

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: Визначення технічного стану великопанельних житлових будинків,
пошкоджених внаслідок вибуху російської ракети, та умови їх відновлення

Виконав: студент 7 курсу, групи 8.1922-пцб-з
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

(код і назва освітньої програми)

Івженко Є.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

к. т. н., Шокарєв Є.А.

(посада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціали)

Рецензент

доц., к. т. н., Самченко Р.В.

(посада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень
(другий (магістрський) рівень)
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ІПЦБ
" _____ " проф. Арутюнян І.А.
" _____ " _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Івженко Євгеній Володимирович
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Визначення технічного стану великопанельних житлових будинків, пошкоджених внаслідок вибуху російської ракети, та умови їх відновлення

керівник роботи Шокарєв Є.А.
науковий керівник в.о. старшого наукового співробітника ЗВ НДІБК, к.т.н
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 09 " 10 2023 року № 1584-с

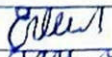





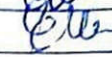



2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи об'ємно-планувальні та конструктивні рішення об'єкту дослідження, інженерно-геологічні умови об'єкта дослідження, методи виконання обстеження та визначення технічного стану будівель, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Обстеження об'єктів дослідження будівель. Інженерно-геологічні умови. Конструктивне рішення будівель об'єктів дослідження. Обстеження будівельних конструкцій будівель об'єктів дослідження. Умови відновлення об'єктів дослідження.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
вступ, основні питання дослідження, причини виникнення потреби в обстеженні, конструктивне рішення, результати обстеження, умови відновлення, висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Шокаре С.А., к.т.н., ЗВ ПДБК		
Розділ 2	Самченко Р.В., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Шокаре С.А., к.т.н., ЗВ ПДБК		
Розділ 4	Самченко Р.В., к.т.н., доц.		
Розділ 5	Шокаре С.А., к.т.н., ЗВ ПДБК		

7. Дата видачі завдання

02 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1.	Обстеження об'єктів дослідження	10.09.2023	
2.	Інженерно-геологічні умови	10.10.2023	
3.	Конструктивне рішення будівель об'єктів дослідження	30.10.2023	
4.	Обстеження будівельних конструкцій будівель об'єктів дослідження. Умови відновлення об'єктів дослідження.	20.11.2023	
5.	Оформлення та підготовка до захисту	30.11.2023	

Студент


(підпис)

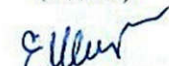
Івченко С.В.
(прізвище та ініціал)

Керівник роботи/проекту


(підпис)

Шокарев С.А.
(прізвище та ініціал)

Науковий керівник роботи/проекту


(підпис)

Шокарев С.А.
(прізвище та ініціал)

Нормоконтроль пройдено


(підпис)

Данкевич Н.О.
(прізвище та ініціал)

АНОТАЦІЯ

Івженко Є. В. Визначення технічного стану великопанельних житлових будинків, пошкоджених внаслідок вибуху російської ракети, та умови їх відновлення.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Є.А. Шокарев. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2023.

Виконано аналіз результатів обстеження будівель (об'єктів обстеження) та розглянуто можливі варіанти по їх відновленню. Проаналізовано існуючі звіти з обстеження двох великопанельних житлових будинків, пошкоджених внаслідок вибуху ракет. Обґрунтовано необхідність створення документації, щодо технічного стану пошкоджених об'єктів. Отримано актуальну інформацію про стан конструкцій обстежених об'єктів. Порівняно пошкодження, внаслідок вибуху, двох великопанельних житлових будинків. Розглянуто запропоновані звітами та інші можливі варіанти відновлення пошкоджених будівель житлових будинків. Акцент зроблено на представлену нову модель грамотної систематизації даних по обстеженню споруд з використанням наукових та нормативних джерел. Розглянуті актуальні способи відновлення пошкоджених будівель, які сприяють збереженню якомога більшої частини їх існуючих будівельних конструкцій.

Ключові слова: технічний стан, панелі, будівельні конструкції, руйнація, пошкодження, вибух боєприпасу, вибухова хвиля, обстеження, великопанельні житлові будинки, капітальний ремонт, реконструкція, умови відновлення.

Список публікацій магістранта:

1. Івженко Є.В. Визначення технічного стану великопанельних житлових будинків, пошкоджених внаслідок вибуху російської ракети, та умови їх

відновлення *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України* : зб. тез доп. III всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023. С.389-390.

ABSTRAKT

Ivzhenko Y.V. Determining the technical condition of largepanel residential buildings damaged by the explosion of a Russian rocket and the conditions for their restoration.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor I.A. Shokariev. Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

The results of the inspection of buildings (surveyed objects) have been analyzed, and possible options for their restoration have been considered. Existing reports on the inspection of two large-panel residential buildings damaged by a missile explosion have been analyzed. The necessity of creating documentation regarding the technical condition of the damaged objects has been justified. Relevant information on the structural condition of the surveyed objects has been obtained. The damage caused by the explosion in two large-panel residential buildings has been compared. Proposed reports and other possible options for the restoration of damaged residential buildings have been examined. Emphasis is placed on the presented new model of systematic data categorization for the inspection of structures using scientific and normative sources. Current methods of restoring damaged buildings that contribute to preserving as much of their existing structural elements as possible have been discussed.

Keywords: technical condition, panels, building structures, destruction, damage, ammunition explosion, shockwave, inspection, large-panel residential buildings, major repair, reconstruction, restoration conditions.

List of postgraduate publications:

1. Івженко Є.В. Визначення технічного стану великопанельних житлових будинків, пошкоджених внаслідок вибуху російської ракети, та умови їх відновлення *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-*

економічного розвитку регіонів України : зб. тез доп. ІІІ всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023. С.389-390.

ЗМІСТ

Вступ . . . . .	.9
1 Обстеження об'єктів дослідження . . . . .	.12
1.1 Причини виникнення потреби в обстеженні будівлі об'єкта дослідження № 1 . . . . .	.12
1.2 Причини виникнення потреби в обстеженні будівлі об'єкта дослідження № 2 . . . . .	.14
1.3 Роботи з обстеження об'єктів дослідження №№ 1, 2 . . . . .	.14
2 Інженерно-геологічні умови . . . . .	.18
2.1 Об'єкт дослідження № 1 . . . . .	.18
2.1.1 Фізико-географічні умови території та майданчика об'єкта дослідження № 1 . . . . .	.18
2.1.2 Геологічна будова майданчика об'єкта дослідження № 1 . . . . .	.19
2.1.3 Інженерно-геологічні умови майданчика об'єкта дослідження № 1 . . . . .	.20
2.2 Об'єкт дослідження № 2 . . . . .	.22
2.2.1 Фізико-географічні умови території та майданчика об'єкта дослідження № 2 . . . . .	.22
2.2.2 Геологічна будова майданчика об'єкта дослідження № 2 . . . . .	.23
2.2.3 Інженерно-геологічні умови майданчика об'єкта дослідження № 2 . . . . .	.24
3 Конструктивне рішення будівель об'єктів дослідження . . . . .	.26
3.1 Загальні дані будівлі об'єкта дослідження № 1 . . . . .	.26
3.1.1 Конструктивні елементи будівлі об'єкта дослідження № 1 . . . . .	.32
3.2 Загальні дані будівлі об'єкта дослідження № 2 . . . . .	.37
3.2.1 Конструктивні елементи будівлі об'єкта дослідження № 2 . . . . .	.41
4 Обстеження будівельних конструкцій будівель об'єктів дослідження . . . . .	.49

4.1 Загальна інформація про пошкодження об'єкта	
дослідження № 1 . . . . .	.49
4.1.1 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції	
№ 1 будівлі об'єкта № 1 . . . . .	.54
4.1.2 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції	
№ 2 будівлі об'єкта № 1 . . . . .	.66
4.1.3 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції	
№ 3 будівлі об'єкта № 1 . . . . .	.78
4.1.4 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції	
№ 4 будівлі об'єкта № 1 . . . . .	.95
4.2 Загальна інформація про пошкодження об'єкта	
дослідження № 2	102
4.2.1 Результати обстеження будівельних конструкцій під'їзду	
№ 1 (блок-секція № 2) будівлі об'єкта № 2 . . . . .	.107
4.2.2 Результати обстеження будівельних конструкцій під'їзду	
№ 2 (блок-секція № 1) будівлі об'єкта № 2 . . . . .	.123
5 Умови відновлення об'єктів дослідження . . . . .	.130
5.1 Необхідність створення документації, щодо технічного	
стану пошкоджених об'єктів та аналіз зафіксованих	
пошкоджень . . . . .	.130
5.2 Умови відновлення будівлі об'єкта № 1 . . . . .	.132
5.3 Умови відновлення будівлі об'єкта № 2 . . . . .	.136
Висновки . . . . .	.144
Перелік використаних джерел . . . . .	.147

ВСТУП

Актуальність дослідження. У зв'язку з воєнними діями та ростом пошкоджень, руйнувань будівель і споруд спричинених вибуховими пристроями та боєприпасами.

Одним з носіїв вибухівки є ракетна зброя. З початком вторгнення військ російської федерації в Україну, територія держави зазнає ракетних обстрілів по цивільним та промисловим об'єктам. Нерідко ракети вражають цивільні будівлі, і навіть житлові будинки. Значні пошкодження будівельних конструкцій внаслідок воєнних дій та підвищена необхідність відновлення будівель є причиною зростання потреби у кваліфікованому обстеженні будівельних конструкцій та визначенні технічного стану. На основі цих обстежень приймаються ефективні способи по відновленню пошкоджених будівель та їх конструкцій. Під час бойових дій на території України, які ведуть до значної руйнації житлового фонду міст та селищ, питання відновлення житлового фонду держави, має бути одним з актуальніших питань сьогодення. Під час підготовки даного дослідження були опрацьовані матеріали звітів пошкоджених будівель внаслідок воєнних дій [1...8].

Згідно зафіксованих даних в період з повномасштабного вторгнення військ російської федерації 24 лютого 2022 року на 27.11.2023 року тільки в місті Запоріжжя зазнали значних пошкоджень 655 багатоповерхових житлових будинків, з яких 12 частково зруйновані, в яких повністю зруйновані 332 квартири. Також пошкоджень зазнали 851 будівля приватного сектору, з яких 14 зруйновані. Причиною пошкоджень та руйнувань будівель є ракетні обстріли міста. Не малою частиною пошкоджених багатоповерхових будівель являються великопанельні житлові будівлі типової забудови. Так з дванадцяти багатоповерхових будівель, які зазнали значні пошкодження, три четверті частини, великопанельні житлові будівлі типової забудови.

Об'єктом дослідження були дві існуючі будівлі житлових будинків, які зазнали значних пошкоджень внаслідок вибуху російських ракет. Перший об'єкт (далі об'єкт дослідження № 1) – великопанельний багатоповерховий житловий будинок типової забудови по вул. Зестафонській, 8 м. Запоріжжя [7]. Другий об'єкт (далі об'єкт дослідження № 2) – великопанельний багатоповерховий житловий будинок типової забудови по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжя [8].

Мета дослідження – полягає у аналізі результатів обстеження будівель (об'єктів обстеження) та розгляду можливих варіантів по їх відновленню.

Для досягнення зазначеної мети **поставлено такі завдання:**

- 1) Проаналізувати існуючі звіти [7, 8] з обстеження двох великопанельних житлових будинків, пошкоджених внаслідок вибуху ракет.
- 2) Обґрунтувати необхідність створення документації, щодо технічного стану пошкоджених об'єктів.
- 3) Отримати актуальну інформацію про стан конструкцій обстежених об'єктів.
- 4) Порівняти пошкодження, внаслідок вибуху, двох великопанельних житлових будинків.
- 5) Розглянути запропоновані звітами та інші можливі варіанти відновлення пошкоджених будівель житлових будинків.

Предметом дослідження є теоретичні і практичні методи обстеження, визначення технічного стану, пошкоджених будівель, та умов їх відновлення.

Методи дослідження це візуальне та інструментальне обстеження пошкоджених будівель. Аналіз літературних джерел та порівняльний аналіз пошкоджень, умов експлуатації та умов відновлення будівель.

Наукова новизна. Представлена нова модель грамотної систематизації даних по обстеженню споруд з використанням наукових та нормативних джерел. Розглянуті актуальні способи відновлення пошкоджених будівель, які сприяють збереженню якомога більшої частини їх існуючих будівельних конструкцій.

Практичне значення. Застосування методів обстеження та використання візуального та інструментального огляду дозволяють сформулювати висновки і рекомендації, які орієнтовані на широке впровадження в практику дієвих способів організації умов відновлення великопанельних будівель, пошкоджених внаслідок вибуху ракети, що можуть зберегти якомога більшу частину існуючих будівельних конструкцій будівлі.

Особистий внесок автора полягає у впровадженні принципів систематизації інформації щодо обстеження будівель житлових будинків пошкоджених внаслідок воєнних дій. А також систематизація способів відновлення експлуатаційній придатності частково зруйнованих великопанельних житлових будинків.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2023 році на всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2023р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура та обсяг кваліфікаційної випускної роботи. Робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел, охоплює: 151 сторінки, 88 рисунка, 1 таблицю, 35 найменувань використаних джерел.

1 ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Причини виникнення потреби в обстеженні будівлі об'єкта дослідження № 1

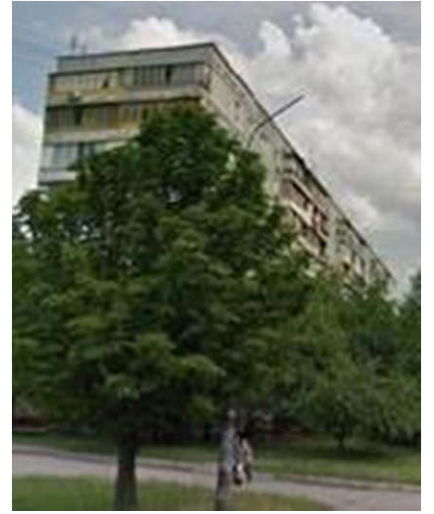
Будівля житлового будинку по вул. Зестафонській, 8 розташована в Дніпровському районі м. Запоріжжя (Осипенківський житловий масив), була побудована в 1978р., має дев'ять поверхів та чотири під'їзди. На даний час житловий будинок знаходиться в управлінні ОСББ «Зестафонська - 8».

Вулиця, на якій розташована будівля житлового будинку, була названа на честь міста Зестафоні, яке розташовано в Грузії. Мешканці цього міста приймали участь в забудові Осипенківського мікрорайону м. Запоріжжя.

З початком повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022р. збройних сил російської федерації на територію України, здійснювались обстріли по м. Запоріжжя. Починаючи з середини вересня 2022р., обстрілів міста значно збільшилось. 9 жовтня о 2 годині за київським часом один з боєприпасів, випущених агресором, вибухнув в безпосередній близькості (в декількох метрах) від будівлі житлового будинку по вул. Зестафонській, 8 в м. Запоріжжі. Вибух стався зі сторони дворового фасаду біля під'їзду № 4 будівлі житлового будинку. Внаслідок вибуху боєприпасу частина будівельних конструкцій будівлі була пошкоджена, а під'їзду № 4 - зруйнована. Зовнішній вигляд будівлі житлового будинку до та після вибуху боєприпасу наведені на рисунку 1.1.

За результатами візуального огляду будівлі житлового будинку фахівцями було встановлено, що вибух боєприпасу привів до пошкоджень будівельних конструкцій всього будинку і він потребує детального обстеження.

а)



б)

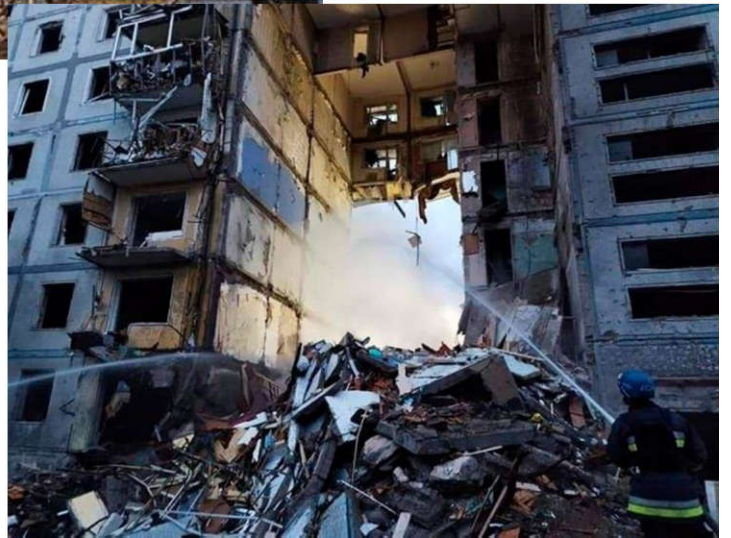


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд будівлі житлового будинку по вул. Зестафонській, 8: а) до вибуху боєприпасу б) після вибуху боєприпасу

1.2 Причини виникнення потреби в обстеженні будівлі об'єкта дослідження № 2

Будівля житлового будинку по вул. Запорізькій, 2а у м. Запоріжжя розташована в Олександрівському районі м. Запоріжжя, була побудована у 1984р., має дев'ять поверхів та два під'їзди. На даний час будівля об'єкта знаходиться в управлінні керуючої компанії ТОВ «Місто для людей - Запоріжжя».

З значним збільшенням обстрілів міста з середини вересня цього року. 22 березня 2023р. о 11 годині 30 хвилин за київським часом один з боєприпасів, випущених агресором, потрапив в під'їзд № 1 будівлі житлового будинку по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжі та вибухнув. Внаслідок вибуху боєприпасу частина будівельних конструкцій під'їзду №1 будівлі об'єкта була зруйнована, також частина конструкцій зазнала пошкоджень. Після вибуху виникла пожежа. Зовнішній вигляд будівлі об'єкта, за декілька часів після вибуху боєприпасу, наведений на рисунку 1.2.

За результатами візуального огляду будівлі об'єкта було встановлено, що вибух боєприпасу привів до значних пошкоджень будівельних конструкцій під'їзду № 1 будівлі, тому мешканці під'їзду № 1 будівлі були відселені. В під'їзді № 2 будівлі об'єкта будівельні конструкції отримали незначні пошкодження (постраждали вікна, огороження балконів та лоджій, окремі перегородки).

1.3 Роботи з обстеження об'єктів дослідження №№ 1, 2

Для виявлення всіх пошкоджених будівельних конструкцій будівель об'єктів обстеження (дослідження), отримання інформації про їх обсяги,



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд будівлі об’єкта через декілька годин після вибуху боєприпасу

уникнення відмови будівельних конструкцій під час подальшої експлуатації та для розробки рекомендацій по усуненню пошкоджень необхідно було проведення обстеження.

Об’єктами обстеження (дослідження) були:

- будівля житлового будинку по вул. Зестафонській, 8 в м. Запоріжжі [7] (далі – будівля об’єкта дослідження № 1);
- будівля житлового будинку по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжі [8] (далі – будівля об’єкта дослідження № 2);

Крім фахівців з визначення технічного стану будівель і споруд, до виконання робіт з обстеження було залучено провідного експерта будівельного, який має кваліфікаційний сертифікат. Спеціалізація за таким сертифікатом є технічне обстеження будівель і споруд класу наслідків (відповідальності) СС3 (значні наслідки).

Метою робіт було, на основі проведення обстеження виявити пошкодження будівельних конструкцій будівлі об’єкта дослідження, виконати

оцінку їх технічного стану та надати рекомендації по усуненню пошкоджень і відновленню експлуатаційної придатності об'єкта.

Роботи з обстеження виконувались у відповідності до вимог діючих нормативних документів України, а саме: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель та споруд для визначення та оцінки їх технічного стану» [9], постанови Кабінету Міністрів України [10] та методики обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів [11].

Результати проведених обстежень мали бути вихідними даними для розробки проєктів капітального ремонту будівель об'єктів дослідження. Так як будівля об'єкта дослідження № 1 була зведена та експлуатувалась протягом 44 років на майданчику зі складними інженерно-геологічними (грунтовими) умовами. Для урахування ґрунтових умов, при розробці проєкту капітального ремонту, в звіті [7] фахівцями, що виконували роботи з обстеження, було виконано аналіз інженерно-геологічних умов майданчика розташування будівлі об'єкта дослідження № 1. Також у випадку вихідних даних, для розробки проєкту капітального ремонту будівлі об'єкта дослідження № 2, в звіті [8] фахівцями було зроблено уточнення, про обов'язкове оновлення топографо-геодезичного плану ділянки.

Проєктна документація будівництва будівель об'єктів дослідження в обох випадках була відсутня. Вихідними даними для підготовки звітів [7, 8] були технічні паспорти будівель. Також, при підготовці звітів [7, 8] фахівцями використовувалась інформація, якою вони володіли відносно типової серії панельних будівель (будівель об'єкта дослідження).

Нумерація осей та рядів будівель об'єкта дослідження в звітах з обстеження [7, 8] прийнята фахівцями, які виконували обстеження. Під час обстеження вимірювались лише окремі елементи. При виконанні проєктних робіт потрібні розміри підлягають уточненню. Відстань між осями на рисунках планів поверхів будівлі об'єкта дослідження була прийнята відповідно до

типової серії, з урахуванням креслень типових блок-секцій, які у фахівців були в наявності.

В звітах [7, 8] при викладанні результатів проведеного обстеження використовували дві назви частин будівлі об'єкта - блок-секція та під'їзд. Нумерація цих частин будівлі об'єкта не збігається у випадку будівлі об'єкта дослідження № 1, а будівлі об'єкта дослідження № 2 навпаки збігається.

2 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ

2.1 Об'єкт дослідження № 1

2.1.1 Фізико-географічні умови території та майданчика об'єкта дослідження № 1

Майданчик розташування будівлі об'єкта дослідження № 1 (далі – майданчик об'єкта № 1) знаходиться в Дніпровському районі м. Запоріжжя (Осипенківський житловий масив) по вул. Зестафонській, 8. Ситуаційний план розташування майданчика і будівлі об'єкта № 1 наведений на рисунку 2.1.

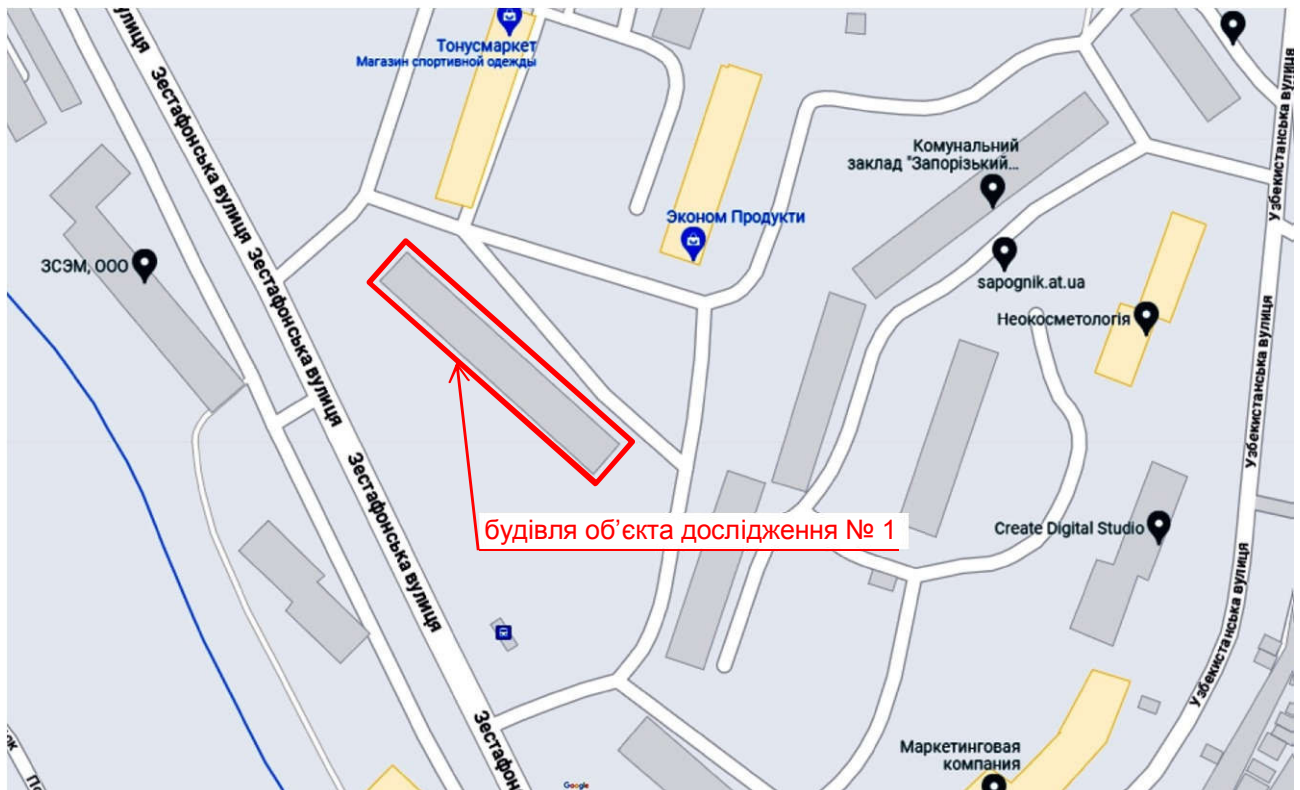


Рисунок 2.1 – Ситуаційний план розташування майданчика і будівлі об'єкта № 1

За геоморфологічними умовами територія розташування майданчика об'єкта дослідження № 1 являє собою частину водоподілу басейну р. Верхня Хортиця в межах правобережної тераси р. Дніпро. Абсолютні відмітки денної поверхні майданчика об'єкта дослідження № 1 змінюються від 40,60м до 39,20м (система висот Балтійська).

В гідрогеологічному відношенні територія розташування майданчика об'єкта дослідження № 2 знаходиться в межах гідрогеологічної провінції Українського кристалічного масиву (щита) і являє собою частину Придніпровського гідрогеологічного району Українського басейну тріщинних вод [12]. Четвертинний підземний водоносний горизонт є першим підземним горизонтом від денної поверхні і в межах майданчика об'єкта дослідження № 2 в сучасний час може залягати на глибинах 4...6м від денної поверхні.

2.1.2 Геологічна будова майданчика об'єкта дослідження № 1

Згідно з матеріалами [13, 14], в геологічній будові території, в межах якої розташовується майданчик об'єкта, до глибин ~17,0...20,0м від денної поверхні, беруть участь еолово-делювіальні (лесові) континентальні супіщано-суглинисті ґрунти середньо-пізньочетвертинного (середньо-пізньоплейстоценового) віку потужністю до ~8,0...10,0м, що залягають на ранньо-середньочетвертинних алювіально-делювіальних піщано-суглинистих ґрунтах потужністю до 5...8м.

Згідно з [15], в геологічній (інженерно-геологічній) будові майданчика об'єкта дослідження № 1, до розвіданих глибин 5,0...15,0м від денної поверхні беруть участь (зверху вниз):

- антропогенні утворення, насипні ґрунти та ґрунтово-рослинний шар сучасного (голоценового) віку потужністю 0,2...4,5м;

- еолово-делювіальні (лесові) супіщано-суглинисті ґрунти середньо-пізньочетвертинного (середньо-пізньоплейстоценового) віку потужністю 11,3м;
- з глибини 11,3м – алювіально-делювіальні супіщано-піщані ґрунти ранньо-середньочетвертинного (ранньо-середньоплейстоценового) віку розкритою потужністю 3,5м.

В основі фундаментів блок-секції № 4 будівлі об'єкта дослідження № 1 була розкрита ґрунтова подушка потужністю 2,5м. Встановлені фізичні характеристики ґрунтів ґрунтової подушки блок-секції № 4 будівлі об'єкта дослідження № 1 вказують на наступне:

- матеріал виготовлення ґрунтової подушки - лесові супіски і суглинки, місцями з гумусом;
- основний показник якості улаштування ґрунтової подушки - щільність сухого ґрунту (ґрунту в сухому стані) ρ_d - змінюється від 15,04кН/м³ до 19,70кН/м³;
- щільність ґранту в сухому стані змінюється хаотично по глибині (по потужності) і по площині ґрунтової подушки.

На період часу виконання польових робіт [15], на майданчику об'єкта дослідження № 1 15.02.2023р. був розкритий підземний четвертинний водоносний горизонт на глибині 6,7м від денної поверхні (абс. відм. 33,97м). Майданчик об'єкта дослідження № 1 за характером (станом) умов підтоплення, відповідно до [16], віднесений до потенційно підтоплюваного.

2.1.3 Інженерно-геологічні умови майданчика об'єкта дослідження № 1

За результатами [15] були зафіксовані параметри і особливості інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження № 1:

Техногенне замочування ґрунтів

По виробкам [15], пройденим на майданчику об'єкта дослідження № 1, були зафіксовані підвищені вологості ґрунтів і накопичення води, що обумовленні техногенним впливом (техногенним замочуванням ґрунтів) за рахунок інфільтрації поверхневих вод (вод атмосферних опадів), вод під час гасіння пожежі, яка виникла після вибуху боеприпасу, та їх накопичення на ґрунтовій подушці.

Встановлено наступне щодо просідних властивостей ґрунтів майданчика об'єкта дослідження № 1:

- просідаючими ґрунтами являються сучасні насипні ґрунти і ґрунтово-рослинний шар та супіщано-суглинисті лесові ґрунти середньо-пізньочетвертинного віку;

- нижня межа просідаючих ґрунтів обмежується сталим рівнем підземних вод (рівнем встановлення підземних вод);

- потужність просідаючої товщі ґрунтів може скласти 6,5м;

- сумарна просадка ґрунтів від власної ваги при їх замочуванні може скласти 6,7см;

- тип інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження № 1 за просадністю, за старою класифікацією, встановлюється як II.

Нормативна інтенсивність сейсмічних впливів для території м. Запоріжжя, в межах якого розташовується майданчик об'єкта, відповідно до карти ЗСР-2004-А України [17, 18], становить 5 балів шкали MSK-64.

Категорія складності інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження № 1, згідно з [19], віднесена до III (складної).

Номери груп ґрунтів майданчика об'єкта, в залежності від складності їх розробки, згідно з [20]:

- антропогенні утворення – № 41, № 42;

- насипні ґрунти – № 35б...г, № 36б...г;

- ґрунтово-рослинний шар – № 9, № 40;

- суглинки – № 35;

- супіски – № 36.

2.2 Об'єкт дослідження № 2

2.2.1 Фізико-географічні умови території та майданчика об'єкта дослідження № 2

Майданчик розташування будівлі об'єкта дослідження № 2 (далі – майданчик об'єкта дослідження № 2) знаходиться в Олександрівському районі м. Запоріжжя по вул. Запорізькій, 2а. Ситуаційний план розташування майданчика і будівлі об'єкта дослідження № 2 наведений на рисунку 2.2.

За геоморфологічними умовами територія розташування майданчика об'єкта дослідження № 2 являє собою частину I надзаплавної ерозійно-аккумулятивної лівобережної тераси р. Дніпро (в межах штучної водойми Каховського водосховища). Абсолютні позначки денної поверхні майданчика об'єкта дослідження № 2 змінюються від 23,80м до 23,40м (система висот міська).



Рисунок 2.2 – Ситуаційний план розташування майданчика і будівлі об'єкта дослідження № 2

2.2.2 Геологічна будова майданчика об'єкта дослідження № 2

Згідно з матеріалами [21], в геологічній будові території, в межах якої розташований майданчик об'єкта до глибин 15...20м від денної поверхні, беруть участь еолово-делювіальні (лесові) континентальні супіщано-суглинисті ґрунти середньо-пізньочетвертинного (середньо-пізньоплейстоценового) віку, що залягають на алювіально-делювіальних піщаних відкладеннях ранньо-середньочетвертинного (ранньо-середньоплейстоценового) віку. Підстилаються алювіально-делювіальні відкладення палеозой-кайнозойськими супіщаними та дрес'яно-щебневими ґрунтами кори вивітрювання гранітоїдів, зверху лесові ґрунти перекриті сучасними антропогенними утвореннями, насипними ґрунтами і ґрунтово-рослинним шаром.

Згідно з [22], в геологічній (інженерно-геологічній) будові майданчика об'єкта дослідження № 2, до розвіданих глибин 8,5...11,3м від денної поверхні, беруть участь (зверху вниз):

- антропогенні утворення, насипні супіщані та намивні піщані ґрунти, ґрунти зворотного засипання сучасного (голоценового) віку потужністю 5,6...6,5м;

- еолово-делювіальні (лесові) супіщані ґрунти середньо-пізньочетвертинного (середньо-пізньоплейстоценового) віку розкритою потужністю до 2,0м;

- алювіально-делювіальні піщано-супіщані ґрунти ранньо-середньочетвертинного (ранньо-середньоплейстоценового) віку потужністю 4,9м;

- супіщано-дрес'яно-щебневі ґрунти кори вивітрювання гранітоїдів палеозой-мезозойського віку розкритою потужністю 0,8м.

У «плямі» блок-секції № 2 будівлі об'єкта дослідження № 2, в основі фундаментів, були розкриті поверхнево ущільнені насипні супіщані та намивні піщані ґрунти потужністю до 0,6м. Встановлені фізичні характеристики

поверхнево ущільнених ґрунтів основи фундаментів блок-секції № 2 будівлі об'єкта дослідження № 2 вказують на наступне:

- основний показник якості ущільнення ґрунтів - щільність сухого ґрунту (ґрунту в сухому стані) ρ_d : насипних супісків – 17,79кН/м³ (верхня частина ущільнених ґрунтів), намивних пісків – 16,09...16,80кН/м³;

- щільність ґрунту в сухому стані намивних пісків зменшується по глибині (по їх потужності).

На період часу виконання польових робіт [22], на майданчику об'єкта дослідження № 2 12...13.06.2023р. був розкритий підземний четвертинний водоносний горизонт на глибинах 5,8...6,1м від денної поверхні (абс. відм. 17,77...17,86м). Майданчик об'єкта дослідження № 2, за характером (станом) умов підтоплення, відповідно до [16], віднесений до підтоплюваного.

2.2.3 Інженерно-геологічні умови майданчика об'єкта дослідження № 2

За результатами [22] були зафіксовані параметри і особливості інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження № 2:

Наявність техногенних ґрунтів

Верхня частина геологічного розрізу майданчика об'єкта дослідження № 2 сформована за рахунок техногенних ґрунтів – антропогенних утворень, насипних та намивних ґрунтів загальною потужністю 5,6...6,5м.

Насипні супіщані ґрунти майданчика об'єкта характеризуються мінливістю літологічного складу, фізико-механічних характеристик та потужностей як по глибині (вертикалі), так і по латералі (горизонталі). Крім того, насипні супіщані ґрунти можуть мати просідні властивості, а також частково ущільнені (в частині «плями» блок-секції № 2 будівлі об'єкта дослідження № 2 в основі фундаментів, потужність до 0,6м).

Намивні ґрунти на майданчику об'єкта дослідження № 2 розкриті під насипними піщаними ґрунтами, потужність їх склала 4,5...4,6м. Намивні ґрунти на майданчику об'єкта дослідження № 2 були сформовані в кінці 20-го сторіччя при будівництві Прибережної автомагістралі за рахунок їх намиву з русла р. Дніпро. Частина намивних пісків в «плямі» блок-секції № 2 будівлі об'єкта дослідження № 2 (під фундаментами) була ущільнена, зафіксована потужність ущільнених пісків – до 0,3...0,5м.

Просідні властивості ґрунтів

Було встановлено наступне щодо просідних властивостей ґрунтів майданчика об'єкта дослідження № 2:

- просідаючими ґрунтами являються сучасні насипні супіщані ґрунти;
- нижня межа просідаючих ґрунтів обмежується покрівлею залягання поверхнево ущільнених насипних супісків, поверхнево ущільнених намивних пісків, намивних пісків
- потужність просідаючої товщі ґрунтів може скласти 1,1...1,7м;
- просідаючі ґрунти мають просідні властивості при їх замочуванні тільки від додаткового навантаження;
- тип інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження № 2 за просадністю, за старою класифікацією, встановлюється як І.

Категорія складності інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження № 2, згідно з [19], віднесена до II (середньої складності).

3 КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Загальні дані будівлі об'єкта дослідження № 1

Будівля об'єкта дослідження № 1 (далі будівля об'єкта № 1) – дев'ятиповерхова чотирьохпід'їзна будівля, прямокутної форми в плані, з габаритними розмірами 96,35×12,28м. Плани першого та типового (другого...дев'ятого) поверхів будівлі об'єкта № 1, з технічного паспорту, наведені на рисунках 3.1а, 3.1б відповідно. Над дев'ятим поверхом будівлі об'єкта є напівпрохідний технічний поверх, а нижче першого поверху будівлі – заглиблене технічне підпілля.

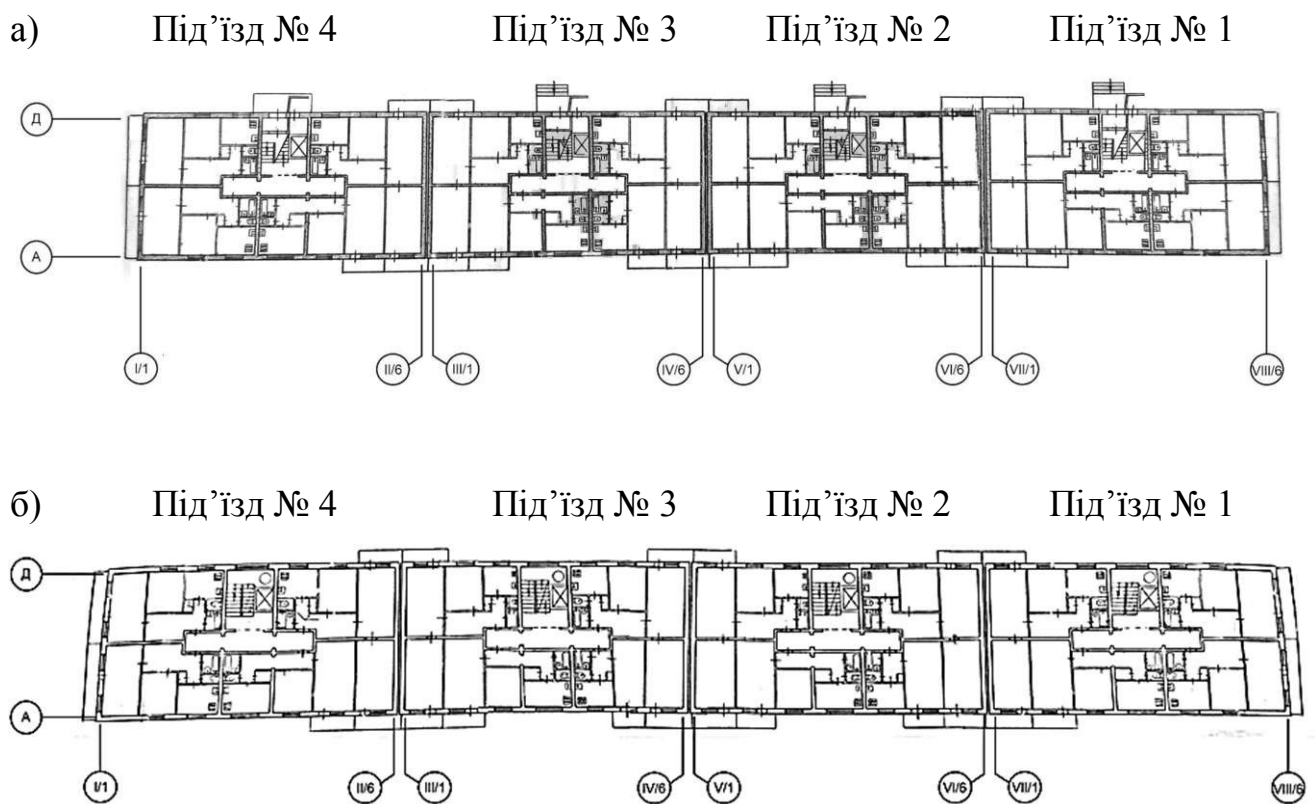


Рисунок 3.1 – Плани поверхів будівлі об'єкта №1 з технічного паспорту:

а) першого поверху; б) типового (другого...дев'ятого)

В житловому будинку будівлі об'єкта № 1 144 квартири - у кожному під'їзді по 36 квартир. Функціональне призначення всіх приміщень надземної частини будівлі об'єкта з часом не змінилось. Технічне підпілля не експлуатується, воно призначається для введення та розведення інженерних мереж по будівлі та для їх обслуговування. Місця введення та випусків інженерних мереж можливо подивитися на генплані ділянки розташування будівлі об'єкта (рисунок 3.2).

