

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект реконструкції виробничого приміщення з дослідженням залізобетонних елементів

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МБнм-61
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Редьква Р.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Ковальчук Я.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Данильченко С. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Редькві Роману Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проект реконструкції виробничого приміщення з дослідженням залізобетонних елементів»

Керівник роботи Ковальчук Ярослав Олексійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «___» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання для реконструкції виробничої будівлі, результати геологічних досліджень

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Обстеження об'єкта Реконструкції та вихідні дані для проектування, характеристика об'єкту будівництва, об'ємно-планувальні рішення, обстеження і випробування елементів будівлі до реконструкції, технічні вимоги до нового виробничого приміщення і варіанти його реалізації, стан існуючого приміщення і його придатність для реконструкції, аналіз результатів обстежень і формування завдання для реконструкції, сучасні методи неруйнівні контролю міцності бетону, відомості про інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови району будівництва, геологічна характеристика ґрунтів, перевірка несучої здатності пальових фундаментів, аналітичний розрахунок залізобетонної колони, ультразвукові експериментальні дослідження колон, статистична обробка результатів експериментальних досліджень колон, неруйнівним поверхневим ультразвуковим методом контролю, модель зміцнення залізобетонної колони, законодавча база правил охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Арк.1 – План виробничих приміщень до реконструкції

Арк.2 – Ескізний план приміщень по реконструкції на відмітці 0.000, Розріз 1-1

Арк.3 – План виробничого приміщення по реконструкції на відмітці 0.000, Розріз 1-1

Арк.4 – Фасад по осі А, Розріз 1-1, Розріз 2-2

Арк.5 – Фрагмент плану на відмітці 0.000, Фрагмент плану на відмітці +3.450, Розріз 3-3

Арк.6 – Конструкція фундаменту для реконструйованої адміністративної будівлі

Арк.7 – Конструкція перекриття на відмітці +12.270

Арк.8 – Конструкція перекриття на відм. +3.450, Зміцнення цегляної кладки на відм. +6.900

Арк.9 – Конструкція зміцнення плити перекриття на відмітці +6.770

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С.		
Нормоконтроль	Данильченко С.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Обстеження об'єкта реконструкції та вихідні дані для проектування	11.04.2022	
2	Методичні підходи до розроблення проекту реконструкції виробничого приміщення і дослідження залізобетонних елементів	15.04.2022	
3	Інженерні проектні рішення для реконструкції виробничого приміщення	21.04.2022	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	11.05.2022	
5	Загальний висновок	15.05.2022	

Студент

_____ (підпис)

Редьква Р.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ковальчук Я.О.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
Розділ 1 ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ	9
1.1 Реокнструкція у будівництві і умови її доцільності	9
1.2 Характеристика об'єкту будівництва	11
1.3 Географічна і кліматична характеристика району	12
1.4 Об'ємно-планувальні рішення	13
1.5 Обстеження і випробування елементів будівлі до реконструкції	13
1.6 Технічні вимоги до нового виробничого приміщення і варіанти його реалізації	16
1.7 Технічні вимоги до нового виробничого приміщення і варіанти його реалізації	19
1.8 Аналіз результатів обстежень і формування завдання для реконструкції	25
1.9 Висновки за розділом 1	26
Розділ 2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ	27
2.1 Роль обстеження будівлі, яка підлягає реконструкції	27
2.2 Сучасні методи неруйнівного контролю міцності бетону	28
Розділ 3 ІНЖЕНЕРНІ ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ	35
3.1 Відомості про інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови району будівництва	35
3.1.1 Геологічна характеристика ґрунтів	35
3.1.2 Гідрогеологічні умови	36
3.1.3 Характеристика інженерно-геологічних процесів та явищ	36
3.2 Перевірка несучої здатності пальових фундаментів	37

		4
3.2.1	Фізико-механічні властивості ґрунтів	37
3.2.2	Перевірка глибини закладання ростверка	39
3.2.3	Перевірка несучої здатності палі	40
3.2.4	Розрахункове навантаження на палю	40
3.2.5	Розрахунок ростверка як залізобетонної конструкції	40
3.3	Аналітичний розрахунок залізобетонної колони	41
Розділ 4	ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ РЕКОНСТРУЙОВАНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ	45
4.1	Ультразвукові експериментальні дослідження колон	45
4.2	Статистична обробка результатів експериментальних досліджень колон, неруйнівним поверхневим ультразвуковим методом контролю	46
4.3	Модель зміцнення залізобетонної колони	50
4.3.1	Комп'ютерна модель	51
4.3.2	Граничні умови та взаємодії	52
4.3.3	Матеріальне моделювання сталі	52
4.3.4	Матеріальне моделювання бетону	53
4.3.5	Моделювання попереднього навантаження	54
Розділ 5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
5.1	Законодавча база правил охорони праці	58
5.2	Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями	59
5.3	Забезпечення здатності будівель, обладнання, систем забезпечення об'єкта будівництва протистояти руйнуючій дії надзвичайних ситуацій	66
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВОКИ	70
	БІБЛІОГРАФІЯ	71
	ДОДАТКИ	

ВСТУП

У сучасних соціально-економічних умовах важливою формою розвитку промислового виробництва є реконструкція існуючих будівель і споруд. Головне завдання процесів реконструкції є підвищення технічного рівня виробництва, якості продукції, забезпечення сучасних вимог до енергоефективності об'єктів будівництва та застосування ресурсозберігаючих технологій.

Реконструкція промислових підприємств – складна технічна і економічна задача, яка вимагає оптимізації матеріальних витрат, часу для реалізації, моделювання конструктивних елементів і технологічних процесів. Її комплексне вирішення впливає на формування архітектурного вигляду міст, збереження матеріально-технічних і енергетичних ресурсів, зниження собівартості об'єкта в цілому. Проте, сучасний фізичний стан будівель та споруд, архітектурно-естетичні якості частини промислових об'єктів, негативний вплив застарілого обладнання та технології на екологію призводить до певних протиріч. У той же час, здійснюючи реконструктивні заходи, можна досягти економічної ефективності виробництва, вирішити екологічні та транспортні проблеми, не лише відновити основні виробничі фонди підприємств, а й первісний вигляд об'єктів, що мають історичну та культурну цінність, зберегти архітектурну різноманітність міського простору.

Реконструкція є одним із важливих напрямків у галузі капітального будівництва, обсяги якої зростають. По специфіці виконання проектування та виконання робіт з реконструкції вони суттєво відрізняються від процесу створення нових будівель та споруд:

- виконання ряду робіт, які не властиві будівництву з нуля, такі як заміна конструкційних елементів, їх демонтаж, зміцнення та інше;
- виконання реконструкції в обмежених умовах які впливають на загальну схему організації робіт.

Метою реконструкції є відновлення функціональних показників та зміцнення конструкційних елементів будівель та споруд. Такі роботи потребують індивідуальних технічних і організаційних рішень, які базуються на результатах

обстеження існуючої будівлі чи споруди. Для проектування і будівництва об'єкта з нуля такі роботи не потрібно виконувати.

Реконструкцію будівель виконують також при проведенні технічного переозброєння виробництва, проте тоді витрати на будівельно-монтажні роботи (БМР) не можуть перевищувати загальні капіталовкладення на 10%.[1]

Якщо при реконструкції виробничого об'єкту необхідна зупинка технологічного циклу, то з економічних міркувань її треба звести до мінімуму. Якщо такий організаційний підхід не можливий, то виконують економічні розрахунки для виявлення доцільності такої реконструкції. Розглядають інший метод реконструкції, який не зупинить або доведе до мінімуму припинення процесу виробництва на підприємстві.

Загальні затрати часу на виконання реконструкції близько в 1,5 рази менші, ніж на нове будівництво. За рахунок цього є можливість швидкого запуску виробничих потужностей підприємства, а отже і швидке вирішення економічних та містобудівних завдань[2].

Актуальність теми роботи обумовлена тим, що існуюча будівля виробничого спрямування бувшого Тернопільського комбайнового заводу змінила власника, який буде її використовувати за іншим призначенням. Для вирішення цього і на підставі техніко-економічного обґрунтування можливих варіантів прийнято рішення про доцільність виконання реконструкції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано за напрямком наукових досліджень кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету, Державних програм з надійності будівель і споруд з дотриманням вимог чинних нормативних документів.

Мета й задачі роботи. Метою роботи є виявлення оптимальних технічних рішень щодо реконструкції виробничого приміщення за результатами дослідження залізобетонних тримких будівельних конструкцій. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати технічне завдання замовника щодо його вимог і побажань стосовно об'єкта після реконструкції;
- запропонувати технічні варіанти для реконструкції;
- виконати обстеження фундаменту існуючої будівлі;
- виконати візуальне обстеження, інструментальне дослідження, аналітичні розрахунки залізобетонних тримких елементів існуючої будівлі і сформулювати висновки за їх результатами;
- вибрати конструктивну схему для реконструкції з врахуванням сформульованих висновків;
- розробити проектну документацію для реконструкції;
- виконати комп'ютерне моделювання поведінки залізобетонних тримких елементів будівлі після реконструкції для перевірки їх міцності.

Об'єктом дослідження виробнича будівля, яка підлягає реконструкції.

Предметом дослідження поведінка тримких залізобетонних елементів реконструйованої будівлі.

Методи дослідження. Для виконання сформульованих задач використано методи аналізу відомих досліджень, візуальне обстеження, інструментальні методи неруйнівного контролю бетонних конструкцій, аналітичні методи розрахунку, комп'ютерний моделюючий експеримент.

Наукова новизна одержаних результатів. В процесі виконання роботи отримала подальший розвиток методика виконання комп'ютерного моделюючого експерименту для моделювання поведінки тримких залізобетонних елементів будівель і споруд.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати доцільно використовувати при виконанні робіт з реконструкції будівель і споруд, зокрема для їх обстеження і дослідження залізобетонних елементів, розробленні проектної документації для реконструкції.

Апробація результатів магістерської роботи. Матеріали кваліфікаційної роботи доповідались на V Міжнародній студентській науково-технічній

конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», м. Тернопіль, ТНТУ, 2022 р.

Публікації. Результати роботи опубліковано в матеріалах збірника тез V-ї Міжнародної студентської науково-технічної конференції [1].

Ключові слова: реконструкція виробничого приміщення, дослідження залізобетонних елементів, обстеження будівель, зміцнення залізобетонних елементів.

РОЗДІЛ 1

ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Реконструкція у будівництві і умови її доцільності

Будівництво – це процес зведення, ремонту, реставрації, відновлення будівель та споруд, виконуваний із використанням на різних рівнях спец-техніки, методик та знань [3]. Будівництво включає в себе:

- проектування;
- кошторис;
- підготовчі роботи.

Реконструкція – це зміна параметрів будівлі або споруди, та окремих елементів (геометрія, поверховість, площа, конструкція стін), інженерних мереж (монтаж каналізацій, зміна схеми та матеріалів електромереж) [3]. Ряд робіт завжди виконується на наявній споруді, і йому передують розробка детальних планів майбутніх робіт.

Процес будівництва більш ширше, тому включає в себе реконструкцію. Проте відмінності є ще більш загальні. Зазвичай об'єктом будівництва є нова споруда чи будівля з нуля запроектована. Під час проектування враховуються реальні умови роботи – характеристики ділянки (геодезичні), будови поблизу та безліч інших факторів [4].

Об'єктом реконструкції є існуюча будівля чи споруда. Через це перш за все враховуються саме його характеристики. Після проведення реконструкцій надбудовуються додаткові поверхи, переобладнують інженерні мережі, від чого, вартість, продуктивність та споживча якість об'єкта збільшується.

Відмінність будівництва від реконструкції полягає в наступному [5]:

- будівництво – більш ширше поняття, яке включає також такий елемент як реконструкція;
- завершується будівництво здачею в експлуатацію нової або оновленої споруди чи будівлі, реконструкція виконується на існуючому об'єкті;

- під час будівництва будівель чи споруд, вони створюються з нуля, через це проектується заново;
- під час реконструкції враховуються обов'язково наявні комунікації та елементи будівлі;
- рентабельність реконструкційних робіт, зазвичай, відповідає дійсності у випадку якщо на їх проведення витрати не перевищують 70% вартості необхідної на будівництво нової будівлі чи споруди[5].

