

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра "Будівельні, дорожні машини і будівництво"

Допустити до захисту
зав. кафедрою БДМБ
канд. техн. наук, професор
_____ Настоящий В.А.
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

**Аналіз технологій реконструкції багатопверхових
будівель різних періодів забудови**

Керівник магістерської роботи
канд. техн. наук, доцент
_____ Скриннік І.О.
" ____ " _____ 2024 р.

Виконав студент гр. БІ-23М-1
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Бабій В.О.
" ____ " _____ 2024 р.

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення ФБТЕ

Кафедра, циклова комісія Будівельні, дорожні машини і будівництво

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БДМБ,

к.т.н. проф. Настоящий В.А.

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бабію В'ячеславу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Аналіз технологій реконструкції багатоповерхових будівель різних періодів забудови**

керівник проекту (роботи) к.т.н. доцент Скриннік І.О. В.В.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “7” 08 2024__ року №34-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 25.11.2024р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна та довідкова література по темі завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Архітектурний розділ;*

2. *Науково-дослідний розділ;*

3. *Розділ охорона праці*

5. Перелік графічного матеріалу

Не менше 10 плакатів графічних матеріалів які ілюструють методику та результати досліджень

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурний	доцент Скриннік І.О.		
Науковий	доцент Скриннік І.О.		
Охорона праці	доцент Дарієнко В.В.		

7. Дата видачі завдання 10. 09. 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Розробка інженерних розділів	10.09.-09.10	
2	Розробка наукового розділу	09.10.-09.11	
3	Розробка заходів з охорони праці	15.11.-20.11	
4	Оформлення альбому документів	20.11.-25.11	

Студент

(підпис)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Бабій В.О.

(прізвище та ініціали)

Скриннік І.О.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Виконане дослідження охоплює всі основні етапи проектування та аналізу багатоповерхового житлового будинку, зокрема архітектурно-будівельні, теплотехнічні, науково-дослідні та конструктивно-технологічні аспекти.

Перший розділ містить вихідні дані та обґрунтування архітектурно-будівельних рішень для проекту, зокрема з урахуванням кліматичних особливостей міста Черкаси. Виконано вибір матеріалів та конструкцій зовнішніх стін, покрівлі та фундаментів, що відповідають вимогам теплової та вологостійкості. Сформульовано план благоустрою та естетичного оформлення території.

Другий розділ зосереджено на науково-дослідній частині, що включає аналіз попередніх досліджень у сфері реконструкції та модернізації житлових будівель. Вивчено питання фізичного та морального зносу будівель, а також розглянуто методи і технології підсилення несучих конструкцій, які забезпечують довговічність і безпеку. На основі статистичних даних проведено аналіз типових дефектів і зносу конструкцій, що дозволило обґрунтувати вибір методів реконструкції, які враховують сучасні вимоги.

Третій розділ з охорони праці, в якому розглянуто питання забезпечення безпечних умов на всіх етапах проектування, будівництва та експлуатації багатоповерхового житлового будинку. Особлива увага приділена дотриманню норм техніки безпеки при роботі з будівельними матеріалами та обладнанням, а також організації робочих місць на будівельному майданчику.

Загалом результати роботи можуть бути використані для проектування та реконструкції інших житлових будинків у подібних кліматичних умовах, а також для забезпечення енергоефективності та оптимізації експлуатаційних витрат.

ABSTRACT

The study covers all the main stages of design and analysis of a multi-storey residential building, including architectural and construction, heat engineering, research and development, and design and technological aspects.

The first section contains the initial data and justification of architectural and construction solutions for the project, in particular, taking into account the climatic features of the city of Cherkasy. The materials and structures of the exterior walls, roof and foundations were selected to meet the requirements of heat and moisture resistance. A plan for landscaping and aesthetic design of the territory was formulated.

The second section focuses on the research part, which includes an analysis of previous studies in the field of reconstruction and modernisation of residential buildings. The issues of physical and moral deterioration of buildings are studied, as well as methods and technologies for strengthening load-bearing structures that ensure durability and safety. Based on statistical data, an analysis of typical defects and deterioration of structures was carried out, which allowed us to justify the choice of reconstruction methods that take into account modern requirements.

The third section is on labour protection, which addresses the issue of ensuring safe conditions at all stages of design, construction and operation of a multi-storey residential building. Particular attention is paid to compliance with safety standards when working with construction materials and equipment, as well as the organisation of workplaces at the construction site.

Overall, the results of the work can be used for the design and reconstruction of other residential buildings in similar climatic conditions, as well as for energy efficiency and optimisation of operating costs.

ЗМІСТ

Вступ	2
1. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	3
1.1 Вихідні дані	3
1.2 Генплан.....	4
1.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.	5
1.4 Теплотехнічний розрахунок покрівлі.	7
1.5 Розрахунок освітлення приміщень.	9
1.6. Загальна характеристика будівлі.	13
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1. Аналіз попередніх досліджень	18
2.2 Оцінка фізичного стану та морального зносу будівель, які підлягають реконструкції	22
2.3 Аналіз надійності та тривалості експлуатації будівель, що реконструюються	25
2.4 Способи та технології оновлення житлових будівель старої забудови. ...	31
2.5. Технологія реконструкції з використанням інтегрованих будівельних систем.	33
2.6. Спосіб вбудованого монтажу	36
2.7 Метод реконструкції із застосуванням універсального каркаса без балок	39
2.8 Реконструкція будівель із застосуванням вбудованої попередньо напруженої безбалкової системи.	41
2.9 Реконструкція житлових будівель із використанням вбудованих збірно-монолітних систем	43
2.10 Монолітні інтегровані системи	45
2.11 Промислові технології реконструкції низькоповерхових будівель перших масових серій	47
2.12 Оптимізація процесів монтажу для надбудови та розширення будівель.	53
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	57
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що виникають на будівельному майданчику	57
3.2 Розрахунок прожекторного освітлення	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:	65
GENERAL CONCLUSIONS:	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	67
Додатки	69

					АТР 2319201 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз технологій реконструкції багатоповерхових будівель різних періодів забудови		
Розробив		Бабій В.О.					
Перевірив		Скриннік І.					
Реценз.							
Н. Контр.		Дарієнко В.					
Затвердив		Настоящий В.			ЦНТУ гр. БІ-23М-1		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	

ВСТУП

Актуальність роботи: Реконструкція житлових будівель в Україні набуває особливого значення через застарілість значної частини житлового фонду та необхідність підвищення енергоефективності. Сучасні наукові дослідження спрямовані на вивчення методів реконструкції, які б забезпечували надійність, довговічність та відповідність будівель сучасним вимогам. Особливо важливо врахувати новітні технології і матеріали, що дозволяють зберегти архітектурну спадщину і водночас підвищити експлуатаційні характеристики споруд.

Об'єкт дослідження: Житлова будівля, що підлягає реконструкції з метою підвищення надійності та експлуатаційних якостей.

Предмет дослідження: Особливості конструктивних та технологічних рішень, що забезпечують ефективну реконструкцію житлових будівель та їхню адаптацію до сучасних вимог.

Мета роботи: Метою роботи є дослідження і розробка методів реконструкції житлових будівель із врахуванням сучасних вимог до енергоефективності та довговічності, а також адаптація будівель до нових експлуатаційних умов.

Завдання дослідження:

Проаналізувати існуючі методи реконструкції житлових будівель і визначити їх ефективність в умовах сучасного будівництва;

Дослідити надійність і довговічність конструктивних елементів будівель у процесі реконструкції, зокрема в умовах підвищених навантажень;

Оцінити фізичний та моральний знос будівельних елементів та виявити найбільш оптимальні технології для їхньої модернізації.

Апробація роботи. результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на іv всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій».

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						2
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1. АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вихідні дані

Проектування багатоповерхового житлового будинку в Черкасах враховує кліматичні особливості регіону, який знаходиться у кліматичній зоні 3В за сучасними українськими нормами.

У Черкасах зими доволі холодні, і для цього потрібно підготувати будівлю до таких умов:

Найнижча температура за добу може сягати -23°C .

Протягом найбільш холодного тижня середня температура близько -20°C .

Грунт промерзає на глибину приблизно 0,8 м, тому фундаменти потрібно розраховувати, зважаючи на цей показник.

Щодо вологості повітря, вона змінюється в залежності від пори року:

Взимку, під час найбільш холодного місяця, середня відносна вологість досягає 82 %.

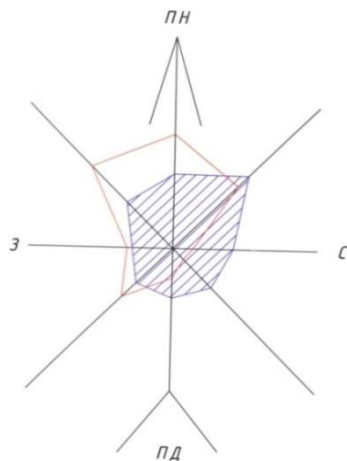
Влітку, в найтеплішому місяці, цей показник знижується до 41 %.

Річна кількість опадів становить 499 мм, з яких 469 мм припадає на дощ і змішані опади. Ці дані допоможуть при виборі матеріалів і рішень для захисту будівлі від вологи.

Дані для побудови рози вітрів

	% повторюваності вітрів							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Січень	15	21	12	11	10	10	8	13
Липень	23	18	4	3	6	14	9	23

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



1.2 Генплан.

Запроектований житловий будинок розташований у затишному мікрорайоні з багатоповерховою забудовою. Ділянка, на якій планується будівництво, має прямокутну форму розміром 50 на 54 метри. Рельєф ділянки плавно спускається з Північно-Західного до Південно-Східного напрямку, що дозволяє уникнути великих перепадів висоти під час будівництва. Вхід у будівлю сплановано зі Східного боку.

Навколо ділянки вже є малоповерхова забудова, а також майданчики для відпочинку, школа, спортивні та дитячі зони. На генеральному плані виділено місце для ще одного 5-поверхового будинку, який буде будуватися на другому етапі.

План благоустрою ділянки передбачає тротуари з асфальтобетонним покриттям, яке включає ущільнений ґрунт, гранітний щебінь і шар асфальту. На території висадять листяні дерева, кущі, квітники та траву, що створить зелений простір для жителів. Дитячі майданчики будуть обладнані гірками, каруселями, ігровими елементами, а в зонах відпочинку планується встановити лавки під тінню дерев. Для безпеки дитячі та спортивні майданчики будуть огорожені.

Також на ділянці передбачено дороги місцевого значення з асфальтобетонним покриттям для зручності пересування.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Техніко-економічні показники проекту:

1. Загальна площа ділянки – 0,28 га
2. Площа забудови – 2750 м²
3. Площа озеленення – 490 м²
4. Площа покриття – 1178 м²
5. Відсоток озеленення – 12,51 %

1.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.

1. Для утеплення стін використано мінераловатні плити “Rockwool” товщиною 80 мм, що забезпечує надійну теплоізоляцію.

2. Основний будівельний матеріал стін — силікатна цегла, товщиною 510 мм, що додає конструкції міцності і стійкості.

3. Внутрішня та зовнішня сторони стін покриті шаром штукатурки загальною товщиною 40 мм, що допомагає створити гладку поверхню та додатково захищає стіни від зовнішніх впливів.

Згідно з чинними будівельними нормами (ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»), розглядаються такі параметри для забезпечення енергоефективності будівлі:

1. Середня температура всередині приміщення під час опалювального періоду становить -23 °С.

2. Середня зовнішня температура під час опалювального сезону – -5 °С.

3. Тривалість опалювального сезону складає 117 днів.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. Загальна кількість градусо-днів опалювального періоду розраховується як добуток різниці температур всередині та ззовні будівлі на тривалість сезону, що становить 2106 °С·днів.

Для житлових будинків, шкіл, лікарень, дитячих установ та готелів, згідно з таблицею в ДБН, нормований опір теплопередачі для стін має бути не меншим за 0,66 м²·°С/Вт.

Параметри шарів у конструкції стін відповідають встановленим стандартам теплопередачі, забезпечуючи необхідний рівень теплоізоляції.

	Матеріал	Товщина, мм	Тепло- провідність, Вт/(м·°С)	Термічний опір, м ² ·°С/Вт
	Зовнішня штукатурка	20	0.76	0.03
	Утеплювач з мінераловатних плит “ Rookswol	80	0.036	2.22
	Кладка із цегли	510	0.75	0.68
	Штукатурка	20	0.76	0.03

У даній конструкції багатошарової стіни кожен шар має свій термічний опір, який розраховується як відношення товщини шару до його теплопровідності. Сумарний термічний опір конструкції $R_k=2.95 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, що є основним показником здатності стіни утримувати тепло.

Внутрішня і зовнішня поверхні конструкції:

1. Внутрішня поверхня стін (разом з підлогою та стелями, що мають гладку або рельєфну структуру) має коефіцієнт тепловіддачі $\alpha_i=8.7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$.
2. Зовнішня поверхня (включаючи зовнішні стіни та перекриття) характеризується коефіцієнтом тепловіддачі $\alpha_e=23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$..

Розрахунок загального опору теплопередачі:

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Загальний опір теплопередачі, що враховує вплив внутрішньої та зовнішньої тепловіддачі, обчислюється за формулою:

$$R_o = \alpha_{i1} + R_k + \alpha_{e1} = 8.71 + 2.95 + 231 = 3.11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Порівняння показує, що розрахований опір теплопередачі $R_o = 3.11 \text{ м}^2$ перевищує нормований мінімум $R_{req} = 2.80 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$. Це означає, що конструкція стіни відповідає вимогам енергоефективності й добре зберігатиме тепло в приміщенні.

1.4 Теплотехнічний розрахунок покрівлі.

□ **Розрахункова середня температура внутрішнього повітря** складає $-23 ^\circ\text{C}$, що є базовим показником для визначення опалювальних потреб будівлі.

□ **Середня температура зовнішнього повітря під час опалювального періоду** становить $-5 ^\circ\text{C}$, що враховується при розрахунку теплових втрат.

□ **Тривалість опалювального періоду** дорівнює 117 днів.

□ **Розрахунок градусо-днів опалювального періоду:** Формула для визначення показника градусо-днів:

1. $D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (-23 - (-5)) \cdot 117 = -2106 ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$

Тип будівлі або приміщення: до даної групи належать житлові приміщення, лікувальні та дитячі заклади, школи, інтернати, готелі та гуртожитки.

2. **Тип конструкції, що обгороджує:** перекриття горища та підвалу, які безпосередньо впливають на теплоізоляцію приміщень.

3. **Нормований опір теплопередачі** згідно з українськими нормами, встановлений для даної конструкції за таблицею в ДБН В.2.6-31:2006, дорівнює $R_{req} = 0.95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. Характеристики шарів конструкції, зокрема перекриття, наведені в таблиці для точного розрахунку теплопередачі.

Ці дані допоможуть підібрати відповідні матеріали для забезпечення нормативної теплоізоляції в приміщеннях різного типу.

	Матеріал	Товщина , мм	Тепло- провідність, Вт/(м•°С)	Термічний опір, м ² •°С/Вт
	Цементна стяжка	30	0.58	0.05
	Газобетон	180	0.14	1.29
	Шар пергаменту	2	0.87	0
	Плита покриття	220	1.69	0.13

9. Термічний опір кожного шару багат шарової конструкції, що обгороджує, є відношенням товщини кожного шару до його теплопровідності (див. таблицю).

10. Термічний опір конструкції, що обгороджує, є сумою термічних опорів її шарів

$$R_k = 1.47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

11. Внутрішня поверхня конструкції, що обгороджує: стелі з виступаючими ребрами при відношенні $h/a > 0,3$. Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що обгороджує

$$\alpha_i = 7.6 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$$

12. Наружня поверхня конструкції, що обгороджує: перекриття горищні й над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами в стінах, а також зовнішні стіни з повітряним прошарком, вентильованої зовнішнім повітрям. Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що обгороджує

$$\alpha_e = 12 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$$

13. Опір теплопередачі:

$$R_o = \alpha_i^{-1} + R_k + \alpha_e^{-1} = 7.61 + 1.47 + 121 = 1.68 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Порівняння розрахованого опору теплопередачі показує, що $R_o = 1.68 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ перевищує вимоги норм $R_{\text{req}} = 0.95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ що означає, що ця конструкція відповідає вимогам теплоізоляції для даного типу будівлі.

