційних (сейсмічних) навантажень для варіанту 1 (без стінового заповнення).

Висновки за результатами досліджень

- значення параметрів напружено-деформованого стану будівлі в умовах розрахункової сейсмічної ситуації із урахуванням сейсмічних впливів 7 балів, отримані для варіанту будівлі без стінового заповнення, перевищують аналогічні значення НДС, отримані для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховане в моделі.
 - переміщення у рівні верху будівлі та максимальні значення перекосів поверхів відрізняються майже в 2 рази. Всі отримані перекоси поверхів не перевищують допустимі значення, які відповідно до [19] для розглянутого типу будівлі становлять 0,004.
 - зусилля в елементах несучих конструкцій для варіанту 1 (без стінового заповнення) перевищують аналогічні значення для варіанту 2 (із стіновим заповненням) на 4 – 20%.
8. Максимальні відсотки розрахункового армування конструкцій, визначені в умовах сейсмічної розрахункової ситуації при сейсмічному впливі 7 загалом не перевищують граничного значення 4%. Виключенням є окремі елементи колон в зонах їх контакту з плитою ростверку.
 9. Максимальні відсотки армування конструкцій будівлі без стінового заповнення перевищують аналогічні значення для будівлі із стіновим заповненням на 12 % - 19 %.
 10. Розраховано витрати додаткової арматури для забезпечення сейсмостійкості конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів без урахування взаємодії стінового заповнення із витратами арматури для варіанту будівлі, в якому стінове заповнення враховано.
 11. Максимальна вага додаткової арматури в стінах, колонах, плитах перекриття, необхідної для конструкцій будівлі без врахування стінового заповнення складає 68,5 т. Вартість додаткової арматури складає 821,08 тис. грн.

СХЕМА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ

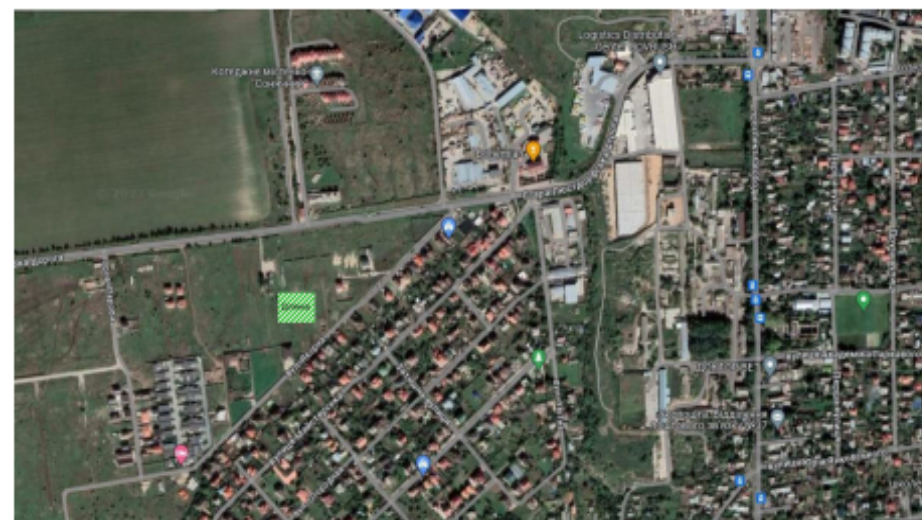


УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

| Познач. | Найменування |
|---------|-----------------------------------|
| 1 ① | Житловий будинок, що проєктується |
| 2 ② | Житловий будинок приватний |
| 3 ③ | Житловий будинок приватний |
| 4 | Автостоянка |
| 5 | Дитяча площадка |
| 6 | Місце для тихого відпочинку |
| 7 | Спортивна площадка |
| 8 | Вулиця, дорога |
| 9 | Додаткові шляхи транспорту |
| 10 | Вимощення тротуару |
| 11 | Озеленення (деревні насадження) |
| 12 | Озеленення (газон) |
| 13 | Квітник |