Наведено частину реконструйованої споруди на території Тернопільського комбайнового заводу (рис. 1.1)



Рисунок 1.1 – Частина споруди до та після реконструкції

З точки зору економічної доцільності технічне переозброєння та реконструкція діючих виробництв забезпечується за рахунок скорочення капітальних вкладень, на відміну від будівництва з нуля, скорочення матеріально-технічних, трудових та енергетичних витрат [5].

Характерним показником економічної доцільності реконструкції є зменшення матеріальних та трудових витрат в порівнянні з новим будівництвом.

Виходячи із проведених оцінок, вибирають варіант із меншими затратами на проведення, що визначає економічну доцільність реконструкції.

1.2 Характеристика об'єкту будівництва

Реконструкція цеху проводиться на території колишнього ВАТ «Тернопільський комбайновий завод». Згідно з технічним завданням реконструйоване приміщення буде експлуатуватися для виробництва металевих профільних труб різної форми та розмірів, металевих сіток, фарбувальної дільниці, складу, майстерні та буде мати відведене місце під адміністративні приміщення.

Територія цеху складає 6 тис. м².

Частину будівельного об'єкту, яка підлягає реконструкції, зображено на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Супутниковий знімок ВАТ «Тернопільський комбайновий завод» та ділянка, відведена під реконструкцію

Цех заплановано обладнати сучасними верстатами та механізмами для виробництва металевих профільних труб, металевих сіток, фарбування.

Кількість робочих днів в рік – 260 днів. Режим роботи – однозмінний.
Тривалість зміни 8 годин.

Постачання сировини здійснюватиметься автомобільним транспортом.

Відвантаження готової продукції заплановано автомобілями.

Загальна чисельність працюючих – 29 осіб з них:

- виробничих – 21 особа;

- адміністрація – 8 осіб.

За вибухопожежною безпекою відповідає категорії – Д.

1.3 Географічна і кліматична характеристика району

Об'єкт будівництва – цех з виготовлення металевих профільних труб, металевих сіток, знаходиться в м. Тернопіль по вулиці Промислова та знаходиться в зоні:

- вітрового району – 1, тип місцевості «Ш» ($W_0=0,4$ кПа, район –ШВ);
- снігового району – 5 (характеристичне значення снігового навантаження: $S_0=1,6$ кПа);
- температура повітря (середньорічна) – $+7,9$ °С, не опускається нижче -25 °С в найхолоднішу добу та $+31$ °С в найтеплішу добу;
- кількість опадів за рік – 575 мм, добовий масимум 122 мм, швидкість вітру (середня) досягає 6 м/с;
- глибина промерзання ґрунту(нормативна) – 0,8 м.
- сейсмічність – 6 балів.
- міра вогнестійкості – II;
- рівень відповідальності – II.

1.4 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля виробничого цеху поділена проїздом на 2 частини:

- довжина першого цеху – 36м;
- ширина першого цеху – 72м;
- довжина другого цеху – 48м;
- ширина другого цеху – 72м.

Відведена ділянка цеху має 3 прольоти шириною 24 м. Крок колон – 12 м, також є моменти кроку колон – 6 м, відповідно до технічних вимог.

Перший цех проходить з 1-ої по 7-у вісь, другий цех проходить з 9-ї по 18-ту вісь. Загальна висота будівлі складає 15,5 м.

1.5 Обстеження і випробування елементів будівлі до реконструкції

Під час життєвого циклу зведеного будівельного об'єкта необхідно дотримуватись його запроектованої надійності та безпеки. Регулярне обстеження та запис стану будівель, регулюють стан їх відповідності для подальшої безпечної експлуатації. На рис 1.2 зображено фасад споруди до виконання робіт з реконструкції.



Рисунок 1.2 – Фасад споруди до реконструкції

Обстеження стану будівель і споруд – процес отримання показників придатності до експлуатації будівлі, складових та компонентів через візуальне обстеження, вимірів з допомогою спецінструментів, лабораторних досліджень а також із розрахунками по визначенню технічного стану. На основі результатів (фактичних значень контрольованих параметрів) технічного обстеження будівлі або іншої споруди можна оцінити придатність об'єкта для подальшої експлуатації, реконструкції або визначити необхідність у відновленні, посиленні, ремонті будівельних конструкцій[6].

Обстеження будівель включає обстеження та моніторинг конструкцій з подальшим дослідженням змін конструкції, дефектів, зменшення несучої здатності конструкцій.

Обстеження будівель проводять після завершення проектного терміну експлуатації споруди, подальшого виявлення в ході обслуговування об'єкту різноманітних дефектів і пошкоджень, в результаті аварій, надзвичайних ситуацій, пожеж, та ін[6].

Загальні вигляди об'єкту до реконструкції під адміністративні приміщення зображені на рис. 1.3 та рис. 1.4.

*a**б*

Рисунок 1.3 – Частина об'єкту реконструкції під адмінприміщення:

a – збоку; *б* – вздовж

Зображене на рис. 1.4 перекриття з ребристих залізобетонних панелей в подальшому після реконструкції залишиться і буде перекриттям 2-го поверху.

Технічний стан споруди після обстеження записується у звіт, який включає в себе:[7]

- експертну оцінку проведених досліджень стану будівельних конструкцій;
- надання категорії технічному стану обстежених будівельних конструкцій згідно результатів;
- пояснення більш ймовірних причин та місць розкриття тріщин, появи дефектів, пошкоджень конструкцій;
- надання рекомендацій для виконання робіт по відновленню та усуненню знайдених дефектів та надання розроблених методів зміцнення та відновлення конструкцій;
- таблиці з усіма виявленими дефектами та пошкодженнями, вказуванням їх розташування, характер, фотографії, схеми проведення розтинів, зондування будівельних конструкцій;
- фотографії конструкцій з описом проаналізованих дефектів та пошкоджень (рис. 1.5);
- результати проведених розрахунків, аналізів міцності конструкційних матеріалів за допомогою спецінструментів та руйнівними методами під час лабораторних досліджень[7].

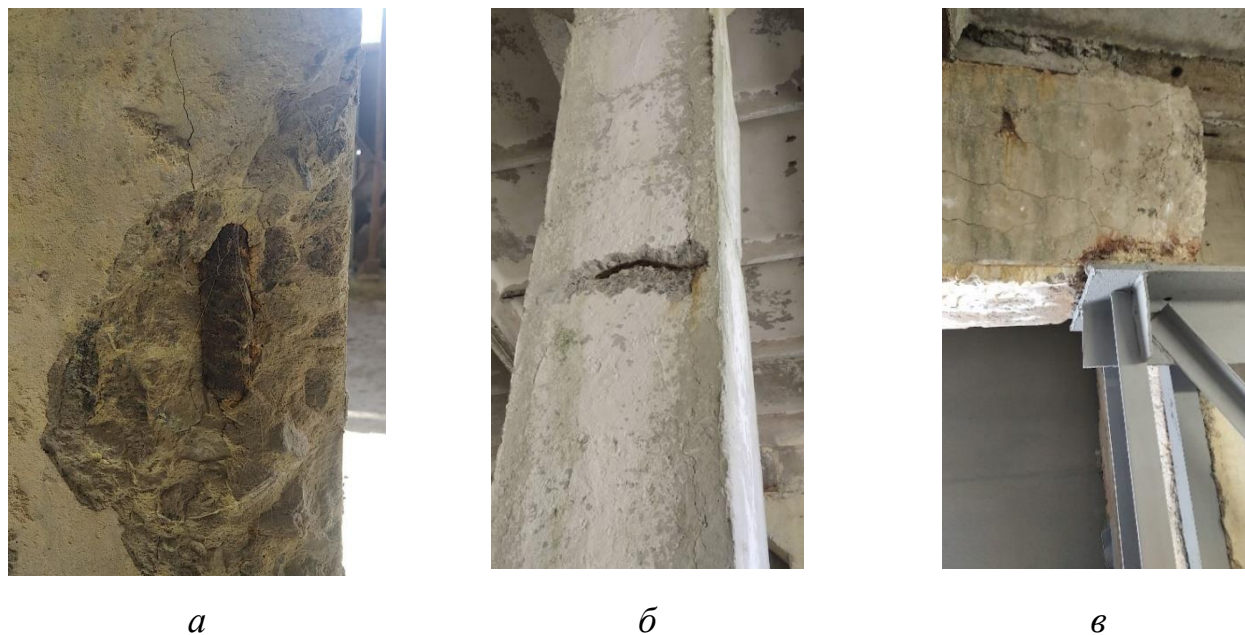


Рисунок 1.5 – Знайдені дефекти на об'єкті:

a – відбитий бетон на куті колони з оголенням арматури; *б* – відбитий бетон колони з оголенням арматури; *в* – залізобетонна балка яка підтримує існуючі плити перекриття що руйнується через атмосферні впливи

1.6 Технічні вимоги до нового виробничого приміщення і варіанти його реалізації

Під час проектування виробничих зон потрібно враховувати розміри санітарних зон, дотримуватись нормативної бази, надання корисної площі робітникам, надання площ для розміщення виробничих приладів, зони кругом приладів для зручного та безпечного обслуговування.

Об'єм приміщень повинен складати на одного робітника 15м^3 , площа – $4,5\text{м}^2$. При необхідності розміщення різних виробничих зон для яких є свої вимоги по санітарії та пожежній безпеці, технологічно проектують щоб приміщення були один від одного відокремлені. Забороняється розміщувати шкідливі цехи з нешкідливими поруч[8].

Такі приміщення де розміщені електрощитові, компресорні, вентиляційні, являються приміщеннями підвищеної небезпеки, тому вони завжди повинні бути зачиненими від посторонніх.

Ширина основних проходів цехів повинна бути не менше 1,5м, ширина - 2,5м [8].

Для основного та допоміжного розташування обладнання, організація робочих місць має відповідати технологічним вимогам та техніки безпеки. Під час використання обладнання яке працює від електроживлення, має бути забезпечений вільний підхід шириною 1м з усіх боків робочої зони а також 0,6м з боку неробочої зони.

Для захисту внутрішніх поверхонь приміщень від дії шкідливих, агресивних речовин, вологи: застосовують керамічну плитку, спеціальну штукатурку(кислотостійку), олійну фарбу, що недопускає сорбції речовин та дозволяє її вимивання.

Висота виробничих приміщень за нормами складає 3,2 м, для складського та енергетичного господарства – 3 м. Відстань від конструктивних елементів перекриття до підлоги повино складати не менше 2,6 м. Сходи, майданчики, та містки повинні бути висотою не менше 1 м [8].

Перед виконанням проекту реконструкції об'єкту під адмінприміщення розроблено ескізний проект для визначення відповідності будівельним нормам (рис. 1.6).

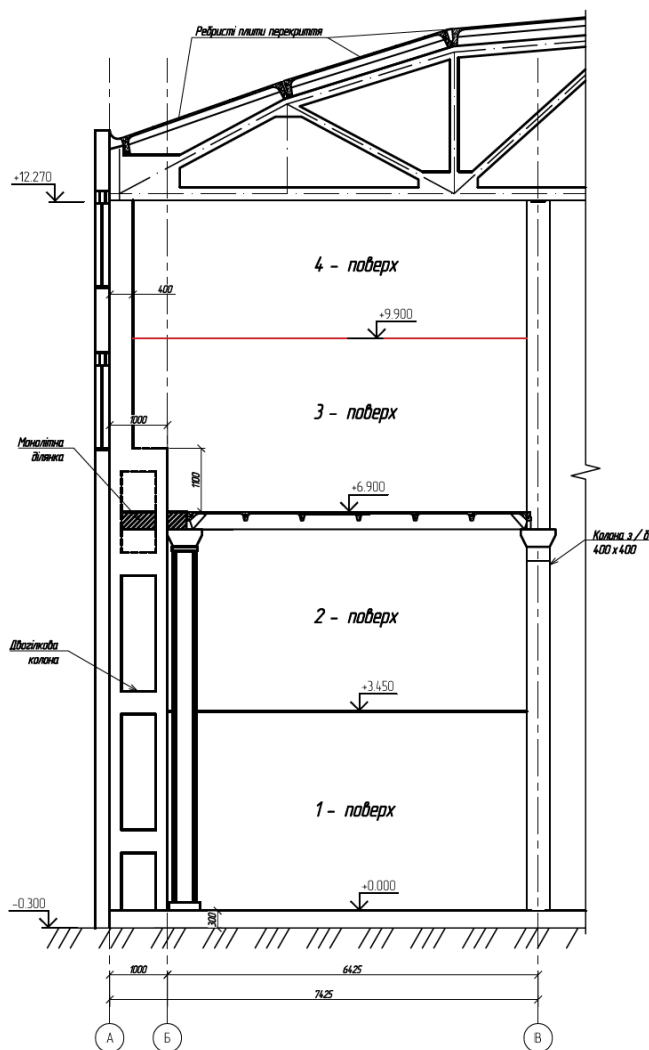


Рисунок 1.6 – Ескізний розріз запроєктованої частини споруди під адмінприміщення

При проектуванні зон було дотримано виконання норм, 4 поверх в подальшому буде використовуватись як технічне приміщення для розміщення систем вентиляції, електромереж, комунікацій та інше.

