

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних конструкцій

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівельних конструкцій
_____ Циганенко Л.А.
підпис
« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

**На тему: «Капітальний ремонт багатоквартирного
двоповерхового будинку з метою підсилення його конструкцій»**

Виконав	_____	Охрімович А.В.
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Група		БУД 2401-1м
(Науковий) керівник	_____	Циганенко Л.А.
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: будівельних конструкцій

Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Охрімович Антон Володимирович

Тема роботи: Капітальний ремонт багатоквартирного
двоповерхового будинку з метою підсилення його
конструкцій

Затверджено наказом по університету №34/ос від "07" січня 2025р.

Строк здачі студентом закінченої роботи: "08" грудня 2025 р.

Вихідні дані до роботи:

результати обстеження технічного стану будівельних конструкцій

двоповерхового житлового будинку; виявлення причин утворення

численних пошкоджень конструкцій будівлі, що виникли у ході

експлуатації; визначити технічну можливість відновлення

експлуатаційної надійності пошкоджених будівельних конструкцій

будівлі; розробити технічні рішення щодо відновлення експлуатаційної

придатності будинку; виконати розрахунок будівельних конструкцій і

основи двоповерхового житлового будинку

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Основні засади та основні етапи при проведенні обстежень

житлових будинків. Методологія та послідовні кроки обстежень

житлових будинків. Загальні дані щодо будинку

Опис конструктивних рішень будинку. Характеристики ґрунтів та геологічної будови

ділянки. Характеристика технічного стану конструктивних

елементів будівлі, виявлені пошкодження та дефекти у елементах.

Розрахунки та розробка технічних рішень для укріплення несучих

конструкцій багатоквартирного житлового будинку з метою

виконання ремонту капітального

Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

Генеральний план та загальний вигляд двоповерхового житлового

будинку. Конструктивні рішення будівлі. Інженерно-геологічні

умови. Виявлені пошкодження на фасадах, у середині приміщень

будинку, дефекти у фундаментах та покрівлі. Розрахункова

скінченно-елементна модель будинку. Розрахункова модель будівлі із

ґрунтовим масивом. Результати розрахунків. Технічні рішення

щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі.

Результати розрахунку будівлі з підсиленням

Керівник :

(підпис)

Циганенко Л.А.

(Прізвище, ініціали)

Консультант

(підпис)

Луцьковський В.М.

(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

Охрімівич А.В.

(Прізвище, ініціали)

Анотація

Охрімович Антон Володимирович. Капітальний ремонт багатоквартирного двоповерхового будинку з метою підсилення його конструкцій – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Робота складається із змісту, вступу з загальною характеристикою роботи та її кваліфікаційних ознак, розділів основної частини, висновки за результатами МКР.

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Результати досліджень. При обстеженні конструкцій двоповерхового будинку виявлені дефекти та пошкодження, що відповідають технічному стану непридатному до нормальної експлуатації будинку. На розрахунковій скінченно-елементній моделі будинку виконані розрахунки з метою встановлення причин існуючих руйнувань будівлі, визначення несучої здатності несучих стін будівлі та фундаментів. Розроблені технічні рішення по реконструкції будівлі. З метою підсилення бутобетонних фундаментів, а також для підвищення несучої здатності основи, розроблено технічне рішення по ін'єкційному закріпленню. Підсилення зовнішніх стін рекомендується виконувати пристроєм двох зовнішніх металевих поясів зі швелера №20 з короткими парними тяжами на поперечні стіни сходових маршів і довгими парними тяжами між поздовжніми несучими стінами.

В основній частині наведена методологія обстеження багатоквартирних житлових будівель, виконано опис конструктивних рішень будинку, приведені характеристики ґрунтів та геологічної будови ділянки. Наведена характеристика технічного стану конструктивних елементів будівлі та виявлені пошкодження фасадів, фундаментів, покрівлі. Проведені розрахунки та розробка технічних рішень для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку з метою виконання капітального ремонту і зроблені загальні висновки.

У **висновках** наведено дефекти та пошкодження при обстеженні будівлі. Руйнування стін могло статися внаслідок комбінованого впливу таких факторів, як природне старіння кладки стін та їх деформація через осідання, викликане ущільненням ґрунту або недостатньою міцністю розчину фундаменту. Обчислення продемонстрували, що зменшення міцності бутобетонної кладки фундаментів на 20-80%, призводить до втрати розрахункової міцності стін, оскільки коефіцієнт запасу знижується до 0.93. Після підсилення, розрахункова несуча спроможність ґрунтів фундаменту гарантується з коефіцієнтами надійності від 1.11 до 1.25. Несуча здатність стін будівлі, укріплених посиленням фундаментом, гарантована з використанням коефіцієнтів безпеки 2.12. Міцність кладки фундаментів, укріплених і з урахуванням однорідної жорсткості ґрунтової основи, гарантується із запасом міцності 3.4.

Ключові слова: комп'ютерна модель, інженерно- геологічні умови, напружено-деформований стан, підсилення фундаментів та стін.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

1. Циганенко Л.А., Охрімівич А.В. Аналіз і визначення поточного технічного стану двоповерхового житлового будинку. Modern Movement of Science: Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Internet Conference, October 16-17, 2025. – FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, 2025. – Pp. 236-237.

2. Циганенко Л.А., Охрімівич А.В. Реалізація проєкту з масштабних відновлювальних робіт у двоповерховому багатоквартирному будинку. Global trends in science and education. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference, 20-22 October, 2025. – SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine, 2025. – Pp. 289-291.

В **додатках** наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

Структура роботи. Робота складається з основного тексту на 78 сторінках, у тому числі 12 таблиць, 83 рисунки. Текст роботи містить вступ із загальною характеристикою роботи, 3 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 22 використаних джерел, 2 додатки на 36 сторінках. Графічна частина складається з 27 слайдів мультимедійної презентації.

Зміст

Вступ	3
Розділ 1	3
Методологія обстеження багатоквартирних житлових будівель, встановлення їхнього технічного рівня та ідентифікація причин дефектів	6
1.1	6
Основні засади та основні етапи при проведенні обстежень житлових будинків	6
1.2	7
Методологія та послідовні кроки обстежень житлових будинків	7
1.3	10
Особливості проведення технічного обстеження елементів та будівельних конструкцій	10
Висновки по Розділу 1	14
Розділ 2	16
Архітектурно-конструктивні особливості будівлі та проведення технічного обстеження житлового об'єкту	16
2.1	16
Загальні дані щодо будинку	16
2.2	17
Опис конструктивних рішень будинку	17
2.3	23
Характеристики ґрунтів та геологічної будови ділянки	23
2.4	25
Характеристика технічного стану конструктивних елементів будівлі	25
2.4.1	25
Виявлені пошкодження на фасадах	25
2.4.2	38
Виявлені пошкодження у середині приміщень будинку	38
2.4.3	40
Виявлені дефекти у фундаментах та покрівлі	40
Висновки за Розділом 2	51
Розділ 3	52
Розрахунки та розробка технічних рішень для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку з метою виконання ремонту капітального	52
3.1	52
Головні задачі і розрахункова скінченно-елементна модель будівельної конструкції	52

3.2	Аналіз результатів розрахунків конструкцій будинку	57
3.3	Розробка технічних рішень для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку	66
3.3.1	Підсилення ґрунтової основи	66
3.3.2	Зміцнення стін за допомогою металевих бандажів	68
3.3.3	Послідовність операцій з усунення дефектів у вигляді тріщин	70
3.4	Аналіз результатів розрахунків конструкцій будинку з урахуванням технічних рішень по підсиленню	72
	Висновки за розділом 3	76
	Загальні висновки	77
	Список використаних джерел	79
	Додатки:	
	Додаток А. Матеріали конференції	81
	Додаток Б. Графічні матеріали	90

ВСТУП

Актуальність теми.

Наразі значну частину житлового фонду багатьох міст, включно з Краматорськом, формують будівлі, зведені у 50-70-х роках ХХ століття – типові споруди «сталінської» та «хрущовської» епох. Житло у будинках ранніх серій активно експлуатується сьогодні та користується стабільним попитом на вторинному ринку нерухомості. Разом з тим, відбувається поступове знецінення через моральну застарілість і фізичне руйнування, що в перспективі актуалізує питання щодо їх подальшої експлуатації. На жаль, сьогодення не дозволяє витратити та вкладати значні кошти в оновлення житлового фонду з мінімальною участю власників вказаних квартир, а з іншого боку з максимальним об'ємом фінансування за рахунок державних коштів та грантових програм.

У зазначених умовах для підтримки працездатного стану, розробки проєктних рішень з реконструкції та визначення перспективних напрямків модернізації типового житлового фонду важливо здійснювати детальне технічне обстеження (діагностику) конструкцій будівель. Під час виконання дослідницьких робіт, зазвичай, потрібно реалізувати комплексний підхід для встановлення фактичного стану ключових будівельних елементів і розробки способів відновлення необхідних характеристик їхньої експлуатації.

Аналіз стану наукової розробки проблеми.

Перевірка рівня стану технічного житлового будинку проводиться відповідно до чинних законодавчих та нормативних документів. В процесі інспектування застосовується повний комплект необхідних інструментів та приладів. Обстеження та розрахунки основних тримальних конструкцій відбувається на основі існуючих, новітніх та перспективних засобах і методологічних підходів із залученням вітчизняного досвіду та використання сучасних приладів.

Роботи по обстеженню і рекомендаціям складаються з чотирьох основних етапів етапи:

1. Первинний, загальний огляд.
2. Поглиблене, інструментальне дослідження.
3. Розрахунок основних тримальних конструкцій, з урахуванням результатів обстеження та діагностики.
4. Надання висновків та рекомендацій з технічними рішеннями, щодо подальшої нормальної експлуатації будівлі.

Мета дослідження.

Метою даної роботи є здійснення розрахунків будівельних елементів двоповерхового житлового будинку, що знаходиться у місті Краматорськ Донецької області, з'ясування факторів і природи дефектів споруди, а також розробка пропозицій щодо посилення та відновлення його працездатності.

Завдання дослідження.

Для досягнення визначеної цілі було сформульовано наступні задачі:

- оцінка технічного стану основних та несучих конструкцій двоповерхового житлового будинку, розташованого в місті Краматорськ, зведеного в 1950-ті роки минулого століття;
- визначення передумов виникнення серйозних пошкоджень у будівельних елементах під час функціонування об'єкта;
- визначення чітких розмірів житлових приміщень і геометричних характеристик будівельних елементів зазначеної будівлі;
- надати висновок, щодо можливості відновлення експлуатаційних характеристик і забезпечення безпечного функціонування пошкоджених конструктивних елементів будівлі;
- здійснення аналізу міцності несучих конструкцій будівлі;
- розробка інженерних рішень з метою ремонту і вдосконалення технічних характеристик будівлі.

Предмет дослідження – несуча спроможність і напружено-деформований стан основних конструкцій двоповерхового будинку.

Об'єкт дослідження – конструкція та основні елементи двоповерхового житлового будинку.

Методологія дослідження.

Процес всебічного дослідження ґрунтувався на іноземних та українських наукових роботах, даних попередніх наукових розвідок, а також на актуальних законодавчих і нормативних документах.

Апробація і публікація результатів дипломної роботи.

Результати роботи опубліковано у збірнику тез Modern Movement of Science: Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Internet Conference, October 16-17, 2025, Dnipro, Ukraine та у збірнику Global trends in science and education. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference, 20-22 October, 2025. – SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine, 2025. (додаток А).

Структура та обсяг роботи. Робота складається з основного тексту на 78 сторінках, у тому числі 12 таблиць, 83 рисунки. Текст роботи містить вступ із загальною характеристикою роботи, 3 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 22 використаних джерел, 2 додатки на 36 сторінках. Графічна частина складається з 27 слайдів мультимедійної презентації.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДОЛОГІЯ ОБСТЕЖЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ, ВСТАНОВЛЕННЯ ЇХНЬОГО ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРИЧИН ДЕФЕКТІВ

1.1. Основні засади та основні етапи при проведенні обстежень житлових будинків

На сьогодні значну частину житлового фонду багатьох міст формують будівлі, зведені у 50-70-х роках ХХ століття. Житло у будинках ранніх серій активно експлуатується сьогодні та користується стабільним попитом на вторинному ринку нерухомості. Разом з тим, відбувається поступове знецінення через моральну застарілість і фізичне руйнування, що в перспективі актуалізує питання щодо їх подальшої експлуатації.

У зазначених умовах для підтримки працездатного стану, розробки проєктних рішень з реконструкції та визначення перспективних напрямків модернізації типового житлового фонду важливо здійснювати детальне технічне обстеження (діагностику) конструкцій будівель. Під час виконання дослідницьких робіт, зазвичай, потрібно реалізувати комплексний підхід для встановлення фактичного стану ключових будівельних елементів і розробки способів відновлення необхідних характеристик їхньої експлуатації.

Перевірка рівня стану технічного житлового будинку проводиться відповідно до чинних законодавчих та нормативних документів. В процесі інспектування застосовується повний комплект необхідних інструментів та приладів. Обстеження та розрахунки основних тримальних конструкцій відбувається на основі існуючих, новітніх та перспективних засобах і методологічних підходів із залученням вітчизняного досвіду та використання сучасних приладів.

Роботи по обстеженню і рекомендаціям складаються з чотирьох основних етапів етапи:

1. Первинний, загальний огляд.
2. Поглиблене, інструментальне дослідження.

3. Розрахунок основних тримальних конструкцій, з урахуванням результатів обстеження та діагностики.

4. Надання висновків та рекомендацій з технічними рішеннями, щодо подальшої нормальної експлуатації будівлі.

1.2. Методологія та послідовні кроки обстежень житлових будинків

При виконанні робіт з обстеження житлових багатоквартирних будинків керуються чинними нормативними актами та постановами, які є одними з ключових документів [11].

Обстеження будівель та споруд зазвичай включає комплекс різноманітних заходів:

- аналіз документації технічної;
- візуальна оцінка будівель та споруд;
- вивчення специфіки поточного і планованого виробничого процесу та робочих параметрів;
- інженерно-геодезичний та інженерно-геологічний аналіз;
- ретельний огляд, обмірні роботи та ідентифікація пошкоджень;
- відбір та лабораторне дослідження проб і зразків будівельних матеріалів;
- встановлення запланованих силових впливів і зусиль;
- опрацювання отриманих даних, розробка розрахункової моделі та виконання контрольних статичних і конструктивних розрахунків;
- формулювання висновку за підсумками обстеження.

Під час опрацювання технічної документації виконується акумулювання та дослідження інформації щодо тривалості зведення об'єкта, виконання капітальних та поточних відновлювальних робіт, реконструкцій, зміни функціонального призначення споруди. Відбувається ознайомлення з архітектурно-планувальними параметрами, конструктивною системою об'єкта, проєктними матеріалами, розрахунковими навантаженнями, схемами технологічних комунікацій. Здійснюється вивчення інженерно-геологічних

характеристик місцевості, де проводилось будівництво та здійснюється експлуатація об'єкта, а також аналіз наявної проєктної документації.

У рамках візуального обстеження проводиться оцінка технічного стану окремих конструктивних компонентів і споруди в цілому. Об'єктом огляду є всі основні та зовнішні конструкції будівлі, а саме: дах, кроквяна система, міжповерхові перекриття, стінові панелі та основи. З особливою увагою вивчаються місця з'єднання деталей, величина опирання та якість зварних швів.

Під час візуального обстеження будівель зазвичай починають з огляду зовнішніх конструкцій, розташованих над землею. При інспектуванні стін визначаються ділянки з пошкодженнями, які негативно впливають на теплоізоляційні характеристики та міцність огорожувальних конструкцій

У будівлях, збудованих з панелей, особливу увагу слід приділяти з'єднанням між панелями. Неякісна герметизація цих стиків часто призводить до промерзання, збільшення проникнення вологи та вітру в приміщення.

У цегляних будівлях проводиться обстеження цегляної кладки з метою виявлення ділянок, де спостерігаються механічні пошкодження та руйнування, спричинені фізико-хімічними процесами.

Необхідно ретельно оглядати стіни, особливо ті, що мають тріщини, що виникли через неоднакову усадку фундаментів або надмірне навантаження. Зони стін зі значними пошкодженнями підлягають інструментальному обстеженню за допомогою методів неруйнівного контролю. У разі потреби, зразки матеріалів беруться для лабораторних досліджень. На основі даних, отриманих в результаті випробувань та розрахунків, проводиться більш точна оцінка фізичного зносу стін та їхніх експлуатаційних характеристик.

Під час обстеження колон необхідно ретельно оглянути їхню поверхню, ідентифікувати зони з дефектами механічного характеру, задокументувати та дослідити тріщини, а також встановити причини їхньої появи. Наявність тріщин може вказувати на корозійні процеси арматурного каркасу в бетонній структурі, втрату локальної міцності стиснутих елементів, перевищення допустимого навантаження на колони та інше.

При обстеженні перекриттів насамперед важливо оцінити загальний стан їх складових частин (балок, плит), а потім – стан підлог. Якщо виявлено значні деформації, розколини, ознаки зносу матеріалу, потрібно виконати більш детальне обстеження. Також слід уточнити глибину опирання елементів на опорну конструкцію, що може призвести до зміни розрахункової моделі.

Під час обстеження даху першочергове значення має оцінка стану основних елементів, що несуть навантаження: кровляної системи, обрешітки, розкосів та мауерлату в похилих дахах. Також необхідно ретельно перевірити теплоізоляційний шар та зовнішнє покрівельне покриття.

Після первинного візуального обстеження, як правило, виникає потреба у більш поглибленому аналізі. На цьому етапі проводять комплексні дослідження для встановлення фактичних фізико-механічних властивостей матеріалів за допомогою неруйнівних методів контролю та лабораторних випробувань. Здійснюється уточнення та систематизація дефектів і пошкоджень елементів конструкцій, їх з'єднань та вузлів.

Необхідно провести збір даних щодо величини статичних і динамічних навантажень та дій, що впливають на конструкції. Також потрібно деталізувати розрахункову модель основних несучих елементів для виконання статичного та контрольного аналізу.

Дані, отримані в процесі обстеження об'єкта, піддаються аналізу та використовуються для проведення статичних і розрахунків будівельних конструкцій. Це робиться з метою остаточної оцінки їх міцності та функціональної придатності. Під час аналізу визначаються зусилля в елементі, деформація та зсуви конструкцій в цілому та їх окремих складових. Фактичні показники зіставляються з нормативними вимогами.

Розрахунки міцності та стійкості проводяться на основі фактичних розмірів, прикладених зусиль і справжніх механічних характеристик матеріалів, з яких виготовлені конструкції. При цьому допускається застосування різних підходів до обчислень.

Після завершення комплексу робіт з обстеження об'єкта необхідно підготувати звіт про технічний стан конструкцій та будівлі в цілому, що включає:

- опис завдань для обстеження;
- досліджені оригінальні проектні та технічні документи;
- інформація про осіб, які здійснювали обстеження, та дату/час його проведення;
- загальна характеристика об'єкта: стислий огляд архітектурно-планувальних особливостей, функціонального призначення та режиму використання споруди;
- дані обстеження: відомості, отримані в результаті ретельного аналізу технічного стану об'єкта;
- розрахункове обґрунтування: підсумки розрахунків, що підтверджують надійність і міцність конструкцій;
- висновки і рекомендації для підсилення (за необхідністю) і врахувати техніку безпеки.

1.3. Особливості проведення технічного обстеження елементів та будівельних конструкцій

1. Оцінка стану основ і фундаментів.

При модернізації будівель та споруд першочерговим завданням є встановлення міцності та стабільності ґрунтової основи та фундаментів. З цією метою проводяться геологічні та гідрогеологічні вишукування на ділянці забудови, інженерно-геологічна оцінка ґрунтів, що слугують основою, та технічне обстеження фундаментів.

Інженерно-геологічні дослідження ґрунтів під фундаментами та самих фундаментів проводяться у таких випадках: коли виявляються деформації надземних конструкцій споруд, зумовлені, ймовірно, нерівномірними осіданнями ґрунтової основи; за браком проектної документації; при збільшенні або зміні величини та типу навантаження; під час реконструкції з облаштуванням підземних приміщень; при зведенні прибудов тощо.

Обстеження здійснюється шляхом копання відкритих виробок (шурфів). Їх число та розташування встановлюються проектною документацією. Вертикальний розмір виробок повинен перевищувати рівень закладення фундаменту на 500-1000 мм.

У процесі обстеження одночасно ідентифікують конструктивне рішення, габаритні розміри та рівень заглиблення фундаменту, наявність і тип гідроізоляційного шару, а також фізико-механічні властивості матеріалу фундаментної основи. Крім того, встановлюють дефекти фундаменту та розбіжності з проектною документацією.

2. Діагностика/аналіз стану елементів будівель із бетону та залізобетону

Під час обстеження бетонних і залізобетонних конструкцій будівлі, всі ідентифіковані недоліки класифікуються на дві основні категорії:

- дефекти, які зменшують несучу спроможність;
- дефекти, що погіршують умови звичайної експлуатації конструкцій.

Для бетонних та залізобетонних конструкцій типовими пошкодженнями є тріщини різного характеру: поперечні, косі, в зоні обпирання та інші. Насамперед приділяють увагу цим дефектам та аналізують їхню ширину, глибину розкриття.

Одним із завдань обстеження є дослідження стану бетону в зоні стиснення згинальних елементів. Руйнування бетону в стиснутій зоні перерізу призводить до зниження несучої здатності конструкції.

Під час інспектування бетонних та залізобетонних елементів проводиться оцінка стану арматурного каркасу, зокрема інтенсивності корозійних процесів. Деградація арматури, зумовлена корозією, призводить до утворення тріщин і відколювання бетонного шару.

На етапі попереднього дослідження слід здійснити оцінку приблизної міцності бетону та арматурної сталі. Дані параметри визначаються із використанням різноманітних методик.

3. Оцінювання технічного стану кам'яних та армокам'яних конструкцій

Під час огляду кам'яних та армокам'яних конструкцій визначаються типові розбіжності з нормативними положеннями та проєктними задумками. З'ясовуються реальні габарити складових частин конструкції, спосіб з'єднання стін між собою та елементами перекриття, обсяг деформацій і обпирання збірних елементів, наявність та міра руйнування металевих деталей.

Під час ідентифікації дефектів і пошкоджень (таких як тріщини, викривлення, просідання) необхідно приділяти особливу увагу з'ясуванню факторів, що зумовили їх появу.

Виявлені в несучих кам'яних стінах дефекти у вигляді тріщин аналізуються з точки зору їх впливу на здатність конструкції витримувати навантаження на стиск. Причинами появи таких пошкоджень можуть бути: недотримання будівельних норм під час зведення споруди, неоднорідна осадка фундаменту, пов'язана з різною здатністю ґрунтів до ущільнення, наявність ґрунтів з низькою несучою здатністю, локальне осідання частини будівлі. Також, виникнення тріщин може бути спровоковане будівельними роботами, що проводяться в безпосередній близькості до об'єкта. В рамках інспекції відбираються зразки матеріалу для лабораторних досліджень, що дозволяють визначити деформаційні та міцнісні властивості кладки, її якість та інші важливі параметри.

4. Оцінка технічного стану конструкцій металевих.

Обстеження металевих конструкцій, враховуючи специфіку їх проектування, зведення та експлуатації, характеризується рядом відмінностей від інших видів обстежень. Металеві конструкції зазвичай легкодоступні для огляду та вимірювання. Важливо приділяти пильну увагу питанням, що стосуються міцності стиснутих елементів, зважаючи на їх тонку стінку. Особливу увагу зосереджують на перевірці вузлових з'єднань – відповідність проєктній документації, прямолінійність стрижнів, наявність сполучних пластин, особливо у стиснутих стрижнях. Також визначають перевищення граничних прогинів, кутів нахилу та інших деформацій. У вузлових з'єднаннях необхідно дослідити стикування та перетини, орієнтацію зварних швів, зміни

перерізів елементів. Особливо ретельно проводять обстеження з'єднань елементів з ексцентриситетом відносно центру ваги зварних швів. Обов'язковою є перевірка всіх клепаних та болтових з'єднань на предмет виявлення тріщин, підрізів, напливів, пор, пропалів. Для контролю якості зварних швів застосовують різноманітні методи, включаючи висвердлювання, магнітний, магнітографічний та рентгенівський контроль.

Під час інспектування конкретних типів металевих конструкцій визначають ключові елементи, що мають найбільше значення, та характерні для них дефекти. Оцінюють характеристики металу, зокрема, його стійкість до крихкого руйнування. У сталевих стояках перевіряють наявність ушкоджень, викликаних механічним впливом, у зонах з інтенсивним рухом людей або транспорту, а також стан кріплення колон до фундаментів. У металевих перекриттях особливу увагу приділяють верхнім, розтягнутим елементам. Детальний огляд проводять для конструкцій, що знаходяться поряд із джерелами масового виділення тепла, у зонах дії вібраційних навантажень, в агресивних хімічних середовищах та інших особливих умовах експлуатації.

5. Перевірка стану дерев'яних конструкцій.

Оглядаючи дерев'яні конструкції, насамперед слід проаналізувати умови їх використання, ідентифікувати погано провітрювані простори, зони з високою вологістю та місця регулярного потрапляння вологи на дерев'яні деталі. Особлива пильність приділяється факторам, які впливають на міцність та стійкість конструкції: розбіжності фактичних габаритів від запланованих, присутність значних дефектів та недопустимих вад матеріалу, невідповідність параметрів та кількості з'єднань проектним значенням. Важливо враховувати наявність надмірних деформацій та відхилень від вертикалі, недотримання температурно-вологісного режиму, і не забути ділянки з підвищеною вогкістю. У разі перенасичення дерев'яних елементів вологою можливе виникнення гниття та розповсюдження ушкоджень, викликаних розвитком грибків, які споживають органічні компоненти деревини.

Для визначення наявності пошкоджень в елементах конструкції, в тому числі у важкодоступних зонах, виконуються часткові демонтажні роботи

підлог, перегородок, стель, балок, опор, ферм у визначених місцях. З отриманих ділянок відбираються проби деревини для подальшого лабораторного мікологічного дослідження.

Міцність деревини визначається залежно від породи (наприклад, сосна, ялина, кедр, модрина) на основі стандартних нормативних значень або за результатами випробувань спеціально підготовлених зразків.

Під час комплексного огляду дерев'яних конструкцій перевіряється якість виготовлення та стан металевих елементів кріплення, таких як пластини, болти, скоби, обручі та інші.

Висновки по Розділу 1

Зазвичай, після проведення візуального огляду та ретельного обстеження, вдається визначити природу та першопричини появи певних дефектів і пошкоджень.

Найчастіші фактори, що призводять до пошкоджень та аварійних випадків:

- використання низькоякісних будівельних матеріалів або комплектуючих під час зведення або реконструкції будівель;
- недотримання встановлених правил безпечної експлуатації будівель і споруд, а також ігнорування вимог з охорони праці;
- зниження міцності ключових з'єднань у конструкціях внаслідок виявлених недоліків та відхилень від затвердженої проектної документації;
- перевищення проектних навантажень на елементи конструкцій у процесі зведення, модернізації або проведення відновлювальних робіт;
- недостатня міцність несучих систем і окремих елементів конструкцій;
- осідання основ, зумовлене погіршенням опірності ґрунтів основи та їхніми деформаціями;
- неправильні проектні рішення: помилки у плануванні та розробці проекту; недоліки проектування;
- недостатня компетентність та низький професійний рівень виконавців робіт; залучення некваліфікованого персоналу;

- природні катаклізми та техногенні катастрофи; непередбачувані надзвичайні ситуації.

За загальними даними, недоліки на етапі розробки проєктів спричиняють від 20 до 25 відсотків аварійних ситуацій. Аналогічна частка випадків зумовлена прорахунками під час зведення споруд. Решта інцидентів виникає внаслідок неналежного користування будівлями.

Наразі, значна частина аварійних випадків у багатоповерхових будинках спричинена невідповідною експлуатацією та неналежним доглядом з боку організацій, що відповідають за утримання будівлі. За умови ретельного та сумлінного виконання своїх обов'язків персоналом житлово-комунального сектору, можливо запобігти або зменшити число і масштаби пошкоджень, недоліків та надзвичайних ситуацій.

РОЗДІЛ 2

АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ БУДІВЛІ ТА ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ЖИТЛОВОГО ОБ'ЄКТУ

2.1. Загальні дані щодо будинку

Об'єкт, що підлягає обстеженню, зведений у 1957 році та знаходиться у межах наявної міської житлової забудови міста Краматорськ по вулиці Василя Стуса, будинок номер 14 (див. рис. 2.1).

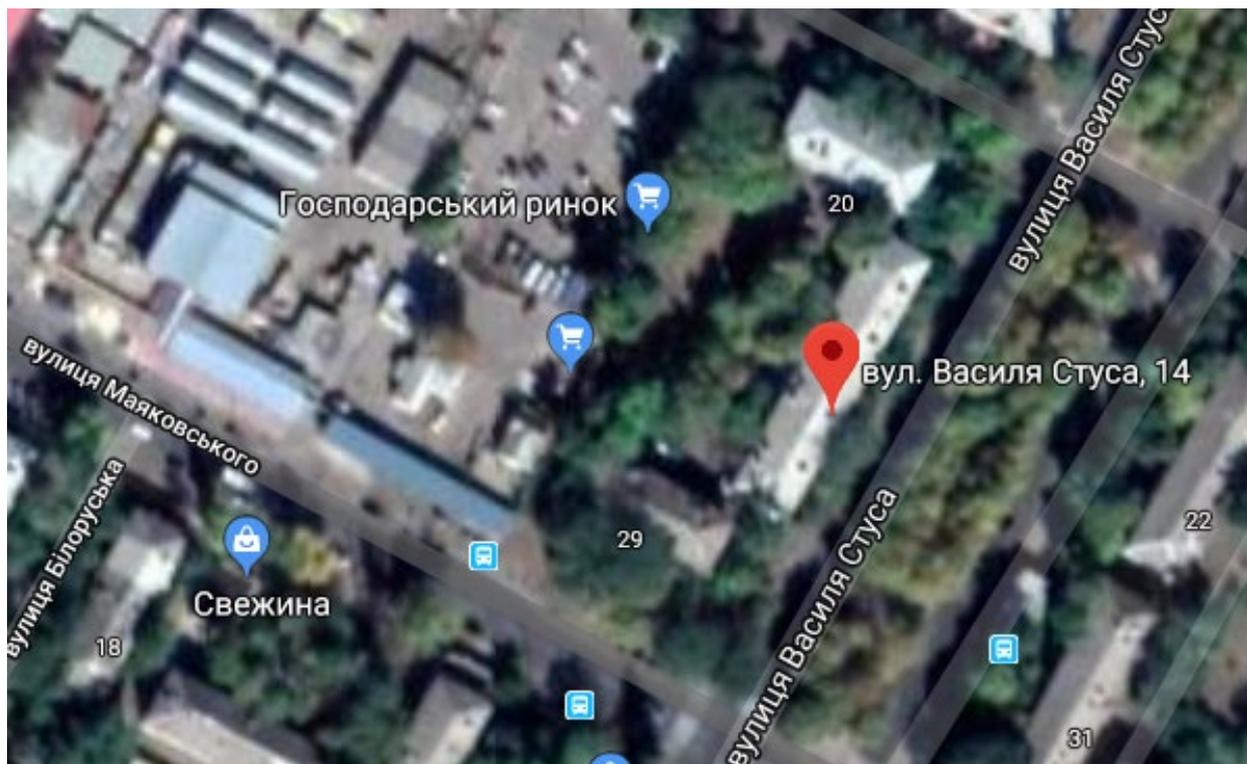


Рис. 2.1. Положення будинку на карті

Рельєф місцевості характеризується відносно рівним характером з невеликими перепадами висот. Поперечний схил сягає максимум 3%, а поздовжній (вздовж вулиці Василя Стуса) – не перевищує 0.7%. Будівля належить до класу наслідків СС2.

Відповідно до Державного класифікатора будівель та споруд, дана будівля класифікується як багатоквартирний житловий будинок типової забудови (з кодом 1122.1).

Інформація щодо проектної документації на будівлю та відомості про будівельну компанію, яка здійснювала будівельні роботи, не були виявлені (відсутні в архівах).

Згідно зі свідченнями жителів будинку, пошкодження накопичувалися поступово, але мали періоди загострення після інцидентів з комунікаціями, частих коливань температури та сильних злив. Мешканці зауважили перші суттєві тріщини після 2010 року. При цьому, найбільші дефекти спостерігаються в несучих елементах квартир другого під'їзду, де розташований лічильник обліку води (вузол водоміра). Найменше постраждали квартири третього та четвертого під'їздів.

У 2018 році по периметру зовнішніх несучих стін було змонтовано два контури з еластичних стяжок. Проте, ця технічна міра не призвела до покращення ситуації з розширенням наявних та виникненням нових пошкоджень у вигляді тріщин. Враховуючи задані габарити будівлі в плані (60000×12500 мм), використання тяжів вважається недоцільним. Це зумовлено тим, що зусилля натягу, які виникають при фактичних розмірах перерізу, є недостатніми, а низька здатність тяжів чинити опір згину не запобігає відхиленню зовнішніх стін по довшій стороні від їхньої площини.