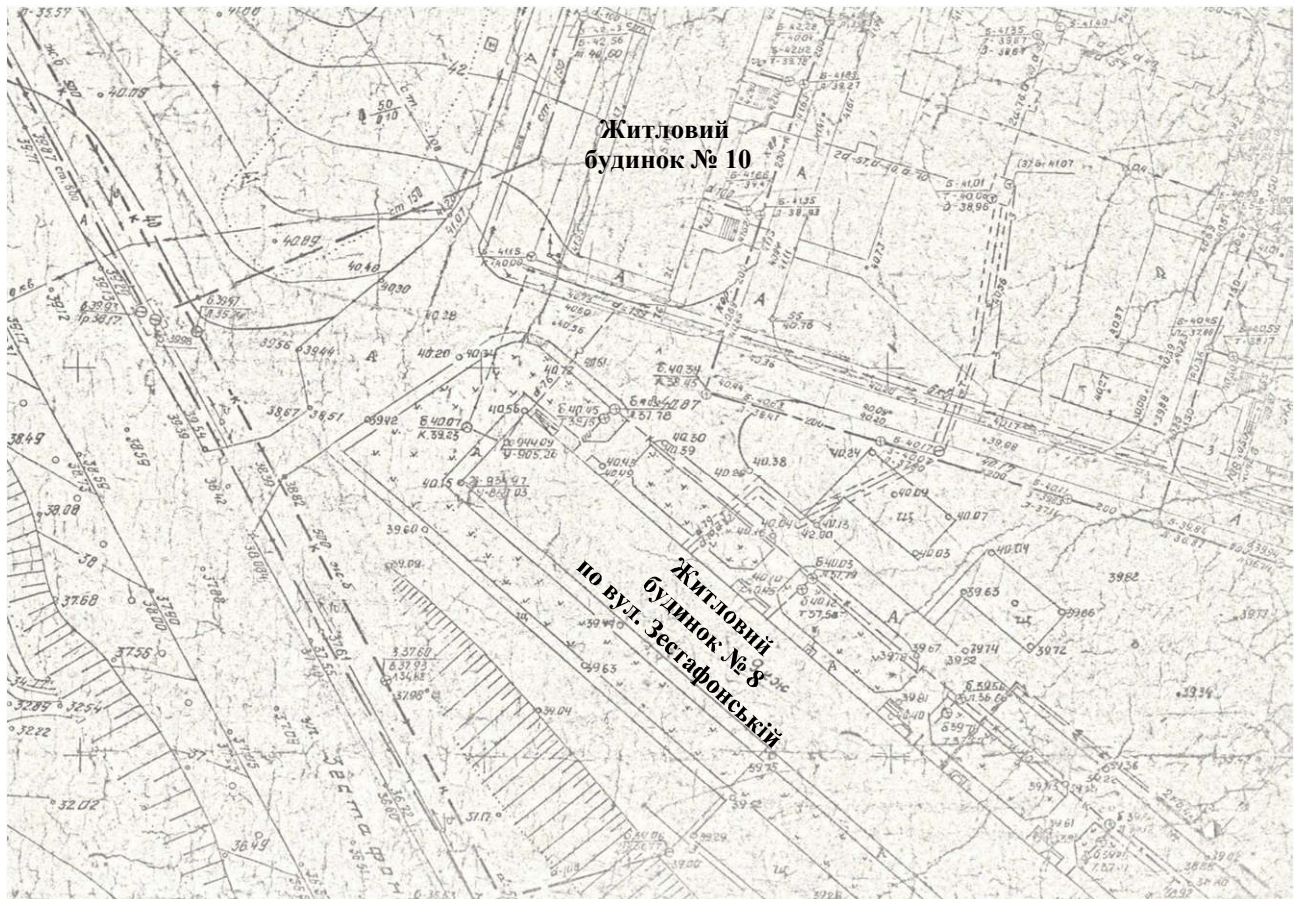


Рисунок 3.2 – Генплан ділянки розташування будівлі об'єкта №1

Будівля об'єкта № 1 - панельна, зведена з залізобетонних конструкцій серії 1-480А. Типову серію панельних будівель 1-480А розробив Державний проектний інститут «КиївЗНДІЕП», який утворився у 1963р. Прив'язку типових проектів даної серії на майданчиках будівництва у м. Запоріжжі, у середині 70-их років минулого століття, виконував Запорізький філіал Державного проектного інституту «УКРГОРСТРОЙПРОЕКТ». Ймовірно, ця ж організація розробляла проєкт будівництва будівлі об'єкта № 1. Пізніше, Запорізький

філіал цього інституту перетворився на ДПІ «Запоріжцівільпроект». На теперішній час цей інститут ліквідовано, при його ліквідації архів, в якому зберігалися проекти, які вони розробили, здали в макулатуру.

Конструктивна схема будівлі об'єкта № 1 – безкаркасна, двох-, трьохпрольотна з поздовжніми несучими стінами. Ширина прольотів 5,8м, 5,0м, 1,6м. Сходові клітини запроектовані з кроком осей 4,1м, всі інші кроки в поздовжньому напрямку 3,2м. Довжина блок-секції становить 24,0м, ширина 12,3м, висота будівлі 26,0м, а висота поверху 2,7м. Технічне підпілля має висоту 2,0м. Поперечний розріз будівлі об'єкта № 1 наведено на рисунку 3.3.

Конструктивні елементи будівлі об'єкта № 1 виготовлені з наступних матеріалів:

- фундаменти – стрічкові, монолітні залізобетонні;
- стіни технічного підпілля – збірні залізобетонні панелі;
- стіни вище відм. 0,000 – збірні залізобетонні панелі з легкого (зовнішні) та важкого (внутрішні) бетонів;
- сходи – із збірних залізобетонних сходових маршів та майданчиків;
- ліфтові шахти – збірні, залізобетонні з панелей, з'єднаних за допомогою сварки в об'ємну конструкцію;
- міжповерхові перекриття – залізобетонні шатрові плити розміром на кімнату, в приміщеннях кухні між середніми поперечними стінами - з вставкою із плоскої плити;
- перегородки – гіпсопрокатні панелі;
- покрівля – безрулонна, збірна залізобетонна з внутрішнім організованим водовідведенням.

Серія 1-480А панельних житлових будинків передбачає однорядну розрізку панелей на висоту поверху, довжина панелей прив'язана до кроку осей будинку з урахуванням можливості їх монтажу та влаштуванням стиків.

Житловий будинок будівлі об'єкта являє собою чотири окремих блок-секції, розділені деформаційними швами. Деформаційні шви влаштовуються з метою зменшення напружень, що виникають в конструкціях будівлі при

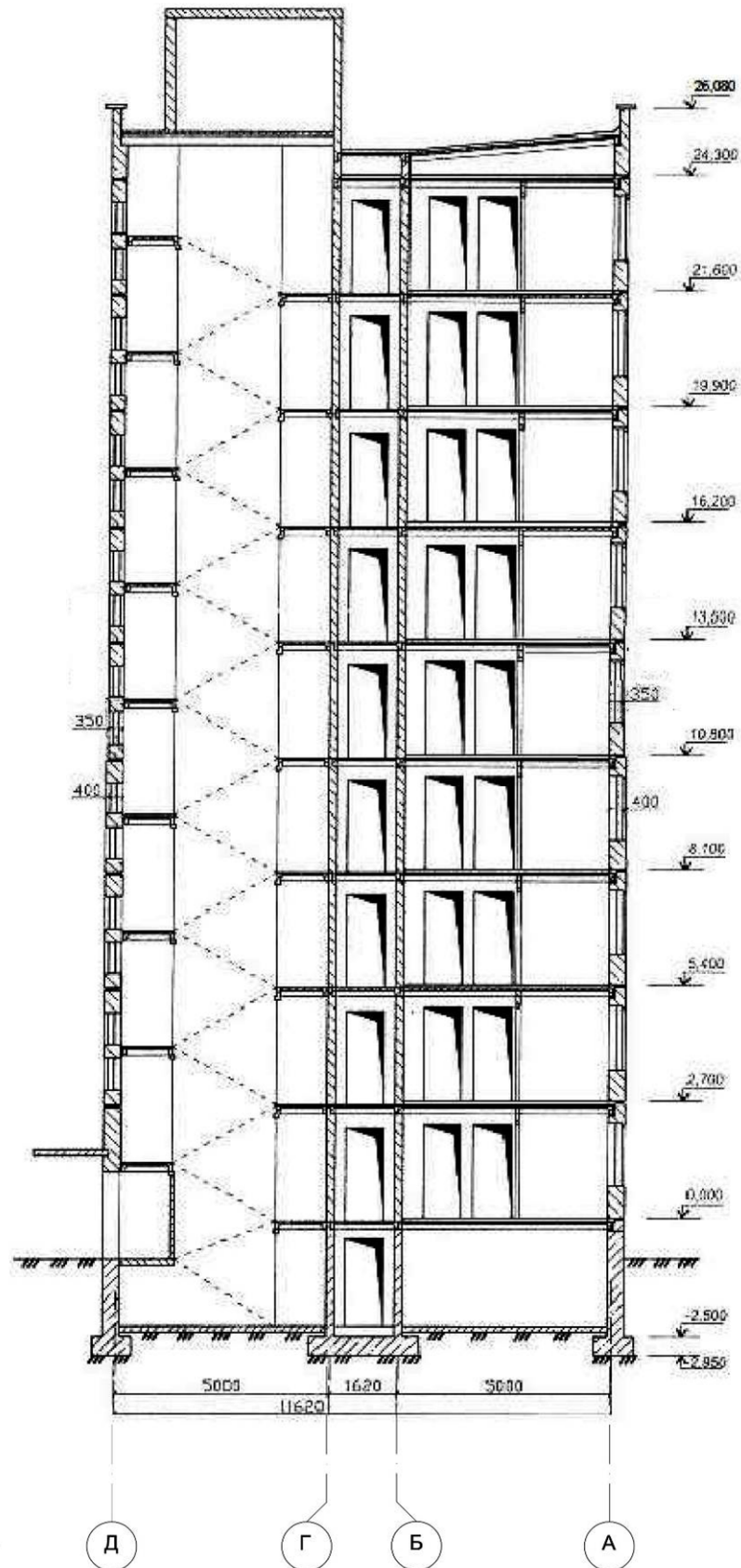


Рисунок 3.3 – Поперечний розріз будівлі об'єкта № 1 по сходовій клітині

нерівномірних деформаціях. На ділянці організації деформаційного шва виконується суцільний вертикальний розріз, що прорізає всі конструкції будівлі і дозволяє переміщатися блок-секціям відносно одна одної не руйнуючи конструкції. На будівлі об'єкта деформаційний шов влаштовано шляхом зведення двох паралельних стін (торцевих стін сусідніх блок-секцій) та відокремленими фундаментами. Відстань між торцевими стінами сусідніх блок-секцій визначається розрахунком з урахуванням ґрунтових умов майданчика будівництва. На будівлі об'єкта № 1 ширина деформаційного шва прийнята 250мм.

Будівля об'єкта № 1 складається з двох рядових секцій (під'їзди №№ 2, 3) та двох торцевих - правої (під'їзд № 1) та лівої (під'їзд № 4). Блок-секції будівлі об'єкта розташовані без зміщення в плані одна відносно одної, у лінію. Схема блокування будівлі об'єкта представлена на рисунку 3.4.

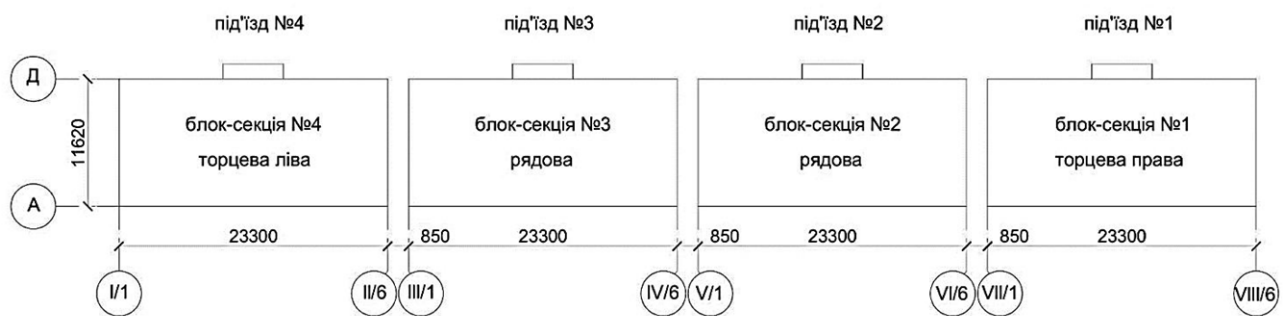


Рисунок 3.4 – Схема блокування будівлі об'єкта

Панельні житлові будинки серії 1-480А передбачались для будівництва на майданчиках, складених просідаючими ґрунтами та запроєктовані з комплексом протипросідних заходів для будівництва в складних ґрунтових умовах. Блок-секції запроєктовані і виконані за жорсткою конструктивною схемою шляхом об'єднання несучих елементів у єдину просторову жорстку систему.

В якості конструктивних протипросідних заходів в будівлі об'єкта № 1 передбачено наступне:

- розрізання будівлі деформаційними швами на блок-секції завдовжки ~24м;
- монолітні залізобетонні стрічкові фундаменти;
- влаштування двох монолітних залізобетонних поясів нижче відмітки $\pm 0,000$ у вигляді горизонтального армування у верхній та нижній частинах цокольних панелей з наступним з'єднанням, при монтажу, випусків поясної арматури за допомогою зварювання;
- поверхові збірні залізобетонні пояси у вигляді горизонтального армування у верхній та нижній частинах стінових панелей з наступним з'єднанням випусків поясної арматури, при монтажу, петлявими зв'язками;
- поверхові диски збірного залізобетонного перекриття в одинадцяти рівнях, пов'язаних анкерами між собою та зі стінами будівлі.

За рахунок з'єднань арматурних випусків стінових та цокольних панелей влаштовуються безперервні сталеві зв'язки по всій висоті блок-секції.

Також, до конструктивних заходів відноситься підготовка основи фундаментів будівлі об'єкта. Прийняття рішення про спосіб підготовки основи залежить від ґрунтових умов майданчика. Мінімальною по обсягу робіт повинна була би бути передбачена ґрунтова подушка потужністю не менше 2,5м.

Незважаючи на час проектування та забудови (більше 45 років), за конструктивним рішенням і області застосування проекту будівля об'єкта № 1 відповідає сучасним нормативним документам для будівництва на просідаючих ґрунтах [23]. Єдиним нез'ясованим питанням для фахівців залишалася величина потенційної деформації основи будівлі, але отримання відповіді на нього потребувало виконання інженерно-геологічних вишукувань.

Значна просторова жорсткість блок-секцій будівлі об'єкта сприяла зменшенню величин їх руйнації внаслідок вибуху боєприпасу, що дозволило зберегти значну кількість людських життів мешканців будинку.

Нижче, в даному розділі, наведено більш детальну інформацію про окремі конструктивні елементи блок-секцій серії 1-480А. Фахівцями було

зазначено, що ця інформація може бути потрібна проєктувальникам при розробці проєкту капітального ремонту будівлі об'єкта № 1.

3.1.1 Конструктивні елементи будівлі об'єкта дослідження № 1

Стіни технічного підпілля – збірні залізобетонні цокольні панелі. Зовнішні панелі - одношарові керамзитобетонні товщиною 400мм, 350мм (торцеві). Внутрішні цокольні панелі - з важкого бетону товщиною 300мм. Цокольні панелі мають висоту 1,8м.

По краях зовнішніх панелей товщина їх зменшується для утворення вертикальних колодязів (порожнеч) з внутрішньої їх частини. В нижніх та в верхніх частинах панелей прокладена арматура, яка в кутах панелей виходить з бетону назовні у вигляді випусків. Це передбачено для з'єднання панелей та утворення монолітних бетонних шпонок.

У внутрішніх стінових панелях арматурні випуски виконані в карманах. Довжину внутрішніх панелей, відносно кроку осей, зменшено. Це виконано для можливості монтажу панелей та влаштування стиків (колодязів).

Цокольні панелі монтуються на цементному розчині на фундаментні стрічки. Випуски панелей з'єднуються за допомоги арматурних стрижнів (накладок) та зварювання. Після цього встановлюється опалубка і стики заповнюються бетоном. Зовнішній вигляд кутового стика цокольних панелей, у зруйнованій блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1, наведено на рисунку 3.5а.

Стіни надземної частини будівлі об'єкта № 1 виконані збірними із зовнішніх та внутрішніх залізобетонних стінових панелей.

Зовнішні стіни надземних поверхів виконані одношарові з керамзитобетону марки М75 з об'ємною вагою 1300кг/м³. Товщина зовнішніх

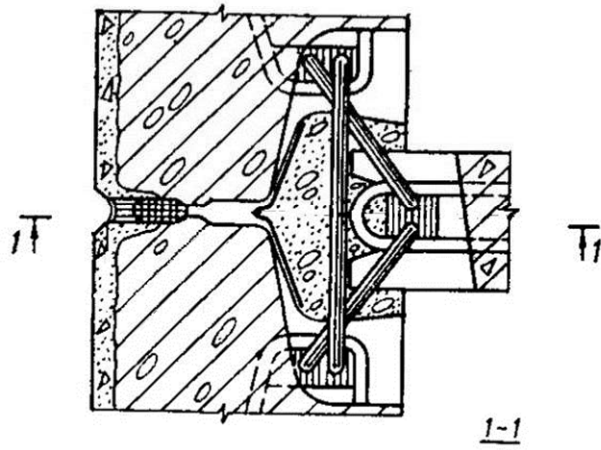
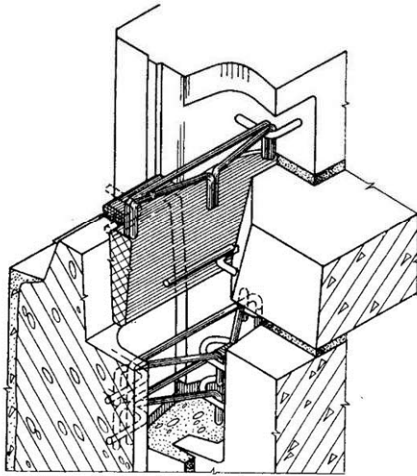
а)



б)



в)



г)

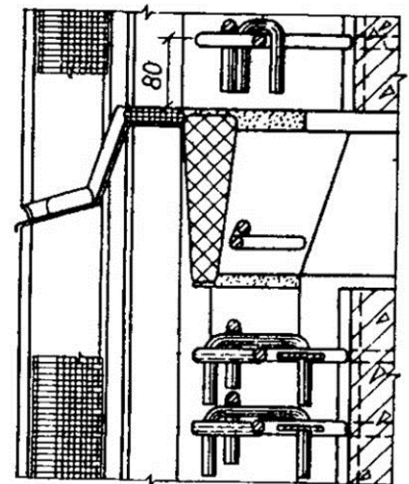
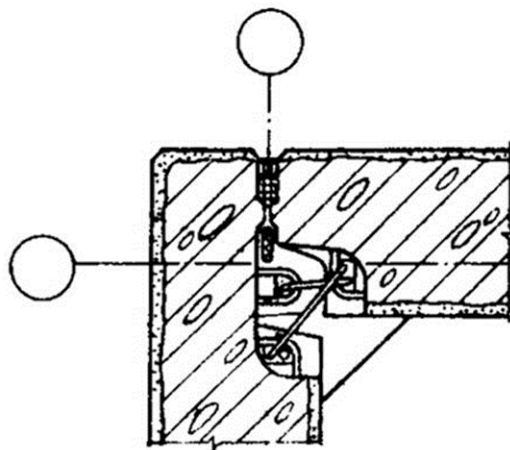


Рисунок 3.5 – Стики панелей: а) цокольних; б) надземної частини;
в) схема стика зовнішніх та внутрішній панелей;
г) схема кутового стика

стін з першого по четвертий поверх - 400мм, вище за четвертий поверх - 350мм. В блок-секціях №№ 3, 4 товщину 400мм мають панелі на першому...третьому поверхах. Товщина панелей торцевих стін та глухих (без отворів) в торцевих блок-секціях - 350мм по всій висоті.

Панелі внутрішніх стін виконані суцільного перерізу з важкого бетону марки М200 з об'ємною вагою 2000кг/м³. Товщина панелей поздовжніх стін - 180мм, поперечних стін із вентиляційними каналами - 300мм, електропанелей (розташовані по осях «2», «5» в рядах «Б...Г») - 260мм.

Стики панелей зовнішніх стін здійснюються «впритул». При монтажі внутрішніх стін між панелями залишаються зазори. У вертикальних стиках зовнішніх панелей, з внутрішньої сторони, утворюються колодязі для замоноличування стиків бетоном. Внутрішня поверхня панелей в стиках нерівна, ширина колодязів, по висоті, то зменшується, то збільшується. Це робиться для збільшення жорсткості стиків між панелями. З зовнішнього боку зовнішніх стінових панелей є гирло, що за формою забезпечує укладання герметизуючого матеріалу, в горизонтальних стиках передбачений протидощовий бар'єр.

З'єднання арматури в стиках - з механічним зачепленням скобами та за допомогою зварювання. Скоби з гладкої арматури вставляються в петльові випуски, утворюючи трикутник.

Зовнішній вигляд стика панелей, у зруйнованій блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1, наведено на рисунку 3.5б, а принципова схема влаштування стиків - на рисунках 3.5в, г. Фахівцями було помічено, що панелі, які зображені на рисунку 3.5в, не відповідають фактично змонтованим на об'єкті (в змонтованих відсутні протидощовий зуб та гребінь), але арматурні з'єднання відповідають дійсності.

Горизонтальні стики панелей, в основному, виконані платформними. Панелі спираються одна на одну через ребра шатрових плит перекриття, які заведені в стіни не менш ніж на 50мм.

Перегородки виконані з гіпсопрокатних панелей товщиною 80мм, кріпляться до стін за допомогою скоб, пристріляних до них. Петлі перегородок затискаються в стиках між панелями перекриття. Між кімнатами сусідніх квартир рядом монтуються по дві гіпсопрокатні панелі з зазором 40мм між ними.

Перекриття над технічним підпіллям та на вище розташованих поверхах виконані із збірних залізобетонних шатрових панелей розміром на кімнату (3,2×5,8м та 3,2×5,0м). Несучими є поздовжні стіни. Враховуючи відстань між осями «3...4» (4,10м), в рядах «А...Б» на цій ділянці монтуються, крім шатрової, і збірна залізобетонна плита. Шатрові плити мають висоту 220мм.

Шатрові панелі монтуються на розчині марки М100 товщиною шару 2,0см.

Вони анкеряться до підйомних петель зовнішніх стінових панелей за допомогою скоб та зварювання. Всі шви між панелями перекриття, а також між ними та зовнішніми стіновими панелями заповнюються цементним розчином або бетоном.

Сходи - двохмаршеві, збірні залізобетонні зі сходових маршів та майданчиків. Поверхові та міжповерхові сходові майданчики спираються на консолі в панелях поперечних стінах по осях «3», «4» та приварюються до закладних деталей в них.

Технічний поверх - напівпрохідний. Пароізоляція та утеплювач розташовані на плитах перекриття дев'ятого поверху. Покрівля на будівлі об'єкта № 1 безрулонна. Рулонний килим відсутній, захист будівлі від атмосферних опадів здійснює система залізобетонних плит покриття та лотків, змонтованих з ухилом так, щоб вони перекривали один одного та стики між ними. Атмосферні опади скидаються в дві внутрішні водоприймальні воронки. Зовнішній вигляд покриття та покрівлі будівлі об'єкта наведено на рисунку 3.6.

В звіті [7] зазначається, що у фахівців, які виконували обстеження будівлі об'єкта № 1, були в наявності окремі креслення рядової секції серії 1-480А. Проєкт з цими кресленнями розроблявся у 1974р. і назначався для будівництва

на іншому майданчику м. Запоріжжя. Але враховуючи типову серію панельних будинків, ці креслення були актуальні і для блок-секцій №№ 2, 3 будівлі об'єкта № 1. Два листи з цього проекту, які містять інформацію, потрібну при розробці проекту капітального ремонту будівлі об'єкта № 1.



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд технічного поверху, покриття та безрулонної покрівлі будівлі об'єкта № 1

Будівля об'єкта № 1 була обладнана центральним водяним опаленням, системами газопостачання, холодного та гарячого водопостачання, електропостачання та каналізації.

За якістю житла і наявності інженерного обладнання будівля об'єкта відноситься до 3 класу з нормативним терміном експлуатації 100 років [24]. Будівля експлуатується 44 роки, цей строк не перевищує половину нормативного терміну експлуатації будинку.

Конструкції для будівництва будівлі об'єкта виготовлялися на виробництві № 1 Запорізького домобудівного комбінату (ЗДБК). Виробництво № 1 ЗДБК почало випускати продукцію у 1963р., а було ліквідовано більше 20 років тому.

3.2 Загальні дані будівлі об'єкта дослідження № 2

Будівля об'єкта дослідження № 2 (далі будівля об'єкта № 2) – дев'ятиповерхова двохпід'їзна будівля, прямокутної форми в плані, з габаритними розмірами 46,33×13,03м (згідно технічного паспорту). Над дев'ятим поверхом будівлі об'єкта № 2 є напівпрохідний технічний поверх, а нижче першого поверху будівлі № 2 - заглиблене технічне підпілля.

В будівлі об'єкта № 2 72 квартир - в кожному під'їзді по 36 квартир. Функціональне призначення всіх інших приміщень надземної частини будівлі об'єкта № 2 з часом не змінилось. Технічне підпілля не експлуатується, воно призначається для введення та розведення інженерних мереж по будівлі та для їх обслуговування.

Будівля об'єкта № 2 – великопанельна, зведена з залізобетонних конструкцій серії 480А. Типову серію панельних будинків 480А розробив Державний проєктний інститут «КиївЗНДІЕП», утворений у 1963р. Типовий проєкт було розроблено у 1972р. Корегування проєкту виконував Запорізький філіал Державного проєктного інституту «УКРГОРСТРОЙПРОЕКТ». Пізніше, Запорізький філіал цього інституту перетворився на ДПІ «Запоріжцівільпроєкт». Ймовірно, ця ж організація розробляла проєкт будівництва будівлі об'єкта. На теперішній час ДПІ «Запоріжцівільпроєкт» ліквідовано, при його ліквідації архів, в якому зберігалися проєкти, які вони розробили, здали в макулатуру.

Конструктивна схема будівлі об'єкта № 2– безкаркасна, двох-, трьохпрольотна з поздовжніми несучими стінами. Ширина прольотів 5,81м, 5,0м, 1,62м. Сходові клітини запроектовані з кроком осей 4,6м, всі інші кроки в поздовжньому напрямку 3,20м та 4,10м. Серія 480А передбачала рядові та торцеві блок-секції. Довжина блок-секції по осях становить 25,5м (рядова) та 22,40м (торцева), ширина 12,43м, висота будівлі 26,0м, а висота поверху 2,7м. Технічне підпілля має висоту 2,0м.

Конструктивні елементи будівлі об'єкта № 2 виготовлені з наступних матеріалів:

- фундаменти – стрічкові, монолітні залізобетонні;
- стіни технічного підпілля – збірні залізобетонні панелі;
- стіни вище відм. 0,000 – збірні залізобетонні панелі з легкого (зовнішні) та з важкого (внутрішні) бетонів;
- сходи – із збірних залізобетонних сходових маршів та площадок;
- ліфтові шахти – збірні, залізобетонні об'ємні елементи;
- міжповерхові перекриття та покриття – залізобетонні шатрові та плоскі плити розміром на кімнату та з добірними плитами;
- перегородки – гіпсопрокатні панелі та залізобетонні панелі;
- покрівля – рулонна по збірним залізобетонним плитам покриття, з внутрішнім організованим водовідведенням.

Серія 480А великопанельних житлових будинків передбачає однорядну розрізку панелей на висоту поверху, довжина панелей прив'язана до одного чи двох кроків осей будинку з урахуванням можливості їх монтажу та влаштуванням стиків.

З урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика об'єкта дослідження та вимог будівельних норм, блоки будівлі об'єкта були запроєктовані з розрізанням будівлі на окремі блоки. Будівля об'єкта № 2 являє собою два під'їзди, об'єднанні в два окремі блоки, які розділені деформаційним швом. Деформаційний шов влаштовується з метою зменшення напружень, що виникають в конструкціях будівлі при нерівномірних деформаціях. На ділянці організації деформаційного шва виконується суцільний вертикальний розріз, що прорізає всі конструкції будівлі і дозволяє переміщатися блок-секціям відносно одна одної не руйнуючи конструкції. На будівлі об'єкта № 2 деформаційний шов влаштовано шляхом зведення двох паралельних стін (торцевих стін сусідніх блок-секцій) та відокремленими фундаментами. Відстань між торцевими стінами сусідніх блок-секцій визначається розрахунком з урахуванням ґрунтових (інженерно-геологічних) умов

майданчика будівництва. На будівлі об'єкта № 2 ширина деформаційного шва прийнята 450мм.

Під'їзд № 2 будівлі об'єкта № 2 - це торцева ліва блок-секція (480А-066), а під'їзд № 1 - торцева права блок-секція (480А-067). В дужках наведені номери серії типових блок-секцій. Блоки будівлі об'єкта № 2 розташовані без зміщення в плані одна відносно одної, у лінію. На відстані 2,3м від будівлі об'єкта розташована рядова блок-секція (480А-065) житлового будинку по вул. Запорізькій, 2б. Схема блокування будівлі об'єкта № 2 представлена на рисунку 3.7.

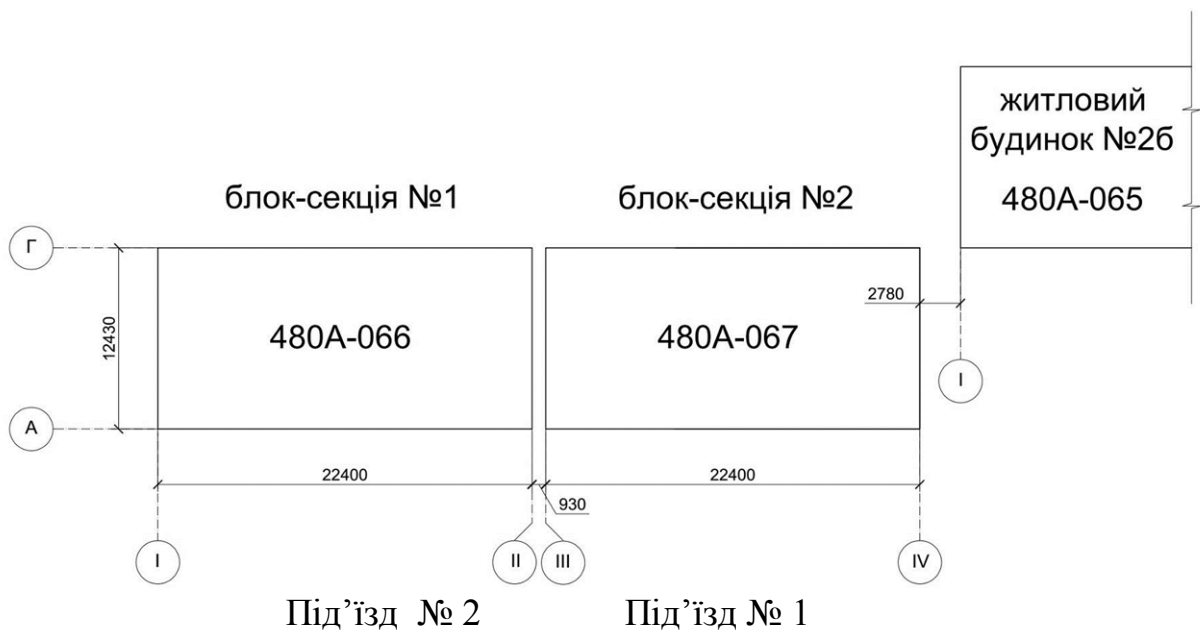


Рисунок 3.7 – Схема блокування типових блок-секцій будівлі об'єкта № 2

Великопанельні житлові будинки серії 480А запроєктовані для будівництва на майданчиках, складених просідаючими ґрунтами, та передбачають комплекс протипросідних заходів для будівництва в складних ґрунтових умовах. Блок-секції запроєктовані і виконані за жорсткою конструктивною схемою шляхом об'єднання несучих елементів у єдину просторову жорстку систему.

В якості конструктивних протипросідних заходів в будівлі об'єкта № 2 передбачено наступне:

- монолітні залізобетонні стрічкові фундаменти;
- влаштування двох монолітних залізобетонних поясів нижче відмітки $\pm 0,000$ у вигляді горизонтального армування у верхній та нижній частинах цокольних панелей з наступним з'єднанням, при монтажу, випусків поясної арматури за допомогою зварювання;
- поверхові збірні залізобетонні пояси у вигляді горизонтального армування у верхній та нижній частинах стінових панелей з наступним з'єднанням випусків поясної арматури, при монтажу, петльовими зв'язками;
- поверхові диски збірного залізобетонного перекриття в одинадцяти рівнях, пов'язаних анкерами між собою та зі стінами будівлі.

За рахунок з'єднань арматурних випусків стінових та цокольних панелей влаштовуються безперервні сталеві зв'язки по всій висоті блок-секції.

Також, до конструктивних заходів відноситься підготовка основи фундаментів будівлі об'єкта № 2. Прийняття рішення про спосіб підготовки основи залежить від ґрунтових умов майданчика. Фахівцями було зазначено, те що враховуючи незначну потужність просідної товщі лесових ґрунтів на майданчику об'єкта дослідження, що є нестандартним для м. Запоріжжя, підготовка основи, яка прийнята для даного будинку, підлягає додатковому дослідженню.

За конструктивним рішенням і області застосування проекту будівля об'єкта дослідження відповідає сучасним нормативним документам для будівництва на просідаючих ґрунтах [23]. Так же як і у випадку з об'єктом дослідження № 1, єдиним нез'ясованим питанням для фахівців, що проводили обстеження, залишалася величина потенційної деформації основи будівлі, але отримання відповіді на нього потребувало виконання інженерно-геологічних вишукувань.

Значна просторова жорсткість блок-секцій будівлі об'єкта сприяла зменшенню величин їх руйнації внаслідок вибуху боеприпасу. Так, збірні залізобетонні конструкції четвертого...п'ятого поверхів в торці під'їзду № 1 будівлі об'єкта дослідження зруйновані на глибину до 6,0м. Обвалення

конструкцій верхніх поверхів цієї частини будівлі не сталося, вони зависли за рахунок просторової жорсткості залізобетонних конструкцій, об'єднаних між собою. Їхнє падіння могло статися в любий час, але сталося тільки під час виконання демонтажних робіт, коли просторова жорсткість поступово зменшувалась. Просторова жорсткість конструкцій дозволила своєчасно евакуювати людей, а з часом - забрати їх речі.

Плани першого та типового поверхів під'їздів № 1 та № 2 будівлі об'єкта № 2 наведено на рисунках 3.8, 3.9.

Нижче, в даному розділі, наведено більш детальну інформацію про окремі конструктивні елементи блок-секцій серії 480А-066, 480А-67. Фахівцями було зазначено, що ця інформація може бути потрібна проєктувальникам при розробці проєкту капітального ремонту будівлі об'єкта № 2.

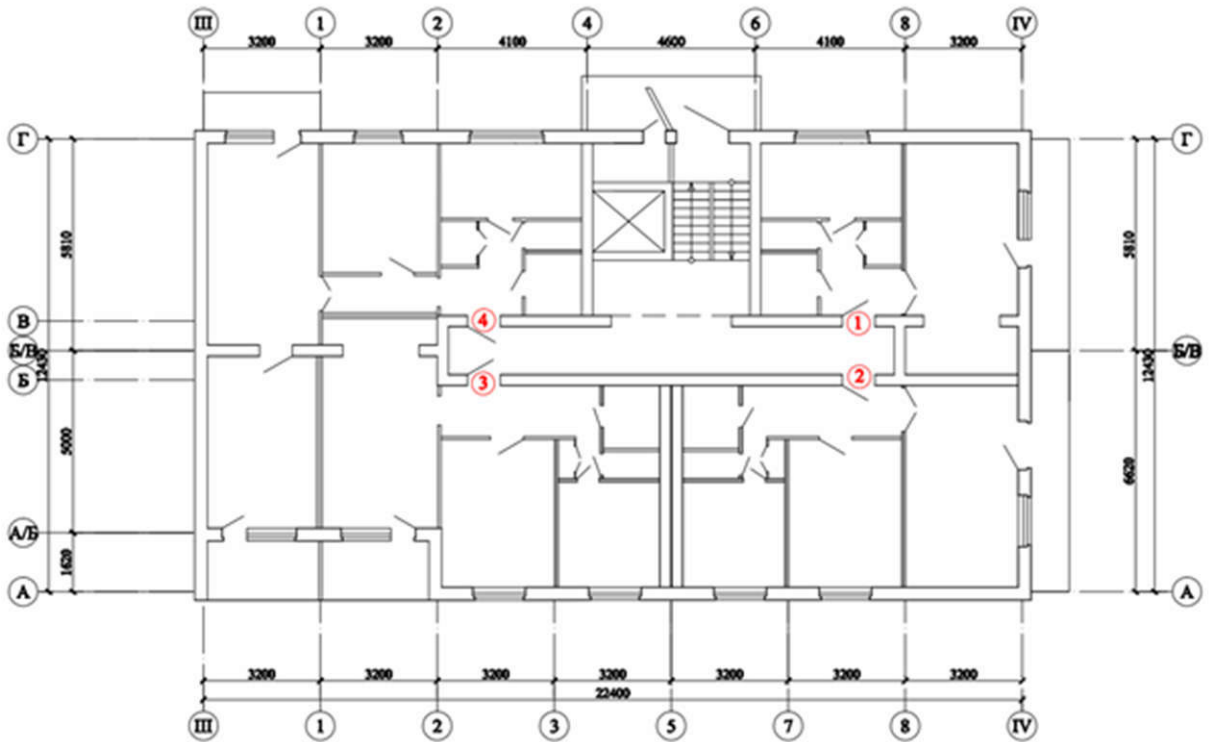
В звіті [8] зазначається, що у фахівців, які виконували обстеження будівлі об'єкта, були в наявності окремі креслення типових торцевих блок-секцій серій 480А-066 та 480А-067. На цих кресленнях є монтажні схеми стінових панелей та перекриття.

3.2.1 Конструктивні елементи будівлі об'єкта дослідження № 2

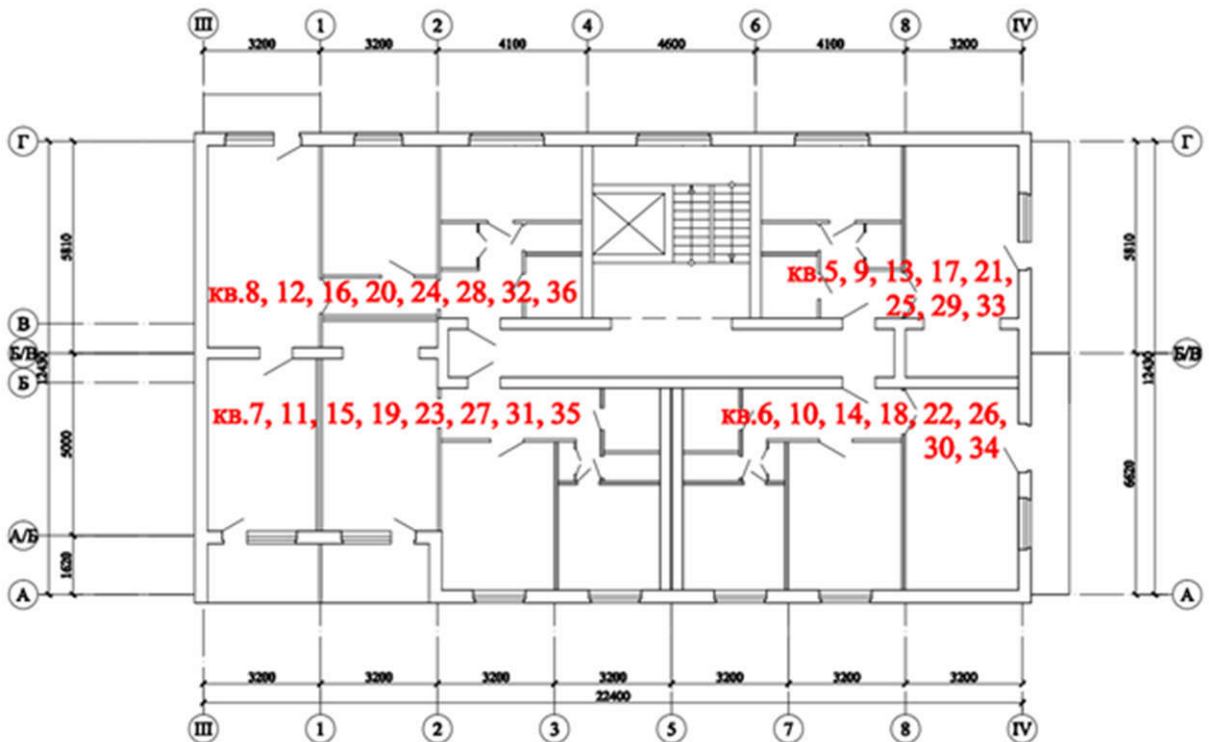
Стіни технічного підпілля будівлі об'єкта № 2 – збірні залізобетонні цокольні панелі. Зовнішні панелі - одношарові керамзитобетонні (з об'ємною вагою 1700кг/м³) товщиною 400мм, 350мм (торцеві). Внутрішні цокольні панелі - з важкого бетону товщиною 300мм. Цокольні панелі мають висоту 1,8м.