СИТУАЦІЙНА СХЕМА ДІЛЯНКИ ПРОЄКТУВАННЯ



ІСНУЮЧИЙ СТАН ДІЛЯНКИ ЗАБУДОВИ



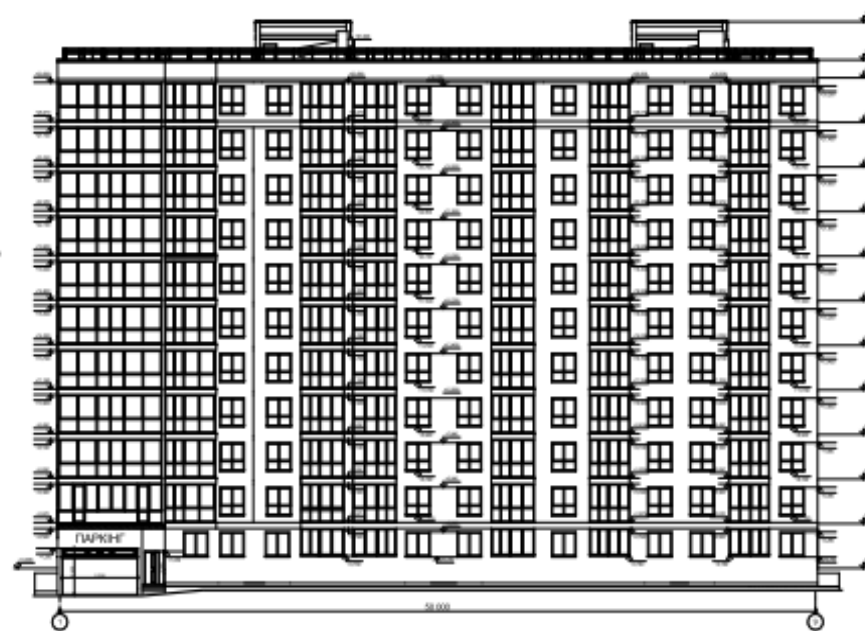
РОЗГОРТКА ПО ВУЛИЦІ ЯКОРНА



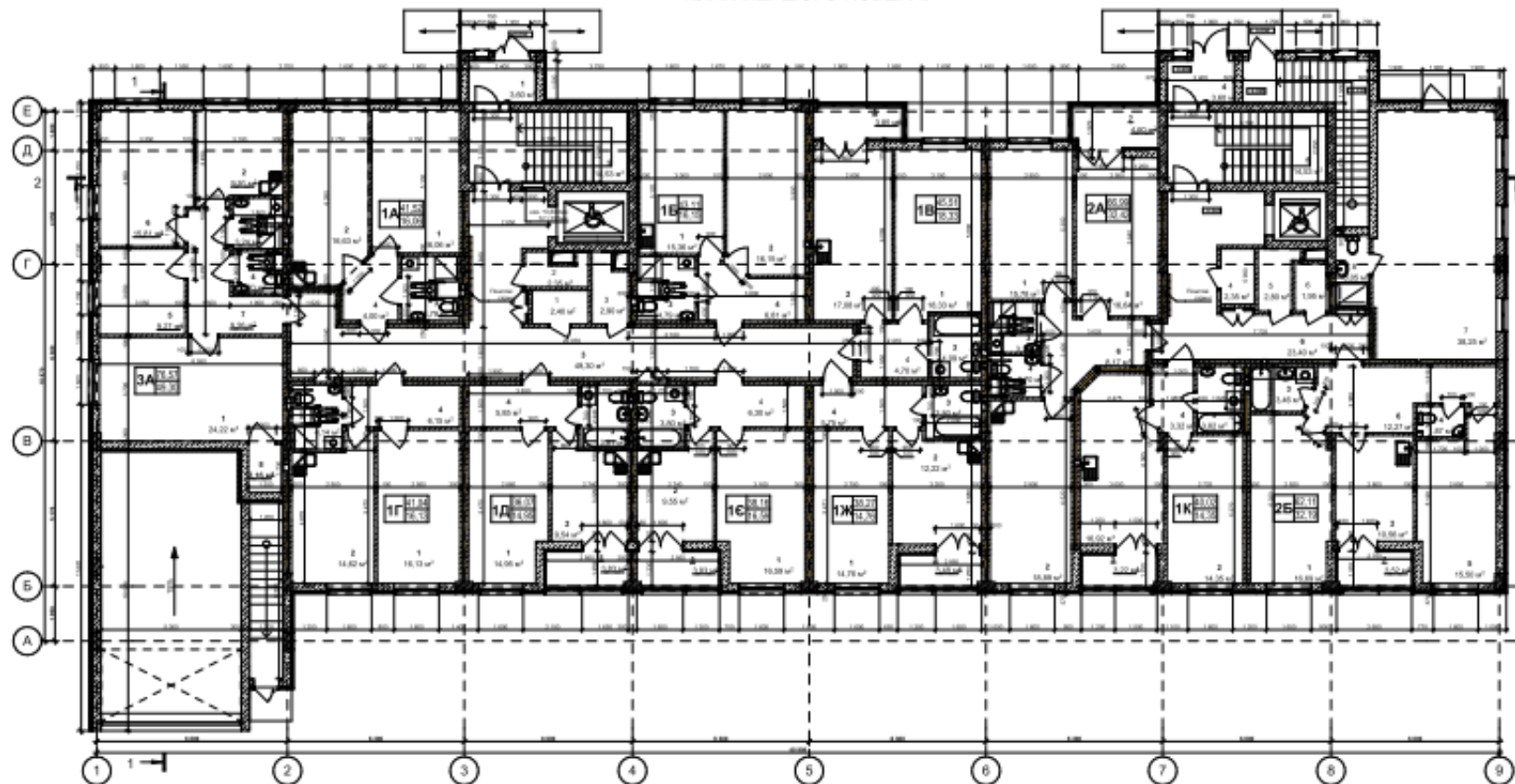
Техніко - економічні показники фасаду

- 1. Площа оздоблення зовнішніх стін декоративно істукатурною "корфа" - акриловою істукатурною - 420,00 м²
- 2. Площа оздоблення Зовнішніх стін (опорядковані плити білокамінь та паралель) декоративно істукатурною "корфа" - акриловою істукатурною - 520,00 м²
- 3. Площа оздоблення Зовнішніх стін декоративно істукатурною "корфа" - акриловою істукатурною - 510,00 м²
- 4. Площа оздоблення Зовнішніх стін декоративно істукатурною "корфа" - акриловою істукатурною - 1490,00 м²
- 5. Площа оздоблення цоколю - Фасадно-плитка - 32,3 м²
- 6. Загальна площа фасаду будинку - 2 980,00 м²