2.2. Опис конструктивних рішень будинку

Конструктивна система будинку характеризується частковим каркасом, де основне навантаження несуть зовнішні стіни. Додаткову підтримку забезпечує центральний ряд цегляних стовпів, на які опираються залізобетонні балки. Просторова міцність та стійкість конструкції досягається завдяки міцному з'єднанню зовнішніх стін, горизонтальним міжповерховим перекриттям та конструкціям даху, що діють як єдине ціле. Основою споруди слугують стрічкові фундаменти з бутобетону, а стіни зведені з суцільних шлакоблоків.

Перекриття між поверхами змонтовані з готових залізобетонних елементів. Панелі перекриття розташовані вздовж будівлі. Підлога першого поверху виконана з використанням дерев'яного покриття на дерев'яних балках з підпідлоговим простором, висота якого коливається від 200 мм до 1100 мм. Дах покритий хвилястими азбестоцементними листами.

Будівля має обштукатурений та пофарбований фасад. На прилеглий території проведено роботи з облаштування. Відмостка навколо будівлі виконана з суцільного бетону. Найменша ширина відмостки з тильного боку становить 900 мм, а з боку парадного (подвір'я) – 1600 мм. Розміри наявної відмостки детально показані на обмірних кресленнях (рис. 2.3).

Опалення – від централізованої системи. Водопостачання і водовідведення – підключені до загальноміських мереж. Під час інспекції було виявлено, що система каналізації у підвальному приміщенні функціонувала некоректно через недостатній ухил випускної каналізаційної труби відносно оглядового колодязя колектора каналізації.

Будівля має наступні розміри: довжина – 60000 мм; ширина – 12450 мм; висота – 10500 мм (рис. 2.4-2.6). Значення висоти кожного поверху – 3100 мм. Стрічкові фундаменти заглиблені на 2100 мм. Проектна висота підпілля становить 1200 мм, проте фактичні виміри показують коливання від 200 мм (під центральним рядом колон) до 1100 мм (поблизу зовнішніх стін). Загальний вигляд споруди представлено на рисунку 2.2.



Рис. 2.2. Зовнішній вигляд будинку

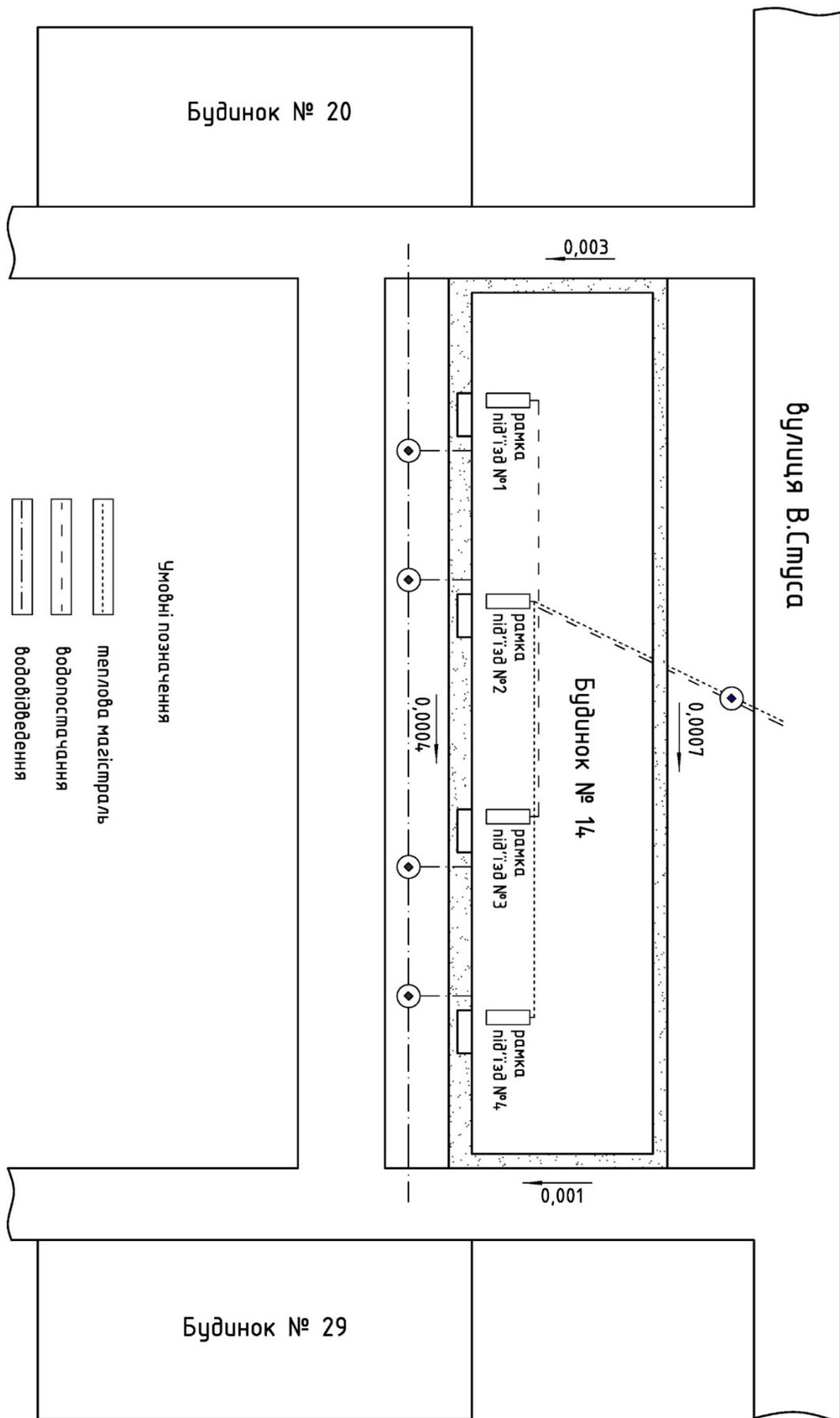


Рис. 2.3. Генплан будинку

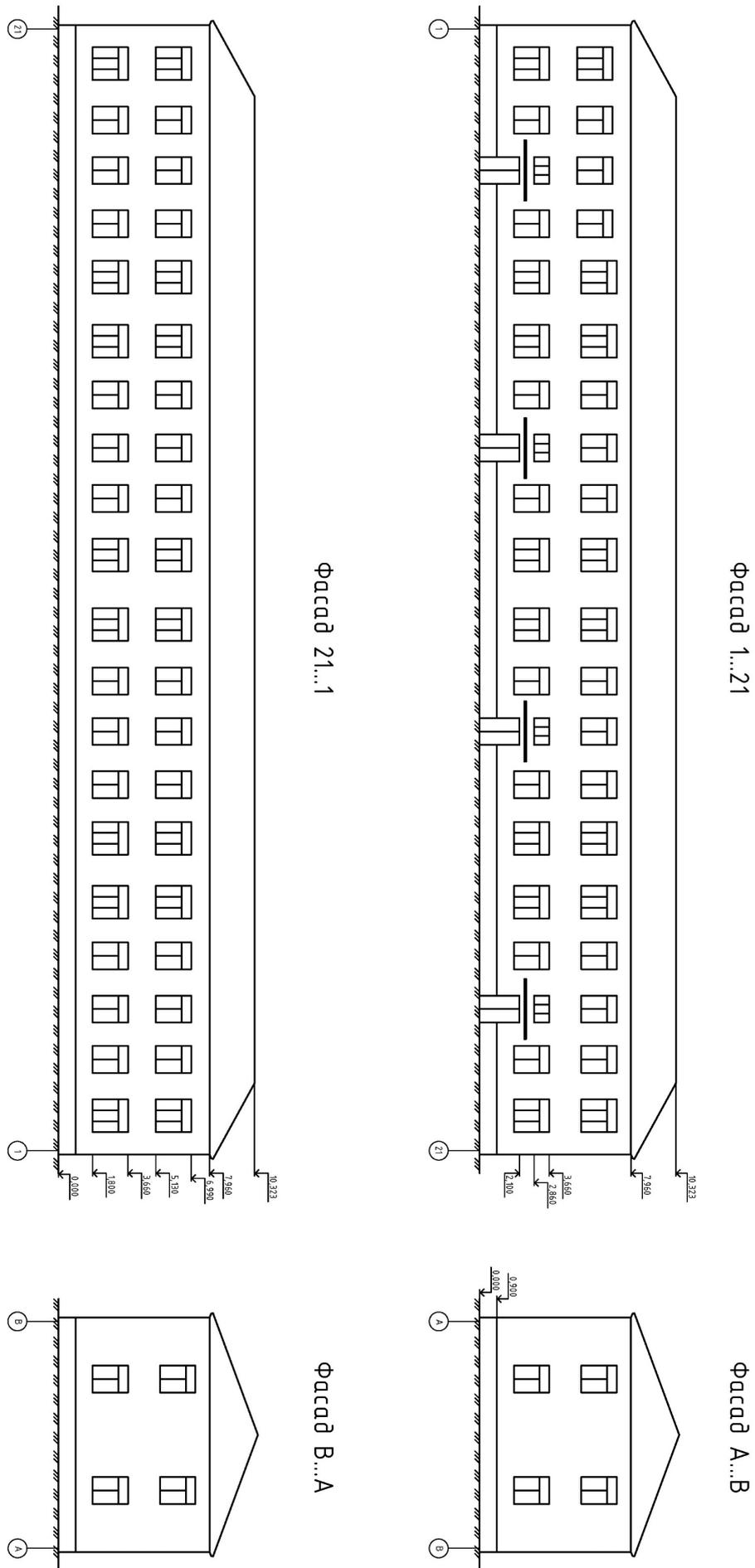
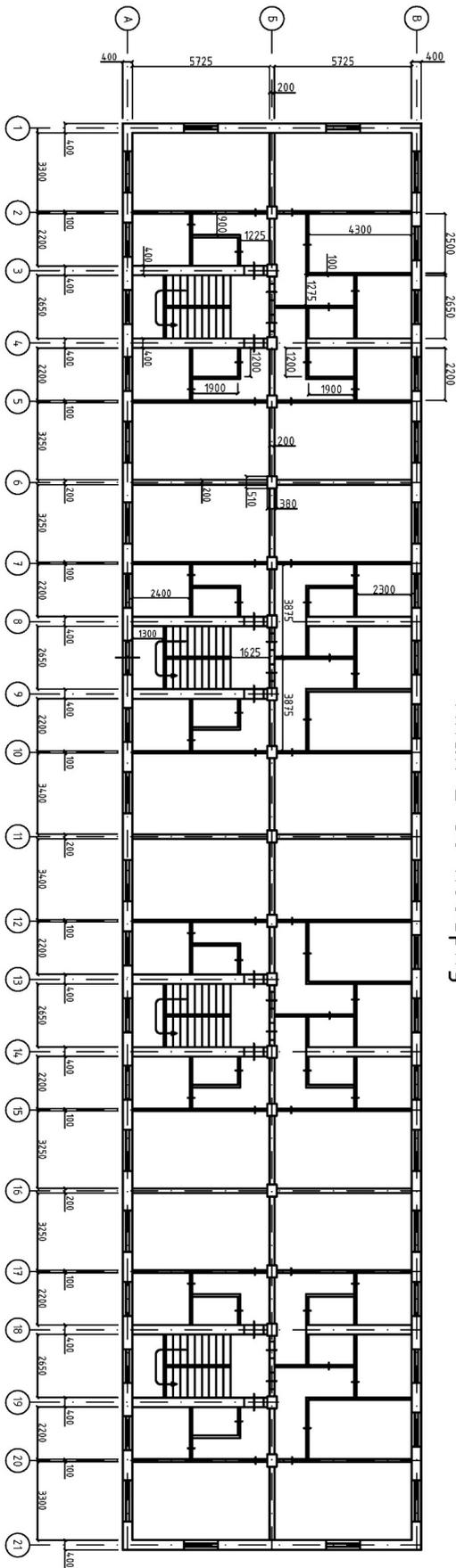
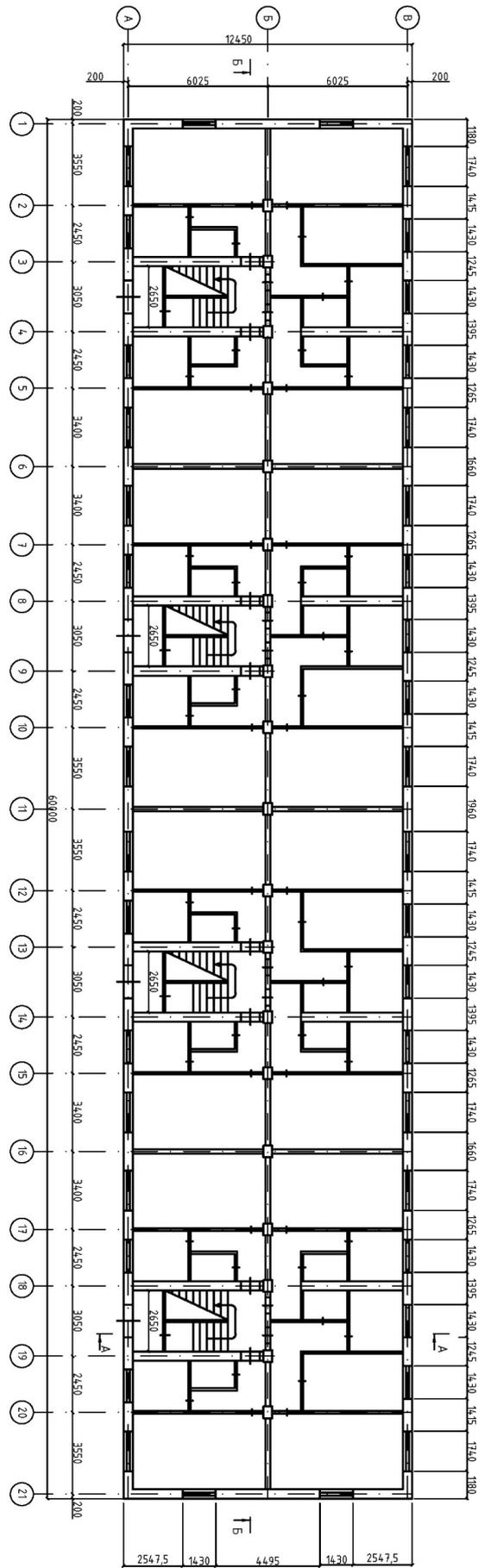


Рис. 2.4. Фасады



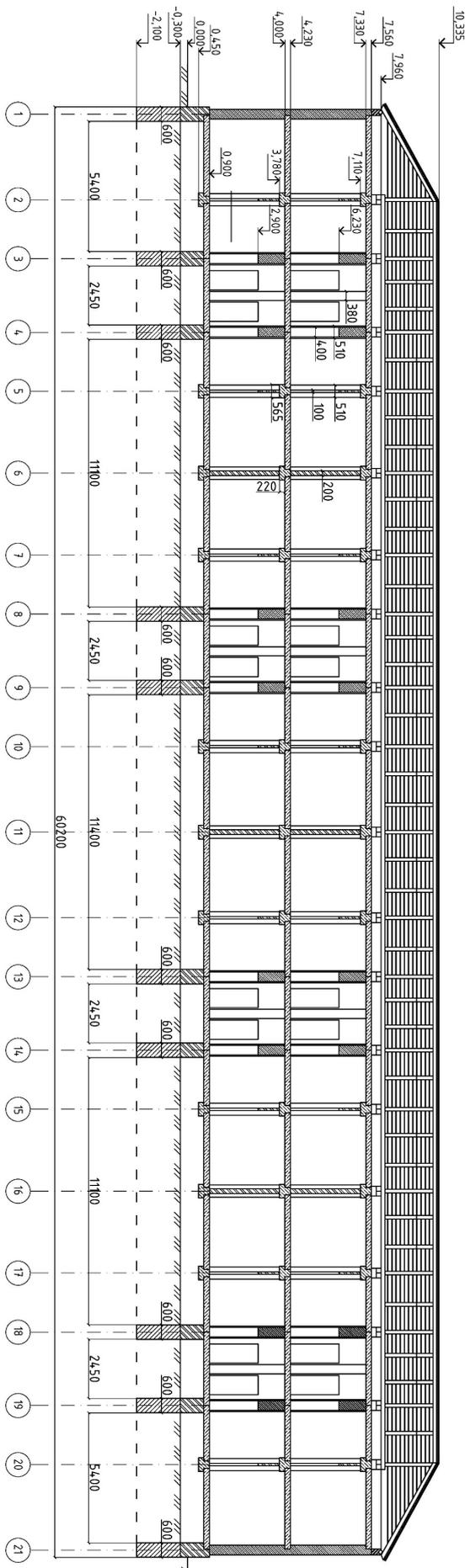
План 2-20 поверху



План 1-20 поверху

Рис. 2.5. Плани першого і другого поверхів

Розріз Б-Б



Розріз А-А

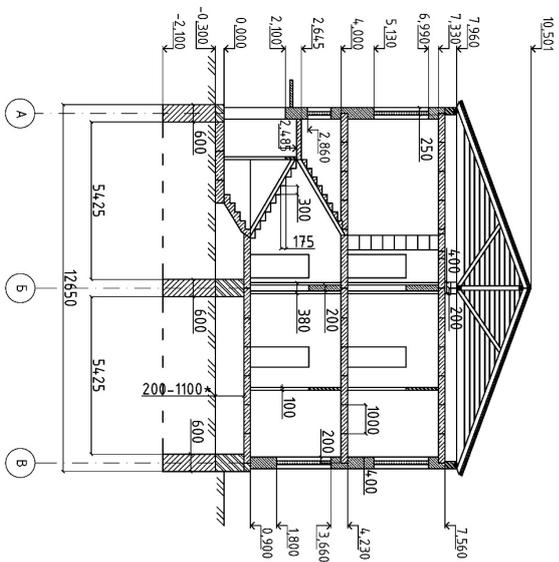


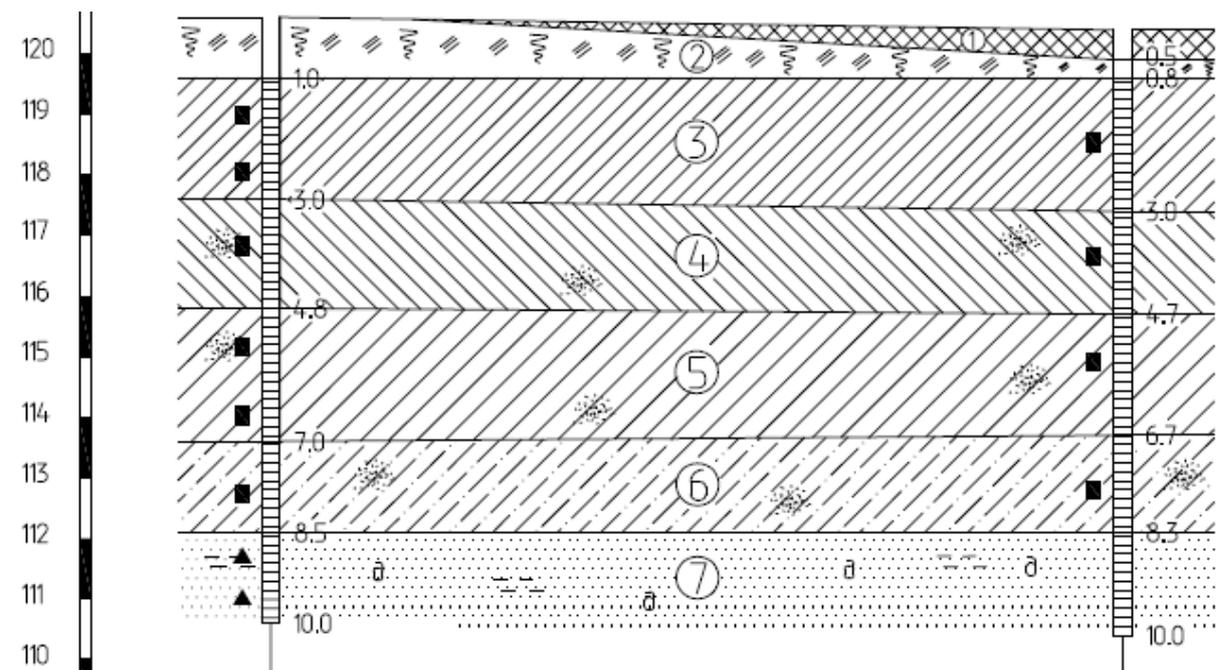
Рис. 2.6. Розрізи

2.3. Характеристики ґрунтів та геологічної будови ділянки

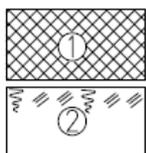
Інженерно-геологічні висновки щодо стану ґрунтів базуються на даних (рис. 2.7-2.8), отриманих в результаті аналізу технічного звіту, підготовленого спеціалізованою установою.

На основі наявної інженерно-геологічної інформації, досліджувана територія характеризується середнім рівнем складності (друга категорія).

Основа фундаментів представлена суглинками бурого та коричнево-бурого забарвлення з червонуватим відтінком. Ґрунти характеризуються твердою консистенцією (ІґЕ 3) і у водонасиченому стані переходять у тугопластичний стан (згідно з рис. 2.7). Загальна товщина шару становить від 2000 до 2200 мм. Глибина розрахункова промерзання ґрунтів глинистих складає 1100 мм.



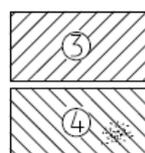
Умовні позначення:



ІґЕ << 1 >> Насипний шар: ґрунти, суглинки, з включенням будівельного сміття, злежаний. $R_0=100\text{кПа}$.



ІґЕ << 2 >> Ґрунто-рослинний шар коричнево-чорний, чорний, суглинчастий, гумусований.



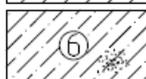
ІґЕ << 3 >> Суглинок коричнево-бурий з червоним, твердої консистенції.



ІґЕ << 4 >> Суглинок коричневий з червоним, з включенням жовтих карбонатів, пісковистий, твердої консистенції.



ІґЕ << 5 >> Суглинок коричнево-червоний, з прошарками піску, твердої консистенції.



ІґЕ << 6 >> Супісок жовто-коричневий, коричневий, з прошарками піску, твердої консистенції.



ІґЕ << 7 >> Пісок жовто-коричневий, жовтий, дрібний, глинистий, з включенням жорсткві, малого ступеню водонасичення, середньої щільності.

Рис. 2.7. Типи ґрунтів по перерізу

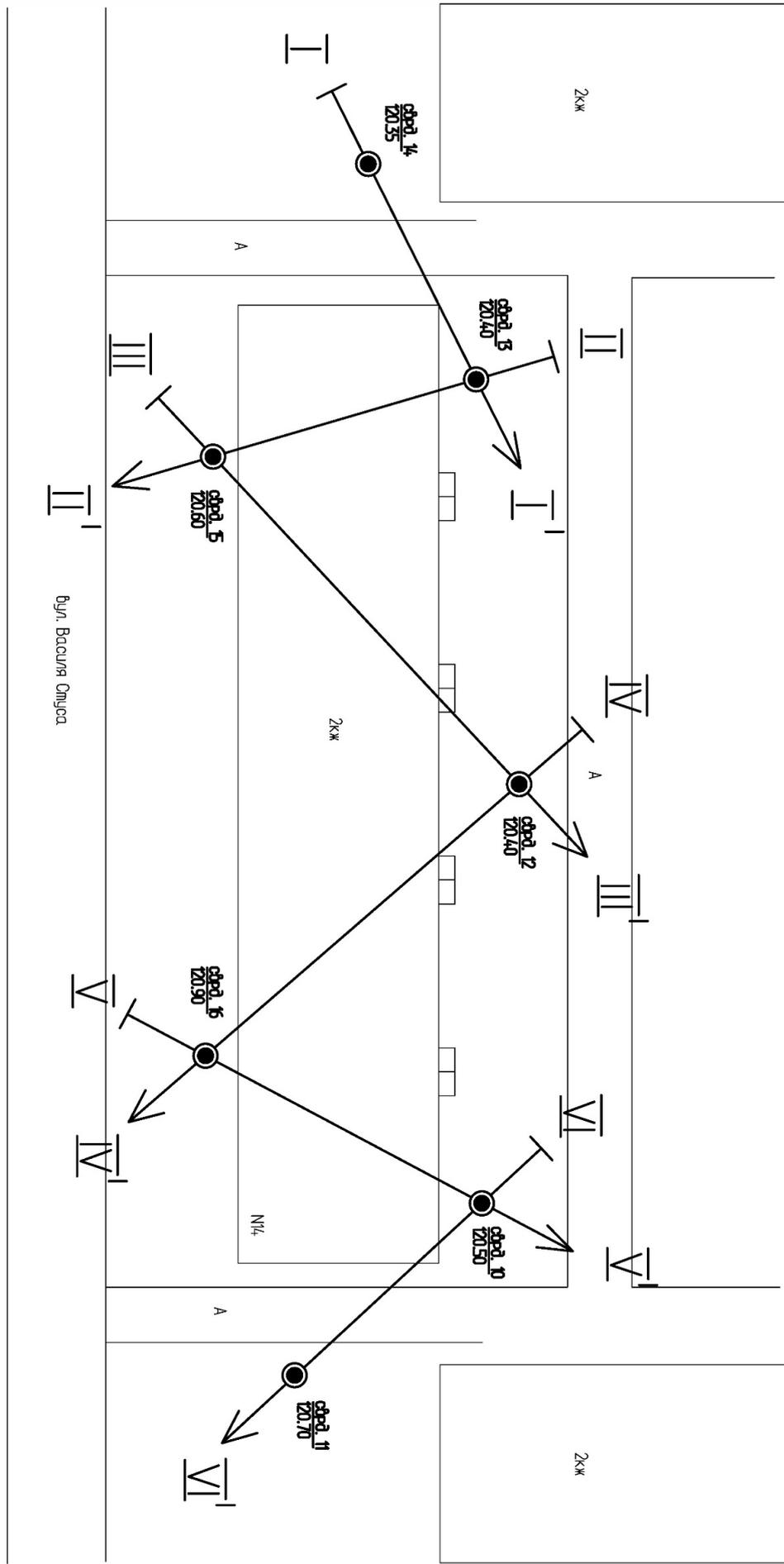


Рис. 2.8. Розташування свердловин і напрямків перерізів

У процесі буріння свердловин до позначки 10000 мм підземні води не були виявлені. Однак, згідно з інженерно-геологічною будовою, в зоні дослідження знаходяться водонепроникні суглинки ІГЕ "3-5". Слід зазначити, що в періоди рясних атмосферних опадів або витоків із водопровідних комунікацій, на цих суглинках можливе утворення лінз ґрунтових вод, так званої "верховодки".

З огляду на сейсмічну характеристику, ґрунти будівельного майданчика класифікуються як ґрунти ІІ категорії

Одним із негативних факторів, що ускладнюють інженерно-будівельні роботи на досліджуваній міській території, є перезволоження ґрунтів до критичних показників.

Окрім того, серед потенційних негативних факторів виділяються: вірогідна зміна природного дренажу поверхневих вод внаслідок земляних робіт та планування місцевості; влаштування основ споруд. Під час будівельних робіт, а також у процесі подальшої експлуатації будівель, рекомендовано запобігати перезволоженню ґрунтів, забезпечити належне водовідведення з поверхні.

2.4. Характеристика технічного стану конструктивних елементів будівлі

Позачергове обстеження будівельних конструкцій було здійснено у зв'язку з виявленням значної кількості дефектів та пошкоджень. Проведення обстеження обумовлене потребою у виконанні ремонтних робіт будівлі.

2.4.1. Виявлені пошкодження на фасадах

Пошкодження фасадів, зафіксовані під час обстеження, систематизовано в таблиці 3.1. На основі візуальної оцінки, враховуючи наявні дефекти, технічний стан споруди класифікується як 3 – "непридатний до безпечної експлуатації". Реставраційні роботи на стінах слід проводити після з'ясування та ліквідації факторів, що спровокували виникнення ушкоджень (диференційоване осідання та природне старіння фундаментів).

Таблиця 2.1. Виявлені дефекти та пошкодження, що стосуються фасадів

Маркування дефектів (пошкоджень)	Ділянка конструкції з виявленим дефектом (пошкодженням)	Описання дефектів (пошкоджень)
1	2	3
ДФ№ 1-6	Зона фасаду між осями «В-А». Рис. 2.9	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 4.50 м, 3.30 м, 7.20 м, 3.0 м, 1.70 м, 0.95 м.
ДФ№ 7-9	Зона фасаду між осями «1-3». Рис. 2.10	На стіні виявлено вертикальні тріщини на різних рівнях довжинами 0.99 м, 1.70 м, 0.91 м.
ДФ№ 10-12	Зона фасаду між осями «3-4». Рис. 2.11	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 1.10 м, 4.5 м, 2.8 м
ДФ№ 13-15	Зона фасаду вздовж осі «5» Рис. 2.12	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 1.80 м, 1.4 м, 0.91 м
ДФ№ 16-17, 19-22	Зона фасаду між осями «7-8». Рис. 2.13	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 0.95 м, 1.7 м, 3.3 м, 2.6 м, 2.4 м, 0.91 м.
ДФ№ 18	Зона фасаду між осями «7-10». Рис. 2.14	На стіні спостерігається діагональна щілина, що тягнеться від карнизу до верхнього краю вікна другого поверху, її протяжність складає 1.1 м
ДФ№ 23-24	Зона фасаду між осями «11-13». Рис. 2.15	На стіні виявлено вертикальні тріщини на різних рівнях довжинами 3.50 м та 1.75 м.