1.5 Розрахунок освітлення приміщень.

Визначаємо відношення площі світлового отвору до площі підлоги приміщення:

$$100 \cdot \frac{S_o}{S_n} = \frac{1.2 \cdot 1.5}{3.26 \cdot 5.16} \cdot 100 = 10.7\%$$

Величина коефіцієнта природного освітлення, що нормується для IV кліматичного поясу:

$$e_H = e_H^{III} \cdot m \cdot c$$

де e_H^{III} - значення КПО для III кліматичного поясу:

m - коефіцієнт світлового клімату, $m = 0.9$

c - коефіцієнт сонячності клімату, $c = 1.0$

$$e_H = 1.0 \cdot 0.9 \cdot 1.0 = 0.9$$

Визначаємо значення світлової характеристики:

$$\frac{l_n}{B} = \frac{5.16}{3.26} = 1.58 \quad \frac{B}{h_1} = \frac{3.26}{1.84} = 1.77$$

$$\eta_0 = 10.71 \text{ за табл. 3 [2]}$$

За табл. 4 [2] визначаємо значення коефіцієнту $K_{зд}$ в залежності від відношення $\frac{P}{H_{зд}} = 2.0$; $K_{зд} = 1.10$

Для подвійного листового скління, роздільного переплету загальний коефіцієнт світлопропускання:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3$$

$\tau_1 = 0.8$ - подвійне скління;

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$\tau_2 = 0,65$ - роздільні переплети;

$\tau_1 = 0,65$ - стандартні горизонтальні жалюзі

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,65 = 0,34$$

Коефіцієнт, що враховує додатково відбите світло r_1 в залежності від відношення:

$$\frac{B - 1}{B} = \frac{3,26 - 1}{3,26} = 0,7$$

І середньозваженого коефіцієнту відбиття:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_1 \cdot S_1 + P_2 \cdot S_2 + P_3 \cdot S_3}{S_1 + S_2 + S_3}$$

Де: P_1, P_2, P_3 - коефіцієнт відбиття стелі, стін, підлоги відповідно:

$$P_1 = 0,68, P_2 = 0,55, P_3 = 0,3$$

S_1, S_2, S_3 - площа стелі, стін, підлоги відповідно:

$$S_1 = 7.04, S_2 = 47.15, S_3 = 7.04$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{0.68 \cdot 7.04 + 0.55 \cdot 47.15 + 0.3 \cdot 7.04}{7.04 + 47.15 + 7.04} = 0.54$$

r_1 за таблицею 6 [2] = 2,5

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{\text{зд}}}{\tau_0 \cdot r_1}$$

$$100 \frac{0.9 \cdot 1.2 \cdot 10.71 \cdot 1.1}{0.34 \cdot 2.5} = 14.09\%$$

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Визначаємо величину відхилення площі фактичного прийнятого світового отвору від розрахункової:

Прийнята площа $S_o = 3,15 \text{ м}^2$

Розрахункова площа

$$S_p = \frac{S_n \cdot 14.09}{100} = \frac{16.82 \cdot 14.09}{100} = 2.40 \text{ М}^2$$

$$\Delta\% = \frac{(3,15 - 2,4) \cdot 100}{2,40} = 3.25 < +5\%$$

$[\Delta\%] = +5\% ; -10\%$ - умова виконується. Висновок: додатково в день штучне освітлення не потрібне.

Для підбору освітлювальних приладів у житловому приміщенні використаємо метод розрахунку за світловим потоком. Ось вихідні дані та необхідні розрахунки:

1. **Тип приміщення:** Житловий будинок, зокрема, житлова кімната (вітальня, спальня тощо).
2. **Необхідна освітленість:** Для забезпечення комфортного рівня освітленості в житлових кімнатах потрібно досягти 150 люкс (лк).
3. **Розміри приміщення:**
 - Довжина: 5,16 м
 - Ширина: 3,26 м
 - Висота: 2,8 м
 - Площа приміщення: $S = \text{довжина} \times \text{ширина} = 5.16 \text{ м} \times 3.26 \text{ м} = 16.82 \text{ м}^2$
4. **Необхідний загальний світловий потік:**

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Світловий потік, необхідний для досягнення освітленості 150 лк, можна розрахувати за формулою: $S\Phi = E \times S$ де E — необхідна освітленість, S — площа приміщення.
- Підставимо значення: $\Phi = 150 \text{ лк} \times 16.82 \text{ м}^2 = 2523 \text{ лм}$

Отже, потрібен загальний світловий потік 2523 люмен для цього приміщення.

5. Характеристики внутрішніх поверхонь: Важливо врахувати коефіцієнти відбивання поверхонь (стеля, стіни, підлога), оскільки це впливає на загальний рівень освітлення:

- **Стеля:** світлі кольори (коефіцієнт відбивання 70-80%)
- **Стіни:** середні або світлі кольори (коефіцієнт відбивання 40-60%)
- **Підлога:** темніші відтінки (коефіцієнт відбивання 10-30%)

6. Підбір освітлювальних приладів: Враховуючи загальну потребу в 2523 лм, можна вибрати кілька ламп або один центральний світильник із відповідним світловим потоком. Наприклад:

- Використання 2 світильників по 1300 лм кожен або 3 лампи по 900 лм забезпечить необхідний рівень освітлення.
- Для економичності можна обрати LED-лампи, які забезпечують високу яскравість при низькому енергоспоживанні.

Характер поверхні	Стеля	Стіни	Підлога
-	Що відбиває	Світла	Сіра

Для розрахунку освітлення приміщення з використанням світильника ARS/R, обладнаного чотирма лампами Philips TL Standard 18W, наведемо підсумкові дані:

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1. Вихідні дані:

- Тип світильника: ARS/R (європейський стандарт)
- Кількість ламп у світильнику: 4
- Світловий потік однієї лампи: 1150 лм
- Загальний світловий потік одного світильника:
 $1150 \text{ лм} \times 4 = 4600 \text{ лм}$
- Коефіцієнт корисної дії світильника: 100%

2. Розрахунок кількості світильників:

- Розрахований раніше необхідний світловий потік для приміщення становить 2523 лм.
- Необхідна кількість світильників: $2523 \text{ лм} / 4600 \text{ лм} = 0.71$

3. Висновок:

- Для забезпечення потрібного рівня освітленості в кімнаті достатньо одного світильника ARS/R, оскільки він має запас світлового потоку, що дозволяє досягти необхідної освітленості в 150 лк.

1.6. Загальна характеристика будівлі.

1.6.1 Об'ємно – планувальне рішення будівлі.

Цей 5-поверховий житловий будинок на 20 квартир має прямокутну форму з розмірами 11,4 х 32,4 м у плані і висотою 20,6 м. Висота кожного поверху становить 2,8 м, що є стандартним для житлових будівель.

На першому поверсі будинку передбачено офісні приміщення та однокімнатні квартири:

- Офісні приміщення розташовані у вісях А – Б та 1 – 7, що дозволяє забезпечити легкий доступ до них з вулиці.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Однокімнатні квартири займають вісь Б – В та 1 – 7, маючи житлову площу 16,36 м² і загальну площу 36,76 м². Це компактне планування підійде для однієї особи або невеликої родини.

Таким чином, цей будинок поєднує житлові приміщення та офіси, що робить його зручним для мешканців і створює умови для ведення бізнесу на першому поверсі.

Експлікація офісних приміщень I поверху
Таблиця 1.1

№ п/п	Назва	Площа, м ²	Примітка
1	Кабінет	21,3	
2	Приймальня	15,44	
3	Кабінет	9,73	
4	Фойє	14,03	
5	Кабінет	8,95	
6	Кабінет	9,2	
7	Кабінет	11,85	
8	Санвузол	2,45	
9	Санвузол	2,62	
10	Коридор	29,43	
11	Тамбур	5,5	

На II–IV поверхах розташовано по чотири трикімнатні квартири з площею 74,65 м² кожна, з яких житлова площа становить 49,32 м². У таких квартирах передбачені зручності у вигляді роздільних санвузлів і балконів, що робить житло комфортним для сімейного проживання.

На п'ятому поверсі у вісях А–Б та 1–9 знаходяться чотири однокімнатні квартири, кожна з яких має загальну площу 42,6 м² та житлову площу 20,3 м². Ці квартири підходять для самостійного проживання або молодих пар.

У вісях Б–В та 1–9 на п'ятому поверсі розташовані двоповерхові трикімнатні квартири, об'єднані з шостим поверхом за допомогою внутрішніх сходів. На п'ятому поверсі таких квартир знаходяться їдальня, кухня і туалет, а на шостому – три житлові кімнати та санвузол. Загальна площа кожної двоповерхової трикімнатної квартири складає 94,48 м², з яких 43,64 м² є житловими.

Таким чином, будинок має різноманітне планування квартир: від однокімнатних до двоповерхових трикімнатних, що забезпечує житло для різних категорій мешканців – від однаків до великих родин.

Техніко – економічні показники будівлі

Таблиця 1.2

Найменування	Од. вим.	Площа
Площа забудови	м ²	210,08
Площа житлова	м ²	668,34
Площа загальна	м ²	1051,87
Будівельний об'єм	М ³	4300,42

1.6.2 Конструктивне рішення

Фундаменти

Основою будівлі є пальові фундаменти, розраховані у відповідності до технічних вимог.

Тип паль: палі з позначкою занурення -4,22 м і діаметром 350 мм.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						15
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Ростверк: жорсткий монолітний залізобетонний ростверк шириною 600 мм і висотою 400 мм, у який замонолічується голова палі на 50 мм для надійного з'єднання.

Гідроізоляція: горизонтальна гідроізоляція виконується на рівнях - 0,420; -1,720; -3,820 з цементного розчину (1:2). Вертикальна гідроізоляція виконується гарячим бітумом у три шари (товщина 5 мм).

Відмостка: ширина відмостки — 1500 мм, склад включає ущільнений ґрунт, бетонну підготовку (В-3,5, 120 мм) та асфальтове покриття товщиною 30 мм.

Стіни та перегородки

Зовнішні стіни: двошарові, виконані з силікатної цегли марки М100 на розчині М50. Загальна товщина стіни — 510 мм, із яких 380 мм становить силікатна цегла, а 80 мм — мінераловатні плити для утеплення.

Внутрішні стіни: на першому поверсі використовують керамічну цеглу марки М100 на розчині М75, а на вищих поверхах — керамічну цеглу М75 на розчині М50. Товщина стін — 380 мм. На висоті 1000 мм від верху міжповерхового перекриття стіни армовані сіткою Ø5 ВрІ (крок 50 x 50 мм) через кожні два ряди кладки.

Перегородки: виконані з цегли марки М75 на розчині М50 та гіпсобетонних блоків товщиною 80 мм.

Перекриття

Перекриття — збірні залізобетонні багатопорожнинні панелі по серії 1.141-1-в.63.

Монтаж: панелі укладаються на шар розчину М50. Всі пустоти закриваються спеціальними вкладишами або бетоном класу В-15. Шви між панелями замонолічують цементним розчином М100, а анкери приварюють до петель панелей та закріплюють розчином.

Дах та покрівля

Тип даху: двосхилий, з несучими кроквяними конструкціями з дерев'яних матеріалів.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						16
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Кріплення крокв: кожне друге кроквяне з'єднання зміцнюється скруткою з дроту (2 ø 4 ВрІ) до йоршів.

Покрівля: виконана з оцинкованої листової сталі по латах. Лати зроблені з брусків 50 х 50 мм, закріплених цвяхами довжиною 125-150 мм. Металеві листи з'єднуються лежачим і стоячим фальцем, а до лат кріпляться клямерами шириною 25-30 мм.

Підлоги

Перший поверх: у кабінетах офісних приміщень — лінолеум; у тамбурі, фойє, коридорі — мозаїчна підлога; у санвузлах — керамічна плитка.

Житлова частина: у кімнатах житлових приміщень — лінолеум, а в санвузлах — керамічна плитка.

Вікна та двері

Вікна та двері виготовлені з полівінілхлориду згідно з ДСТУ Б.В.2.6-15-99 «Вікна та двері полівінілхлоридні».

Сходи

Основні сходи: збірні залізобетонні конструкції по серії 1.151.1-6.

Внутрішньоквартирні сходи: металеві косоури з накладними ступенями та монолітними площадками. Косоури встановлюються на вирівняну поверхню і обштукатурюються цементним розчином по сітці.

Обробка: поверхня сходів та площадок шліфується для гладкості.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз попередніх досліджень

Реконструкція будівель — це непроста задача, для якої треба мати знання з різних напрямків, як-от матеріалознавство, будівельна механіка, теплотехніка, організація і технологія будівництва, а також економіка. Іншими словами, це не просто “взяти і відремонтувати,” бо кожен етап вимагає точного розуміння, з чим ти працюєш і які фактори впливають на будівлю.

Коли мова заходить про житлові будинки, важливо пам'ятати про два ключові моменти. Перший — це комплексний підхід. Тобто, щоб реконструкція пройшла вдало, треба враховувати всі зовнішні та внутрішні фактори, які можуть впливати на будівлю під час її використання, зокрема погодні умови, стан ґрунту, тип матеріалів тощо. Другий момент — це системний підхід, який допомагає підібрати оптимальні методи і технології, які будуть не тільки ефективними, але й економічно вигідними.

Будівлю ми розглядаємо як складну систему, що складається з різних елементів — конструкцій, інженерних комунікацій, покрівлі, фасаду і так далі. Кожен із цих елементів зношується під час експлуатації, а також піддається впливу зовнішніх умов, таких як зміни температури чи вологості. Усі роботи по реконструкції здійснюються за сучасними нормами, зокрема, відповідно до ДБН та ДСТУ.

Важливий внесок у вирішення різних проблем реконструкції внесли дослідники, серед яких можна згадати Владимірова В. Л., Григор'єва Ю. П., Гончаренко Д. Ф., Кутукова В. М., Соколова В. К., Хихлуху Л. В., Шрейбера К. А. Їхні дослідження допомогли зрозуміти, як правильно підходити до питання реконструкції.

Особливу увагу варто приділити роботам віцепрезидента РААСН академіка Булгакова С. Н., який через свої наукові дослідження зробив проблему реконструкції важливим державним питанням і досяг суттєвих

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

практичних результатів у цій сфері. Завдяки таким дослідженням реконструкція житлового фонду стала актуальним напрямком, який постійно вдосконалюється.

Роботи, присвячені модернізації та реконструкції будівель, мають помітний розрив у рівні наукового підходу порівняно з новим будівництвом. Наукові розробки щодо надійності будівельних процесів, які провели такі дослідники, як Олійник П. П., Цай Т. Н., Афанасьєв В. А., Завадскас Е. М. та інші, ще поки використовуються переважно для нового будівництва. Проте їхні методи можуть бути корисними й для реконструкції, а застосування цих підходів до умов реконструкції може відкрити нові можливості для цієї сфери і принципово змінити підхід до процесу оновлення старих будівель.

Проблему реконструкції житлового фонду не можна вирішити без нових технологічних рішень, які пропонували такі вчені, як Монфред Ю. Б., Ніколаєв С. В., Білоусов Е. Д., Олійник П. П. Ці принципи і досягнення в галузі нових технологій потребують адаптації до специфічних умов реконструкції. У своїх роботах Бадьїн Г. М. та інші дослідники вже демонструють, як ці технології можуть бути пристосовані до реконструктивних завдань, що додає нових можливостей у процес оновлення житлових будівель.

Ще один важливий аспект — це прискорення будівельних процесів для підвищення ефективності і конкурентоспроможності сучасних технологій. Це є основою цілорічного будівництва і має великий потенціал для реконструкції. Значний внесок у цей напрямок зробили Крилов Б. А., Афанасьєв А. А., Кудояров Л. І. та інші спеціалісти, чиї роботи дають можливість підняти стандарти будівельної галузі на новий рівень, особливо в умовах складних реконструктивних проєктів.