Ескізний розріз сходової клітки проекту реконструкції зображено на (рис.1.7).

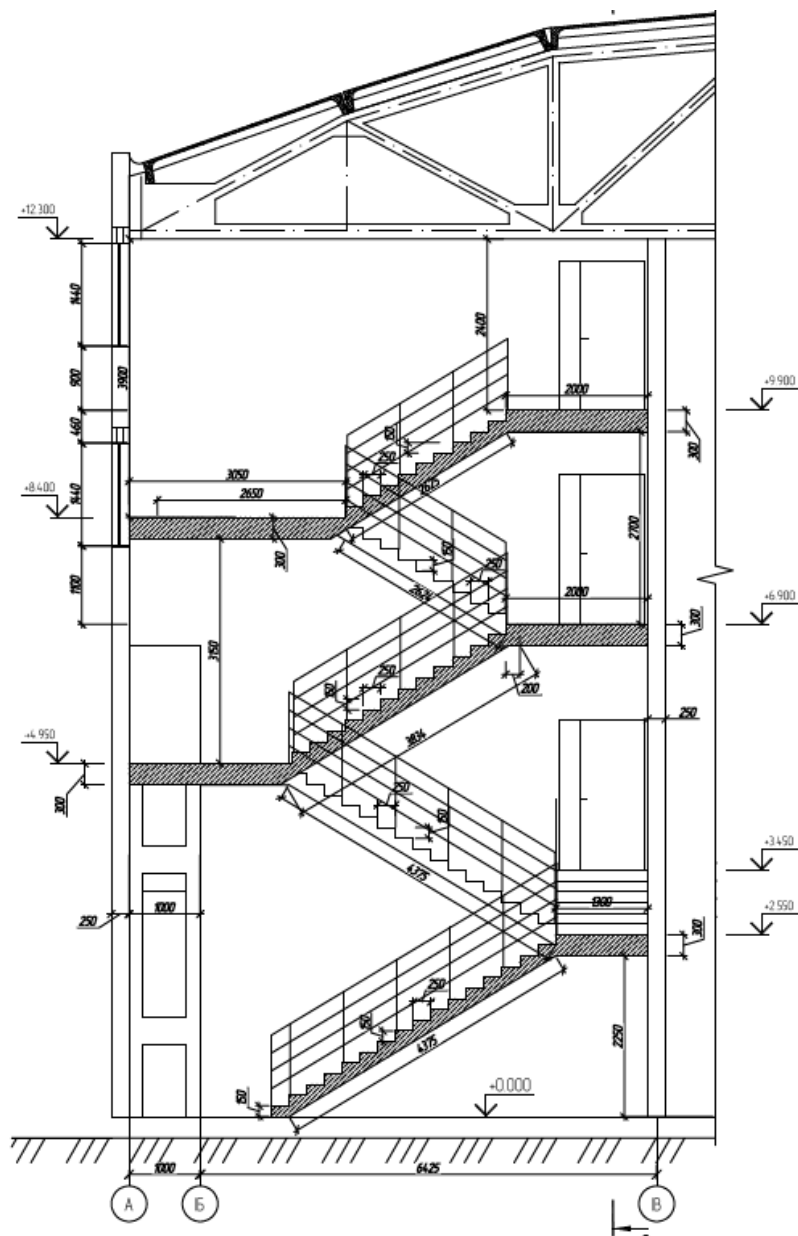


Рисунок 1.7 – Ескізний розріз виконання сходової клітки для запроєктованої адмінбудівлі

1.7 Стан існуючого приміщення і його придатність для реконструкції

При технічному обстеженні було проведено візуальний огляд та інструментальні виміри геометричних характеристик будівлі, приміщень та їх конструктивних елементів на території ВАТ «Тернопільський комбайновий завод», а також виконана фотофіксація.

За результатами технічного обстеження встановлено відповідність (не відповідність) значень геометричних параметрів нормативним.

Для прикладу виконання робіт для зміцнення залізобетонної балки під плитами перекриття. На рис 1.6 зображена залізобетонна балка яка потребує зміцнення через невідповідний стан.



Рисунок 1.6 – Залізобетонна балка довжиною 6 метрів яка потребує зміцнення

Серед методів виконання нарощування розтягнутої зони перерізу, нормального до поздовжньої осі залізобетонних балочних елементів, можна виділити посилення:[9]

- шляхом встановлення додаткових елементів з арматурної сталі чи високоміцних полімерів, які приварюються до існуючого армування чи приклеюються на полімеррозчин до бетону;
- шляхом улаштування монолітних залізобетонних обойм, сорочок чи додаткового шару;
- шляхом встановлення додаткових елементів із прокатного металу, що приварюється до існуючого армування.

На даній залізобетонній балці було знайдено безліч пошкоджень, викликаних постійним заливанням водою, розкриття тріщин, поява корозії арматури, утворення грибкових уражень. Загальний стан балки зображено на рис. 1.7.

*а**б**в*

Рисунок 1.7 – Візуальний огляд залізобетонної балки:

а – тріщини та знаки впилву вологи посередині балки; *б* – тріщини на краю балки; *в* – руйнування захисного шару бетону та корозія арматури

Зміцнення плит перекриття металевими балками – найчастіше застосований спосіб. Балки можна приховати додатковою стелею, або пофарбувати і залишити відкритими. Спорудивши додаткові металеві або залізобетонні стійки, добиваються значного збільшення площі опирання балки.

Такий варіант зміцнення запропоновано в кваліфікаційній роботі для проекту реконструкції виробничого приміщення (рис 1.8).

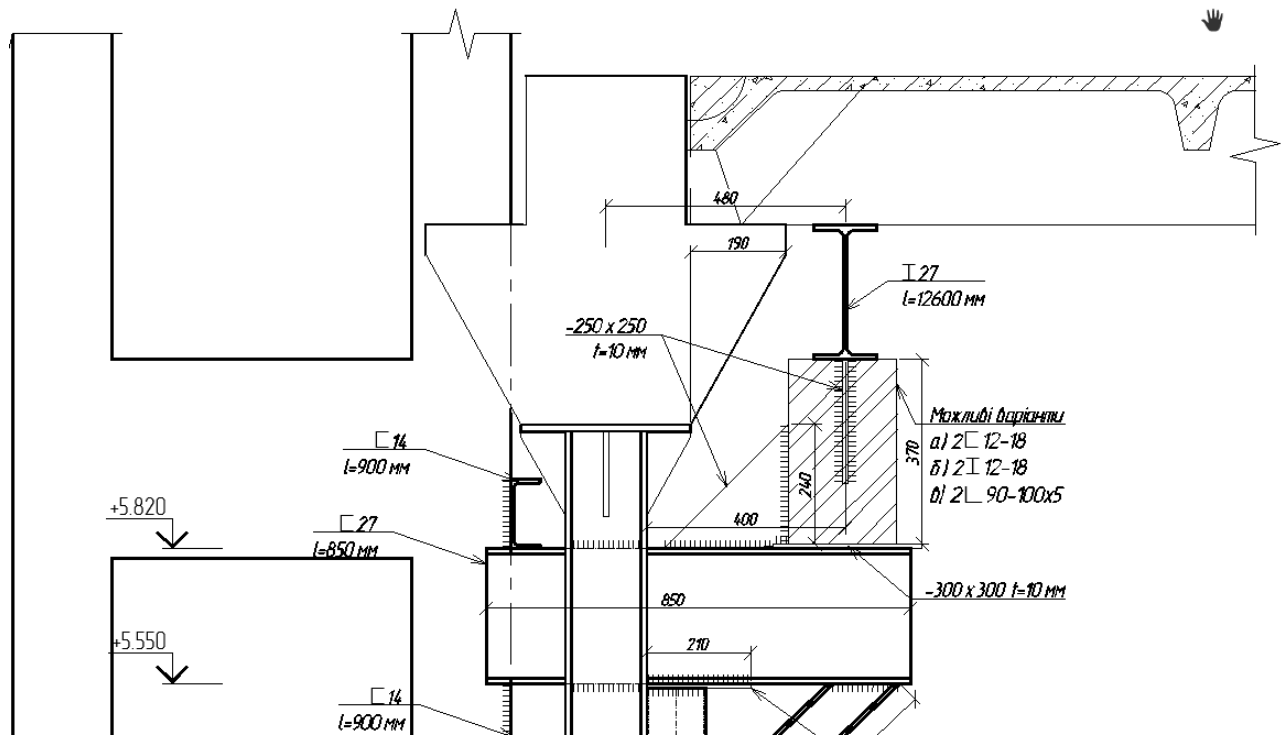


Рисунок 1.8 – Варіант зміцнення залізобетонної балки додаванням металевій балки на консолі

Залізобетонні обойми є одним із поширених способів зміцнення. Їх характерною особливістю є те що зміцнення елемента здійснюється зі всіх чотирьох сторін. Перед влаштуванням обойм рекомендовано провести роботи по забезпеченню зчеплення «старого» бетону з «новим» (рис 1.9).

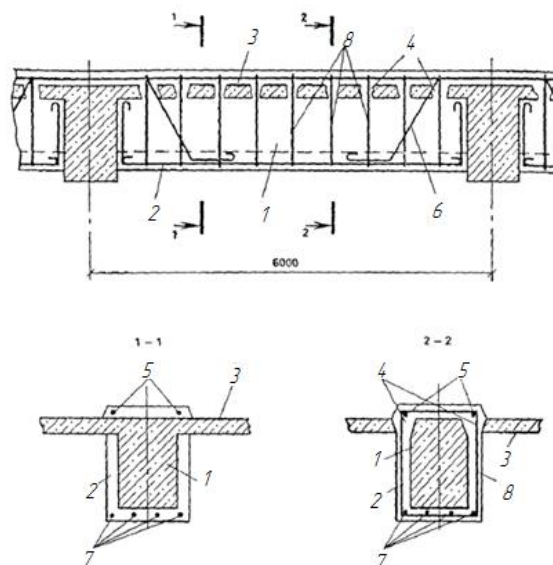


Рисунок 1.9 – Зміцнення балки залізобетонною обоймою:

1 – балка що зміцнюється; 2 – обойма; 3 – плита; 4 – отвори в плиті для пропуску хомутів та подачі бетону; 5 – монтажна арматура обойми; 6 – нахилені стержні обойми; 7 – робоча арматура обойми; 8 – хомути обойми

Зміцнення нарощуванням полягає в тому, що конструкція, що зміцнюється, збільшується по висоті або ширині (знизу, з боків або зверху зміцненого елемента).

Характерною особливістю цього способу є сприйняття дотичних напруг, що діють у площині контакту старого бетону з новим, спеціальною додатковою арматурою, що приварюється до арматури конструкції, що посилюється, попередньо оголюваної сколюванням захисного шару в місцях приварки (рис 1.10).