По краям зовнішніх панелей товщина їх зменшується для утворення вертикальних колодязів (порожнеч) з внутрішньої їх частини. В нижніх та в верхніх частинах панелей прокладена арматура, яка в кутах панелей виходить

а)



б)



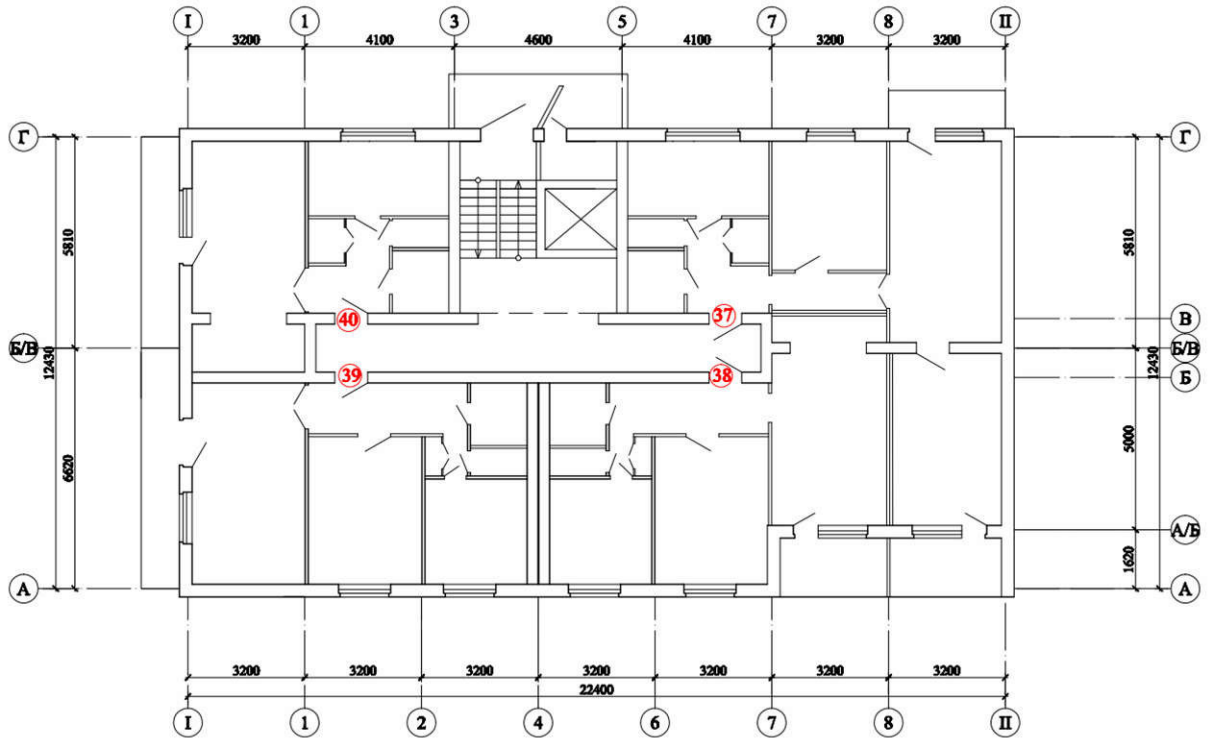
Квартири №№ 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33 відповідно розташовані на другому, третьому, четвертому, п'ятому, шостому, сьомому, восьмому, дев'ятому поверхах

Рисунок 3.8 – Плани поверхів під'їзду № 1 (блок-секції № 2)

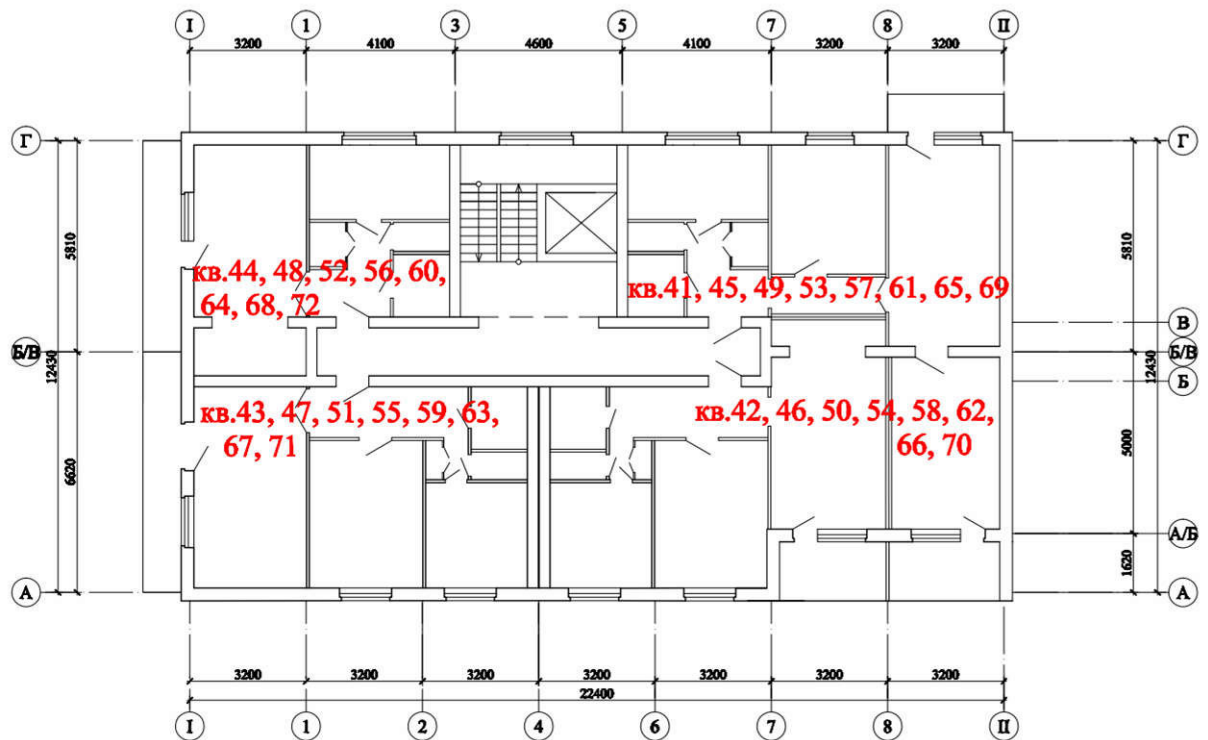
об'єкта з номерами квартир: а) першого поверху;

б) типового поверху

а)



б)



Квартири №№ 42, 45, 49, 53, 57, 61, 65, 69 відповідно розташовані на другому, третьому, четвертому, п'ятому, шостому, сьомому, восьмому, дев'ятому поверхах

Рисунок 3.9 – Плани поверхів під'їзду № 2 (блок-секції № 1)

об'єкта з номерами квартир: а) першого поверху;

б) типового поверху

з бетону назовні у вигляді випусків. Це передбачено для з'єднання панелей та утворення монолітних бетонних шпонок.

У внутрішніх стінових панелях арматурні випуски виконані в карманах. Довжину внутрішніх панелей, відносно кроку осей, зменшено. Це виконано для можливості монтажу панелей та влаштування стиків (колодязів).

Цокольні панелі монтуються на цементному розчині на фундаментні стрічки. Випуски панелей з'єднуються за допомоги арматурних стрижнів (накладок) та зварювання. Після цього встановлюється опалубка і стики заповнюються бетоном.

Стіни надземної частини будівлі об'єкта № 1 виконані збірними із зовнішніх та внутрішніх залізобетонних стінових панелей.

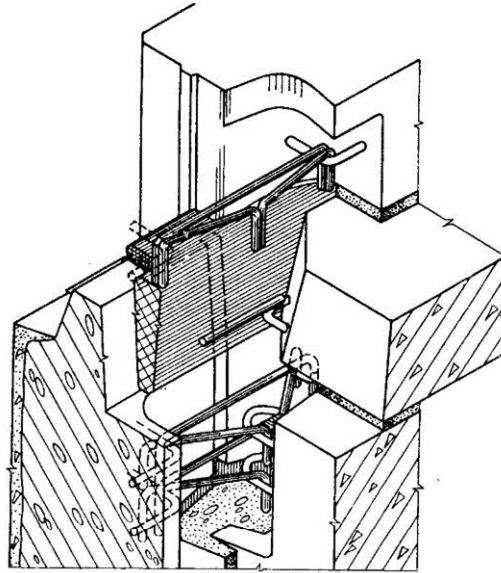
Зовнішні стіни надземних поверхів виконані одношарові з керамзитобетону марки М75 з об'ємною вагою 1500кг/м³. Товщина зовнішніх стін 350мм.

Панелі внутрішніх стін виконані суцільного перерізу з важкого бетону марки М200 з об'ємною вагою 2000кг/м³. Товщина панелей поздовжніх стін - 180мм, поперечних стін із вентиляційними каналами - 300мм.

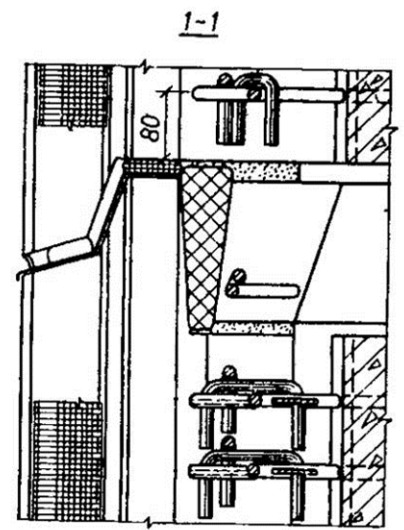
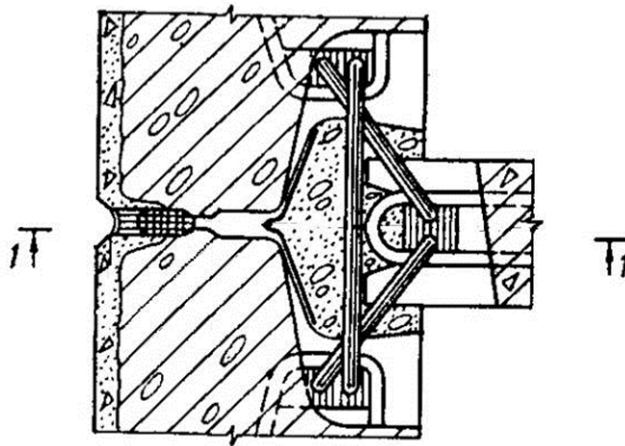
Стики панелей зовнішніх стін здійснюються «впритул». При монтажі внутрішніх стін між панелями залишаються зазори. У вертикальних стиках зовнішніх панелей, з внутрішньої сторони, утворюються колодязі для замонолічування стиків бетоном. Внутрішня поверхня панелей в стиках нерівна, ширина колодязів, по висоті, то зменшується, то збільшується. Це робиться для збільшення жорсткості стиків між панелями. З зовнішнього боку зовнішніх стінових панелей є гирло, що за формою забезпечує укладання герметизуючого матеріалу, в горизонтальних стиках передбачений протидощовий бар'єр.

З'єднання арматури в стиках - з механічним зачепленням скобами та за допомогою зварювання. Скоби з гладкої арматури вставляються в петльові випуски, утворюючи трикутник. Принципова схема влаштування стиків стінових панелей наведена на рисунку 3.10.

а)



б)



в)

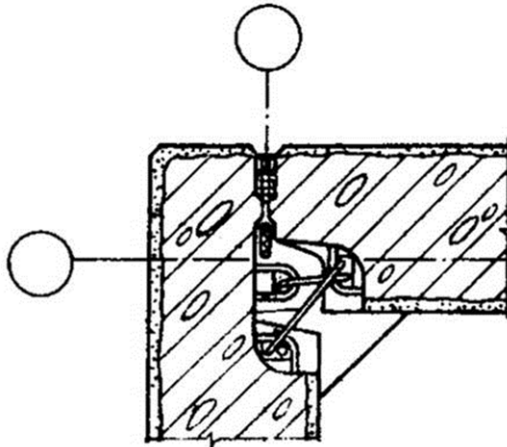


Рисунок 3.10 – Стикі панелей надземної частини: а) в аксонометрії;

б) схема стику зовнішніх та внутрішній панелей;

в) схема кутового стику

Горизонтальні стики панелей, в основному, виконані платформними. Панелі спираються одна на одну через ребра шатрових плит або край плоских плит перекриття, які заведені в стіни не менш ніж на 50мм.

Перегородки виконані з гіпсопрокатних панелей товщиною 80мм, кріпляться до стін за допомогою скоб, пристріляних до них. Петлі перегородок затискаються в стиках між панелями перекриття. Між кімнатами сусідніх квартир рядом монтується по дві гіпсопрокатні панелі з зазором 40мм між ними.

По осях «2» (під'їзд № 1) та «7» (під'їзд №2) будівлі об'єкта змонтовані залізобетонні панелі, які, крім функцій перегородок, призначені для збільшення просторової жорсткості будівлі.

Сантехнічні кабінки - збірні залізобетонні, об'ємні, з плитами днища та покриття.

Фахівцями, що проводили обстеження, було зазначено, що монтажні плани, які в них були, не повністю відповідають дійсності фактично змонтованих стінових панелей на об'єкті № 2. Це пов'язано з тим, що типові серії постійно корегували (змінювали конструкції, планування квартир та інше)

Несучими елементами будівлі об'єкта № 2 є поздовжні стіни, на них передають навантаження плити перекриття.

Перекриття - збірне залізобетонне. Над технічним підпіллям та над дев'ятим поверхом будівлі об'єкта змонтовані шатрові панелі (плити) розміром на кімнату (3,2×5,8м, 3,2×5,0м) та добірні плити. Шатрові панелі мають висоту 220мм. На всіх інших поверхах панелі плоскі розміром на кімнату, з добірними плитами. Товщина плоских панелей перекриття 160мм, 175мм. Панелі монтується на розчині марки М100 з товщиною шару 2,0см.

В шатрових плитах технічного підпілля під санітарними кабінами першого поверху виконані додаткові ребра у їх середині.

Плити лоджій - ребристі, спираються на три сторони.

Елементи перекриття анкеряться між собою та до підйомних петель зовнішніх стінових панелей за допомогою арматурних скоб, стрижнів та

зварювання. Всі шви між панелями перекриття, а також між ними та зовнішніми стіновими панелями заповнюються цементним розчином або бетоном.

Сходи будівлі об'єкта № 2 - двохмаршеві, збірні залізобетонні зі сходових маршів та площадки. Поверхові та міжповерхові ребристі сходові площадки спираються на консолі в панелях поперечних стін по осях «4», «6» (під'їзд № 1), «3», «5» (під'їзд № 2) та приварюються до закладних деталей в них. Сходові марші вільно спираються на лобові виступи в сходових площадках.

Ліфт виконано з об'ємних залізобетонних елементів висотою на поверх, змонтованих одним над одним і зварених між собою за допомогою накладок. Збірні залізобетонні елементи ліфтових шахт об'єднанні з сміттєпроводом.

Технічний поверх будівлі об'єкта № 2 - напівпрохідний. Його організовано за рахунок монтажу, над дев'ятим поверхом, зовнішніх та внутрішніх панелей та накриттям шатровими плитами. Плити змонтовані з ухилом до внутрішніх рядів будівлі об'єкта. Внутрішні панелі – залізобетонні, у вигляді прямокутних трапецієподібних ферм. Зовнішній вигляд конструкцій технічного поверху будівлі об'єкта наведено на рисунку 3.11. В зовнішніх стінах передбачені отвори для вентиляції технічного поверху.

Пароізоляція та утеплювач розташовані на плитах перекриття дев'ятого поверху будівлі.

Покрівля на будівлі об'єкта - рулонний килим, виконаний по залізобетонним плитам покриття.

Конструкції для будівництва будівлі об'єкта виготовлялися на виробництві № 1 Запорізького домобудівного комбінату (ЗДБК). Виробництво № 1 ЗДБК почало випускати продукцію у 1963р., а було ліквідовано більше 20 років тому.

Будівля об'єкта № 2 обладнана центральним водяним опаленням, системами газопостачання, холодного та гарячого водопостачання, електропостачання та каналізації. Місця введення та випусків інженерних



Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд конструкцій технічного поверху будівлі об'єкта

мереж можливо подивитися на топографо-геодезичному плані ділянки розташування будівлі об'єкта (див. рисунок 3.2). Введення труб теплопостачання та питної води в будівлю об'єкта № 2 здійснюється в під'їзді № 1, а електропостачання - в під'їзді № 2. Слід звернути увагу, що введення водопроводу на топографо-геодезичному плані показано зі сторони головного фасаду будівлі. Ця труба в технічному підпіллі заглушена, а введення водопроводу здійснюється в тих же осях, тільки зі сторони дворового фасаду будівлі. В кожному під'їзді є випуск каналізації. Труба газопроводу прокладена зі сторони дворового фасаду будівлі об'єкта.

За якістю житла і наявності інженерного обладнання будівля об'єкта відноситься до 3 класу з нормативним терміном експлуатації 100 років [24]. Будівля об'єкта № 2 експлуатується 39 років, цей строк не перевищує половину нормативного терміну експлуатації будівлі.

4 ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Загальна інформація про пошкодження об'єкта дослідження № 1

Під час воєнних дій, які проводять збройні сили російської федерації в Україні, у м. Запоріжжі на майданчику об'єкта дослідження № 1 мало місце приліт боєприпасу. Боєприпас впав в безпосередній близькості (в декількох метрах) від стіни по ряду «Д» блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1 і вибухова хвиля від розриву боєприпасу зачепила будівельні конструкції нижньої частини будівлі. Це привело до руйнації і обвалення, приблизно, половини блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1, виникла пожежа. Відкрите полум'я вдалося погасити швидко, але тління під уламками продовжувалось тривалий час, внаслідок чого на протязі двох діб зруйновану ділянку будівлі об'єкта заливали водою з пожежних гідрантів.

Вибух від розриву боєприпасу зруйнував будівельні конструкції і в блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1, але обвалення цієї блок-секції не відбулося. Пошкодження також, в меншій мірі, отримали конструкції і блок-секцій №№ 1, 2 будівлі об'єкта № 1. По мірі віддалення від місця вибуху величина ушкоджень будівельних конструкцій будівлі зменшується.

Після вибуху боєприпасу більше тижня тривали рятувальні роботи. Мешканці всього будинку будівлі об'єкта були відселені. Працівники ДСНС провели розбірку завалів, дістали тіла загиблих, виконали тимчасові підсилення конструкцій та інше, їм допомагали всі служби міста. В подальшому, рятувальні роботи на об'єкті № 1 виконували фахівці комунальної спеціальної воєнізованої аварійно-рятувальної служби «Кобра». Фахівці інших служб міста виконували покладені на них обов'язки.

Внаслідок вибуху від розриву боєприпасу будівельні конструкції чотирьох блок-секцій будівлі об'єкта № 1 отримали пошкодження різного ступеню. Утворення пошкоджень, які мають будівельні конструкції будівлі об'єкта, пов'язані з:

- дією вибухової хвилі;
- потраплянням уламків боєприпасу;
- пожежею, що виникла внаслідок вибуху.

Внаслідок дії вибухової хвилі від розриву боєприпасу було зруйновано приблизно половину блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1.

Вибухова хвиля - це хвиля тиску (і інших взаємопов'язаних термодинамічних і газодинамічних величин), що поширюється від місця вибуху у навколишній простір. Вибухова хвиля має дві фази - стискання та розрядження.

З дією вибухової хвилі пов'язано пошкодження будівельних конструкцій всіх блок-секцій будівлі об'єкта № 1 та навколо розташованих будинків. В блок-секціях будівлі об'єкта вибухова хвиля привела до:

В частині блок-секції № 4 будівлі, що залишилась

- руйнації та падіння окремих частин конструкцій в осях «3...4» (стінових панелей, сходового майданчика, ліфтової шахти, конструкції входу у під'їзд);
- руйнації стиків в панелях та конструкціях з утворенням в них тріщин та зазорів;
- руйнації перегородок, оздоблення;
- руйнації вікон, внутрішніх та зовнішніх дверей та інше.

В блок-секції № 3 будівлі

- руйнації, падіння окремих залізобетонних конструкцій (стінових та цокольних панелей, панелей перекриття, конструкції входу);
- зміщення з місць розташування окремих залізобетонних конструкцій (сходових маршів, блока який підтримує сходовий майданчик, плит покрівлі);

- руйнації стиків в панелях, утворення в них тріщин;
- руйнації перегородок, оздоблення;
- пошкодження та випадання розчину зі всіх стиків конструкцій;
- руйнації вікон, внутрішніх та зовнішніх дверей та інше;

В блок-секціях №№ 1, 2 будівлі

- зміщення з місць розташування окремих конструкцій (плит покрівлі, конструкцій входу);
- утворення тріщин (збільшення величин розкриття) в стиках панелей;
- руйнації перегородок, оздоблення;
- утворення тріщин в перегородках, на ділянках сполучення перегородок з плитами перекриття та панелями.

Уламками боеприпасу були пошкоджені конструкції тільки блок-секції № 4 будівлі об'єкта, що призвело до сколів бетону, пробиттю отворів в стінових панелях.

Пожежа виникла в зруйнованій частині блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1. На стіні по ряду «Д» блок-секції розташовувалася труба газопроводу. Її пошкодження під час вибуху сприяло виникненню пожежі. Від полум'я та дії високих температур, крім зруйнованих конструкцій, постраждала частина стінових панелей блок-секції № 3 будівлі по осі «Ш/1».

Будівельні конструкції, в результаті дії відкритого вогню і високих температур, отримують ушкодження. Кількісні та якісні показники пошкоджень конструкцій залежать від максимальної температури під час пожежі, тривалості інтенсивного горіння. Нагрівання бетону та арматури веде до зниження їх міцності.

Під час обстеження будівлі об'єкта було зафіксовано, що конструкції блок-секцій, крім пошкоджень, пов'язаних з вибухом боеприпасу, мають також пошкодження, які вони отримали за час експлуатації. За час експлуатації (44 роки) будівельні конструкції всіх блок-секцій будівлі об'єкта № 1 отримали пошкодження, пов'язані з нерівномірними осіданнями основи та фундаментів

будівлі та температурно-вологісного впливу за рахунок дій фізичних і хімічних чинників зовнішнього середовища.

Будівлю об'єкта № 1 збудували на майданчику, складеному просідаючими ґрунтами. За час існування будівлі, у зв'язку зі зміною гідрогеологічних умов майданчика її розташування за рахунок замочування витокami рідин з інженерних мереж, просідні властивості ґрунтів основи фундаментів будівлі частково реалізувались. Про те, що мали місце деформації ґрунтів основи фундаментів будівлі об'єкта № 1 під час її експлуатації, свідчать результати геодезичного моніторингу, який проводилися фахівцями під час обстеження. Моніторинг деформацій будівлі об'єкта № 1 детально описаний в звіті [7]. Моніторинг виконувався згідно [25...28].

Реалізація просідних властивостей ґрунтів супроводжувалася нерівномірними осіданнями фундаментів будівлі об'єкта та пошкодженням її будівельних конструкцій, що відобразилося у вигляді тріщин. В першу чергу, тріщини утворюються в стиках панелей. Ремонт стиків на всіх фасадах блок-секцій будівлі об'єкта свідчить про наявність таких пошкоджень за час експлуатації будівлі. Вибухова хвиля, що утворилася внаслідок вибуху боєприпасу, сприяла утворенню нових тріщин, розкриттю та збільшенню існуючих тріщин. Тривале замочування ґрунтів основи при гасінні пожежі в районі блок-секції № 4 будівлі могло сприяти додатковим осіданням фундаментів блок-секцій та тріщиноутворенню.

Під дією фізичних та хімічних чинників пошкодження отримали залізобетонні конструкції будівлі об'єкта № 1, які мають тривалий контакт з зовнішнім середовищем: стінові панелі, плити покриття безрулонної покрівлі. З дією цих чинників пов'язані процеси руйнування захисного шару, корозія арматури (деструкція бетону та арматури), утворення сітки дрібних тріщин. Враховуючи, що зовнішні поверхні конструкцій вже були пошкоджені, то процес їх руйнації прискорився.

Нормативний термін експлуатації будинку будівлі об'єкта 100 років [24]. Відслуживши менше ніж половину терміну, стінові панелі, плити покриття

будівлі мають пошкодження зовнішньої поверхні, які ведуть не тільки до погіршення їх зовнішнього вигляду, але і до зниження несучої здатності, збільшення теплопровідності (панелі), водопроникності. У зв'язку з цим, можна дійти невтішного висновку, що експлуатація будівлі об'єкта № 1 в період другої половини свого нормативного терміну експлуатації проблематична. Для подальшої нормальної експлуатації зовнішні конструкції будівлі потребують захисту від дії хімічних та фізичних факторів. Проблему захисту стін від негативних впливів може вирішити термомодернізація будівлі та влаштування покрівлі (килима чи мембрани) для плит.

Крім пошкоджень будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 1, також внаслідок вибуху були пошкоджені інженерні мережі будівлі як у середині неї, так і зовні.

Більш детальний опис будівельних конструкцій, які отримали пошкодження, по кожній окремій блок-секції будівлі об'єкта № 1, а також інформація про стан інженерних мереж та території навколо будівлі наведено нижче в даному розділі.

Враховуючи вище вказане, при обстеженні оцінювали стан будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 1, який вони мали ще до виникнення аварійної ситуації. Під час проведення капітального ремонту будівлі слід усунути всі пошкодження, незважаючи на час їх утворення.

Методика проведення робіт по комплексу обстеження будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 1 включала інструментальні та візуальні дослідження. Оцінка технічного стану будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 1 здійснювалася відповідно до вказівок з обстеження будівель і споруд для визначення і оцінки їх технічного стану [9, 11].

Обстеження будівельних конструкцій виконувалося як зовні будівлі об'єкта, так і у середині. Під час виконання роботи були обстежені всі квартири блок-секцій №№ 1...3 будівлі об'єкта № 1. Також, були обстежені приміщення технічного підпілля будівлі. Детальне обстеження блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1 не виконували. Обстеження цієї блок-секції було виконано

в обсязі, необхідному для прийняття правильного рішення про її подальшу долю. Пошкодження зовнішніх стін та стін сходових клітин відображені графічно. Окремі елементи будівельних конструкцій блок-секцій будівлі об'єкта з виявленими пошкодженнями були деталізовані шляхом їх фотографічної фіксації.

Оцінку технічного стану будівельних конструкцій також виконували окремо для кожної блок-секції будівлі об'єкта № 1. Це пов'язано з тим, що ступінь пошкоджень конструкцій блок-секцій будівлі різна і є можливість організувати нормальні умови експлуатації блок-секцій №№ 1, 2, незважаючи на технічний стан двох інших блок-секцій (блок-секцій №№ 3, 4).

4.1.1 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1

Блок-секція № 1 (під'їзд № 1) - це торцева права блок-секція будівлі об'єкта. Вона найбільш віддалена від місця прильоту боєприпасу та, відповідно, найменш постраждала від вибуху. Всі пошкодження, які отримали будівельні конструкції цієї блок-секції внаслідок вибуху, пов'язані з дією вибухової хвилі. Конструкції блок-секції № 1 також мають пошкодження, які утворились під час її експлуатації і не пов'язані з вибухом.

Зовнішній вигляд блок-секції № 1 будівлі об'єкта, станом на жовтень 2022р., наведено на рисунку 4.1. План першого та типового поверхів блок-секції № 1, з номерами квартир, наведено на рисунках 4.2, 4.3.

Пошкодження зовнішніх стінових панелей та панелей сходових клітин блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1, які були зафіксовані під час обстеження, наведені на рисунках 4.4...4.7.

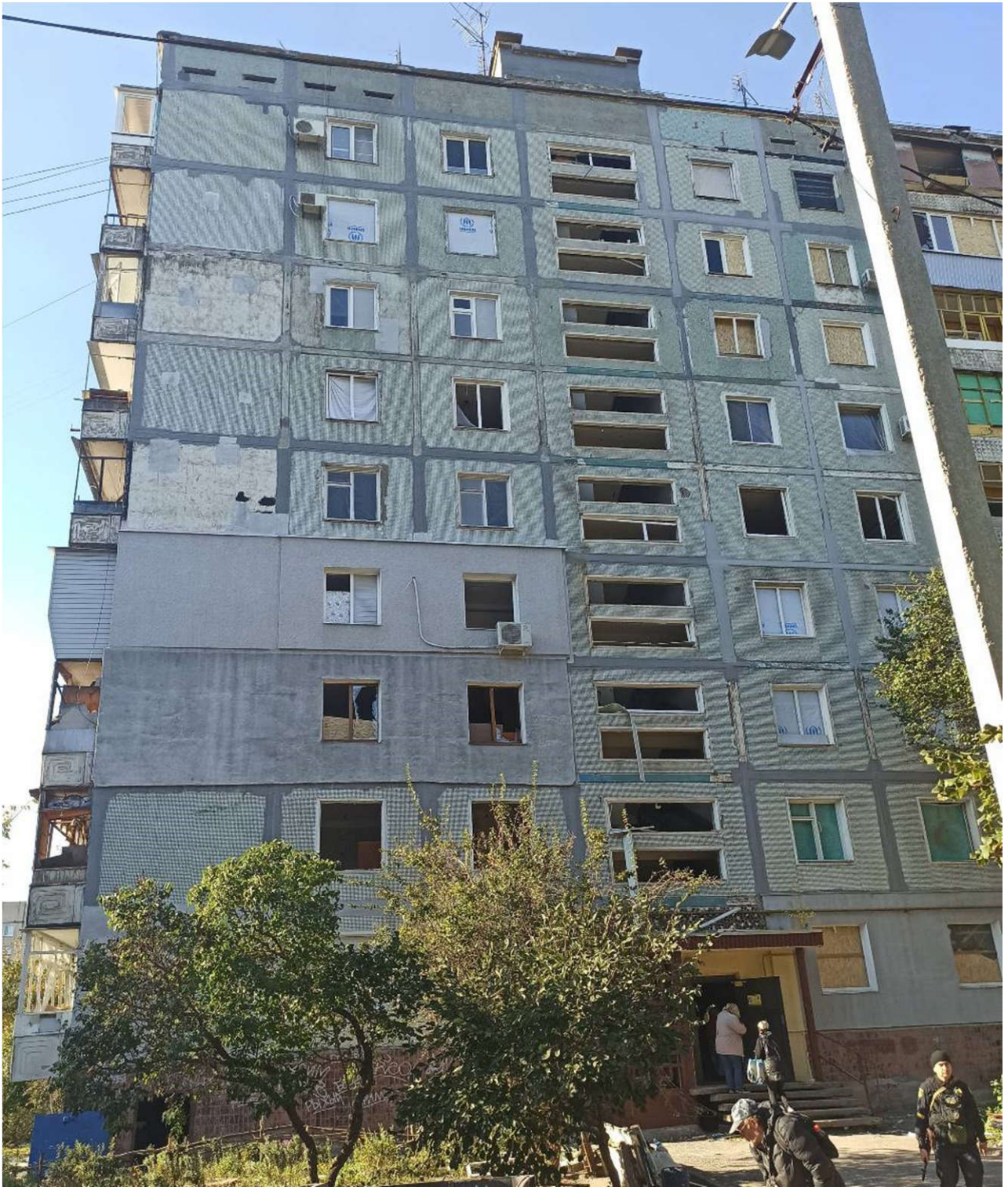


Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1
(станом на жовтень 2022р.)

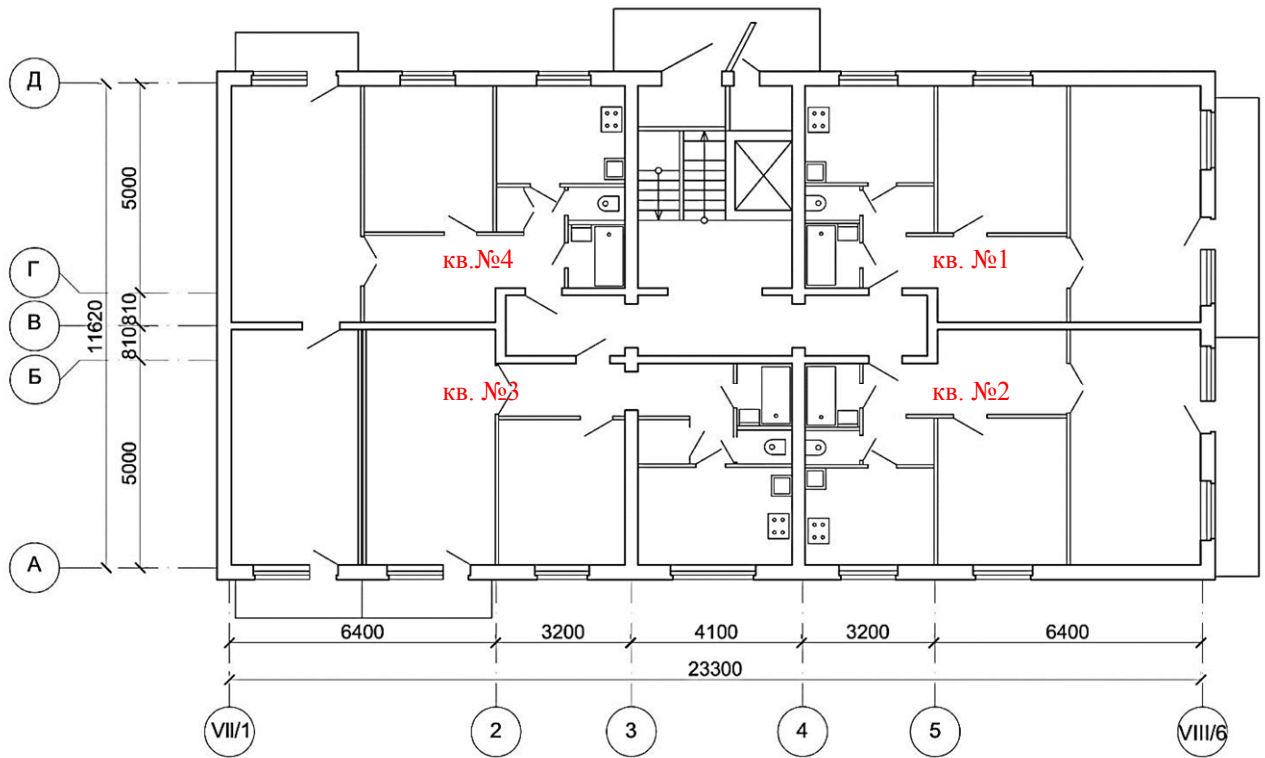


Рисунок 4.2 – План першого поверху блок-секції № 1
будівлі об'єкта № 1

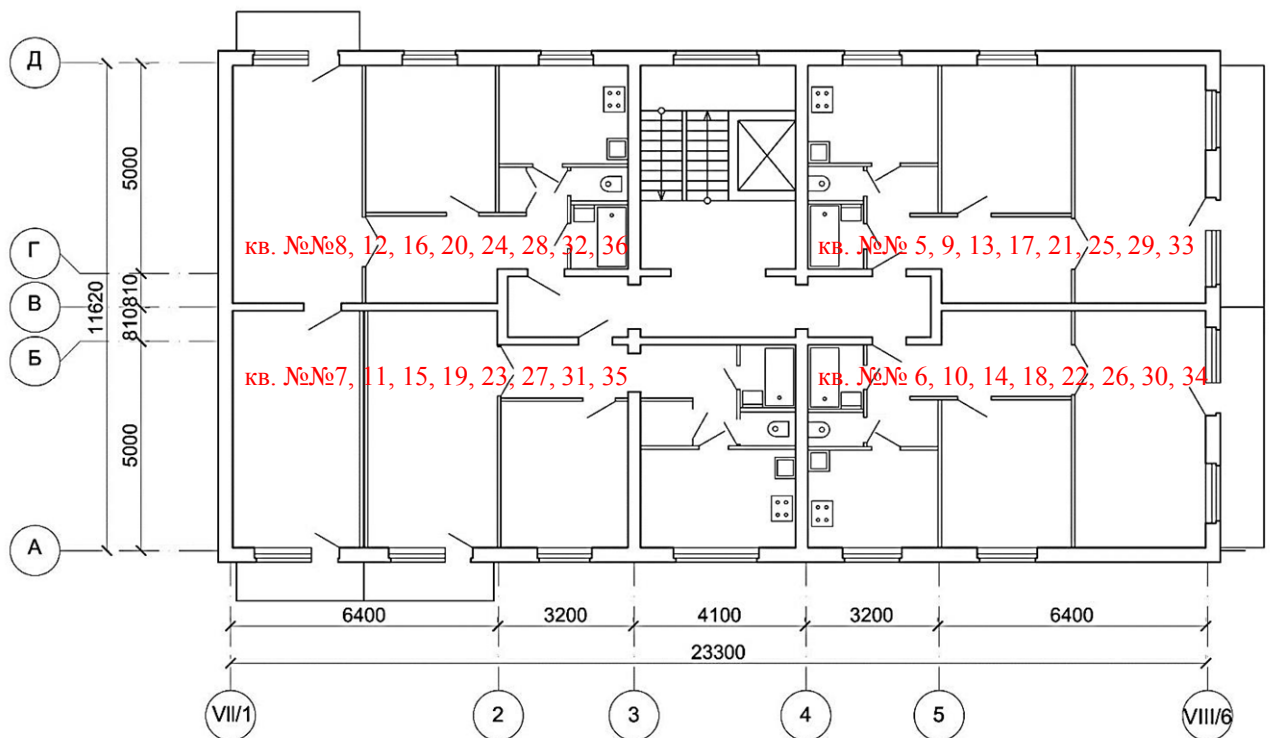
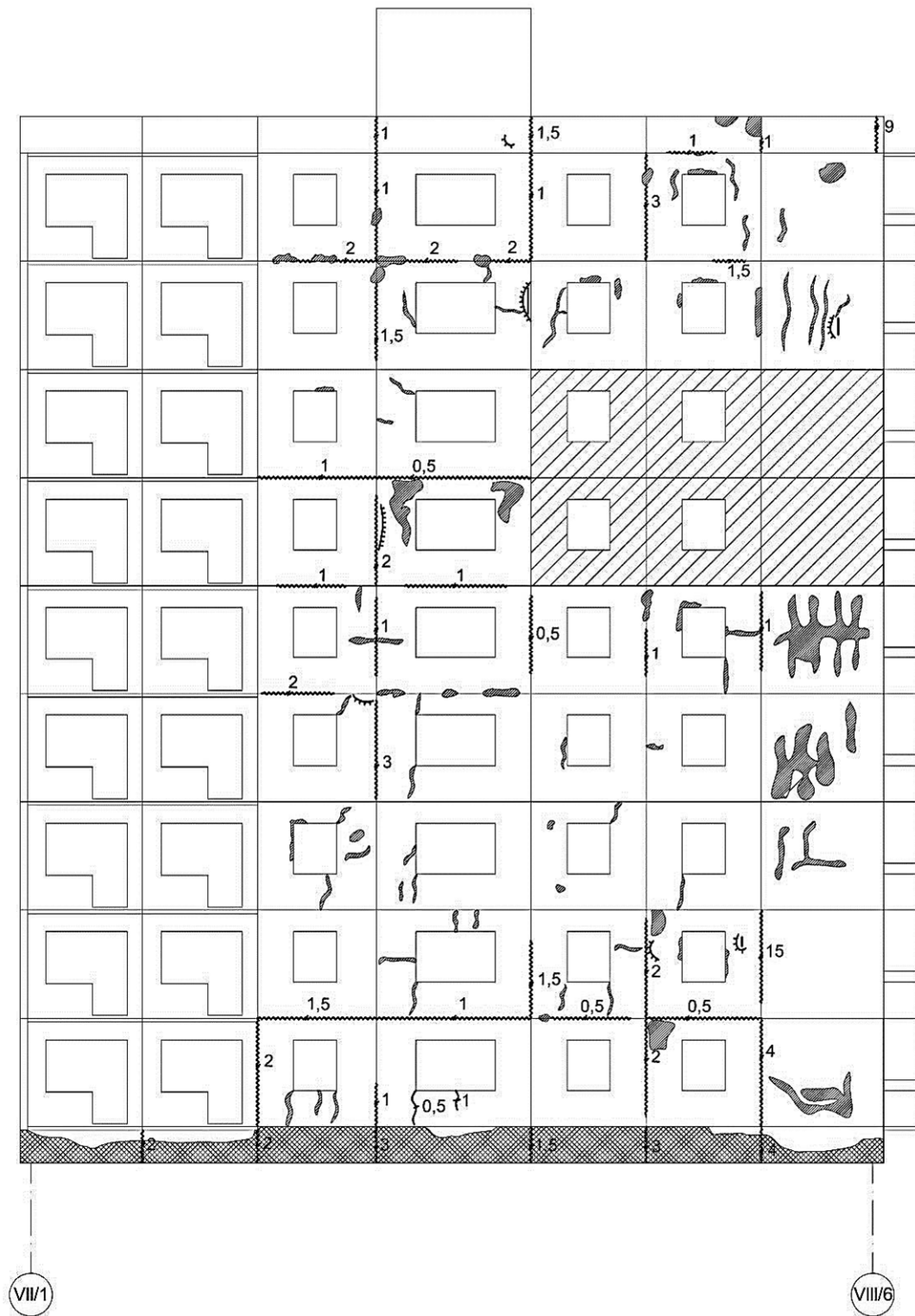