У цій роботі розглянуто та узагальнено досвід реконструкції житлових будівель як в Україні, так і за кордоном. Проаналізовано різні конструктивні схеми та періоди будівництва, систематизовано методи та технології, які

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

використовують для відновлення несучої здатності будівель і підвищення їх надійності під час експлуатації.

З'ясовано, що підвищити якість реконструкції можна, використовуючи індустріальні методи роботи, сучасні матеріали і конструкції з високим рівнем технологічності. Окрім того, важливо дотримуватися нових принципів організації та технологій будівництва, а також забезпечувати високий рівень механізації процесів.

Комплексний підхід до реконструкції потребує розробки загальної концепції, яка охоплює містобудівні, архітектурні та конструктивні рішення, а також соціально-економічні, екологічні та організаційно-технологічні аспекти.

Містобудівні цілі реконструкції житлової забудови включають підвищення економічної вигоди через ущільнення забудови, створення комфортних умов проживання та покращення архітектурного вигляду. Зростання комерційної вартості землі в центрі міст робить ущільнення забудови необхідним, що часто досягається шляхом надбудови додаткових поверхів.

Водночас реконструкція має зберігати комфортні умови для мешканців і не погіршувати мікроклімат у будівлях та навколо них.

Підхід до реконструкції має базуватись на особливостях кожного окремого об'єкта, при цьому важливо зберегти загальний архітектурний стиль, який характерний для певного міста. Це потрібно для того, щоб вигляд будівель залишався впізнаваним та органічно доповнював місто, але в той же час набував сучаснішого вигляду.

Плануючи реконструкцію, слід враховувати зв'язок кварталу чи мікрорайону, що реконструюється, із сусідніми історичними районами. Такі райони зазвичай мають своєрідний архітектурний стиль, що варто підкреслити і зберегти. Це допоможе зробити оновлені райони більш гармонійними та привабливими.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Основними задачами реконструкції є не тільки покращення інфраструктури та умов для життя, а й підвищення зручності транспорту, благоустрій територій та охорона довкілля.

Під час реконструкції застосовуються різні архітектурно-планувальні та конструктивні підходи:

- Якщо типова схема будинку залишається, оновлюють несучі конструкції, фасади та покращують загальний стан будівлі.
- За потреби роблять перепланування, аби створити комфортні умови для мешканців.
- Для важливих з архітектурної точки зору будівель, зберігають первісний вигляд, не змінюючи форму та об'єм.
- Для покращення планувань, додають невеликі прибудови чи змінюють планування квартир, зокрема, додають одне- чи дворівневі квартири.
- Якщо є потреба, збільшують площу будівлі, добудовуючи поверхи чи корпуси для нових житлових просторів.

Реконструкція таким чином спрямована на оновлення кварталів та мікрорайонів, роблячи їх зручнішими, сучаснішими, але при цьому зберігаючи історичну та архітектурну спадщину.

Конструктивно-технологічні рішення під час реконструкції будівель охоплюють багато різних робіт: від оновлення та ремонту до добудови нових поверхів чи розширення існуючих корпусів. Залежно від складності реконструкції, пропонуються різні варіанти рішень, які базуються на сучасних методах і матеріалах, відповідно до нових українських стандартів ДБН та ДСТУ. Такі рішення включають, наприклад, використання вбудованих будівельних систем для старих будинків або добудови нових приміщень та поверхів для житлових будинків першого масового типу.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.2 Оцінка фізичного стану та морального зносу будівель, які підлягають реконструкції

Статистичний аналіз дефектів у конструкціях показав, що причини виникнення цих недоліків можуть бути як окремими, так і комплексними. Наприклад, помилки на етапі проєктування становлять лише 4% від загальної кількості дефектів, тоді як низька якість виготовлення деталей та конструкцій призводить до 17.6% дефектів. Найбільше проблем виникає через порушення технології монтажу — 41.6%. Також частина дефектів з'являється через неналежний режим експлуатації будівель (8%), а сукупність різних факторів становить ще 17.6%.

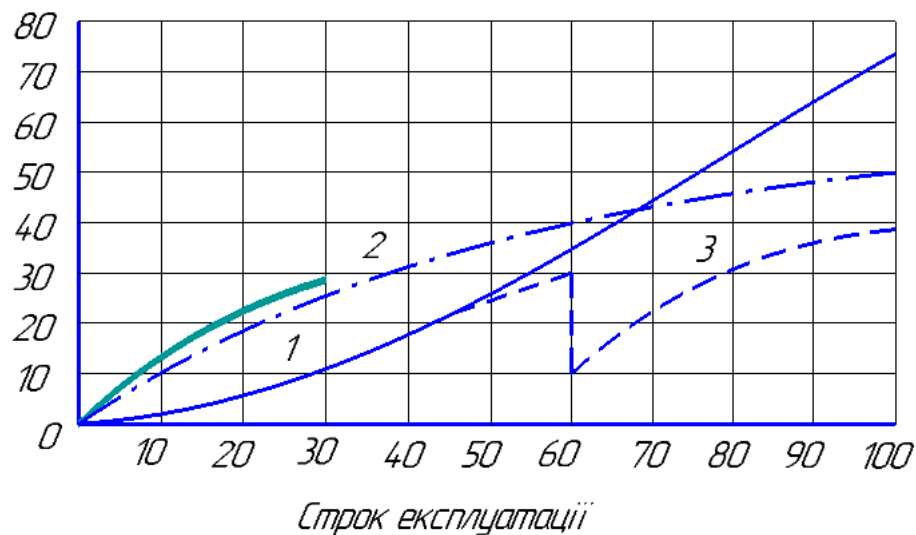
Якщо розглядати час прояву дефектів, то 48% виявляються вже на етапі будівництва, 20% — після завершення зведення, 22% — у процесі експлуатації, і ще 8% проявляються після капітального ремонту.

У роботі проводиться як якісна, так і кількісна оцінка різних типів дефектів, а також аналіз стану конструктивних елементів на основі реальних обстежень.

Оскільки у будівлях використовуються різні за міцністю і довговічністю матеріали, важко точно спрогнозувати їхній термін служби. Критерієм довговічності можна вважати окремі конструктивні елементи, наприклад, дерев'яні перекриття, які мають значно коротший термін служби порівняно з огорожувальними конструкціями з цегли.

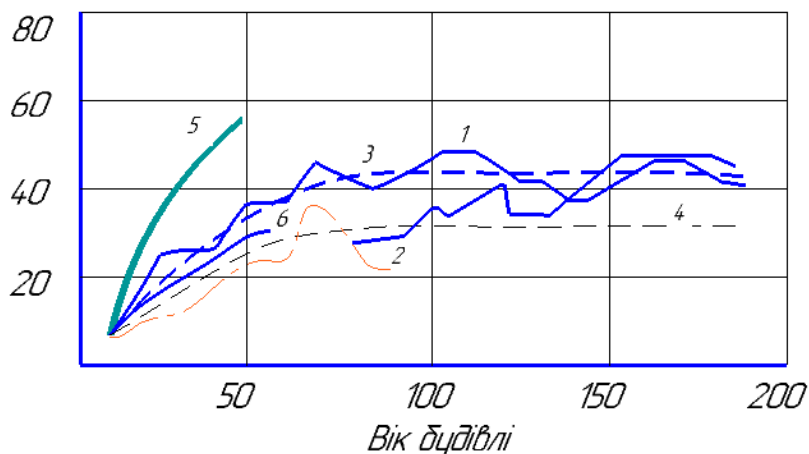
Теоретично вважається, що фізичний знос будівлі з часом зростає і поступово наближається до критичних показників. Проте, за статистичними даними, знос будівель і їх елементів найбільш інтенсивний протягом перших 20-30 років експлуатації і після 90-100 років. Підтримка конструкцій у належному технічному стані дозволяє тимчасово зменшити показники зносу (див. рис. 2.1, 2.2).

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



- 1 – за даними С.К. Балашова;
 2 – по статистичним даним;
 3 – при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт

Рисунок 2.1 - Фізичний знос будівлі з часом



- 1 – вік і ступінь зноса Київських будівель масової забудови;
 2 – вік і ступінь зноса Харківських будівель масової забудови;
 3,4 – середньостатистичні криві для будівель Києва і Харкова;
 5 – для панельних будівель серії К-7, ОД;
 6 – для панельних будівель серії 1-467, 1-464

Рисунок 2.2 - Середня тривалість експлуатації будівель за даними статистики

Моральний знос будівлі визначається тим, наскільки вона відповідає сучасним вимогам щодо планування, зовнішнього вигляду та зручності

використання. Іншими словами, якщо будівля застаріла за своїм дизайном, не відповідає потребам мешканців або втрачає свою привабливість, то її моральний знос високий. Чим сильніше будівля не відповідає сучасним стандартам, тим більше це знижує її ринкову цінність і споживчі якості.

Щоб правильно оцінити стан конструкцій, потрібно проводити обстеження. Це може бути вибіркове дослідження окремих елементів або повне обстеження всієї будівлі. Під час вибору обсягів дослідження враховують ймовірність отримання достовірного результату, який дозволяє оцінити довговічність конструкцій.

У практиці таких досліджень використовуються різні рівні ймовірності: для попередніх оцінок беруть 0.95, для загальної надійності – 0.99, а для найбільш точних вимірів – 0.999. Інструментальні обстеження та виявлені дефекти допомагають визначити ступінь фізичного зносу, а відсоток зносу показує, які роботи потрібно провести для відновлення будівлі та скільки це може коштувати (див. рис. 2.3).

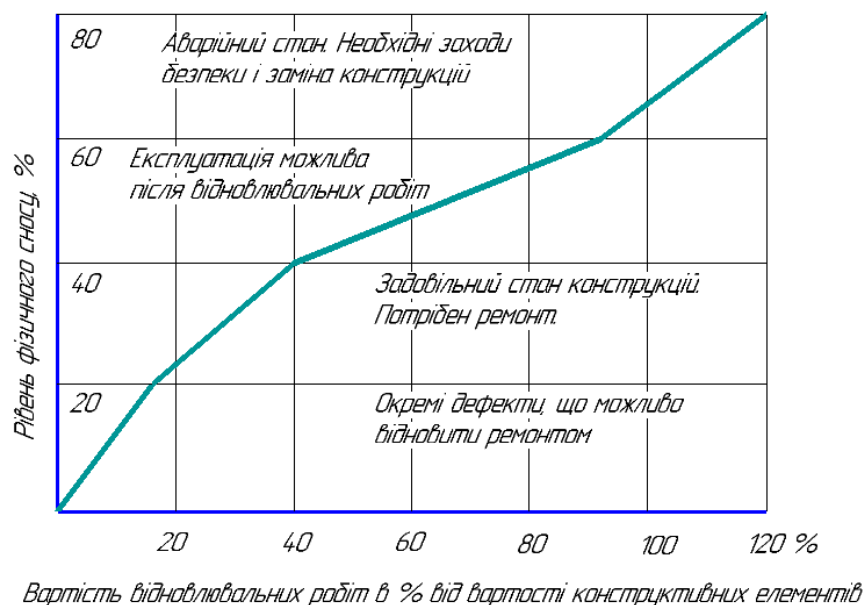


Рисунок 2.3 - Залежність між рівнем фізичного зносу конструктивних елементів будівлі та вартістю відновлювальних робіт

У цьому дослідженні розглянуті сучасні методи і технології, які дозволяють покращити або відновити несучу і робочу здатність конструкцій

будівель. Для цього їх підсилюють або повністю замінюють окремі елементи. Під час вибору підходів до ремонту враховували різні фактори, такі як стан конструкцій, їхнє зношення чи пошкодження, а також нові вимоги до будівлі, наприклад, якщо змінюється планування або розрахункова схема, зростає навантаження чи змінюються умови експлуатації. У результаті цього були обрані найкращі варіанти посилення конструкцій, які підходять за критеріями економічності та тривалості робіт.

Перевагу віддають таким методам посилення чи заміни, які забезпечують спільну роботу старих і нових елементів будівлі. При цьому для підвищення міцності фундаментів намагаються не розкопувати їх. Найбільш раціональними тут вважають способи посилення буроін'єкційними чи буронабивними палями або методи, які передбачають перетворення стрічкових фундаментів у плитні. Іншим ефективним методом є зміцнення за допомогою ін'єктування спеціальних розчинів безпосередньо в кладку фундаменту, що дозволяє уникнути об'ємних земляних робіт і зберегти міцність основи, особливо в умовах щільної міської забудови.

Окрему увагу приділено аналізу тривалої експлуатації фундаментів. Дослідження показали, що зіставлення старих та сучасних норм ДБН і ДСТУ дозволяє побачити приріст запасу міцності на 20-30% лише завдяки зміні нормативів. Це відкриває можливість надбудовувати будівлі на 1-3 поверхи без необхідності посилення фундаментів. Дослідження також вказують, що тривалий вплив навантажень на фундаменти сприяє збільшенню їхнього розрахункового опору, що додатково підвищує несучу здатність без додаткових втручань у конструкцію.

2.3 Аналіз надійності та тривалості експлуатації будівель, що реконструюються

Довговічність будівель — це складний процес, який залежить від змін, що відбуваються з матеріалами під впливом навколишнього середовища,

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

постійних навантажень та інших факторів, пов'язаних із експлуатацією. Конструктивні елементи з часом отримують різні навантаження і напруги, деякі ділянки матеріалу починають деформуватися, утворюються мікротріщини та більші руйнування. Пошкодження накопичуються поступово, і з часом це призводить до того, що будівлю стає неможливо використовувати без ремонту.

Важливо враховувати, що процес накопичення пошкоджень відбувається нерівномірно та має випадковий характер. Коли говоримо про надійність будівлі, маємо на увазі її здатність зберігати функціональність та якість під час експлуатації. Це залежить від надійності всіх конструкційних елементів і систем, які разом забезпечують стійкість будівлі.

Вивчення надійності та довговічності будівель сьогодні є актуальним напрямом, який розробляли багато дослідників, зокрема Л. А. Русаков, В. Д. Райзер та інші. Оскільки впливи на будівельні конструкції мають випадковий характер, то для їх розрахунків часто застосовують імовірісно-статистичні методи, які допомагають передбачити поведінку конструкційних елементів.

У цьому дослідженні було поглиблено розуміння надійності для реконструйованих будівель. Автор розробив методику, що дозволяє використовувати математичні моделі, максимально наближені до реальних умов. Це дослідження охоплює фізичні, математичні, технологічні та економічні аспекти, які разом дають комплексну оцінку. Така оцінка допомагає оптимізувати та приймати рішення щодо проектів реконструкції будівель, розглядаючи їх як складні системи.

Фізичну модель надійності будівель можна подати у вигляді блок-схеми, що наочно показує взаємозв'язок між різними факторами надійності.

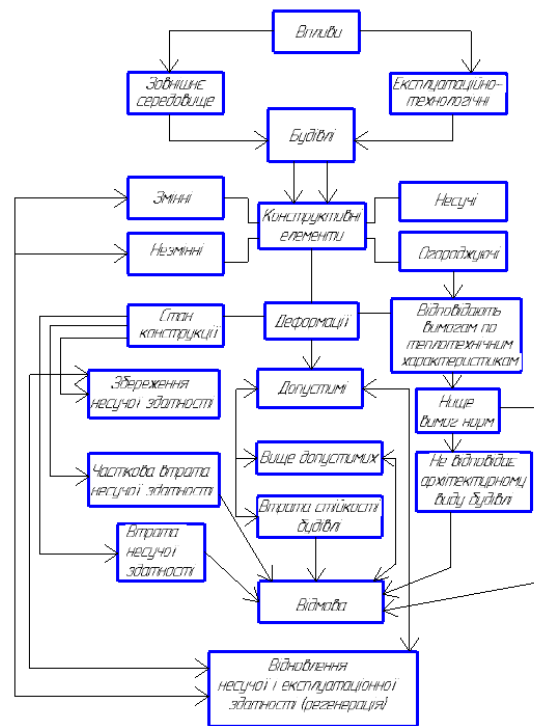


Рисунок 2.4 - Фізична модель надійності будівель

Відмова конструкцій — це подія, що порушує їхню працездатність. Відмова несучих та огорожувальних елементів — це технічний стан, який ще не означає повної втрати несучої здатності, але вказує на те, що конструкція більше не виконує своїх функцій. Оцінка рівня надійності будівель у процесі експлуатації допомагає визначити, чи відповідають їхні елементи чинним нормам. Наприклад, зміни в нормах теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій призвели до того, що багато будівель уже не відповідають новим вимогам, і можна вважати, що вони "відмовили". Подібні ситуації часто виникають із інженерними системами, які, хоч і мають невеликий знос, не відповідають сучасним нормативам і знаходяться у стані відмови

У дослідженні [15] була запропонована проста модель, яка показує, як надійність будівлі змінюється з часом. На графіку це представлено у вигляді кривих, що експоненційно знижуються. Показник експоненти, тобто швидкість зниження надійності, залежить від того, як будівлю використовують, які в ній конструктивні рішення та які матеріали застосовані.