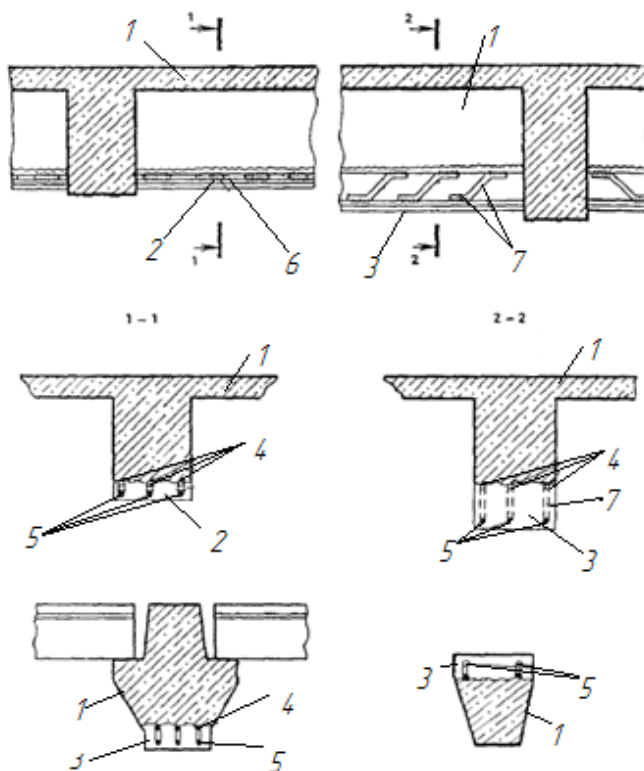


Рисунок 1.10 – Зміцнення балок односторонім нарощуванням:

1 – балка що зміцнюється; 2 – нарощення за допомогою стержнів; 3 – нарощення шляхом з'єднувальних елементів; 4 – арматура балки що зміцнюється; 5 – додаткова робоча арматура; 6 – стержні; 7 – з'єднувальні елементи на зварці

Також було досліджено колони запроєктованої адмінбудівлі. Колони перерізом 400х400 використовувалися для кріплення балок плит перекриття та для більшої жорсткості огорожувальних цегляних стін другого поверху (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 – Фотографія колон, балок, стін до реконструкції під адмінприміщення

Запроєктовано виконати реконструкцію існуючої частини споруди з двоповерхової у чотирьох поверхову. План існуючих колон зображено на рисунку 1.12. В подальшому колони будуть сприймати додаткове навантаження від двох нових запроєктованих перекриттів.

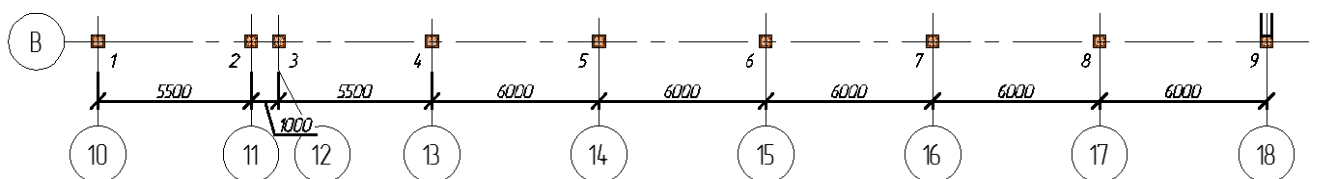


Рисунок 1.12 – Схема розміщення колон по осі В

Під час огляду стану колон було відібрано більш дефектні ділянки (рис. 1.13).

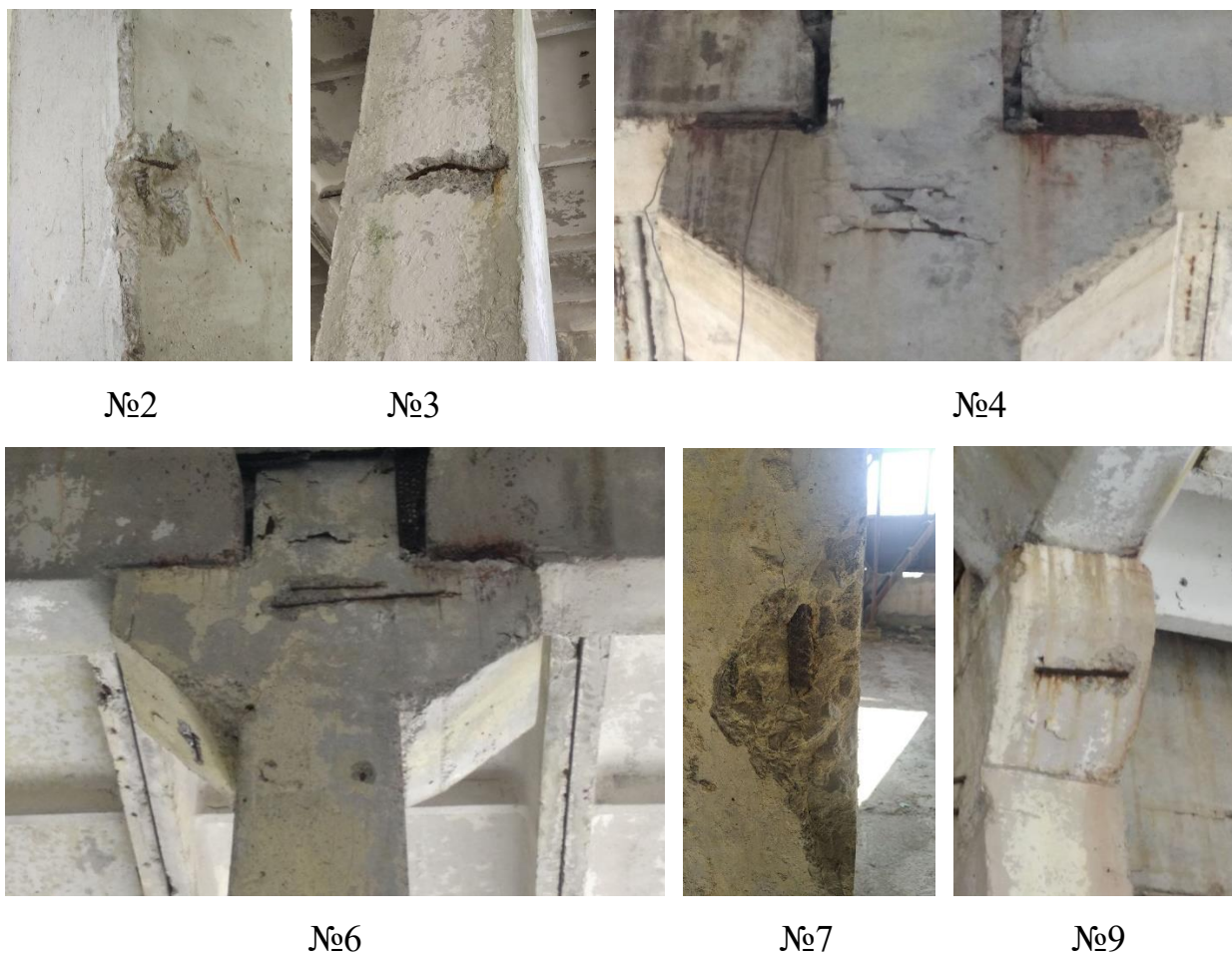


Рисунок 1.13 – Колони, їх позначення та візуально виявлені пошкодження

Такі ділянки підлягають детальнішому обстеженню.

1.8 Аналіз результатів обстежень і формування завдання для реконструкції

За результатами аналізу досліджень інших авторів і результатів візуального огляду об'єкта реконструкції сформульовано задачі для власних досліджень:

- проаналізувати технічне завдання замовника щодо його вимог і побажань стосовно об'єкта після реконструкції;
- запропонувати технічні варіанти для реконструкції;
- виконати обстеження фундаменту існуючої будівлі;

- виконати візуальне обстеження, інструментальне дослідження, аналітичні розрахунки залізобетонних тримких елементів існуючої будівлі і сформулювати висновки за їх результатами;
- вибрати конструктивну схему для реконструкції з врахуванням сформульованих висновків;
- розробити проектну документацію для реконструкції;
- виконати комп'ютерне моделювання поведінки залізобетонних тримких елементів будівлі після реконструкції для перевірки їх міцності.

1.9 Висновки за розділом 1

1. Проведено аналіз та опис даних з літературних та законодавчих джерел по проведенню реконструкцій та дослідженню залізобетонних будівельних конструкцій.
2. Виконано аналіз технічного завдання для реконструкції.
3. Виконано візуальне обстеження об'єкта реконструкції.
4. В кінцевому результаті після проведення аналізу технічних матеріалів та джерел сформульовано задачі для реконструкції промислової будівлі та дослідження залізобетонних конструкцій.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

2.1 Роль обстеження будівлі, яка підлягає реконструкції

Під час виконання проекту реконструкції експертна оцінка дозволяє вірно оцінити експлуатаційні характеристики та можливості конструктивних елементів, міцність та здатність їм не руйнуватись від навантаження (існуючі чи заплановані). Згідно досліджень та їх результатів, визначають оптимальний варіант задля проведення реконструкції, для забезпечення безпечної подальшої експлуатації.

Під час проведення реконструкції відбувається перебудова будівлі, відбувається перепланування приміщень (тобто проводиться реконструкція об'єкта, або відновлення робіт по будівництву, зростання навантажень, запровадження нового обладнання). Під час проведення робіт по реконструкції та переплануванню відбуваються зміни по навантаженню які діють на несучі конструкції. В таких випадках технічне обстеження та експертний висновок є обов'язковими. У процесі виконання робіт по реконструкції виникають зміни споруди, тому можливі порушення несучого елемента, від чого виникає можливість зміни загальних параметрів міцності та стійкості споруди.

Після виникнення надзвичайних ситуацій проводять обов'язкову або позапланову перевірку. Проведення технічних обстежень конструкцій та елементів існуючої будівлі, дає можливість оцінити стан реконструйованого об'єкта та вирішення питання щодо можливості проведення подальших робіт[10].

При наявності тріщин в елементах будівельних конструкцій необхідно провести роботу по ліквідації знайдених пошкоджень чи деформацій будівельних елементів. За допомогою обстеження виникає можливість оцінити ступінь небезпеки, доцільність подальшої експлуатації даної будівлі[6].

Проведення обстежень щодо технічного стану дає можливість проаналізувати та отримати висновок щодо подалого експлуатації будівель, безпечність та інші характеристики. Даний документ в подальшому може бути наданий в ДАБІ для проведення офіційної реєстрації нерухомого майна. Без даного документа подальше узаконення будівництва неможливе.

Об'єкти що реконструюються повинні відповідати технічній та проектній документації, складену спеціально для них, невеликий відступ від регламенту та технології проведення робіт може призвести до небезпечних наслідків в подальшому процесі експлуатації будівлі, тому що змінюється проектне навантаження на несучі конструкції.

Методи по технічному обстеженню, поділяють на такі 2 групи:

- неруйнівні;
- ті, що руйнують тіло елемента частково.

В кінцевому результаті згідно проведених досліджень складають паспорт технічного стану будівлі.

2.2 Сучасні методи неруйнівного контролю міцності бетону

Проаналізовані методи засновані на залежностях між твердістю бетону та міцністю на стиск, пружністю а також міцністю на розтяг. Відповідно до даних залежностей відмітити такі 3 групи методів щодо дослідження непрямих вимірюваннях міцності бетону при їх стисканні:

- 1) пластичних деформацій;
- 2) визначення динамічного модуля пружності;
- 3) спосіб відриву.

Пластичні методи деформацій базуються на використанні різноманітних молотків таких як: молоток І.А. Фізделя, пружинний молоток ПМ, еталонний молоток К.П. Кашкарова, а також приладів маятникового типу (ДПГ-4, УМП), завдяки яких завдають удари по бетону конкретно визначеної сили, завдяки чому на бетоні залишаються вм'ятини форми сфери або подовгастою (диском).

Проведення оцінки міцності бетону отримують за середнім розміром лунки після багаторазових вимірюваннях.

Метод пружного відскоку ґрунтується на вимірюванні відскоку від бетону за допомогою спеціального ударника. Прилади які базуються на даному методі, називаються склерометрами. Від пружних властивостей бетону залежить величина відскоку від її поверхності. Високу точність даний метод може мати лише при ретельній підготовці бетону та його поверхні. У варіантах коли при збільшеній енергії удару приладу, відскакування вимірюється одночасно з виміром лунки, завдяки чому значно зростає точність вимірів. Градувальні залежності приладів не так сильно піддаються впливу інших можливих факторів. Такі сучасні прилади даного типу, наприклад SilverSchmidt (Швейцарія), відображають цифрові показники та проводять обробку та аналіз інформації автоматично[11].