Рисунок 4.3 – План типового (другого...дев'ятого) поверху блок-секції
№ 1 будівлі об'єкта № 1



Умовні позначення - дивись на рисунку 4.5

Рисунок 4.4 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по ряду «А»
блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1

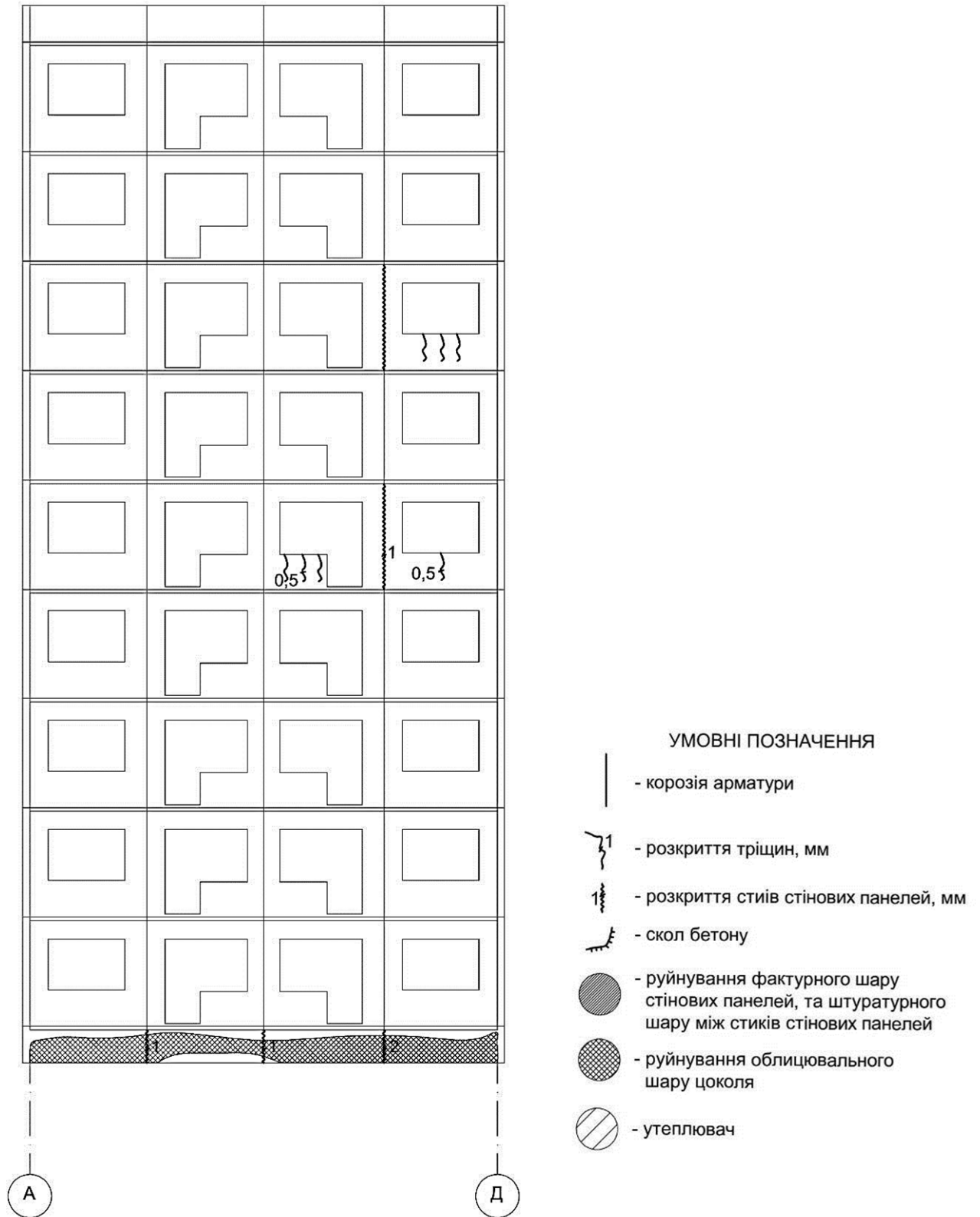
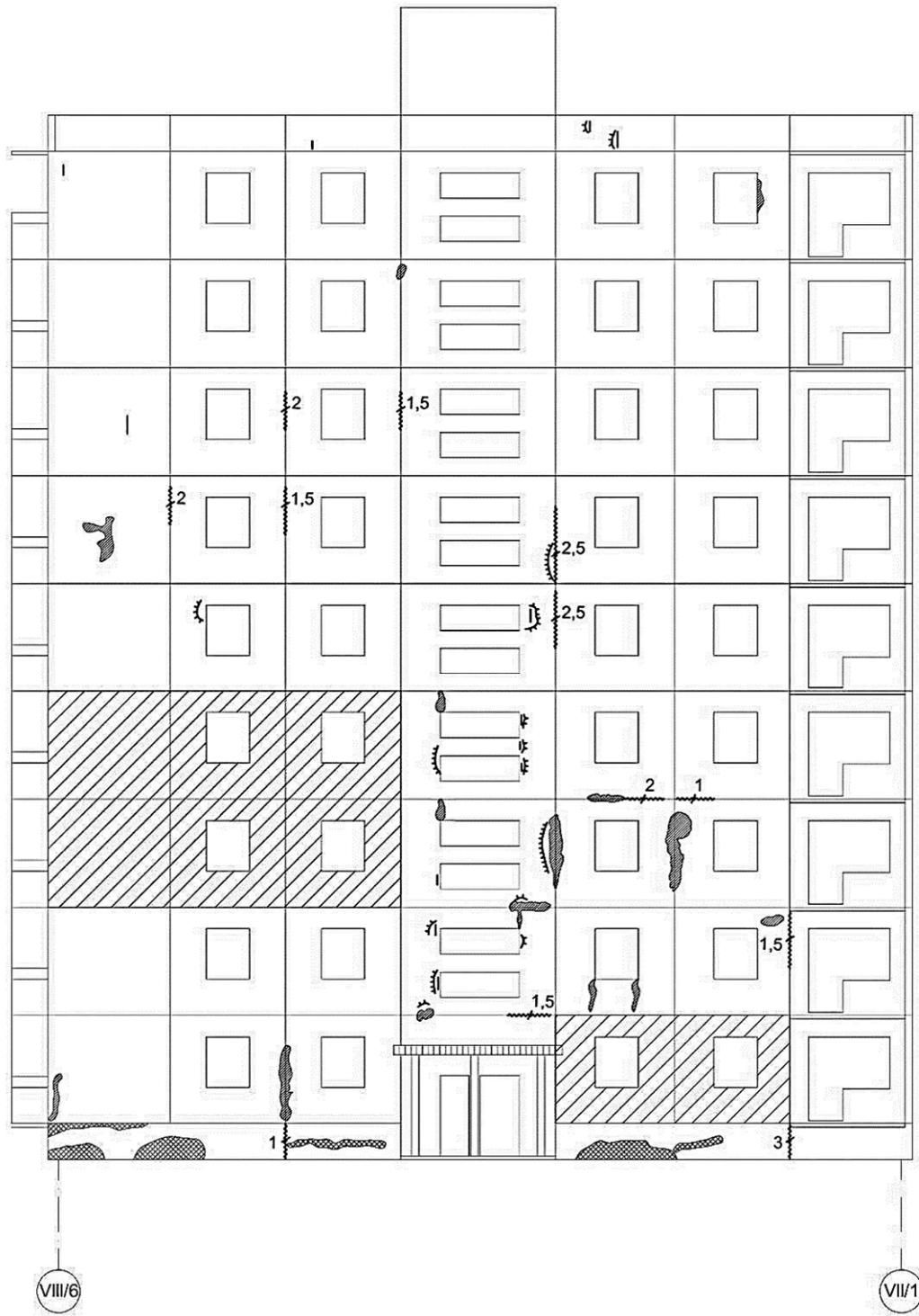


Рисунок 4.5 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по осі «VIII/6»
 блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1



Умовні позначення - дивись на рисунку 4.5

Рисунок 4.6 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по ряду «Д»
блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1

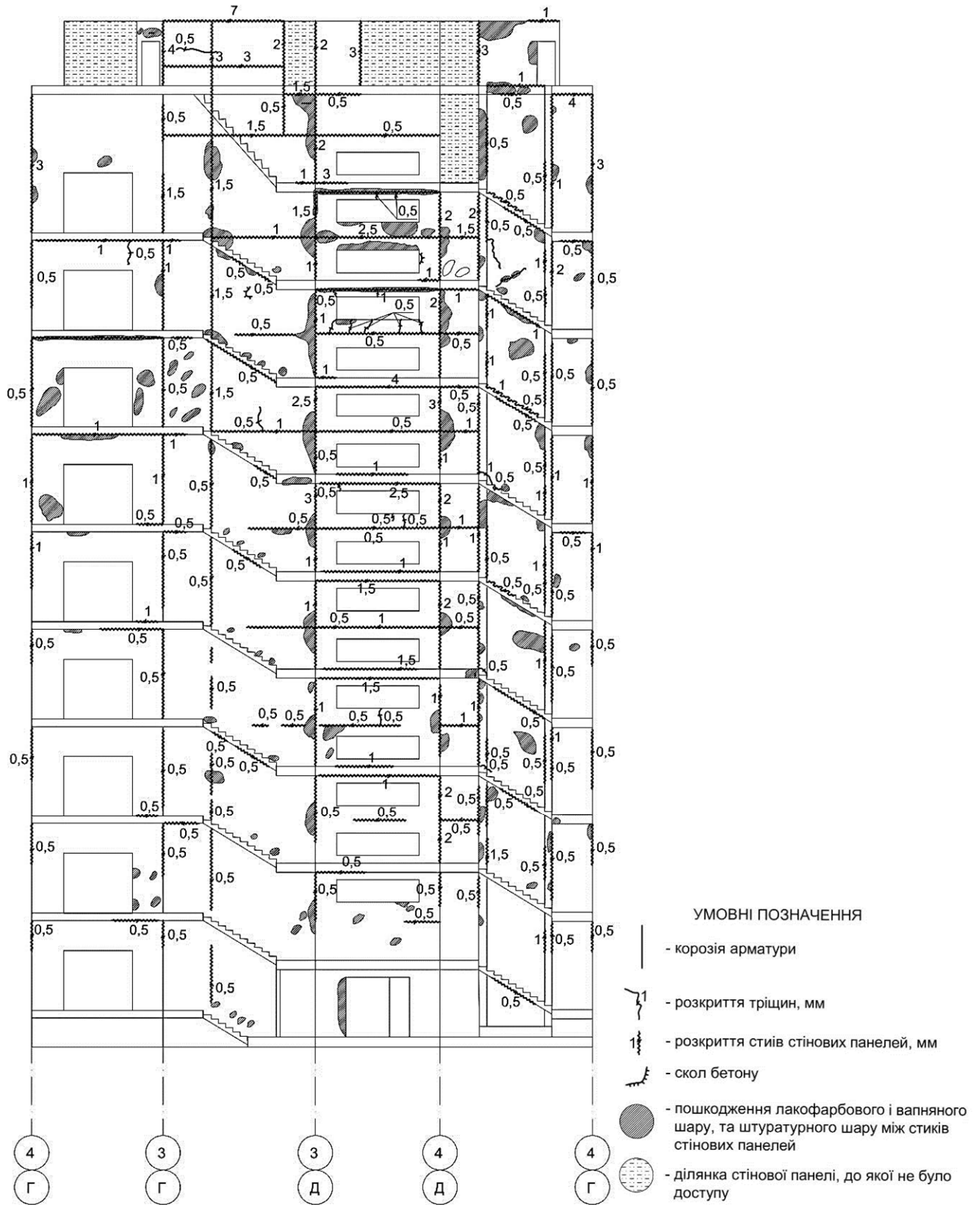


Рисунок 4.7 – Схема пошкоджень стін сходових клітин блок-секції № 1
будівлі об'єкта № 1

Коротка інформація про пошкодження будівельних конструкцій та інженерних систем, які були зафіксовані фахівцями під час обстеження блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1 вказано нижче.

Корозія арматури, сколи бетону на окремих ділянках стін підвалу (рисунок 4.8):

- по ряду «А» в осях «VII/1...3», «4...5»;
- по ряду «Д» в осях «VII/1...2», «4...5»;
- по осі «VII/1» в рядах «Б...А»;
- по рядах «Б» в осях «4...5»;
- кути «5/Г», «5/Б», «2/В».



Рисунок 4.8 – Корозія арматури на стінах технічного підпілля по ряду «Д» в осях «4...5»

Тріщини в панелях шириною розкриття $a_T=0,5...1,0$ мм (рисунки 4.4...4.7, 4.9):

- перший поверх ряд «А» осі «3...5», ряд «Д» в осях «5...6», «VII/1...3»;
- п'ятий поверх ось «6» в рядах «А...Д»;
- шостий поверх ряд «А» в осях «2...3»;
- сьомий поверх ось «6» в рядах «Д...В»;
- дев'ятий поверх ось «VII/1» ряди «А...Д»;
- сходові клітини.



Рисунок 4.9 – Тріщини в стінах на сходовій клітині, восьмий поверх

Тріщини в стиках стінових панелей $a_T=0,5...3,0$ мм сходової клітини (рисунки 4.7, 4.10).



Рисунок 4.10 – Тріщини в стиках стінових панелей сходової клітини

Пошкодження горизонтальних та вертикальних швів між стіновими панелями, руйнація та сколи фактурного шару, захисного шару бетону, корозія арматури головного, дворового та торцевого фасадів наведено на рисунках 4.4...4.6, 4.11.



Рисунок 4.11 – Тріщини в стиках зовнішніх стінових панелей

Пошкодження на ділянках примикання перегородок до стін та перекриття (тріщини, руйнування та сколи штукатурного шару) в квартирах №№ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 17, 18, 24, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 36.

Тріщини, руйнування та сколи штукатурного шару в квартирах №№ 1, 7, 11, 12, 13, 17, 36

Було зафіксовано сколи бетону, руйнування захисного шару, вихід арматури та її корозія панелей перекриття технічного підпілля:

- в рядах «А...Д» в осях «5...6/VIII»;
- в осях «3...4» в рядах «А...Б»;
- в осях «А...В» в рядах «2...1/VII»

Під час обстеження балконів зафіксовано руйнації, пошкодження огороження та балконних рам в квартирах №№ 1, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 16, 20, 24, 28, 33, 34, 36.

При обстеженні покриття та покрівлі виявили руйнації бетону та корозію арматури на окремих ділянках по всій площі. Також мало місце зміщення конструкцій на окремих ділянках в рядах «Г...Д», осях ««VII/1...3» (рисунок 4.12).

а)



б)



Рисунок 4.12 – Пошкодження плит покриття безрулонної покрівлі:

- а) корозія арматури з руйнацією захисного шару бетону;
- б) зміщення залізобетонних конструкцій

Фахівці зазначили, що до ліфтової шахти, виявлено деформації дверей та пошкодження обладнання у розмірі 100%.

Вибуховою хвилею були значно пошкоджені прорізи будівлі. Вони зазнали руйнацій, деформацій та пошкодження рам, луток, скла. Загалом при обстеженні блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1 було зафіксовано: 79 вікон в квартирах, 16 вікон по сходовій клітині, 39 міжкімнатних дверей та 8 вхідних дверей в квартири. Пошкодження вікон в квартирах №№ 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 21, 13, 24, 25, 28, 29, 32, 33, 34, 36, також пошкодження вікон по ряду «Д» сходової клітини. Пошкодження міжкімнатних дверей в квартирах №№ 1, 4, 5, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 22, 24, 28, 29, 32, 33. Пошкодження вхідних дверей в квартирах №№ 1, 2, 3, 4, 5, 8, 21, 22, а також двері під'їзду.

Пошкодження фактурного шару по рядах «А», «Д», по осі «6/VIII».

У всіх квартирах зафіксовано пошкодження внутрішнього опорядження.

Стосовно інженерних систем, фахівцями було зазначено, що у 100% труб стояків водопостачання та опалення перевищено термін експлуатації.

Загалом технічний стан блок-секції № 1 будівлі об'єкта № 1 визначено фахівцями, як не придатний до нормальної експлуатації (категорія 3).

4.1.2 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1

Під'їзд № 2 будівлі об'єкта № 1 - це рядова блок-секція. Всі пошкодження, які отримали будівельні конструкції цієї блок-секції будівлі внаслідок вибуху боеприпасу, пов'язані з дією вибухової хвилі. Будівельні конструкції блок-секції № 2 будівлі також мають пошкодження, які утворились під час її експлуатації і не пов'язані з вибухом.

Зовнішній вигляд блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1, станом на жовтень 2022р., наведено на рисунку 4.13. План першого та типового поверхів блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1, з номерами квартир, наведено на рисунках 4.14, 4.15.



Рисунок 4.13 – Зовнішній вигляд блок-секції № 2 будівлі об'єкта
(станом на жовтень 2022р.)

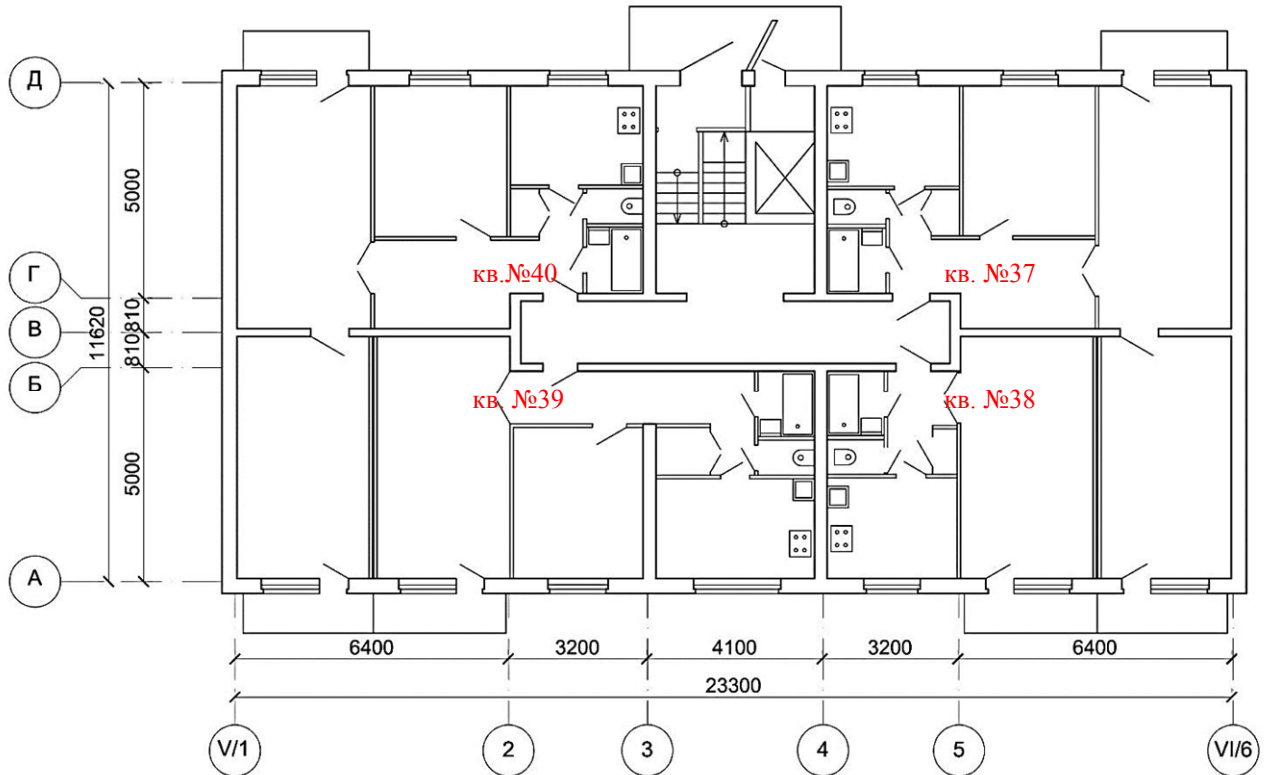


Рисунок 4.14 – План першого поверху блок-секції № 2
будівлі об'єкта № 1

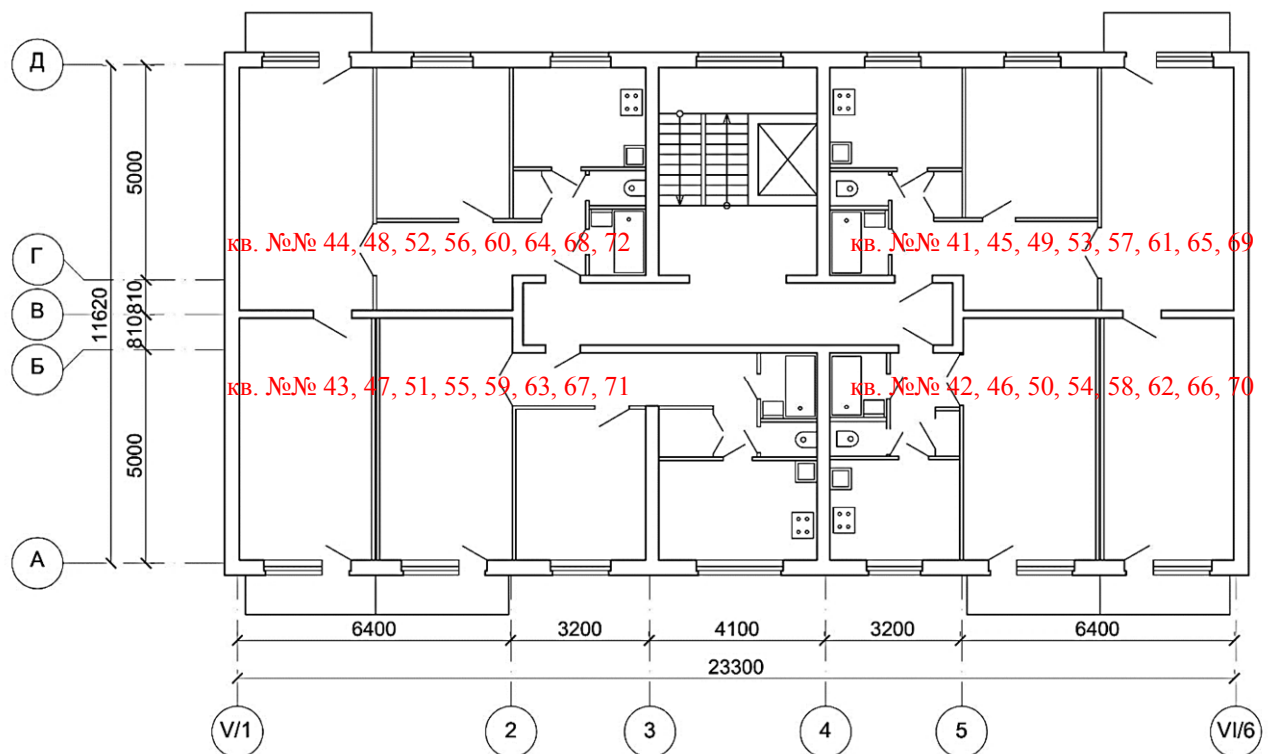


Рисунок 4.15 – План типового (другого...дев'ятого) поверху блок-секції
№ 2 будівлі об'єкта № 1

Пошкодження зовнішніх стінових панелей та панелей сходових клітин блок-секції № 2, зафіксовані під час обстеження, наведені на рисунках 4.16...4.18.

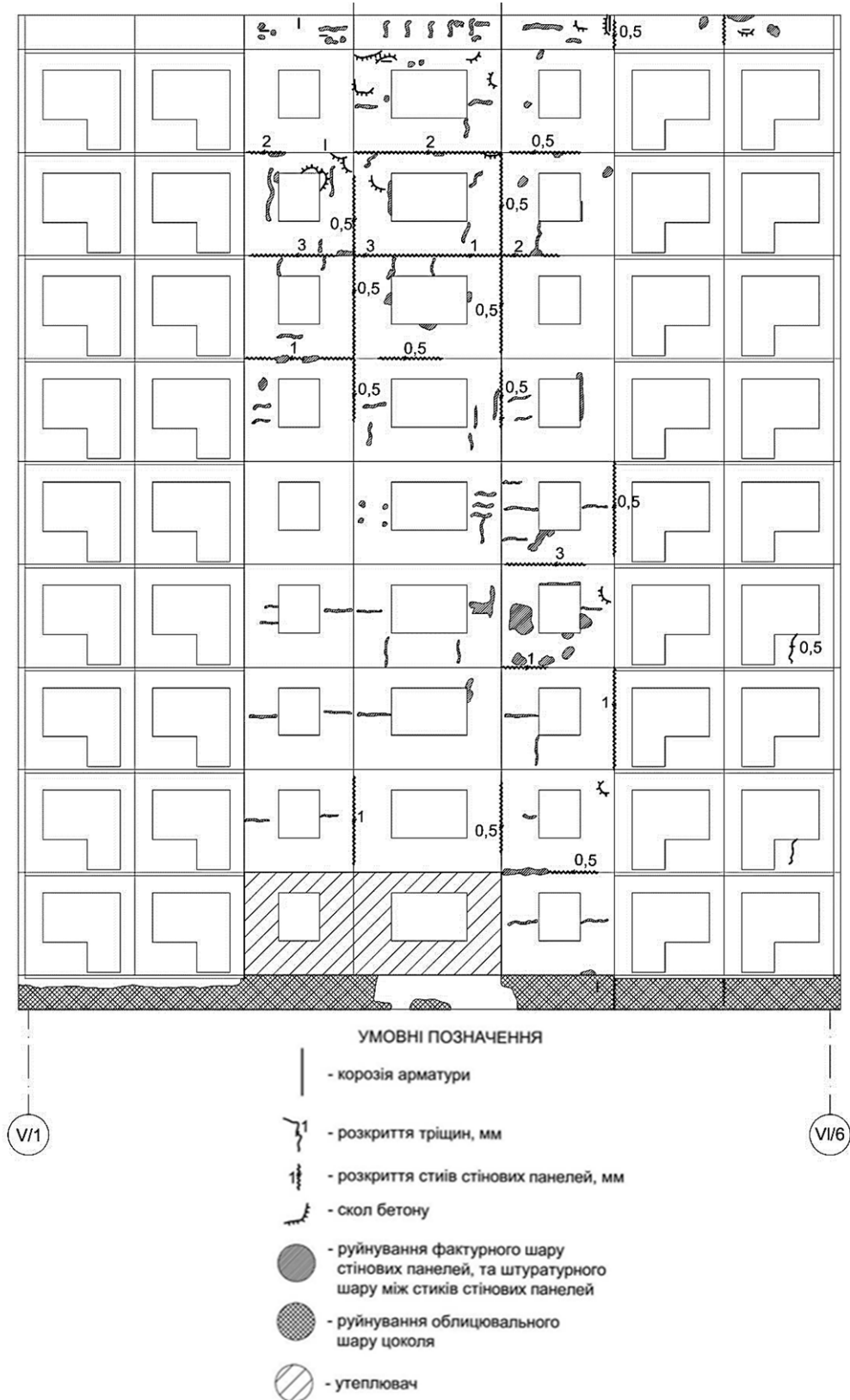


Рисунок 4.16 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по ряду «А» блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1

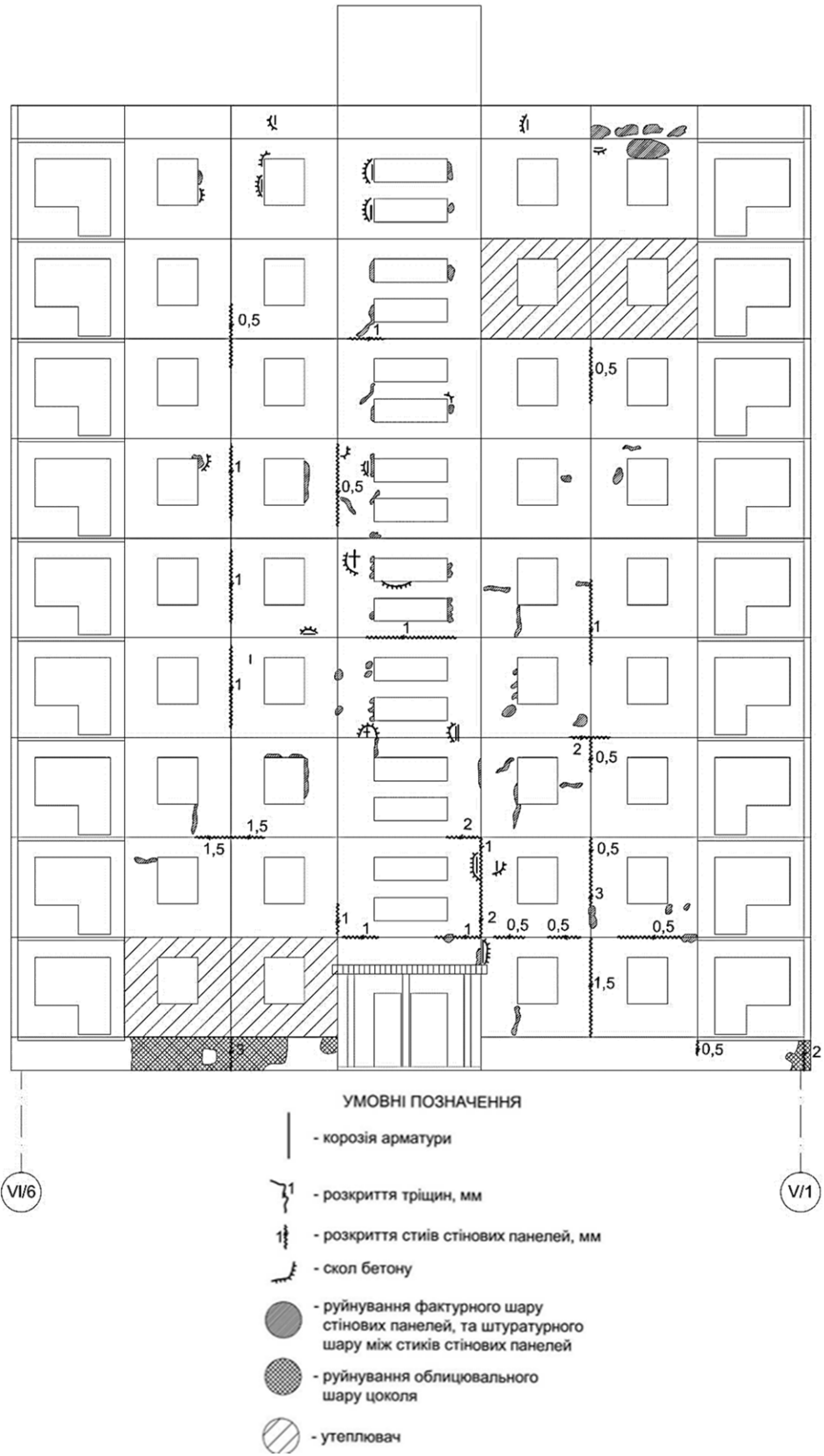


Рисунок 4.17 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по ряду «Д» блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1

Коротка інформація про пошкодження будівельних конструкцій та інженерних систем, які були зафіксовані фахівцями під час обстеження блоку секції № 2 будівлі об'єкта № 1 вказано нижче.

Корозія арматури, сколи бетону на окремих ділянках стін підвалу (рисунок 4.19):

- по ряду «А» в осях «V/1...2»;
- по ряду «Д» в осях «4...VI/6», «V/1...2»;
- по осі «VI/6» в рядах «А...Б»;
- по ряду «Б» в осях «2...3»;
- по ряду «Г» в осях «4...5»;
- по осі «5» в рядах «Б...В»;
- кути «4/Б», «3/Б», «3/Г».



Рисунок 4.19 – Корозія арматури та сколи бетону на стінах технічного підпілля по ряду «В» в осях «5...VI/6»

Тріщини в панелях шириною розкриття $a_r=0,5...1,0$ мм (див. рисунок 4.18):

- перший поверх кв. № 39 ряд «А» осі «4...3»;

- кв. №№ 41, 49 ряд «А» осі «5...VI/6»;
- сходові клітини.

Тріщини в стиках стінових панелей, в примиканнях до перекриття $a_T=0,5...2,0$ мм (див. рисунок 4.18):

- кв. № 39; кв. № 64;
- ось «V/1»;
- сходові клітини.

Пошкодження горизонтальних та вертикальних швів між стіновими панелями наведено на рисунках 4.16...4.18, 4.20:

- третій поверх ось «VI/6» в рядах «Д...В»;
- ось «V/1» в рядах «А...Д»;
- головний та дворовий фасади;
- сходові клітини.



Рисунок 4.20 – Тріщина в швах між стіновими панелями в квартирі № 45

Руйнація та сколи фактурного шару, захисного шару бетону, корозія арматури головного та дворового фасаду наведено на рисунках 4.16, 4.17, 4.21.



Рисунок 4.21 – Руйнація фактурного шару зовнішніх стінових панелей

Тріщини в сполученні перегородок до перегородок, стін, перекриття, руйнація та сколи штукатурного шару в квартирах №№ 39, 40, 41, 44, 47, 48, 52, 53, 57, 60, 62, 64, 69, 70, 71, 72 (рисунок 4.22).

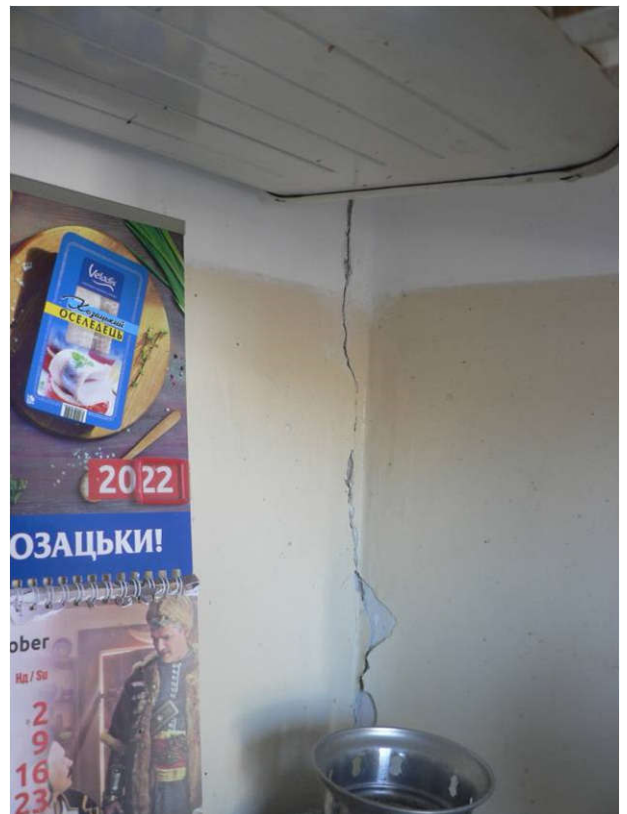
а)



б)



в)



г)



Рисунок 4.22 – Пошкодження в сполученні перегородок з перегородкам, стінами, перекриттям: а) кв. № 40; б) кв. № 60; в) кв. № 52; г) кв. № 57

Руйнація та вигини перегородок були зафіксовані в ліфтовому приміщенні в рівні тех. поверху та в квартирах №№ 40, 45 (рисунок 4.23). Також в перегородках мали місце тріщини, руйнування та сколи штукатурного шару зафіксовані в квартирах №№ 40, 41, 45, 47, 48, 49 52, 57, 60, 63, 64, 68, 69, 72.

а)



б)



в)

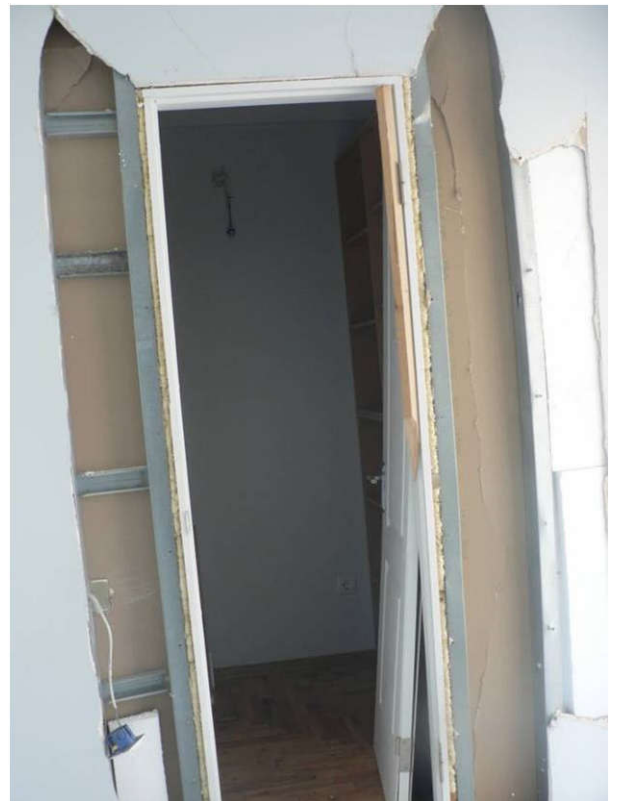


Рисунок 4.23 – Руйнація, вигини: а) ліфтове приміщення; б) кв. № 40;

в) кв. № 45

Руйнування захисного шару бетону, корозія арматури технічного підпілля в рядах «В...Д» в осях «5...VI/6».

Під час обстеження балконів зафіксовано руйнації, пошкодження огороження та балконних рам в квартирах №№ 41, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 72.

При обстеженні покриття та покрівлі виявили руйнації бетону та корозію арматури на окремих ділянках по всій площі. Також мало місце зміщення конструкцій на окремих ділянках в рядах «Г...Д», осях ««VII/1...3».

Фахівці зазначили, що до ліфтової шахти, виявлено деформації дверей та пошкодження обладнання у розмірі 100%.

Вибуховою хвилею були значно пошкоджені прорізи будівлі. Вони зазнали руйнацій, деформацій та пошкодження рам, луток, скла. Загалом при обстеженні блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1 було зафіксовано: 84 вікна в квартирах, 16 вікон по сходовій клітині, 42 міжкімнатних дверей та 21 вхідних дверей в квартири. Пошкодження вікон в квартирах №№ 37, 40, 41, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 72, також пошкодження вікон сходової клітини. Пошкодження міжкімнатних дверей в квартирах №№ 37, 40, 41, 44, 45, 48, 49, 53, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 68, 69, 72. Пошкодження вхідних дверей в квартирах №№ 39, 40, 41, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 60, 63, 64, 65, 67, 70, 71, а також двері під'їзду.

Пошкоджено опорядження фасадів по рядах «А», «Д».

У більшості квартир зафіксовано пошкодження внутрішнього опорядження.

Стосовно інженерних систем, фахівцями було зазначено, що у 100% труб стояків водопостачання, водовідведення та опалення перевищено термін експлуатації.