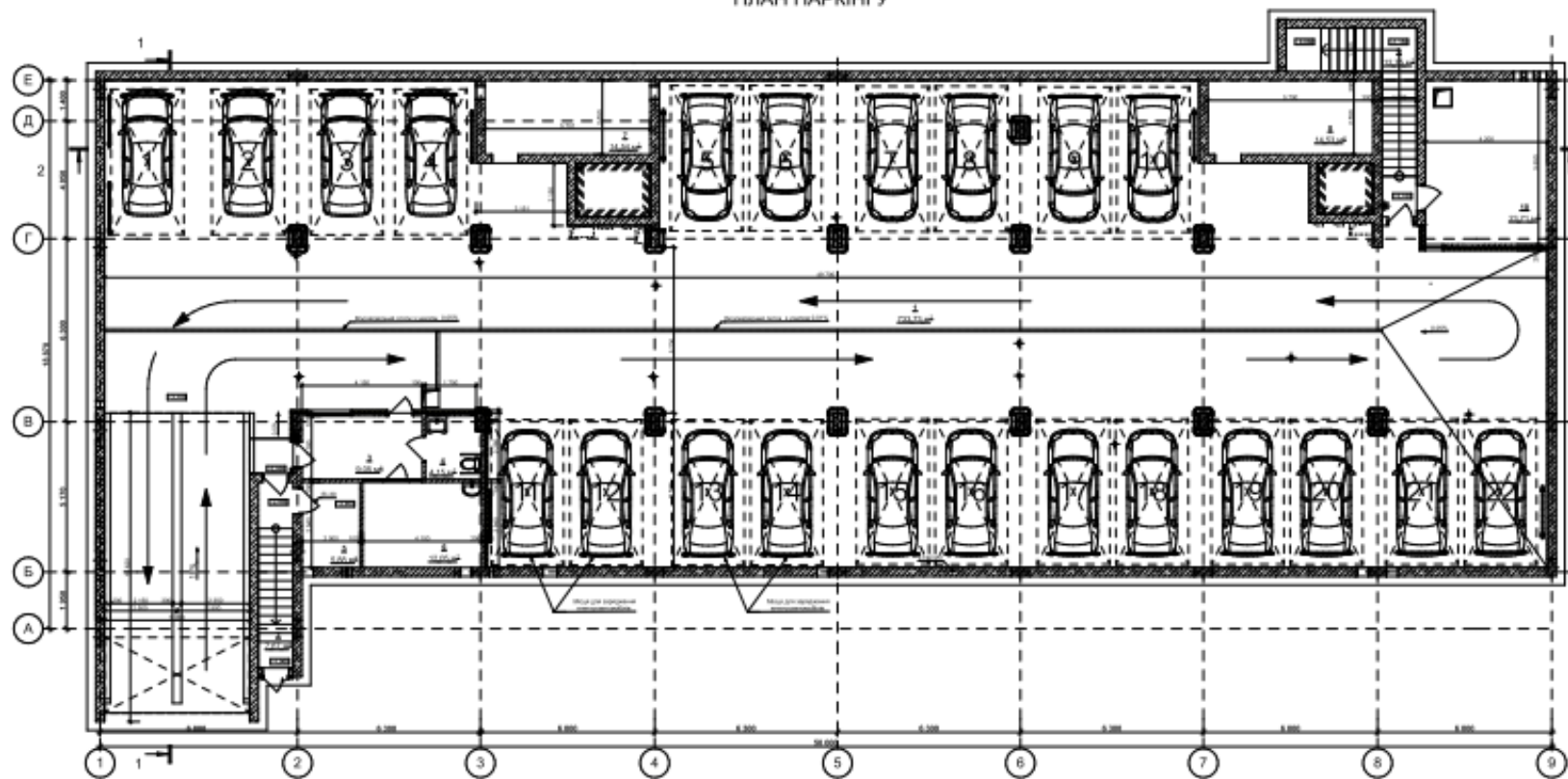
ФАСАД В ОСЯХ 1 - 9