ДФ№ 25-26	Зона фасаду між осями «12-14». Рис. 2.16	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 2.65 м і 3.1 м
ДФ№ 27-28	Зона фасаду між осями «14-15». Рис. 2.17	На стіні виявлено вертикальні тріщини на різних рівнях довжинами 4.50 м та 0.98 м
ДФ№ 29-30	Зона фасаду між осями «15-16». Рис. 2.18	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 0.99 м і 0.91 м
ДФ№ 31-32	Зона фасаду між осями «16-17». Рис. 2.19	На стіні виявлено похилі тріщини на різних рівнях довжинами 2.15 м та 0.89 м
ДФ№ 33-35	Зона фасаду між осями «18-19». Рис. 2.20	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 1.1 м, 1.75 м, 3,1 м
ДФ№ 36-37	Зона фасаду між осями «19-21». Рис. 2.21	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 2.15 м, 0.91 м
ДФ№ 38-43	Зона фасаду між осями «А-Б». Рис. 2.22	На стіні виявлено вертикальні, горизонтальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 1.1 м, 1.7 м, 8.6 м, 7.2 м, 3.15 м, 0.89 м
ДФ№ 44-46	Зона фасаду між осями «21-20». Рис. 2.23	На стіні виявлено вертикальні і горизонтальні тріщини на різних рівнях довжинами 1.8 м, 0.89 м, 3.8 м
ДФ№ 47-49	Зона фасаду між осями «19-17». Рис. 2.24	На стіні виявлено вертикальні та похилі тріщини на різних рівнях довжинами 1.65 м, 4.4 м, 1.2 м
ДФ№ 50-53	Зона фасаду між осями «17-14». Рис. 2.25	На стіні виявлено вертикальні і горизонтальні тріщини на різних

		рівнях довжинами 6.0 м, 3.25 м, 3.05 м, 8.2 м
ДФ№ 54-56	Зона фасаду між осями «11-10». Рис. 2.26	На стіні виявлено вертикальні тріщини на різних рівнях довжинами 7.0 м, 1.8 м, 0.99 м
ДФ№ 57-59	Зона фасаду між осями «8-7».	На стіні виявлено вертикальні і горизонтальні тріщини на різних рівнях довжинами 2.8 м, 1.7 м, 2.5 м
ДФ№ 60	Зона фасаду між осями «6-5». Рис. 2.27	У стіні спостерігається діагональна тріщина, що тягнеться від верхньої частини вікна на першому поверсі до середини будівлі. Її довжина становить 1.6 м
ДФ№ 61-62	Зона фасаду між осями «5-4»	На стіні виявлено вертикальні і горизонтальні тріщини на різних рівнях довжинами 4.8 м, 1.65 м
ДФ№ 63	Зона фасаду між осями «4-3». Рис. 2.28	На стіні спостерігається вертикальна щілина, що простягається від карнизу до верхньої межі вікна другого поверху. Довжина пошкодження становить 1.1 м, а ширина розкриття досягає 20 мм
ДФ№ 64-65	Зона фасаду між осями «4-2». Рис. 2.29	На стіні виявлено вертикальні тріщини на різних рівнях довжинами 1.8 м, 2.1 м
ДФ№ 66	Зона фасаду між осями «4-2»	На стіні виявлено вертикальну тріщину довжиною 0.99 м
ДФ№ 67	Зона фасаду між осями «2-1». Рис. 2.30	На стіні виявлено горизонтальні тріщини на різних рівнях довжинами 1.75 м, 1.85 м



Рис. 2.9. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№1-6



Рис. 2.10. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№7-9



Рис.2.11. Вигляд дефектів по фасадах
ДФ№10-12



Рис.2.12. Вигляд дефектів по
фасадах ДФ№13-15



Рис.2.13. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№16-17, ДФ№19-22



Рис.2.14. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№18



Рис.2.15. Вигляд дефектів по фасадах
ДФ№23-24



Рис.2.16. Вигляд дефектів по
фасадах ДФ№25-26



Рис.2.17. Вигляд дефектів по фасадах
ДФ№27-28



Рис.2.18. Вигляд дефектів по
фасадах ДФ№29-30



Рис.2.19. Вигляд дефектів по
фасадахДФ№31-32

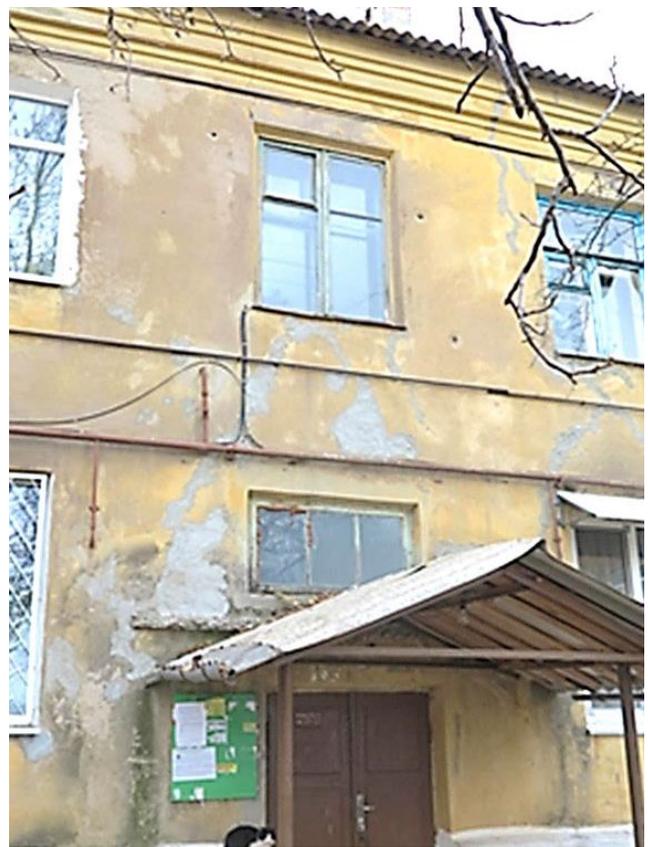


Рис.2.20. Вигляд дефектів по фасадах
ДФ№33-35



Рис.2.21. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№36-37



Рис.2.22. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№38-43



Рис.2.23. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№44-46



Рис.2.24. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№47-49



Рис.2.25. Вигляд дефектів по фасадах
ДФ№50-53



Рис.2.26. Вигляд дефектів по
фасадах ДФ№54-56



Рис.2.27. Вигляд дефектів по
фасадах ДФ№60



Рис.2.28. Вигляд дефектів по
фасадах ДФ№63



Рис.2.29. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№64-65



Рис.2.30. Вигляд дефектів по фасадах ДФ№67-68

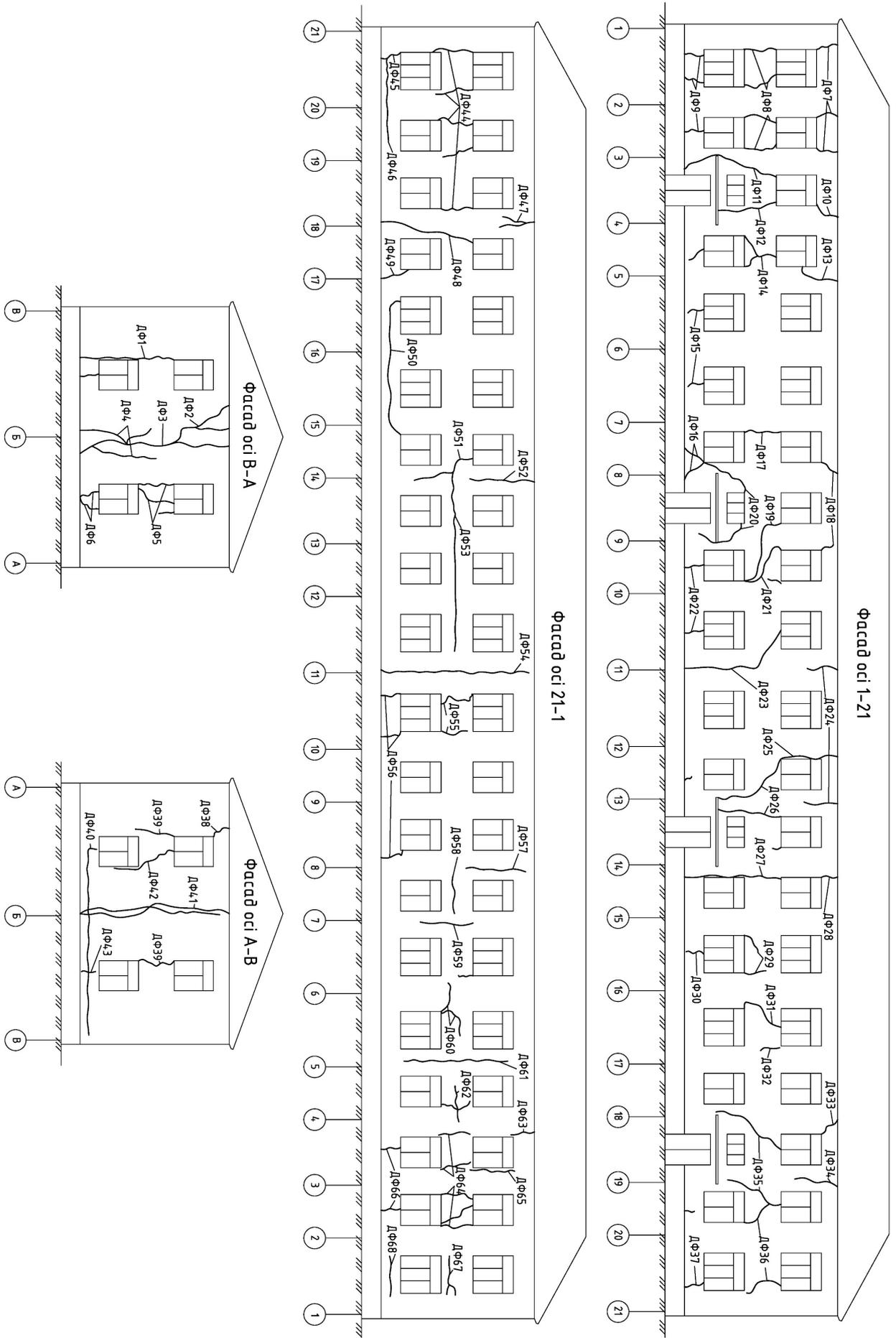


Рис.2.31. Розміщення дефектів по фасадах

2.4.2. Виявлені пошкодження у середині приміщень будинку

В результаті проведеного обстеження приміщень, виявлені недоліки, детально зафіксовані у таблиці 2.2. На основі візуальної оцінки пошкоджень, технічний стан будівлі кваліфікується як 3 категорія, що свідчить про її непридатність до безпечної експлуатації в поточному стані. Відновлення огорожувальних та несучих конструкцій, а саме стін і колон, рекомендується проводити лише після ліквідації першопричин їх пошкодження, зокрема, усунення деформацій основи та наслідків старіння фундаментів.

Таблиця 2.2. Виявлені дефекти та пошкодження у середині приміщень будинку

Маркування дефектів (пошкоджень)	Ділянка конструкції з виявленим дефектом (пошкодженням)	Описання дефектів (пошкоджень)
1	2	3
ДП№1	Зона стіни вздовж осі «9». Рис. 2.31	На стіні зафіксовано вертикальну тріщину, що має ширину розкриття до 0.045 м та довжину 0.7 м
ДП№ 2-3	Зона стіни вздовж осі «Б». Зона колони вздовж осі «10». Рис. 2.32	Зафіксовано дефект у вигляді розриву по лінії з'єднання стіни та перекриття, максимальна ширина якого сягає 0.04 м, а протяжність – 2.2 мм. На колоні виявлено вертикальну тріщину з найбільшою шириною 0.03 м при довжині 0.6 м.
ДП№4	Зона стелі 1-го поверху. Рис. 2.33	На стелі наявна тріщина з розкриттям до 0.025 м і протяжністю 1.0 м.
ДП№ 5-6	Зона колони вздовж осі «11» Зона стелі 1-го поверху . Рис. 2.34	На колоні виявлено вертикальну тріщину шириною до 0.02 м та протяжністю 2 метри. На стелі зафіксована тріщина шириною до 0.02 м і довжина 1 метр.

ДП№7	Зона стелі 1-го поверху. Рис. 2.35	По краю плити перекриття виявлена тріщина
ДП№8-13	Зона стіни вздовж осі «А». Рис. 2.36-39	На стіні виявлено похилі тріщини
ДП№14-15	Зона ригелю вздовж осі «7». Зона стіни вздовж осі «Б». Рис. 2.40-41	Тріщини по стикам з довжинами 5.1 м та 2.8 м
ДП№16-17	Зона стіни вздовж осі «9». Зона колони вздовж осі «10» Рис. 2.42-43	Виявлено похилу та вертикальну тріщини 1.2 м та 3.0 м
ДП18-19	Зона стіни вздовж осі «Б». Зона стіни вздовж осі «11». Рис. 2.44-45	Тріщини по стикам та вертикальна з довжинами 2.0 м
ДП№20-21	Зона стелі 2-го поверху. Рис. 2.46-47	Тріщини по стикам довжинами 3.4 м
ДП№22-23	Підлога другого поверху. Рис. 2.48-49	На підлозі та стіні виявлено тріщини з довжинами 1.2 м, 1.0 м
ДП№24-25	Зона стелі 2-го поверху. Зона стіни вздовж осі «Б». Рис. 2.50-51	Тріщини по стелі та стикам довжинами 1.3 м, 3.2 м
ДП№26-27	Зона стіни вздовж осей «Б» та «9», «8». Рис. 2.52	Виявлено похилу та по стикам тріщини з довжинами 1.0 м і 4.2 м
ДП№28	Зона стелі 2-го поверху. Рис. 2.53	Нерівність між плитами перекриття сягає 0.03 м
ДП№29-30	Зона стіни вздовж осей «А» та «13», «14». Рис. 2.54	Тріщини по стикам з довжинами 2.0 м і 2.6 м.
ДП№31	Зона стіни вздовж осі «Б». Рис. 2.55	У стіні під стелею виявлена горизонтальна щілина з розкриттям до 0.005 м і протяжністю 1.4 м.
ДП№32-33	Зона стелі 2-го поверху. Зона стіни вздовж осі «18». Рис. 2.56	Тріщини по стикам та похила з довжинами 2.6 м, 0.8 м

ДП№ 34-35	Зона колони вздовж осі «З». Зона стіни вздовж осі «Б». Рис. 2.57-58	Тріщини по стикам та по колоні з довжинами 1.5 м, 1.6 м
ДП№ 36-38	Зона стіни вздовж осей «А» та «З», «4». Зона стелі 2-го поверху. Рис. 2.59	Тріщини по стикам з довжинами 4.0 м, 2.6 м
ДП№39	Зона стіни вздовж осі «Б» Рис. 2.60	На сполученні стіни та плити перекриття зафіксовано тріщину розкриттям 0.035 м і довжиною 1.6 м
ДП№40	Зона стіни вздовж осі «4». Рис. 2.61	Уздовж стіни біля дверного отвору є вертикальна щілина розкриттям до 0.020 м та протяжністю 2.4 м.
ДП№41	Зона стіни вздовж осі «8». Рис. 2.62	Виявлено діагональну щілину на стіні, ширина якої досягає 1 см, а довжина становить 100 см.

2.4.3. Виявлені дефекти у фундаментах та покрівлі

В результаті проведеного обстеження покрівлі та фундаментів, виявлені недоліки, детально зафіксовані у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Виявлені дефекти та пошкодження у фундаментах та покрівлі

Маркування дефектів (пошкоджень)	Ділянка конструкції з виявленим дефектом (пошкодженням)	Описання дефектів (пошкоджень)
1	2	3
ДФ№1	Зона фундаментів Рис. 2.63	Фундаменти з бутобетону схильні до фізичного руйнування і часто демонструють недостатню монолітність (зв'язність) кладки. Це зумовлено переважно зниженою залишковою міцністю цементного каменю у швах. Зазвичай, марка розчину кладки бутобетонних фундаментів становить М50, але показники міцності значно варіюються, знаходячись в діапазоні від 2.390 до 8.140 МПа.

ДК№1	Зона покрівлі Рис. 2.64	Покрівля значно зношена, з локальними пошкодженнями, що призводять до протікання дощової води через отвори та дефекти.
ДД№1	Зона горища Рис. 2.65	Увесь простір горища заповнений рештками будівельних матеріалів



Рис. 2.31. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№1



Рис. 2.32. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№2-3



Рис. 2.33. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№4



Рис. 2.34. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№5-6



Рис. 2.35. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№7



Рис. 2.36. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№8



Рис. 2.37. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№9

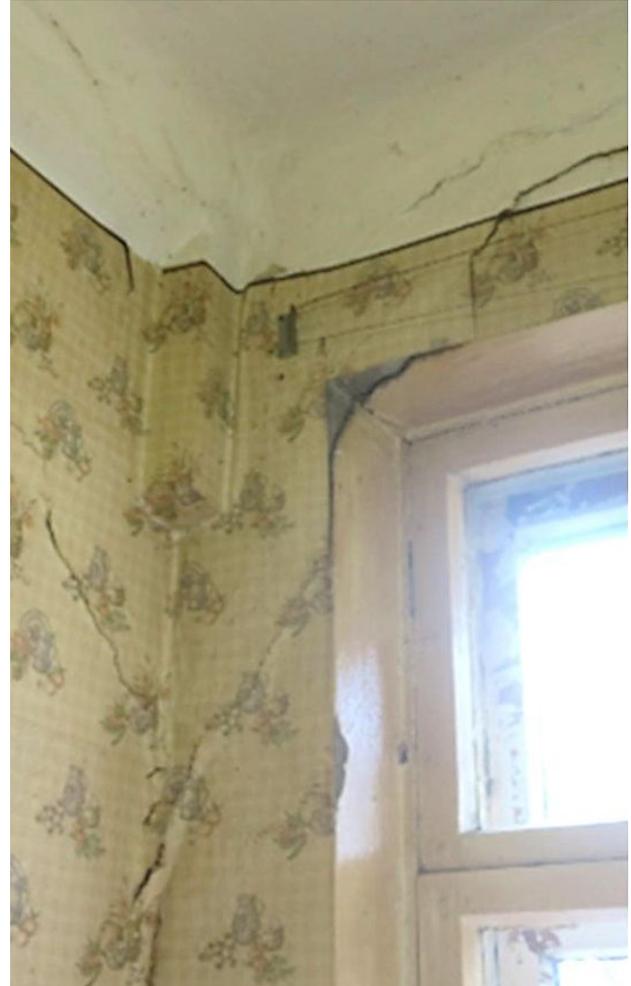


Рис. 2.38. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№10



Рис. 2.39. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№12-13



Рис. 2.40. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№14



Рис. 2.41. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№15



Рис. 2.42. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№16



Рис. 2.43. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№17



Рис. 2.44. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№18



Рис. 2.45. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№19



Рис. 2.46. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№20



Рис. 2.47. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№21



Рис. 2.48. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№22



Рис. 2.49. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№23



Рис. 2.50. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№24



Рис. 2.51. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№25



Рис. 2.52. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№26-27



Рис. 2.53. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№28



Рис. 2.54. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№29-30



Рис. 2.55. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№31



Рис. 2.56. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№32-33



Рис. 2.57. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№34



Рис. 2.58. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№35



Рис. 2.59. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП36-38



Рис. 2.60. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№39



Рис. 2.61. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№40



Рис. 2.62. Вигляд дефектів у приміщеннях ДП№41



Рис. 2.63. Вигляд дефектів у фундаментах ДФБ№1.



Рис. 2.64. Вигляд дефектів у покрівлі ДК№1



Рис. 2.65. Вигляд дефектів на горищі ДД№1.

Висновки за розділом 2

Узагальнюючи, недоліки та пошкодження можна класифікувати за наступними категоріями:

1. Тріщини на зовнішніх стінах споруди, які починаються переважно від фундаменту та розповсюджуються вгору по стінах і між вікнами.

2. У поперечних опорних стінах сходових маршів спостерігаються косі тріщини, розташовані під кутом 30° - 45° відносно зовнішніх площин. Виникнення дефектів може бути пов'язане з нерівномірною осадкою основ поздовжніх стін та формуванням усадкових западин у ґрунті.

3. У кладці колон центральної осі та прилеглих поперечних стінах сходових площадок зафіксовані косі і вертикальні розриви, спричинені деформаційними процесами в окремих частинах споруди, роз'єднаних тріщинами.

4. Пошкодження швів між плитами перекриття, викликане їх деформацією (ковзанням) у напрямку просідання фундаменту.

5. Покрівля значно зношена, з локальними пошкодженнями, що призводять до протікання дощової води через отвори та дефекти.

6. Увесь простір горища заповнений рештками будівельних матеріалів.

7. Фундаменти з бутобетону схильні до фізичного руйнування і часто демонструють недостатню монолітність (зв'язність) кладки. Це зумовлено переважно зниженою залишковою міцністю цементного каменю у швах. Зазвичай, марка розчину кладки бутобетонних фундаментів становить М50, але показники міцності значно варіюються, знаходячись в діапазоні від 2.390 до 8.140 МПа.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ УКРІПЛЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З МЕТОЮ ВИКОНАННЯ РЕМОНТУ КАПІТАЛЬНОГО

3.1. Головні задачі і розрахункова скінченно-елементна модель будівельної конструкції

Головні задачі досліджень включають наступні питання:

- розроблення комп'ютерної розрахункової моделі будівельної конструкції;
- виконання розрахунків міцності будівельних елементів та фундаменту двоповерхової будівлі;
- розробка інженерних рішень для ремонту та відновлення будинку;
- проведення розрахунків на комп'ютерній розрахунковій моделі, який включає в себе врахування підсилених конструкцій.

Обчислення вимагають розробки алгоритмів числового дослідження просторової структури споруди з використанням програмного забезпечення Lira-SAPR.

Обчислювальна схема була реалізована із застосуванням скінченно-елементних оболонок (для моделювання основ, стін, перекриттів і покриття), а також із застосуванням стержневих скінченних елементів (для моделювання стовпів, балок і елементів посилення) (див. рис. 3.1-3.3). Для основ застосовувалися загальні скінченно-елементні оболонки з урахуванням характеристик пружної бази, які визначалися на основі просторової моделі ґрунту (рис. 3.4).

На основі даних, отриманих в результаті інженерно-геологічних досліджень (розділ 2), було створено просторову модель геологічної будови ділянки.

Розташування бурових отворів представлено на рисунку 3.5. Властивості ґрунтів, відібраних з бурових отворів, наведено в таблиці 3.1.

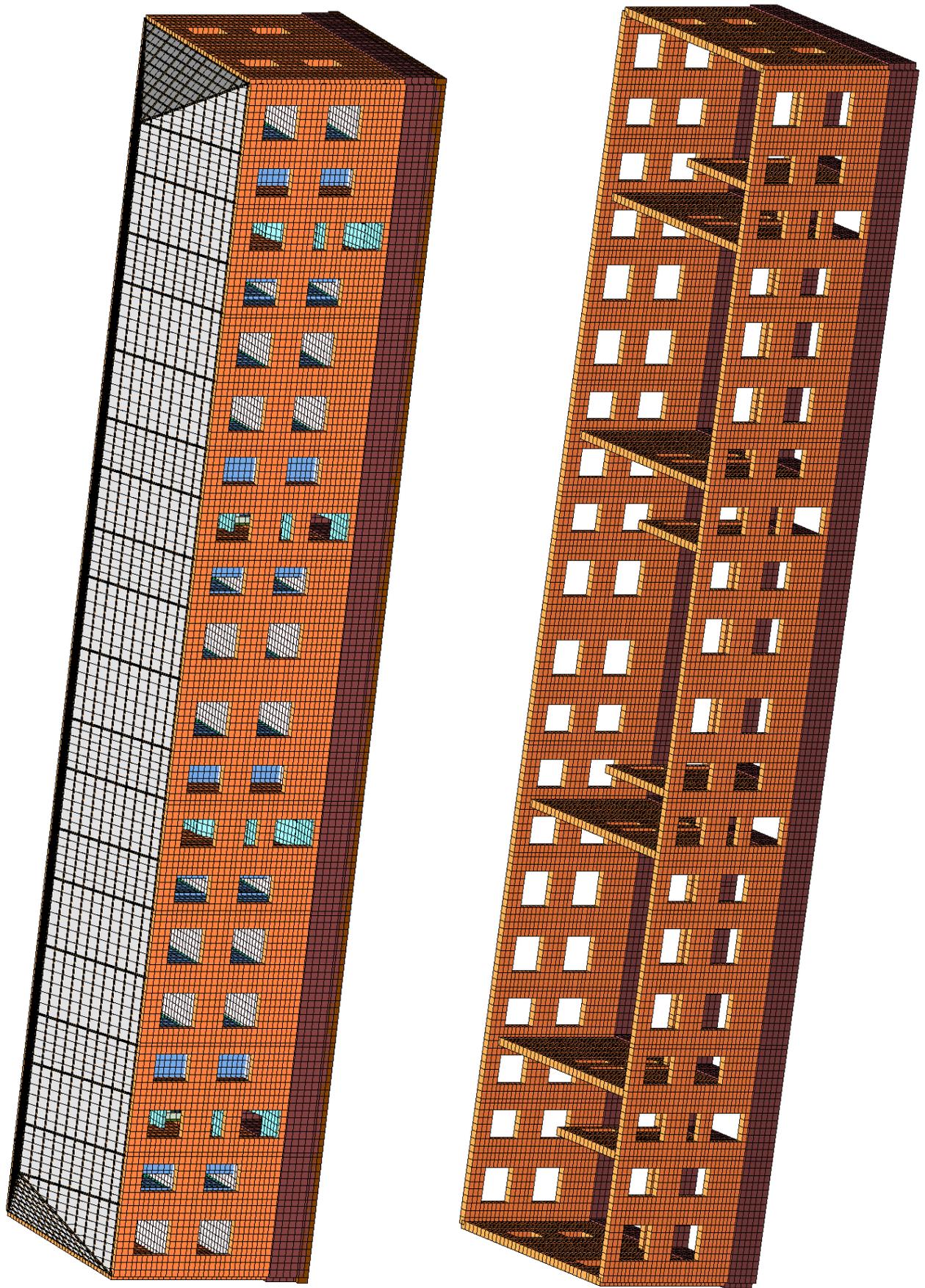


Рис.3.1. Комп'ютерна СЕМ житлового будинку

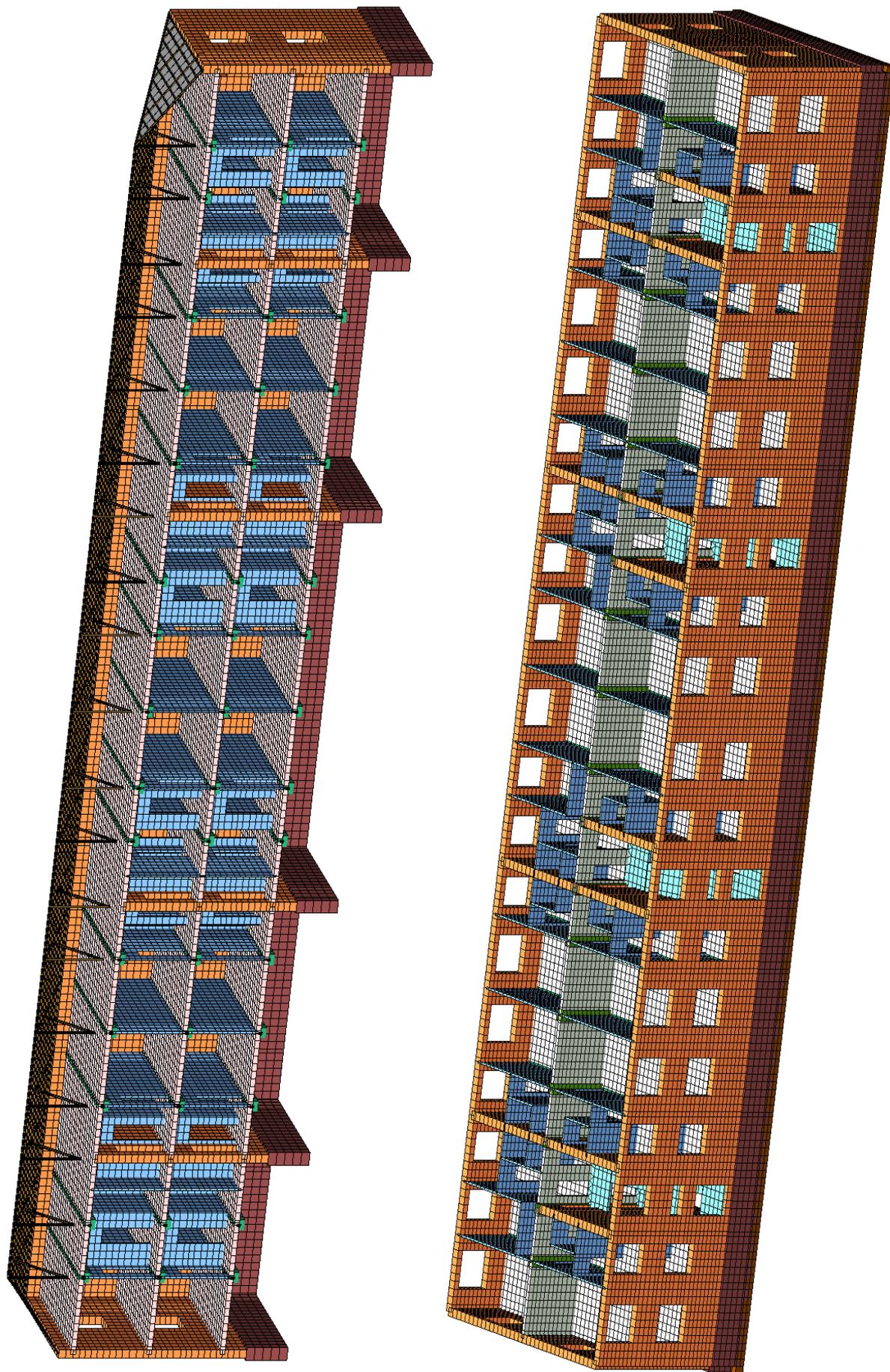


Рис.3.2. Комп'ютерна СЕМ житлового будинку (перерізи)

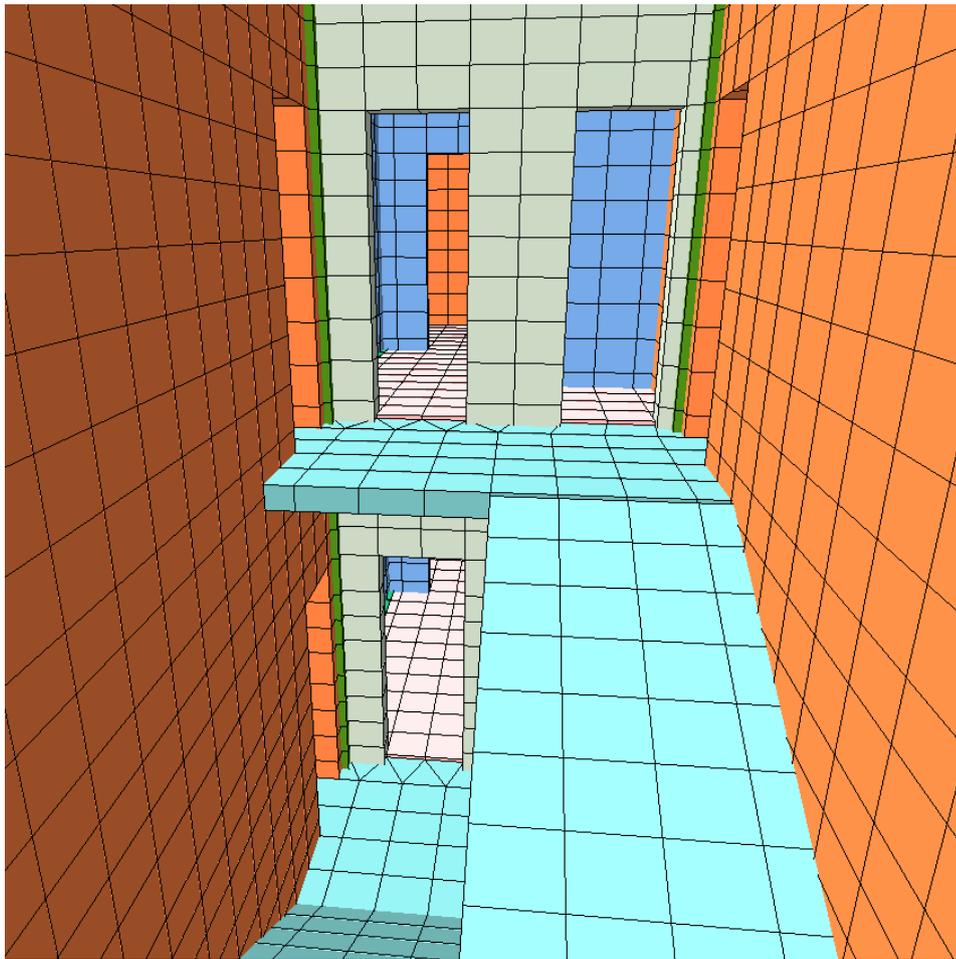
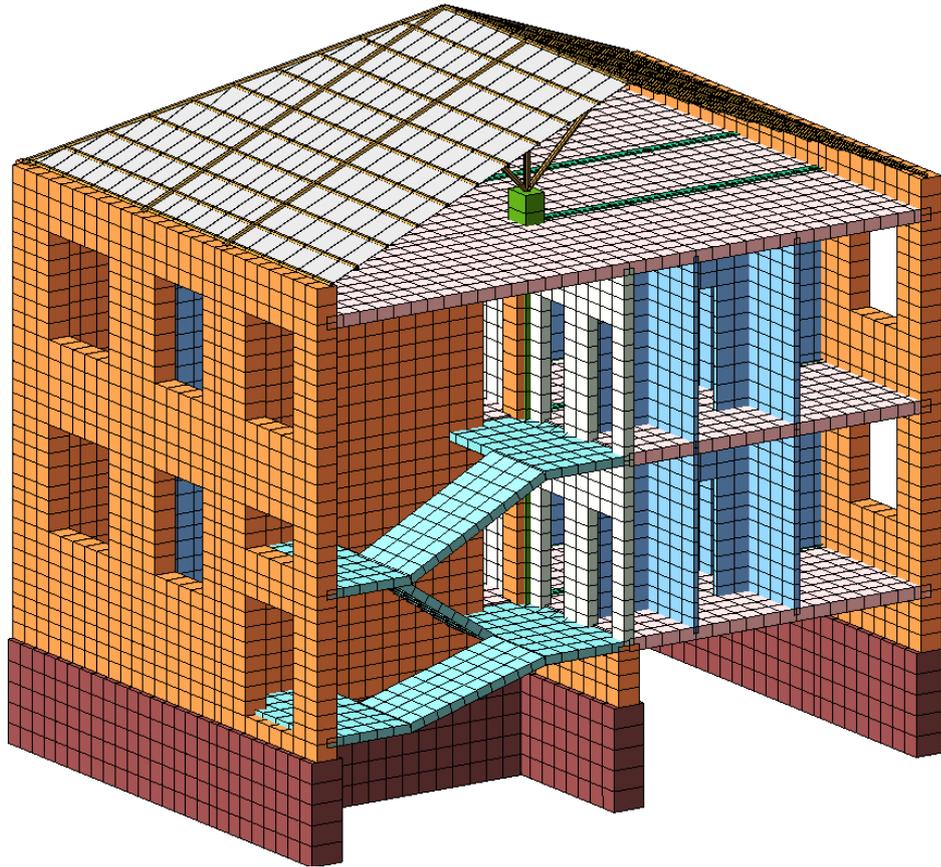


Рис.3.3. Комп'ютерна СЕМ житлового будинку (фрагменти)

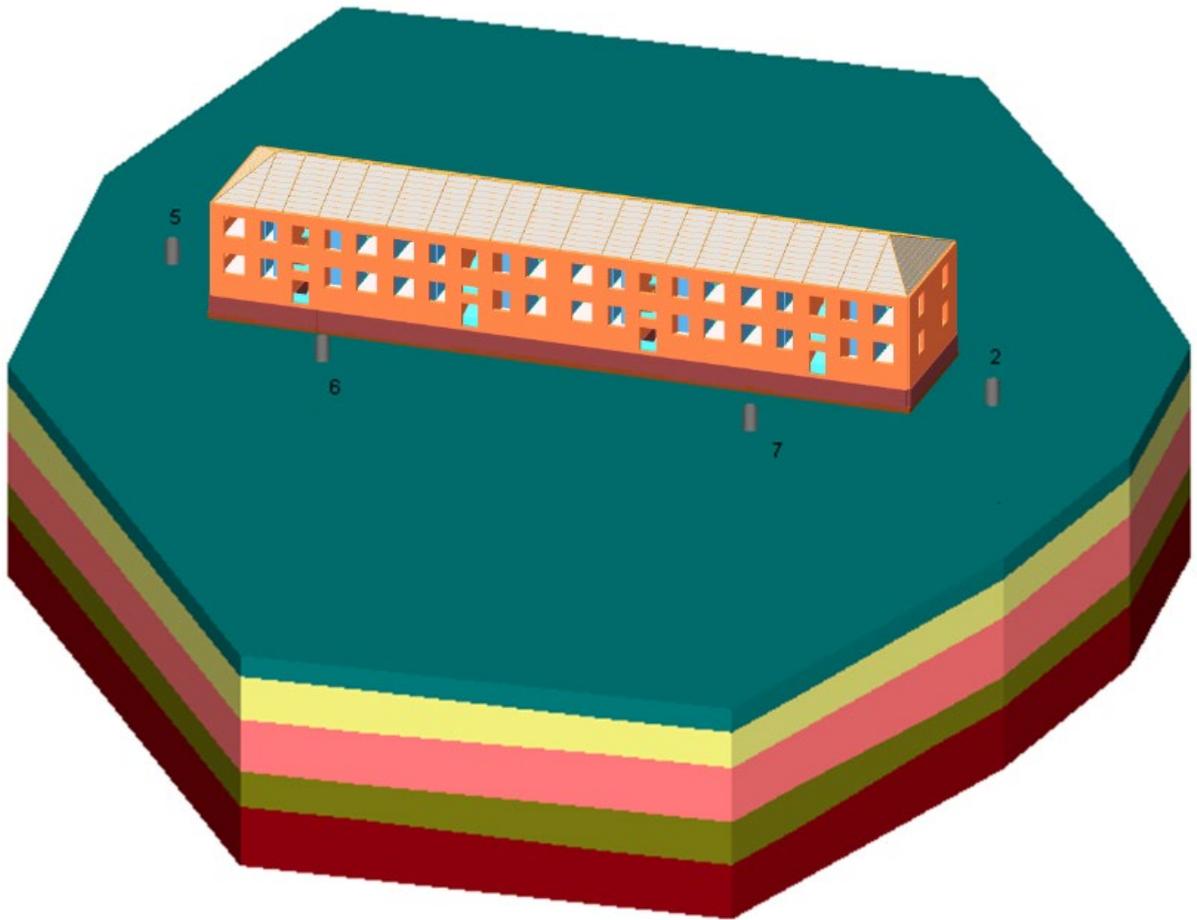


Рис. 3.4. Розрахункова модель будинку з просторовою моделлю ґрунту

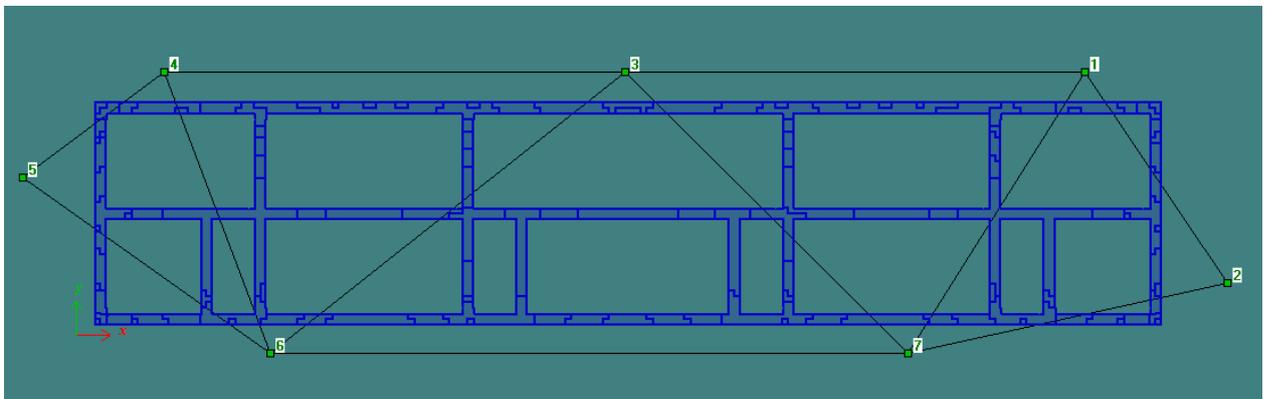


Рис. 3.5. Схематичне зображення бурових отворів

У межах тривимірної моделі ґрунтової основи для всієї зони фундаментів встановлюються коефіцієнти реакції ґрунту C_1 і C_2 , враховуючи власну вагу фундаментів та вплив навантажень від сусідніх споруд. Розрахунок глибини активної зони деформування та осідання виконується за допомогою моделі лінійно-деформованого півпростору. Характеристики пружної основи визначаються на основі удосконаленої моделі Пастернака. При цьому,

коефіцієнт реакції С1 характеризує взаємозв'язок між вертикальним тиском ґрунту та його деформацією (фактично, модуль деформації), а коефіцієнт реакції С2 (що характеризує зсувні властивості) визначає величину зсувних зусиль.