На рис. 2.5 наведено графіки, які показують, як надійність будівлі знижується протягом експлуатаційного періоду. Початкова надійність конструкцій визначена як N_0 , але з часом (T) цей показник знижується до критичного рівня, тобто до точки, де система "відмовляє" і більше не може надійно витримувати навантаження.

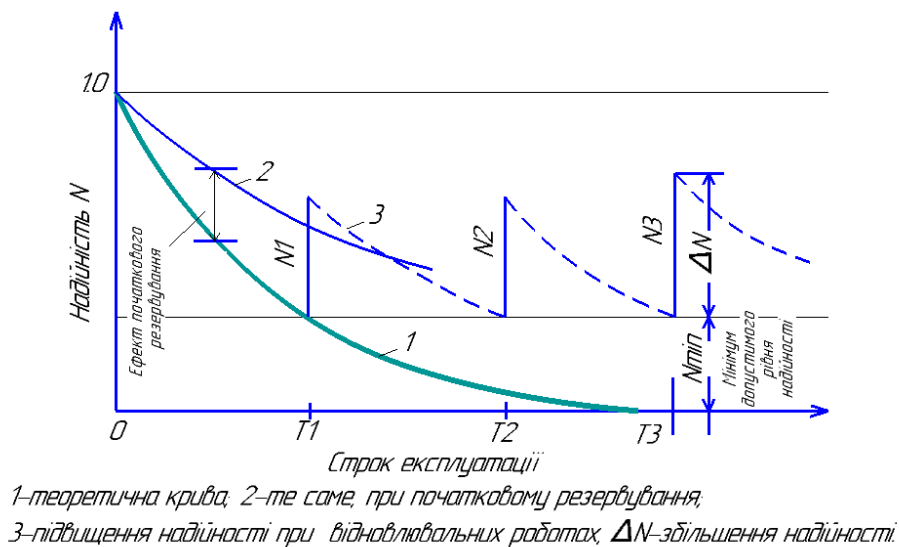


Рисунок 2.5 - Зміна надійності протягом експлуатації будівлі

Під час експлуатації будівлі періодично проводяться різні ремонтні роботи, які допомагають відновити або навіть підвищити надійність її конструктивних елементів. Наприклад, у періоди T_1 і T_2 були виконані відновлювальні роботи, що підняли надійність конструкцій до рівнів N_1 , N_2 або навіть N_3

Запропонована модель показує, як змінюється надійність будівлі з часом, однак вона оцінює всю систему загалом і не враховує надійність та довговічність окремих конструкційних елементів, що в деяких випадках є дуже важливим. Наприклад, у будівлях, збудованих ще до революції чи до війни 39-45рр., часто використовували дерев'яні перекриття, що знижує довговічність і надійність таких споруд. Водночас стіни та фундаменти, виконані з кам'яної кладки, зазвичай більш довговічні та надійні.

Склад конструктивних елементів будівель також різний залежно від часу будівництва. У старих будівлях частка незмінюваних елементів становить 40-42%, для споруд, збудованих після війни, цей показник збільшується до 53-55%, а у сучасних великопанельних та збірно-монолітних будівлях він досягає 80%.

У процесі експлуатації житлових будівель вони можуть перебувати в різних станах, залежно від накопичених дефектів. Іноді відмови накопичуються поступово, що призводить до зниження надійності, іноді ж виникають раптові аварії, коли конструкція миттєво втрачає несучу здатність. Бувають і часткові відмови, після усунення яких будівля може продовжувати експлуатацію.

Коли постає питання реконструкції, спершу аналізується поточний стан будівлі з точки зору надійності всіх її конструктивних елементів. Якщо вирішено проводити реконструкцію, то потрібно також оцінити, як вона вплине на надійність будівлі в майбутньому.

Для дослідження надійності будівель розроблені математичні моделі, що розглядають будівлю як складну систему. При цьому аварійний стан виникає тоді, коли будівля досягає певної критичної межі зношеності.

Загальна модель оцінки надійності побудована на принципі розкладання системи на складові частини. На першому етапі виділяють основні елементи, які найбільше впливають на надійність, наприклад: ґрунтова основа, фундаменти, несучі стіни, перекриття та покрівля.

Для опису стану будівлі в будь-який момент часу використовується багатовимірний процес $X(t) = (x_1(t) \dots x_n(t))$, де кожна компонента вектора $X(t)$ відображає певний параметр — технічний стан, ступінь зносу або залишкову несучу здатність. Усі можливі значення цього процесу утворюють так званий фазовий простір.

Згідно з теорією надійності, в цьому фазовому просторі виділяють окрему підмножину станів Q , яка вказує на відмову системи. Тобто, якщо векторний стан $X(t)$ потрапляє в область Q , це означає відмову. Тоді

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

надійність системи $P(T)$ за час T можна розуміти як ймовірність того, що за період T , виходячи з початкової точки в просторі, процес $X(t)$ не потрапить до зони Q , зберігаючи працездатний стан системи.

На основі аналізу рішень із застосуванням класичних положень теорії надійності було встановлено, що час досягнення критичної множини Q у багатьох важливих практичних випадках має експоненційний розподіл. Це дозволяє оцінювати надійність системи за такою залежністю

$$P(T)=e^{T/\tau}$$

де:

- $P(T)$ — ймовірність того, що система залишатиметься в працездатному стані протягом часу T ,
- T — час експлуатації,
- τ — параметр, що характеризує середній час надійної роботи системи (середній час до відмови).

У ході дослідження були розглянуті різні математичні моделі для оцінки надійності будівель, зокрема: експоненційні моделі надійності, асимптотичні методи з використанням регенеруючих процесів, ієрархічні моделі тощо. Ці методи здебільшого орієнтовані на аналіз надійності як окремих конструктивних елементів, так і будівлі в цілому, виходячи з припущення експоненційного зниження надійності.

Розрахунок параметрів надійності показав, що процес втрати надійності в будівлях, як у складних системах, добре описується експоненційною функцією. При цьому характер і якість відновлювальних робіт суттєво впливають на швидкість зниження показників надійності. Наприклад, при проведенні робіт з відновлення несучої та експлуатаційної здатності конструкцій можна отримати криві зниження надійності, що схожі на початковий період до проведення цих робіт. Однак, якщо під час

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

реконструкції змінюється розрахункова схема будівлі та додаються нові елементи, втрата надійності стає менш інтенсивною.

Використання отриманих залежностей і розробленої методики дозволяє прогнозувати, як змінюватиметься надійність як окремих частин будівлі, так і всієї будівлі загалом. Це особливо важливо для оцінки ймовірності виникнення аварійних ситуацій у разі критичного зниження надійності. На основі показників надійності можна також робити оцінку довговічності будівель як до, так і після періоду експлуатації, що дозволяє краще планувати необхідні ремонтні та реконструктивні роботи.

Цей показник відіграє важливу роль, адже він відображає технологічний та економічний ефект від використання різних методів, конструктивно-технологічних схем і організаційних рішень під час виконання робіт. Це особливо актуально, коли потрібно обирати оптимальні варіанти для реконструкції будівлі, оскільки розуміння впливу різних рішень на надійність дозволяє більш ефективно планувати роботи та мінімізувати витрати.

2.4 Способи та технології оновлення житлових будівель старої забудови.

Існує багато методів реконструкції житлових будівель старої споруди, і вони залежать від різних факторів, включаючи архітектурно-планувальні особливості будівель. Серед варіантів перепланування та перебудови виділяють такі:

- реконструкція без змін об'єму й зовнішнього вигляду, але з переплануванням приміщень;
- збереження будівлі з її основними функціями, переплануванням та включенням у новий комплекс забудови;
- збереження будівлі як самостійного об'єму з додатковим розширенням або надбудовою;

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- повне знесення будівлі.

На рисунку 2.6 представлена схема, яка демонструє різні варіанти конструктивно-технологічних рішень для реконструкції — як без зміни, так і зі зміною конструктивної схеми та об'єму будівлі.

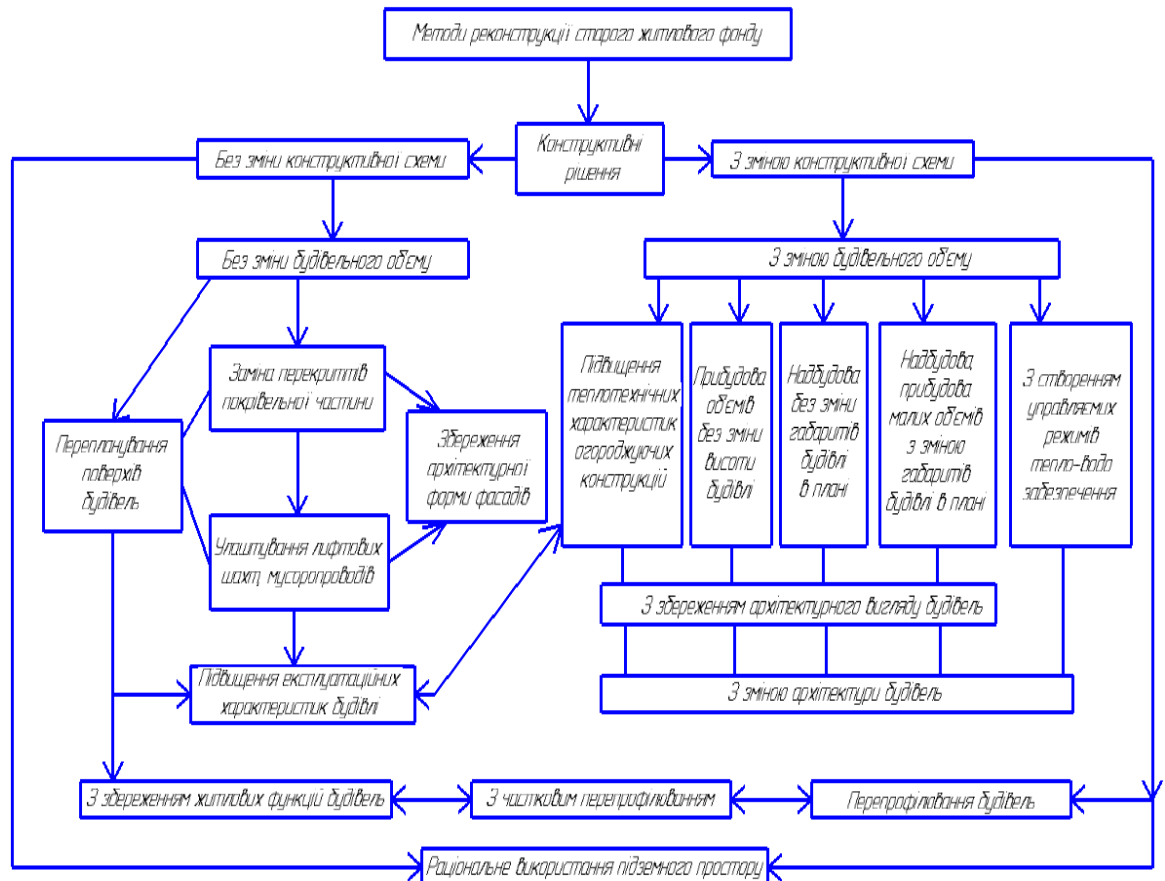


Рисунок 2.6 - Методи реконструкції будівель старої споруди

Реконструкція із збільшенням об'єму будівлі передбачає встановлення додаткових вбудованих систем із власними фундаментами. Це дозволяє надбудовувати кілька додаткових поверхів, при цьому зменшуючи навантаження на зовнішні та, у деяких випадках, внутрішні стіни, які стають самонесучими огорожувальними елементами.

Під час реконструкції з розширенням будівлі розглядаються конструктивно-технологічні рішення, які дозволяють частково використовувати наявні фундаменти й стіни як несучі. У таких варіантах

навантаження від додаткових поверхів частково перерозподіляється на додаткові прибудовані елементи, що дозволяє зберегти міцність і стійкість будівлі.

2.5. Технологія реконструкції з використанням інтегрованих будівельних систем.

Використання вбудованих будівельних систем — один з ефективних методів для підвищення міцності, надійності та довговічності будівель. Його можна реалізувати в різних варіантах: збірному, монолітному або збірно-монолітному. Основна особливість таких систем полягає в тому, що вони мають власні фундаменти, які сприймають основні навантаження, виключаючи або зменшуючи їхній вплив на стіни. Це дозволяє надбудовувати поверхи незалежно від несучої здатності старих фундаментів і стін, знижуючи потребу в зміцненні основи та підсиленні конструкцій.

Такі вбудовані системи також допомагають краще організувати планування приміщень, що підвищує комфорт для мешканців. Застосування сучасних матеріалів і технологій відкриває можливості для індустріальних методів роботи з високим рівнем механізації, потоковим виконанням завдань тощо.

Оптимізація конструктивно-технологічних рішень допомагає зменшити витрати матеріалів, трудомісткість та загальні витрати на роботу. Вибір різного рівня індустріалізації й типових рішень дозволяє будівельним компаніям раціонально використовувати свій потенціал, адаптуючи проекти до регіональних особливостей і можливостей будівельних баз.

Обмеження простору на будівельному майданчику вимагає адаптації генерального плану будівництва та вибору методів виконання робіт. Наприклад, у разі збірного монтажу вбудованих систем можна організувати доставку елементів за чітким графіком або навіть виробляти елементи поруч із об'єктом. Дослідження показують, що при реконструкції кварталу доцільно

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

організувати внутрішньоквартальні бази, які виготовлятимуть збірні конструкції, бетон і арматуру. Це рішення дозволяє значно знизити витрати на транспортування і загальну вартість робіт.

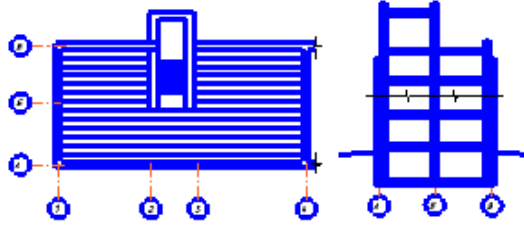
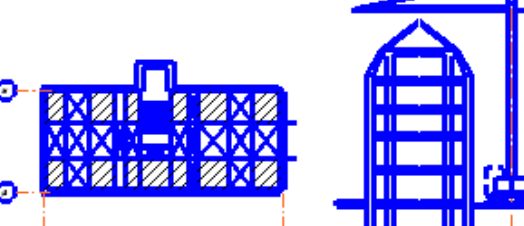
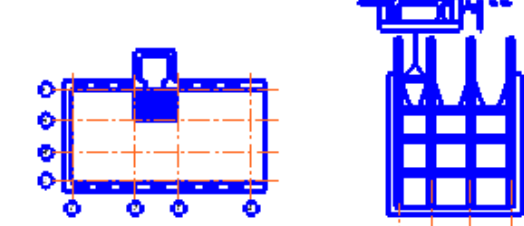
Вибір конструктивно-технологічної схеми вбудованої системи значною мірою залежить від архітектурного та планувального рішення будівлі, яка реконструюється. Наприклад, для будівель із прямокутним планом найдоцільніше використовувати вбудовані системи зі збірних конструкцій, оскільки це економічно і конструктивно виправдано.