Визначення міцності бетону ультразвуковим методом динамічний модуль пружності є проміжною характеристикою і не обчислюється. Експериментальну градувальну залежність (швидкість ультразвуку – міцність) отримують шляхом багаторазових вимірювань швидкості ультразвукового імпульсу (рис. 2.1) в стандартних зразках – кубах з подальшим визначенням міцності кубів механічним (руйнівним) методом. Градувальну залежність репрезентують у графічному (рис. 2.2) або в аналітичному вигляді.



Рисунок 2.1 – Вимірювач міцності бетону ультразвуковим методом «Бетон-32»

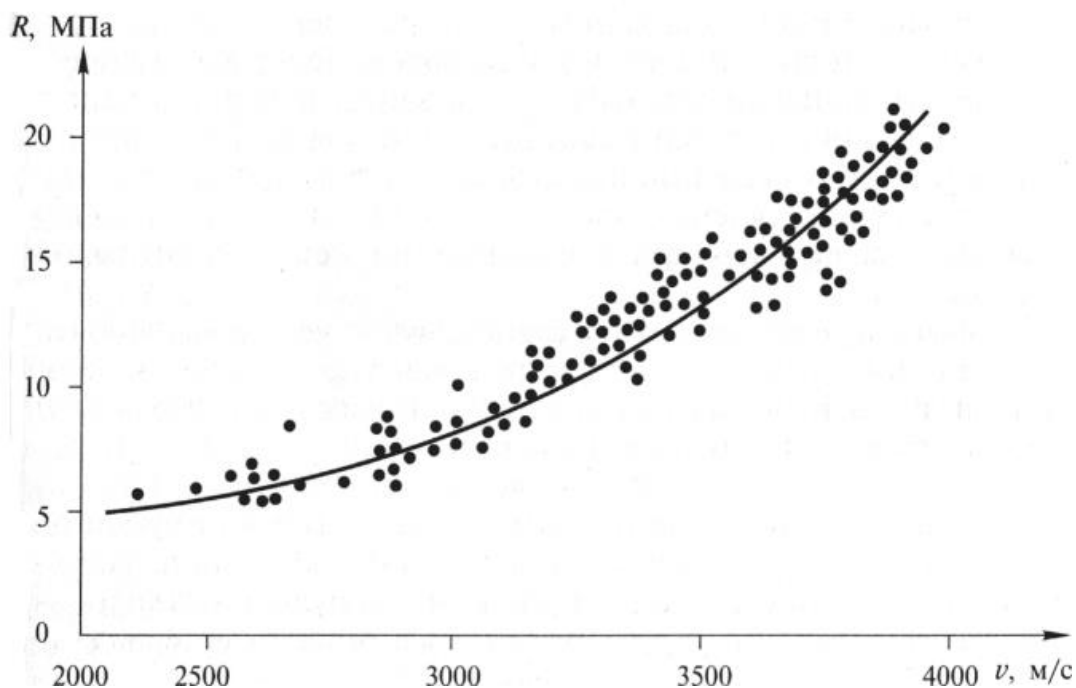


Рисунок 2.2 – Градувальна залежність «швидкість ультразвуку - міцність бетону»

Найбільшу збіжність має експонентне рівняння типу:

$$R = be^{cv},$$

де v – швидкість ультразвукового імпульсу;

e – основа натуральних логарифмів;

c – коефіцієнти.

Методика побудови градувальної залежності докладно викладена в [12].

Сучасні прилади, у тому числі рекомендовані [12], мають автономне живлення, цифрову індикацію, автоматичну обробку інформації та дозволяють проводити вимірювання з високою швидкістю на всіх ділянках монолітних конструкцій.

Ультразвуковий метод при наскрізному прозвучуванні, а також метод відриву зі сколюванням мають найбільшу точність визначення міцності при стиску та найбільш широко використовуються для контролю міцності бетону в монолітних конструкціях.

Застосування інших методів допускається за узгодженням із головними науково-дослідними організаціями.

Найбільша точність, як і при ударних методах, досягається при дії одного фактора, що впливає на зміну міцності, при використанні градуювальної залежності, отриманої при зміні цього фактора. Ультразвуковий метод при регулярному його використанні для контролю розпалубної та інших міцностей, що нормуються, поряд з руйнівним методом, дозволяє визначати міцність бетону з точністю не нижче, ніж одержуваної при випробуванні контрольних зразків. Одночасно він дозволяє оцінити однорідність бетону в конструкції, що дуже важливо для оцінки технологічного процесу (приготування, укладання та ущільнення бетонної суміші). Ультразвуковий метод успішно застосовується при обстеженні та оцінці стану експлуатованих бетонних та залізобетонних конструкцій. При цьому для коригування градуювальної залежності (якщо неможливо зробити вибурювання кернів) важливо знати крупність і модуль пружності щебеню, так як ці параметри мають найбільший вплив на залежність «швидкість ультразвуку - міцність». За відсутності контрольних зразків та використання наближених градуювальних залежностей точність визначення міцності знижується в 1,5...3 рази.

Резонансний метод заснований на вимірі власної частоти поздовжніх, крутильних або згинальних коливань бетонного зразка, встановленого у спеціальні пристрої. Найбільше широко застосовують вимірювання власної частоти згинальних коливань зразка, встановленого на двох опорах (рис. 2.3).

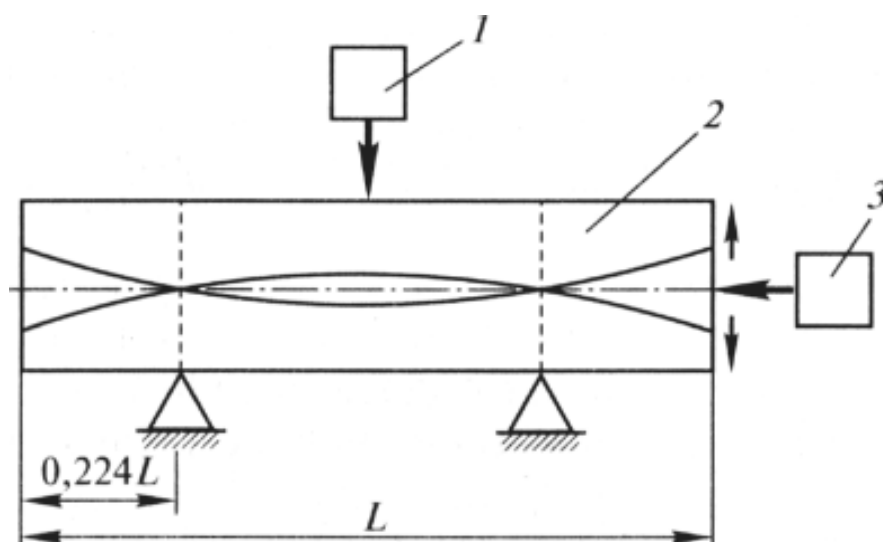


Рисунок 2.3 – Схема визначення динамічного модуля пружності резонансним методом: 1 - збудник коливань; 2 - бетонний зразок; 3 - приймач коливань; L - Довжина зразка

При плавному зміні частоти на збуднику коливань (1) знаходять її значення, у якому виникає явище резонансу, і приймач (3) починає фіксувати наявність стійких коливань у зразку. Динамічний модуль пружності обчислюють за формулою

$$E_{\text{дин}} = f^2 \times \rho \times \left(\frac{l^2}{ki} \right)^2,$$

де – власна частота коливань зразка;

ρ – щільність бетону;

i – довжина зразка;

k – коефіцієнт, що залежить від схеми спирання зразка;

l – радіус інерції перерізу зразка.

Для збудження коливань у зразку застосовують генератори частоти, наприклад, ГЗ-4, що забезпечують плавне регулювання частоти, що виробляється в діапазоні 50...20 000 Гц при вихідній потужності до 5 Вт. Як перетворювачі використовують збудники механічних коливань (1) п'єзоелектричного або електродинамічного типу. Приймач коливань (3) п'єзоелектричного або

електромагнітного типу з'єднаний через підсилювач з індикатором коливань. Підсилювач та індикатор можуть бути поєднані в одному приладі – осцилографі.

Резонансний метод визначення динамічного модуля пружності має більш високу чутливість і точність у порівнянні з ультразвуковим і широко застосовується при проведенні експериментальних досліджень, коли необхідно стежити за зміною міцності бетонних зразків без їх руйнування. Наприклад, при дослідженні стійкості бетону при дії поперемінного заморожування та розморожування або інших агресивних впливів.

Метод відриву зі сколюванням заснований на залежності між властивостями міцності бетону і зусиллям, яке необхідно для виривання з тіла бетону спеціального клинового анкера разом з частиною бетону (рис. 2.4).

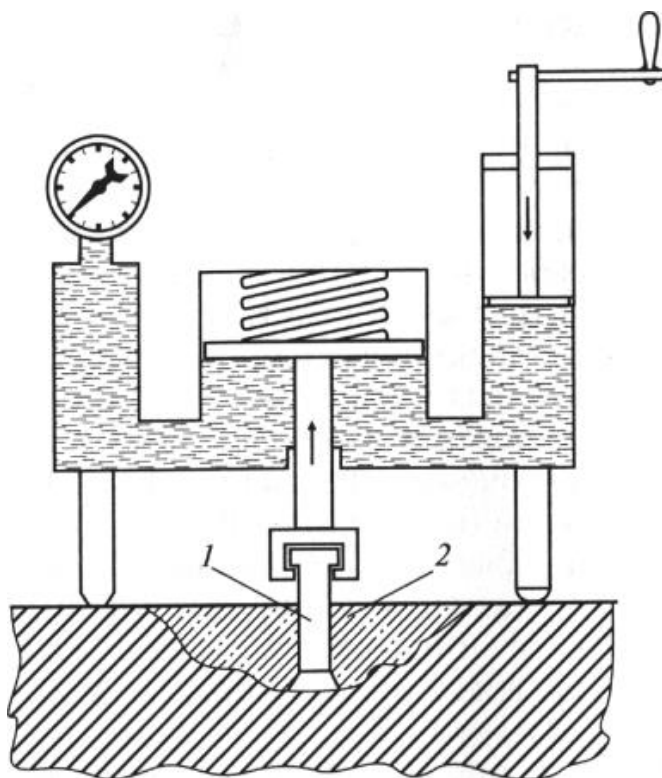


Рисунок 2.4 – Схема випробування шляхом відриву:

1 - анкер; 2 - частина бетону, що виривається

Загальний вигляд приладу зображений на рис. 2.5.

При встановленні анкерів у висвердлені отвори застосовують спеціальні пристрої, що розклинають, що дозволяють провести випробування відразу після установки анкера.



Рисунок 2.5 – Вимірювач методом відриву зі сколюванням ПОС-50МГ4,0

Після скидання та повороту приладу на певний кут повторюють випробування. На заключному етапі виривають анкер. Точність визначення міцності бетону в цьому випадку збільшується, так як використовують одночасно дві градуювальні залежності ($K_{ж} - P$ і $R_{сх} - d$ – діаметр лунки).

Сучасні прилади, застосовувані визначення міцності бетону шляхом відриву зі сколюванням, що працюють за тим самим принципом, мають електронні перетворювачі, оснащені необхідними пристроями. Ці вимірювання стали вважати прямими, оскільки прилади градуують в одиницях міцності. Однак цей метод вимагає значних трудовитрат, ушкоджує бетон, тому цим методом виконується незначна кількість вимірювань при значних розкидах показань. Практика показує, що використання методу відриву зі сколюванням для градуювання ультразвукових приладів та склерометрів (метод пружного відскоку) не забезпечує отримання необхідної точності.

Використання нових більш досконалих приладів вимагає оцінки їх точності та необхідності побудови градуювальних залежностей стосовно конкретних умов із застосуванням контрольних зразків (кубів), які зазнають руйнування на пресі.

РОЗДІЛ 3

ІНЖЕНЕРНІ ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

3.1 Відомості про інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови району будівництва

3.1.1. Геологічна характеристика ґрунтів

Результати інженерно-геологічного обстеження, досліджено що в основі споруди, яка підлягає реконструкції, знаходяться такі інженерно-геологічні елементи:

– ІГЕ-2. Ґрунтово-рослинний шар: сіруватий (супісок твердий) Заглибленість – 0,2...0,4 м.

– ІГЕ-3. Супісок, світло-сірий, (місцями коричневий) твердий, з прошарками піску пилюватого 5...45 %. Глибина – 1,0...2,8 м.