Таблиця 3.1 Параметри ґрунтових шарів

№ ПЕ	Значення природної вологості (у частках)	Значення коефіцієнту пористості	Значення модулю деформації (МПа)	Значення коефіцієнту Пуассону	Значення питомої ваги ґрунту (МН/м ³)
3	0.162	0.674	17.9951	0.300	0.0172
4	0.151	0.643	19.9962	0.300	0.0183
5	0.153	0.661	17.9953	0.300	0.0172
6	0.122	0.632	17.9952	0.300	0.0183
7	0.064	0.663	26.9983	0.420	0.0162

У розрахунках було взято до уваги як незмінні (власна вага опорних та огорожувальних елементів), так і змінні навантаження [3]. Для визначення критичного тиску на ґрунт та контролю міцності споруди, використовувалися нормативні значення змінних навантажень. При цьому, власна вага елементів конструкцій враховувалася з коефіцієнтом надійності, що дорівнює 1.05. Об'ємна вага цегляної кладки становила 1.25 т/м³, а для залізобетонних і бутобетонних конструкцій – 2.5 т/м³. Стандартне значення тимчасового навантаження на першому та другому поверхах було прийнято рівним 150 кг/м². Коефіцієнт надійності для нормативних навантажень склав 1.3.

3.2. Аналіз результатів розрахунків конструкцій будинку

Нижче наведено підсумки обчислень для двох варіантів – розрахунковий випадок 1 і 2:

- варіант розрахунку № 1: характеристики міцності матеріалу фундаментів досягають 100 % від заданих проєктних значень;

- варіант розрахунку № 2: характеристики міцності матеріалу фундаментів коливаються в межах 20-80 % від заданих проєктних значень.

У розрахунковому варіанті №1 представлені області рівних значень коефіцієнтів жорсткості постелі C_1, C_2 , значення тиску на ґрунт під фундаментом P_z , області рівних вертикальних переміщень, а також розподіл напружень у конструкціях стін та фундаментів споруди (рис.3.6-3.8).

У розрахунковому варіанті №2 представлено області рівних значень вертикальних деформацій, області рівних значень напружень у стінах споруди та основах (рис.3.9-3.10).

Отримані результати обчислень узагальнено і показано в таблицях 3.2-3.5.

Таблиця 3.2. Значення коефіцієнтів постелі C_1 та C_2

Назва параметру		Одиниці вимірювання	Величина
1	Коефіцієнт постелі C_2	кН/м	$4.339 \times 10^4 - 6.628 \times 10^4$
2	Коефіцієнт постелі C_1	кН/м ³	$1.338 \times 10^4 - 2.058 \times 10^4$
3	Допустимий тиск на ґрунт, (при водонасиченому стані / немає замочування ґрунту)	кПа	273.8 / 308.8
4	Тиск на ґрунт	кПа	168.7-244.8

Таблиця 3.3. Визначені величини переміщень фундаментів

Варіант розрахунку		Переміщення фундаменту, мм	Допустимі переміщення, мм
1	Фактична міцність матеріалів фундаментів становить від 20 до 80 відсотків від розрахункової (проєктної) міцності	5.72-15.83	100
2	Фактична міцність матеріалів фундаментів становить 100 відсотків від	11.33-13.54	100

	розрахункової (проектної) міцності		
--	---------------------------------------	--	--

Таблиця 3.4. Отримані дані щодо напруженого стану стін

Варіант розрахунку		Значення напружень у стінах, МПа	Допустимі напруження, МПа
1	Фактична міцність матеріалів фундаментів становить від 20 до 80 відсотків від розрахункової (проектної) міцності	1.462	1.362
2	Фактична міцність матеріалів фундаментів становить 100 відсотків від розрахункової (проектної) міцності	0.683	

Таблиця 3.5. Отримані дані щодо напруженого стану фундаментів

Варіант розрахунку		Значення напружень у фундаментах, МПа	Допустимі напруження, МПа
1	Фактична міцність матеріалів фундаментів становить від 20 до 80 відсотків від розрахункової (проектної) міцності	≥ 0.5429	0.179-0.719
2	Фактична міцність матеріалів фундаментів становить 100 відсотків від розрахункової (проектної) міцності	0.017-0.327	0.88

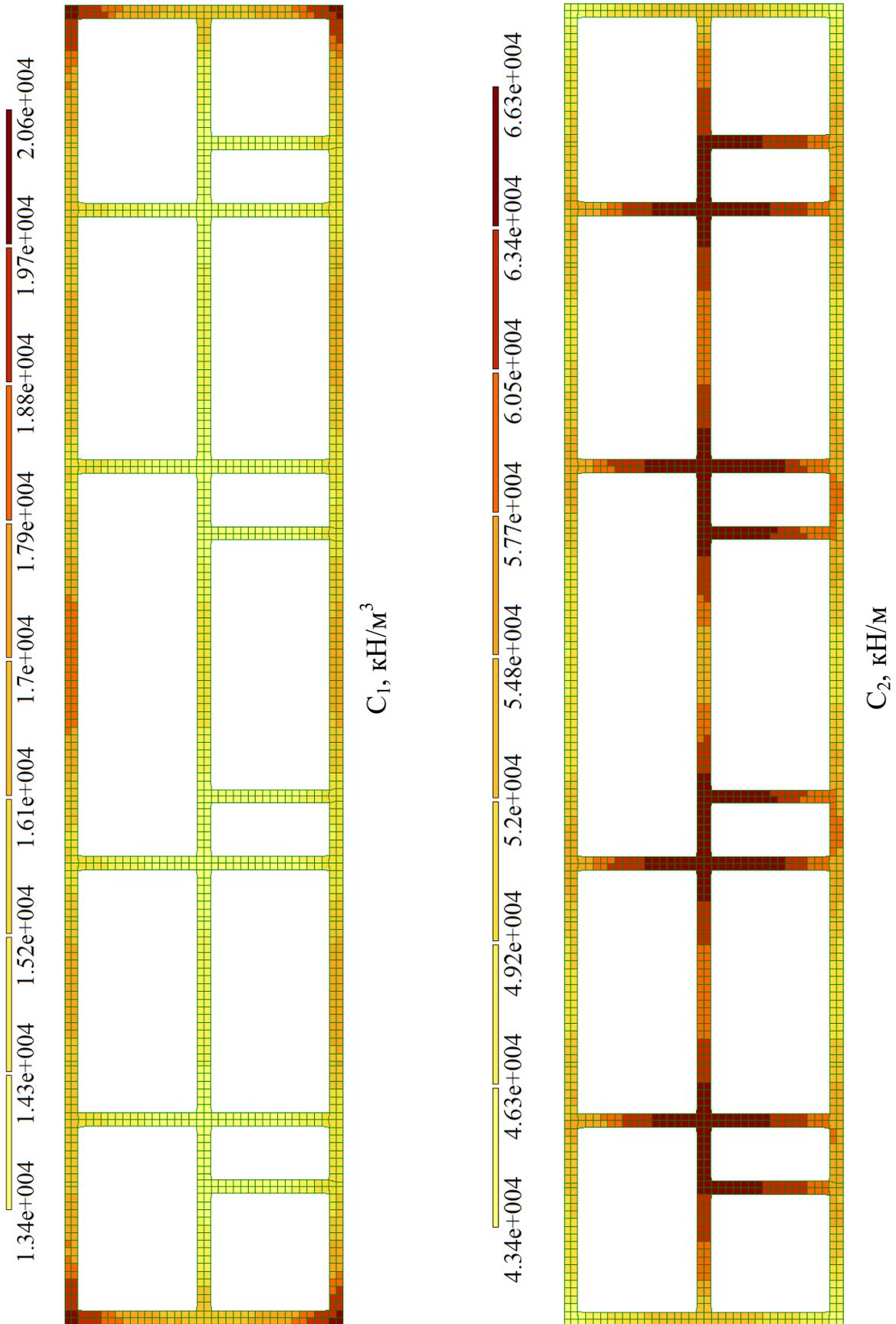
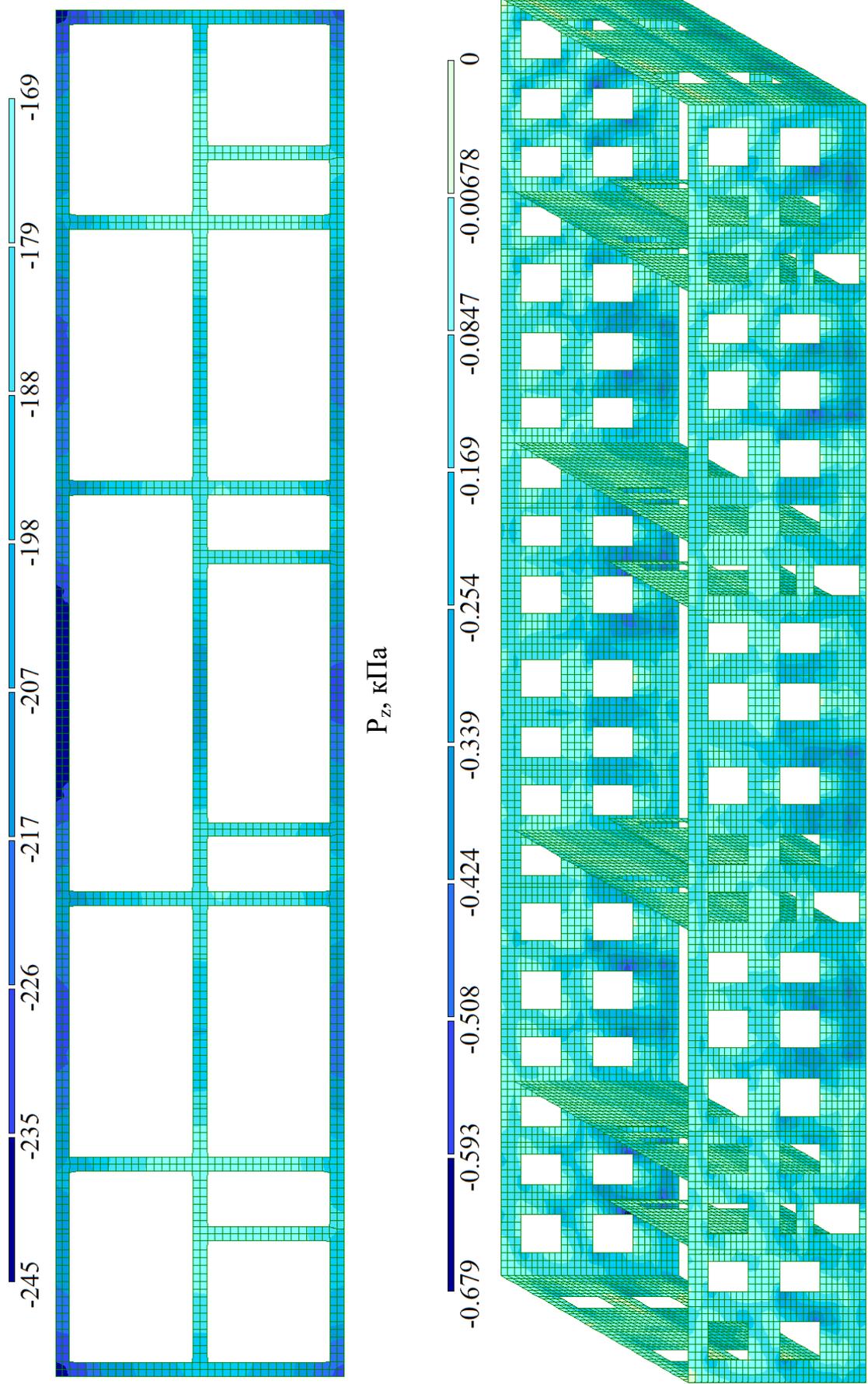


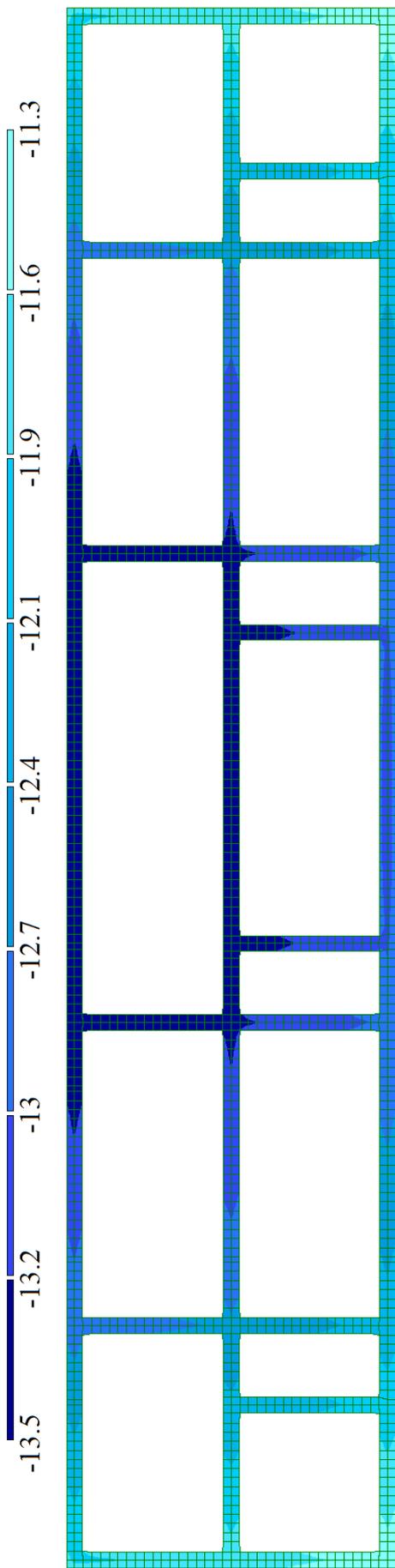
Рис. 3.6. Варіант розрахунку № 1



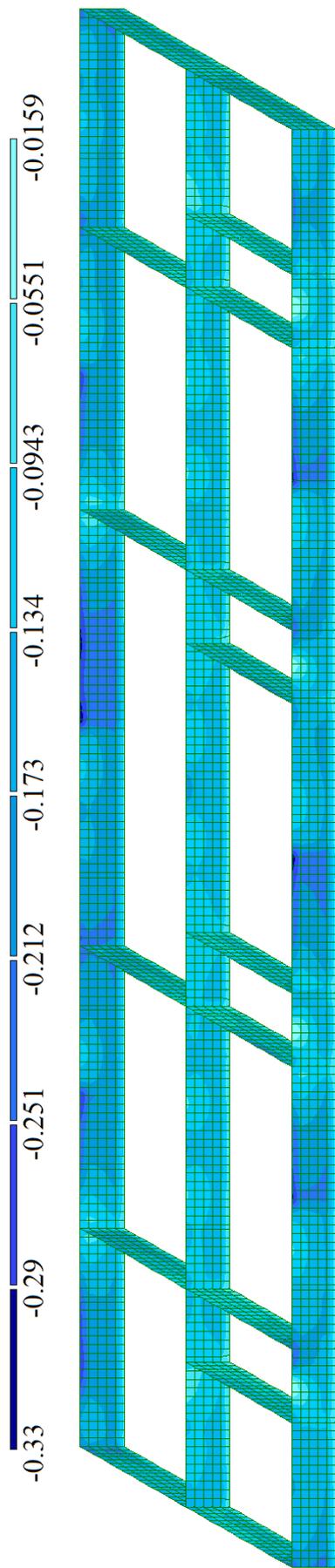
P_z , кПа

Напруження у стінових елементах, МПа

Рис. 3.7. Варіант розрахунку № 1



Деформації фундаментів, мм



Напруження у фундаментах, МПа

Рис. 3.8. Варіант розрахунку № 1

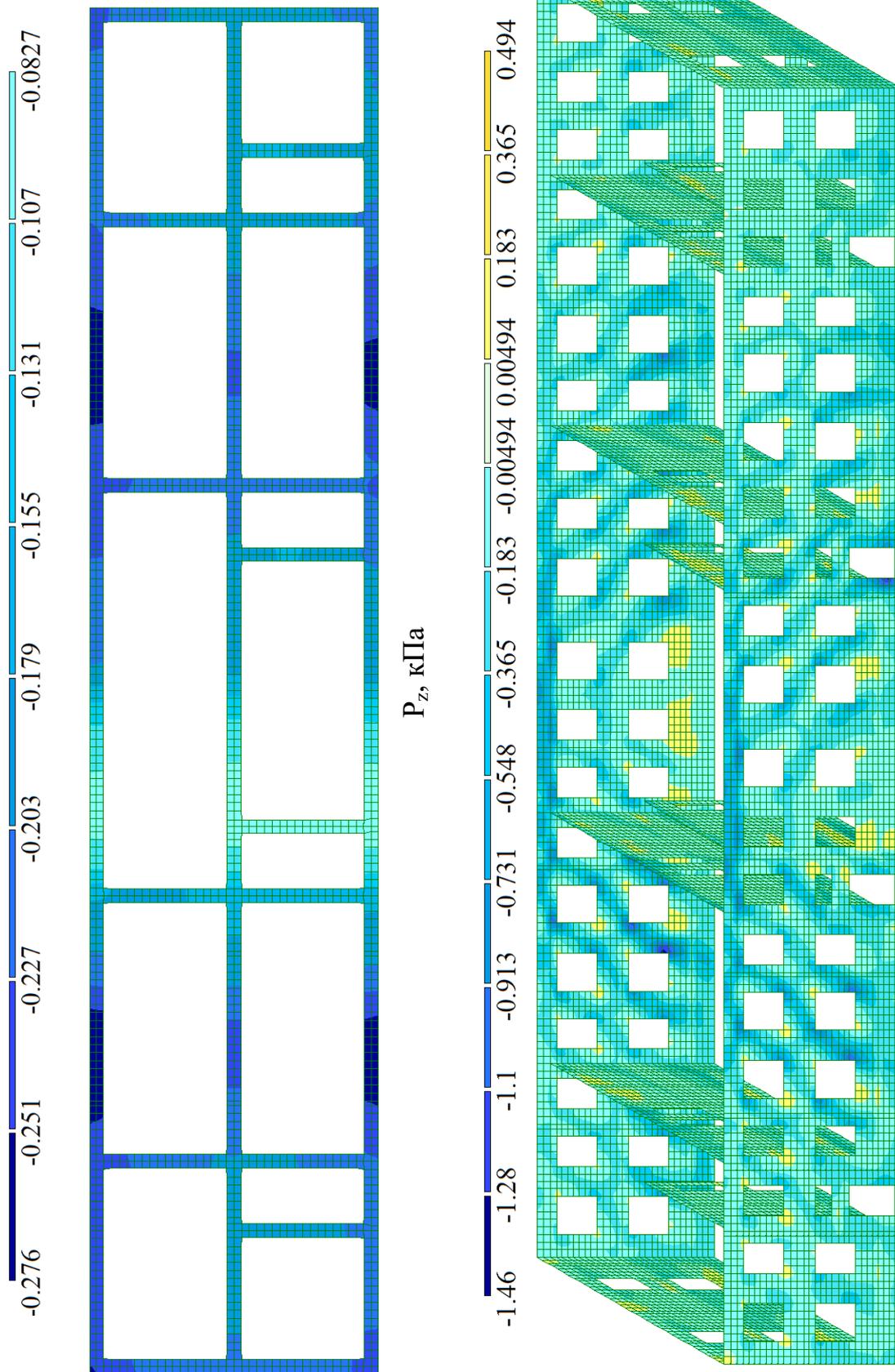
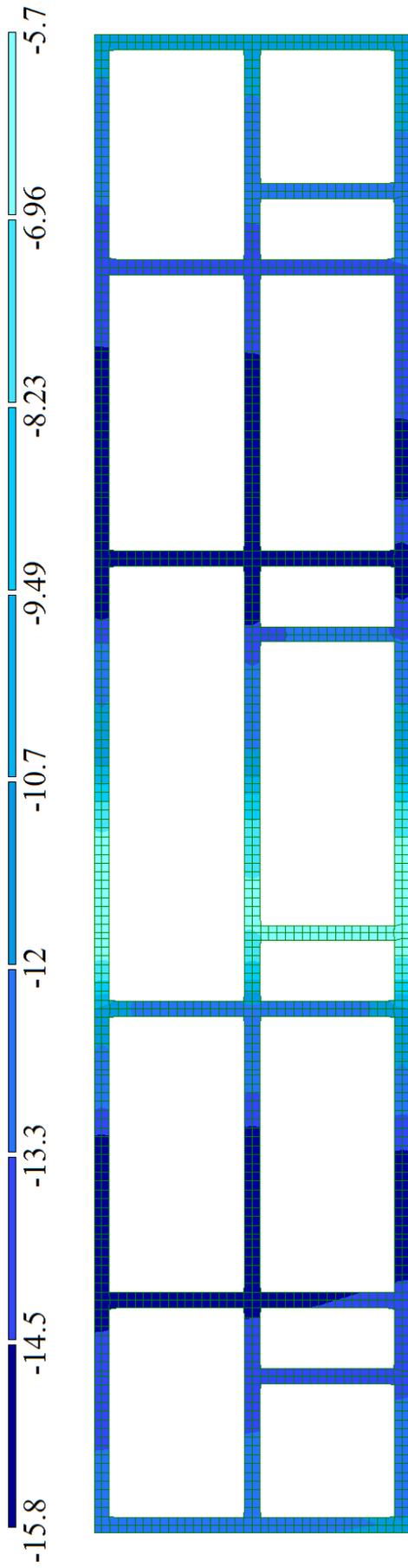
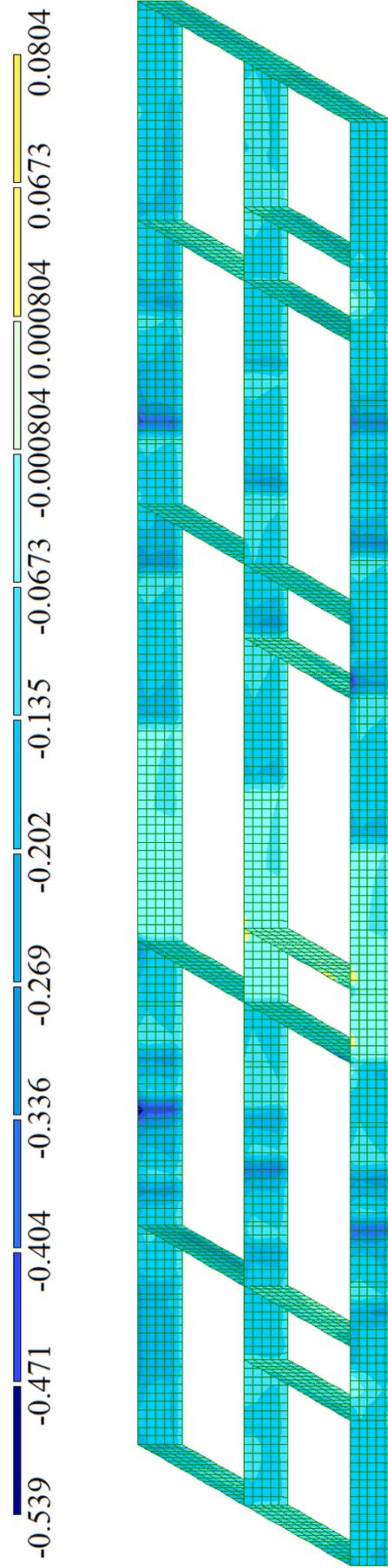


Рис. 3.9. Варіант розрахунку № 2



Ізополя деформацій фундаментів, мм



Напруження в фундаментах, МПа

Рис. 3.10. Варіант розрахунку № 2

Забезпечення достатньої міцності ґрунтової основи, враховуючи ступінь її зволоження, передбачає використання коефіцієнтів надійності в межах від 1.11-1.26. Отже, виникнення диференційованих деформацій фундаментів, ймовірно, відбуватиметься лише впродовж значного проміжку часу внаслідок повільної консолідації структури ґрунтів під їхньою підшвою під час весняних водопіль, аварійних ситуацій на інженерних мережах водопостачання або каналізації.

За умови дотримання стандартних показників міцності матеріалів фундаменту, розрахункова міцність стін будівлі має двократний запас. Проте, руйнування стін могло статися внаслідок комбінованого впливу таких факторів, як природне старіння кладки стін та їх деформація через осідання, викликане ущільненням ґрунту або недостатньою міцністю розчину фундаменту. Обчислення продемонстрували, що зменшення міцності бутобетонної кладки фундаментів на 20-80% (максимальне зниження, відповідне ділянці біля другого під'їзду), призводить до втрати розрахункової міцності стін, оскільки коефіцієнт запасу знижується до 0.93.

Оцінка міцності кладки фундаментів, виконаних із бутового каменю марки М150 на розчині М100, показує, що при нормативних показниках міцності матеріалів та однорідній основі, фундаменти мають коефіцієнт запасу міцності 2.7. Це свідчить про те, що руйнування конструкцій, вірогідно, може бути спровоковане зношенням розчину або нерівномірними деформаціями, викликаними поступовою консолідацією ґрунту під фундаментом. Аналіз чутливості виявив, що зменшення міцності бутобетонної кладки на 20-80% (де 80% відповідає зоні біля другого під'їзду) призводить до невідповідності вимогам міцності, оскільки коефіцієнт запасу коливається в межах 0.34 - 1.32. Таким чином, втрата міцності матеріалів кладки ставить під сумнів надійність фундаментів.

Нерівномірні осідання фундаментів, що спричиняють зміни в напруженнях та деформаціях надземних конструкцій, є головною причиною утворення тріщин та пошкоджень у цегляних стінах.

3.3. Розробка технічних рішень для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку

3.3.1. Підсилення ґрунтової основи

Для зміцнення фундаментів бутобетонних і збільшення їхньої несучої здатності розроблено інженерне рішення, що передбачає ін'єкційне посилення ґрунтів основи (рис.3.11).

З метою зміцнення наявних фундаментів застосовується технологія цементації, яка передбачає закачування цементного розчину (або інших композицій) у кладку. Це дозволяє не лише посилити конструкцію фундаменту, але й заповнити наявні пустоти на межі фундаменту та ґрунту. Одночасно зі зміцненням фундаменту відбувається консолідація ґрунтової основи шляхом її ущільнення, ліквідації порожнин і промоїн, що сприяє запобіганню нерівномірному осіданню будівлі в процесі її подальшого використання.

Визначено ізолінії тиску на ґрунт внаслідок граничного та тривалого поєднання навантажень за допомогою обчислень. Ці дані стали основою для визначення оптимальної схеми підсилення. На основі проведених розрахунків, запропоновано застосувати коефіцієнт посилення, що дорівнює 1.4.

У процесі стабілізації ґрунтів, у масив ґрунту під тиском від 5 до 25 атмосфер закачується спеціальний розчин. Це призводить до зміцнення ґрунтового масиву міцними елементами затверділої цементної суміші та поліпшення його фізико-механічних властивостей завдяки ущільненню. Завдяки здатності розчину вибірково ущільнювати, стає можливим посилення найбільш вразливих ділянок ґрунту, що сприяє формуванню однорідної основи з підвищеною опорною здатністю.

Місця ін'єкцій визначаються на плані з урахуванням кроку розміщення, кількості використаної цементно-піщаної суміші та розміру ділянки ґрунту, що обробляється. Нагнітання розчину під фундаменти здійснюється за віяловою схемою.

Після завершення запланованих робіт, в основі фундаментів буде сформовано армовані опорні конструкції/армовані несучі об'ємні елементи.