Загалом технічний стан блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 1 визначено фахівцями, як не придатний до нормальної експлуатації (категорія 3).

4.1.3 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1

Під'їзд № 3 будівлі об'єкта № 1 - це рядова блок-секція. Пошкодження, які отримали будівельні конструкції цієї блок-секції внаслідок вибуху боєприпасу, пов'язані з дією вибухової хвилі та пожежею, яка виникла під час прильоту боєприпасу. Враховуючи, що ця блок-секція будівлі об'єкта розташовується в безпосередній близькості від місця вибуху, її будівельні конструкції отримали більш значні пошкодження, ніж в блок-секціях №№ 1, 2 будівлі. Також, в блок-секції № 3 будівлі є будівельні конструкції, які, як і у всіх інших блок-секціях будівлі, мають пошкодження, що не пов'язані з вибухом, а утворились під час експлуатації.

Зовнішній вигляд блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1, у листопаді...жовтні 2022р., наведено на рисунку 4.24. План першого та типового поверхів блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1, з номерами квартир, наведено на рисунках 4.25, 4.26. Пошкодження зовнішніх стінових панелей та панелей сходових клітин блок-секції № 3 будівлі, які були зафіксовані під час обстеження, наведені на рисунках 4.27...4.29.

Найбільші пошкодження отримали конструкції першого...четвертого поверхів блок-секції № 3 будівлі об'єкта. Тому, для зручного сприйняття, інформація про пошкодження будівельних конструкцій блок-секції нанесена на планах поверхів. Плани першого...четвертого поверхів блок-секції № 3 будівлі об'єкта з пошкодженнями будівельних конструкцій наведені на рисунках 4.30...4.33, а умовні позначення до цих планів - на рисунку 4.34. На планах пошкодження плит перекриття відносяться до плит, розташованих на підлозі.

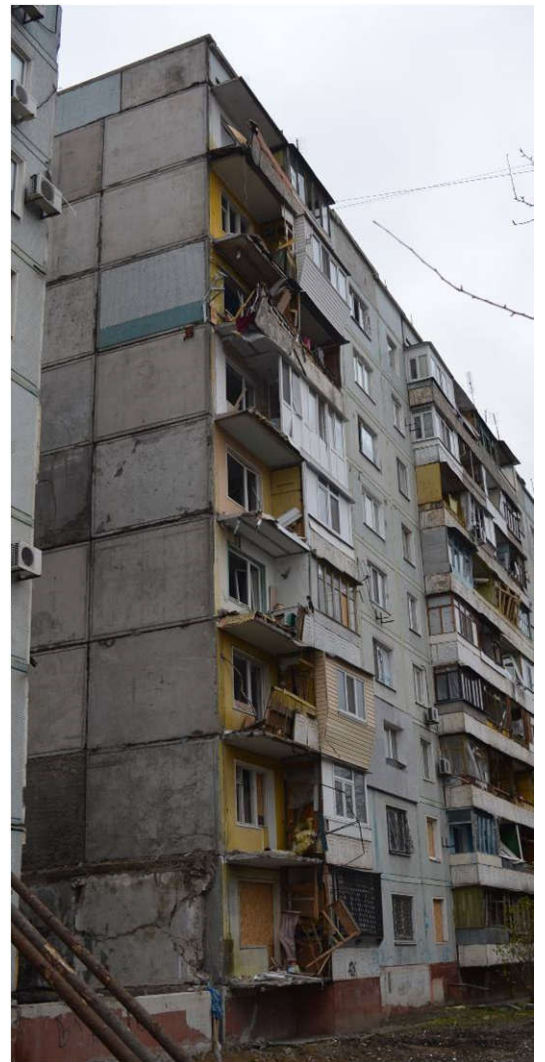
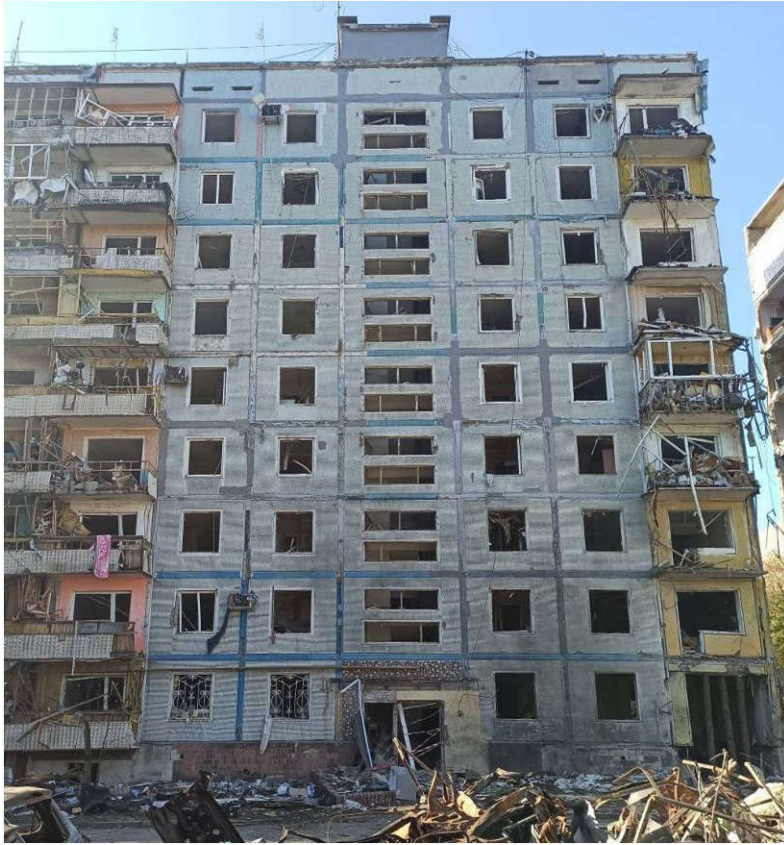


Рисунок 4.24 – Зовнішній вигляд блок-секції № 3 будівлі об'єкта

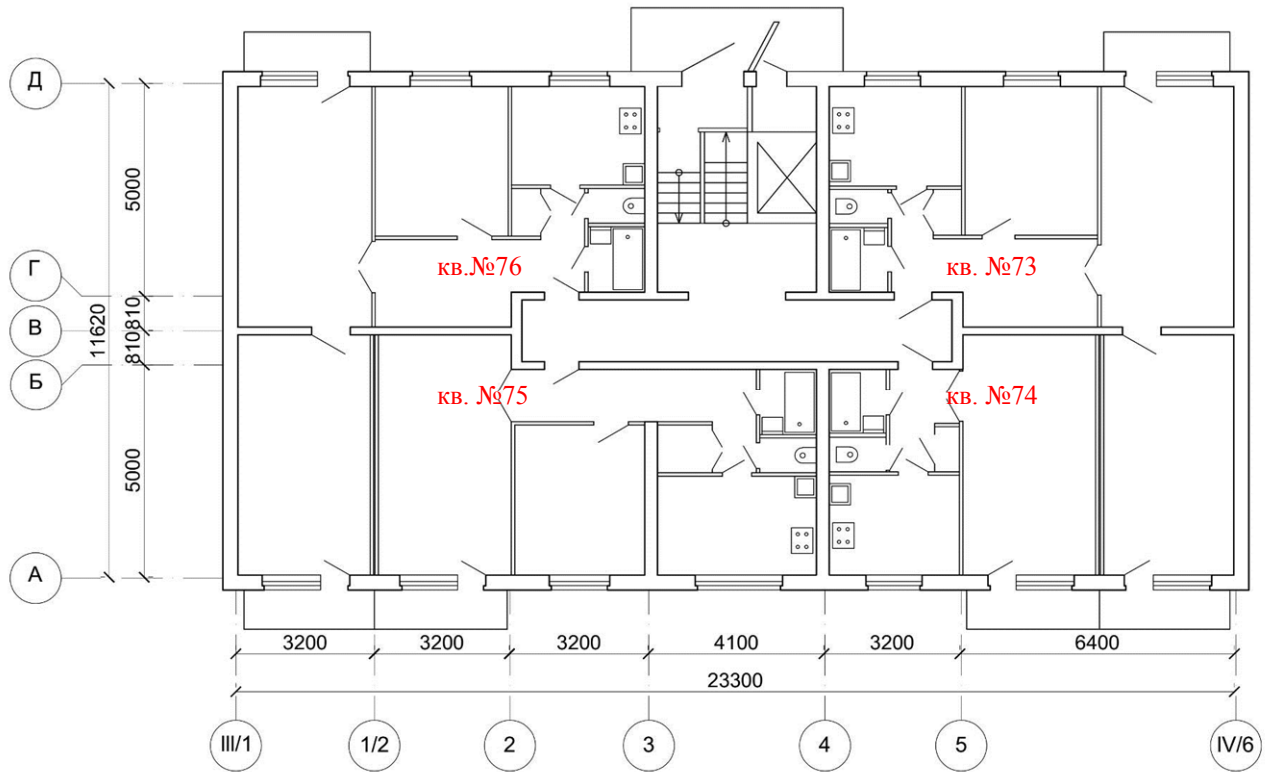


Рисунок 4.25 – План першого поверху блок-секції № 3
будівлі об'єкта № 1

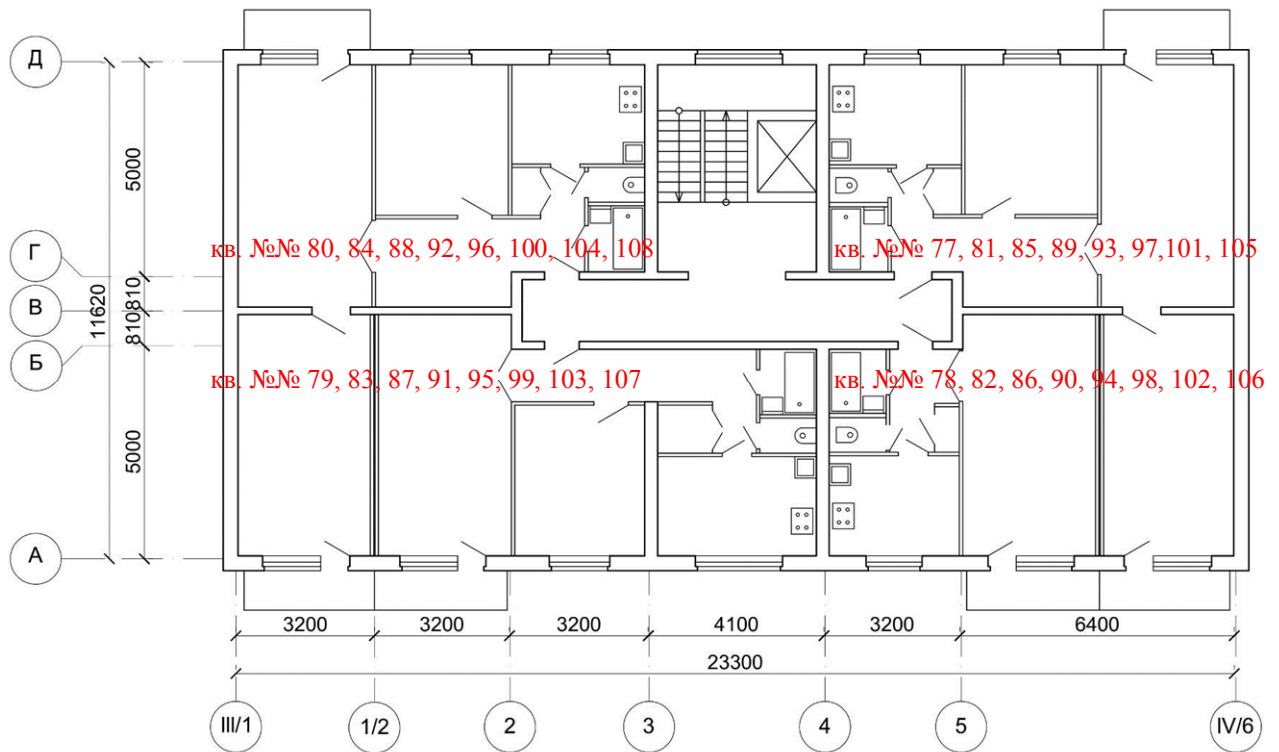


Рисунок 4.26 – План типового (другого...дев'ятого) поверху блок-секції
№ 3 будівлі об'єкта № 1

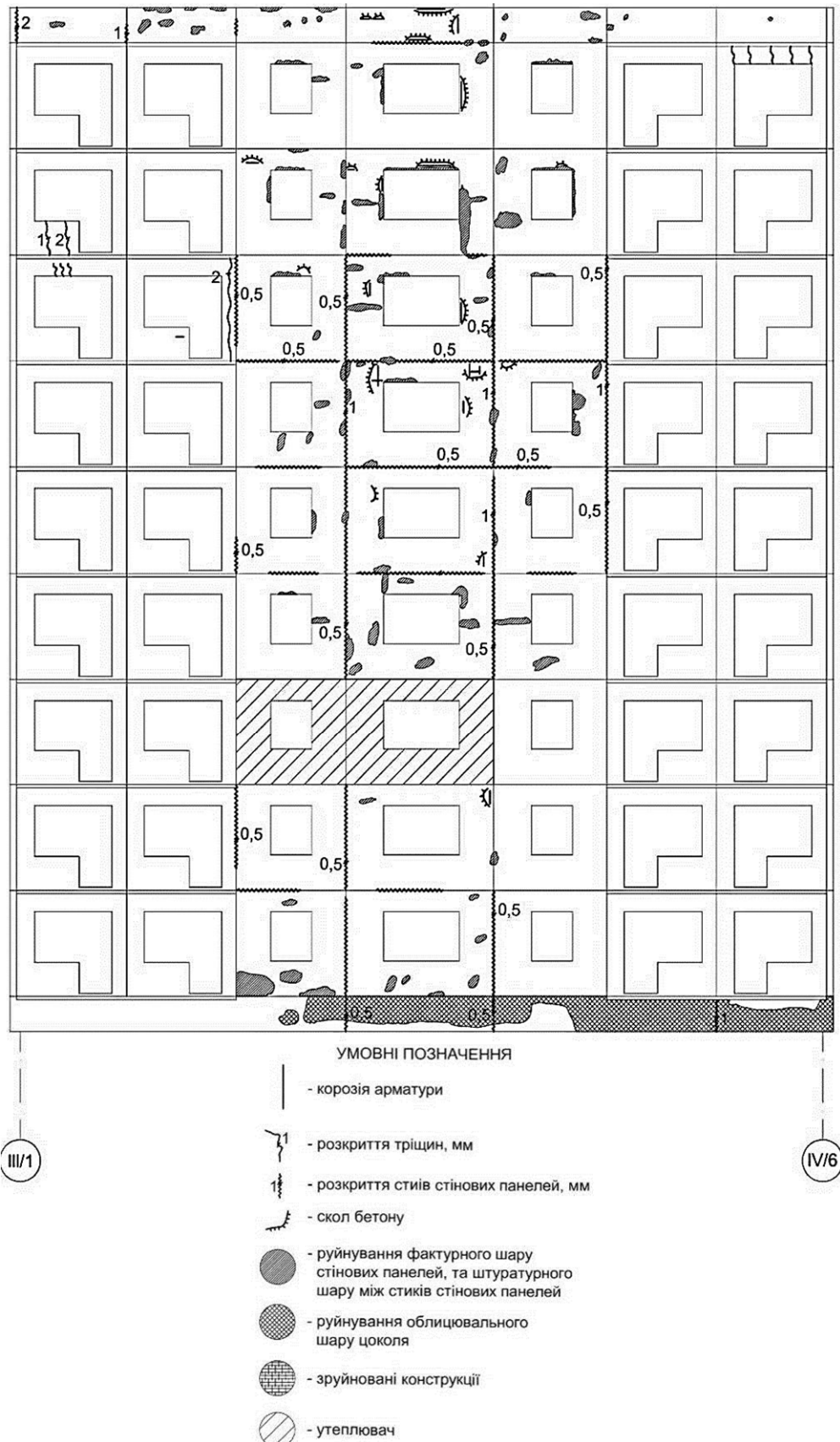


Рисунок 4.27 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по ряду «А» блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1

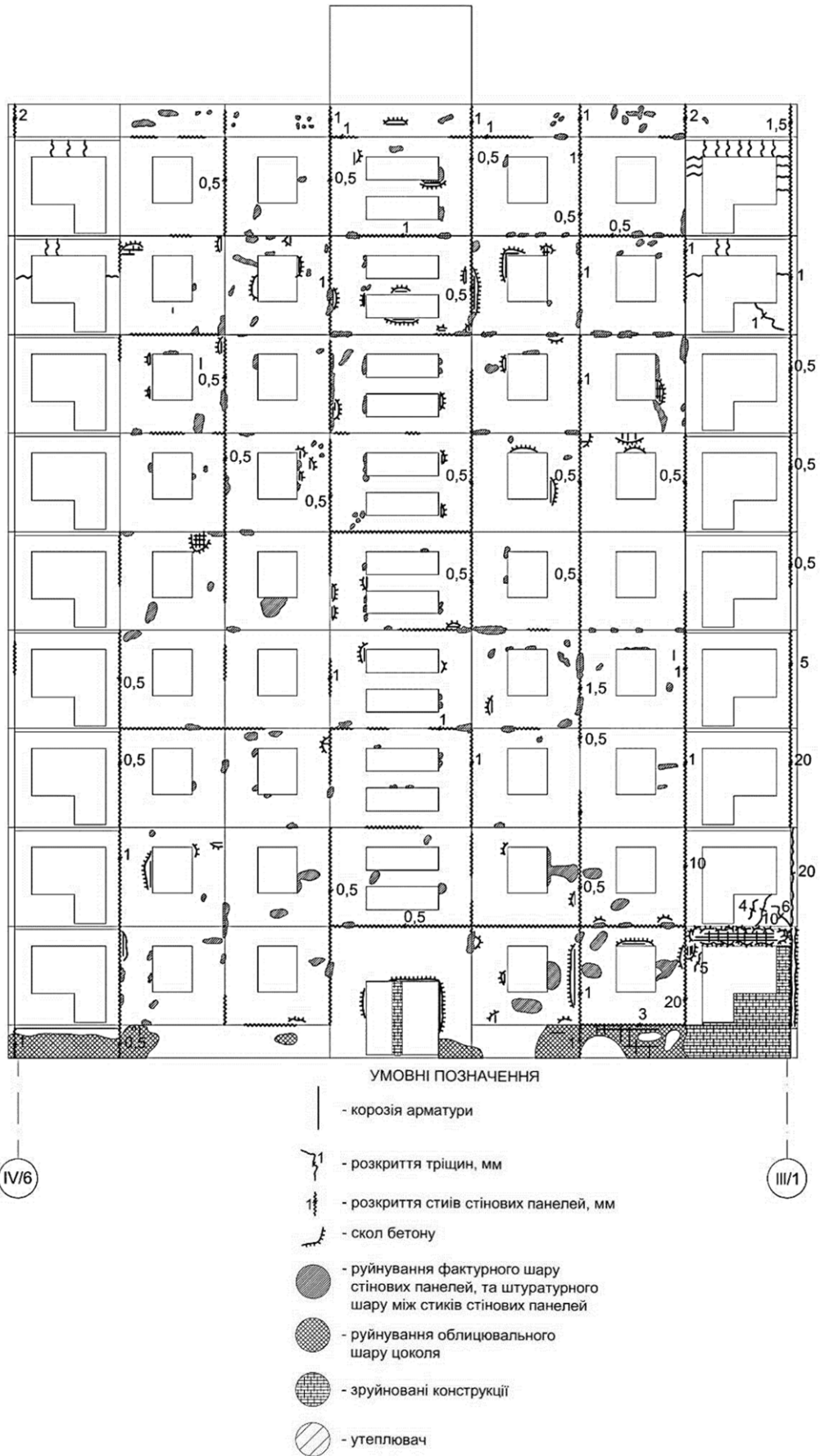


Рисунок 4.28 – Схема пошкоджень зовнішньої стіни по ряду «Д» блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1

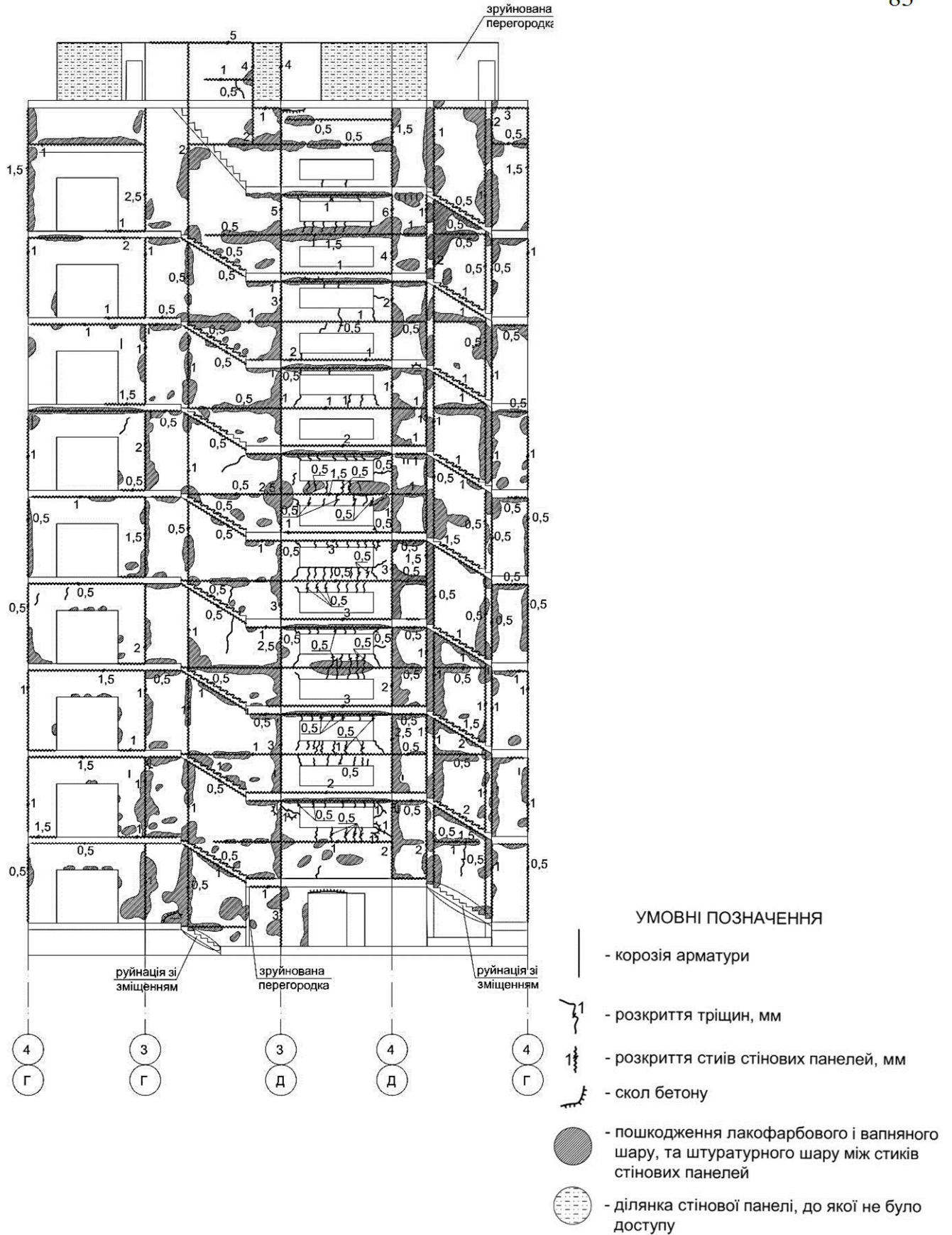


Рисунок 4.29 – Схема пошкоджень стін сходових клітин блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1

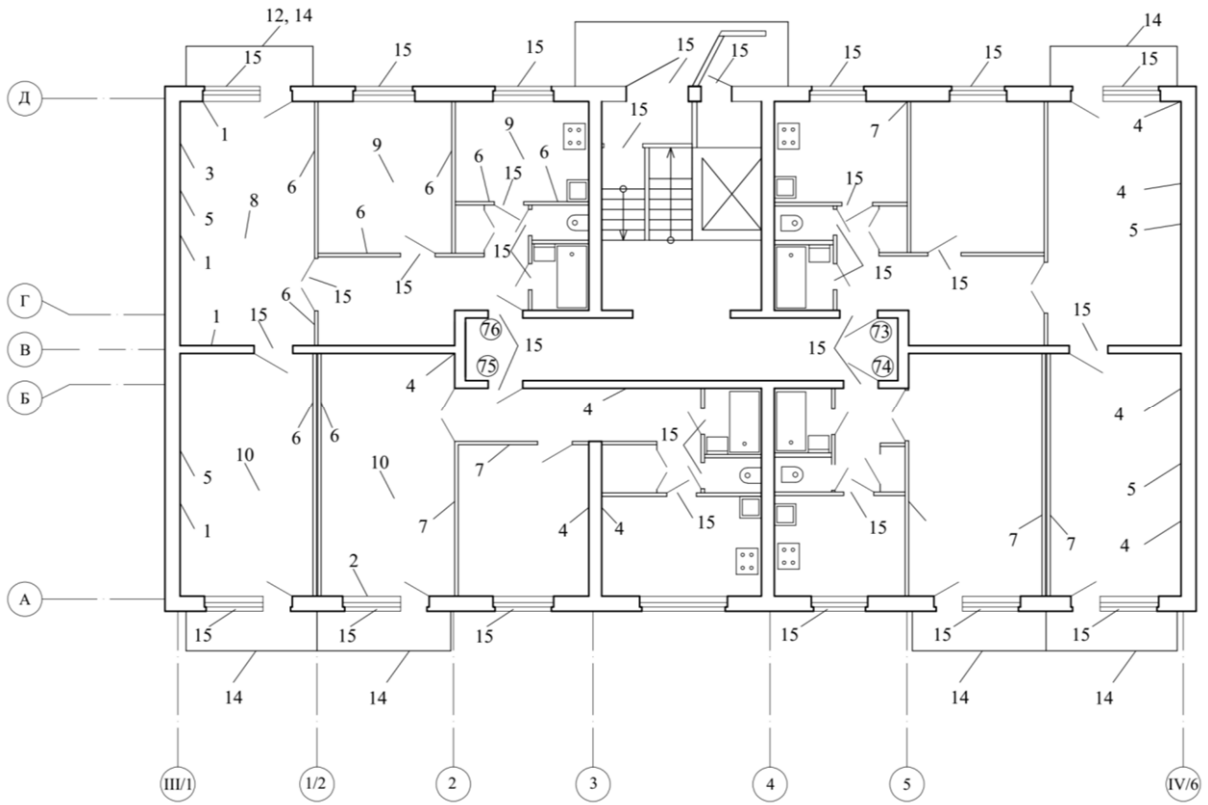


Рисунок 4.30 – План першого поверху блок-секції № 3 будівлі
об'єкта № 1 з пошкодженнями конструкцій

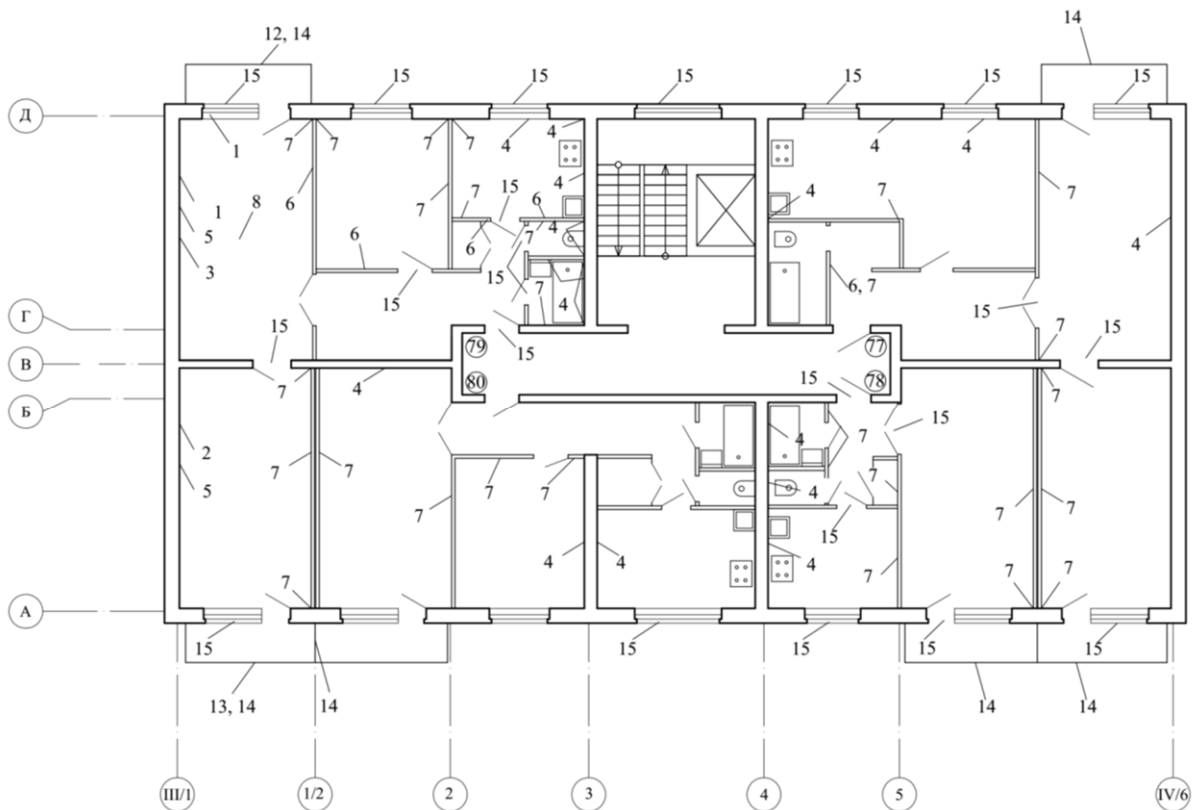


Рисунок 4.31 – План другого поверху блок-секції № 3 будівлі
об'єкта № 1 з пошкодженнями конструкцій

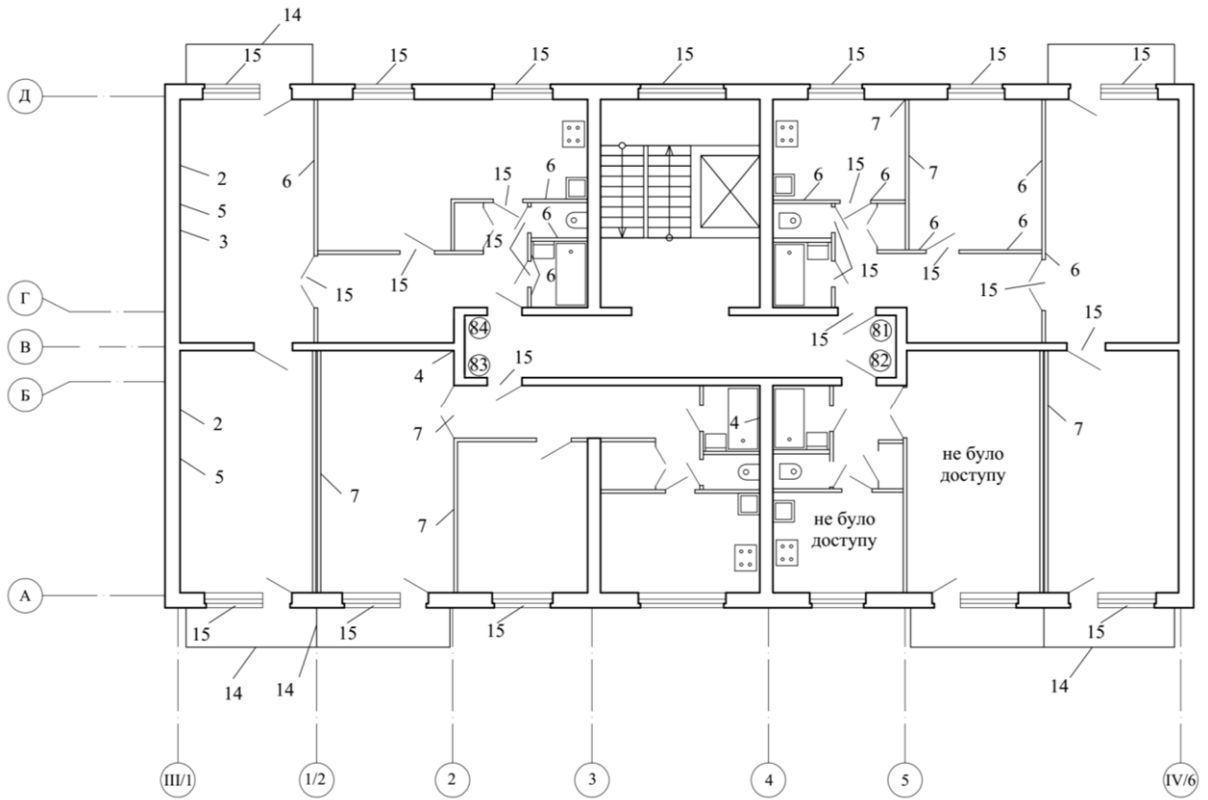


Рисунок 4.32 – План третього поверху блок-секції № 3 будівлі
об'єкта № 1 з пошкодженнями конструкцій

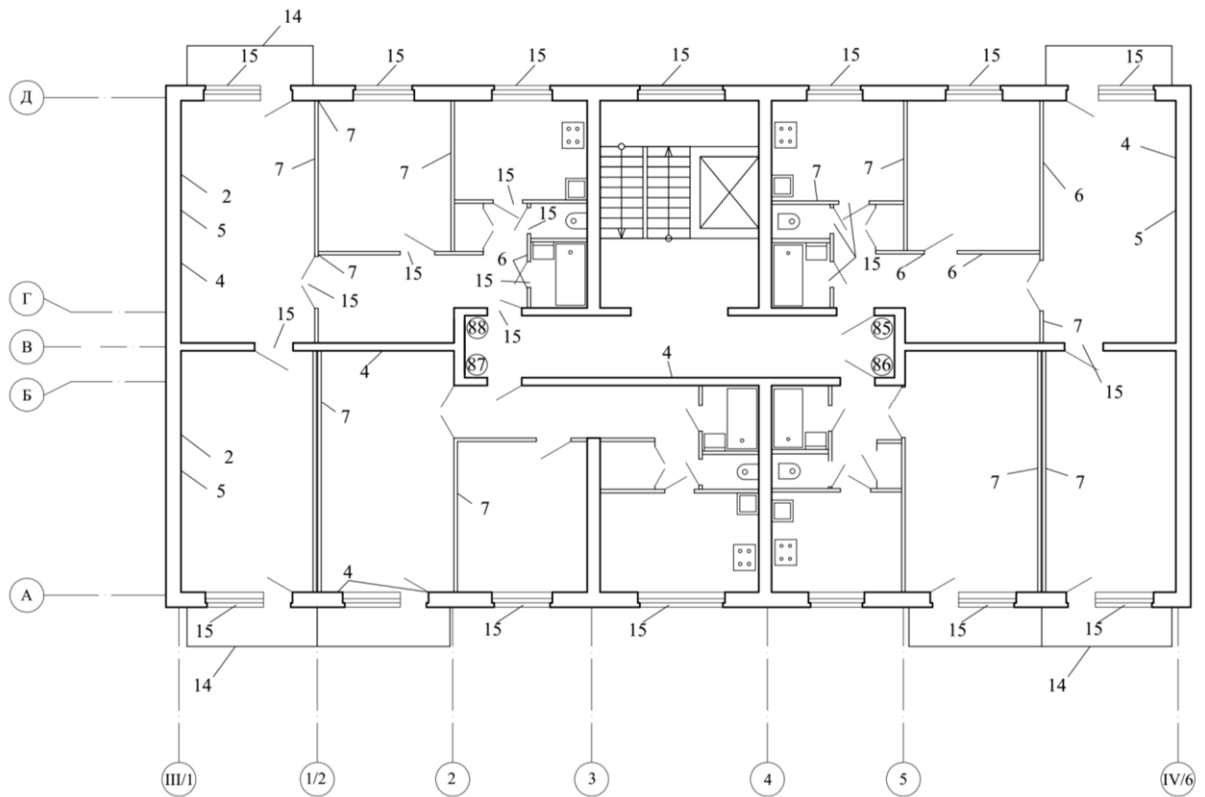


Рисунок 4.33 – План четвертого поверху блок-секції № 3 будівлі
об'єкта № 1 з пошкодженнями конструкцій

Умовні позначення

- 1 – Руйнація панелей;
- 2 – Зміщення панелей або їх частин, з виникненням тріщин та зазорів;
- 3 – Пошкодження від дії полум'я та високих температур;
- 4 – Тріщини в стиках стінових панелей, руйнація та сколи штукатурного шару;
- 5 – Пошкодження горизонтальних та вертикальних швів між стіновими панелями;
- 6 – Руйнація, вигини перегородок;
- 7 – Тріщини з руйнацією штукатурного шару в сполученні перегородок між собою та з іншими конструкціями та тріщини в перегородках;
- 8 – Руйнація залізобетонних панелей перекриття;
- 9 – Значні пошкодження панелей перекриття, тріщини в полках та ребрах, прогін;
- 10 – Тріщини в залізобетонних плитах перекриття;
- 11 – Корозія арматури, сколи;
- 12 – Руйнація залізобетонних балконних плит;
- 13 – Сколи бетону в залізобетонних балконних плитах;
- 14 – Руйнація огороження та балконних рам;
- 15 – Руйнація, деформації, пошкодження рам, луток, скла вікон та дверей

Рисунок 4.34 – Умовні позначення до рисунків 4.30...4.33

Коротка інформація про пошкодження будівельних конструкцій та інженерних систем, які були зафіксовані фахівцями під час обстеження блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1 вказано нижче.

Зафіксовано руйнацію та руйнацію зі зміщенням стін технічного підпілля:

- по осі «Ш/1» в рядах «В...Д»;
- по ряду «Д» в осях «Ш/1...1/2».

Пошкодження від вибуху та сколи стін технічного підпілля по ряду «Д» в осях «1/2...3». Також було зафіксовано корозію арматури та сколи:

- по ряду «А» в осях «1/Ш...2», «5...6»;
- по ряду «Д» в осях «1/Ш...2»;
- по рядах «Б», «Г» в осях «2...3»;
- по осі «3» в рядах «А...Б», «Г...Д».

Стосовно стін надземної частини фахівці зафіксували руйнацію панелей першого та другого поверхів по ряду «Д» в осях «Ш/1...1/2» та по осі «Ш/1» в рядах «В...Д» першого поверху. Руйнації панелей технічного підпілля та першого, другого поверхів показано на рисунку 4.35.

Зміщення панелей або їх частин з виникненням тріщин та зазорів по осі «Ш/1» в рядах «А...Д»; 1...9 поверхів в квартирах №№ 76, 80, 83, 84, 87, 88, 91, 92, 95, 96, 99, 100, 103, 104, 107, 108 та по ряду «А» в осях «1/2...2» в квартирі № 75 (рисунок 4.35). Зафіксовані зміщення панелей, шириною розкриття в мм, зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Зміщення панелей по осі 1/Ш в рядах «А...Д»

Ч.ч.	Поверх зафіксованого пошкодження	Ширина розкриття в мм
1	2	6
2	3	15..25
3	4	20..30
4	5	20мм
5	6	10..20
6	8	10
7	9	20...30

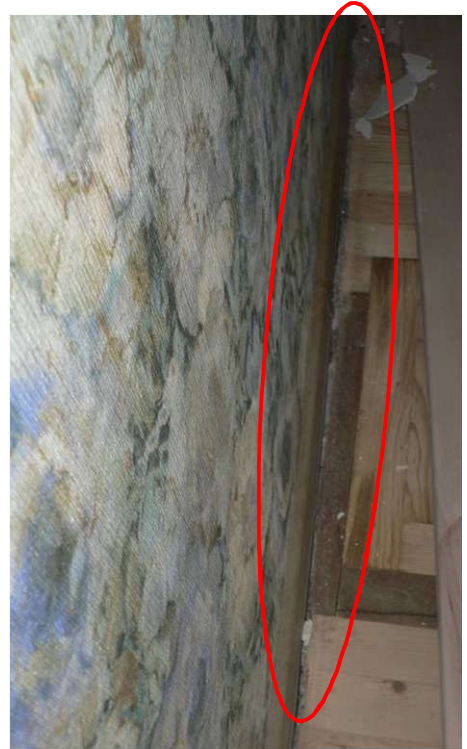


Рисунок 4.35 – Руйнація та пошкодження панелей технічного підпілля та першого, другого поверхів

а)



б)



в)



г)



Рисунок 4.36 – Зміщення стінових панелей по осі «III/1» з утворенням зазорів та тріщин: а) кв. № 88; б) кв. № 96; в) кв. № 88; г) кв. № 84

Пошкодження від дії полум'я та високих температур шести панелей на першому...третьому поверхах по осі «III/1» в рядах «В...Д» наведено на рисунку 4.37.