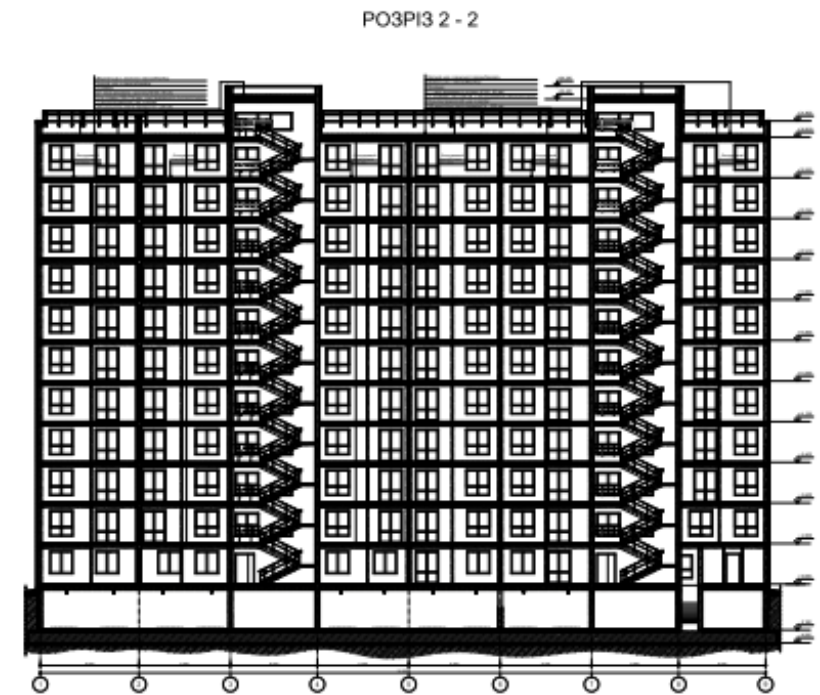
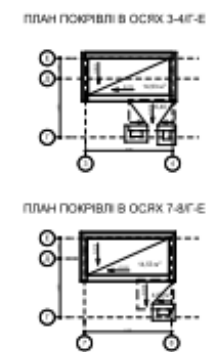