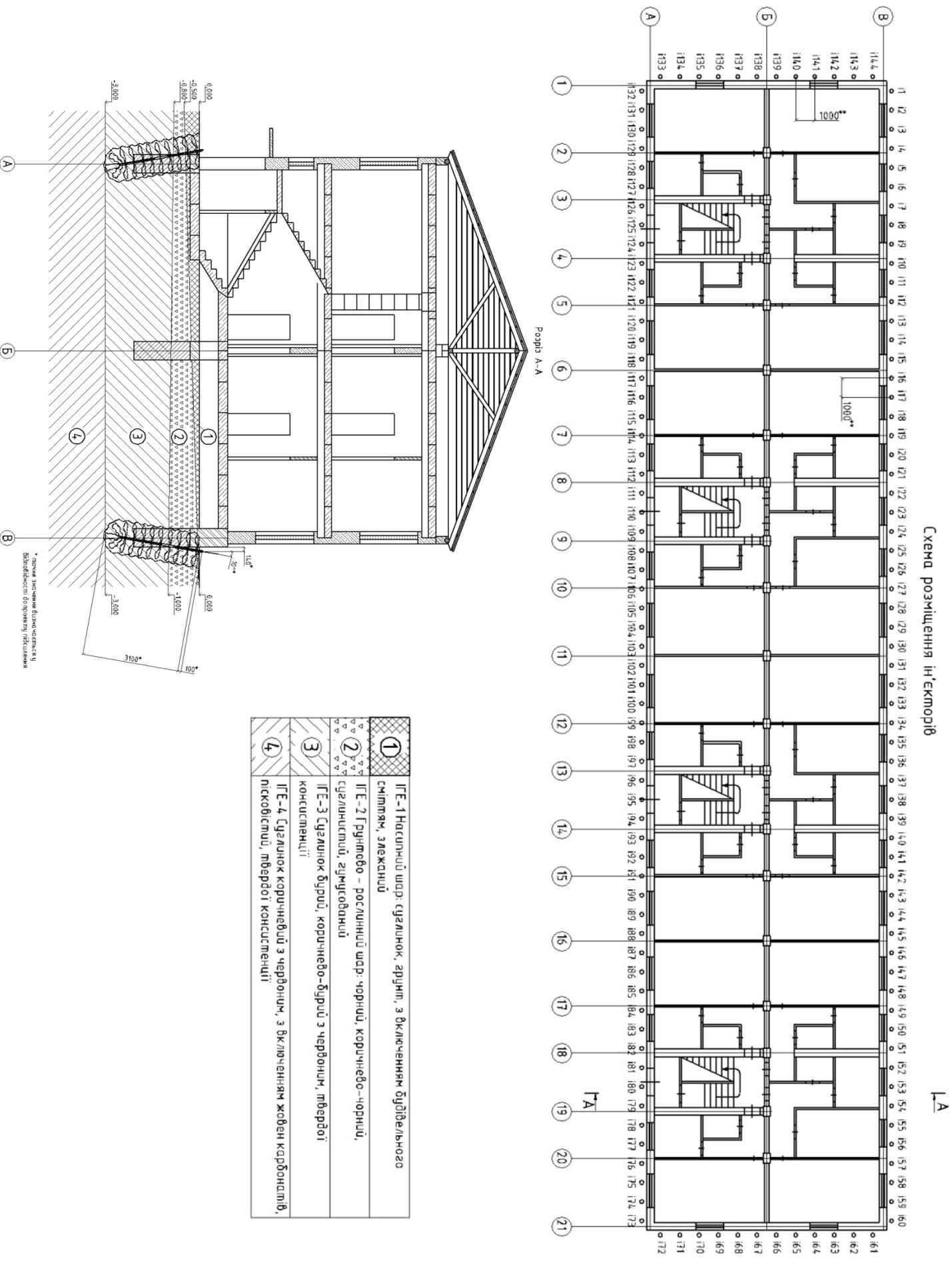


Рис. 3.11. Підсилення ґрунтової основи, розміщення ін'єкторів

3.3.2. Зміцнення стін за допомогою металевих бандажів

Рисунки 3.12-3.13 демонструють технічне рішення, яке передбачає укріплення зовнішніх стін за допомогою металевих бандажів.

Рекомендується посилити зовнішні стіни шляхом встановлення двох зовнішніх металевих обв'язок із швелера №20, з використанням коротких здвоєних стяжок до поперечних стін сходових кліток (по 8 шт. на кожну обв'язку) та довгих здвоєних стяжок, що з'єднують поздовжні несучі стіни (по 3 шт. на кожну обв'язку).

Облаштування поясів виконується в такій послідовності дій:

1. На кутах споруди (4 од./пояс), по поздовжніх стінах будівлі (14 од./пояс) та на торцевих стінах (2 од./пояс) монтуються жорсткі елементи (вузли «А» і «Б»), котрі фіксуються болтами та натягуються шпильками.
2. Монтаж поясних секцій в прольоти між жорсткими вставками.
3. Натягування поясів шляхом закручування болтів з'єднувальних фланців.
4. Установка накладок на полиці поясів (80 шт. на кожен пояс).
5. Кожна секція поясів фіксується до зовнішніх стін за допомогою шпильок, які надійно з'єднуються (стягуються) з протилежного боку стіни (загалом 48 штук на кожний пояс).

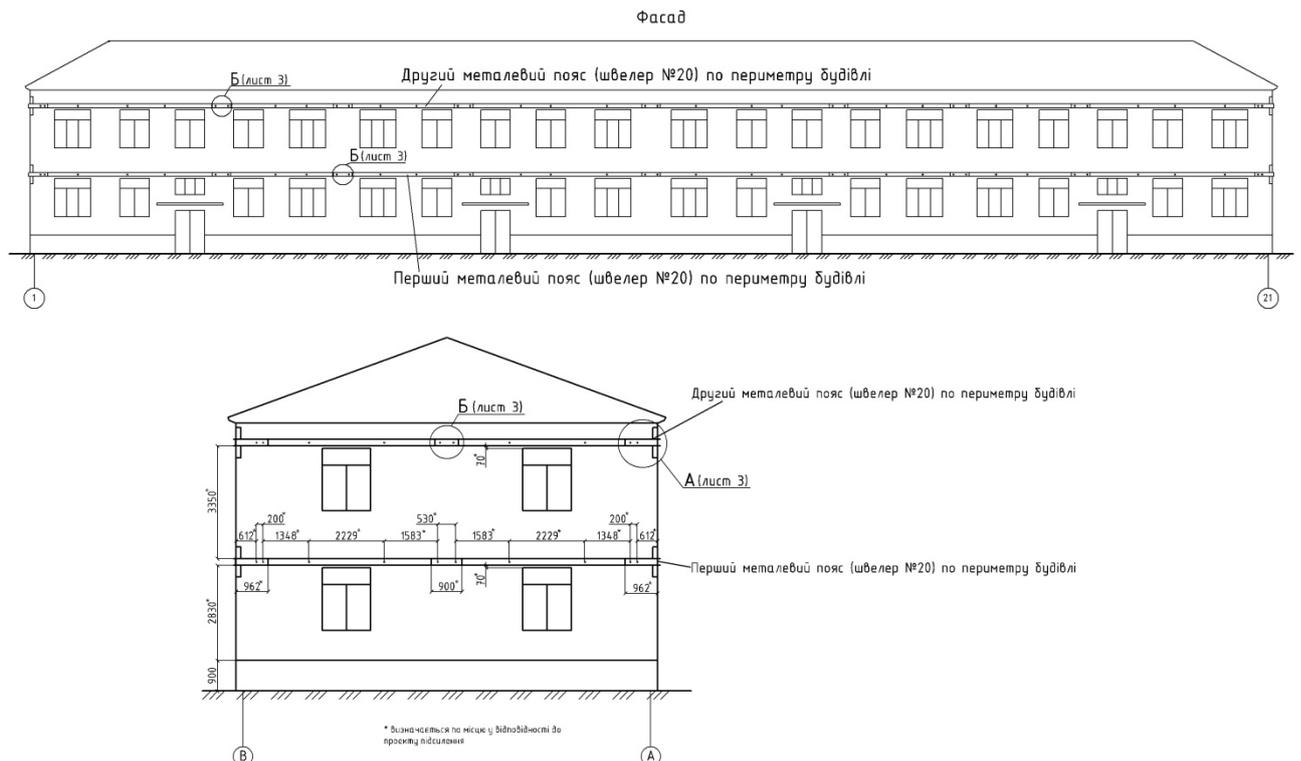


Рис. 3.12. Підсилення за допомогою металевих бандажів

3.3.3. Послідовність операцій з усунення дефектів у вигляді тріщин

Для відновлення пошкоджених тріщинами конструкцій часто застосовують метод ремонту, що поєднує заповнення швів та ін'єктування. Суть технології ін'єктування цегляної кладки полягає у введенні в тріщини під тиском спеціальних полімерних матеріалів, котрі повністю заповнюють порожнини. Це дозволяє значно збільшити довговічність та термін служби будівельних елементів.

У процесі виконання робіт рекомендується використовувати продукцію ТМ MAREI (або еквівалентні матеріали), дотримуючись наступної послідовності.

1. Підготовка основи. На початковому етапі проводяться роботи з очищення швів кладки від пошкодженого розчину (у разі потреби), з метою формування міцної та надійної бази, вільної від нестійких елементів, сольових відкладень, бруду та грибкових уражень.

2. Зміцнення цегляних стін. Підготовлену поверхню обробляють акриловою ґрунтовкою глибокого проникнення на водній основі, наприклад, Primer 3296, що використовується для ущільнення та покращення всмоктувальних властивостей пористих матеріалів.

3. Етап підготовки тріщин передбачає наступне. Спочатку просвердлюються отвори діаметром від 20 до 40 мм на глибину, що становить приблизно дві третини товщини стіни (як показано на рис. 3.14, а). У ці отвори вставляються ін'єкційні патрубки, які згодом надійно герметизуються матеріалом Mareflex MS 45 (див. рис. 3.14, б). Далі, самі тріщини заповнюються спеціальною водостійкою цементною сумішшю Nivoplan Plus, що характеризується підвищеною адгезією та міцністю.

4. Обробка тріщин ін'єктуванням. За добу до введення розчину, рекомендується ретельно зволожити внутрішню структуру конструкції, пропускаючи воду крізь попередньо встановлені в отвори ін'єктори. Введення ін'єкційного розчину здійснюється через ці ж ін'єктори за допомогою матеріалу Stabilcem (рідкотекуча цементна суміш, спеціально розроблена для приготування ін'єкційних розчинів). Для цього використовується ручний або

електричний насос, що забезпечує тиск на виході інжектора приблизно 1 атм (див. рис. 3.15, а).



а) б)
Рис. 3.14. Етап підготовки тріщин

Процес ін'єктування слід починати з нижньої точки конструкції та поступово переміщуватися вгору. Це дозволить витіснити повітря та повністю заповнити всі наявні пустоти. При появі розчину з сусіднього ін'єктора, подачу розчину необхідно зупинити, закрити поточний ін'єктор (як показано на рис. 3.14, б), і продовжити введення розчину через ін'єктор, з якого почався витік.



а) б)
Рис. 3.15. Процес ін'єктування тріщин

3.4. Аналіз результатів розрахунків конструкцій будинку з урахуванням технічних рішень по підсиленню

Несуча здатність будівельної конструкції, оцінена на основі розрахункової моделі, яка враховує посилення згідно з запропонованими технічними рішеннями з тими ж навантаженнями та зовнішніми зусиллями. Іншими словами, це здатність будівлі витримувати навантаження після внесення змін, визначена за допомогою моделювання.

На рисунках 3.16-3.18 продемонстровано результати обчислень. Вони включають контурні діаграми коефіцієнтів жорсткості основи C_1 і C_2 , розподіл тиску на ґрунт під фундаментом P_z , карти вертикальних переміщень, а також контурні зображення напружень у стінах споруди та фундаментних конструкціях.

Отримані результати обчислень узагальнено і показано в таблицях 3.6-3.9.

Таблиця 3.6. Значення коефіцієнтів постелі C_1 та C_2

Назва параметру		Одиниці вимірювання	Величина
1	Коефіцієнт постелі C_2	кН/м	$4.277 \times 10^4 - 6.628 \times 10^4$
2	Коефіцієнт постелі C_1	кН/м ³	$1.338 \times 10^4 - 2.088 \times 10^4$
3	Допустимий тиск на ґрунт, (при водонасиченому стані / немає замочування ґрунту)	кПа	273.8 / 308.8
4	Тиск на ґрунт	кПа	170.8-246.8

Таблиця 3.7. Визначені величини переміщень фундаментів

Варіант розрахунку		Переміщення фундаменту, мм	Допустимі переміщення, мм
1	Будівля з підсиленням	11.38-12.69	100*

* Відповідно до вимог ДБН В.1.1-45:2017

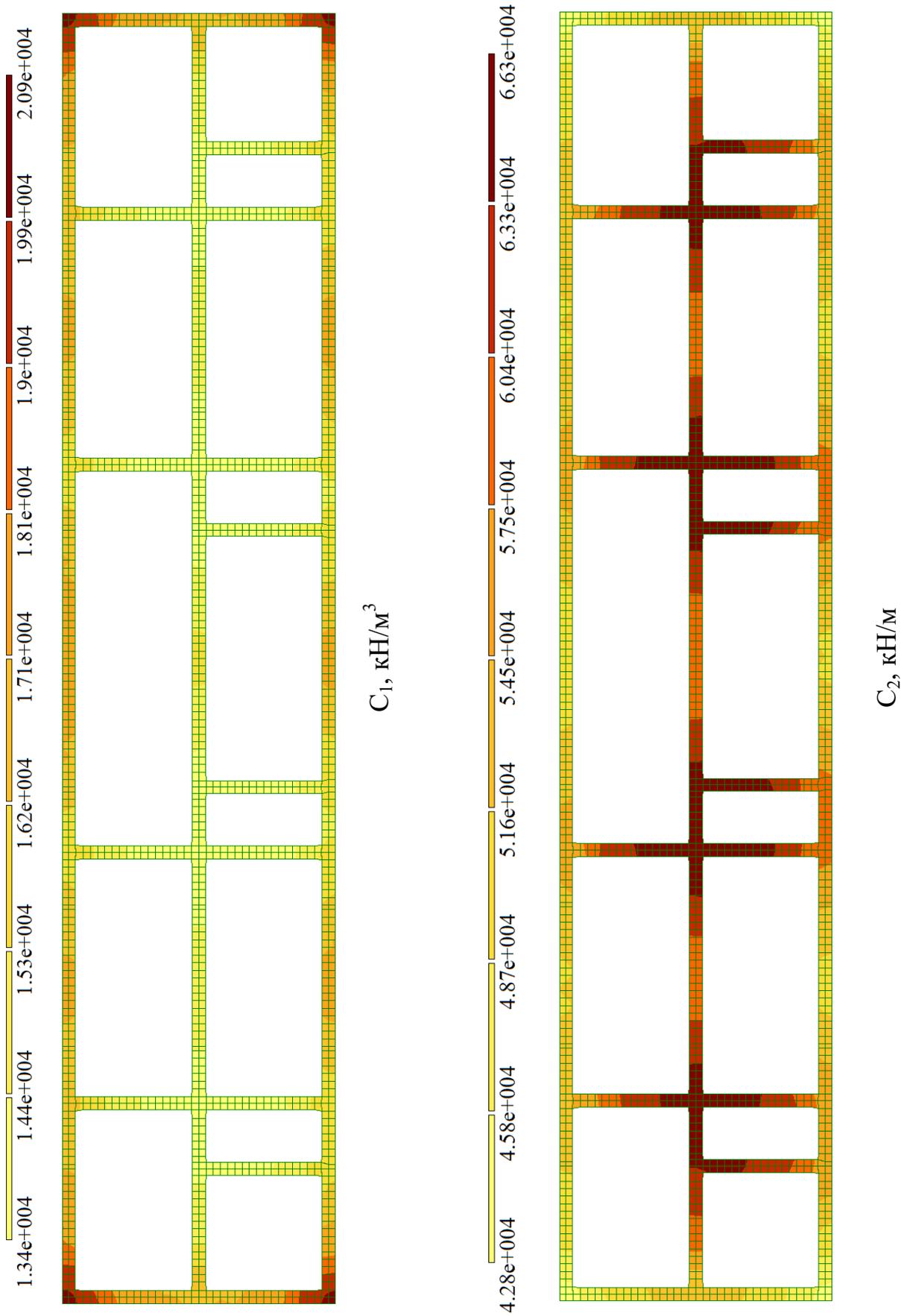
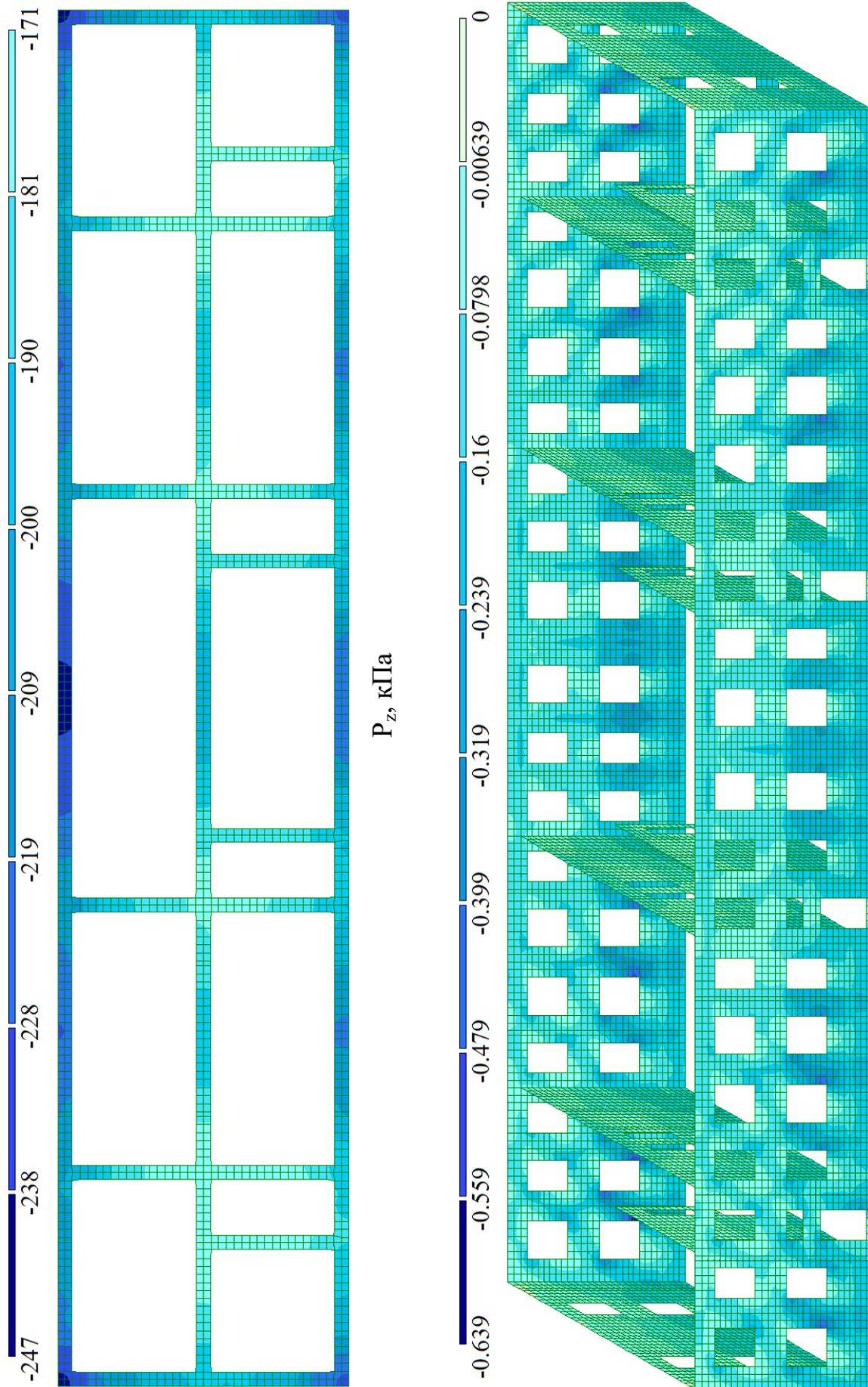
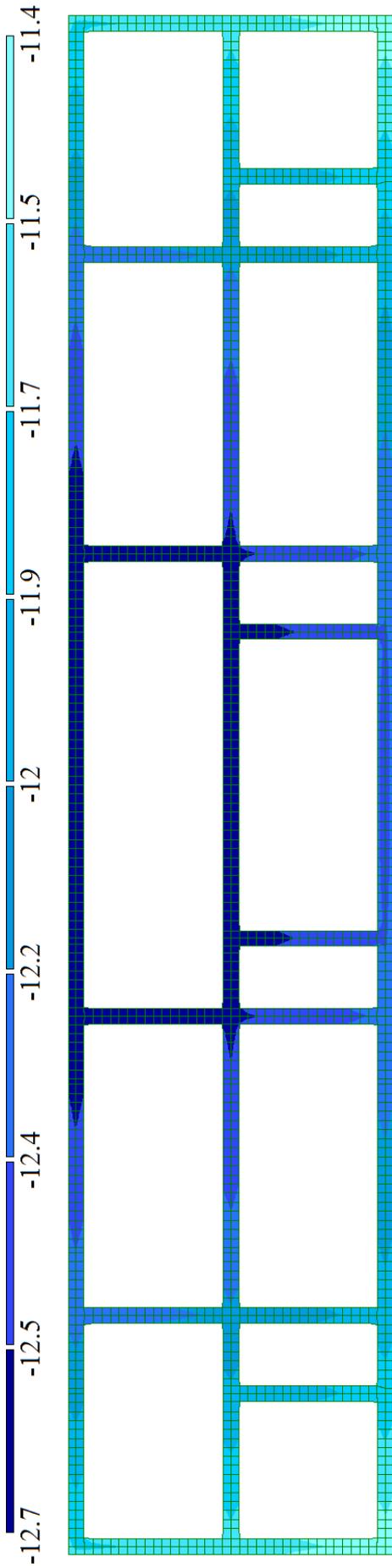


Рис. 3.16. Варіант розрахунку для будівлі з підсиленням

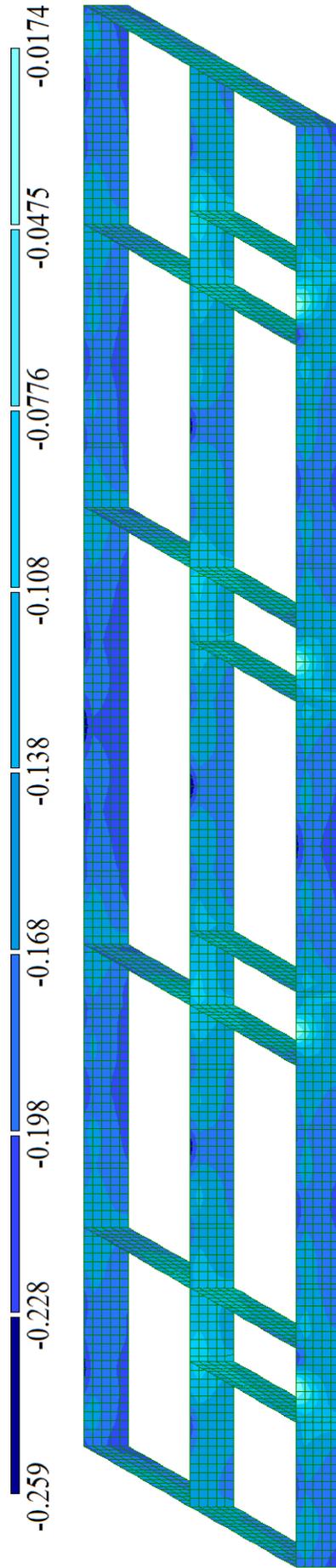


Напруження у стігових елементах, МПа

Рис. 3.17. Варіант розрахунку для будівлі з підсиленням



Деформації фундаментів, мм



Напруження у фундаментах, МПа

Рис. 3.18. Варіант розрахунку для будівлі з підсиленням

Таблиця 3.8. Отримані дані щодо напруженого стану стін

Варіант розрахунку		Значення напружень у стінах, МПа	Допустимі напруження, МПа
1	Будівля з підсиленням	0.638	1.358

Таблиця 3.9. Отримані дані щодо напруженого стану фундаментів

Варіант розрахунку		Значення напружень у фундаментах, МПа	Допустимі напруження, МПа
1	Будівля з підсиленням	0.0169-0.260	0.88*

Висновки за розділом 3

1. Розроблена комп'ютерна розрахункова модель будівельної конструкції, на якій виконувалися чисельні розрахунки.
2. Запропоновані технічні рішення для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку.
3. Після проведення робіт з підсилення, розрахункова несуча спроможність ґрунтів фундаменту, залежно від їх вологості, гарантується з коефіцієнтами надійності в діапазоні від 1.11 до 1.25.
4. Несуча здатність стін будівлі, укріплених посиленням фундаментом, гарантована з використанням коефіцієнтів безпеки, що дорівнюють 2.12.
5. Міцність кладки фундаментів, укріплених і з урахуванням однорідної жорсткості ґрунтової основи, гарантується із запасом міцності, що становить 3.4.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В ході технічного обстеження елементів двоповерхового будинку, виявлені недоліки та пошкодження можна класифікувати за наступними категоріями:

- тріщини на зовнішніх стінах споруди, які починаються переважно від фундаменту та розповсюджуються вгору по стінах і між вікнами;

- у поперечних опорних стінах сходових маршів спостерігаються косі тріщини, розташовані під кутом 30° - 45° відносно зовнішніх площин. Виникнення дефектів може бути пов'язане з нерівномірною осадкою основ поздовжніх стін та формуванням усадкових западин у ґрунті;

- у кладці колон центральної осі та прилеглих поперечних стінах сходових площадок зафіксовані косі і вертикальні розриви, спричинені деформаційними процесами в окремих частинах споруди, роз'єднаних тріщинами;

- пошкодження швів між плитами перекриття, викликане їх деформацією (ковзанням) у напрямку просідання фундаменту;

- покрівля значно зношена, з локальними пошкодженнями, що призводять до протікання дощової води через отвори та дефекти;

- увесь простір горища заповнений рештками будівельних матеріалів;

- фундаменти з бутобетону схильні до фізичного руйнування і часто демонструють недостатню монолітність (зв'язність) кладки. Це зумовлено переважно зниженою залишковою міцністю цементного каменю у швах. Зазвичай, марка розчину кладки бутобетонних фундаментів становить М50, але показники міцності значно варіюються, знаходячись в діапазоні від 2.390 до 8.140 МПа.

2. Розроблена комп'ютерна розрахункова модель будівельної конструкції, на якій виконувалися чисельні розрахунки.

3. Забезпечення достатньої міцності ґрунтової основи, враховуючи ступінь її зволоження, передбачає використання коефіцієнтів надійності в межах від 1.11-1.26. Отже, виникнення диференційованих деформацій фундаментів, ймовірно, відбуватиметься лише впродовж значного проміжку

часу внаслідок повільної консолідації структури ґрунтів під їхньою підошвою під час весняних водопіль, аварійних ситуацій на інженерних мережах водопостачання або каналізації.

4. За умови дотримання стандартних показників міцності матеріалів фундаменту, розрахункова міцність стін будівлі має двократний запас. Проте, руйнування стін могло статися внаслідок комбінованого впливу таких факторів, як природне старіння кладки стін та їх деформація через осідання, викликане ущільненням ґрунту або недостатньою міцністю розчину фундаменту. Обчислення продемонстрували, що зменшення міцності бутобетонної кладки фундаментів на 20-80%, призводить до втрати розрахункової міцності стін, оскільки коефіцієнт запасу знижується до 0.93.

5. Оцінка міцності кладки фундаментів, виконаних із бутового каменю марки М150 на розчині М100, показує, що при нормативних показниках міцності матеріалів та однорідній основі, фундаменти мають коефіцієнт запасу міцності 2.7. Це свідчить про те, що руйнування конструкцій, вірогідно, може бути спровоковане зношенням розчину або нерівномірними деформаціями, викликаними поступовою консолідацією ґрунту під фундаментом. Аналіз чутливості виявив, що зменшення міцності бутобетонної кладки на 20-80% (де 80% відповідає зоні біля 2 під'їзду) призводить до невідповідності вимогам міцності, оскільки коефіцієнт запасу коливається в межах 0.34-0.32. Таким чином, втрата міцності матеріалів кладки ставить під сумнів надійність фундаментів.

6. Запропоновані технічні рішення для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку.

7. Після проведення робіт з підсилення, розрахункова несуча спроможність ґрунтів фундаменту, залежно від їх вологості, гарантується з коефіцієнтами надійності в діапазоні від 1.11 до 1.25.

8. Несуча здатність стін будівлі, укріплених посиленням фундаментом, гарантована з використанням коефіцієнтів безпеки, що дорівнюють 2.12.

9. Міцність кладки фундаментів, укріплених і з урахуванням однорідної жорсткості ґрунтової основи, гарантується із запасом міцності, що становить 3.4.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96) Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформації. Київ: НДІОСП, 1997. 102с. (Національний стандарт України: інформація та документація).
2. Зоценко М.Л. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом / Зоценко М.Л., Винников Ю.Л., Зоценко В.М. Монографія – Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. – 94 с.
3. Lobiak, O., Vatulia, G., Pavliuchenkov, M., Petrenko, D., Voskobiinyk, O. Using mathematical modeling for stabilization of soil foundations of buildings with the injection technique. AIP Conference Proceedings, 2023, 2684, 030023.
4. S V Panchenko, G L Vatulia, O V Lobiak, M V Pavliuchenkov, O S Herasymenko and S M Bohdan. Soil stabilization with modern TM MAPEI materials in reconstruction of buildings and structures. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Volume 708. 012066
5. A. Gorodetsky, Computer models of structures, Fact, Kyiv, 394 (2007)
6. ДБН В.2.1-10-2009 (Зміна № 2) «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» (Національний стандарт України: інформація та документація).
7. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». (Національний стандарт України: інформація та документація).
8. Ігошева Л.А., Гришина А.С. Огляд основних методів зміцнення ґрунтів основи. Вісник ПНДПУ. Будівництво та архітектура Т. 7, №2 (2016) С. 5-21.
9. Допомога з хімічного закріплення ґрунтів ін'єкцією. НДІОСП ім. Герсеванова, М.: Будвидав, 1986. 128 с.
10. ДБН В. 1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». (Національний стандарт України: інформація та документація)
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану». (Національний стандарт України: інформація та документація)

12. ДБН В.2.1-10-2009 (Зміна № 2) «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування». (Національний стандарт України: інформація та документація).

13. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції». (Національний стандарт України: інформація та документація).

14. ДБН В. 1.2-6-200.8 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість». (Національний стандарт України: інформація та документація).

15. ДБН В. 1.2-9-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації». (Національний стандарт України: інформація та документація).

16. СОУ 35417345 91.080.40-002:2017 «Гідроізоляція бетонних та залізобетонних споруд із застосуванням матеріалів системи ПЕНЕТРОН».

17. ДБН В.1.1-45:2017 «Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах». (Національний стандарт України: інформація та документація).

18. ДСТУ Б Д.2.2-4:2012 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Сverdlovini (Збірник 4) (ДБН Д.2.2-4-99, MOD)». (Національний стандарт України: інформація та документація).

19. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 «Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ). (Національний стандарт України: інформація та документація).

20. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю». (Національний стандарт України: інформація та документація).

21. Циганенко Л.А., Охрімович А.В. Аналіз і визначення поточного технічного стану двоповерхового житлового будинку. Modern Movement of Science: Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Internet Conference, October 16-17, 2025. – FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, 2025. – Pp. 236-237.

22. Циганенко Л.А., Охрімович А.В. Реалізація проєкту з масштабних відновлювальних робіт у двоповерховому багатоквартирному будинку. Global trends in science and education. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference, 20-22 October, 2025. – SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine, 2025. – Pp. 289-291.

Матеріали конференції

WayScience

17th International Scientific
and Practical Internet Conference

«Modern Movement of Science»

ISBN 978-617-8293-56-7

Editorial board of International Electronic Scientific and Practical Journal «WayScience»
(ISSN 2664-4819 (Online))

The editorial board of the Journal is not responsible for the content of the papers and may not share the author's opinion.

Modern Movement of Science: Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Internet Conference, October 16-17, 2025. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, 270 p.

ISBN 978-617-8293-56-7

17th International Scientific and Practical Internet Conference "Modern Movement of Science" devoted to the main mission of the International Electronic Scientific and Practical Journal "WayScience" - to pave the way for development of modern science from idea to result.

Topics cover all sections of the International Electronic Scientific and Practical Journal "WayScience", namely:

- public administration sciences;
- philosophical sciences;
- economic sciences;
- historical sciences;
- legal sciences;
- agricultural sciences;
- geographic sciences;
- pedagogical sciences;
- psychological sciences;
- sociological sciences;
- political sciences;
- philological sciences;
- technical sciences;
- medical sciences;
- chemical sciences;
- biological sciences;
- physical and mathematical sciences;
- other professional sciences.

Dnipro, Ukraine – 2025

АНАЛІЗ І ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Циганенко Л.А.

к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет

Охрімович А.В.

здобувач вищої освіти

Сумський національний аграрний університет

Наразі значну частину житлового фонду багатьох міст складають будинки, зведені у 50-70-х роках. Житло в будинках перших масових серій користується попитом на вторинному ринку нерухомості. Однак, відбувається поступове знецінення та руйнування, що в найближчому майбутньому загострить питання їхньої подальшої експлуатації.

Для планування модернізації та визначення стратегії подальшого використання типових житлових будинків початкового періоду масового будівництва, першочергово потрібно провести детальне технічне обстеження (діагностику) їхніх конструктивних елементів. Під час такого обстеження, як правило, здійснюється низка заходів, націлених на встановлення фактичного стану ключових будівельних конструкцій та розробку способів відновлення необхідних експлуатаційних характеристик.

У ході обстеження будівельних конструкцій двоповерхової будівлі, що розташована у Донецькій області, у місті Краматорськ, по вулиці Василя Стуса, виявлено наступні недоліки та руйнування:

- розгалужені тріщини на фасаді споруди, що починаються переважно біля основи і проходять крізь стінові проміжки та між вікнами;
- косі тріщини під кутом приблизно 30-45 градусів у поперечних несучих стінах сходових кліток, спричинені просіданням ґрунту під фундаментами поздовжніх стін;
- похилі та вертикальні розколи в цегляній кладці колон центрального ряду, які переходять на поперечні стіни сходових кліток, виниклі внаслідок деформацій окремих частин будівлі, розділених тріщинами;
- тріщини в місцях з'єднання плит перекриття, зумовлені їхнім викривленням (зміщенням) в напрямку осідання фундаментів;
- покрівля перебуває у незадовільному стані з вираженими ознаками значного фізичного зносу. На деяких ділянках виявлені пошкодження, що призводять до протікання атмосферних опадів через наявні щілини та тріщини;
- горищне приміщення по всій площі засмічене будівельними відходами;
- фундаменти, зведені з бутобетону, характеризуються фізичним зносом і втратою монолітності кладки. Це зумовлено, головним чином, недостатньою міцністю цементного розчину в швах.