Рисунок 4.37 – Пошкодження панелей під дією полум'я та високих температур

По сходовій клітині було зафіксовано тріщини в панелях шириною розкриття $a_T=0,5...1,5$ мм (див. рисунок 4.29).

Також мали місце тріщини в стиках стінових панелей шириною розкриття $a_T=0,5...2,0$ мм, руйнація та сколи штукатурного шару: на першому поверсі в куті «В/2» ($a_T=4...5$ мм), на шостому по осі «IV/6» по рядах «А», «В» ($a_T=1$ мм) та на сьомому по осі «IV/6» по ряду «Д» ($a_T=2...3$ мм) (рисунки 4.38, 4.29).

По головному та дворовому фасадам фахівцями виявлено пошкодження горизонтальних та вертикальних швів між стіновими панелями першого...дев'ятого поверхів по осям «III/1», «IV/6» в рядах «А...Д» (рисунки 4.39, 4.27, 4.28). Також були зафіксовані руйнації та сколи фактурного шару, захисного шару бетону, корозія арматури (див. рисунки 4.27, 4.28).



Рисунок 4.38 – Пошкодження стиків між панелями по ряду «Д»
в осях «3...4»



Рисунок 4.39 – Пошкодження швів між стіновими панелями:

При обстеженні квартир фахівці зафіксували пошкодження та руйнації перегородок. Руйнації та вигини були помічені в квартирах. №№ 73, 75, 76, 77, 80, 81, 84, 85, 93, 101, 103, 104, 108 (рисунок 4.40). Тріщини з руйнацією штукатурного шару в сполученні перегородок між собою та з іншими конструкціями та тріщини в перегородках фіксували у всіх квартирах. Також, так як мова торкнулася перегородок слід зазначити, що перегородка ліфтового приміщення в рівні тех. поверху теж зазнала руйнації та вигину.

а)



б)



Рисунок 4.40 – Руйнація, вигини перегородок: а) кв. № 81; б) кв. № 80

Руйнація двох панелей перекриттів в рядах «В...Д» в осях «Ш/1...1/2», технічного підпілля та першого поверху наведено на рисунок 4.41. Виявлено значні пошкодження, тріщини в полках та ребрах, прогини трьох панелей технічного підпілля в рядах «В...Д» осях «1/2...3» та в рядах «А...В» осях «Ш/1...1/2». При обстеженні панелей перекриття технічного підпілля також були зафіксовані панелі з корозією арматури та сколами бетону в рядах «А...В» осях «1/2...3». Мали місце й тріщини чотирьох панелей перекриття (по всій квартирі) на дев'ятому поверсі в квартирі № 108, шириною розкриття $a_T=0,5...1,0$ мм.



Рисунок 4.41 – Руйнація плит перекриття в рядах «В...Д» в осях «Ш/1...1/2»

Від вибуху постраждали сходові марші з першого поверху на проміжну площадку та першого поверху в тех. підпілля (рисунок 4.42). Сходовий марш з першого поверху на проміжну площадку був зміщений з проєктного місця розташування та отримав руйнацію ступені. Марш з першого поверху в тех. підпілля та блок, що утримує площадку входу, було зміщено силою вибуху. Крильце входу в під'їзд було повністю зруйноване.



Рисунок 4.42 – Пошкодження сходового маршу з першого поверху на проміжний майданчик

Стосовно балконів, їх конструкції зазнали значних пошкоджень та руйнацій. На сам перед дві залізобетонні балконні плити (перший...другий поверхи по ряду «Д» в осях «III/1...1/2») було зруйновано (див. рисунок 4.35). На деяких плитах, загальною кількістю у 8шт., по ряду «А» в квартирах №№ 76, 80, 92, 104, 108 та по ряду «Д» в квартирах №№ 80, 84, 108, мали місце сколи бетону. Фахівці зазначили, що огороження та балконні рами першого...дев'ятого поверхів отримали руйнації у 100% від їх кількості.

При обстеженні покрівлі фахівцями, що проводили обстеження, на окремих ділянках по всій площі були виявлені руйнації бетону, корозія арматури та зміщення конструкцій в рядах «Г...Д» осях ««VII/1...3» на окремих ділянках.

Фахівці зазначили, що до ліфтової шахти, виявлено деформації дверей та пошкодження обладнання у розмірі 100%.

Вибуховою хвилею були значно пошкоджені прорізи будівлі. Вони зазнали руйнацій, деформацій та пошкодження рам, луток, скла. Загалом при обстеженні блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1 було зафіксовано: 97 вікон в квартирах, 16 вікон по сходовій клітині, 73 міжкімнатні двері та 25 вхідних дверей в квартири. Пошкодження вікон в квартирах №№ 73...81, 83...89, 92...108, також пошкодження вікон сходової клітини. Пошкодження міжкімнатних дверей в квартирах №№ 73, 74, 76-81, 84, 85, 88, 89, 90, 92, 93, 96, 97, 99, 100, 101, 104, 105, 108. Пошкодження вхідних дверей в квартирах №№ 73...76, 78, 80, 81, 83, 88-100, 102, 104...106, а також двері під'їзду: 2 зовнішні, 1 внутрішня.

Пошкоджено опорядження фасадів по рядах «А», «Д».

У всіх квартирах зафіксовано пошкодження внутрішнього опорядження.

Стосовно інженерних систем, фахівцями було зазначено, що часткового руйнування зазнали системи: водопостачання (підвал, всі поверхи в осях «Ш/1...3»), водовідведення (підвал, всі поверхи в осях «Ш/1...3»), опалення (підвал, всі поверхи в осях «Ш/1...3») та електропостачання (підвал, всі поверхи в осях «Ш/1...1/2», в зруйнованих перегородках та стінах).

Загалом технічний стан блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1 визначено фахівцями, як аварійний (категорія 4).

4.1.4 Результати обстеження будівельних конструкцій блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1

Під'їзд № 4 будівлі об'єкта № 1 - це торцева ліва блок-секція. Внаслідок вибуху боеприпасу блок-секція № 4 будівлі отримала максимальні пошкодження (порівнюючи з іншими блок-секціями будівлі). Пошкодження, які отримали конструкції цієї блок-секції будівлі, пов'язані зі всіма негативними факторами, які виникли після вибуху боеприпасу. Частина блок-

секції зруйнована. Значна кількість будівельних конструкцій, що залишились, отримали пошкодження, але залишились і неушкоджені конструкції.

Зовнішній вигляд блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1 під час обстеження наведено на рисунку 4.43. План першого та типового поверхів блок секції № 4 будівлі об'єкта, з номерами квартир, наведено на рисунках 4.44, 4.45.



Рисунок 4.43 – Зовнішній вигляд блок-секції № 4 будівлі об'єкта

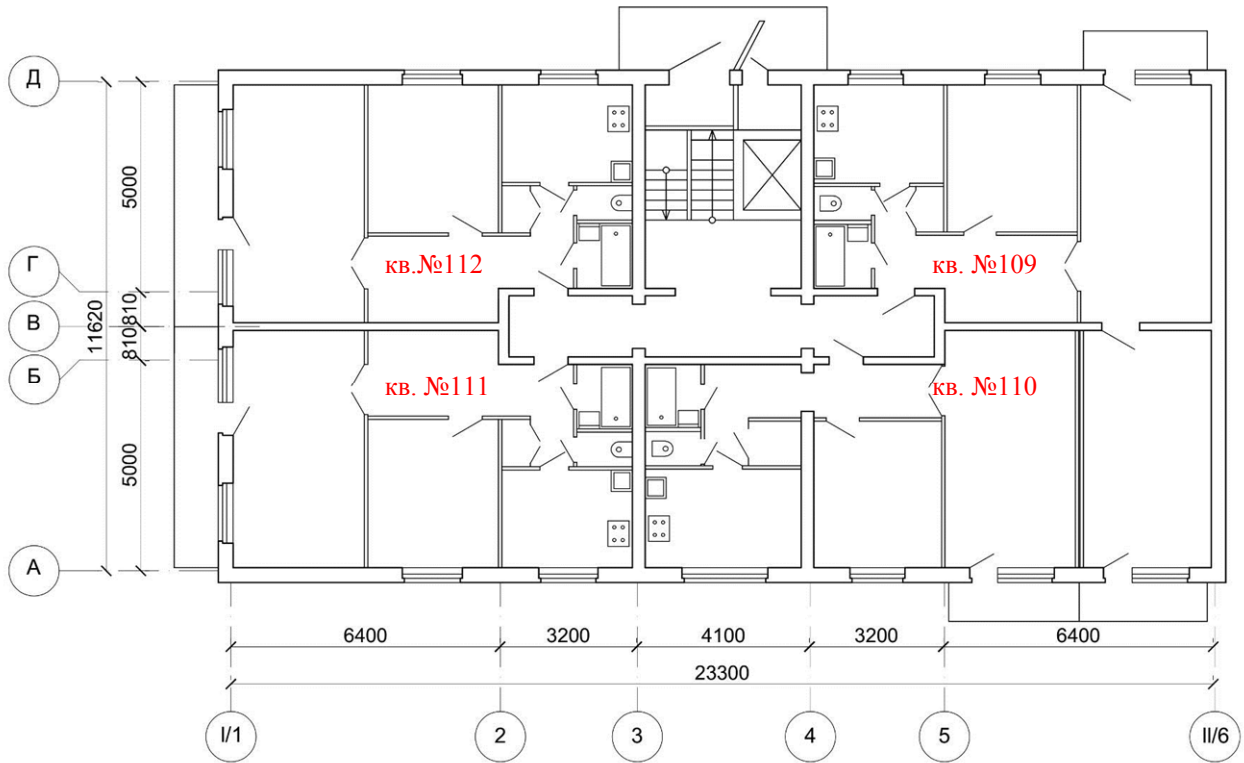


Рисунок 4.44 – План першого поверху блок-секції № 4
будівлі об'єкта № 1

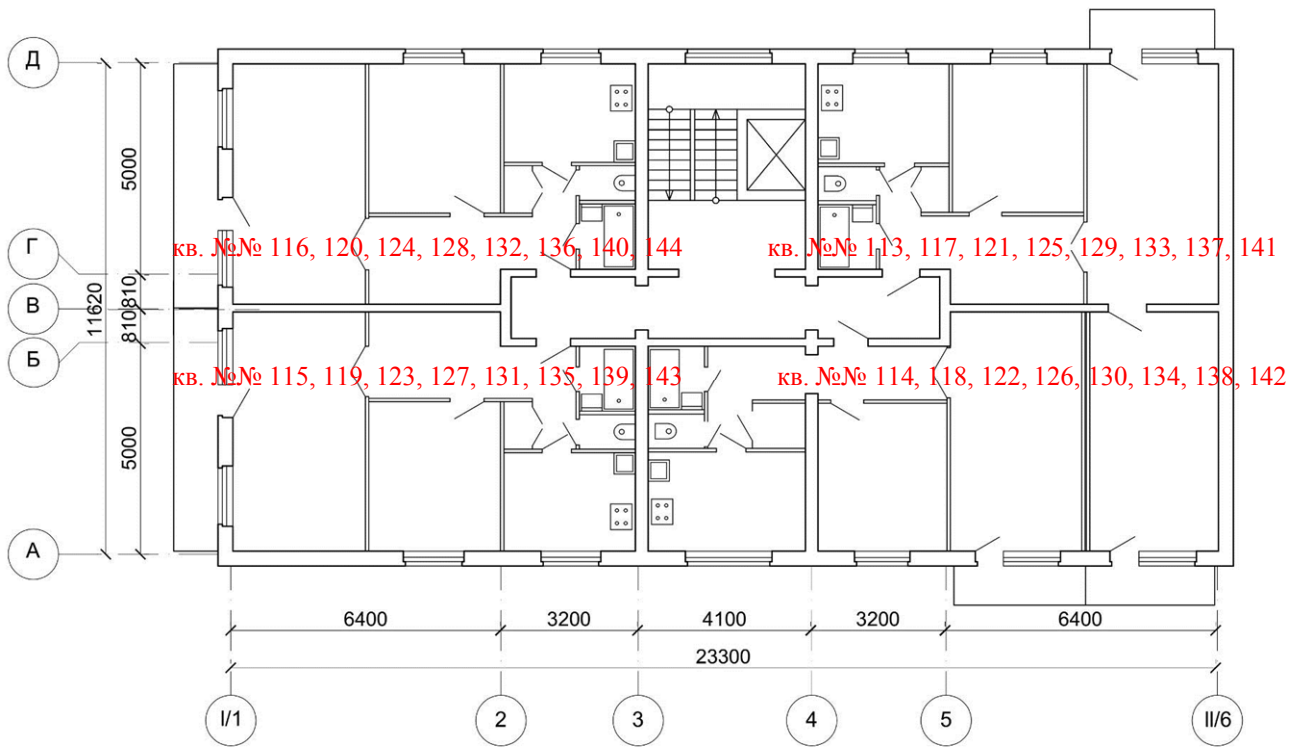


Рисунок 4.45 – План типового (другого...дев'ятого) поверху блок-секції
№ 4 будівлі об'єкта № 1

Під час вибуху було зруйновано частину блок-секції № 4 в рядах «А...Г» осях «5...6» та в рядах «Г...Д» осях «4...6». Конструкції верхніх поверхів блок-секції, які не впали під час вибуху (див. рисунок 1.1), обвалили під час виконання рятувальних робіт. Після закінчення рятувальних робіт та прибирання будівельного та побутового сміття на зруйнованій ділянці блок-секції залишились тільки фундаменти, які засипані, окремі зруйновані цокольні панелі та торцеві панелі першого поверху по осі «Ш/1».

Враховуючи стан будівельних конструкцій, вхід в блок-секцію № 4 будівлі обмежено. Детальне обстеження цієї блок-секції не виконували. Відомості пошкоджень будівельних конструкцій та інженерних систем блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1 надані фахівцями в звіті [7] за результатами візуального огляду блок-секції, при цьому доступ був не до усіх квартир, які залишились.

Коротка інформація про пошкодження будівельних конструкцій та інженерних систем, які були зафіксовані фахівцями під час візуального обстеження блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1 вказано нижче.

Стіни технічного підпілля були зруйновані та пошкоджені на 100% в рядах «А...Г» осях «5...6» та в рядах «Г...Д» осях «4...6» (див. рисунок 4.43). В іншу частину будівлі не було доступу.

Стіни надземної частини будівлі зазнали руйнації на 100% (див. рисунок 4.43):

- в рядах «А...Г» осях «5...6»;
- в рядах «Г...Д» осях «4...6»;
- по ряду «Д» в осях «3...4»,
- перший поверх.

Руйнація стиків панелей надземної частини блок-секції в осях «3...4» та сколи бетону уламками по осях «3, 4» ряд «Д» наведено на рисунку 4.46.

Руйнація перегородок спостерігалась в усіх квартирах.

a)



б)



Рисунок 4.46 – Пошкодження панелей: а) стиків панелей;
б) панелі уламками боєприпасу

Зруйновано перекриття в рядах «А...Г» осях «5...6» та в рядах «Г...Д» осях «4...6» на 100%.

По сходовій клітині було зафіксовано руйнацію міжповерхової площадки між першим та другим поверхами та тріщини в маршах першого...четвертого поверхів (рисунок 4.47).

а)



б)



Рисунок 4.47 – Руйнація сходів: а) майданчика; б) маршу

Руйнація та 100% пошкоджень елементів ліфтової шахти в рядах «Г...Д» у осі «4» наведено на рисунок 4.48.



Рисунок 4.48 – Руйнація ліфтової шахти

По рядах «А», «Д» 100% балконів зазнали руйнації (див. рисунок 4.43).

Також було зруйновано покриття та покрівлю в рядах «А...Г» осях «5...6» та в рядах «Г...Д» осях «4...6». Зруйновані вікна та двері в усій блок-секції (див. рисунок 4.43).

У більшості квартирах руйнації внутрішнього опорядження.

Стосовно інженерних систем, фахівцями було зазначено, що руйнування зазнали системи: водопостачання (розводка в підвалі, стояки), водовідведення (випуски, розводка в підвалі, стояки), опалення (в осях «4...6»), електропостачання (в осях «4...6»), газопостачання (труби та обладнання по всій блок-секції) та вентиляції (осі «3» та «4»).

Загалом технічний стан блок-секції № 4 будівлі об'єкта № 1 визначено фахівцями, як аварійний (категорія 4).

За час підготовки цього звіту частина підготовчих робіт та робіт по консервації [29] блок-секцій будівлі вже була виконана.

4.2 Загальна інформація про пошкодження об'єкта дослідження № 2

Під час воєнних дій, які проводять збройні сили російської федерації в Україні, у м. Запоріжжі на майданчику об'єкта дослідження № 2 мало місце приліт боєприпасу. Боєприпас потрапив в торець блок-секції № 2 будівлі об'єкта № 2 (в під'їзд № 1) та вибухнув. Вибух боєприпасу стався в рівні п'ятого поверху будівлі і, частково, зруйнував деякі стінові панелі. Вибухова хвиля від розриву боєприпасу вдарила по будівлі об'єкта № 2 та пошкодила несучі будівельні конструкції, перегородки, вікна, двері. Після вибуху виникла пожежа, яка тривала декілька годин.

Після вибуху боєприпасу тривали рятувальні роботи, гасили пожежу. Мешканці під'їзду № 1 (блок-секція № 2) будівлі об'єкта № 2 були відселені. Працівники ДСНС та воєнізованої аварійно-рятувальної служби «Кобра» провели демонтаж зруйнованих конструкцій, підставили підпірки. В подальшому, першочергові роботи на об'єкті виконували фахівці комунальної спеціальної воєнізованої аварійно-рятувальної служби «Кобра». Фахівці інших служб міста виконували покладені на них обов'язки.

Внаслідок вибуху від розриву боєприпасу будівельні конструкції двох блок-секцій будівлі об'єкта № 2 отримали пошкодження різного ступеню - від руйнації несучих залізобетонних конструкцій до вікон. Максимальні пошкодження зазнали конструкції під'їзду № 1 (блок-секція № 2) будівлі. Утворення пошкоджень, які мають будівельні конструкції будівлі об'єкта, пов'язані з:

- безпосередньо вибухом;
- дією вибухової хвилі;
- потраплянням уламків боєприпасу;
- пожежею, що виникла внаслідок вибуху.

Вибух зруйнував частину будівельних конструкцій четвертого та п'ятого поверхів в осях «б...IV» рядах «Б...Г» під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2 та пошкодив частину конструкцій під'їзду за межами цієї ділянки.

Вибухова хвиля - це хвиля тиску (і інших взаємопов'язаних термодинамічних і газодинамічних величин), що поширюється від місця вибуху у навколишній простір. Вибухова хвиля має дві фази - стискання та розрядження.

Внаслідок дії вибухової хвилі мали місце деформації окремих конструкцій з утворенням нових та розкриттям існуючих тріщин, руйнації та пошкодження огорожувальних конструкцій.

Враховуючи місце вибуху, в під'їзді № 1 будівлі осколками боеприпасу були пошкоджені, в основному, зруйновані конструкції.

Пожежа виникла на четвертому поверсі в квартирі № 14 під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2. Далі, полум'я перекинулось на коридор четвертого поверху та квартиру № 18, яка розташована на п'ятому поверсі. Від полум'я та дії високих температур постраждали будівельні конструкції двох квартир та загального коридору. В інших сусідніх приміщеннях та в квартирах цього під'їзду конструкції, в більшості, тільки забруднені сажею від продуктів горіння.

Будівельні конструкції, в результаті дії відкритого вогню і високих температур, отримують ушкодження. Кількісні та якісні показники пошкоджень конструкцій залежать від максимальної температури під час пожежі, тривалості інтенсивного горіння. Нагрівання бетону та арматури веде до зниження їх міцності. Гасіння пожежі тривало більше двох годин (див. рисунок 1.2), це негативно вплинуло на стан конструкцій.

Незважаючи на значні руйнування конструкцій четвертого, п'ятого поверхів під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2, обвалення конструкцій верхніх поверхів цієї частини під'їзду не сталося, вони зависли та тримались за рахунок своєї просторової жорсткості (рисунок 4.49). Залишалась велика вірогідність



Рисунок 4.49 – Зовнішній вигляд під’їзду № 1 будівлі об’єкта № 2
(станом на 23.03.2023р.)

обвалення конструкцій цієї частини будівлі внаслідок дії різних факторів (вибух, осідання та інше). Першочерговим заходом з недопущення неконтрольованої руйнації будівлі (обвалення) був демонтаж частини будівлі об’єкта № 2.

Також, за час експлуатації будівельні конструкції будівлі об’єкта № 2 отримали пошкодження, які не пов’язані з вибухом боєприпасу. Будівля об’єкта № 2 під час експлуатації деформувалась, вона отримала нерівномірні осідання. Про те, що мали місце деформації ґрунтів основи фундаментів будівлі об’єкта під час її експлуатації, свідчать зміщення блок-секцій будівлі одна відносно іншої, а також тріщини в стиках стінових панелей. За інформацією мешканців

будівлі, періодично в стиках утворюються та розкриваються тріщини. Величини нерівномірних деформацій незначні, але вони мали місце.

Деформації ґрунтів основи супроводжувалися нерівномірними осіданнями фундаментів будівлі об'єкта № 2 та пошкодженням її будівельних конструкцій, що відобразилося у вигляді тріщин. В першу чергу, тріщини утворюються в стиках панелей. Ремонт стиків на всіх фасадах блок-секцій будівлі об'єкта № 2 свідчить про наявність таких пошкоджень за час експлуатації будівлі. Вибухова хвиля, що утворилася внаслідок вибуху боєприпасу, сприяла утворенню нових тріщин, розкриттю та збільшенню існуючих тріщин.

Під дією фізичних та хімічних чинників пошкодження отримали залізобетонні конструкції будівлі об'єкта № 2, які мають тривалий контакт з зовнішнім середовищем: стінові панелі, елементи даху. З дією цих чинників пов'язані процеси руйнування захисного шару, корозія арматури (деструкція бетону та арматури), утворення сітки дрібних тріщин. Нормативний термін експлуатації будівлі об'єкта 100 років [24], а вона існує тільки 39 років.

Більш детальний опис будівельних конструкцій будівлі об'єкта, які отримали пошкодження, наведено нижче в даному розділі. Фундаменти будівлі об'єкта під час виконання цієї роботи не обстежували. Враховуючи те, що ступінь пошкоджень конструкцій в блок-секціях будівлі об'єкта № 2 сильно відрізняється одна від одної, то опис пошкоджень конструкцій наведено окремо для кожного під'їзду будівлі.

Конструкції будівлі об'єкта № 2 мають пошкодження, які вони отримали внаслідок воєнних дій та під час експлуатації. Враховуючи вище вказане, при обстеженні оцінювали стан будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 2, який вони мали ще до виникнення аварійної ситуації. В звіті [8] фахівці зазначають, що під час проведення капітального ремонту будівлі слід усунути всі пошкодження, незважаючи на час їх утворення.

Методика проведення робіт з комплексу обстеження будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 2 включала інструментальні та візуальні

дослідження. Оцінка технічного стану будівельних конструкцій здійснювалася відповідно до вказівок з обстеження будівель і споруд для визначення і оцінки їх технічного стану [9, 11].

Обстеження будівельних конструкцій виконувалося як зовні будівлі об'єкта № 2, так і у середині. Окремі елементи будівельних конструкцій будівлі об'єкта № 2, з виявленими пошкодженнями, були деталізовані шляхом їх фотографічної фіксації.

Враховуючи, що інформація про стан інженерних мереж відноситься до обох під'їздів будівлі об'єкта № 2, то вона наведена в даному розділі.

Внаслідок вибуху інженерні мережі в технічному підпіллі будівлі об'єкта № 2 та зовні пошкоджень не зазнали. Всі труби внутрішніх інженерних мереж (системи опалення, газо-, водопостачання) постраждали в осях «5, 6...IV». Під час демонтажних робіт труби в технічному підпіллі будівлі та зовні пошкоджень також не зазнали. Для цього були виконані підготовчі роботи по захисту інженерних мереж.

Зі сталевих труб інженерних мереж будівлі об'єкта № 2, які були прокладені при будівництві будівлі, замінили на пластикові лише трубу введення водопостачання та труби каналізації в технічному підпіллі. Інші труби міняли окремими ділянками при виникненні аварійної ситуації (витоків).

На інженерне обладнання житлових будинків, відповідно до [30], поширюються такі вимоги за усередненими термінами служби:

- сталеві трубопроводи опалення - 30 років;
- сталеві трубопроводи гарячого водопостачання - 10 років;
- ізоляція трубопроводів - 10 років;
- сталеві (газові) трубопроводи холодного водопостачання - 15 років;
- чавунні трубопроводи побутової каналізації - 40 років;
- водорозбірні крани і крани-змішувачі - 15 років;
- дворова водопровідна і каналізаційна мережа - 40 років.

Будівля об'єкта експлуатується вже 39 років. Усереднений термін служби більшості труб водогінних мереж вже закінчився. Виняток становлять труби

зовнішнього водопроводу та каналізації, їх усереднений термін закінчиться у наступному році. Незважаючи на це, чавуні труби каналізації в технічному підпіллі замінили, а інші - ні.

Вимощення навколо будівлі об'єкта теж зазнало пошкоджень та руйнації. Пошкодження вимощення пов'язане з тривалим терміном експлуатації. Руйнація сталася внаслідок падіння уламків конструкцій після вибуху, демонтажних робіт та під час їх прибирання. Фахівці, що проводили обстеження зазначають, що при розробці проєкту капітального ремонту слід передбачити благоустрій території та влаштування нового вимощення.

4.2.1 Результати обстеження будівельних конструкцій під'їзду № 1 (блок-секція № 2) будівлі об'єкта № 2

Стіни технічного підпілля під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2, внаслідок вибуху боєприпасу, пошкоджень не зазнали. Вони зберегли свою цілісність і під час виконання демонтажних робіт. За час експлуатації зовнішні стінові панелі на окремих ділянках отримали пошкодження у вигляді деструкції бетону та арматури.

Стіни та перегородки надземної частини під'їзду № 1 будівлі зазнали пошкодження, пов'язані зі всіма факторами, які виникли внаслідок вибуху боєприпасу.

Безпосередньо, внаслідок вибуху та дії вибухової хвилі, максимальні пошкодження зазнали конструкції четвертого та п'ятого поверхів (квартири №№ 13, 17) під'їзду. На цих поверхах були повністю зруйновані зовнішні стінові панелі торцевої стіни по осі «IV». На п'ятому поверсі повністю зруйновані дві внутрішні стінові панелі по рядах «Б», «В» в осях «8...IV». Чотири зовнішні стінові панелі цих поверхів в осях «6...IV» по ряду «Г» зруйновані частково. Крім того, ці панелі вийшли з площини на величину до

500мм. Внутрішня стінова панель з вентиляційними каналами по осі «б» по ряду «Г» зруйновано частково. Плани четвертого та п'ятого поверхів під'їзду № 1 будівлі, з поміткою зруйнованих та частково зруйнованих конструкцій, наведено на рисунках 4.50, 4.51, а їх зовнішній вигляд - на рисунках 4.52, 4.53. В рівні четвертого та п'ятого поверхів відсутні панелі, які передавали навантаження від будівлі на фундамент (див. рисунок 4.49). Внаслідок цього, будівельні конструкції квартир №№ 21, 25, 29, 33, які розташовані в рядах «Б...Г» та осях «б...IV», зависли в повітрі. Руйнації зазнали перегородки, сантехнічні кабінки.

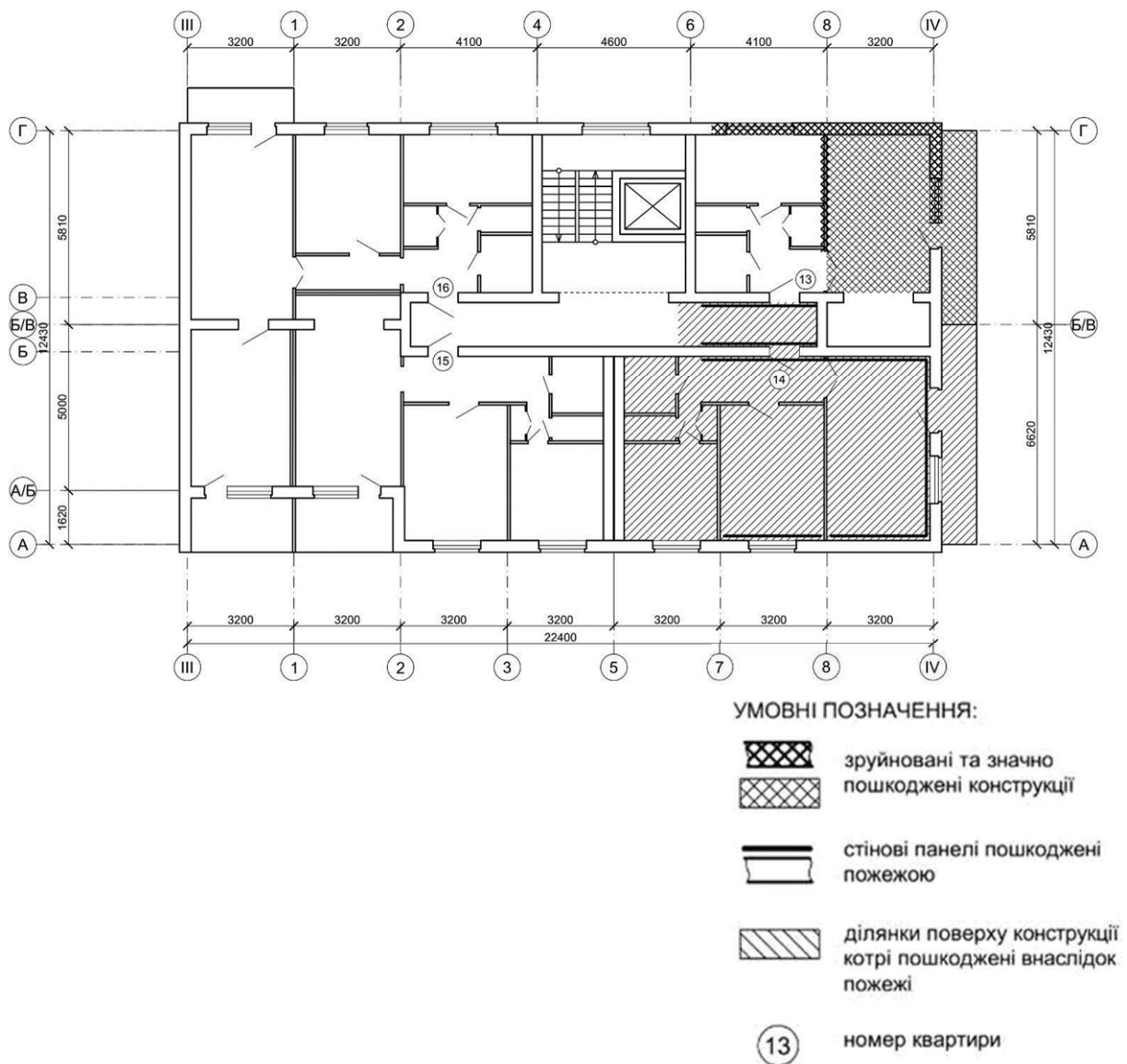


Рисунок 4.50 – Схема розташування зруйнованих та значно пошкоджених конструкцій на четвертому поверсі під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2

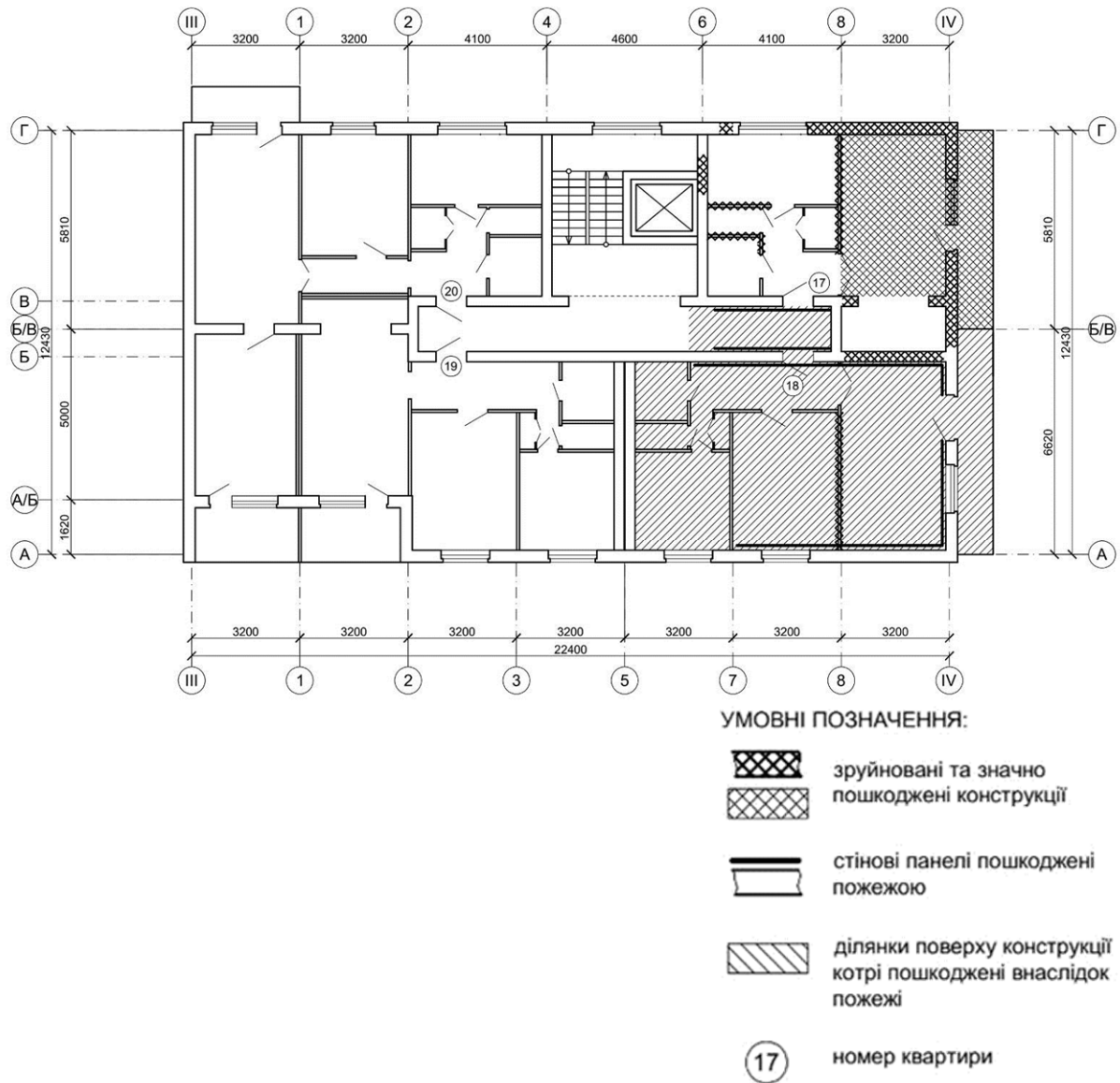


Рисунок 4.51 – Схема розташування зруйнованих та значно пошкоджених конструкцій на п'ятому поверсі під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2



Рисунок 4.52 – Зруйновані конструкції по ряду «Г» та осі «IV»

а)



б)



Рисунок 4.53 – Руйнація внутрішніх стінових панелей п'ятого поверху
а) по ряду «Б»; б) по осі «б»

Внаслідок вибуху значних пошкоджень стінових панелей по осі «IV» та ряду «Г» також зазнали конструкції в квартирах №№ 5, 9, 18, 21 під'їзду. В пошкоджених панелях утворились тріщини з величиною розкриття до 60мм, мають місце сколи значних шматків бетону.

З дією вибухової хвилі пов'язано:

- розкриття стиків між панелями, утворення тріщин (рисунок 4.54);
- зміщення перегородок з утворенням в них тріщин та зазорів на ділянках примикання до стін та перекриття (рисунок 4.55);
- руйнації скління, віконних рам, які закривали балкони та лоджії, внутрішніх та зовнішніх дверей (рисунок 4.56).



Рисунок 4.54 – Розкриття стиків, утворення тріщин в стиках панелей сходової клітини



Рисунок 4.55 – Пошкодження, зміщення перегородок внаслідок дії вибухової хвилі в квартирі № 15

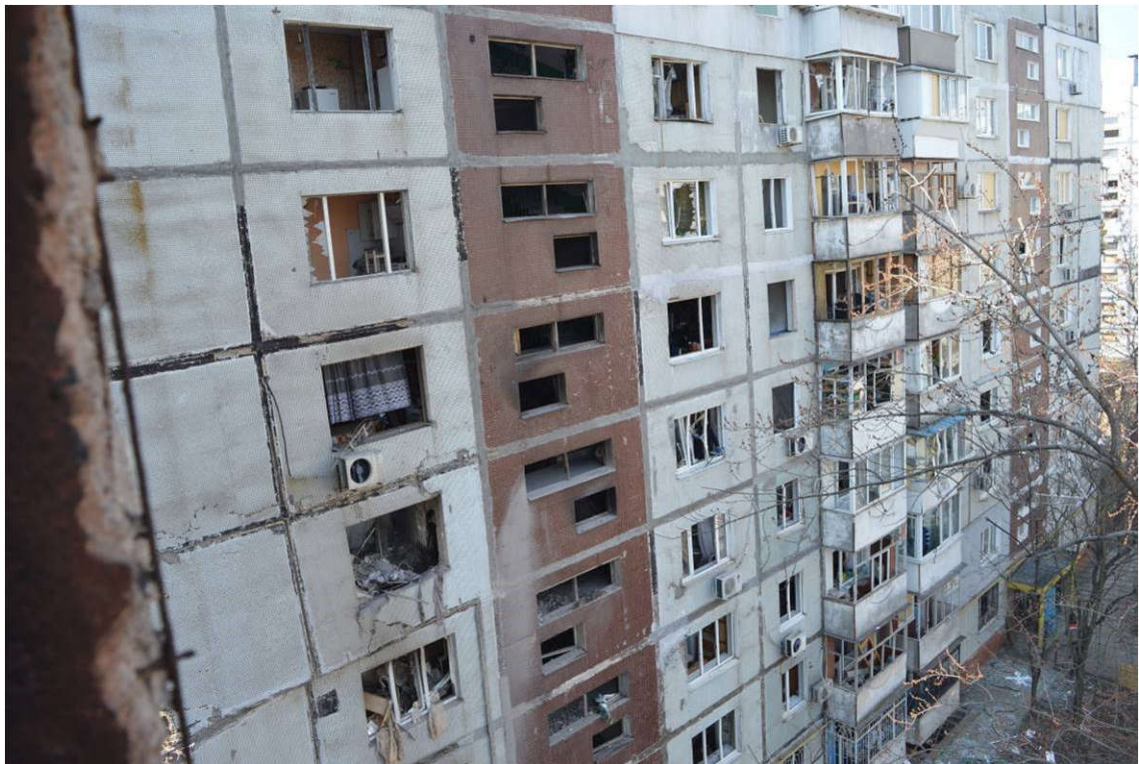


Рисунок 4.56 – Руйнація вікон по ряду «Г»

Розкриття стиків між панелями було зафіксовано на частині будівлі, яка обмежується віссю «5» в рядах «А...Б» та сходовою клітиною з загальними коридорами (див. рисунок 4.54). Фахівці зазначають, що зі слів мешканців, тріщини в стиках панелей були і раніше. Вони утворились внаслідок нерівномірних осідань блок-секції. Але, внаслідок вибуху боєприпасу, їх розкриття збільшилось, що привело до руйнації оздоблювальних матеріалів, якими вони були закриті. В сходовій клітині ремонт давно не виконували. Після вибуху максимальне розкриття стиків сталося в рівні другого...восьмого поверхів будівлі. Мало місце руйнація оздоблювального шару та розкриття і утворення тріщин. Тріщини розкрились як в стиках стінових панелей, так і на ділянках примикань їх до сходових площадок. Пошкодження, які зафіксовані в сходовій клітині, наведені на рисунку 4.57.