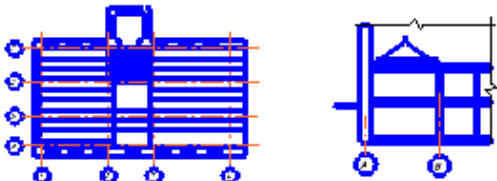
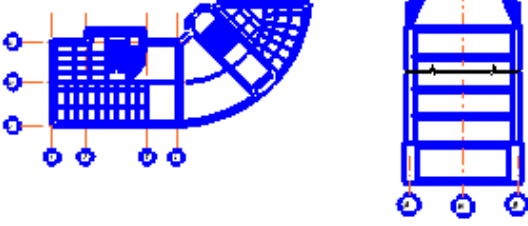
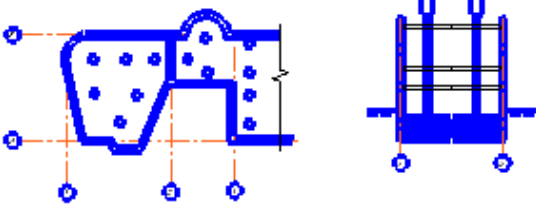
Для будівель зі складною формою плану більше підходять монолітні або збірно-монолітні системи, які дозволяють використовувати метод нарощування та підйому перекриттів. Такі підходи забезпечують більшу гнучкість у плануванні та надають можливість надбудови додаткових поверхів.

У таблиці 2.1 наведені різні типи вбудованих систем, які досліджувалися в контексті реконструкції. Їх основною перевагою є те, що вони дозволяють виконувати надбудови й забезпечують можливість гнучкого планування приміщень відповідно до сучасних вимог.

Таблиця 2.1 - Інтегровані системи для реконструкції будівель із додатковою надбудовою поверхів.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Конструктивно-технологічна схема	Основні характеристики
	Вбудований уніфікований каркас: коляни на 1...3 поверхи; ригелі довжиною 6...9м; багатопустатний настил довжиною до 12м; окремі стовпні фундаменти чи монолітна плита
	Безбалочний каркас: коляни на 2...4 поверхи; надколянні і рядові плити індивідуального виготовлення; окремі стовпні фундаменти чи монолітна плита
	Безбалочний попередньо-напружений каркас: коляни на 3...4 поверхи; плити розміром на комерцію; фундаменти у вигляді монолітної плити

Конструктивно-технологічна схема	Основні характеристики
	Збірна-монолітна система: внутрішні монолітні стіни; перекриття з багатопустотного настилу екструзійної технології прольотом до 8м; стрічкові фундаменти або у вигляді монолітної плити.
	Вбудована монолітна-каркасно-стінова та каркасно-об'ємна системи: з використанням легких опалубочних систем незнімної опалубки переkritтів прольотом до 8м; фундамент у вигляді монолітної плити
	Вбудована безбалкова система, що зводиться методом підйому переkritтів: пакет переkritтів з монолітного залізобетону; напрямлячі у вигляді металевих і з/б колон висотою до 4х поверхів; підйом за допомогою електромеханічних вантажів

2.6. Спосіб вбудованого монтажу

Метод вбудованого монтажу базується на використанні готових залізобетонних елементів, столярних виробів тощо з єдиного каталогу заводських збірних конструкцій. На сьогодні за цим методом реконструйовано понад 90 будівель у різних містах, включаючи не тільки житлові будинки, але й школи, лікарні та інші об'єкти.

Цей метод підходить для будівель, які мають прямокутну або близьку до неї форму плану. Застосовують конструктивні схеми з повним або частковим вбудованим каркасом. Повний каркас дозволяє уникнути використання стін як несучих елементів, що дає можливість проводити реконструкцію із переплануванням приміщень та додаванням кількох поверхів. У разі часткового каркасу, де навантаження частково передаються на стіни, можливість надбудови обмежена міцністю стін та фундаментів.

Перевага повного каркаса полягає в його технологічності порівняно з традиційними методами заміни перекриттів. Він значно зменшує обсяг робіт з облаштування опор для плит, менше послаблює несучу здатність стін, а використання плит перекриття різної довжини дозволяє гнучко планувати приміщення.

Технологічний процес передбачає кілька внутрішніх потоків робіт, основним з яких є монтаж. Монтаж виконується шляхом окремого встановлення колон, для яких використовують спеціальні системи для вирівнювання й тимчасового кріплення, і комбінованого методу — для монтажу ригелів і плит перекриття.

Особливістю вбудованого каркаса є варіативний крок колон, що підлаштовується під розташування віконних прорізів, а також використання плит перекриття, виготовлених за екструзійною технологією. Це забезпечує можливість інтеграції каркаса в будь-який прямокутний корпус будівлі.

Розбивка будівлі на секції (захватки), що є незалежними частинами житлового будинку, дозволяє використовувати ефективну поярусну схему монтажу. Це створює зручний фронт для внутрішніх робіт із зведення стін, а також спеціальних та оздоблювальних робіт. Деталі розвитку цього методу та його організаційних і технологічних особливостей можна знайти в дослідженнях [8, 17]. Там також розглядаються питання забезпечення точності та збираності каркаса, дотримання допусків при виготовленні та монтажі збірних конструкцій, а також розміщення осей.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

На основі експериментів вдалося оцінити, наскільки точно можна встановлювати конструкційні елементи з різними інструментами для вирівнювання та тимчасового кріплення, а також у різних варіантах з'єднань колон. Результати показали, що для зниження похибок корисно використовувати спеціальні направляючі (кондуктори), а максимальна точність досягається при монтажі колон без зварювання.

Було встановлено, що для підвищення ефективності монтажу каркасу варто спрощувати конструкцію самих елементів. Наприклад, використання колон висотою в два, три або чотири поверхи підвищує ефективність (коефіцієнт технологічності) на 1,11; 1,14 і 1,17 відповідно. Збільшення розміру плит перекриття також позитивно впливає на цей показник — до 1,18-1,25. Скорочення кількості з'єднань колон зменшує витрати часу, необхідного на монтаж, пропорційно кількості цих з'єднань. Якщо використовувати беззварні з'єднання, трудовитрати можна зменшити в 1,5-2 рази, а витрати на з'єднання колон — на 10-15%.

Підвищення технологічності або зменшення кількості матеріалів на кожен квадратний метр дозволяє зекономити час роботи техніки, а отже, і скоротити тривалість реконструкції. Але важливо контролювати процес збільшення розмірів елементів, оскільки якщо їх маса значно зросте, це може вимагати використання кранів з більшою вантажопідйомністю, що призводить до значного зростання вартості монтажних робіт.

Статистичні дані також показали, що використання вбудованого каркасу допомагає оптимізувати витрати матеріалів. Так, на 1 м² перекриття в середньому потрібно 0,38-0,4 м³ бетону і 17,4-18,0 кг сталі. При цьому витрати робочого часу становлять близько 0,8 - 1,2 людино-годин на м², що допомагає ефективно перекривати площу.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						38
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.7 Метод реконструкції із застосуванням універсального каркаса без балок

Система КУБ виділяється тим, що в ній немає ригелів, як у звичайних збірних каркасах, а їх роль виконують плити перекриття та багатоярусні колони. Це дозволяє уникати виступаючих частин, роблячи конструкцію більш компактною. Жорсткість і стійкість всієї конструкції досягається завдяки надійному замоноличуванню з'єднань між елементами.

Каркас у системі КУБ працює за рамною або рамно-зв'язковою схемою, що вже добре показало себе у житловому та промисловому будівництві. Ця система має високі техніко-економічні показники. Наприклад, для створення 1 м² перекриття потрібно 12,2-13,2 кг сталі, 0,15-0,17 м³ збірного залізобетону і близько 0,021 м³ монолітного бетону. Навантаження на перекриття може становити від 800 до 2000 кг/м², а на монтаж витрачається 0,7-1,1 людино-годин на 1 м².

Якщо реконструкція будівлі не включає надбудови, колони зазвичай встановлюють на монолітні або збірні фундаменти стаканного типу. Якщо ж планується значне збільшення навантаження через додаткові поверхи, створюють монолітну залізобетонну плиту, яка з'єднується з фундаментом стін для кращої стійкості.

Найскладнішим етапом у цій технології є монтаж колон. Точне встановлення колон — ключ до надійного з'єднання елементів перекриття, і воно залежить від правильної розмітки осей та точного розташування монтажного горизонту. Використання багатоярусних колон (2-4 яруси) потребує спеціальних інструментів, як-от підйомні пристрої, самобалансуючі траверси, одиночні направляючі кондуктори, фіксатори та підкоси. Завдяки самобалансуючим траверсам можна зменшити висоту підйому гака крана, а система кондукторів і підкосів допомагає з високою точністю виставити колони в потрібне положення.

Панелі перекриття включають два типи плит: надколонні та рядові. Монтаж починається з установки надколонних плит у зоні захватки, а після

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						39
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

цього встановлюють рядові плити. Особливо важливо правильно вирівняти надколонні плити по висоті, адже від цього залежить рівність стелі. Для точного встановлення плит використовують струбцини та механічні домкрати, які допомагають виставити елементи в проектне положення. Рядові плити кріпляться по периметру надколонних плит.

При монтажі вбудованого каркаса допускається встановлення до двох ярусів, а потім стики між елементами монолітяться. Дослідження, проведені в роботі [15], показали, що якість збірки залежить від стану стін і точності їх геометрії. Якщо розміри відрізняються від проектних, це часто призводить до додаткових робіт.

Робота за методом захваток, коли монтаж відбувається послідовно по горизонталі та вертикалі, дозволяє забезпечити ритмічний цикл виконання. При цьому монолітіння стиків і їх теплова обробка відбуваються окремо.

Досліди показали, що відхилення в розмірах стін можуть ускладнити використання вбудованої системи. У таких випадках доцільно застосувати збірно-монолітнє перекриття: замість рядових плит заливають монолітні ділянки. Це дає можливість скоригувати наявні відхилення та створити раціональніше планування за рахунок зміни кроку колон.

Технологія будівництва включає цикл бетонних робіт: установку опалубки з дрібних елементів, армування, заливку й ущільнення бетонної суміші та її теплову обробку.

Аналіз техніко-економічних показників показує, що використання сталі зросло до 13,2 - 13,5 кг на кожен квадратний метр. При цьому об'єм монолітного бетону збільшився до 0,12-0,15 м³/м², а витрати на збірний залізобетон зменшилися до 0,04-0,06 м³/м².

Подальші дослідження показали, що перехід на збірно-монолітні конструкції може ще більше покращити технологічний ефект. Це особливо актуально, коли застосовують багаторярусні колони в збірному виконанні, а перекриття виконують повністю з монолітного бетону.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таке рішення робить систему більш універсальною і гнучкою з точки зору технології, оскільки дозволяє звести безбалковий каркас у будь-якій конфігурації будівлі, що реконструюється.

2.8 Реконструкція будівель із застосуванням вбудованої попередньо напруженої безбалкової системи.

Ця конструктивна система базується на ідеї створення вбудованого каркаса з прямокутних збірних осередків, які складаються з колон, плит перекриттів та внутрішніх стін, що діють як стіни жорсткості. Особливість цієї системи — відсутність ригелів і опорних балок для плит перекриття. Усі елементи з'єднуються завдяки натягнутій арматурі у вигляді канатів, а міцність і стабільність конструкції забезпечуються силами тертя між поверхнями колон і плит перекриття.

Натяг арматури P вибирають так, щоб сумарна сила тертя в обох напрямках перевищувала власну вагу, корисне навантаження, а також можливі динамічні навантаження R , як-от вітрові, сейсмічні чи технологічні впливи.

Основні елементи каркаса включають багатоярусні колони, плити перекриття та стіни жорсткості. Крім основних елементів, у конструкції використовують додаткові збірні компоненти, як-от плити з прорізами для сходів і ліфтів, консольні плити, бічні балки, сходові марші та площадки.

Система адаптивна: завдяки різній відстані між колонами її можна пристосувати до особливостей будівлі, що реконструюється. Це дозволяє використовувати плити перекриттів різних розмірів, включно зі збірними плитами з 2-3 частин. Таке рішення значно знижує вимоги до вантажопідйомності кранів і полегшує транспортування плит до місця монтажу.

Використання цієї системи у реконструкції будівель має ряд переваг. Серед них — висока технологічність елементів, мала витрата бетону на 1 м^2 ,

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						41
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

мінімальна кількість стандартних типів збірних конструкцій, відсутність зварних з'єднань, великі розміри елементів (наприклад, багатоярусні колони і плити, що охоплюють весь осередок), а також можливість зручного розташування елементів у прямокутному контурі будівлі.

Ці характеристики роблять систему ідеальною для реконструкцій, особливо якщо потрібно надбудувати нові поверхи. Залежно від розміру будівлі, вибирають дво- або трьохпрольотну схему. Відстань між колонами визначається розміщенням вікон і особливостями планування реконструйованої будівлі. Для цього каркаса передбачені окремі фундаменти.

Виключення стінових конструкцій із системи несучих дозволяє добудовувати поверхи. Кількість нових поверхів залежить від параметрів самої системи та розміщення будівлі у кварталі.

Щоб адаптувати систему до реконструкцій, розробили спеціальні технічні рішення, що забезпечують надійність роботи в умовах обмеженого простору. Серед них — спеціальне обладнання для монтажу крайніх колон, зв'язувальних балок, пристрої для натягу та закріплення арматури тощо.

Процес будівництва включає основний монтажний цикл: починається з покрокової установки колон у межах захватки, потім виконується монтаж плит перекриття в три яруси. Після цього натягують арматуру, омонолічують стики, а далі встановлюють сходові марші, площадки, елементи ліфтових шахт та інші конструкції.

Продовження робіт із нарощування колон та монтажу перекриттів для кожного наступного поверху можливе тільки після того, як омонолічені ділянки досягнуть необхідної проектної міцності.

Технологія реконструкції житлових будівель із використанням вбудованого безбалкового попередньо напруженого каркаса має великий потенціал у практичному застосуванні. Вона не тільки вирізняється високою технологічністю, але й економно використовує матеріали: для кожного квадратного метра площі потрібно всього 0,17-0,22 м³ збірного залізобетону. Крім того, така система має низьку трудомісткість — лише 0,3-0,4 людино-

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						42
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

години на 1 м², що робить її дуже ефективною для великих проектів реконструкції.

2.9 Реконструкція житлових будівель із використанням вбудованих збірно-монолітних систем

Збірно-монолітні вбудовані системи реалізуються за кількома основними схемами:

1. Каркасна безбалкова система з монолітними перекриттями та збірними багатоярусними колонами.

2. Каркасна безбалкова система зі збірними колонами та перекриттями, які монтуються у вигляді "пакетів" на рівні першого поверху.

3. Стінова конструкція, де внутрішні несучі стіни виконуються монолітно, а перекриття складається зі збірних плит, виготовлених за екструзійною технологією

Ці системи характеризуються високою технологічністю, гнучкістю в застосуванні та економічною доцільністю.

Перший варіант включає використання багатоповерхових збірних колон, які монтуються на окремих фундаментах, а перекриття виконуються монолітними на заданій висоті. Система побудована за рамно-зв'язковою схемою, що відрізняється наявністю багатоярусних колон з відкритою арматурою на рівні перекриттів. Завдяки цьому можна створити надійне монолітне з'єднання між колонами та перекриттями, що забезпечує міцність і стійкість конструкції.

Процес монтажу такої системи включає встановлення колон, облаштування опалубки перекриттів із невеликих щитів або стійок і балок, використання фанерних щитів для опалубки перекриттів, армування конструкції окремими стрижнями, подачу бетонної суміші автобетононасосами, ущільнення бетону та його теплову обробку для прискорення затвердіння.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						43
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Завдяки таким рішенням можна оптимально пристосувати систему до різних умов на будівельному майданчику та досягти високих показників міцності та довговічності конструкції.