– ІГЕ-4. Супісок лесовий темно-коричневий, твердий та пластичний, мікропористий, з лінзовидними шарами пилюватого піску 35...40 %, Глибина – 0,3...4,5 м.

– ІГЕ-5. Пісок мілкий світло-коричневий, великої щільності, ступінь водонасичення – середній, з лінзовидними шарами супіску 4...10 %. Глибина – 3,9...8,7 м.

– ІГЕ-6. Супісок темно-коричневий, сірувато-коричневий, твердий та пластичний, з лінзовидними шарами пилюватого піску 5...30 %. Потужність верстви – 0,5...2,6 м.

– ІГЕ-7. Супісок світло-сірий, зеленувато-сірий, сірувато-коричневий, пластичний, з лінзовидними прошарками піску пилюватого 5...25 %. Глибина – 0,5...2,4 м.

– ІГЕ-8. Пісок пилюватий світло-коричневий, середньої щільності, насиченість водою – висока, з лінзовидними шарами супіску 5...15 %. Глибина – 0,5...0,9 м.

3.1.2. Гідрогеологічні умови

Грунтові води пролягають на глибині 12...14 м, що відповідає абсолютній відмітці 322,8 м.

3.1.3. Характеристика інженерно-геологічних процесів та явищ

1. Серед несприятливих фізико-геологічних процесів слід відзначити наявність лесових просідних ґрунтів (супісок лесовий – ІГЕ-4) в інтервалах глибин 1,2...5,8 м.

Тип ґрунтових умов по просіданню згідно з вказівками [13] Початковий просідний тиск супіску лесового (ІГЕ-4) – 160 кПа.

2. У геологічному розрізі майданчика за результатами вишукувань виділено 9 інженерно-геологічних елементів (з ІГЕ-1 по ІГЕ-9).

Ґрунти в основі споруд, що проектуються, мають звичайні властивості, окрім ґрунтово-рослинного шару та супіску лесового (ІГЕ-4), який володіє просадними властивостями.

3. Грунтові води зафіксовані на глибині 11,0...13,0 м, що відповідає абсолютній відмітці 322,8 м.

4. Можливе зростання рівня ґрунтових вод у несприятливі періоди що складає 0,9 м від зафіксованого на даний період.

5. Глибина промерзання ґрунту (нормативна) складає для данної ділянки в районі 1,0 м.

3.2 Перевірка несучої здатності пальових фундаментів

3.2.1. Фізико-механічні властивості ґрунтів

За результатами геологічних досліджень визначено фізико-механічні властивості ґрунтів (табл. 3.1)

Таблиця 3.1

Фізико-механічні властивості ґрунтів

Показники властивостей		Одиниці вимірювання	ІГЕ-3	ІГЕ-4	ІГЕ-5	ІГЕ-6
Природна вологість, W		доли один.	0,135	$\frac{0,087^*}{0,295}$	0,019	0,118
Вологість на межі текучості, W_L			0,20	0,23	-	0,20
Вологість на межі розкочування, W_P			0,15	0,17	-	0,14
Число пластичності, I_p			0,05	0,06	-	0,06
Показник текучості, I_L			<0	<0	-	<0
Гранулометричний склад: вміст фракцій, мм	2.00 – 1.00	%	-	-	0,7	-
	1.00 – 0.50		-	-	3,0	-
	1.00 – 0.25		-	-	31,7	-
	1.00 – 0.10		-	-	51,1	-
	<0.10		-	-	13,5	-
Коефіцієнт фільтрації, K_f		м/добу	-	-	2,4	-
Щільність ґрунту, ρ_H		т/м	1,77	$\frac{1,62^*}{1,93}$	1,63	1,80
Щільність сухого ґрунту, ρ_d			1,56	1,49	1,60	1,61
Щільність часток ґрунту, ρ_s			2,69	2,69	2,65	2,68
Коефіцієнт пористості, e		доли один.	0,724	0,805	0,656	0,665
Питоме значення, C_H		КПа	13	12*/6	1	14
C_H при $\alpha = 0.85$			13	12*/6	1	14
C_H при $\alpha = 0.95$			9	8*/4	0	9
Кут внутрішнього тертя, φ_H		град.	24	$\frac{24^*}{15}$	32	26
φ_H при $\alpha = 0.85$			24	$\frac{24^*}{15}$	32	26
φ_H при $\alpha = 0.95$			24	$\frac{21^*}{13}$	28	23
Початковий просідний тиск, P_{sl}		МПа	-	0,16	-	-
Початкова просідна вологість, W_{sl}		частка один.	-	0,240	-	-
Модуль деформації, E_0		МПа	12	$\frac{13^*}{7}$	26	14
Розрахунковий опір, R_0		кПа	210	$\frac{330^*}{160}$	350	230

Продовження таблиці 3.1

Показники властивостей		Одиниці вимірювання	ІГЕ-7	ІГЕ-8	ІГЕ-9
Природна вологість, W		доли един.	0,186	$\frac{0,072^*}{0,220}$	$\frac{0,070^*}{0,215}$
Вологість на межі текучості, W_L			0,20	-	-
Вологість на межі розкочування, W_P			0,14	-	-
Число пластичності, I_P			0,06	-	-
Показник текучості, I_L			0,77	-	-
Гранулометричний склад: вміст фракцій, мм	2.00 – 1.00	%	-	0,1	1,0
	1.00 – 0.50		-	1,0	4,5
	1.00 – 0.25		-	9,0	23,0
	1.00 – 0.10		-	60,4	56,2
	<0.10		-	29,5	15,3
Коефіцієнт фільтрації, K_f		м/добу	-	0,8	2,5
Щільність ґрунту, ρ_H		т/м	1,89	$\frac{1,79^*}{2,04}$	$\frac{1,80^*}{2,04}$
Щільність сухого ґрунту, ρ_d			1,59	1,67	1,68
Щільність часток ґрунту, ρ_S			2,68	2,66	2,65
Коефіцієнт пористості, e		доли един.	0,686	0,593	0,577
Питоме значення, C_H		кПа	11	5	3
C_H при $\alpha = 0.85$			11	5	3
C_H при $\alpha = 0.95$			7	3	2
Кут внутрішнього тертя, φ_H		град.	21	32	35
φ_H при $\alpha = 0.85$			21	32	35
φ_H при $\alpha = 0.95$			18	29	32
Початковий просідний тиск, P_{sl}		МПа	-	-	-
Початкова просідна вологість, W_{sl}		частка един.	-	-	-
Модуль деформації, E_0		МПа	10	23	35
Розрахунковий опір, R_0		кПа	190	-	-

3.2.2. Перевірка глибини закладання ростверка

Перевірка глибини закладання ростверка залежить від декількох чинників:

- Глибини промерзання ґрунту

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту визначається по формулі:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{|M_t|} = 0,28 \cdot \sqrt{|-21|} = 1,28 \text{ м,}$$

де M_t - коефіцієнт, рівний сумі значень температур в середньому на місяць в районі, взимку .

d_0 – величина в метрах, приймається:

- для глин та суглинків – 0,23 м;
- для пісків, супісків пилюватих та дрібних – 0,28 м;
- для пісків великих, середніх та гравелистих – 0,30 м;

Для проведення розрахунку на визначення глибини промерзання ґрунту використовуємо формулу:

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0,6 \cdot 1,28 = 0,768 \text{ м,}$$

k_h - коефіцієнт теплового режиму будівлі.

- Конструктивні особливості.

В данній будівлі під час реконструкції запланований підвал, тому

$$d_2 = d_b = 0$$

- Визначаємо глибину ростверка:

Прийнята глибина закладання ростверка $d_p = 1,2$ м задовольняє вимогам.

3.2.3. Перевірка несучої здатності палі

Перевірку несучої здатності палі виконано за залежністю:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A,$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи ($\gamma_c = 1$);

A – площа перетину палі;

R – опір під подошвою палі(розрахунковий), ($R = 12600$ кПа);

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A = 1 \cdot 0,20 \cdot 12600 = 2520 \text{ кН}$$

3.2.4. Розрахункове навантаження на палю

Розрахунок виконується за формулою:

$$P = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{2520}{1,4} = 1800 \text{ кН}$$

де γ_k – коефіцієнт запасу – 1,4;

Отже, існуючий фундамент може нести нові навантаження.

3.2.5. Розрахунок ростверка як залізобетонної конструкції

В даному випадку розрахунок на протискання проводити не потрібно, оскільки конструкція ростверка жорстка.

Підібрана арматура достатня, так як ростверк жорсткий, приймається із арматурної сітки А-III Ø 12 мм.

3.3 Аналітичний розрахунок залізобетонної колони

Будову реконструйованої колони марка 5кб6-4м2 подано на рис 3.1

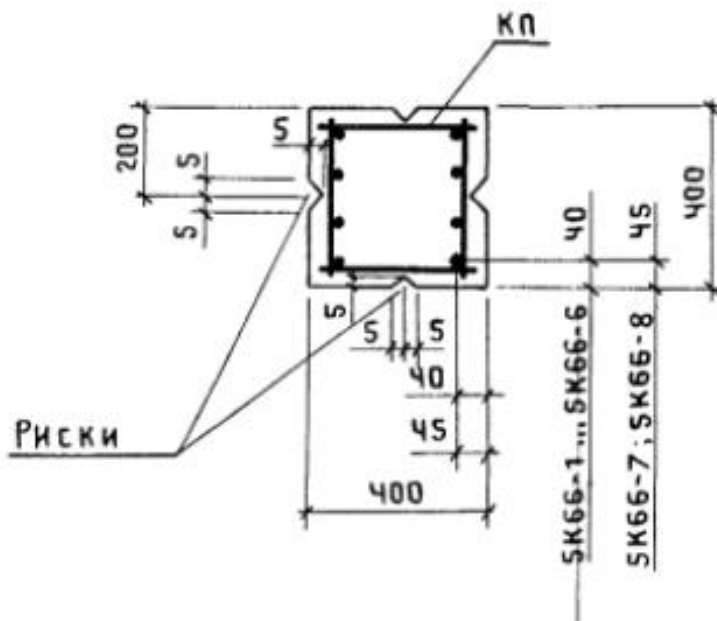


Рисунок 3.1 – Будова реконструйованої колони марка 5кб6-4м2

Колона рамного каркасу з розмірами перерізу 40х40см. Бетон класу В25 ($R_b = 14,5 \text{ МПа}$; $E_b = 2,9 \cdot 10^4 \text{ МПа}$); гнучка арматура із сталі класу А400С ($R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}$, $E_a = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$), розрахункові поздовжні сили та згинальні моменти від повного навантаження $N = 1500 \text{ кН}$; $M = 630 \text{ кН}\cdot\text{м}$; від довготривалих постійних навантажень $N_d = 1310 \text{ кН}$, $M_d = 300 \text{ кН}\cdot\text{м}$; всі зусилля визначені з розрахунку по недеформованій схемі;

Визначаємо величину ексцентриситету e_0 :

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{630 \cdot 10^2}{1500} = 32 \text{ см}$$

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{2,9 \cdot 10^4} = 6,9$$

Моменти:

$$M_1 = M + 0,5N(h_0 - a') = 630 + 0,5 \cdot 1500(0,565 - 0,035) = 1023,75 \text{ кН}$$

$$M_{1l} = M_l + 0,5N_l(h_0 - a') = 300 + 0,5 \cdot 1310(0,565 - 0,035) = 643,88 \text{ кН}$$

Радіус інерції перерізу дорівнює:

$$r_{red} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{600^2}{12}} = 17,3 \text{ см}$$

Так як $\frac{l_0}{r_{red}} = \frac{600}{17,3} = 34,7 > 14$, враховуємо вплив прогину

Обчислюємо φ_e та $\delta_{e,min}$:

$$k_D = 1 + \beta \cdot \frac{M_{1l}}{M_1} = 1 + 1 \cdot \frac{643,88}{1023,75} = 1,63$$

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,001 \cdot R_b = 0,5 - 0,01 \frac{600}{60} - 0,001 \cdot 150 = 0,255$$

Так як $\frac{e_0}{h} = \frac{42}{60} = 0,7 > t_{min} = 0,25$, приймаємо $t = 0,7$.