Тріщини деформаційного характеру утворювались не тільки в стиках, але і в стінових панелях. Фахівцями, що проводили обстеження, було зазначено, що будівля об'єкта за час експлуатації не зазнала значних нерівномірних осідань, внаслідок цього кількість тріщин та величина їх розкриття незначні.

Вибухова хвиля змістила з місць розташування верхи окремих перегородок. Перегородки кріпляться до стін, перекриття. Падіння гіпсопрокатних перегородок за межами ділянки руйнації на об'єкті дослідження не сталося. Але мало місце зміщення їх окремих ділянок на величину до 30мм та утворення тріщин в них. Зміщення перегородок супроводжувалась утворенням тріщин на ділянках сполучення перегородок з плитами перекриття та стіновими панелями (див. рисунок 4.55).

Внаслідок дії вибухової хвилі було зруйновано та пошкоджено більшість вікон та рам огороження балконів, лоджій (див. рисунок 4.56). Зі сторони ряду «Г» та осі «IV» не залишилось ні одного уцілілого вікна та рам огороження балконів, лоджій. На головному фасаді будівлі деяке скло вікон зберіглося, але була пошкоджена фурнітура вікон. Найменш постраждали вікна, які під час вибуху були відчинені.

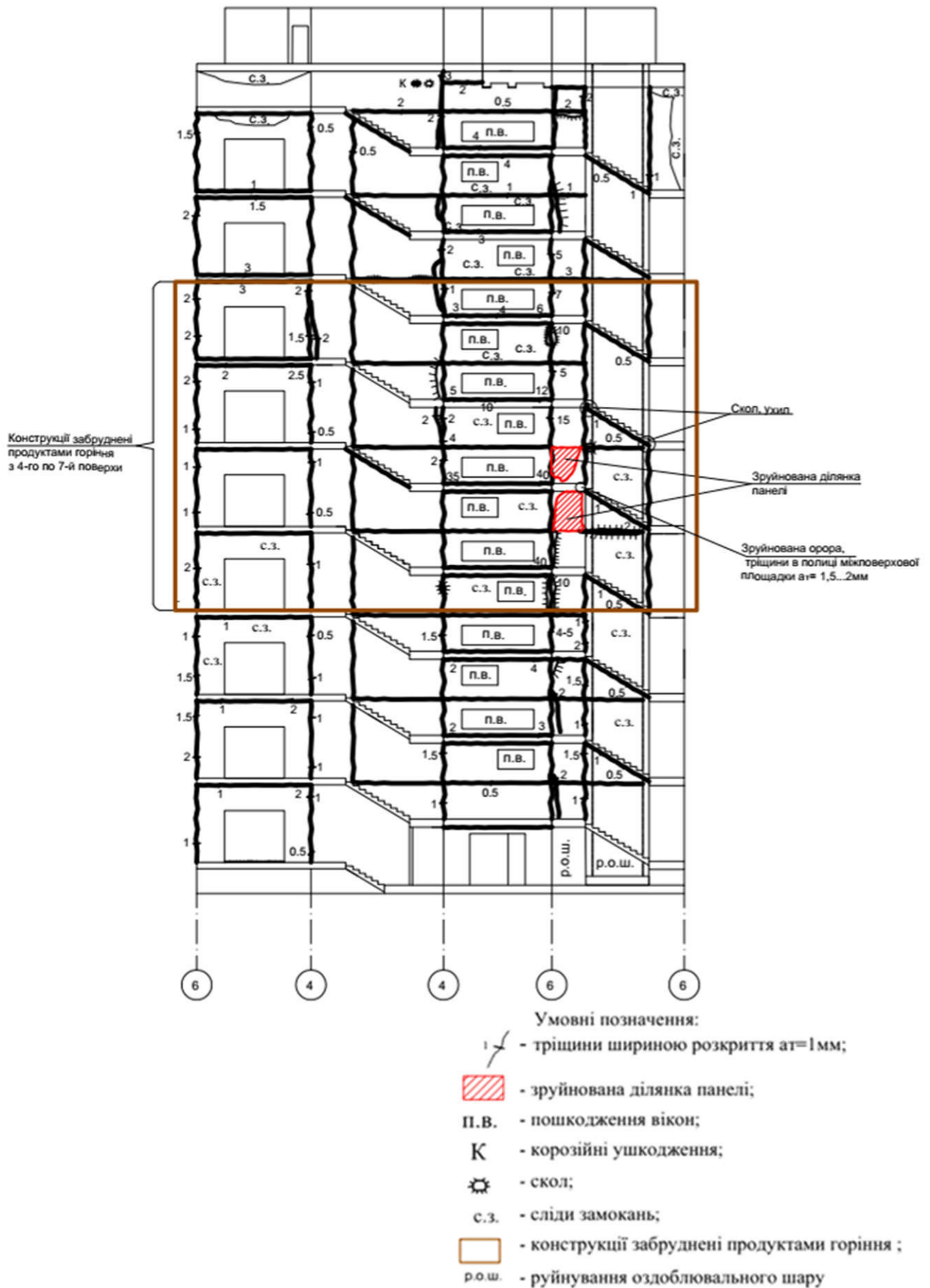


Рисунок 4.57 – Схема пошкоджень в конструкціях сходових клітин під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2

Значних пошкоджень зазнали несучі та огорожувальні конструкції внаслідок дії високих температур та відкритого полум'я. Пожежа виникла на четвертому поверсі в квартирі № 14. Далі, полум'я перекинулось безпосередньо в квартиру № 18 (п'ятий поверх) та на балкон квартири № 22 (шостий поверх).

Внаслідок пожежі, в квартирах №№ 14, 18 пошкодження отримали наступні стінові несучі та огорожувальні конструкції (див. рисунки 4.50, 4.51):

- в зовнішніх стінових панелях по осі «IV» по ряду «А» відшарувався керамзитобетон на глибину до 30мм (рисунок 4.58);
- в внутрішній стіновій панелі по рядах «Б», «В» в осях «б...IV» зменшилась міцність бетону на тиск (рисунок 4.59);
- вигорання дерев'яних рейок в перегородках з їх падінням та без (рисунок 4.60).



Рисунок 4.58 – Відшарування керамзитобетону зовнішніх стінових панелей та пошкодження плит перекриття внаслідок дії високих температур та відкритого полум'я в кв. № 14;

а)



б)



Рисунок 4.59 – Пошкодження внутрішніх стінових панелей коридорів внаслідок дії високих температур та відкритого полум'я:
а) четвертий поверх; б) п'ятий поверх

а)



б)



Рисунок 4.60 – Перегородки та плити перекриття, пошкоджені пожежею
в квартирах: а) № 14; б) № 18

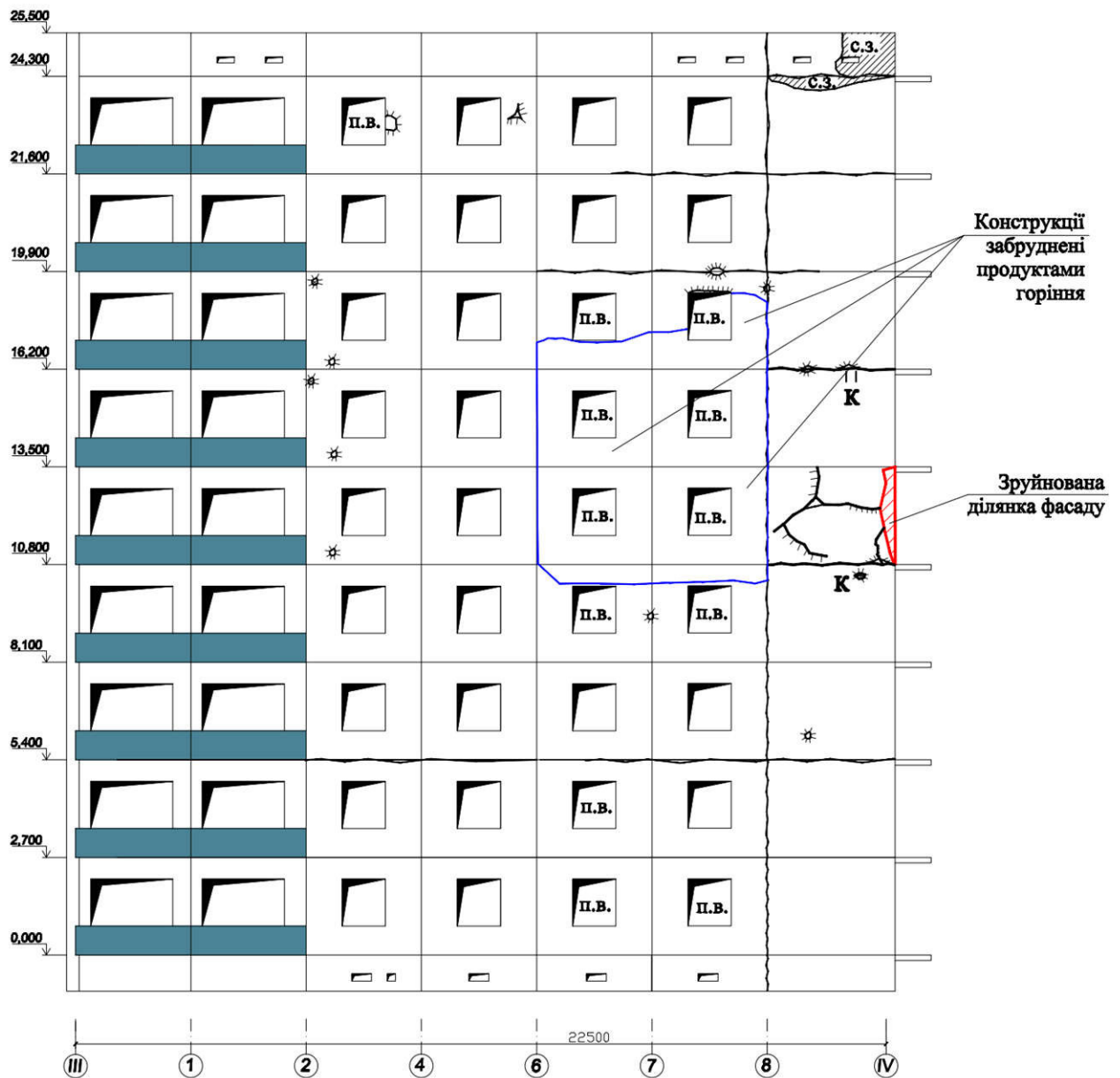
Також, зовнішні стінові панелі мають пошкодження, які не пов'язані з вибухом боєприпасу. Це пошкодження, які виникли внаслідок дії фізичних, хімічних чинників зовнішнього середовища. З дією цих чинників пов'язано процес пошкодження фактурного шару зовнішніх цокольних та стінових панелей, руйнування захисного шару, корозія арматури (деструкція бетону та арматури).

Всі пошкодження, внаслідок вибуху, стінові конструкції зосереджені в сходовій клітині та в квартирах, які розташовані в осях «5...IV». На іншій частині під'їзду № 1 зовнішні стіни будівлі зазнали більші пошкодження, які пов'язані з іншими факторами. Пошкодження зовнішніх стін під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2, які були зафіксовані під час обстеження, наведені на рисунках 4.61...4.63.

Внаслідок вибуху були зруйновані плити перекриття в осях «8...IV» в рядах «Б...Г» третього, четвертого та п'ятого поверхів під'їзду. Всі зруйновані плити впали у середину будівлі та знаходились на плиті перекриття другого поверху. Повної руйнації зазнали плити балконів по осі «IV» в рядах «Б/В...Г» четвертого...шостого поверхів, на третьому та сьомому поверхах такі плити зруйновані частково (див. рисунки 4.49, 4.52). Також, було зруйноване і огороження балконів на цій ділянці будівлі.

Внаслідок негативного впливу на залізобетонні конструкції відкритого огню та високих температур, плити перекриття четвертого, п'ятого поверхів в рядах «А...Б» в осях «7...IV» (квартири № 14, № 18) та балконні плити на цій ділянці будівлі отримали пошкодження у вигляді руйнації бетону, утворення тріщин, мало місце зменшення міцності бетону та арматури (див. рисунки 4.58...4.60).

На інших ділянках під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2 плити перекриття, балконів, лоджій пошкоджень не зазнали. Мало місце утворення тріщини з величиною розкриття більше 1,0мм в стиках між плитами.



Умовні позначення:







-  - тріщини шириною розкриття ат=1мм;
-  - зруйнована ділянка фасаду;
-  - утеплення фасаду;
- п.в. - пошкодження вікон;
- К - корозійні ушкодження;
-  - скол;
- с.з. - сліди замочань;
-  - конструкції забруднені продуктами горіння ;
-  - вихід із площини

Рисунок 4.61 – Схема пошкоджень зовнішніх стін по ряду «А»
під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2

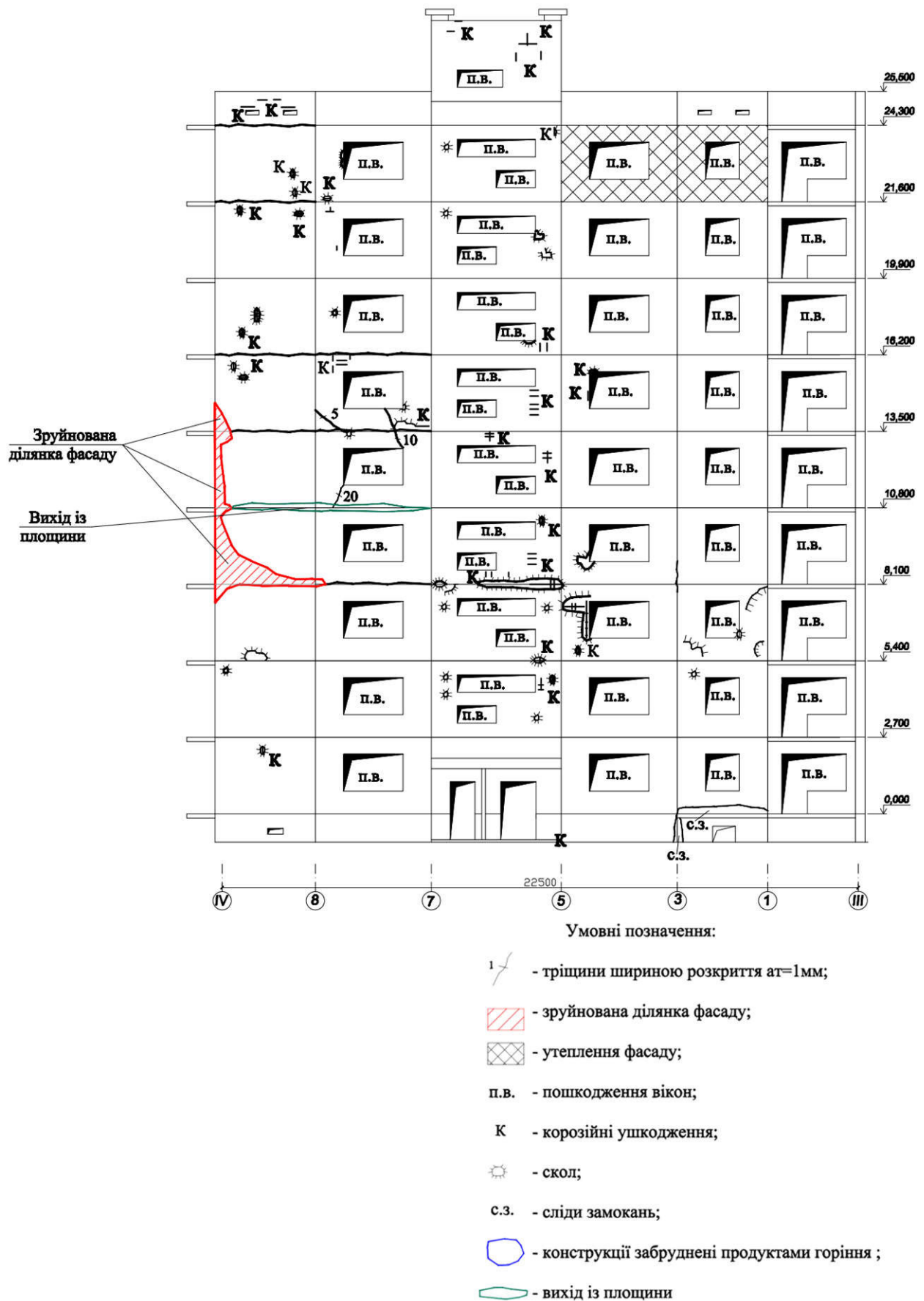


Рисунок 4.62 – Схема пошкоджень зовнішніх стін по ряду «Г» під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2

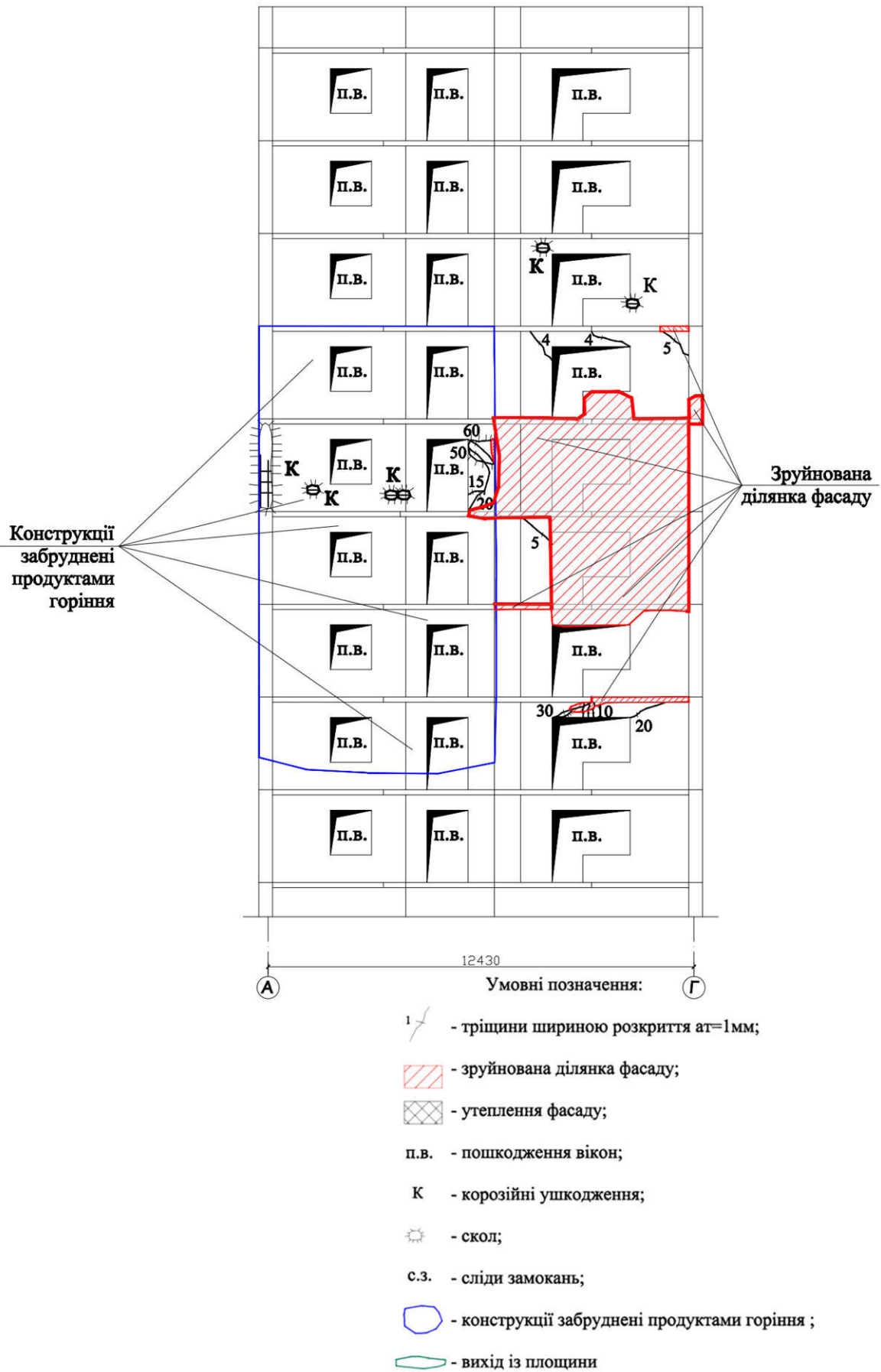


Рисунок 4.63 – Схема пошкоджень зовнішніх стін по осі «IV»
під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2

Для вертикального зв'язку між поверхами в під'їзді в осях «4...6» в рядах «В...Г» передбачена сходовою клітиною та ліфтова шахта.

Від вибуху боєприпасу пошкоджень зазнали конструкції сходів та ліфтової шахти в районі п'ятого поверху. Об'ємний блок ліфтової шахти змістився в сторону сходової клітини на 40мм, в його бетонній стіні утворились тріщини. В марші сходів з п'ятого поверху на проміжну площадку між п'ятим та шостим поверхами утворились поперечні тріщини з величиною розкриття більше 1,0мм. Зменшилась величина спирання цього маршу на лобовий виступ площадки до 10мм (величина спирання маршу на виступ площадки повинен становити 50мм). А безпосередньо в ребрах площадки утворились тріщини з величиною розкриття до 2мм. В ребрі цієї площадки по осі «б» є скол бетону. Пошкодження сходів в районі п'ятого поверху наведені на рисунку 4.64. Ці пошкоджені конструкції під час капітального ремонту підлягають заміні. На інших поверхах пошкодження сходів та ліфтової шахти не зафіксовані.



Рисунок 4.64 – Пошкодження сходів в районі п'ятого поверху

Окремі ступені сходів мають механічні пошкодження у вигляді незначних сколів бетону.

Під час проведення демонтажних робіт конструкції, розташовані в сходовій клітині, додаткових пошкоджень не зазнали.

Конструкції ганку входу в під'їзд № 1 будівлі, внаслідок вибуху, пошкоджень не зазнали, але ганок було часткове зруйновано під час виконання демонтажних робіт. Ганок входу не підлягає відновленню, його слід міняти.

При обстеженні покрівлі було виявлено руйнацію покрівельного металу пиліни по периметру під'їзду, пошкодження килиму по всій площі під'їзду та корозію огороження.

Інженерні системи також зазнали руйнацій та пошкоджень. Було зруйновано системи водопостачання, водовідведення, електропостачання та газопостачання в осях «б...IV» (див. рисунки 4.49, 4.52). Зруйновано систему вентиляції по осі «б».

Загалом технічний стан під'їзду № 1 (блок-секції № 2) будівлі об'єкта № 2 визначено фахівцями, як аварійний (категорія 4).

4.2.2 Результати обстеження будівельних конструкцій під'їзду № 2 (блок-секція № 1) будівлі об'єкта № 2

Стіни технічного підпілля під'їзду № 2 (блок-секція № 1) будівлі об'єкта № 2, внаслідок вибуху боєприпасу, пошкоджень не зазнали, але в ході обстеження були виявлені такі пошкодження, як тріщини в захисному шарі бетону, сколи та корозійні ушкодження. В технічному підпіллі по осі «8» у ряду «Г», панель при будівництві була змонтована з тріщиною (рисунок 4.65а). Деструкцію бетону та арматури, в більшій мірі, мають зовнішні панелі (рисунок 4.65б).

а)



б)



Рисунок 4.65 – Пошкодження та дефекти панелей технічного підпілля:

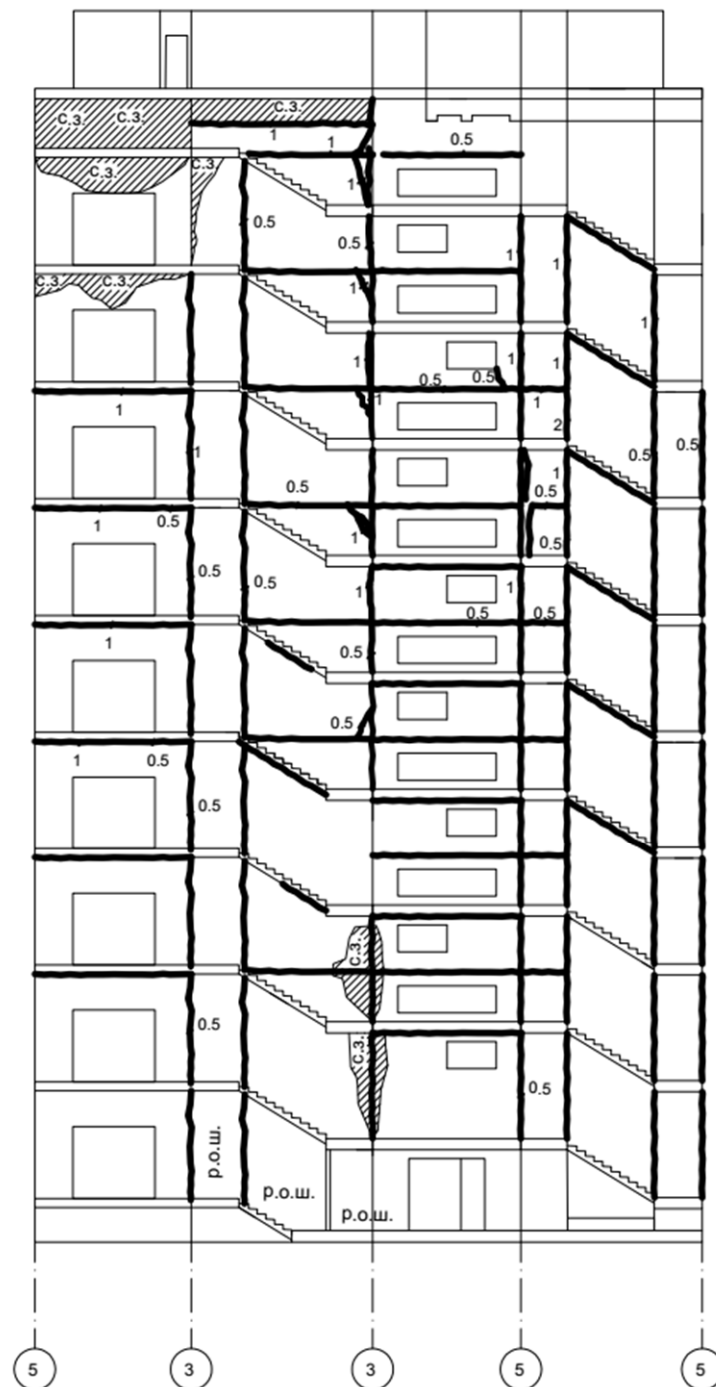
а) по осі «8» у ряду «Г» при будівництві змонтували панель з дефектом; б) деструкція бетону та арматури

Стіни, перегородки, огорожувальні конструкції надземної частини, внаслідок вибуху боєприпасу, зазнали пошкодження, пов'язані з дією вибухової хвилі:

- розкриття стиків з утворенням тріщин між панелями;
- утворення тріщин на ділянках примикання перегородок до перекриття;
- руйнації скління, вікон рам, які закривали балкони та лоджії;
- руйнація відкосів (віконних, балконних, лоджій).

В сходовій клітині після вибуху сталася незначна руйнація оздоблювального шару, розкриття стиків та раніше існуючих тріщин. Тріщини розкрились як в стиках стінових панелей, так і на ділянках примикань їх до сходових площадок.

Пошкодження, які зафіксовані в сходових клітинах під'їзду № 2 будівлі об'єкта № 2, наведені на рисунку 4.66.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

1 - тріщини з величиною розкриття 1 мм;

с.з. - сліди замочань;

р.о.ш. - руйнування оздоблювального шару

Рисунок 4.66 – Схема пошкоджень в конструкціях сходових клітин під'їзду №2 будівлі об'єкта № 2

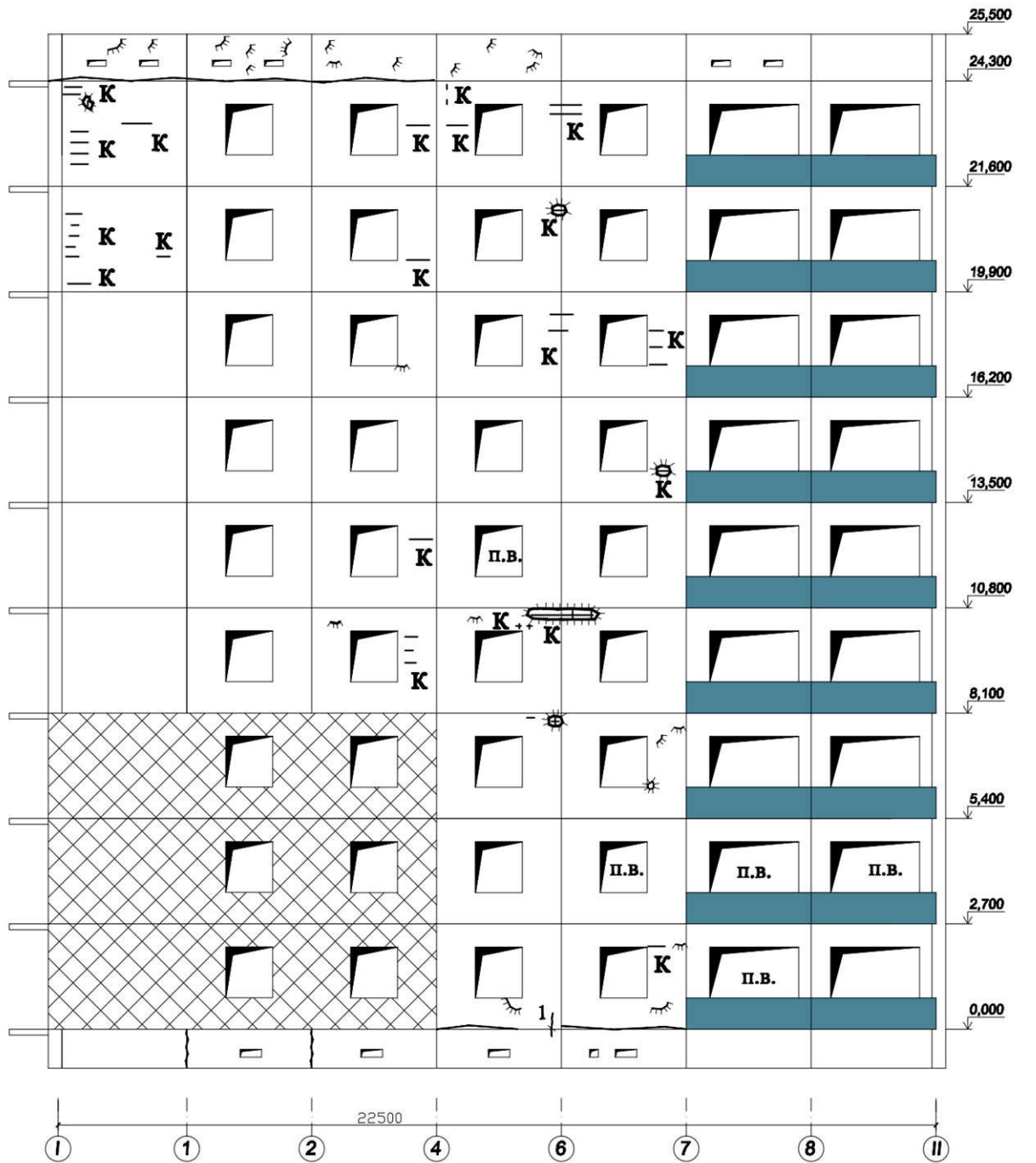
Внаслідок дії вибухової хвилі були пошкоджені вікна та рами огороження балконів, лоджій.

Загальна кількість пошкоджених вікон в під'їзді № 2 будівлі об'єкта № 2 становить 60 шт. Відповідно по квартирах: кв. № 37 – 4 шт.; кв. № 38 – 2 шт.; кв. № 40 – 2 шт.; кв. № 41 – 3 шт.; кв. № 42 – 3 шт.; кв. № 43 – 1 шт.; кв. № 45 – 3 шт.; кв. № 47 – 3 шт.; кв. № 48 – 2 шт.; кв. № 49 – 3 шт.; кв. № 53 – 3 шт.; кв. № 54 – 3 шт.; кв. № 55 – 3 шт.; кв. № 57 – 2 шт.; кв. № 60 – 1 шт.; кв. № 61 – 3 шт.; кв. № 62 – 3 шт.; кв. № 64 – 1 шт.; кв. № 65 – 3 шт.; кв. № 68 – 1 шт.; кв. № 69 – 4 шт.; кв. № 71 – 3 шт.; кв. № 72 – 1 шт.

В сходовій клітині – 3 шт.

Загальна кількість пошкоджених рам, віконних блоків огороження балконів та лоджій в під'їзді № 2 становить: 16 балконних блоків та 8 блоків лоджій. Відповідно, по квартирах: кв. № 37 – балкон, лоджія; кв. № 38 – лоджія; кв. № 40 – балкон; кв. № 41 – балкон, лоджія; кв. № 42 – лоджія; кв. № 43 – балкон; кв. № 44 – балкон; кв. № 45 – балкон; кв. № 47 – балкон; кв. № 48 – балкон; кв. № 49 – балкон; кв. № 52 – балкон; кв. № 53 – балкон; кв. № 54 – лоджія; кв. № 55 – балкон; кв. № 56 – балкон; кв. № 57 – балкон; кв. № 61 – балкон, лоджія; кв. № 62 – лоджія; кв. № 69 – лоджія; кв. № 72 – балкон.

Внаслідок вибуху стінові конструкції під'їзду № 2 будівлі об'єкта суттєвих пошкоджень не зазнали. Зовнішні стіни будівлі зазнали більші пошкодження, які пов'язані з іншими факторами. Це пошкодження, які виникли внаслідок нерівномірних осідань та внаслідок дії фізичних, хімічних чинників зовнішнього середовища. Пошкодження зовнішніх стін під'їзду № 2 будівлі об'єкта, які були зафіксовані під час обстеження, наведені на рисунках 4.67...4.68.



Умовні позначення:





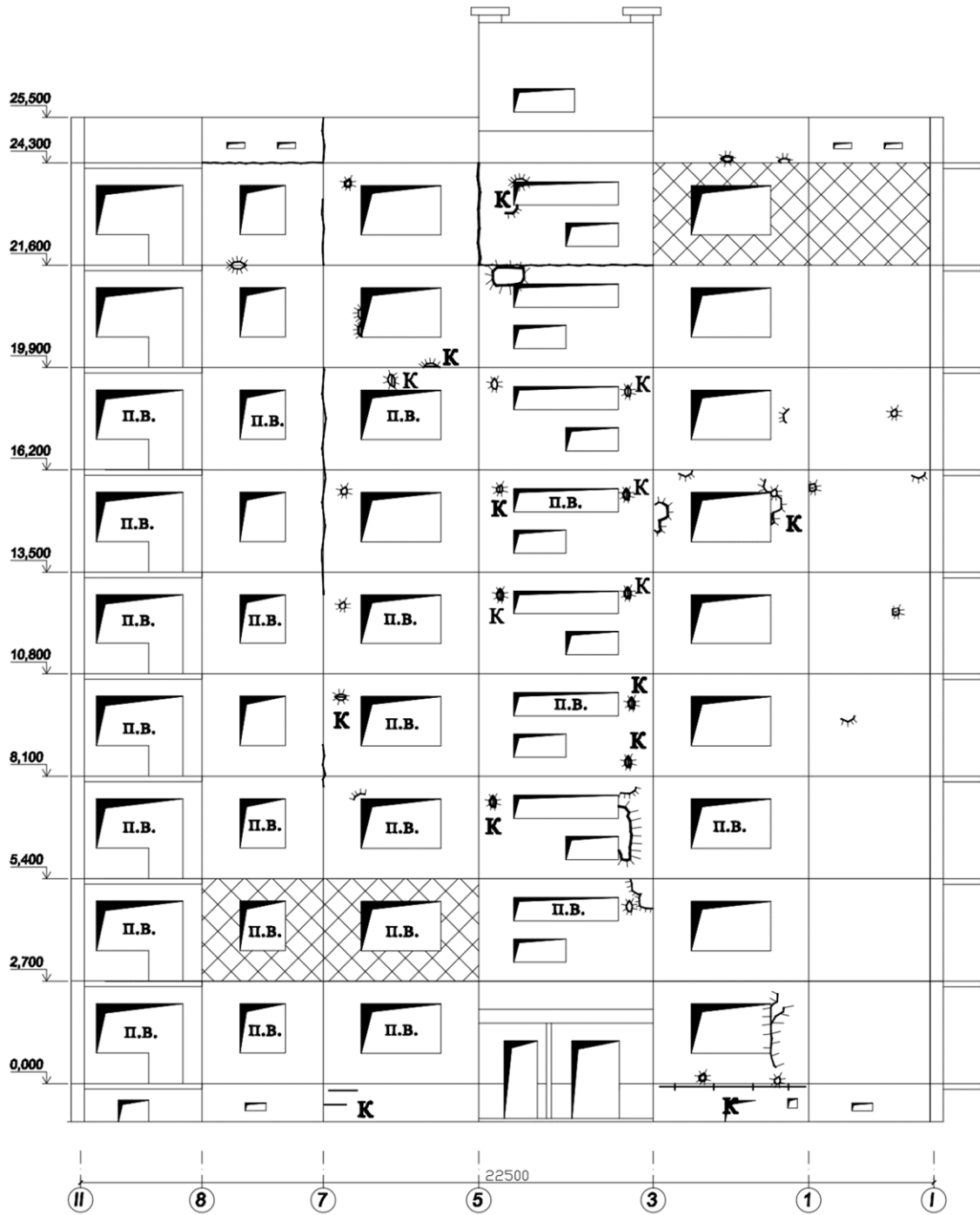
-  - тріщини шириною розкриття ат=1мм;
-  - зруйнована ділянка фасаду;
-  - утеплення фасаду;
- п.в. - пошкодження вікон;
- К - корозійні ушкодження;
-  - скол;
- с.з. - сліди замокань;

Рисунок 4.67 – Схема пошкоджень зовнішніх стін по ряду «А»
під'їзду № 2 будівлі об'єкта № 2



Умовні позначення:





-  - тріщини шириною розкриття ат=1мм;
-  - зруйнована ділянка фасаду;
-  - утеплення фасаду;
- п.в. - пошкодження вікон;
- К - корозійні ушкодження;
-  - скол;
- с.з. - сліди замокань;

Рисунок 4.68 – Схема пошкоджень зовнішніх стін по ряду «Г» під'їзду № 2 будівлі об'єкта № 2

Тріщини деформаційного характеру утворювались тільки в стиках. Фахівці зазначили, що будівля, за час експлуатації, не зазнала значних нерівномірних осідань, внаслідок цього кількість тріщин та величина їх розкриття незначні.

Стіни сходової клітини мають сліди замокань верхніх поверхів (технічний, дев'ятий, восьмий) через дах. Також, сліди замокань зафіксовано на другому та третьому поверхах в куту «Г/3» через тріщини в стиках стінових панелей.

В ході обстеження стін та перегородок в квартирах значних пошкоджень не виявлено, але мають місце незначні тріщини в сполученні стін та перегородок, тріщини на ділянках примикання стін до перекриття, відшарування оздоблення стін (плитка, шпалери), сліди замокань.

Плити перекриття, балконів, лоджій внаслідок вибуху боєприпасу пошкоджень, що знижують несучу здатність, не зазнали. Під час обстеження були виявлені такі пошкодження, як тріщини в стиках плит, сліди замокань та руйнування оздоблювального шару

Вибух боєприпасу не вплинув на технічний стан сходів в під'їзді та ліфтової шахти. Окремі ступені сходів мають механічні пошкодження у вигляді незначних сколів бетону. Інші пошкодження сходів та ліфтової шахти не зафіксовані.

Внаслідок вибуху боєприпасу конструкції технічного поверху пошкоджень не зазнали, але протікань покрівлі значно збільшилось, тому було виконане капітальний ремонт покрівлі, який передбачав влаштування нового шару рулонного матеріалу.

Інженерні системи від вибуху не постраждали, але фахівці зазначили, що в системі водопостачання та опалення закінчився нормативний термін експлуатації.

Загалом технічний стан під'їзду № 2 (блок-секції № 1) будівлі об'єкта № 2 визначено фахівцями, як задовільний (категорія 2).

5 УМОВИ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

5.1 Необхідність створення документації, щодо технічного стану пошкоджених об'єктів та аналіз зафіксованих пошкоджень

Створення документації з технічного стану пошкоджених об'єктів є невід'ємною частиною ефективного управління кризовими ситуаціями та відновленням інфраструктури. Цей процес важливий для систематизації та оцінки масштабу пошкоджень, розробки проектів з відновлення, фінансового аналізу та раціонального використання ресурсів. Деталізована інформація допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо пріоритетів та забезпечення безпеки об'єктів. Крім того, документація є важливою для забезпечення звітності перед владою та громадськістю, а також для виконання законодавчих вимог. Враховуючи ці аспекти, створення такої документації стає необхідною складовою управління кризовими ситуаціями та відновленням.