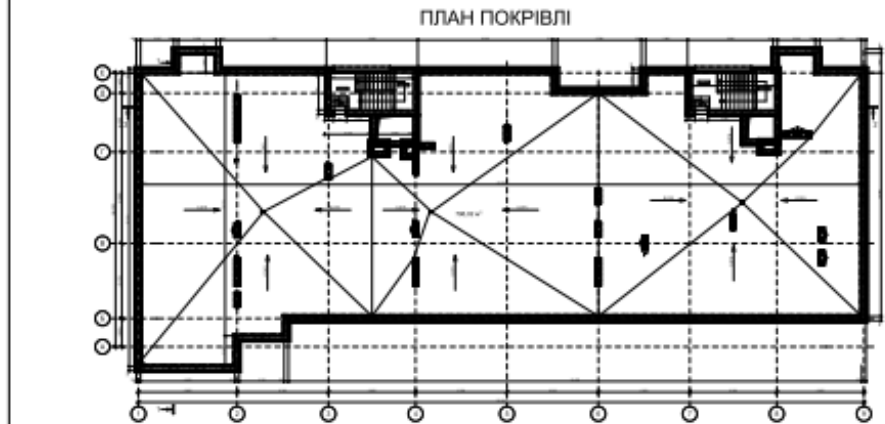