Ця технологія відзначається високою гнучкістю, дозволяючи зводити вбудовану систему для будівель практично будь-якої форми та висоти. Це досягається завдяки розміщенню колон з різним кроком, що враховує розташування вікон, сходів, внутрішніх стін тощо.

Дослідження процесів реконструкції з використанням збірно-монолітної безбалкової системи дозволили визначити оптимальні розміри та об'єми захваток для безперервного проведення робіт, інтенсивної подачі та укладання бетону, а також прискореного твердіння бетону. Аналіз трудомісткості різних етапів робіт (опалубних, арматурних, бетонних) допоміг визначити оптимальні склади бригад і підібрати ефективне обладнання. Було підтверджено, що застосування швидких методів твердіння бетону значно прискорює процеси будівництва.

Одним з варіантів безбалкової каркасної системи є технологія підйому перекриттів. Цей метод особливо гнучкий завдяки можливості виготовлення пакета залізобетонних плит перекриття на рівні першого поверху, що дозволяє зменшити трудомісткість у 4-6 разів і уникнути теплової обробки бетону для досягнення потрібної міцності.

Аналітичні дослідження показали, що застосування методу підйому перекриттів скорочує загальний цикл будівництва в 1,5-2 рази. Проте цей метод потребує високої кваліфікації інженерів та робітників, оскільки включає встановлення системи підйомників, забезпечення їх синхронної роботи, а також автоматизований контроль якості на всіх етапах.

Залежно від планування та висоти реконструйованих будівель, були визначені оптимальні зони для розрізки перекриттів, що дозволяє організувати безперервний поточно-циклічний процес виконання робіт.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Техніко-економічні показники цієї вбудованої системи такі: витрата бетону становить 0,28-0,32 м³ на м², сталі — 12,6-24,2 кг/м², а трудомісткість — 0,36-0,41 людино-години на м².

Збірно-монолітна стінова система включає монолітні внутрішні несучі стіни з широким кроком та перекриття з плит багатопустотного настилу, які виготовляються за екструзійною технологією. Ця система економічно вигідна для реконструкції житлових будівель прямокутної форми. Використання великих плит перекриття дозволяє не тільки зменшити витрати матеріалів, але й прискорити процес будівництва, оскільки скорочує тривалість технологічних перерв.

Дослідження підтвердили, що застосування монолітних залізобетонних стін дозволяє використовувати великощитову опалубку, що значно спрощує монтаж і демонтаж опалубки та знижує трудомісткість робіт. Крім того, використання термоактивної опалубки прискорює затвердіння бетону, скорочуючи час до зняття опалубки. Ефективність системи збільшується за рахунок використання збірних конструкцій для санвузлів, вентиляційних блоків, сходових маршів, перегородок та інших елементів.

Аналіз трудовитрат показує, що приблизно 80% витрачається на зведення внутрішніх стін, 10-12% — на монтаж перекриттів, і 6-8% — на встановлення інших конструктивних елементів. Загалом трудовитрати складають близько 0,6-0,7 людино-години на м² площі, що перекривається.

2.10 Монолітні інтегровані системи

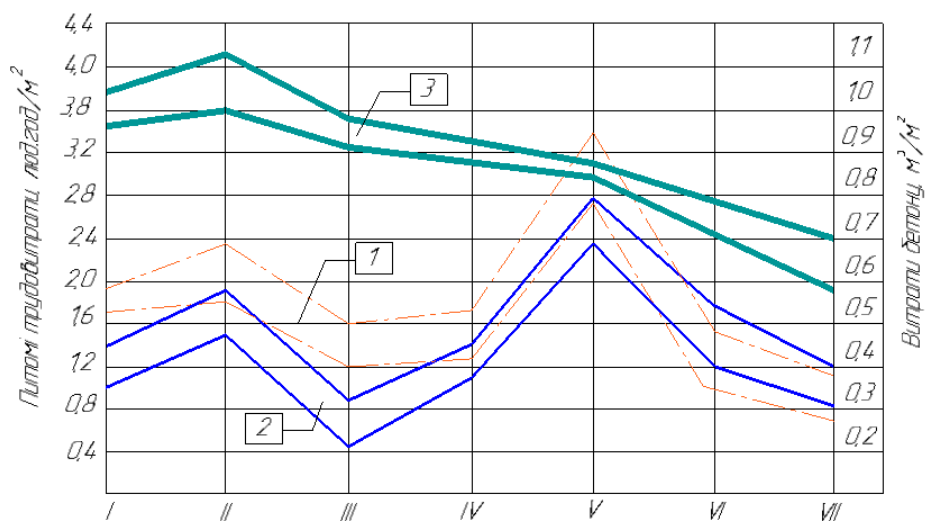
Сьогодні в будівництві часто використовують монолітні стінові системи, особливо в будівлях зі складними формами. Це пояснюється тим, що такі системи дуже гнучкі та легко підлаштовуються під будь-які архітектурні ідеї. Їх можна застосовувати в будинках з різною геометрією та дизайном.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						45
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Монолітні системи мають індустріальний підхід, оскільки тут використовують легкі форми для заливки бетону, спеціальні бетонні насоси та сучасні суміші бетону, які швидше тверднуть завдяки обробці теплом. Це дозволяє суттєво зекономити час на будівництво.

Дослідження показали, що коли обсяг робіт обмежується до 30%, то більшу частину роботи доводиться виконувати вручну. Наприклад, для опалубки (форми для бетону) ручна робота займає близько 30%, для встановлення арматури - 15%, а для заливки бетону – 8%. Найбільше часу йде на процеси, пов'язані з розбиранням опалубки та підготовкою її для наступних поверхів.

Аналіз конструкцій і технологій допоміг визначити оптимальні області для застосування таких систем. На малюнку 2.7 можна побачити загальні характеристики систем, зокрема їхню матеріалоємність, трудомісткість, рівень індустріалізації та технологічність.



I – уніфікований каркас; II – система КУБ; III – безбалковий преднапружений каркас;
 IV – збірно – монолітна система перекриття з багатопустотного настилу;
 V – монолітні системи; VI – збірно-монолітні безбалочні системи; VII – метод підйому перекриттів.
 1 – розподіл питомих трудовитрат; 2 – розподіл матеріалів; 3 – розподіл собівартості робіт

Рисунок 2.7 - Розподіл затрат на облаштування вбудованих систем.

Дослідження показали, що є три основні способи встановлення вбудованих систем у будівництві. Ось вони:

1. Для будівель прямокутної форми: використовується збірно-монолітна система з внутрішніми несучими стінами, де відстань між ними може бути до 18 метрів. Перекриття тут збірні, з багатопустотних плит, виготовлених за технологією екструзії.

2. Для будівель різних форм, як простих, так і складних: застосовуються збірно-монолітні системи з багатоярусними збірними колонами і монолітними перекриттями. Часто використовують метод підйому перекриттів, що полегшує процес монтажу конструкцій.

3. Універсальний варіант: збірно-монолітні системи, які відрізняються високою гнучкістю. Вони добре адаптуються до різних архітектурних рішень, навіть у випадках, коли простір для роботи обмежений, і забезпечують надійність у технологічному процесі будівництва. Більш детально ефективність таких систем описано у дослідженнях [9, 17, 25].

Сьогодні в Києві понад 50% житлових і громадських будівель реконструйовано з використанням саме монолітних та збірно-монолітних систем. При цьому близько 30% з них отримали надбудову в 2-4 поверхи, що дозволило збільшити площу приміщень на понад 40% від початкового розміру.

2.11 Промислові технології реконструкції низькоповерхових будівель перших масових серій

Реконструкція житлових будинків перших масових серій може проводитися різними способами: від знесення до добудови нових частин і надбудови на 3–4 поверхи або навіть вище. Вибір конкретного рішення — це складне завдання, яке вимагає врахування багатьох факторів, таких як стан конструкцій, обсяг капіталовкладень, очікуваний результат, наявність інвесторів, терміни виконання робіт та потреба у відселенні мешканців.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Масове знесення таких будівель в Україні наразі не розглядається як пріоритетний напрямок містобудівної політики. Незважаючи на те, що ці житлові будинки характеризуються високим ступенем фізичного зносу, технічні обстеження демонструють, що вони все ще зберігають достатні показники конструктивної міцності та експлуатаційної надійності. Сучасні будівельні технології та методи реконструкції відкривають широкі можливості для відновлення таких об'єктів з використанням інноваційних будівельних матеріалів і прогресивних інженерних рішень.

Існує декілька комплексних підходів до реконструкції житлового фонду, які можна систематизувати та розділити на два основні типи відповідно до організації будівельного процесу: реконструкція з тимчасовим відселенням мешканців та реконструкція без необхідності відселення. У кожному з цих фундаментальних підходів головною метою є суттєве зменшення морального зносу житлових будинків, що досягається різними способами: шляхом раціонального збільшення корисної площі кухонь, ванних кімнат та інших допоміжних приміщень, комплексної заміни застарілих інженерних систем на сучасні, значного підвищення теплотехнічних і експлуатаційних характеристик будівлі, а також істотного покращення архітектурно-естетичного вигляду будівель. Варіанти реконструкції, які передбачають кардинальне перепланування внутрішніх приміщень або конструктивну надбудову додаткових поверхів, як правило, технологічно вимагають обов'язкового тимчасового відселення мешканців на період проведення будівельних робіт.

Численні наукові дослідження [15] та накопичений практичний досвід переконливо демонструють, що для переважної більшості українських міст найбільш оптимальною стратегією є збереження та модернізація існуючого житлового фонду з впровадженням мінімально необхідних конструктивних змін, які не призводять до радикальної трансформації історично сформованого архітектурного образу міської забудови.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Основні концептуальні аспекти комплексного підходу до реконструкції житлового фонду включають різноманітні рівні складності технічних та конструктивних рішень, які необхідно застосовувати в залежності від конкретних умов та вимог. На рисунку 2.8 детально представлено розроблену умовну класифікацію основних типів реконструктивних робіт за ступенем їх технологічної складності та масштабом впровадження.

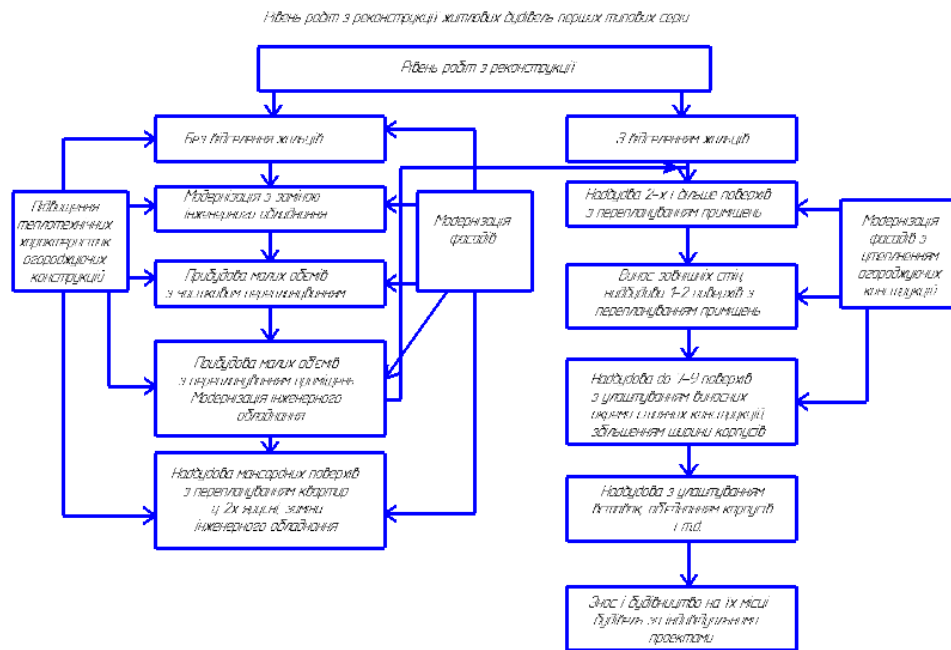


Рисунок 2.8 - Ступінь виконання робіт з оновлення житлових будівель початкових типових серій

Досліджено методи та технології реконструкції перших масових серій житлових будинків і зробив висновок, що єдиної концепції тут немає. Зазвичай реконструкція проводиться за традиційними методами, які вимагають багато ручної роботи і не дають змоги швидко й якісно виконувати великий обсяг робіт.

У дослідженнях [12, 14] було розглянуто та вдосконалено підходи до реконструкції будинків таких популярних серій, як 1-464, 1-447, 1-335, що широко використовувались у країнах СНД, а також серій 1-510, 1-511 і 1-515.

Основна ідея реконструкції таких будівель полягає у створенні нових технологій, які включають застосування спеціальних об'ємних елементів заводського виробництва. Це дозволяє змінити сам процес реконструкції, перетворюючи його на монтажно-складальний цикл. Це суттєво скорочує час робіт — у середньому в 5–8 разів швидше [13, 14].

Об'ємні блоки для надбудови й розширення будинків мають високу якість у виготовленні, транспортуванні та монтажі. Їх особливість — можливість змінювати розміри завдяки шарнірним з'єднанням, що дозволяє перевозити блоки в складеному вигляді, вирішуючи проблему перевезення великих елементів [21].

Розроблено одноповерхові й двоповерхові об'ємні блоки, які підходять для надбудови будівель різних серій із шириною від 10,4 до 14,6 метрів. На малюнку 2.9 представлені схеми таких об'ємних блоків для мансардних поверхів. Однією з переваг цих блоків є можливість створення відкритих просторових зон, які дозволяють варіативно планувати квартири різного типу й розміру.

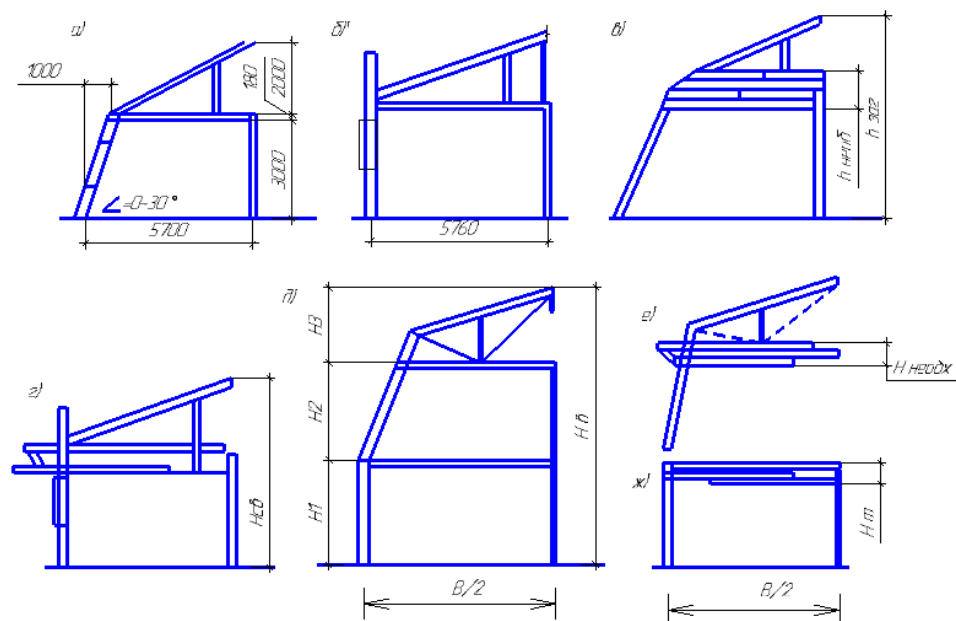


Рисунок 2.9 - Об'ємні модулі для мансардних поверхів (а, б), двоповерхових надбудов (д) та їх положення під час транспортування (в, г, е, ж).