Крім того, аналіз технічного стану об'єктів сприяє виявленню можливостей поліпшення їх стійкості та відновлюваності перед майбутніми подіями подібного характеру. Документація стає основою для розробки стратегій запобігання подібним ситуаціям та вдосконалення дизайну інфраструктури.

Пошкодження об'єктів може представляти ризики для безпеки та стабільності, і завдяки інформації про технічний стан, можна приймати оперативні заходи для усунення небезпеки та мінімізації подальших ризиків. Це особливо важливо в умовах екстремальних ситуацій, таких як природні катастрофи, техногенні аварії або бойові дії.

Загалом, створення документації щодо технічного стану пошкоджених об'єктів є стратегічно важливим етапом у відновленні та управлінні кризовими

ситуаціями, допомагаючи зберегти ресурси, забезпечити безпеку і покращити стійкість інфраструктури перед майбутніми викликами.

Отримавши актуальну інформацію, що до пошкодження обох об'єктів дослідження, стало можливим виконати аналіз пошкоджень. При обстеженні об'єктів дослідження фахівці фіксували не тільки пошкодження, що спричинили вибухи боєприпасів, але й пошкодження, які виникли під час експлуатації. Обидві будівлі об'єктів дослідження побудовані на просідаючих ґрунтах (див. розділ 2), однак не зазнали значних нерівномірних осідань за час експлуатації за рахунок протипросідних заходів (див. розділ 3) та відсутності без контрольованого замочування основ фундаментів (ґрунтів). Однак під час обстеження були зафіксовані пошкодження які стосуються експлуатаційного періоду, а саме:

- корозія арматури;
- карбонізація бетону;
- тріщини в швах між панелями;
- сколи бетону;
- руйнація фактурного шару зовнішніх панелей;
- пошкодження опорядження сходової клітини;
- замочування конструкцій верхніх поверхів.

Це пошкодження, які виникли внаслідок нерівномірних осідань та внаслідок дії фізичних, хімічних чинників зовнішнього середовища.

При обстеженні об'єкта дослідження № 2 фахівцями було виявлено пошкодження та дефекти панелей технічного підпілля по осі «8» у ряду «Г», які змонтували при будівництві з дефектом (див. рисунок 4.65).

Також у значної частини інженерних систем обох об'єктів дослідження закінчився нормативний термін експлуатації (див. розділ 4).

Аналіз отриманих пошкоджень внаслідок вибуху боєприпасів показує, що пряме потрапляння або в безпосередній близькості від будівлі, з детонацією боєприпасу, призведе до аварійного стану будівлі. Вибухова хвиля може значно впливати на конструкції через ударну хвилю, збудження резонансу,

шаруватість матеріалу, термічні ефекти, подряпини та подряпини фрагментів. Ці фактори можуть призводити до пошкодження та руйнування конструкцій під впливом вибуху.

При аналізі проведених обстежень обох будівель об'єктів дослідження бачимо, що при віддаленні конструкцій від епіцентру вибуху, пошкодження мають менш руйнівний характер.

5.2 Умови відновлення будівлі об'єкта № 1

Відновлення експлуатаційної придатності блок-секцій №№ 1, 2 будівлі об'єкта № 1 можливе шляхом виконання капітального ремонту. Капітальний ремонт необхідно виконувати відповідно до проекту. Проект капітального ремонту повинен передбачати:

- відновлення експлуатаційної придатності конструкцій блок-секцій;
- комплекс водозахисних заходів;
- термомодернізацію будівлі;
- благоустрій території.

Відновлення експлуатаційної придатності блок-секцій №№ 3, 4 будівлі об'єкта № 1 більш складна задача та капітальним ремонтом тут не обійтись. Технічний стан цих блок-секцій за результатами проведеного обстеження визначено, як аварійний (категорія 4).

Однак, якщо за допомогою реконструкції та капітального ремонту можливо відновити блок-секцію № 3, то блок-секцію № 4 можливо відновити тільки шляхом нового будівництва з використанням існуючих фундаментів. Тобто необхідно було виконати демонтаж вцілілої частини блок-секції № 4. Згодом були виконані геологічні вишукування та обстеження існуючих фундаментів [15]. Дані наведені в цьому документі [15] можуть бути використанні, як вихідні данні для проектування. Слід зазначити, що у місцях

виробок (шурфів) при обстеженні фундаментів пошкодження не зафіксовані. Шурфи були вириті також у безпосередній близькості до епіцентру вибуху боєприпасу, тому можна стверджувати що фундаменти пошкоджені не зазнали.

Оскільки виробництво конструкцій, з яких побудована будівля об'єкта № 1, ліквідовано більше 20 років тому (див. розділ 3), було запропоновано використати блок-секцію № 4, як донора для відновлення експлуатаційної придатності блок секції № 3. Цей варіант умов відновлення співпадає з метою даного дослідження.

У м. Запоріжжі була практика схожої відбудови будинку з конструкцій, які раніше використовувалися. Це було в 90-тих роках минулого сторіччя на майданчику по вул. Вороніжський (Хортицький житловий масив). Дві будівлі по вул. Вороніжський розташовувались поруч - панельна дев'ятиповерхова блок-секція, змонтована з конструкцій серії 1-480А житлового будинку № 6 та тринадцятиповерхова будівля № 12а, стіни якої побудовані з цегли. Внаслідок нерівномірних осідань основи та фундаментів будівель деформаційний шов між будівлями закрився. Подальші деформації будівель вели до руйнації конструкцій дев'ятиповерхівки. В кінцевому підсумку в панельній блок-секції було зруйновано значну кількість панелей та плит перекриття. Мешканців панельної блок-секції відселили, конструкції демонтували. З непошкоджених конструкцій, які залишилися, збудували чотирьохповерхову блок-секцію. Виробництво № 1 ЗДБК на той час конструкції даної серії вже не виробляла, тому відновити її в повному обсязі було неможливо. Зовнішній вигляд відновленої чотирьохповерхової блок-секції житлового будинку по вул. Вороніжський, 6 наведено на рисунку 5.1.

Для того щоб використовувати конструкції блок-секції № 4 у подальшому для відновлення блок-секції № 3 необхідно дотримуватись певних рекомендацій фахівців.

Демонтаж конструкцій блок-секції № 4 будівлі, які залишилися, повинен передбачати послідовну їх розборку. Демонтаж виконувати краном, зверху до низу, максимально зберігаючи їх цілісність. До початку демонтажу кожної

конструкції необхідно розчистити її стики від розчину та бетону, перерізати сталеві накладки, зв'язки, максимально зберігаючи цілісність випусків та закладних деталей. Демонтажні роботи виконувати по розробленому проекту виконання робіт.



Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд відновленої шляхом реконструкції чотирьохповерхової блок-секції житлового будинку по вул. Вороніжський, 6 в м. Запоріжжі

Після демонтажу, конструкції підлягають обстеженню на можливість їх повторного використання та визначення обсягу підготовчих робіт. Значну увагу слід приділити правильності складування та зберігання демонтованих конструкцій, які в подальшому планується використовувати.

Цілі демонтовані конструкції можуть бути використані для реконструкції блок-секції № 3 будівлі. Конструкції, які залишаться після реконструкцій блок-

секції № 3, можливо використати для будівництва індивідуальних житлових будинків.

Після демонтажу всіх конструкцій та прибирання будівельного сміття залізобетонні фундаменти блок-секції № 4 будівлі можливо використовувати для зведення нової будівлі по індивідуальному проєкту.

Реконструкція (капітальний ремонт) блок-секції № 3 будівлі має включати демонтаж всіх конструкцій в осях «1...1/2» від даху до технічного підпілля, за винятком непошкоджених цокольних панелей в рядах «А...В», їх можна залишити. Після цього потрібно передбачити відновлений монтаж конструкцій в осях «1...1/2». Також в рамках реконструкції може включати підсилення чи заміну окремих конструкцій блок-секції за межами ділянки демонтажу. Необхідно виконати усі ремонтні роботи для поліпшення стану та функціональності будівельних елементів.

Демонтаж конструкцій блок-секції № 3 будівлі в осях «1...1/2» виконувати з урахуванням рекомендацій фахівців, наведених вище для блок-секції № 4. З метою максимального збереження конструкцій, демонтажні та будівельно-монтажні роботи на блок-секціях №№ 3, 4 будівлі повинна виконувати одна підрядна організація.

Обов'язковому демонтажу також підлягають дві пошкоджені панелі перекриття технічного підпілля в рядах «Г...Д» осях «1/2...3».

Перед монтажем, конструкції повинні пройти підготовчі роботи та вхідний контроль на предмет можливості повторного використання. Підготовчі роботи повинні передбачати: очищення від розчину, бетону, бруду, продуктів корозії закладних деталей, випусків арматури; поточний ремонт та інше. Особливу увагу слід звернути на підготовку ділянок майбутніх стиків. Вхідний контроль передбачає обстеження конструкції на відсутність пошкоджень, якість виконання підготовчих робіт та наявність всіх потрібних випусків арматури та закладних деталей.

Монтаж конструкцій необхідно виконувати з урахуванням проєкту реконструкції (ПВР), які, в свою чергу, мають бути розроблені з урахуванням вимог нормативних документів.

Також необхідно виконати водозахисні заходи, які повинні передбачати усунення усіх можливих джерел замочування ґрунтів основи. Для цього необхідно привести в належний технічний стан всі водогінні комунікації у середині будівлі і на прилеглий території. Зовнішні та внутрішні водогінні комунікації повинні бути виконані відповідно до вимог нормативних документів будівництва та експлуатації їх на просідаючих ґрунтах [31...34].

Замінити випуски каналізації та введення труб опалення в будівлю. В будівлі замінити всі труби та обладнання, термін експлуатації яких закінчився.

Виконати ремонт вимощення навколо будівлі та благоустрій території, який забезпече відведення атмосферних опадів від будівлі.

Термомодернізація будівлі обов'язкова. При відновленні монолітності стін герметизація стиків та їх утеплення не будуть досягнуті. Також, термомодернізація потрібна для захисту зовнішніх стінових панелей, в яких вже почався процес руйнації фактурного шару, а будівлі потрібно експлуатуватися ще не менше 50 років. Утеплення стін виконується після ремонту панелей.

5.3 Умови відновлення будівлі об'єкта № 2

Відновлення експлуатаційної придатності під'їзду № 2 (блок-секція № 1) будівлі об'єкта № 2 можливе шляхом виконання капітального ремонту. Капітальний ремонт необхідно виконувати відповідно до проєкту. Проєкт капітального ремонту повинен передбачати:

- відновлення експлуатаційної придатності конструкцій блок-секцій;
- комплекс водозахисних заходів;

- термомодернізацію будівлі;
- благоустрій території.

Відновлення експлуатаційної придатності під'їзду № 1 (блок-секція № 2) будівлі об'єкта № 2 більш складна задача та капітальним ремонтом тут не обійтись. Технічний стан цієї блок-секції за результатами проведеного обстеження визначено, як аварійний (категорія 4).

Варіант відновлення за допомогою конструкцій з яких було побудовано будівлю в даному випадку неможливий. Виробництво конструкцій, з яких побудована будівля об'єкта № 2, ліквідовано більше 20 років тому (див. розділ 3). Також відсутня будівля донор, роль якої мала виконувати блок-секція № 4, в випадку відновлення блок-секції будівлі об'єкта № 1. Звичайно можливо демонтувати всю блок секцію та побудувати нову будівлю на існуючих фундаментах, але цей варіант умов відновлення суперечить меті даного дослідження, а саме впровадження в практику дієвих способів організації умов відновлення великопанельних будівель, що можуть зберегти якомога більшу частину існуючих будівельних конструкцій будівлі.

У даному випадку для відновлення експлуатаційної придатності під'їзду № 1 будівлі можливо застосувати комбінацію двох видів будівництва. Частину блок-секції залишити великопанельною (безкаркасною), а аварійну ділянку демонтувати та звести за допомогою монолітно-каркасного будівництва.

Під час проведення обстеження залишалась велика вірогідність обвалення конструкцій аварійної частини будівлі внаслідок дії різних факторів (вибух, осідання та інше). Першочерговим заходом з недопущення неконтрольованої руйнації будівлі (обвалення) був демонтаж аварійної частини будівлі об'єкта № 2.

Демонтажні роботи виконувались на майданчику об'єкта починаючи з липня 2023р., з залученням спеціальної техніки - екскаватора зі спеціальним обладнанням (рисунок 5.2). Під час виконання цих робіт були демонтовані і вивезені з майданчика конструкції частини під'їзду № 1 в осях «5, 6...IV» з першого поверху по дах. Стінові панелі технічного підпілля (підвалу) та плити



Рисунок 5.2 – Процес демонтажу будівельних конструкцій частини під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2

перекриття над ним не демонтували. Після виконання демонтажних робіт залишилося ~60% об'єму під'їзду № 1. План частини будівлі, яка залишилася після виконання демонтажних робіт, наведено на рисунку 5.3.

При демонтажних роботах на ділянці під'їзду № 1 будівлі об'єкта № 2 були демонтовані всі плити в десяти рівнях - з першого по технічний поверхи. Над технічним підпіллям демонтаж плит не передбачався. Незважаючи на падіння шматків конструкцій на ці плити, вони не зазнали пошкоджень. Під час виконання підготовчих робіт плити захистили на випадок падіння уламків.

Для виконання варіанту умов відновлення за допомогою монолітно-каркасного будівництва, необхідно буде демонтувати залишені панелі технічного підпілля до верхньої відмітки стрічки фундаментів частини під'їзду № 1 в осях «5, 6...IV» (аварійна ділянка).

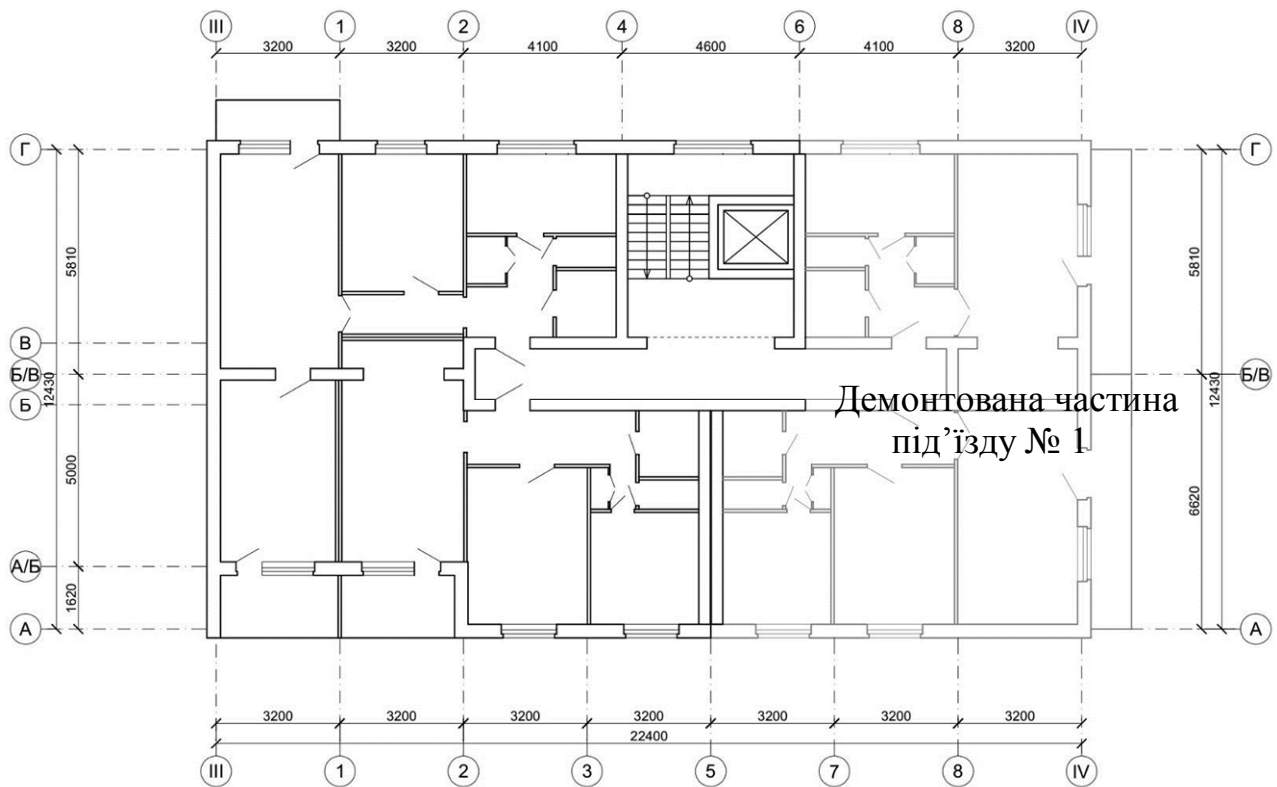
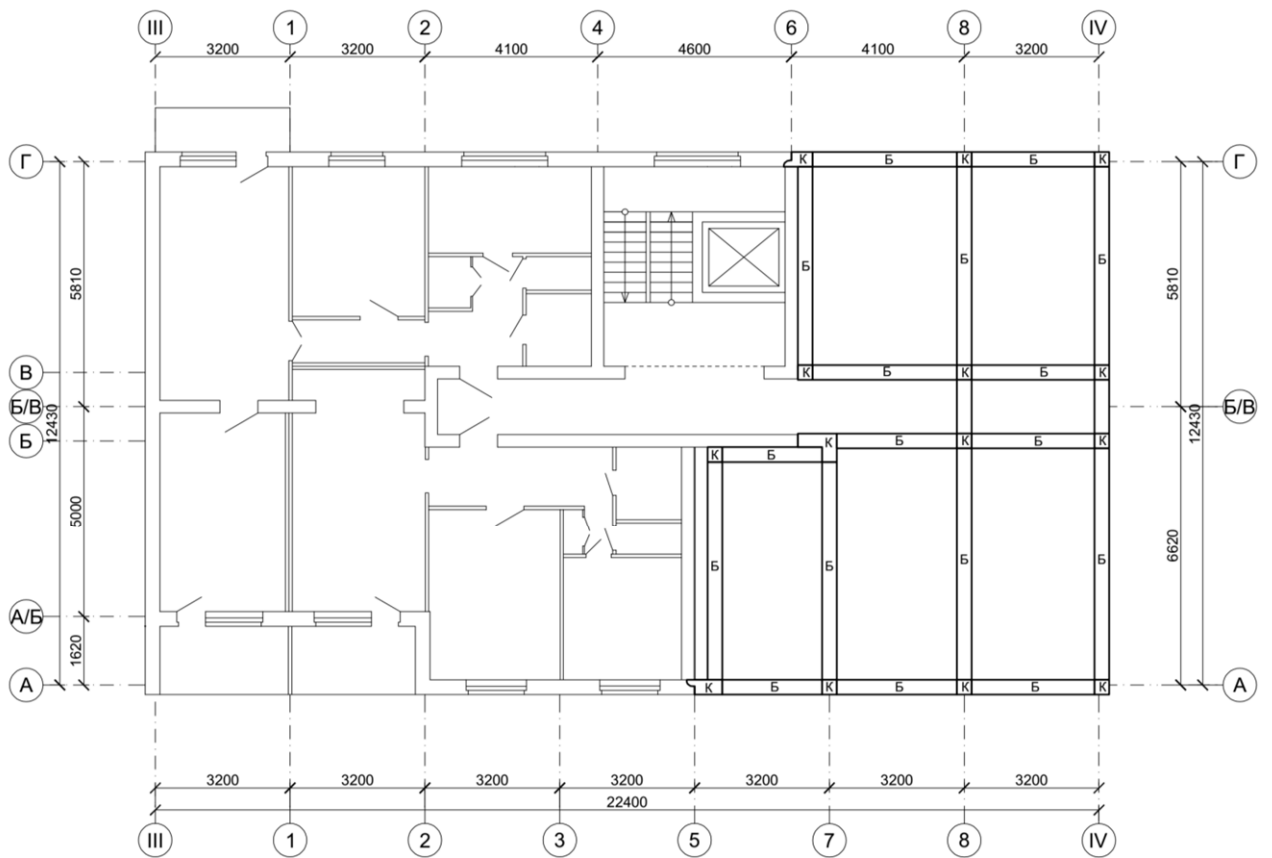


Рисунок 5.3 – План типового поверху під'їзду № 1 будівлі об'єкта №2
зі схемою демонтованих конструкцій

Всі стіни технічного підпілля, демонтованої частини під'їзду № 1, виконуються з моноліту залізобетону з випусками арматури для зв'язку з монолітним перекриттям підвалу та колонами надземної частини.

Колони надземної частини будівлі виконуються з моноліту залізобетону з випусками арматури для зв'язку з монолітним перекриттям поверху та колонами наступного поверху. Колони матимуть різноманітну форму у перерізі, а саме: квадратну, прямокутну та Г-образну. Простір між колонами закладаються блоками з газобетону з формуванням необхідних прорізів. Монолітне залізобетонне перекриття складено з балки, що з'єднує колони між собою, та плити, що зв'язана з балками. Всі конструкції залізобетонного моноліту зв'язані між собою арматурним каркасом. Така конструкція має забезпечити стійкість та просторову жорсткість частини блок-секції. Монолітна плита перекриття повинна мати товщину 140...170мм. Верх виконаної монолітної плити перекриття має знаходитись на відмітці верху плит

перекриття того ж поверху, частини під'їзду № 1, що залишилися. Схема розташування колон та балок монолітного пере­криття наведено на рисунку 5.4.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

К - монолітна колона з залізобетону

Б - балка монолітного пере­криття з залізобетону

Рисунок 5.4 – Схема розташування колон та балок монолітного пере­криття під'їзду № 1

Особливу увагу необхідно приділити з'єднанню конструкцій між вцілілою та ново зведеною частиною блок-секції. Просторова жорсткість окремих цих частин забезпечена окремо одна від одної, з'єднання цих частин матиме ключове значення для всієї блок-секції. Тому необхідно, як мінімум зв'язати існуючі арматурні випуски вцілілої частини з арматурним каркасом ново зведеної частини. Також можливі інші допоміжні з'єднання, наприклад анкерування.

В колонах можуть виникати моменти навантаження, тому для стійкості залізобетонного каркасу та для розподілу навантажень, в рівні технічного підпілля, в місцях розташування колон надземної частини, необхідно виконати пілони. Один з прикладів виконання конструкції пілону наведено на рисунку 5.5.

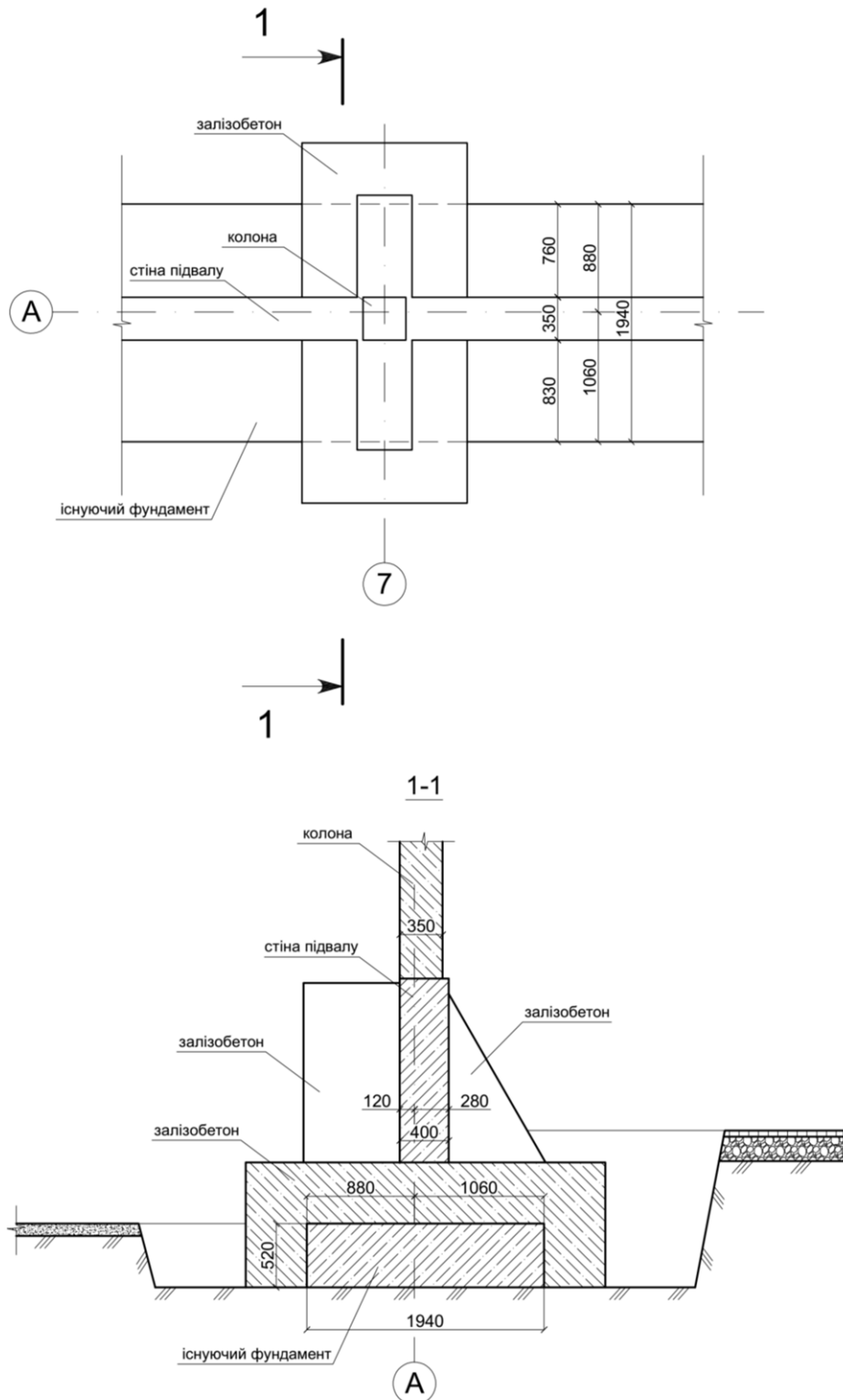


Рисунок 5.5 – Схема пілону під колону

При розробці проєкту необхідно ретельно пропрацювати кожен вузол з'єднання конструкцій нової та існуючої частини блок-секції.

Влаштування каркасної частини з монолітного залізобетону не єдиний варіант відновлення під'їзду №1. Можливо розглядати і інші варіанти. Наприклад, зведення стін з цегляної кладки а перекриття з монолітними чи збірними залізобетонними плитами. Для сумісної роботи двох частин реконструйованій будівлі в цегляних стінах слід передбачити монолітні залізобетонні поверхові пояси, арматуру яких слід з'єднати з випусками арматурних стрижнів з стінових панелей. На ділянках сполучення стін з різних матеріалів виконати монолітну залізобетонну шпонку, по всій висоті будівлі. При використанні даного варіанта відбудови виникне необхідність реконструювати фундаменти під відновлюваною частиною будівлі, збільшити ширину фундаментних стрічок. Це пов'язано з тим, що стіни з цегли будуть важче, чим с стінових панелей, а нам необхідно усунути можливі додаткові осідання основи.

Для врахування можливих геологічних процесів під час реконструкції та подальшій експлуатації будівлі були виконані геологічні вишукування та обстеження існуючих фундаментів [22]. Дані наведені в цьому звіті [22] можуть бути вихідними даними для проєктування.

З урахуванням ґрунтових умов необхідно виконати водозахисні заходи, які повинні передбачати усунення усіх можливих джерел замочування ґрунтів основи. Для цього необхідно привести в належний технічний стан всі водогінні комунікації у середині будівлі і на прилеглий території. Зовнішні та внутрішні водогінні комунікації повинні бути виконані відповідно до вимог нормативних документів будівництва та експлуатації їх на просідаючих ґрунтах [31...34].

Влаштування вимощення навколо будівлі та благоустрій території, який забезпече відведення атмосферних опадів від будівлі також є важливим елементом водозахисних заходів.

Термомодернізація будівлі обов'язкова. При відновленні монолітності стін герметизація стиків та їх утеплення не будуть досягнуті. Також,

термомодернізація потрібна для захисту зовнішніх стінових панелей, в яких вже почався процес руйнації фактурного шару, а будівлі потрібно експлуатуватися ще не менше 50 років. Утеплення стін виконується після ремонту панелей та відбудови зруйнованої частини будівлі.

Під час проектування та будівництва відповідно до [35] вести науково-технічний супровід об'єктів. Науково технічний супровід повинен вирішувати питання: інженерно геологічного вишукування, обстеження конструкції, та інші, які виникнуть під час проектування та реконструкції будівлі.

Запропоновані методи відбудови пошкоджених бойовими діями будівель не традиційні для сучасного будівництва. Але під час відбудови зруйнованого та пошкодженого житлового фонду країни це може знизити вартість будівництва та скоротити термін введення відновлених житлових будинків в експлуатацію. Що є актуально завжди, а особливо під час відбудови зруйнованої України.

ВИСНОВКИ

У зв'язку з воєнними діями та ростом пошкоджень, руйнувань будівель і споруд спричинених ракетними обстрілами. Нерідко ракети вражають цивільні будівлі, і навіть житлові будинки. Значні пошкодження будівельних конструкцій внаслідок воєнних дій та підвищена необхідність відновлення будівель є причиною зростання потреби у кваліфікованому обстеженні будівельних конструкцій та визначенні технічного стану.

Створення документації з технічного стану пошкоджених об'єктів є невід'ємною частиною ефективного управління кризовими ситуаціями та відновленням інфраструктури. Цей процес важливий для систематизації та оцінки масштабу пошкоджень, розробки проектів з відновлення, фінансового аналізу та раціонального використання ресурсів. Деталізована інформація допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо пріоритетів та забезпечення безпеки об'єктів.

Застосування методів обстеження та використання візуального та інструментального огляду дозволяють сформулювати висновки і рекомендації, які орієнтовані на широке впровадження в практику дієвих способів організації умов відновлення великопанельних будівель, пошкоджених внаслідок вибуху ракети, що можуть зберегти якомога більшу частину існуючих будівельних конструкцій будівлі.

Об'єктом дослідження були дві існуючі будівлі житлових будинків, які зазнали значних пошкоджень внаслідок вибуху російських ракет. Перший об'єкт (далі об'єкт дослідження № 1) – великопанельний багатоповерховий житловий будинок типової забудови по вул. Зестафонській, 8 м. Запоріжжя. Другий об'єкт (далі об'єкт дослідження № 2) – великопанельний багатоповерховий житловий будинок типової забудови по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжя.

Обидві будівлі об'єкта дослідження побудовані на просідаючих ґрунтах та мають низку проти просідних заходів (див. розділи 2, 3).

Обидві будівлі об'єкта дослідження зведені з залізобетонних конструкцій типових серій. Конструктивна схема будівель – без каркасна, двох-, трьохпрольотна з поздовжніми несучими стінами (див. розділ 3).

Починаючи з середини вересня 2022р., обстрілів міста значно збільшилось. 9 жовтня о 2 годині за київським часом один з боєприпасів, випущених агресором, вибухнув в безпосередній близькості (в декількох метрах) від будівлі житлового будинку по вул. Зестафонській, 8 в м. Запоріжжі (будівля об'єкта дослідження № 1). Пізніше, 22 березня 2023р. о 11 годині 30 хвилин за київським часом один з боєприпасів, випущених агресором, потрапив в під'їзд № 1 будівлі житлового будинку по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжі (будівля об'єкта дослідження № 2).

Внаслідок дії вибухової хвилі від розриву боєприпасу було зруйновано приблизно половину блок-секції № 4 та зазнали значних пошкоджень конструкції блок-секції № 3 будівлі об'єкта № 1. Внаслідок дії вибухової хвилі від розриву другого боєприпасу частина будівельних конструкцій під'їзду №1 будівлі об'єкта № 2 була зруйнована, також частина конструкцій зазнала пошкоджень.

Вибухова хвиля - це хвиля тиску (і інших взаємопов'язаних термодинамічних і газодинамічних величин), що поширюється від місця вибуху у навколишній простір. Вибухова хвиля має дві фази - стискання та розрядження.

За результатами проведених обстежень фахівцями технічний стан блок-секцій №№ 3, 4 будівлі об'єкта № 1 та під'їзду № 1 (блок-секція № 2) було визначено, як аварійний (категорія 4). Детальна інформація про технічний стан будівель об'єктів наведено в розділі 4 даного дослідження.

Виробництво конструкцій, з яких побудовані обидві будівлі об'єкта, ліквідовано більше 20 років тому (див. розділ 3).

Для відновлення експлуатаційної придатності блок-секції № 3 будівлі об'єкта дослідження № 1 є можливим використати вцілілі конструкції блок-секції № 4 цієї ж будівлі, так як її відновлення можливе лише за допомогою нового будівництва на існуючих фундаментах.

Відновлення експлуатаційної придатності під'їзду № 1 (блок-секція № 2) будівлі об'єкта дослідження № 2 можливо застосувати комбінацію двох видів будівництва. Частина блок-секції залишити великопанельною (безкаркасною), а аварійну ділянку демонтувати та звести за допомогою монолітно-каркасного будівництва.

Можливо розглядати і інші варіанти. Наприклад, зведення стін з цегляної кладки а перекриття з монолітними чи збірними залізобетонними плитам. При використанні даного варіанта відбудови виникне необхідність реконструювати фундаменти під відновлюваною частиною будівлі, збільшити ширину фундаментних стрічок. Це пов'язано з тим, що стіни з цегли будуть важче, чим с стінових панелей, а нам необхідно усунути можливі додаткові осідання основи. Детальна інформація про умови відновлення будівель об'єктів наведено в розділі 5 даного дослідження.

З урахуванням ґрунтових умов необхідно виконати водозахисні заходи, які повинні передбачати усунення усіх можливих джерел замочування ґрунтів основи обох будівель об'єкта дослідження.

Термомодернізація обох будівель обов'язкова. При відновленні монолітності стін герметизація стиків та їх утеплення не будуть досягнуті. Також, термомодернізація потрібна для захисту зовнішніх стінових панелей, в яких вже почався процес руйнації фактурного шару.

Запропоновані методи відбудови пошкоджених бойовими діями будівель не традиційні для сучасного будівництва. Але під час відбудови зруйнованого та пошкодженого житлового фонду країни це може знизити вартість будівництва та скоротити термін введення відновлених житлових будинків в експлуатацію. Що є актуально завжди, а особливо під час відбудови зруйнованої України.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіт про науково-технічну роботу «Оцінка технічного стану будівлі Київської філії концерну радіомовлення, радіозв'язку та телебачення по вул. Дорогожицька, 10 в м. Києві у зв'язку із набутими пошкодженнями унаслідок бойових дій та розроблення рекомендацій щодо відновлення її експлуатаційної придатності». ДП «НДІБК», Київ, 2022. ЗНТ-111-8252.22-001.
2. Звіт про науково-технічну роботу «Обстеження, оцінка технічного стану та придатності до подальшої експлуатації житлового будинку по проспекту Лобановського, 6-А в м. Києві з визначенням першочергових протиаварійних заходів для стабілізації несучих конструкцій». ДП «НДІБК», Київ, 2022. ЗНТ-343-8228.22-001.
3. Звіт «Обстеження будівельних конструкцій, пошкоджених внаслідок воєнних дій, аварійної ділянки (під'їзд № 1) житлової будівлі по вул. Зестафонській, 10 м. Запоріжжя з наданням рекомендацій по їх відновленню». ФОП Рижиков О.М., Запоріжжя, 2022. Шифр 04/22 ЗРО.
4. Звіт «Обстеження будівельних конструкцій, пошкоджених внаслідок воєнних дій, аварійної житлової будівлі по вул. Кияшка, 22 в м. Запоріжжя з наданням рекомендацій по їх відновленню». ФОП Рижиков О.М., Запоріжжя, 2022. Шифр 02/22 ЗРО.
5. Звіт «Обстеження будівельних конструкцій, пошкоджених внаслідок воєнних дій, аварійної житлової будівлі по вул. Сталеварів, 16 в м. Запоріжжя з наданням рекомендацій по їх відновленню». ФОП Самченко Р.В., Запоріжжя, 2022. Шифр 836/22 ЗРО.
6. Звіт про науково-технічну роботу «Обстеження будівельних конструкцій багатоповерхового житлового будинку з вбудовано-прибудованими магазинами і нежитловими приміщеннями (дві блок-секції) по просп. Миру, 249 у м. Чернігів, з наданням рекомендацій по їх підсиленню у

зв'язку з пошкодженнями внаслідок воєнних дій». ЗВ ДП НДІБК, Запоріжжя, 2022. Шифр ВРО-328-07.22-001.

7. Звіт про науково-технічну роботу «Обстеження будівельних конструкцій, пошкоджених внаслідок воєнних дій, аварійної житлової будівлі по вул. Зестафонській, 8 м. Запоріжжя з наданням рекомендацій по їх відновленню». ФОП Самченко Р. В., Запоріжжя, 2022. Шифр 835/22 ЗРО.

8. Звіт про науково-технічну роботу «Обстеження будівельних конструкцій, пошкоджених внаслідок воєнних дій, житлової будівлі по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжя з наданням рекомендацій по їх відновленню». ФОП Рижиков О.М., Запоріжжя, 2023. Шифр 02/23 ЗРО.

9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 45 с.

10. Постанова Кабінету Міністрів України від 5 квітня 2022 р. № 423 Київ. Про внесення змін до Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва.

11. Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів. Затверджено наказом Міністерства розвитку громад та територій України 06.08.2022 року № 144.

12. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Аркуш L-36-VI Запоріжжя.

13. Заключение об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях «Жилой квартал по ул. Узбекистанской в г. Запорожье». ГПИ «Запорожгипроводхоз», Запорожье, 1989. Шифр 1039222.

14. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Строительство торгового центра по ул. Зестафонской в г. Запорожье». ЗФ «УкрНИИНТИЗ», Запорожье, 2006. Шифр 0211.

15. Висновок «Підготовка вихідних даних для проектування відбудови блок-секції № 4 житлової будівлі по вул. Зестафонській, 8 в м. Запоріжжя,

зруйнованої внаслідок воєнних дій. Інженерно-геологічні вишукування, обстеження фундаментів». ЗВ ДП НДІБК, Запоріжжя, 2023. Шифр ВРО-328-01.23-001.

16. ДБН В.1.1-25:2009 Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. [Чинний з 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 54 с.

17. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний з 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 109 с.

18. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Зміна № 1. [Чинний з 2019-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 10 с

19. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. [Чинний з 2008-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 72 с.

20. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1). URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/2718383894184331215?doc_type=6 (дата звернення 10.11.2023).

21. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Комплекс жилых домов в районе улиц: Запорожская, Грязнова, Героев Сталинграда, Прибрежная магистраль в г. Запорожье». ЗФ «УкрНИИТИЗ», Запорожье, 2005. Шифр 9872.

22. Висновок «Підготовка вихідних даних для проектування відбудови блок-секції № 2 (під'їзд № 1) житлового будинку по вул. Запорізькій, 2а в м. Запоріжжя, пошкодженої внаслідок воєнних дій. Інженерно-геологічні вишукування, обстеження фундаментів». ЗВ ДП НДІБК, Запоріжжя, 2023. Шифр ВРО-328-10.23-001.

23. ДСТУ-Н Б В.1.1-44:2016. Настанова щодо проектування будівель і споруд на просідаючих ґрунтах. [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 94 с.

24. Єдиний класифікатор житлових будинків залежно від якості житла та наявного інженерного обладнання. Держбуд архітектури та житлової політики України, наказ № 215 від 30.09.1998р.

25. ДСТУ Б В.2.1-30:2014. Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд. [Чинний з 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2015. 29с.

26. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. [Чинний з 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с.

27. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. Зміна № 1. [Чинний з 2018-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 32 с.

28. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. [Чинний з 2017-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2017. 23 с.

29. ПОЛОЖЕННЯ про порядок консервації та розконсервації об'єктів будівництва. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1582-05#Text> (дата звернення 05.10.2023).

30. СОУ ЖКГ 75.11-35077234. 0015:2009 Правила визначення фізичного зносу житлових будинків . [Чинний з 2009-02-03]. Вид. офіц. Київ: ЖКГ України, 2009. 44 с.

31. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний з 2013-04-08]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 214 с.

32. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний з 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с.

33. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина II. Будівництво. [Чинний з 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 105 с.

34. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. [Чинний з 2009-01-07]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 56 с.

35. ДБН В.1.2-5:2007. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. [Чинний з 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 14 с.