Визначаємо величину критичної сили $N_{кр}$

$$\begin{aligned} N_{кр} &= \frac{1,6 \cdot E_b b h^3}{l_0^2} \left[\frac{1}{3 \cdot \varphi_t} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \mu \cdot \alpha_s \left(\frac{h_0 - a}{h} \right) \right] = \\ &= \frac{1,6 \cdot 2,9 \cdot 10^4 \cdot 400 \cdot 600^3}{6000^2} \left[\frac{1}{3 \cdot 1,63} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,7} + 0,1 \right) + 0,004 \cdot 6,9 \cdot \frac{530^2}{600^2} \right] \\ &= 7268 \text{ кН} \end{aligned}$$

Коефіцієнт η

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{кр}}} = \frac{1}{1 - \frac{1500}{7268}} = 1,26$$

Визначаємо необхідну площу перерізу арматури:

$$e_1 = e_0 \eta + \frac{h' - a'}{2} = 42 \cdot 1,26 + \frac{56,5 - 3,5}{2} = 79,4 \text{ см}$$

Гранична відносна висота стиснутої зони:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,U}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,734}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,734}{1,1} \right)} = 0,59$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 = 0,734$$

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} = \frac{1500000}{14,5 \cdot 400 \cdot 565} = 0,458$$

$$\alpha_m = \frac{N_e}{R_b b h_0^2} = \frac{1500000 \cdot 794,2}{14,5 \cdot 400 \cdot 565^2} = 0,643$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n(1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \delta} =$$

$$= \frac{14,5 \cdot 400 \cdot 565}{365} \cdot \frac{0,643 - 0,458(1 - 0,5 \cdot 0,458)}{1 - 0,062} = 2566 \text{ мм}^2$$

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{b h_0} = \frac{2566 + 2566}{400 \cdot 565} = 0,0227$$

$$\mu = 0,0227 > \mu_{min} = 0,004$$

Уточнюємо значення N_{cr} :

$$N_{кр} = \frac{1,6 \cdot E_b b h^3}{l_0^2} \left[\frac{1}{3 \cdot \varphi_t} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \mu \cdot \alpha_s \left(\frac{h_0 - a}{h} \right) \right] =$$

$$= \frac{1,6 \cdot 2,9 \cdot 10^4 \cdot 400 \cdot 600^3}{6000^2} \left[\frac{1}{3 \cdot 1,63} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,7} + 0,1 \right) + 0,0227 \cdot 6,9 \times \right.$$

$$\left. \times \frac{530^2}{600^2} \right] = 13283 \text{ кН}$$

Коефіцієнт η

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{кр}}} = \frac{1}{1 - \frac{1500}{13283}} = 1,127$$

Визначаємо необхідну площу перерізу арматури:

$$e_1 = e_0 \eta + \frac{h' - a'}{2} = 42 \cdot 1,127 + \frac{56,5 - 3,5}{2} = 73,8 \text{ см}$$

Гранична відносна висота стиснутої зони:

$$\xi_R = 0,59$$

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} = \frac{1500000}{14,5 \cdot 400 \cdot 565} = 0,458$$

$$\alpha_m = \frac{N_e}{R_b b h_0^2} = \frac{1500000 \cdot 738}{14,5 \cdot 400 \cdot 565^2} = 0,598$$

$$A_s = A'_s = \frac{R_b h_0}{R_s} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n(1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \delta}$$

$$= \frac{14,5 \cdot 400 \cdot 565}{365} \cdot \frac{0,598 - 0,458(1 - 0,5 \cdot 0,458)}{1 - 0,062} = 2343 \text{ мм}^2$$

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{b h_0} = \frac{2343 + 2343}{400 \cdot 565} = 0,0207$$

$$\mu = 0,0207 > \mu_{min} = 0,004$$

Приймаємо симетричну арматуру 4Ø28 А400С ($A_s = 2460 \text{ мм}^2$) з кожної сторони.

Несуча здатність перерізу:

$$N_e = 14,5 \cdot 400 \cdot 565^2 \cdot 0,534(1 - 0,5 \cdot 0,534) + 365 \cdot 2460(565 - 35)$$

$$= 1200607 \text{ кН} \cdot \text{мм}$$

$$N_e/e = \frac{1200607}{738,34} = 1626 \text{ кН} > 1500 \text{ кН}$$

РОЗДІЛ 4
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ
РЕКОНСТРУЙОВАНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

4.1 Ультразвукові експериментальні дослідження колон

Виконано ультразвукові експериментальні дослідження залізобетонних несучих колон перерізом 400х400 одного типу та залізобетонних плит. Числові дані досліджень ультразвуковим методом подані в таблицях 4.1... 4.4.

Таблиця 4.1

Результати досліджень поверхневого ультразвуку

№ колони	Грань 1, мкс	Грань 2, мкс	Грань 3, мкс	Грань 4, мкс	Середнє значення, мкс
К-1	46,34	47,27	47,37	46,29	46,84
К-2	45,80	44,76	45,50	46,19	45,64
К-3	45,89	46,27	45,93	46,77	46,34
К-4	45,27	44,67	45,23	44,87	45,20
К-5	43,90	44,80	43,57	44,00	44,31
К-6	44,83	45,10	46,03	45,90	45,70

Таблиця 4.2

Результати досліджень поверхневого ультразвуку плити П-1

П-1 № сторони	Колона № 1, мкс	Колона № 2, мкс	Колона № 3, мкс	Колона № 4, мкс	Колона № 5, мкс	Колона № 6, мкс	Середнє значення мкс,
1	49,50	49,58	48,74	48,89	47,92	49,62	48,68
2	46,34	44,83	45,80	45,27	43,90	45,89	44,76

Таблиця 4.3

Результати досліджень наскрізного ультразвуку колон

№ куба	Грані 1-3, м/с · 10 ⁻³			Грані 2-4, м/с · 10 ⁻³			Грані 5-6, м/с · 10 ⁻³			Середнє зн-ня, м/с
	база, мм	час, мкс	ш-сть, м/с	база	час	ш-сть	база	час	ш-сть	
К-1	150	39,10	3,836	150	37,94	3,943	150	39,27	3,819	3,874
К-2	150	39,74	3,774	150	39,28	3,818	150	38,49	3,902	3,831
К-3	150	40,57	3,697	150	39,93	3,756	150	40,07	3,743	3,732
К-4	150	39,52	3,795	150	38,90	3,815	150	41,19	3,690	3,758
К-5	150	37,93	3,954	150	37,65	3,984	150	38,26	3,920	3,952
К-6	150	39,24	3,822	150	40,81	3,678	150	40,58	3,696	3,742

Таблиця 4.4

Результати досліджень наскрізного ультразвуку плити П-1

П-1 база, мм	Квадрат №1, м/·10 ⁻³		Квадрат №2, м/·10 ⁻³		Квадрат №3, м/·10 ⁻³		Середнє з-ня, м/с
	час, мкс	ш-сть, м/с	час, мкс	ш-сть, м/с	час, мкс	ш-сть, м/с	
150	39,70	3,778	38,20	3,926	38,50	3,896	3,866
300	76,12	3,941	79,00	3,792	77,80	3,856	3,863
450	116,63	3,858	115,00	3,901	114,30	3,937	3,898

4.2 Статистична обробка результатів експериментальних досліджень колон, неруйнівним поверхневим ультразвуковим методом контролю

Виконується статистична обробка згідно методики теорії ймовірностей та математичної статистики [15].

Поверхневим ультразвуковим методом досліджено 6 колон, по 4 результати на кожному зразку, та з/б плити 6 результати загальною 36 результатів зразків. Отримані результати подані в (табл. 4.5). При цьому мінімальне значення часу проходження ультразвуку склало – 43,56 мкс; максимальне значення – 47,37 мкс. Тоді від максимального значення часу поширення ультразвуку потрібно відняти мінімальне, отримавши різницю часу, ми ділили її на 10, і отримали часовий проміжок 0,38 мкс.

$$t_i^I = t_{\max} - t_{\min} = 47,37 - 43,57 = 3,8 / 10 = 0,38$$

Для отримання результатів часових проміжкових інтервалів потрібно часовий проміжок 0,38 мкс додати до мінімального значення часу проходження ультразвуку.

Таблиця 4.5

Отримані часові проміжки результатів зразків I серії

№ інтервалу	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Часові проміжки $i, мкс$	43,57 43,95	43,95 44,33	44,33 44,71	44,71 45,09	45,09 45,47	45,47 45,85	45,85 46,23	46,23 46,61	46,61 46,99	46,99 47,37
К-сть результатів в проміжку \bar{n}_i	2	1	2	4	6	3	6	6	3	3

Обчислюємо вибіркоче середнє значення σ'_e колон та плит, а також вибіркочу дисперсію D_e та вибіркоче середнє квадратичне відхилення σ_e . Для цього знаходимо середини даних інтервалів і приймаємо їх за варіанти. Одержаний розподіл вибірки подано в (табл.4.6).

Таблиця4.6

Отримані результати розподілу обстеження залізобетонних елементів

№ інт.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
\bar{t}_i	43,76	44,14	44,52	44,90	45,28	45,66	46,04	46,42	46,80	47,18
n_i	2	1	2	4	6	3	6	6	3	3

У таблиці прийняті такі умовні позначення :

\bar{t}_i – середнє значення у i проміжку, n_i – кількість результатів в проміжку.

Оскільки варіанти рівновіддалені, то перейдемо до умовних варіантів u_i . Нехай $C=45,28$ (варіант 45,28 розміщений у середині варіаційного ряду). Згідно з вихідними даними експеременту $h= 0,38$, кількість вибірки $n=36$.

Умовні варіанти обчислюємо за формулою:

$$u_i = \frac{x_i - C}{h} = \frac{x_i - 45,28}{0,38},$$

Статистичну обробку експериментальних даних ультразвукового методу проводимо в табличні формі (табл.4.7).

Розрахункова таблиця варіантів колон

t_i^I	n_i	u_i	$n_i \cdot u_i$	$n_i \cdot u_i^2$	$n_i (u_i+1)^2$
43,76	2	-4	-8	32	18
44,14	1	-3	-3	9	4
44,52	2	-2	-4	8	2
44,90	4	-1	-4	4	0
45,28	6	0	0	0	6
45,66	3	1	3	3	12
46,04	6	2	12	24	54
46,42	6	3	18	54	96
46,8	3	4	12	48	75
47,18	3	5	15	75	108
	36		41	257	375

Статистичну обробку виконуємо за методикою наведеною у [37].

Для контролю обчислень скористаємось тотожністю:

$$\sum_{i=1}^k n_i \cdot (u_i + 1)^2 = \sum_{i=1}^k n_i \cdot u_i^2 + 2 \sum_{i=1}^k n_i \cdot u_i + n;$$

В даному випадку:

$$\sum_{i=1}^{10} n_i \cdot (u_i + 1)^2 = 375;$$

$$\sum_{i=1}^k n_i \cdot u_i^2 + 2 \sum_{i=1}^k n_i \cdot u_i + n = 257 + 2 \cdot 41 + 36 = 375.$$

Отже, тотожність справджується.

Обчислимо середній умовний варіант u_B :

$$u_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} n_i \cdot u_i = \frac{1}{36} \cdot 41 = 1,13.$$

Дисперсія вибіркова $D_B(U)$:

$$D_B(U) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} n_i \cdot u_i^2 - (u_B)^2 = \frac{1}{36} \cdot 257 - 1,13^2 = 5,86$$

Знаходимо вибіркоче значення:

$$\sigma_B^I = h \cdot u_B + C = 0,38 \cdot 1,13 + 45,28 = 45,709 \text{ мкс.}$$

Дисперсія вибіркова $D_B(X)$:

$$D_B(X) = h^2 \cdot D_B(U) = 0,38^2 \cdot 5,86 = 0,85.$$

Середнє квадратичне вибіркоче відхилення приймаємо як квадратний корінь із вибіркової дисперсії:

$$\sigma_B(X) = \sqrt{0,85} = 0,93.$$

Остаточні результати експериментальних досліджень поверхневим ультразвуковим методом після статистичної обробки наводимо у табличні формі (табл.4.8).