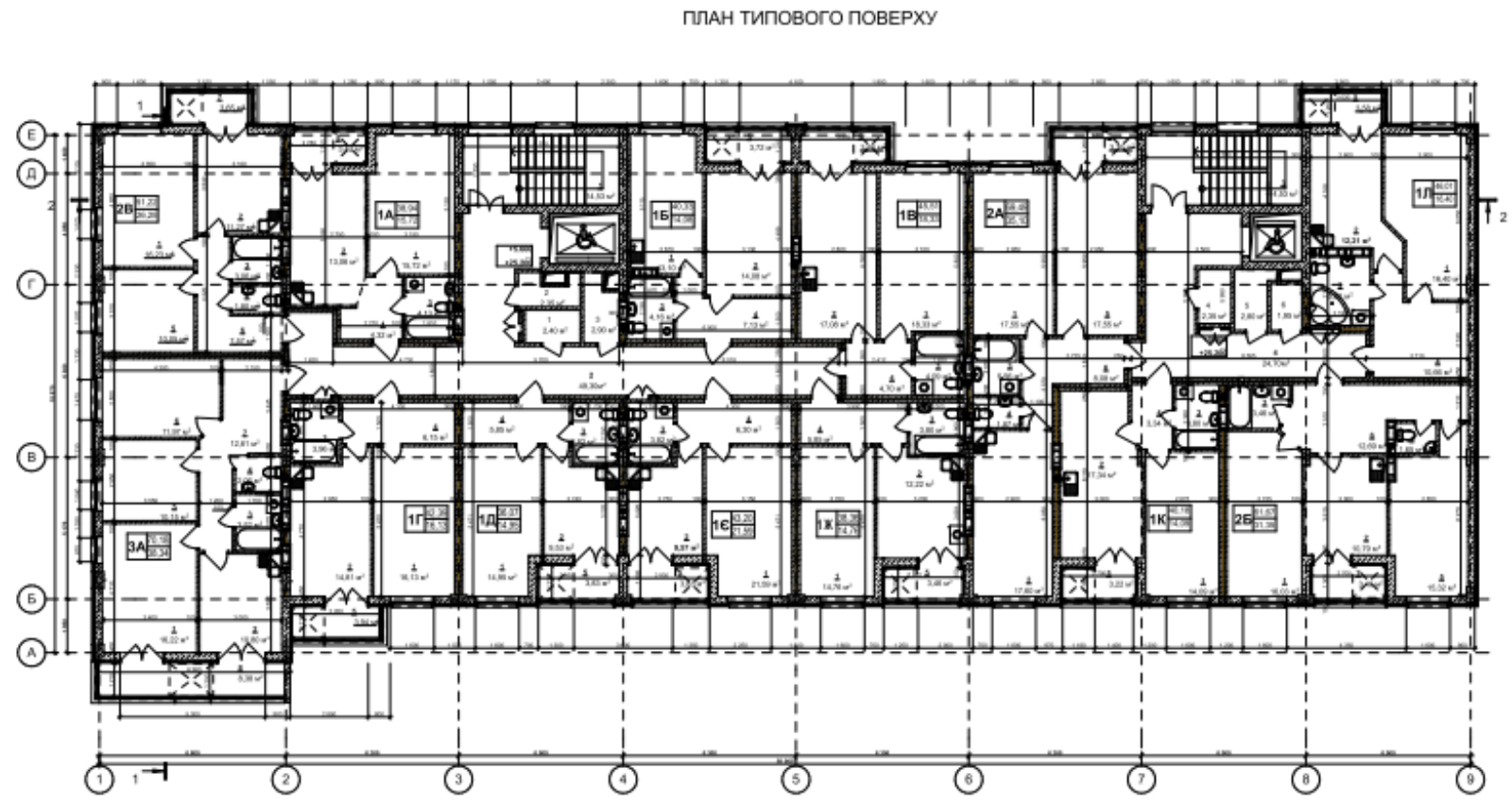
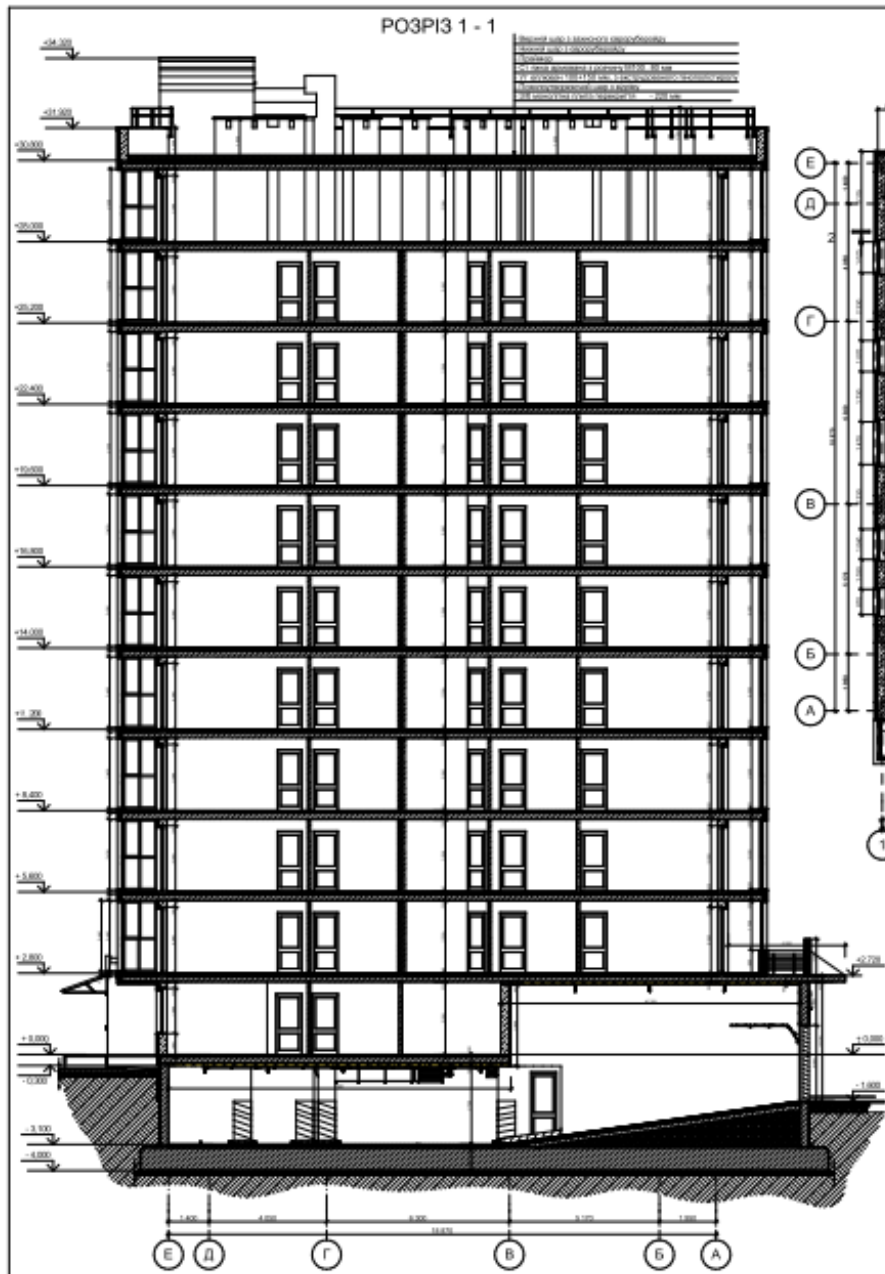