Основна причина появи тріщин – неоднакові деформації фундаментів, що викликають зміни в напруженому стані надземної частини будівлі і, як наслідок, пошкодження цегляних стін. Оскільки геологічні дослідження не показали наявності ґрунтових вод або просідаючих ґрунтів під основою, такі деформації можуть виникати лише під час весняних паводків або аварій на водопровідних і каналізаційних мережах. Наприклад, біля переднього та заднього фасадів є просідання біля каналізаційних люків. Витікаюча з них вода вимиває ґрунт з-під фундаментів, що призводить до їхнього осідання (відповідає суфозії техногенній). Також спостерігається перезволоження основи та стін цоколю в місцях розташування водомірних вузлів. Отже, ущільнення ґрунту під фундаментами відбувалося протягом тривалого часу, викликаючи поступове та поточне нерівномірне просідання стін зовнішніх будівлі (відповідає суфозії підземній).

Аналіз пошкоджень показує, що збереження цілісності об'єкта можливе до виконання ремонтних робіт, якщо об'єкт буде експлуатуватися в обмеженому режимі. Цей режим передбачає безперервний контроль за станом споруд, уникнення промислових аварій систем водопостачання та каналізації (наприклад, підвищення рівня стічних вод, утворення підпору та затоплення каналізаційних колодязів), відсутність великого скупчення людей, а також повне усунення динамічних навантажень.

GLOBAL TRENDS IN SCIENCE AND EDUCATION

Proceedings of X International Scientific and Practical Conference
Kyiv, Ukraine
20-22 October 2025

Kyiv, Ukraine

2025

2

UDC 001.1

The 10th International scientific and practical conference “Global trends in science and education” (October 20-22, 2025) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kyiv, Ukraine. 2025. 774 p.

ISBN 978-966-8219-82-5

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Global trends in science and education. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kyiv, Ukraine. 2025. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/x-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-global-trends-in-science-and-education-20-22-10-2025-kiyiv-ukrayina-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: kyiv@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2025 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2025 Authors of the articles

ARCHITECTURE

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ З МАСШТАБНИХ ВІДНОВЛОВАЛЬНИХ РОБІТ У ДВОПОВЕРХОВОМУ БАГАТОКВАРТИРНОМУ БУДИНКУ

Циганенко Людмила Анатоліївна,
к.т.н., доцент
Охрімович Антон Володимирович,
студент
Сумський національний аграрний
університет

Вступ. На сьогоднішній день значна частка житлової нерухомості у багатьох містах представлена будівлями, зведеними у 1950-1970-х роках. Квартири у будинках типових перших серій залишаються популярними на ринку вторинного житла. Проте, вони поступово зношуються та руйнуються, що у перспективі ускладнить проблему їхньої подальшої експлуатації.

Для розробки плану модернізації та визначення подальшої стратегії експлуатації серійних житлових будівель раннього періоду масової забудови, насамперед необхідно виконати ретельне технічне дослідження (оцінку) їхніх конструктивних елементів. У рамках цього дослідження, зазвичай, реалізується комплекс заходів, спрямованих на встановлення фактичного стану основних будівельних конструкцій та розробку методів відновлення необхідних функціональних якостей.

Ціль роботи. Метою цього дослідження є:

- проведення обстеження технічного стану несучих та огорожувальних конструкцій двоповерхового житлового будинку, що знаходиться у місті Краматорськ по вулиці Василя Стуса, побудованого у 1950-х роках;
- з'ясування факторів, що спричинили появу значних дефектів у конструкціях споруди в процесі її використання;
- встановлення точних розмірів житлових кімнат та геометричних

параметрів конструкцій даної будівлі;

- встановлення можливості відновлення працездатності та безпеки пошкоджених елементів конструкцій будинку;
- проведення розрахунків несучих елементів будинку;
- надання інженерних рішень для відновлення або поліпшення технічного стану будівлі.

Матеріали та методи. Обстеження житлової будівлі було здійснено з дотриманням чинних законодавчих та нормативних актів. Під час огляду використовувався весь необхідний інструментарій та обладнання. Численне моделювання та розрахунки були виконані у вітчизняному програмному комплексі «Ліра САПР».

Результати та обговорення. У процесі обстеження будівлі було зафіксовано наступні дефекти та пошкодження:

- тріщини на фасадах будинку, спрямовані від фундаментів вгору;
- у сходових клітках поперечних несучих стін спостерігаються похилі тріщини (кут нахилу приблизно 30-45 градусів), що виникли внаслідок осідання ґрунту під фундаментами поздовжніх стін;
- у цегляній кладці колон центрального ряду та поперечних стін сходових кліток спостерігаються косі та вертикальні тріщини. Ці дефекти з'явилися внаслідок деформацій окремих частин будівлі, розділених розломами;
- утворення тріщин у зонах з'єднання плит перекриття пов'язане з їх вигином через нерівномірне осідання фундаментів;
- технічний стан покрівлі незадовільний, спостерігається її значне зношення;
- фундаменти з бутобетону схильні до фізичного руйнування та втрати цілісності структури кладки. Це, передусім, пояснюється зниженою міцністю цементного розчину, що використовується для з'єднання елементів.

По результатам обстеження та проведених розрахунків встановлено, що нерівномірні осідання фундаменту є головним фактором, що викликає тріщини, оскільки вони зумовлюють зміни в розподілі напружень і деформацій у верхній

частині будівлі, що зрештою призводить до руйнування цегляної кладки. Оскільки геологічна розвідка не виявила підземних вод або схильних до просідання ґрунтів у зоні залягання фундаментів, ймовірність нерівномірних деформацій основи конструкцій обмежена періодами весняного водошліття, а також випадками техногенних аварій інженерних мереж водопостачання та каналізації. Унаслідок цього, спостерігається і прогресує нерівномірна деформація зовнішніх стін споруди, зумовлена підземною суфозією. Зміна геометрії фундаментів може бути спричинена фізичним руйнуванням та недостатньою монолітністю бутобетонної кладки. Це часто відбувається через зниження міцності розчину з плином часу.

За результатами чисельних досліджень, проведених на комп'ютерній моделі будинку розроблено комплекс заходів, технічних рішень та рекомендацій з посилення фундаментів, проведення капітальних ремонтних робіт з відновлення несучих елементів та покрівлі будинку.

Висновки. Враховуючи наявні недоліки та пошкодження будівельних конструкцій, загальний стан будівлі на даний момент характеризується як незадовільний для подальшого використання. Аналіз дефектів дозволяє оцінити збереження працездатності об'єкта до виконання ремонтних робіт, за умов його експлуатації в щадному режимі з безперервним контролем технічного стану споруд. Для відновлення працездатності будівлі та забезпечення її відповідності до категорії технічного стану "2" (задовільний), потрібно здійснити укріплення конструкцій згідно з розробленим планом, що включає: стабілізацію ґрунтів фундаменту; посилення стін за допомогою металевих бандажів; закладення тріщин; відновлення даху. Оновлення покрівлі передбачає усунення протікань та пошкоджень, зокрема, шляхом застосування, наприклад, герметизуючої стрічки на основі бутилкаучуку. Щоб запобігти подальшому руйнуванню шиферу, рекомендується повністю обробити його гумовою фарбою або ризоліном (для створення водовідштовхувального шару).

Графічні матеріали

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Кафедра будівельних конструкцій

Капітальний ремонт багатоквартирного двоповерхового будинку з метою підсилення його конструкцій

Розробив: студент групи БУД 2401-1м
спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія”
Охрімович А.В.

Керівник: кандидат технічних наук, доцент,
Циганенко Л.А.

2025

Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження

Об'єкт дослідження – конструкція та основні елементи двоповерхового житлового будинку.

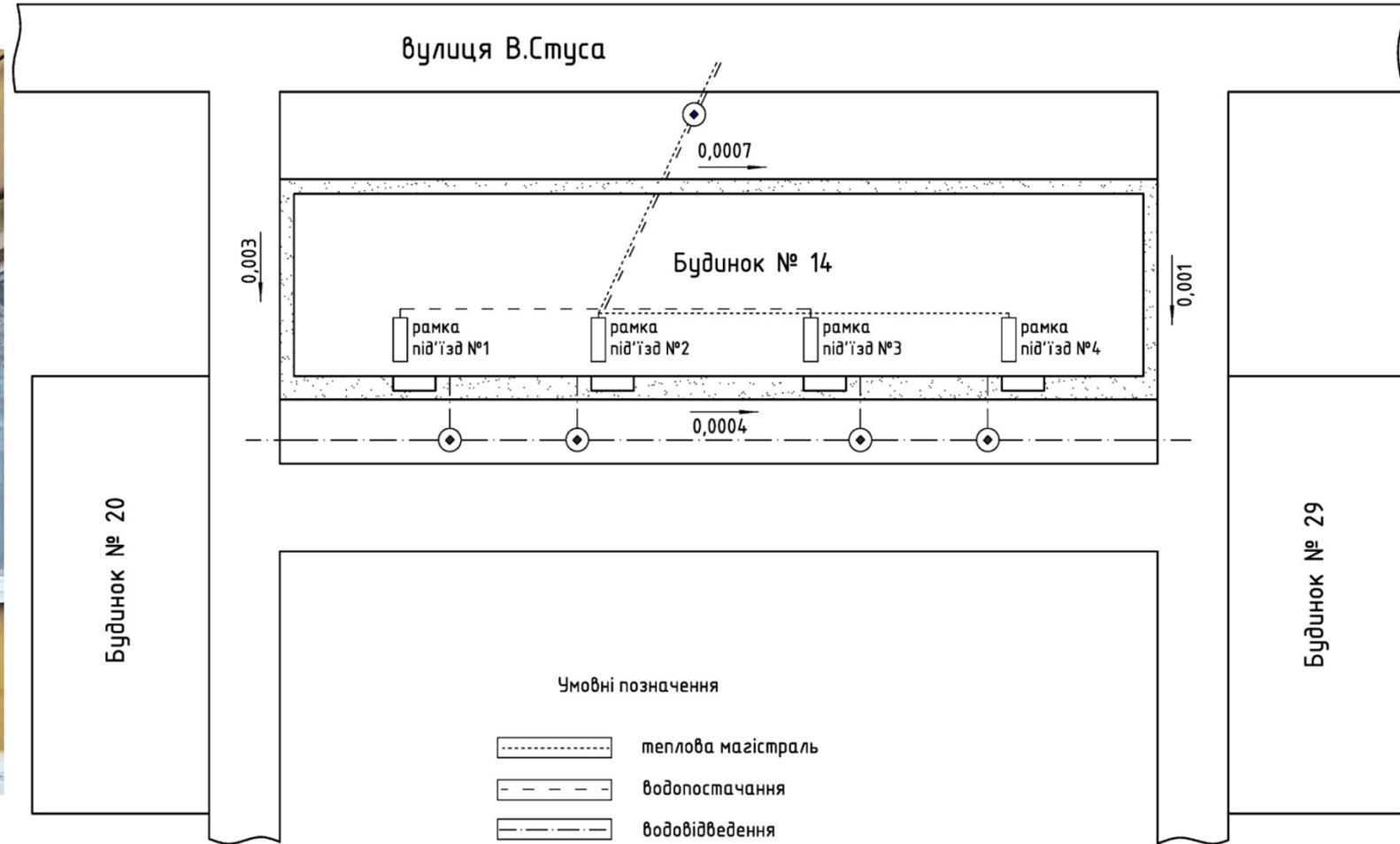
Предмет дослідження – несуча здатність і напружено-деформований стан основних конструкцій двоповерхового будинку.

Мета роботи полягає у здійсненні розрахунків будівельних конструкцій двоповерхового житлового будинку, що знаходиться у місті Краматорськ Донецької області, з'ясування факторів і природи дефектів споруди, а також розробка пропозицій щодо посилення та відновлення його працездатності.

Завданням цього дослідження є

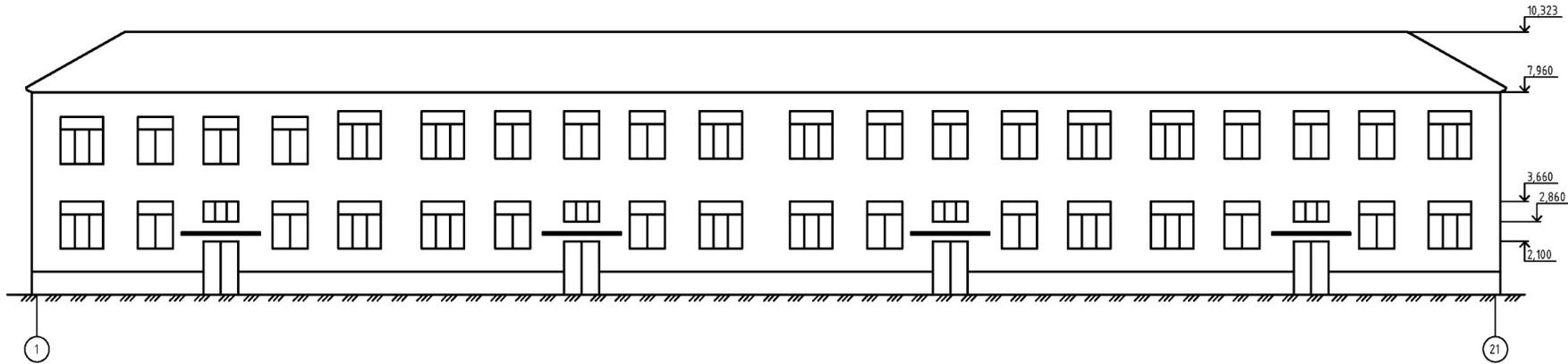
- оцінка технічного стану основних та несучих конструкцій двоповерхового житлового будинку;
- визначення передумов виникнення серйозних пошкоджень у будівельних елементах під час функціонування об'єкта;
- надати висновок, щодо можливості відновлення експлуатаційних характеристик будинку;
- здійснення аналізу міцності несучих конструкцій будівлі;
- розробка інженерних рішень з метою ремонту і вдосконалення технічних характеристик будівлі.

Загальний вигляд двоповерхового житлового будинку та генплан

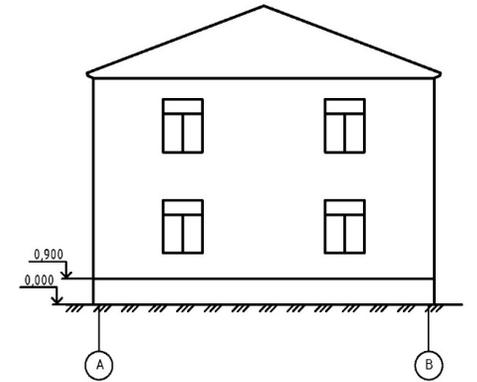


Конструктивні рішення будівлі

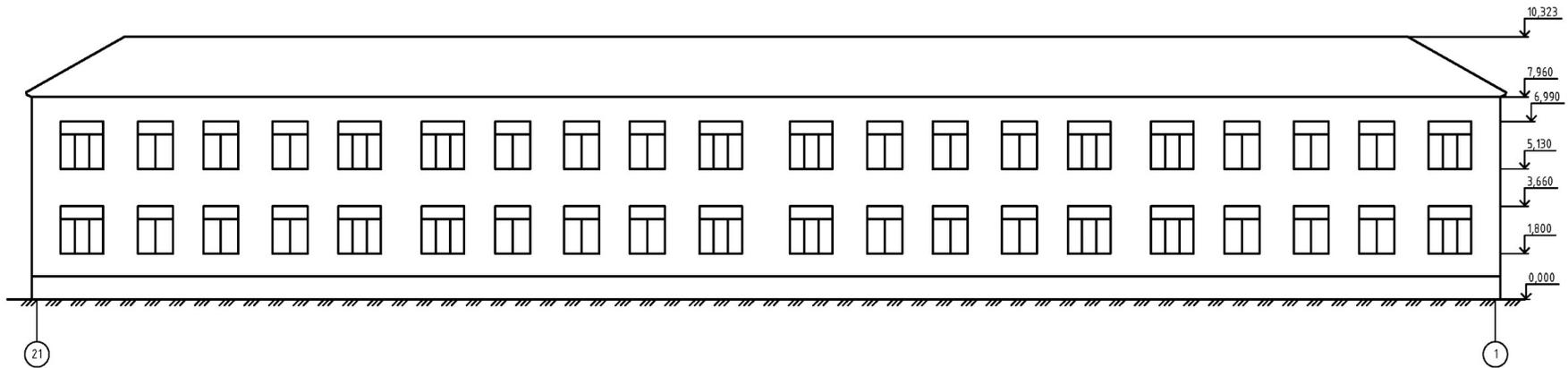
Фасад 1...21



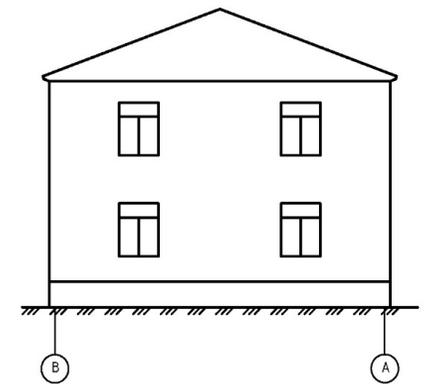
Фасад А...В



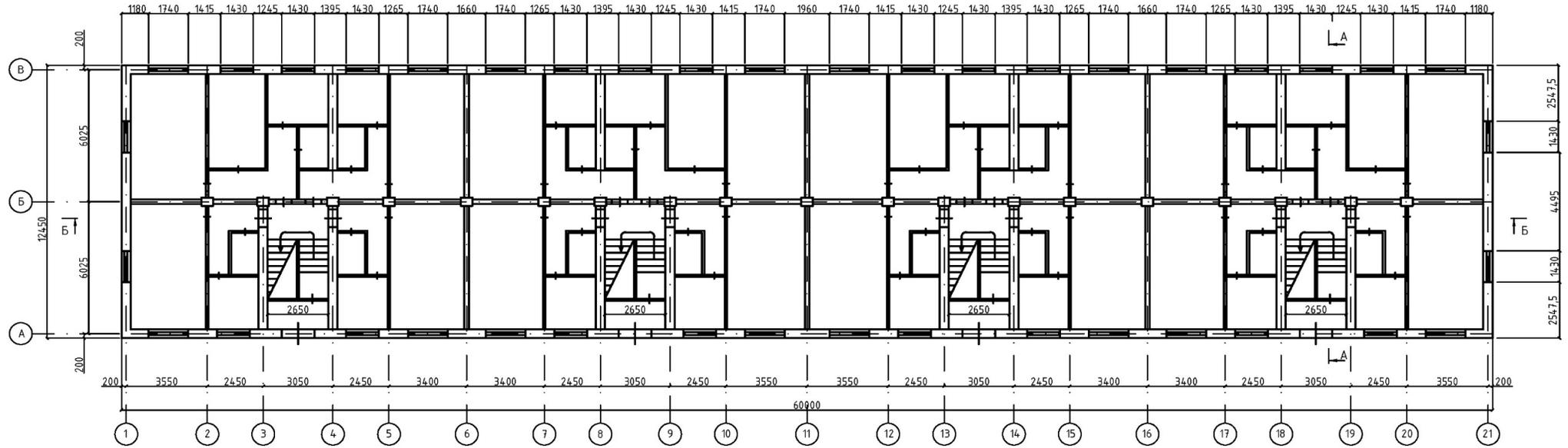
Фасад 21...1



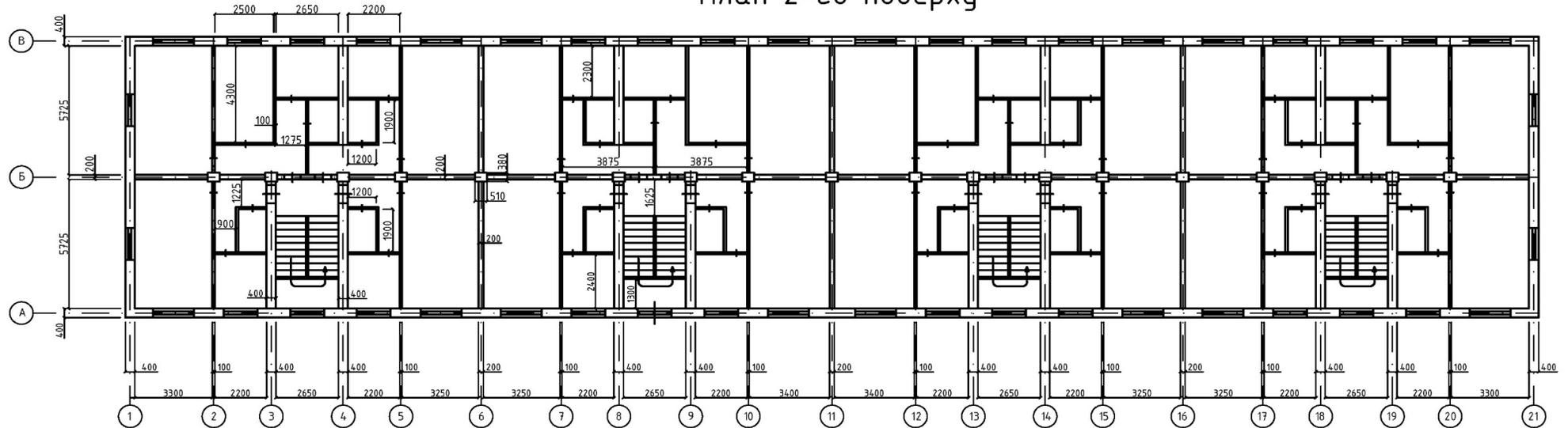
Фасад В...А



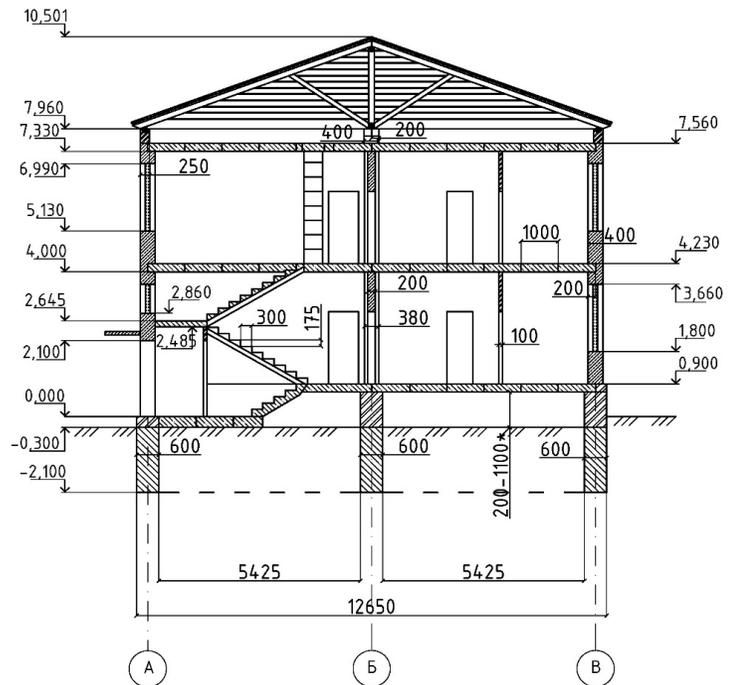
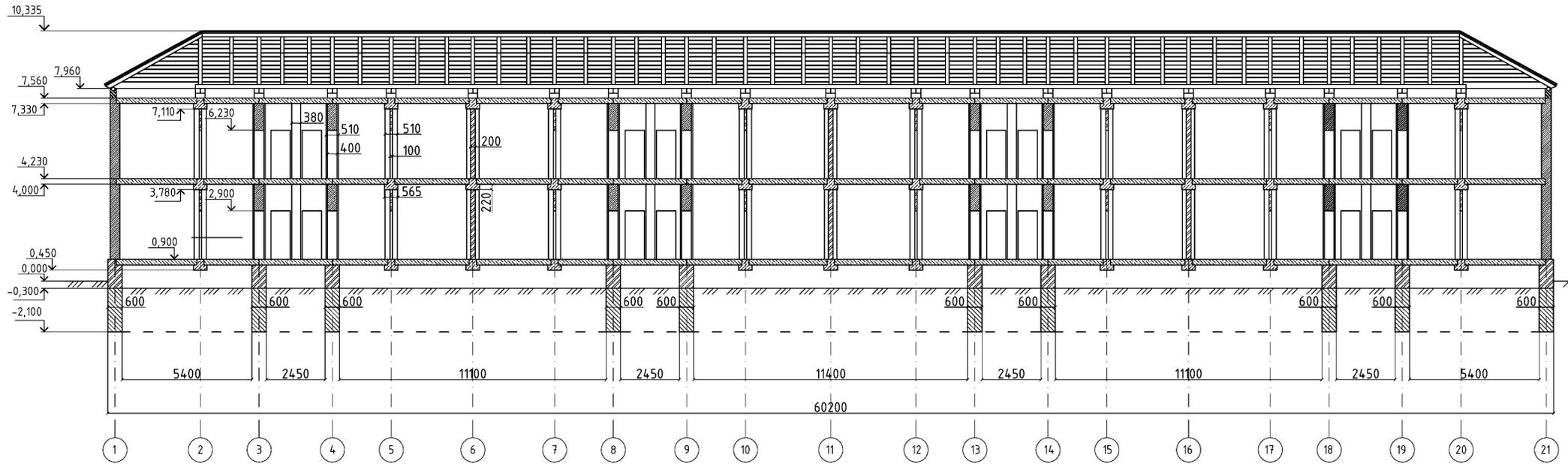
План 1-го поверху



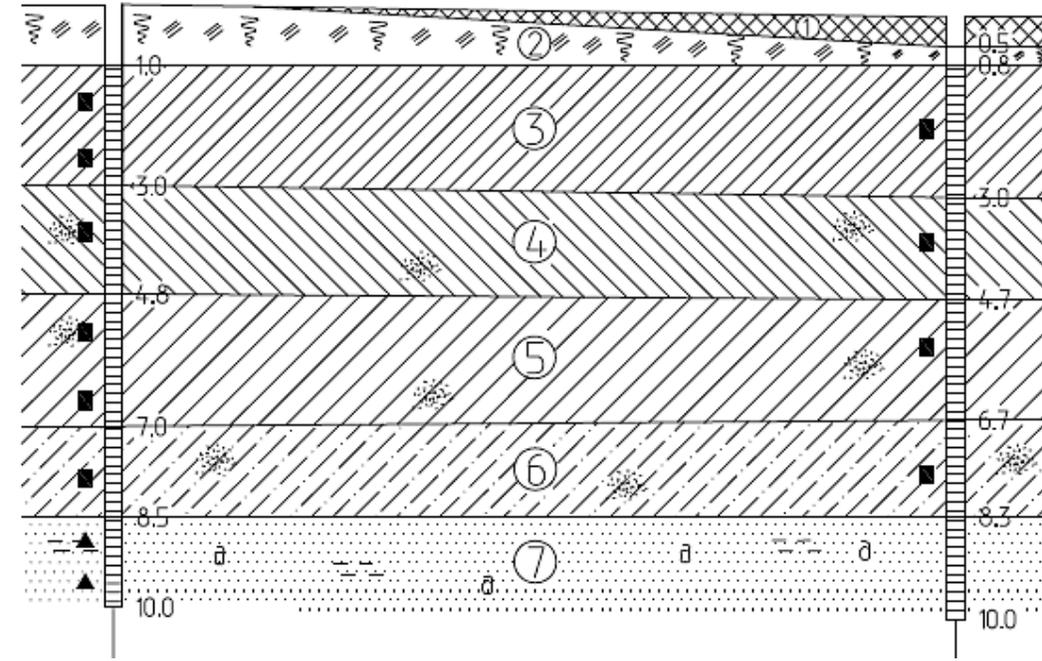
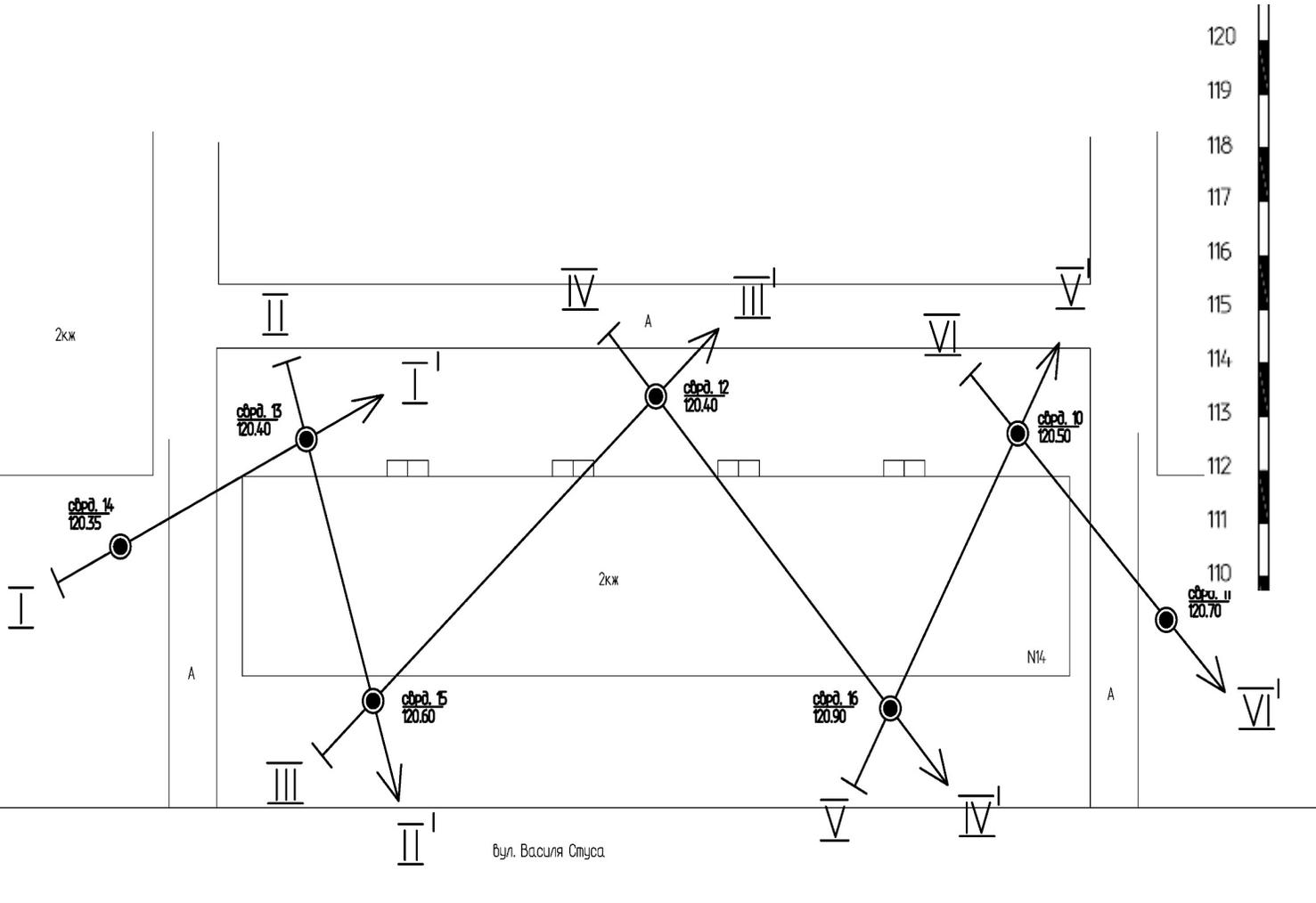
План 2-го поверху



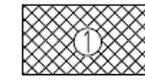
Розріз Б-Б



Інженерно-геологічні умови



Умовні позначення:



ІГЕ << 1 >> Насичений шар: ґрунт, суглинок, з включенням будівельного сміття, злежаний. $R_0=100$ кПа.



ІГЕ << 2 >> Ґрунто-рослинний шар коричнево-чорний, чорний, суглинчастий, гумусований.



ІГЕ << 3 >> Суглинок коричнево-бурий з червоним, твердої консистенції.



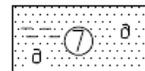
ІГЕ << 4 >> Суглинок коричневий з червоним, з включенням жовен карбонатів, пісківистий, твердої консистенції.



ІГЕ << 5 >> Суглинок коричнево-червоний, з прошарками піску, твердої консистенції.



ІГЕ << 6 >> Супісок жовто-коричневий, коричневий, з прошарками піску, твердої консистенції.



ІГЕ << 7 >> Пісок жовто-коричневий, жовтий, дрібний, глинистий, з включенням жорстків, малого ступеню водонасичення, середньої щільності.