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						50
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

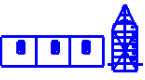
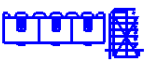
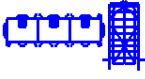
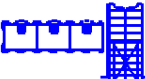
Методи будівельної механіки допомогли оптимізувати конструкцію об'ємних блоків, щоб зменшити витрати металу та підвищити надійність їх елементів. Використання профілів зігнутої форми та оптимальна схема армування знизили вагу конструкцій до 160 кг/м², а витрати металу скоротили до 32–36 кг/м² площі. Об'ємні напівблоки для мансардних поверхів, які мають ширину 2,6 та 3,2 метра, важать відповідно 3,6 та 4,2 тонни, а поверхові блоки — 3,2–3,8 тонни. Це дозволяє встановлювати їх за допомогою мобільних пневмоколісних кранів.

Впровадження промислових технологій дало змогу створити різні моделі організації робіт, які є гнучкими і надійними. Ці системи дозволяють застосовувати конвеєрні методи реконструкції малоповерхових будівель різних типів.

Дослідження організаційних моделей показало, що найбільш ефективно реконструювати квартали повністю, оскільки це дає можливість налагодити стабільний процес робіт і створити тривалі потоки, що злагоджено працюють у часі. При цьому можна обирати серед широкого спектра конструктивно-технологічних рішень. У таблиці 1.2 представлені варіанти конструкцій, а також методи і технології реконструкції типових п'ятиповерхових будинків.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 Моделі конструктивно-технологічної реконструкції типових п'ятиповерхових будівель 1-464; 1-515; 1-510; 1-447

№	Зміст	Конструктивно-технологічна схема	Методи виконання робіт		
			I	II	III
1	Надбудова мансардного поверху. Підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій		Без відселення жильців		
			Конверсна технологія надбудови мансардного поверху. Монтаж покрівельної зовнішньої герметичності	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж збільшений блок	Крайова подана і надбудова збільшених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з підвішанням в чині підлогу
			Посадилий монтаж блоків що прибудовують. Зведення мансардного поверху з напівблоків зовнішнього виступлення	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж збільшеними блоками. Укорочення блоків на проліт. Монтаж укороченими блоками з використанням модальних гнучкокаресних крайків	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги. Надбудова укорочених блоків з підлогою підвішанням. Укорочення блоків з відвідом, герметизуванням до місця монтажу і встановленням на підлозі
2	Прибудова еркерів, лоджіях шпарт і надбудова мансардних поверхів. Утеплення та облицювання фасадів		З відселенням жильців		
			Посадилий монтаж окремих блоків по периметру будівлі. Зведення надбудовного напівблоку з кінцевими напівблоками. Надбудова мансардного поверху з покрівель	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж укороченими блоками	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги
			Посадилий монтаж окремих блоків по периметру будівлі. Зведення надбудовного напівблоку з кінцевими напівблоками. Надбудова мансардного поверху з покрівель	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж укороченими блоками	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги
3	Прибудова еркерів, лоджіях шпарт і надбудова 2-х річкових мансардних поверхів. Утеплення та облицювання фасадних поверхів		З відселенням жильців		
			Посадилий монтаж окремих блоків по периметру будівлі. Зведення надбудовного напівблоку з кінцевими напівблоками. Надбудова мансардного поверху з покрівель	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж укороченими блоками	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги
			Посадилий монтаж окремих блоків по периметру будівлі. Зведення надбудовного напівблоку з кінцевими напівблоками. Надбудова мансардного поверху з покрівель	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж укороченими блоками	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги
4	Прибудова еркерів, лоджіях шпарт і надбудова 2-х річкових мансардних поверхів. Утеплення та облицювання фасадних поверхів з перепланування приміщення		З відселенням жильців		
			Посадилий монтаж окремих блоків по периметру будівлі. Зведення надбудовного напівблоку з кінцевими напівблоками. Надбудова мансардного поверху з покрівель	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж укороченими блоками	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги
			Посадилий монтаж окремих блоків по периметру будівлі. Зведення надбудовного напівблоку з кінцевими напівблоками. Надбудова мансардного поверху з покрівель	Укорочення блоків на проліт. Крайовий монтаж укороченими блоками	Крайова подана і надбудова укорочених блоків на проліт будівлі. Укорочення блоків з відвідом в зоні підлоги
5	Розширення корпусів з застосуванням окремих блоків перепланування та надбудова 1, 2 поверхів. Утеплення фасадних поверхів з облицюванням		З відселенням жильців		
			Розширення корпусу шляхом прибудови елементів з окремих блоків по периметру будівлі. 2-х поверхової надбудови з окремих блоків. Перепланування приміщення	Розширення елементів по периметру будівлі з окремих блоків. Укорочення блоків на 2 поверні. Монтаж модальними крайками. Підвішання приміщення	Розширення елементів з окремих блоків зовнішньої герметичності. Надбудова 2-х поверхів з зовнішньої мансардною зовнішністю
			Розширення корпусу шляхом прибудови елементів з окремих блоків. Складання окремих блоків. Перепланування приміщення	Розширення елементів по периметру будівлі з окремих блоків. Укорочення блоків на 2 поверні. Монтаж модальними крайками. Підвішання приміщення	Розширення елементів з окремих блоків зовнішньої герметичності. Надбудова 2-х поверхів з зовнішньої мансардною зовнішністю
6	Розширення корпусів з надбудовою 4, 5 поверхів і перепланування приміщення. Доведення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій до вимог норм		З відселенням жильців		
			Розширення корпусу шляхом прибудови елементів з окремих блоків. Складання окремих блоків. Перепланування приміщення	Розширення елементів по периметру будівлі з окремих блоків. Укорочення блоків на 2 поверні. Монтаж модальними крайками. Підвішання приміщення	Розширення елементів з окремих блоків зовнішньої герметичності. Надбудова 2-х поверхів з зовнішньої мансардною зовнішністю
			Розширення корпусу шляхом прибудови елементів з окремих блоків. Складання окремих блоків. Перепланування приміщення	Розширення елементів по периметру будівлі з окремих блоків. Укорочення блоків на 2 поверні. Монтаж модальними крайками. Підвішання приміщення	Розширення елементів з окремих блоків зовнішньої герметичності. Надбудова 2-х поверхів з зовнішньої мансардною зовнішністю

Проекти реконструкції показали, що добудова різних елементів до будівель може значно збільшити їхню площу. Наприклад:

- добудова еркерів (виступів) дає приріст площі на 19,4–20,6%;
- додавання еркерів разом з мансардним поверхом збільшує площу на 42,6–50,3%;
- розширення будівлі об'ємними блоками по периметру та надбудова одного або мансардного поверхів додає 70,5–72,8%;
- аналогічне розширення з дворівневою мансардою забезпечує ще більше збільшення — 80,1–83,7%.

При використанні об'ємних елементів і надбудові мансарди найбільш ефективний метод, коли окремі частини встановлюються прямо з транспортних засобів, а мансарда зводиться у зсунутому часовому графіку. Такий підхід забезпечує ритмічність і злагодженість процесу.

Для надбудови однорівневих і дворівневих поверхів була розроблена технологія, що дозволяє додавати великі об'ємні блоки без переселення мешканців. Для цього знадобилися спеціальні підйомники, встановлені з боків будівлі, а також транспортні платформи для переміщення великих блоків по обв'язувальному поясу.

Це рішення повністю відповідає сучасним вимогам безпеки та захисту праці, а також гарантує безпечні умови для мешканців під час реконструкції. Спеціальні підйомники та універсальні транспортні засоби полегшують демонтаж покрівельних плит, парапетів та інших елементів, що дозволяє знизити трудові затрати та підвищити безпеку.

Щоб забезпечити ритмічність робіт, створюються спеціальні майданчики всередині кварталу, де збираються й готуються об'ємні блоки для швидкого монтажу. Оптимізація технологічних циклів дозволила скоротити час надбудови, враховуючи надійну роботу основного крана і низькі витрати на виробництво.

2.12 Оптимізація процесів монтажу для надбудови та розширення будівель.

Використання готових об'ємних блоків з заводу потребувало розробки моделей, щоб узгодити роботу різних механізмів для збирання, транспортування та монтажу цих елементів. Мета дослідження таких моделей — створити безперервний процес надбудови та розширення будівель, максимально наближений до конвеєрного. Це дозволяє підтримувати ритм робіт, навіть якщо виникають випадкові затримки.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						53
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Кожна модель оцінюється за критерієм мінімальної вартості, враховуючи можливі простой: чи то монтажних кранів, чи транспортних засобів, які доставляють блоки. Також оцінюється час на обслуговування цих блоків — збирання великих частин, підготовка їх до монтажу та доставлення до місця встановлення.

Розглядаються різні моделі, зокрема, коли блоки подаються прямо під кран для монтажу або через проміжний майданчик для попереднього складання.

Модель з двома кранами та автотранспортом для доставки блоків

У цій моделі використовуються два крани для монтажу об'ємних блоків, які працюють з обох боків будівлі, монтують блоки для прибудови або надбудови поверхів. У математиці така задача описується як система з двома «приладами» (кранами) та потоком заявок (доставка блоків) із заданою інтенсивністю. Час, необхідний для встановлення елемента, включає підготовчі операції: кріплення, підйом, переміщення та монтаж з тимчасовим і постійним фіксуванням.

Заявка, тобто блок, що надходить, направляється до вільного крану. Якщо обидва крани зайняті, транспорт з блоком стає в чергу. Як тільки один з кранів звільняється, він одразу починає обробку чергового блоку. Вартість простою крана та транспорту визначається одиничними значеннями $C1$ для крану і $C2$ для автотранспорту. Задача полягає у визначенні мінімальних витрат на годину, що знижує витрати простою.

Стан системи в будь-який момент часу t можна описати за допомогою ймовірнісних змінних, які показують різні можливі ситуації роботи кранів і черги транспорту. Наприклад:

- Ймовірність того, що обидва крани активно працюють і в черзі є $n \geq 0$ транспортних засобів, позначається як P_n .
- Якщо один із кранів простоює, ймовірність цього становить $P-1$.
- Якщо ж обидва крани не задіяні і простоюють, ймовірність такого стану дорівнює $P-2$.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						54
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Ці ймовірності дозволяють оцінити ефективність використання кранів, а також визначити частоту та тривалість затримок для транспорту в черзі.

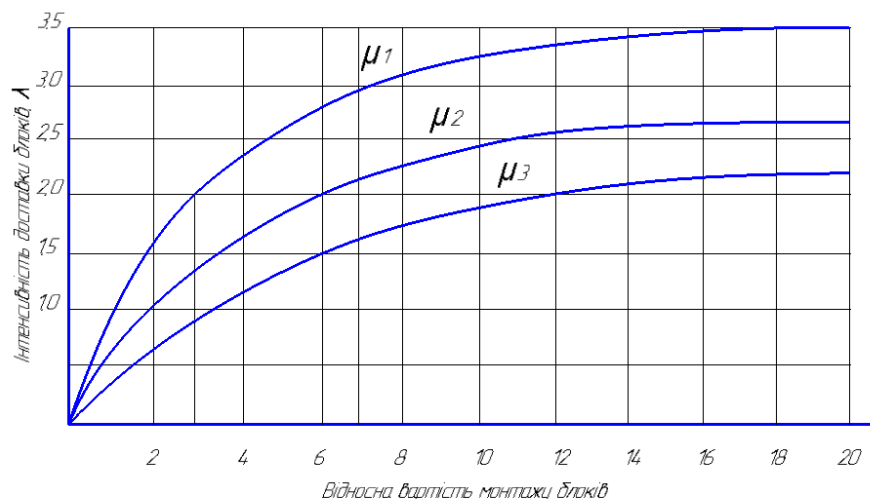
$$P_{-1} = \frac{1}{\rho} P_0, \quad P_{-2} = \frac{1}{2\rho^2} P_0, \quad P_k = \rho^k P_0 \text{ при } k \geq 0.$$

$$\text{Де: } \rho = \frac{\lambda}{2\mu}.$$

Оптимальне значення $\lambda \cdot (C_1, C_2)$, при якому витрати $W \cdot (C_1, C_2)$

$$\lambda \cdot (C_1, C_2) = 2\mu \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2C_1 + 3C_2 - \sqrt{8C_1 \cdot C_2 + 9C_2^2}}{C_1 + C_2}}$$

Чисельні методи розрахунку показали, що, коли інтенсивність монтажу блоків складає $\mu_1=2$, $\mu_2=1,5$ та $\mu_3=1$ блок за годину, два крани можуть працювати без зупинок, якщо доставка блоків йде зі швидкістю 3,5; 2,7 та 2,2 блоків на годину відповідно. При такій організації роботи ми отримуємо мінімальні витрати і зберігаємо безперервний робочий цикл.



На рисунку 2.2 показано графічні залежності для різних варіантів.

Організаційно-технологічна модель описує, як працює черга з вантажівками, що привозять блоки, у випадку, коли обидва крани зайняті монтажем. Якщо черга стає надто довгою (m машин), відбувається відмова —

вантажівка з блоком повертається назад або змушена чекати в іншому місці. Це призводить до додаткових витрат, які позначаються як C_3 . Такий підхід допомагає оцінити й уникнути зайвих витрат, організовуючи доставку блоків так, щоб черга залишалася в межах оптимальної кількості, забезпечуючи ефективність всього процесу.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що виникають на будівельному майданчику

Під час розробки будівельного проєкту організації використовують наявні стандарти, що стосуються санітарних норм та технічних вимог. У роботі на людину можуть впливати різні шкідливі фактори – як короткочасно, так і тривало. Сюди належать шум, пара, отруйні матеріали, які з часом здатні викликати хвороби або зниження працездатності. Такі фактори умовно ділять на три групи: фізичні (температура, шум, вібрація), хімічні (пил, гази, шкідливі речовини) та біологічні (інфекції).

Всі ці несприятливі умови вважають професійними шкідливостями, бо вони негативно впливають на здоров'я та загальний стан працівника під час виконання робіт. Працюючи, людина впливає на об'єкт, змінюючи його форму чи положення. Але при цьому самі матеріали, інструменти та обладнання, з якими вона працює, також впливають на умови роботи.

Крім того, на безпеку в процесі праці впливає середовище роботи, організація праці та рівень підготовки працівника. Усі ці фактори утворюють єдину систему, яка забезпечує безпечні умови праці. Звідси можна сказати, що безпека залежить від двох основних груп: виробничо-технічних (організаційні та технічні умови) і психофізіологічних факторів.

У будівництві виділяють кілька основних груп причин травматизму на робочому місці:

1. Організаційні причини: Це відсутність або недостатній інструктаж і навчання працівників, брак документації, як-от проєктів виконання робіт та інструкцій із техніки безпеки, неналежний контроль за роботою. Також сюди відносяться неправильний розпорядок праці та відпочинку, недоліки в організації робочого місця, безпорядок із рухом транспорту і пішоходів на будівельному майданчику. Якщо працівники не мають належного спецодягу чи засобів індивідуального захисту, це також є організаційною проблемою.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. Технічні причини: Цей тип проблем можна поділити на конструкційні, технологічні та ті, що пов'язані з недостатнім технічним обслуговуванням:

- Конструкційні: невідповідність будівельних конструкцій, обладнання чи інструментів вимогам безпеки, брак огорожень або інших засобів захисту.

- Технологічні: неправильний вибір обладнання чи механізмів, недоліки у процесі підбору або роботи з вантажопідйомним обладнанням, порушення технологічних процесів.

- Недостатнє технічне обслуговування: це ситуації, коли відсутні регулярні огляди та ремонти обладнання, транспортних засобів або інструментів.

3. Незадовільний стан виробничого середовища: Це можуть бути погані погодні умови, недостатнє освітлення, високий рівень шуму та вібрації, шкідливі речовини в повітрі, а також наявність випромінювання, яке негативно впливає на здоров'я.

4. Психофізіологічні причини: Сюди входять невідповідність фізичних чи психологічних можливостей працівника умовам праці, відсутність огорожень у небезпечних зонах, проблеми з індивідуальними засобами захисту. Також можуть бути проблеми в колективі, стресові ситуації або вживання алкоголю на робочому місці.

При спорудженні тунелів, кесонів і виконанні робіт під водою, де потрібно працювати з підвищеним тиском повітря (від 20 до 405 Па), робочий день зазвичай скорочують. Щоб уникнути різкого перепаду тиску, використовують спеціальні перехідні камери, які поступово адаптують організм до змін умов.