ПЛАН ПЕРШОГО ПОВЕРХУ



ПЛАН ПАРКІНГУ





ДОДАТОК

Експлікація приміщень паркінгу

| | Номер приміщення | Найменування | Площа, кв. м | Примітка |
|--|------------------|--------------------|------------------|----------|
| | 1 | Паркінг | 733,73 | |
| | 2 | Сходова клітка | 7,67 | |
| | 3 | Приміщення охорони | 9,05 | |
| | 4 | Санвузол | 4,15 | |
| | 5 | Електрощитова | 5,88 | |
| | 6 | Медпункт | 12,05 | |
| | 7 | Ніша | 14,54 | |
| | 8 | Ніша | 14,53 | |
| | 9 | Сходова клітка | 12,75 | |
| | 10 | Насосна | 23,71 | |
| | | | 838,06 м² | |

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента (ки) _____

Поповича К. А.

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему «Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно з завданням та відповідає темі, містить 12 аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку на ___ сторінках, підписана консультантами та має рецензію.

Таке природне явище як землетруси проявляється без попереджень та при цьому супроводжується, в більшості випадків, значними, а то й катастрофічним матеріальними втратами та людськими жертвами. Будівельна наука постійно приділяє увагу вивченню цього явища та відповідно вносить корективи до існуючого досвіду та норм проектування сейсмостійких будівель. Тому актуальність досліджень цього явища та узагальнення досвіду проектування будівель та споруд безумовно є актуальною, затребуваною та своєчасною.

Основним розділом МКР є розрахунково-конструкторський.

В роботі приведено результати числового моделювання на аналіз параметрів НДС елементів безригельного каркасу 12-ти поверхової будівлі на сейсмічні впливи інтенсивністю 7 балів за методикою діючого державного ДБН, а також виконано дослідження впливу стінового заповнення та варіанту його врахування для підвищення сейсмостійкості будівництва.

Обґрунтування результатів отриманих за числовими моделюваннями та висновки зроблені на основі аналізу отриманих результатів сприймаються аргументованими, переконливими, професійними з елементами наукової новизни.

На основі результатів поданих в МКР рівень підготовки та ерудиції магістра достатній для присудження кваліфікації магістра Будівництва (промислове та цивільне будівництво).

Матеріал за темою дослідження представляється цікавим, актуальним творчо опрацьованим та відповідно поданим. МКР представлена вчасно, в відведенні терміни.

Дана МКР наукового рівня, виконана та представлена на відповідному рівні. Глибина числових моделювань достатня та переконлива.

Дана робота виконана та оформлена з використанням різнопланових пакетів прикладного програмного забезпечення. Числове моделювання виконано на ППЗ «ЛПРА-САПР», яке є професійним та загальноприйнятим в світовій практиці для вирішення такого класу завдань.

Оформлення роботи виконано з дотриманням відповідних норм та стандартів.

Робота виконана та представлена в відведенні для цього терміни.

Результати досліджень носять практичну цінність та значимість. І можуть бути вагомими та основою для подальших наукових досліджень та опанування наступних рівнів кваліфікації.

Зауваження по МКР:

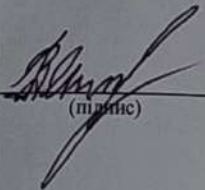
1). Первинні результати досліджень опубліковано в тезах, про які є згадка в роботі, але в переліку літературних джерел їх немає та відповідно відсутнє посилання на них.