Виявлені пошкодження на фасадах

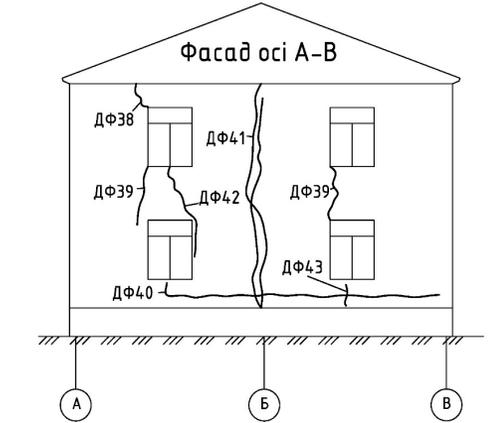
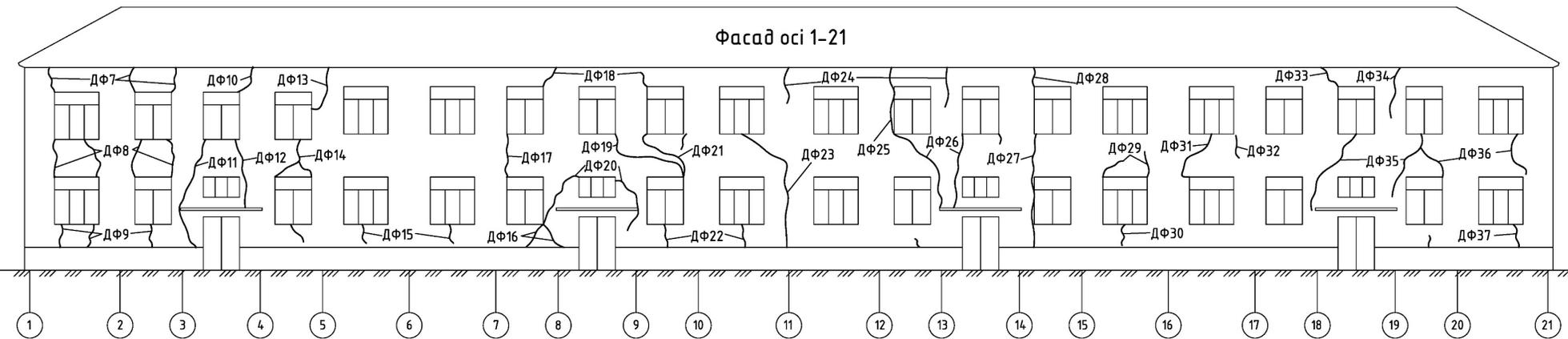
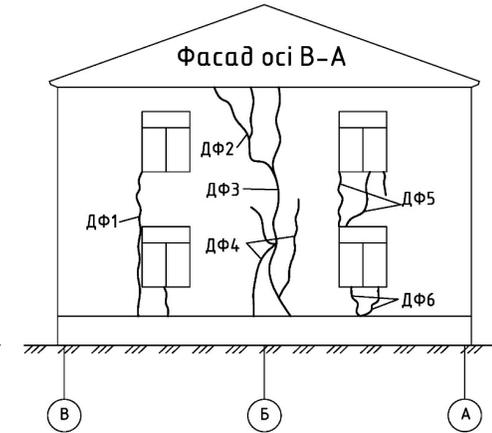
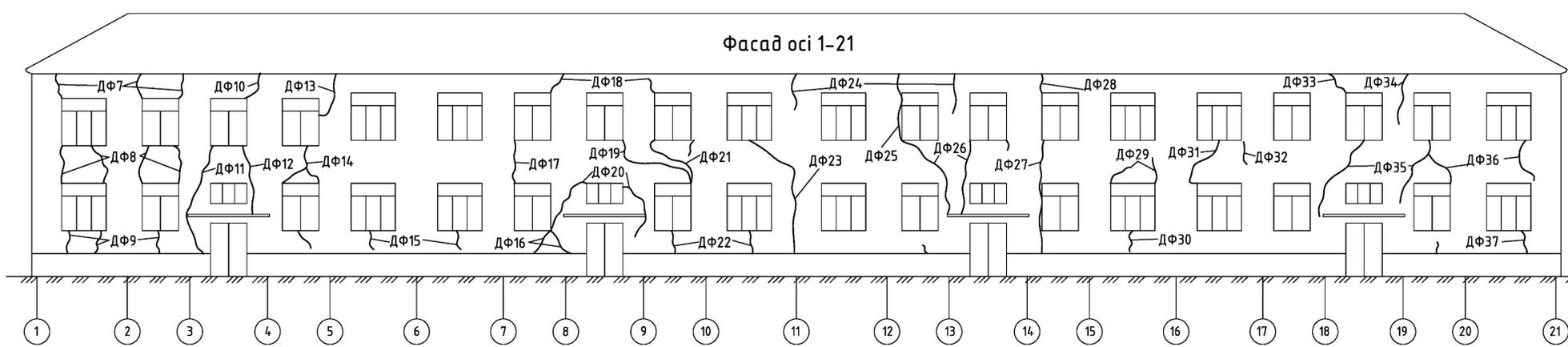
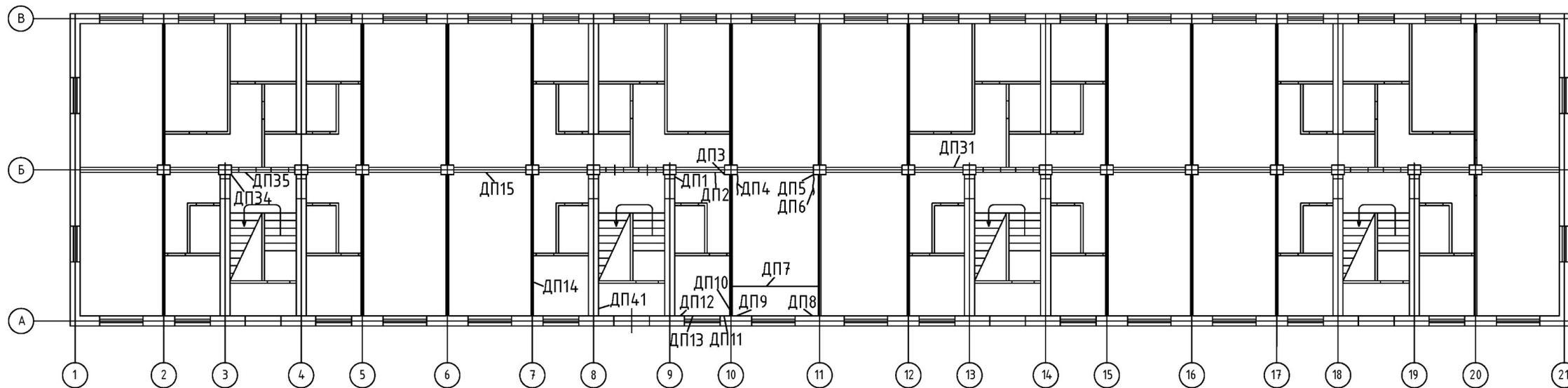


Фото дефектів по фасадах



Карта дефектів 1-го поверху



Карта дефектів 2-го поверху

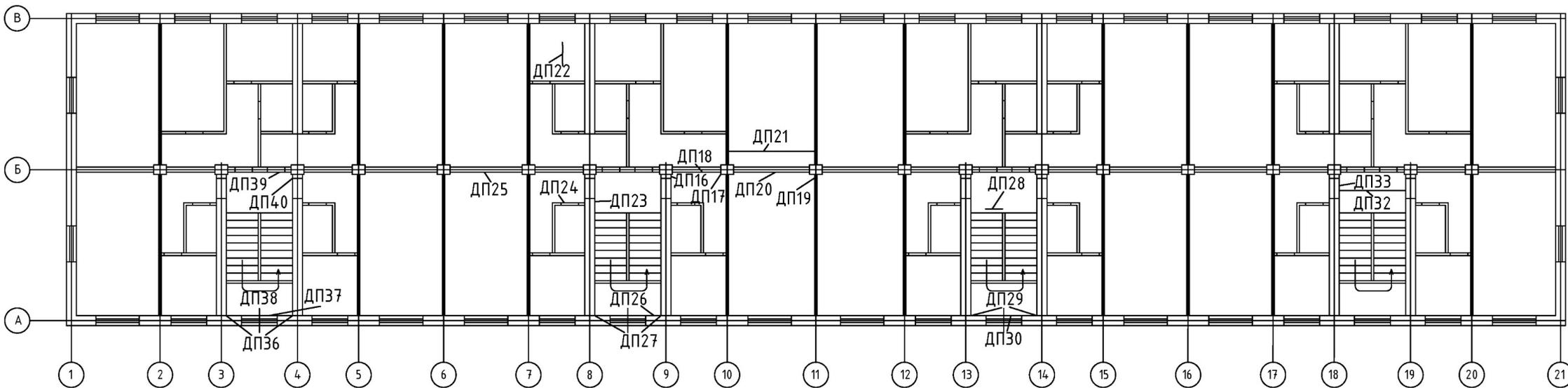


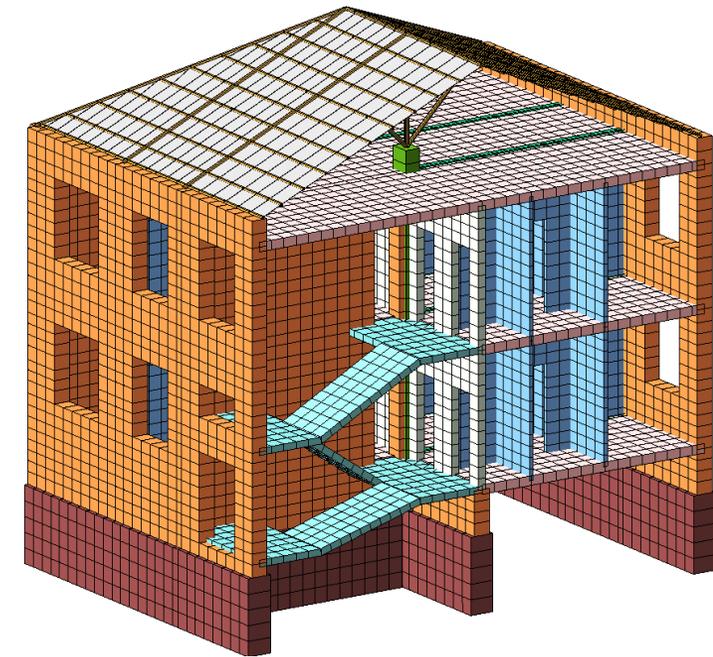
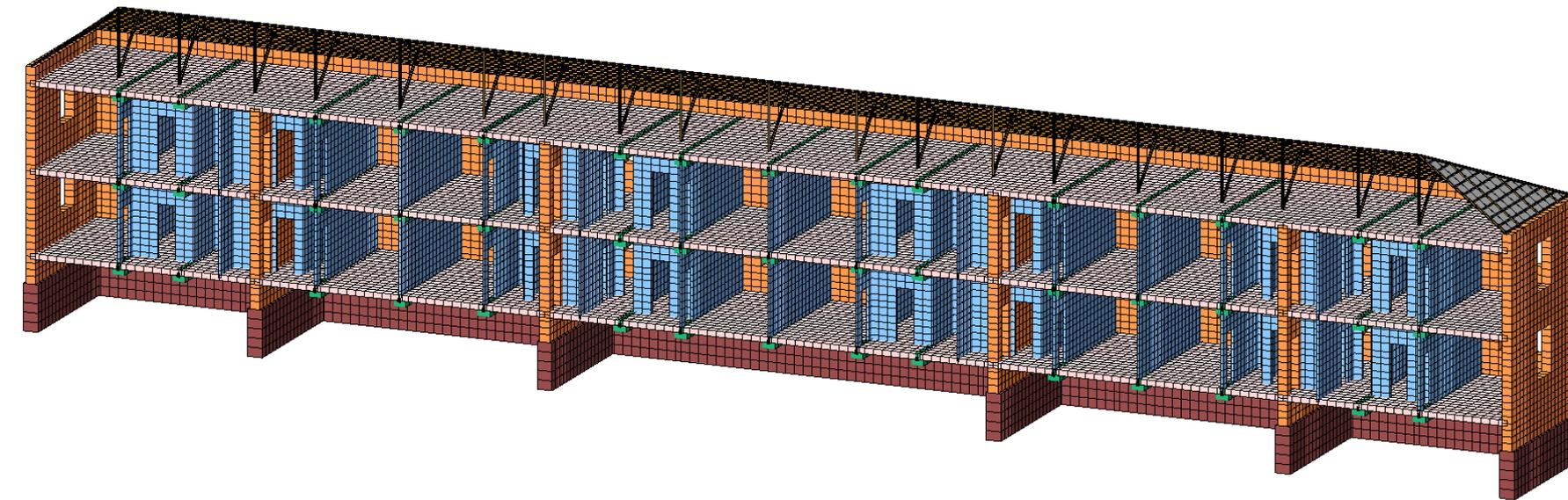
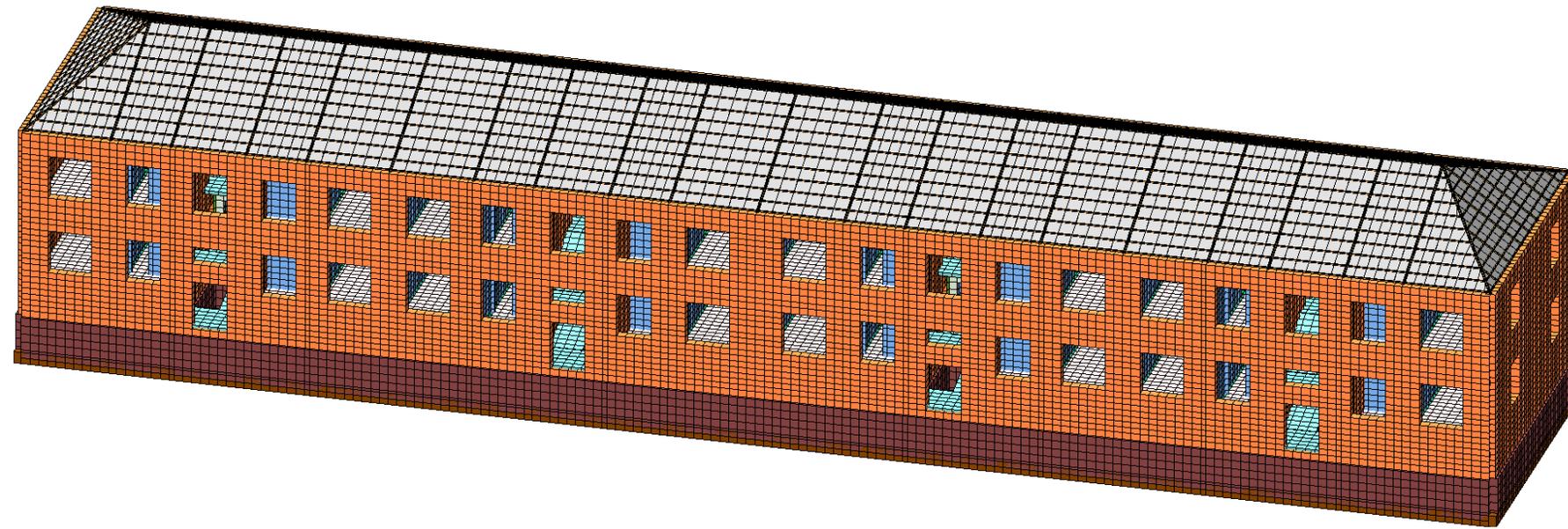
Фото виявлених пошкоджень у середині приміщень будинку



Виявлені дефекти у фундаментах та покрівлі



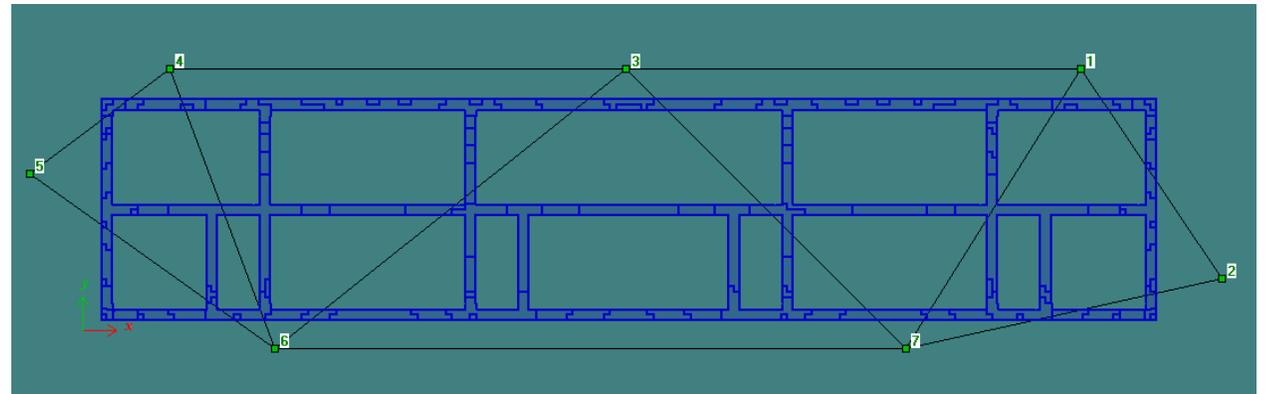
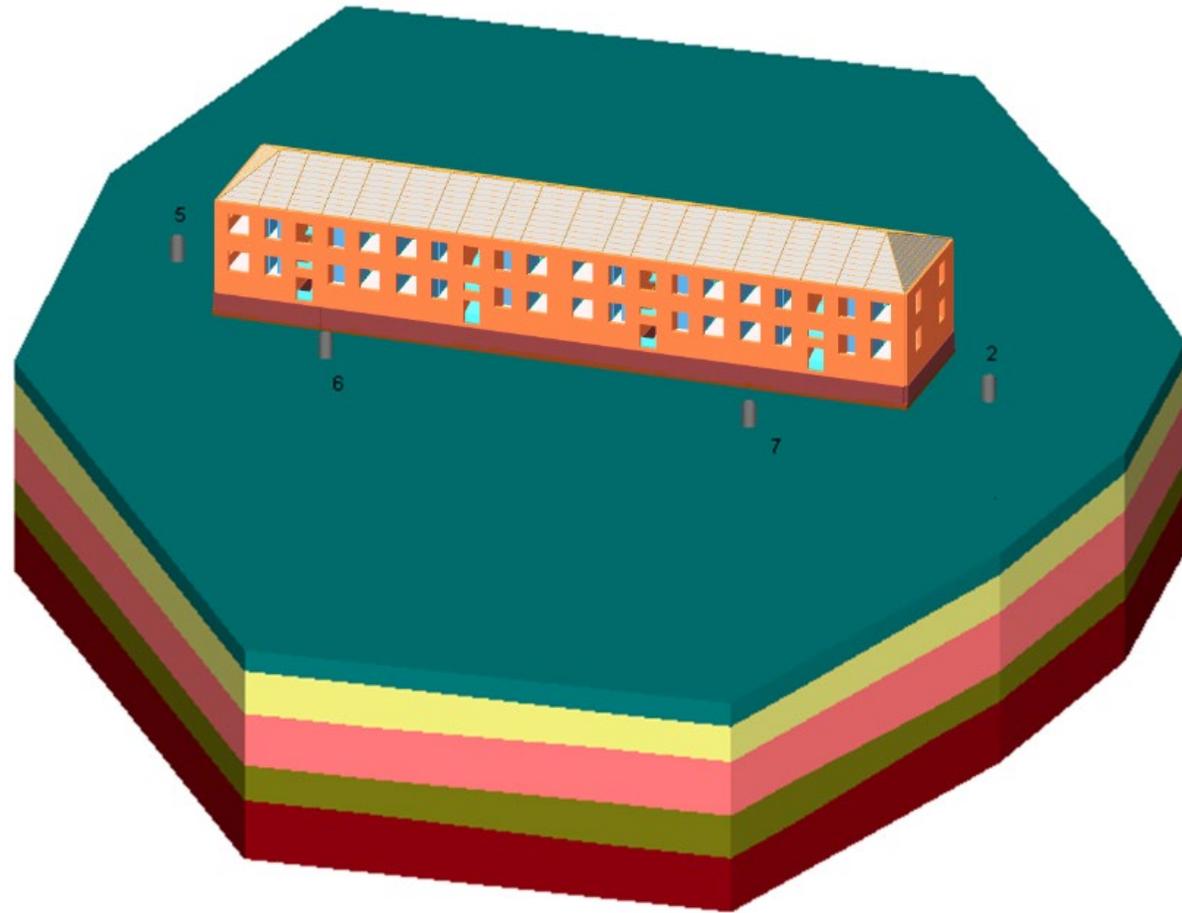
Розрахункова скінченно-елементна модель будинку



Розрахункова модель будівлі із ґрунтовим масивом

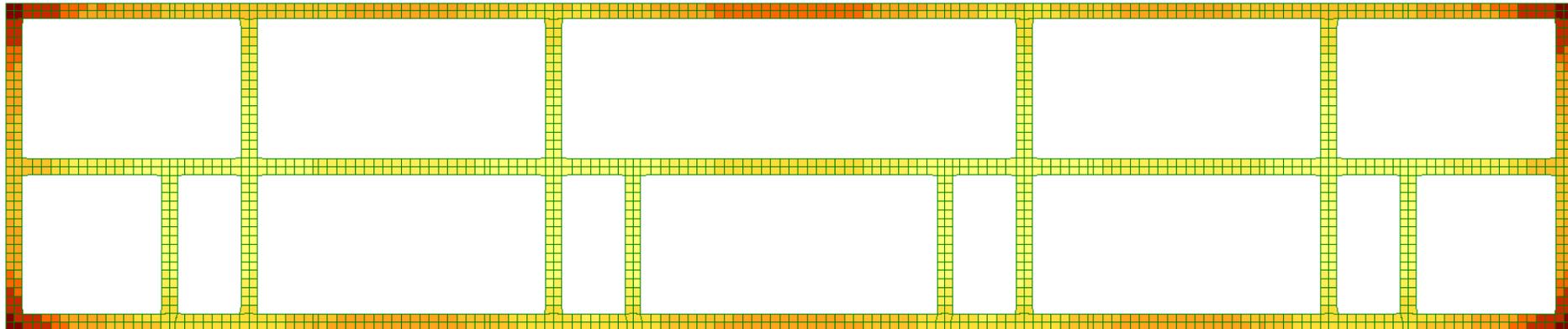
Таблиця - Параметри ґрунтових шарів

№ ПЕ	Значення природної вологості (у частках)	Значення коефіцієнту пористості	Значення модулю деформації (МПа)	Значення коефіцієнту Пуассону	Значення питомої ваги ґрунту (МН/м ³)
3	0.162	0.674	17.9951	0.300	0.0172
4	0.151	0.643	19.9962	0.300	0.0183
5	0.153	0.661	17.9953	0.300	0.0172
6	0.122	0.632	17.9952	0.300	0.0183
7	0.064	0.663	26.9983	0.420	0.0162



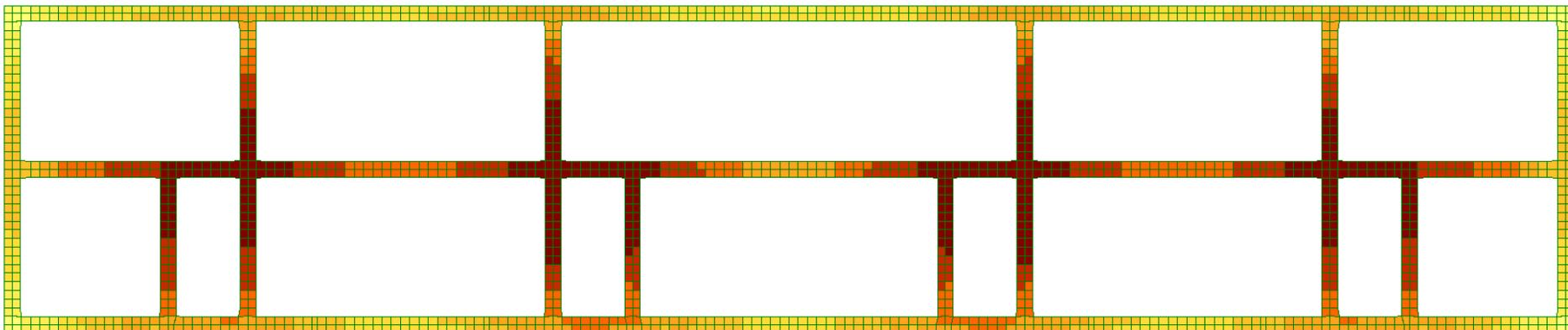
Розрахунковий випадок № 1 (міцність матеріалу фундаментів відповідає 100 % від проектної міцності)

1.34e+004 1.43e+004 1.52e+004 1.61e+004 1.7e+004 1.79e+004 1.88e+004 1.97e+004 2.06e+004



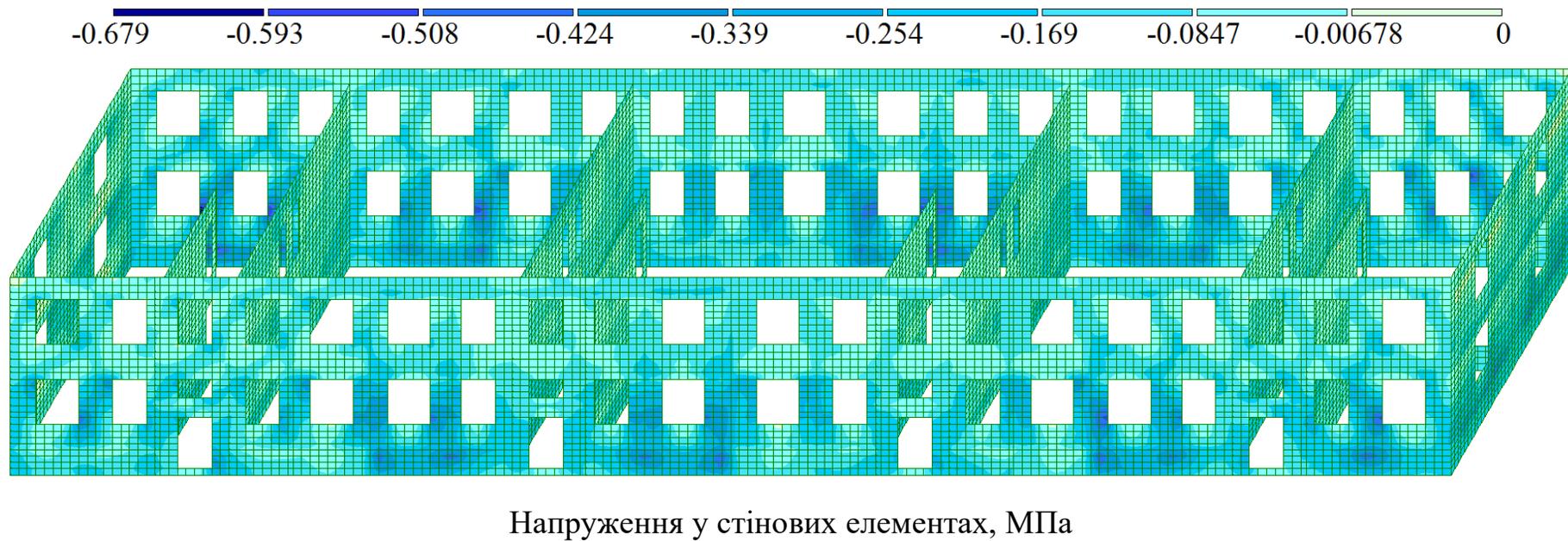
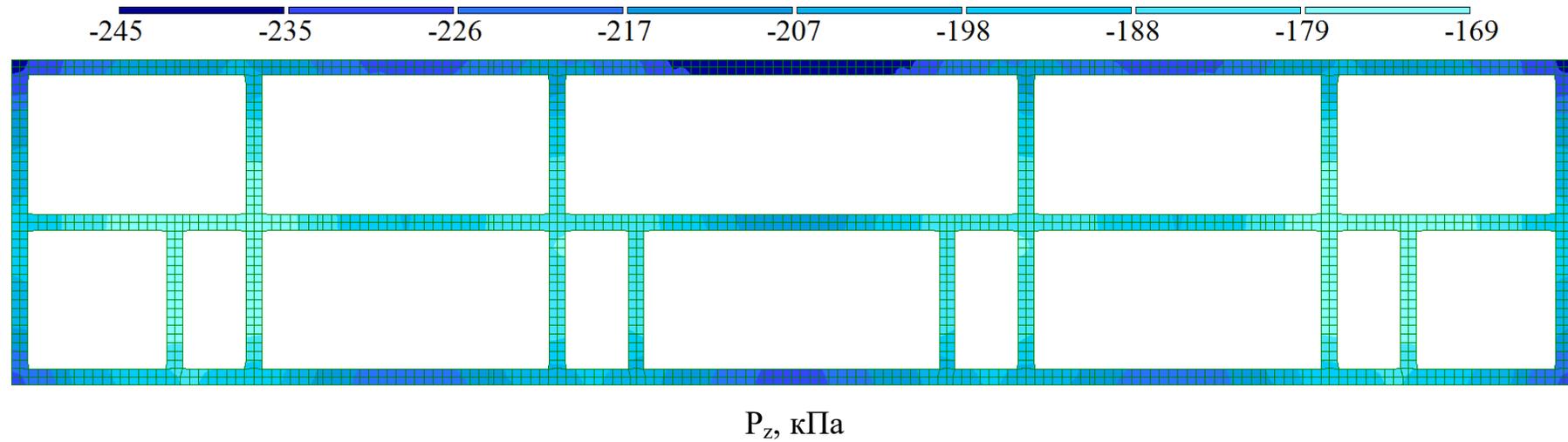
$C_1, \text{кН/м}^3$

4.34e+004 4.63e+004 4.92e+004 5.2e+004 5.48e+004 5.77e+004 6.05e+004 6.34e+004 6.63e+004

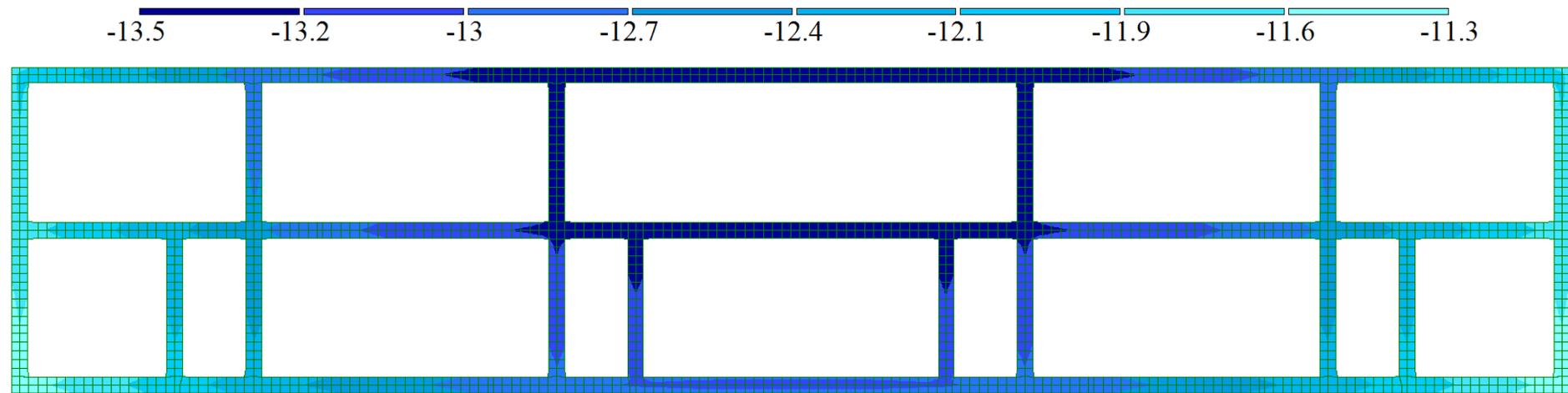


$C_2, \text{кН/м}$

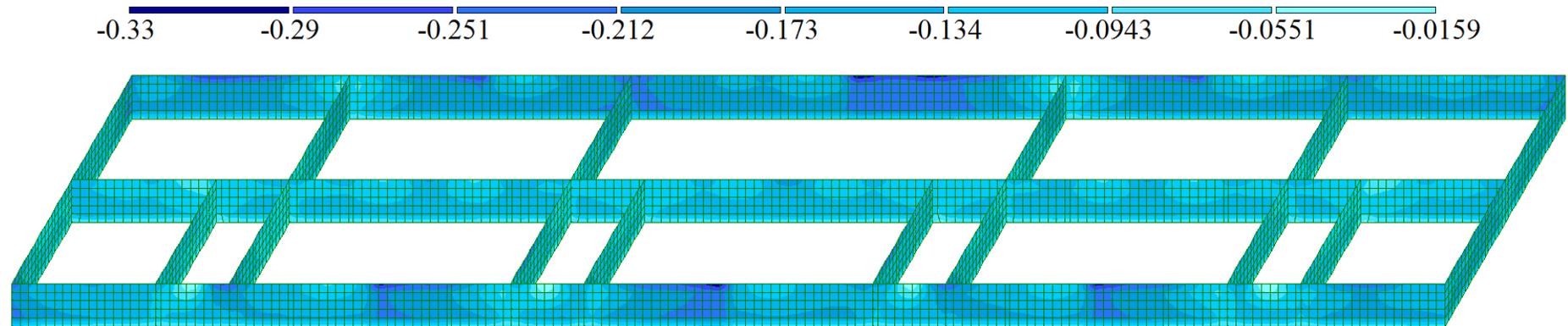
Розрахунковий випадок № 1 (міцність матеріалу фундаментів відповідає 100 % від проектної міцності)



Розрахунковий випадок № 1 (міцність матеріалу фундаментів відповідає 100 % від проектної міцності)