У випадку перегрівання працівника важливо забезпечити спокійні умови для швидкого відновлення. Це може включати переміщення

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						58
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

потерпілого в прохолодніше місце, використання холодних компресів і надання симптоматичної допомоги.

Боротьба з пилом є критичним завданням для будівельників, адже пил не лише негативно впливає на здоров'я, але й має економічне значення. Деякі види пилу, як-от цементний або цукровий, можуть бути цінними, тому їх втрата не вигідна. Пил у будівництві може викликати проблеми з диханням, подразнення очей, а в певних умовах навіть призвести до вибуху.

На будівельних об'єктах пил з'являється під час дроблення каменю, буріння, піскоструминної обробки, вибухів, розвантаження сипких матеріалів. При виготовленні бетону і розчинів у повітря потрапляють частинки цементу, піску, вапна. Сухе штукатурення, столярні й паркетні роботи також спричиняють запилення. Через будівельну техніку, яка переміщує землю, піднімається пил, особливо влітку, коли дороги на будівельних майданчиках не поливають. У процесі зварювання в повітрі утворюються дрібні частинки заліза та інших матеріалів, а будівельний пил часто містить кварц, який є небезпечним для здоров'я.

Пил, що утворюється на будівництві, поділяють на кілька видів:

1. Органічний – походить від рослинних і тваринних матеріалів.
2. Неорганічний – складається з мінералів і металів.
3. Змішаний – поєднує елементи органічного та неорганічного пилу.

За станом пил буває висячим у повітрі (аерозоль) та осілим (аерогель). Чим дрібніші частинки пилу, тим довше вони залишаються в повітрі та глибше проникають у легені, що підвищує небезпеку для здоров'я.

Виробничий пил, навіть деревний, може бути вибухонебезпечним. Рівень запиленості робочого середовища залежить від типу виробництва, обладнання та ефективності засобів боротьби з пилом. Кількість пилу у повітрі може становити від 1 мг/м³ до сотень міліграмів на м³ повітря, а кількість частинок може сягати кількох сотень тисяч на 1 см³.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						59
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Робота в запилених умовах може викликати захворювання дихальних шляхів. Пил, осідаючи на слизову оболонку, може травмувати її, викликаючи запалення та захворювання, як-от хронічні риніти, фарингіти, бронхіти. Деякі види пилу також подразнюють слизову оболонку очей, що може спричиняти кон'юнктивіт, дерматити та екземи.

Гранично допустимі концентрації пилу залежать від його типу. Наприклад, для портландцементу і гіпсу це 5 мг/м³, а для оксидів заліза – 4 мг/м³.

Для боротьби з пилом необхідний комплексний підхід, зокрема:

- Механізація та автоматизація робіт, щоб мінімізувати перебування працівників у зонах запиленості.
- Раціоналізація процесів і заміна матеріалів, обробка яких виділяє багато пилу.
- Використання води для змочування матеріалів під час буріння, прибирання тощо.

Поливання запилених доріг водою або спеціальними розчинами (наприклад, хлористим кальцієм) допомагає знизити запиленість. Регулярне поливання доріг у літній період (раз на 40-60 хвилин) також сприяє зменшенню кількості пилу у повітрі.

Щоб зменшити виділення пилу на будівництві, рекомендується накривати устаткування, кабіни й транспортуючі механізми (шнеки, елеватори). Якщо це технічно неможливо, варто використовувати механічну вентиляцію із відсмоктуванням пилу за допомогою кожухів та воронок. Осілий пил слід прибирати за допомогою механічного обладнання – сухими чи вологими методами – із використанням спеціальних пилозбірників.

Для знепилювання спецодягу бажано облаштувати спеціальні приміщення, особливо поблизу місць, де створюється пил (розчинні вузли, склади, дробильні цехи). Індивідуальні засоби захисту, такі як респіратори (“Лепесток”, “Астра”) та захисні окуляри, є обов’язковими. Існує кілька

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						60
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

методів контролю якості повітря на робочому місці, серед яких популярними є ваговий, розрахунковий седиментаційний та ультрамікроскопічний методи.

З розвитком хімічної промисловості у будівництві, сільському господарстві та інших галузях використовують багато хімічних речовин у різних формах – як сировину, побічні продукти чи відходи. Хімічні речовини, що потрапляють у невеликих кількостях в організм під час роботи, можуть викликати отруєння та негативно впливати на здоров'я. Гострі та хронічні отруєння можуть призвести до тимчасової або постійної втрати працездатності, а іноді навіть до смерті. Деякі отруєння можуть минути без явних симптомів, але все одно завдати шкоди організму.

До виробничих отрут належать як неорганічні, так і органічні речовини. Отруйні речовини можуть проникати через органи дихання, кров або шкіру. Їхній вплив на організм залежить від багатьох факторів: хімічного складу, концентрації, розмірів частинок, розчинності, умов навколишнього середовища та стану здоров'я працівника.

Чим краще отрута розчиняється у воді, тим небезпечніше вона для людини, оскільки швидко розчиняється і поширюється в організмі. Спільна дія кількох токсичних речовин може бути значно сильнішою, ніж окремо взятих. Тому важливо знати особливості кожної отрути та її вплив у конкретних умовах, щоб ефективно попереджати виробничі отруєння.

У будівництві токсичні речовини застосовують під час оздоблювальних, кам'яних, бетонних, штукатурних та інших робіт. Найбільш поширені з них: оксид вуглецю, сірчаний газ, свинець, бензол, етилова рідина, бензин, ацетилен, хлор, негашене вапно, скипидар, спирти, аміак і ефіри. Щоб уникнути негативного впливу таких речовин, використовують загальні та індивідуальні засоби захисту.

Загальні засоби захисту включають автоматизацію й механізацію процесів, сучасне обладнання з вентиляцією та відсмоктуванням, що вловлюють шкідливі речовини, ізоляцію небезпечних процесів у окремих

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						61
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

приміщеннях (наприклад, майстерня для змішування фарб), заміну шкідливих речовин на безпечніші аналоги, організацію медичних оглядів та інструктаж для працівників. Також важлива особиста гігієна: миття рук, чистий одяг, правильний розпорядок праці й відпочинку.

Шум є ще одним шкідливим фактором. Це поєднання звуків різної сили і частоти, яке часто виникає при роботі з механізмами та переміщенні потоків газу чи повітря. Шум, що перевищує допустимі рівні, може викликати проблеми з тиском, порушення в роботі травної системи, а довготривалий вплив може призвести до втрати слуху. Шум також знижує продуктивність праці, ослаблює увагу, може викликати приглухуватість, подразнює нервову систему, що підвищує ризик травматизму, оскільки працівник гірше реагує на сигнали небезпеки.

Вібрація є результатом коливань виробничого обладнання або трубопроводів, що виникає через недостатнє кріплення, погане балансування деталей або удари рухомих механізмів. Вібрації, що перевищують частоту 25 Гц, можуть негативно впливати на нервову систему і спричиняти серйозне захворювання – вібраційну хворобу.

На будівництві до небезпечних робіт, які супроводжуються шумом та вібрацією, належать операції з використанням пневматичних інструментів, вібраторів, шліфувальних машин, а також роботи, як-от збивання паль, обробка замерзлого ґрунту. Боротьба з шумом і вібрацією вимагає комплексного підходу, що є актуальним для фахівців у будівництві.

Загальні засоби захисту від шуму та вібрації включають:

- Модернізацію будівельної техніки: наприклад, заміну ударних агрегатів на електро-віброзанурювачі або перехід від клепання до зварювання.
- Звукоізоляцію обладнання: використання приглушувачів, резонаторів, кожухів і встановлення техніки на спеціальні фундаменти для зниження вібрацій.

- Звукоізоляцію будівельних конструкцій: облицювання стін, стель і підлоги матеріалами, що поглинають звук, щоб зменшити поширення шуму.
- Приглушення систем вентиляції та кондиціонування: застосування приглушувачів у цих системах для мінімізації шуму.
- Акустично обґрунтоване планування будівель та забудов: раціональне планування дозволяє знизити шумове навантаження.
- Конструктивні заходи для зменшення шуму: удосконалення інженерного і санітарно-технічного обладнання, щоб зменшити рівень шуму під час роботи.
- Перехід на дистанційне керування вібропневмопроцесами: це дозволяє робітникам уникати безпосереднього впливу вібрації.
- Належна експлуатація обладнання: правильне використання і своєчасне обслуговування будівельних машин та механізмів допомагає підтримувати їх у робочому стані і знижує рівень шуму та вібрацій.

Такі заходи не лише знижують негативний вплив шуму та вібрації, але й сприяють збереженню здоров'я працівників, підвищуючи загальну безпеку та комфортність умов праці.

3.2 Розрахунок прожекторного освітлення

Коли працюємо на будівництві, особливо ввечері чи вночі, нам потрібно багато світла. Тому використовуємо прожектори - вони освітлюють всю територію. До речі, вони не тільки для роботи потрібні, але й для охорони території вночі.

На нашому майданчику площа - 43 на 50 метрів. Ми вирішили поставити сучасні LED-прожектори (це набагато краще ніж старі ДРЛ, про які писали в застарілих нормах). За новими українськими нормами ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення" та ДСТУ EN 12464-2:2016 "Світло та освітлення. Освітлення робочих місць" можна точно розрахувати, скільки прожекторів нам треба.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						63
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Зараз всі користуються LED-прожекторами, бо вони:

Економлять електрику

Служать довше

Дають яскравіше світло

Не перегріваються

Відразу вмикаються на повну потужність

До речі, коли рахуємо кількість прожекторів, важливо врахувати для чого саме нам потрібне освітлення - чи то для активної роботи, чи просто щоб територію було видно для охорони. Від цього залежить скільки світла нам реально треба.

$$n = \frac{t \cdot E_p \cdot 8}{P_{\text{л}}},$$

де n - кількість прожекторів, що підлягає установці на площі 8, для необхідної освітленості;

t - коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерел світла [20], табл.5.18, $t=0,13$;

$P_{\text{л}}$ - потужність лампи прожектора, [20], табл.5.8, $P_{\text{л}}=125$ Вт;

$$E_p = k \cdot E_n$$

де k - коефіцієнт запасу, [20], табл.5. 10, $k=1,5$;

E_n - величина освітленості (що нормується згідно ГОСТ 12. 1.046-86) $E_n=2$ лк.

$$n = 0,13 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 2150 / 125 = 6,71 \text{ шт.}$$

Приймаємо 8 прожекторів, що встановлюються на торцях та по периметру майданчика.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						64
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

1. Було створено просту концепцію для оновлення старих житлових будинків, щоб їх зберегти, покращити, зробити довговічнішими й енергоефективнішими. Ця концепція передбачає усунення фізичного та морального зносу, підвищення надійності й комфорту, а також збільшення загальної площі житлового фонду.

2. Досліджено та обґрунтовано доцільність використання вбудованих систем під час реконструкції. Розроблено практичні технологічні схеми для оновлення будинків із різними плануваннями й архітектурними особливостями, що використовують ці вбудовані системи. Запропоновано способи оцінки ефективності таких варіантів з урахуванням характеристик кожного окремого будинку.

3. Розроблено способи оптимізації монтажних технологій (із використанням або без використання крану) для будівельних конструкцій під час добудови або надбудови. Ці методи дозволяють скоротити час і зменшити витрати на реконструкцію, а також проводити оновлення житлових будинків без необхідності відселяти мешканців.

4. Запропоновано ідеї для реконструкції житлових кварталів, які дозволяють ефективно застосовувати сучасні організаційно-технологічні рішення. Це стосується будинків старих серій (як-от 1-464, 1-447, 1-510, 1-515) і включає надбудову додаткових поверхів, часткове чи повне перепланування, заміну інженерного обладнання та покращення теплоізоляції зовнішніх конструкцій.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						65
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

GENERAL CONCLUSIONS:

1. A simple concept was created to renovate old residential buildings to preserve, improve, make them more durable and energy efficient. The concept aims to eliminate physical and moral deterioration, improve reliability and comfort, and increase the total floor space of the housing stock.

2. The feasibility of using embedded systems in the reconstruction process is investigated and substantiated. Practical technological schemes for renovation of buildings with different layouts and architectural features using these embedded systems have been developed. Ways to evaluate the effectiveness of such options are proposed, taking into account the characteristics of each individual building.

3. Methods of optimising assembly technologies (with or without the use of a crane) for building structures during completion or superstructure have been developed. These methods help to reduce the time and costs of reconstruction, as well as to renovate residential buildings without the need to relocate residents.

4. The article offers ideas for the reconstruction of residential neighbourhoods that allow for the effective application of modern organisational and technological solutions. This applies to houses of the old series (such as 1-464, 1-447, 1-510, 1-515) and includes the addition of additional floors, partial or complete redevelopment, replacement of engineering equipment and improvement of thermal insulation of external structures.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						66
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березуцький, В. В. Реконструкція будівель і споруд : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2018. 336 с.
2. Булгаков, С. Н. Теоретичні основи реконструкції житлових будівель / С. Н. Булгаков // Будівництво України. 2016. № 2. С. 12-19.
3. Волошин, О. І. Інноваційні технології в реконструкції будівель : монографія. Київ : Укртехпром, 2020. 276 с.
4. Горбенко, О. П. Особливості реконструкції старих житлових будівель в умовах міста / О. П. Горбенко, М. В. Коваленко // Сучасні технології у будівництві. 2019. № 4. С. 55-62.
5. Григор'єв, Ю. П. Технологічні основи реконструкції будівель і споруд : підручник. Харків : ХНУБА, 2017. 312 с.
6. Довгань, В. А. Матеріали для реконструкції і утеплення житлових будівель / В. А. Довгань // Технології будівництва. 2020. № 3. С. 38-42.
7. ДСТУ Б В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінрегіон України, 2016. 56 с.
8. ДСТУ Б EN 1504-9:2012. Принципи застосування продукції та систем для захисту та ремонту бетонних конструкцій. Київ : Мінрегіон України, 2012. 22 с.
9. Кутуков, В. М. Сучасні методи підсилення конструкцій житлових будівель / В. М. Кутуков, Д. Ф. Соколов // Будівельні конструкції. 2018. № 5. С. 89-96.
10. Лавров, О. В. Дослідження впливу реконструкції на надійність будівельних конструкцій / О. В. Лавров, П. М. Олійник // Вісник будівельника. 2017. № 3. С. 29-34.
11. Мазур, В. П. Проектування житлових будівель : підручник. Київ : Вища освіта, 2019. 448 с.
12. Ніколаєв, С. В. Технології реконструкції житлового фонду України : монографія. Київ : УАБД, 2021. 304 с.

					АТР 2319201 ПЗ	Лист
						67
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

13. Олійник, П. П. Оцінка фізичного зносу будівель та вибір методів реконструкції / П. П. Олійник, Л. М. Афанасьєв // Промислове будівництво. 2018. № 2. С. 101-108.

14. Русаков, Л. А. Надійність та довговічність будівельних конструкцій : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. Бекетова, 2020. 372 с.

15. Соколова, В. К. Архітектурно-будівельні рішення при реконструкції житлових будівель / В. К. Соколова // Будівельна інженерія. 2019. № 1. С. 44-51.

16. Тимошенко, М. В. Методи захисту та ремонту бетонних конструкцій : підручник. Київ : КНУБА, 2018. 262 с.

17. Цай, Т. Н. Новітні матеріали і технології для реконструкції будівель / Т. Н. Цай, Е. М. Завадскас // Технології майбутнього. 2020. № 4. С. 73-79.

18. Шилова, І. В. Екологічні аспекти реконструкції житлових будівель / І. В. Шилова // Екологія будівництва. 2019. № 3. С. 57-63.

19. Шрейбер, К. А. Інженерно-технічні аспекти реконструкції старого житлового фонду / К. А. Шрейбер // Проблеми містобудування. 2017. № 4. С. 92-99.

20. Яровий, І. В. Використання енергозберігаючих технологій при реконструкції будівель / І. В. Яровий // Енергоефективність у будівництві. 2021. № 2. С. 15-21.