2). За результатами досліджень розроблені інженерні конструкторські рішення, які явно в роботі не представлено, а лише приведено висновки за результатами конструкторських рішень.

В цілому МКР виконана на достатньому науково-практичному рівні, зроблені зауваження не знижують цінність результатів досліджень представлених в даній роботі, пошукач заслуговує присудження кваліфікації магістр будівництва та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» (80 б.).

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

Доцент кафедри БМГА, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Андрухов В. М.
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу

студента (ки) _____ Поповича К. А.
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему «Оцінка впливу стінового заповнення на динамічні характеристики та сейсмічну реакцію каркасної будівлі»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно з завданням та відповідає темі, містить 12 аркушах графічного матеріалу і пояснювальну записку на _____ сторінках, підписана консультантами та має рецензію.

З огляду на наслідки землетрусів, які нещодавно відбулись (Туреччина тощо) актуальність теми не викликає сумнівів.

Результати отримані на основі вивчення літературних джерел державних, світових та за числовими моделюваннями для обраного будівельного об'єкту дослідження можуть бути враховані при подальшому уточненні ДБН відповідного спрямування.

В роботі приведено результати числового моделювання на аналіз параметрів НДС елементів безригельного каркасу 12-ти поверхової будівлі на сейсмічні впливи інтенсивністю 7 за методикою діючого державного ДБН, а також виконано дослідження впливу стінового заповнення та варіанту його врахування для підвищення сейсмостійкості будівництва.

Обґрунтування результатів отриманих за числовими моделюваннями та висновки зроблені на основі аналізу отриманих результатів та вивчення та аналізу інформації з літературних джерел сприймаються аргументованими, переконливими, професійними з елементами наукової новизни

Рівень пророблення основного розділу представляється достатньо проробленим, аргументовано переконливим; спрямованих на підвищення факторів безпеки життєдіяльності в процесі експлуатації інженерних будівельних об'єктів.

За заявленою тематикою робота могла б бути кваліфікована, як наукова. Результати представлені в роботі в повній мірі відповідають такій оцінці. Результати числового моделювання представлені в роботі та саме числове моделювання виконано на достатньо-відповідному науковому рівні.

Дана робота виконана та оформлена з використанням різнопланових пакетів прикладного програмного забезпечення. Числове моделювання виконано на ППЗ

«ЛІРА-САПР», яке є професійним та загальноприйнятим не лише в державній практиці, а й в світовій практиці для вирішення такого класу завдань.

Стиль викладення записки обґрунтовальний, логічний, послідовний, та логічно сприймаємим.

Оформлення роботи виконано з дотриманням відповідних норм та стандартів.

Результати досліджень носять практичну цінність та значимість. І можуть бути вагомими та основою для подальших наукових досліджень та опанування наступних рівнів кваліфікації.

В графічній частині до роботи на достатньому для розуміння рівні представлено результати роботи. Будівельний об'єкт, для якого виконувались дослідження представлено в ГЧ та в ПЗ.

За результатами дослідження встановлено, що включення в просторову розрахункову модель конструктивних елементів кам'яного стінового заповнення, а не лише прикладанням навантаження від нього вносить значні корективи до параметрів НДС елементів каркасу. Та за результатами дослідження отримано висновок про підвищення сейсмостійкості, що вже само собою цінно з точки зору практичного значення результатів роботи.

Зауваження по МКР:

1). В пояснювальній записці мають місця виділення (в процесі розробки самої ПЗ) та не відредаговані в процесі друкування роботи.

2). Для результатів роботи було б ще гарним додатковим аргументом, приведення конкретних конструкторських рішень, а не лише їх констатація та приведення висновків за результатами конструкторських рішень.

В цілому МКР виконана на достатньому науково-практичному рівні, зроблені зауваження не знижують цінність результатів досліджень представлених в даній роботі, пошукач заслуговує присудження кваліфікації магістр будівництва та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» (80 б.).

Опонент

Доцент кафедри ІСБ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)



Слободян Н. М.

М.П.

Печатка установи, організації опонента