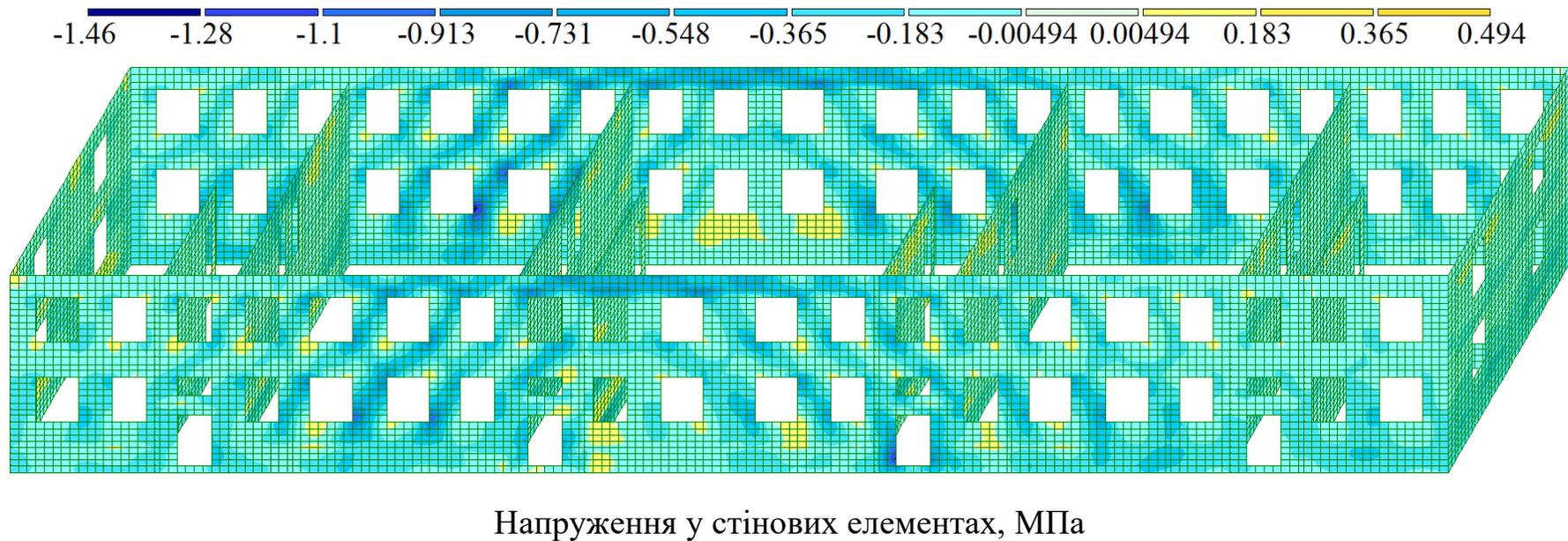
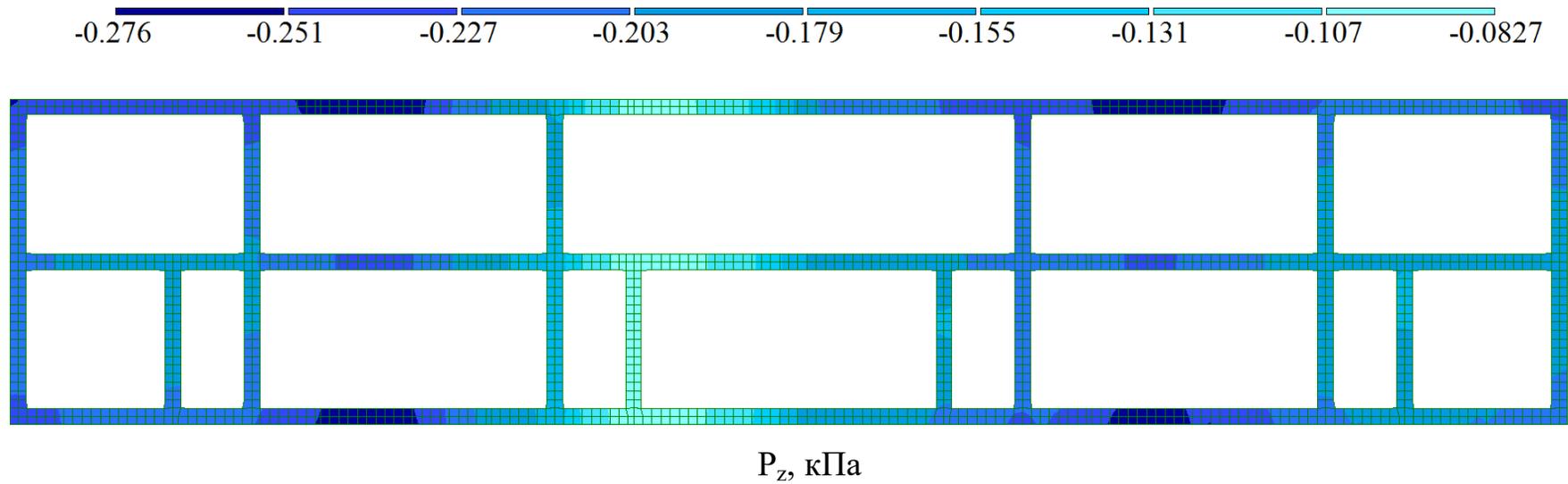


Деформації фундаментів, мм

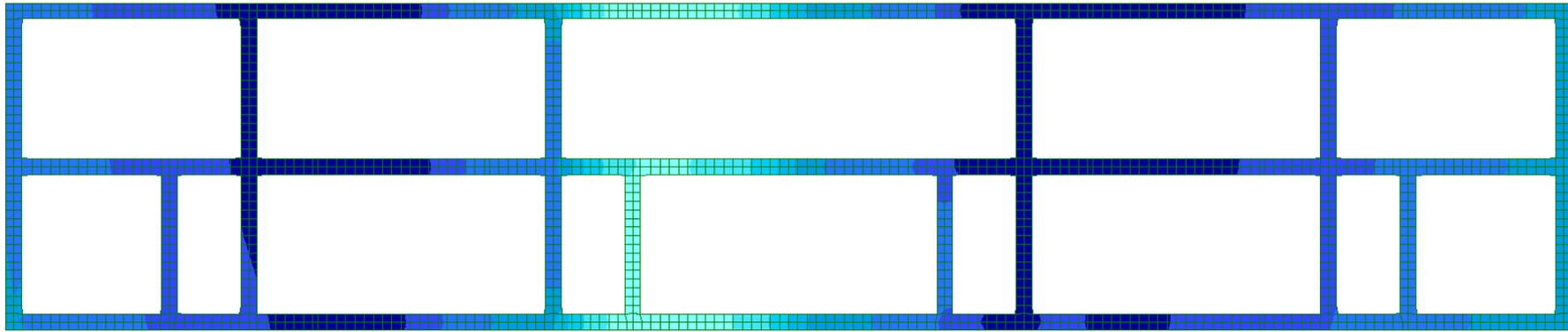
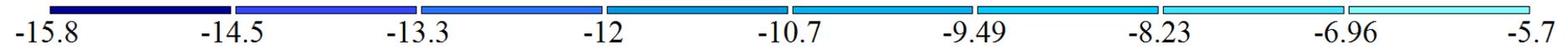


Напруження у фундаментах, МПа

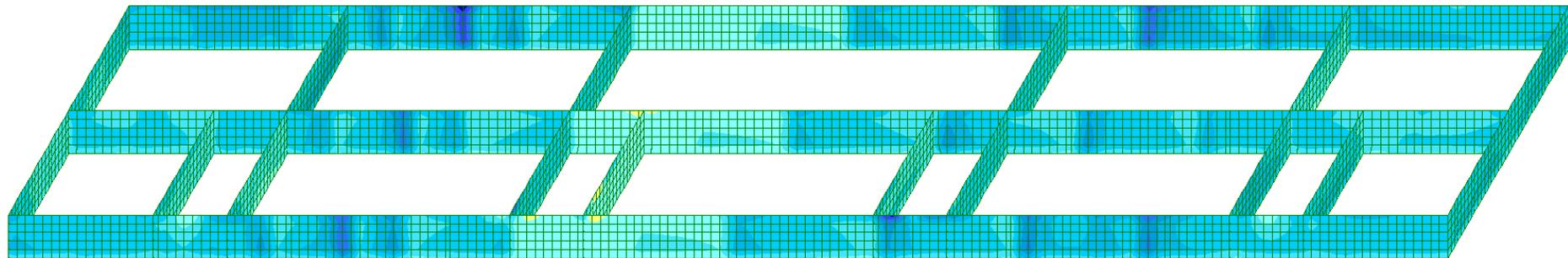
Розрахунковий випадок № 2 (міцність матеріалу фундаментів складає 20-80 % від проектної міцності)



Розрахунковий випадок № 2 (міцність матеріалу фундаментів складає 20-80 % від проектної міцності)



Ізополя деформацій фундаментів, мм



Напруження в фундаментах, МПа

Зведені результати розрахунків за розрахунковими випадками № 1 і №2

Результати розрахунків напружень у стінах

Розрахунковий випадок		Розрахункові напруження у стінах, МПа	Напруження, що допускаються, МПа
1	Міцність матеріалу фундаментів відповідає 100 % від проектної міцності	0.68	1.36*
2	Міцність матеріалу фундаментів відповідає 20-80 % від проектної міцності	1.46	
* Розрахунковий опір стисненню кладки при марці суцільних шлакобетонних каменів (визначено при обстеженні) М75, розчину – М50.			

Результати розрахунків напружень у фундаментах

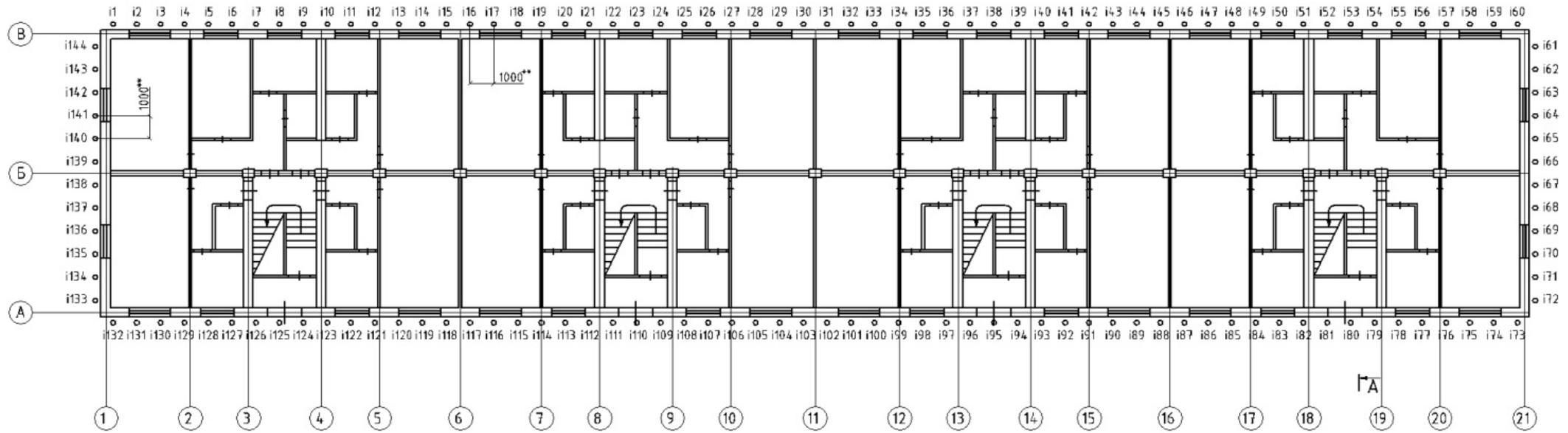
Розрахунковий випадок		Розрахункові напруження у фундаментах, МПа	Напруження, що допускаються, МПа
1	Міцність матеріалу фундаментів відповідає 100 % від проектної міцності	0.02 – 0.33	0.9*
2	Міцність матеріалу фундаментів відповідає 20-80 % від проектної міцності	≥ 0.543	0.18 – 0.72**
* Розрахунковий опір стисненню бутової кладки з рваного буту при марці бутового каменю М150, розчину – М100.			
** Розрахунковий опір зменшено відповідно на 20 % та 80 %.			

Технічні рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

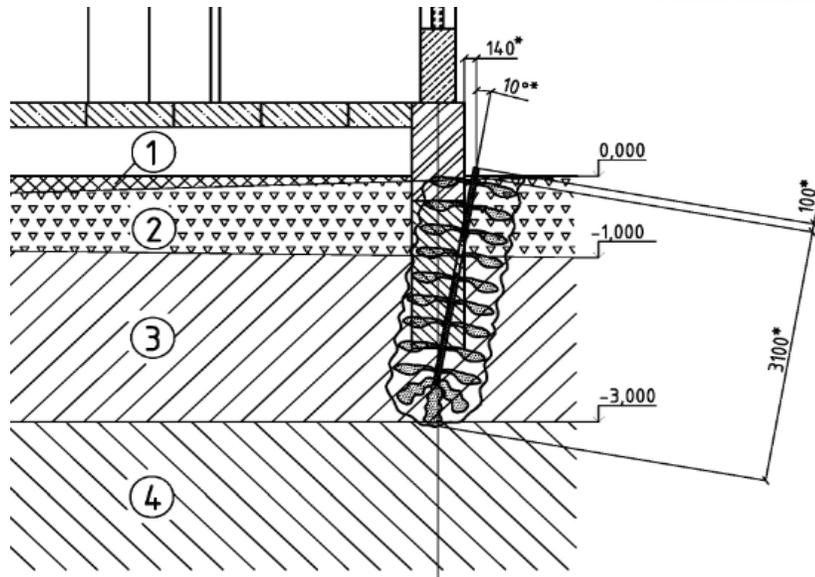
Закріплення ґрунтів основи

Схема розміщення ін'єкторів

└─ A



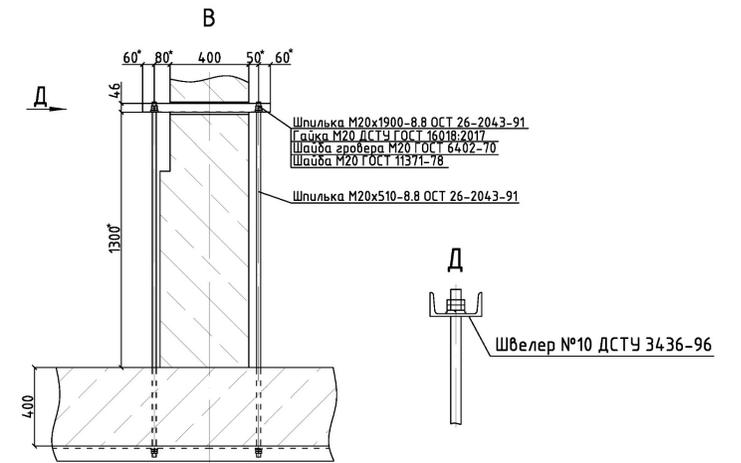
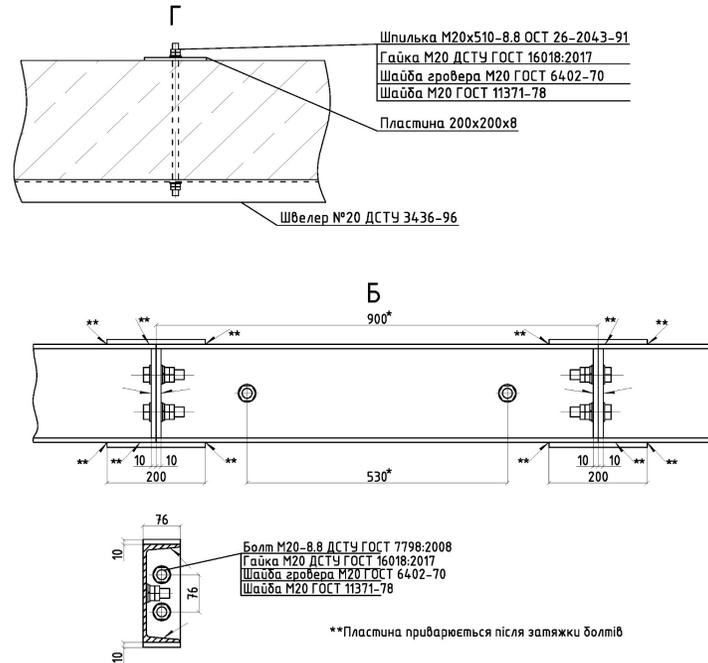
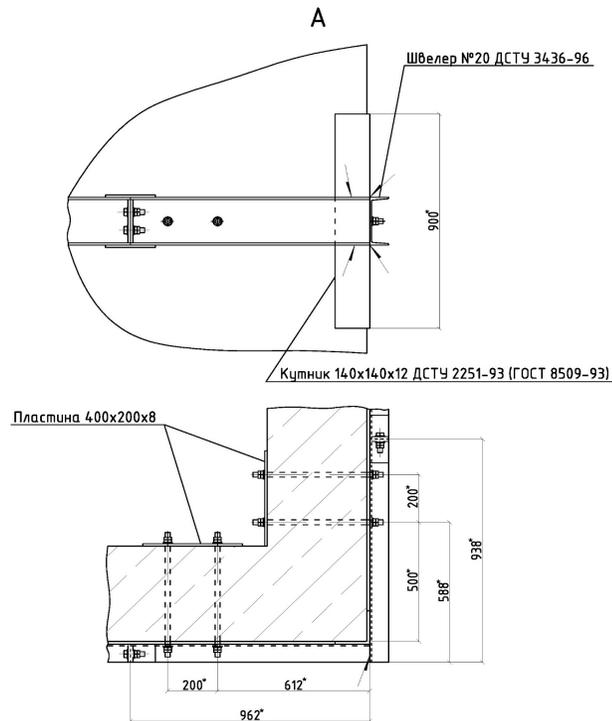
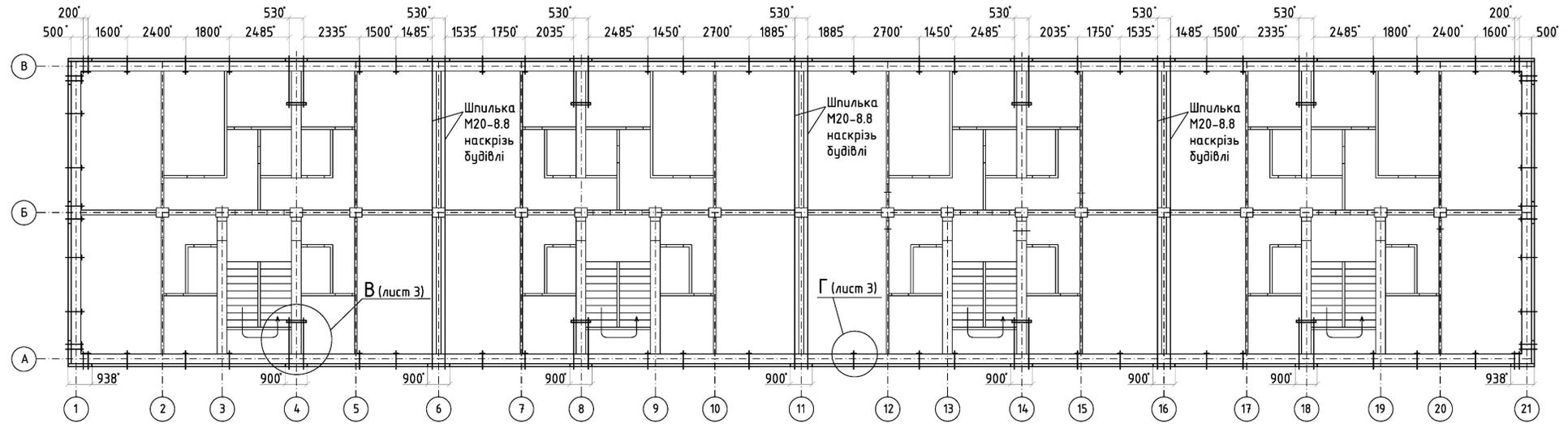
** не менше (збільшення допускається у відповідності до проекту підсилення)



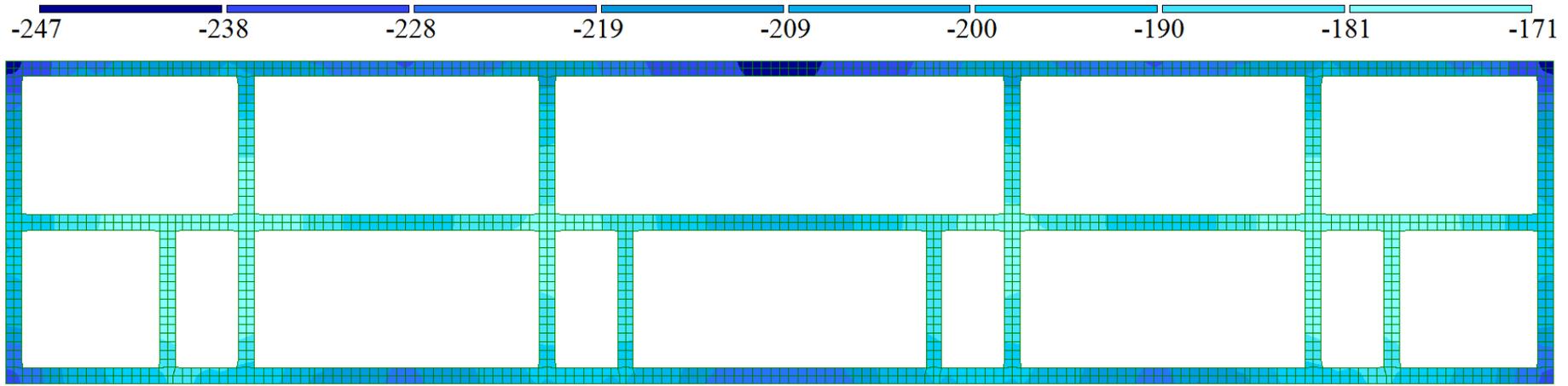
①	ІГЕ-1 Насипний шар: суглинок, ґрунт, з включенням будівельного сміттям, злежаний
②	ІГЕ-2 Ґрунтово – рослинний шар: чорний, коричнево-чорний, суглинистий, гумусований
③	ІГЕ-3 Суглинок бурий, коричнево-бурий з червоним, твердої консистенції
④	ІГЕ-4 Суглинок коричневий з червоним, з включенням жовен карбонатів, пісковистий, твердої консистенції

Технічні рішення щодо відновлення експлуатаційної придатності будівлі

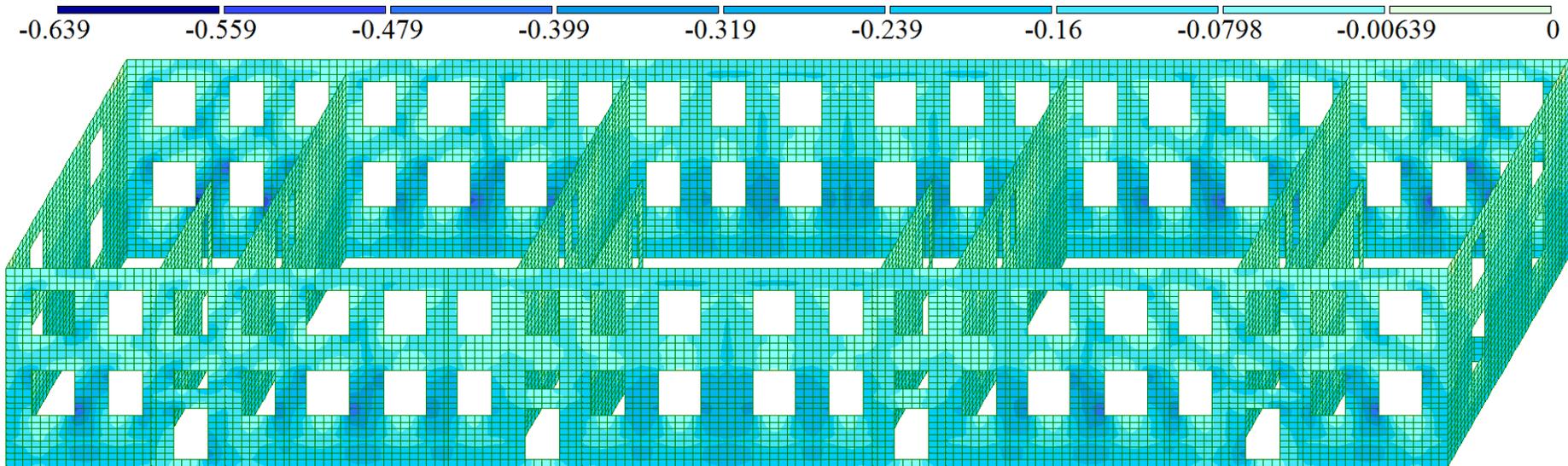
Підсилення стін металевими поясами



Варіант розрахунку для будівлі з підсиленням

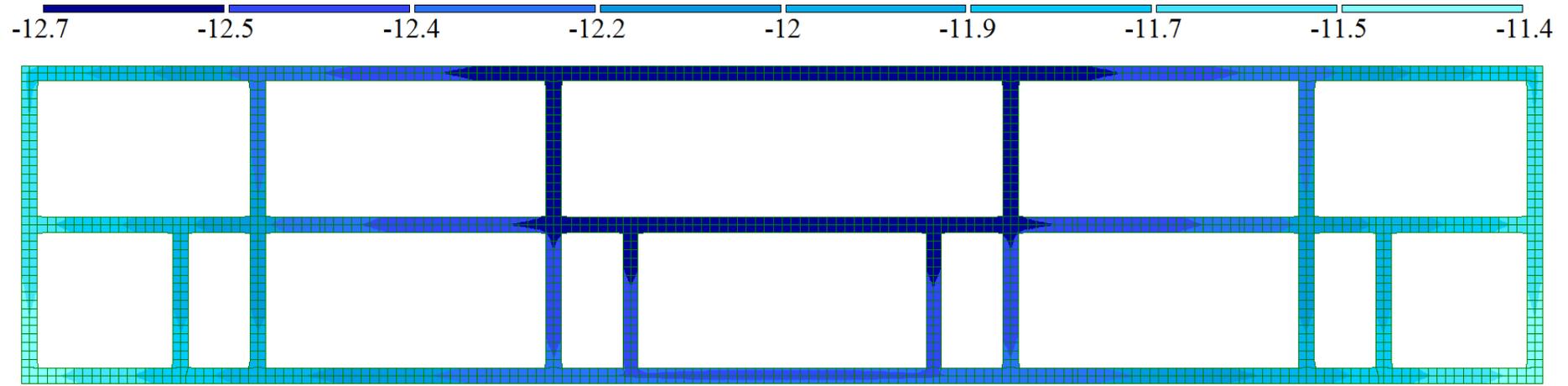


P_z , кПа

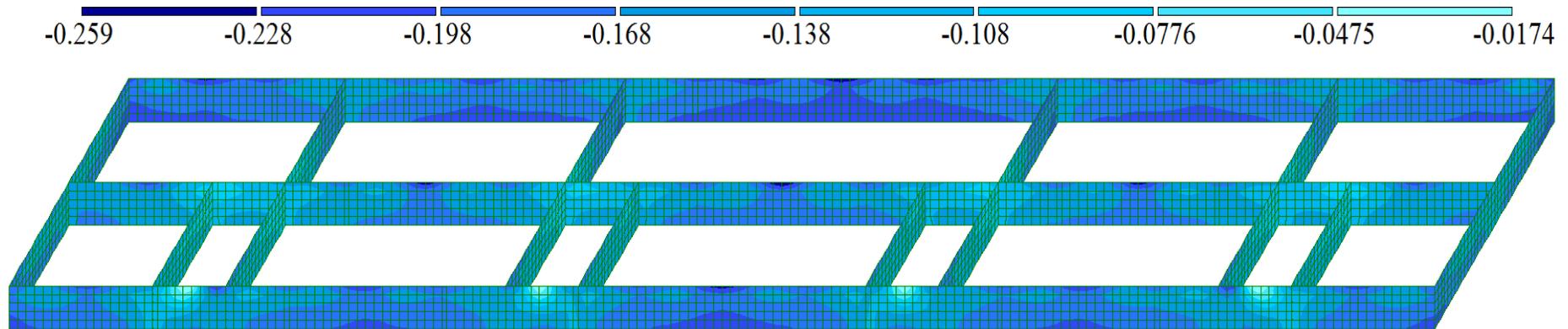


Напруження у стінових елементах, МПа

Варіант розрахунку для будівлі з підсиленням



Деформації фундаментів, мм



Напруження у фундаментах, МПа

Варіант розрахунку для будівлі з підсиленням

Результати розрахунків коефіцієнтів постелі C₁ і C₂

Результати розрахунку		Одиниця виміру	Значення
1	Коефіцієнти постелі C ₁	кН/м ³	1.34×10 ⁴ – 2.09×10 ⁴
2	Коефіцієнти постелі C ₂	кН/м	4.28×10 ⁴ – 6.63×10 ⁴
3	Тиск на ґрунт	кПа	171 – 247
4	Тиск на ґрунт, що допускається (для водонасиченого стану / при відсутності замочування ґрунту)	кПа	274 / 309

Результати розрахунків напружень у стінах

Розрахунковий випадок		Розрахункові напруження у стінах, МПа	Напруження, що допускаються, МПа
1	Підсилення будівлі	0.64	1.36*

* Розрахунковий опір стисненню кладки при марці суцільних шлакобетонних каменів (визначено при обстеженні) М75, розчину – М50.

Результати розрахунків напружень у фундаментах

Розрахунковий випадок		Розрахункові напруження у фундаментах, МПа	Напруження, що допускаються, МПа
1	Підсилення будівлі	0.017 – 0.259	0.9*

* Розрахунковий опір стисненню бутової кладки з рваного буту при марці бутового каменю М150, розчину – М100.

Результати розрахунків деформацій фундаментів

Розрахунковий випадок		Деформації фундаментів, мм	Деформації, що допускаються, мм
1	Підсилення будівлі	11.4 – 12.7	100*

* У відповідності до ДБН В.1.1-45:2017 [9] (Додаток «В», Таблиця 1)

Загальні висновки

1. В ході технічного обстеження елементів двоповерхового будинку, виявлені недоліки та пошкодження можна класифікувати за наступними категоріями:

- тріщини на зовнішніх стінах споруди, які починаються переважно від фундаменту та розповсюджуються вгору по стінах і між вікнами;

- у поперечних опорних стінах сходових маршів спостерігаються косі тріщини, розташовані під кутом 30° - 45° відносно зовнішніх площин. Виникнення дефектів може бути пов'язане з нерівномірною осадкою основ поздовжніх стін та формуванням усадкових западин у ґрунті;

- у кладці колон центральної осі та прилеглих поперечних стінах сходових площадок зафіксовані косі і вертикальні розриви, спричинені деформаційними процесами в окремих частинах споруди, роз'єднаних тріщинами;

- пошкодження швів між плитами перекриття, викликане їх деформацією (ковзанням) у напрямку просідання фундаменту;

- покрівля значно зношена, з локальними пошкодженнями, що призводять до протікання дощової води через отвори та дефекти;

- увесь простір горища заповнений рештками будівельних матеріалів;

- фундаменти з бутобетону схильні до фізичного руйнування і часто демонструють недостатню монолітність (зв'язність) кладки. Це зумовлено переважно зниженою залишковою міцністю цементного каменю у швах. Зазвичай, марка розчину кладки бутобетонних фундаментів становить М50, але показники міцності значно варіюються, знаходячись в діапазоні від 2.390 до 8.140 МПа.

2. Розроблена комп'ютерна розрахункова модель будівельної конструкції, на якій виконувалися чисельні розрахунки.

3. Забезпечення достатньої міцності ґрунтової основи, враховуючи ступінь її зволоження, передбачає використання коефіцієнтів надійності в межах від 1.11-1.26. Отже, виникнення диференційованих деформацій фундаментів, ймовірно, відбуватиметься лише впродовж значного проміжку часу внаслідок повільної консолідації структури ґрунтів під їхньою подошвою під час весняних водопіль, аварійних ситуацій на інженерних мережах водопостачання або каналізації. **26**

Загальні висновки

4. За умови дотримання стандартних показників міцності матеріалів фундаменту, розрахункова міцність стін будівлі має двократний запас. Проте, руйнування стін могло статися внаслідок комбінованого впливу таких факторів, як природне старіння кладки стін та їх деформація через осідання, викликане ущільненням ґрунту або недостатньою міцністю розчину фундаменту. Обчислення продемонстрували, що зменшення міцності бутобетонної кладки фундаментів на 20-80%, призводить до втрати розрахункової міцності стін, оскільки коефіцієнт запасу знижується до 0.93.

5. Оцінка міцності кладки фундаментів, виконаних із бутового каменю марки М150 на розчині М100, показує, що при нормативних показниках міцності матеріалів та однорідній основі, фундаменти мають коефіцієнт запасу міцності 2.7. Це свідчить про те, що руйнування конструкцій, вірогідно, може бути спровоковане зношенням розчину або нерівномірними деформаціями, викликаними поступовою консолідацією ґрунту під фундаментом. Аналіз чутливості виявив, що зменшення міцності бутобетонної кладки на 20-80% (де 80% відповідає зоні біля 2 під'їзду) призводить до невідповідності вимогам міцності, оскільки коефіцієнт запасу коливається в межах 0.34-0.32. Таким чином, втрата міцності матеріалів кладки ставить під сумнів надійність фундаментів.

6. Запропоновані технічні рішення для укріплення несучих конструкцій багатоквартирного житлового будинку.

7. Після проведення робіт з підсилення, розрахункова несуча спроможність ґрунтів фундаменту, залежно від їх вологості, гарантується з коефіцієнтами надійності в діапазоні від 1.11 до 1.25.

8. Несуча здатність стін будівлі, укріплених посиленням фундаментом, гарантована з використанням коефіцієнтів безпеки, що дорівнюють 2.12.

9. Міцність кладки фундаментів, укріплених і з урахуванням однорідної жорсткості ґрунтової основи, гарантується із запасом міцності, що становить 3.4.