Таблиця 4.8

Результати досліджень після статистичної обробки

Серія, номер і грань куба, та з/б плити	$\sigma_{\epsilon}^I \pm \sigma_{\epsilon}(x)$ (від 44,77 до 46,63), мкс	Міцність σ , мПа
П-1.1	46.34	19.332
П-1.2	45.80	21.527
П-1.3	45.89	20.437
П-1.4	45.27	22.197
П-1.6	44.83	18.352
К-3.2	46.27	20.437
К-2.3	45.50	21.527
К-3.3	45.93	20.437
К-4.3	45.23	22.197
К-1.4	46.29	19.332
К-2.4	46.19	21.527
К-4.4	44.87	22.197
К-2.5	45.47	21.527
К-4.5	45.13	22.197
К-2.6	46,53	21.527
К-3.6	46,40	20.437
К-4.6	46,07	22.197

4.3 Модель зміцнення залізобетонної колони

Зміцнення існуючих конструкцій зазвичай виконують після визначення проектних навантажень після реконструкції (гравітаційні та експлуатаційні навантаження). Внаслідок такого силового впливу в бетонних колонах формується певний напружено-деформаційний стан, параметри якого повинні бути нижчими від граничного стану.

Співвідношення між діючими напруженнями $\sigma(\varepsilon)$ і міцністю бетону на стиск f_{c0} може визначити рівень попереднього навантаження таким чином [16]

$$n_p = \frac{P}{P_{\max}} = \frac{\sigma(\varepsilon)}{f_{c0}} \quad \text{де } 0 \leq n_p \leq 1$$

Після зміцнення колона стає придатною для подальшого збільшення навантажень, змінивши поведінку від простого бетону до замкнутого бетону. Це відрізняється від випадку для колон, зміцнених без попереднього навантаження. Виявлено, що різні результати щодо несучої здатності залежать від рівня попереднього навантаження, що діє під час зміцнення колон.

Питання про зміцнення вирішується за допомогою програмного пакета Simulia Abaqus CAE для моделювання кінцевих елементів, який відтворює попереднє навантаження, утримання та випробування на стиснення відмов. Параметри пластичності для бетону, а також моделювання конструкційного матеріалу сталі та бетону також обговорюються з урахуванням впливу залежних від часу ефектів, обумовлених бетоном, що піддається постійним напруженням. Скінченноелементну модель відкалібровують за допомогою чисельного підходу на основі верифікації за попередньо виконаними експериментальними дослідженнями.

Відомими є результати аналогічних досліджень, де автори оцінили цю чисельну процедуру у випадку бетонних циліндрів, обмежених FRP, підданих попередньому навантаженню [17].

4.3.1 Комп'ютерна модель

Програмне забезпечення кінцевих елементів ABAQUS CAE версії 6.13 [18] було використано для побудови FE моделі залізобетонних колон, зовні обмежених сталевими кутниками та плитами згідно з дослідженням Ferrotto et al. [16].

Колону та сталевий каркас промодельовано за допомогою елементів C3D8-R (лінійний елемент з 8 вузлами, зменшена інтеграція, контроль за часом). Дослідження конвергенції сітки проведено для спостереження за впливом співвідношення сторін елементів C3D8-R на глобальну реакцію та визначення оптимальної сітки FE, яка забезпечує відносно точне рішення з низькими обчислювальними зусиллями. Оптимальними для чисельного моделювання виявилися елементи зі співвідношенням сторін не вище 1:1,5.

Використовували бетонний призматичний зразок розмірами 400x400x1400 мм і міцністю на стиск 25 МПа. Сталевий каркас складався із сталевих куточків і смуг з напруженням 275 МПа, розмірами 100/100/5 (мм) і 80/4 (мм) відповідно. Деталі зразка показані на рис. 4.1.

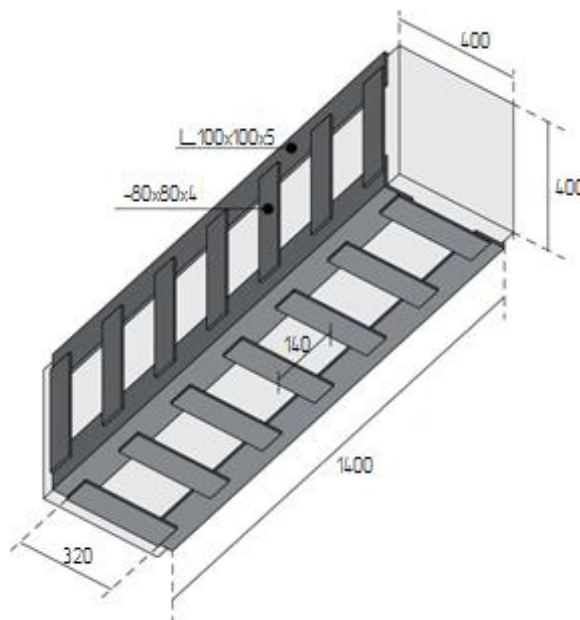


Рисунок 4.1 – Геометрична конфігурація зміцненого зразка

4.3.2 Граничні умови та взаємодії

Визначено два твердих тіла у верхній і нижній частині зразка з обмеженими для кінців поступальними ступенями свободи, за винятком вертикального зміщення (напрямку навантаження). Для визначення контактних властивостей між сталевими рейками та сталевими кутами для імітації зварювання сталі таким чином, щоб між ними не було відносного руху, використовувалися взаємодії «стяжка-обмежувач». Такі ж взаємодії були визначені між бетонною колоною та сталевими кутниками. Останнє припущення дозволяє визначити ідеальний контакт між сталевими кутниками та бетоном.

4.3.3 Матеріальне моделювання сталі

За даними Ferrotto et al. [16], під час випробувань на стиснення колони RC зі сталевим кожухом можна навантажувати двома різними способами, які прикладають навантаження як до сталевих кутів і бетону (кути повністю навантажені), так і лише до бетонної колони (кути з непрямим навантаженням). Ефекти вигину або тертя необхідно враховувати при моделюванні сталі, якщо використовується взаємодія між зв'язками.

Для врахування дотичних напружень уздовж контактних поверхонь між сталевими кутниками та бетоном (у випадку кутів з непрямим навантаженням) було прийнято критерій Мора-Кулона згідно з Campione et al. [19] та Ferrotto et. in. [16, 17]. Якщо 0,5 використовувати як коефіцієнт тертя μ , то еквівалентні нормальні напруження в кутниках можна виразити так:

$$f_y^* = \frac{2 \cdot n_a \cdot l_1 \cdot l_0 \cdot (\mu \cdot f_{\max})}{n_a \cdot t_1 \cdot (L_1 + t_1)} = \frac{l_1 \cdot l_0 \cdot f_{\max}}{t_1 \cdot (L_1 + t_1)}$$

де n_a – кількість кутників,

L_1 і l_1 – зовнішня та внутрішня сторони кутників, що стикаються з бетонною колоною відповідно,

l_0 – загальна вертикальна довжина вздовж стовпів,

t_1 – товщина кутників.

У випадку повністю навантажених кутів модель дозволяє оцінити критичне напруження з урахуванням можливого вигину за такими рівняннями:

$$\sigma_c = \frac{1}{s_b \cdot l_t \cdot t} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\varepsilon_s - \varepsilon_s^2}} \cdot \left\{ 2 \left[\frac{l_t^2 \cdot t \cdot f_{yb}}{4} - \frac{(N_u^*)^2}{16f_{yb} \cdot t} \right] - \sqrt{2} f_{ie} \cdot l_t \frac{s_b^2}{4} \right\}$$

$$N_u^* = \varepsilon_s \cdot 2 \cdot l_t \cdot t \cdot E_s \leq 2 \cdot l_t \cdot t \cdot f_{yb}$$

при s_b – відстань між горизонтальними сталевими планками, l_t – поперечна ширина кутників, товщина кутів і ε_s осьова деформація в куті.

4.3.4 Матеріальне моделювання бетону

Матеріальне моделювання бетону виконано за Ferrotto et. in. [16] за допомогою моделі пластичності пошкодження бетону (CDP), доступної в програмному пакеті, враховуючи модифікації параметрів пластичності для подолання проблем, пов'язаних із тривісним напруженим станом бетону при високих обмежувальних напруженнях. У деталях, модифікація критерію текучості, правила затвердіння/розм'якшення та правила текучості передбачено для:

- кута розширення ψ , що визначає потенціал пластичної текучості;
- відношення міцності на стиск при двовісному навантаженні до одноосової міцності на стиск f_{b0}/f_{c0} .

Модель CDP використано для моделювання у випадку утримання лише при монотонних навантаженнях, тому змінні пошкодження не було визначено.

Параметр K_c оцінюють за даними Ozbakaloglu et al. [20] залежно від співвідношення

f_{b0}/f_{c0} таким чином:

$$\frac{f_{b0}}{f_{c0}} = 1.57 \cdot f_{c0}^{-0.09}$$

$$K_c = 0.71 \cdot f_{c0}^{-0.025}$$

Кут дилатації оцінюють залежно від коефіцієнта зовнішнього поперечного механічного утримання ω_{st} .

$$\omega_{st} = \omega_{st,x} + \omega_{st,y} = \left(\frac{A_{st,x}}{h \cdot s_b} + \frac{A_{st,y}}{b \cdot s_b} \right) \frac{f_{yb}}{f_{c0}}$$

$$\psi = 56.3 e^{-0.594 \cdot \omega_{st}}$$

В цих рівняннях $A_{st,x}$ і $A_{st,y}$ – площа поперечних сталевих стрижнів уздовж напрямків x і y відповідно, b і h – розміри поперечного перерізу бетону, s_b – відстань між горизонтальними елементами зміцнення, f_{c0} – проектна міцність бетону.

$$\frac{f_c(\varepsilon)}{f_{c0}} = \begin{cases} \frac{x_1 \cdot \gamma_1}{\gamma_1 - 1 + x_1^{\gamma_1}} & 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{c0} \\ 1 & \varepsilon_{c0} \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{c1} \\ \frac{x_2 \cdot \gamma_2}{\gamma_2 - 1 + x_2^{\gamma_2}} & \varepsilon \geq \varepsilon_{c1} \end{cases}$$

$$\gamma_1 = \frac{E_c}{E_c - \frac{f_{c0}}{\varepsilon_{c0}}}, \quad \gamma_2 = \frac{E_c}{E_c - \frac{f_{c0}}{\varepsilon_{c1}}}, \quad x_1 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c0}}, \quad x_2 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c1}}$$

$$\frac{\varepsilon_{c1}}{\varepsilon_{c0}} = 0.2107 \cdot \ln(\omega_{st}) + 1.6455$$

4.3.5 Моделювання попереднього завантаження

На відміну від випадку посилення колон без попереднього натягу, за наявності навантажень (ситуація, що відображає кілька випадків армування

існуючих будівель), тонкий елемент дає свій внесок, починаючи з певного рівня напруження/деформації. Зовнішню арматуру слід моделювати/активувати, як тільки бетон досягне напруженого стану в момент накладання арматури.

Проблема вирішується за допомогою «взаємодії зміни моделі», визначеної в програмному забезпеченні. Таким чином, можна визначити зібрану систему, щоб активувати вплив зміцнення.

Симуляція умов попереднього натягу одержується шляхом поділу аналізу на два етапи: 1) сила, прикладена до верхньої частини зразка відповідно до фіксованого рівня попереднього навантаження, спрацьовує зовнішній сталевий каркас; 2) випробування навантаженням продовжуються до виходу елемента з ладу.

Зокрема, моделювання в умовах попереднього натягу вимагає, щоб на першому кроці до необмеженого елемента прикладалася сила/переміщення (з деактивованим підсилювальним пристроєм), а стан напруження/деформації в кінці аналізу відповідав стану розтягу. На другому етапі утримуючий пристрій стає активним у деформованих умовах, але з нульовим напруженим деформованим станом.

Під час аналізу реєстрували осьові напруження, бічні напруження та осьові сумарні деформації, що відповідають середньому перерізу.

Часовий аналіз напруження та реакція напруження-деформація наведено на рис. 4. 2 для випадку випробування на стиснення без попереднього навантаження та з двома різними рівнями попереднього навантаження, тобто $p_r = 0,7$ та $0,9$. Можна помітити, що в поєднанні з активацією запізнення деформації сталевих каркасів (і, отже, забезпеченням бічного утримуючого тиску), міцність зменшується зі збільшенням рівня накладеного попереднього навантаження (рис. 4.2,б) [21].

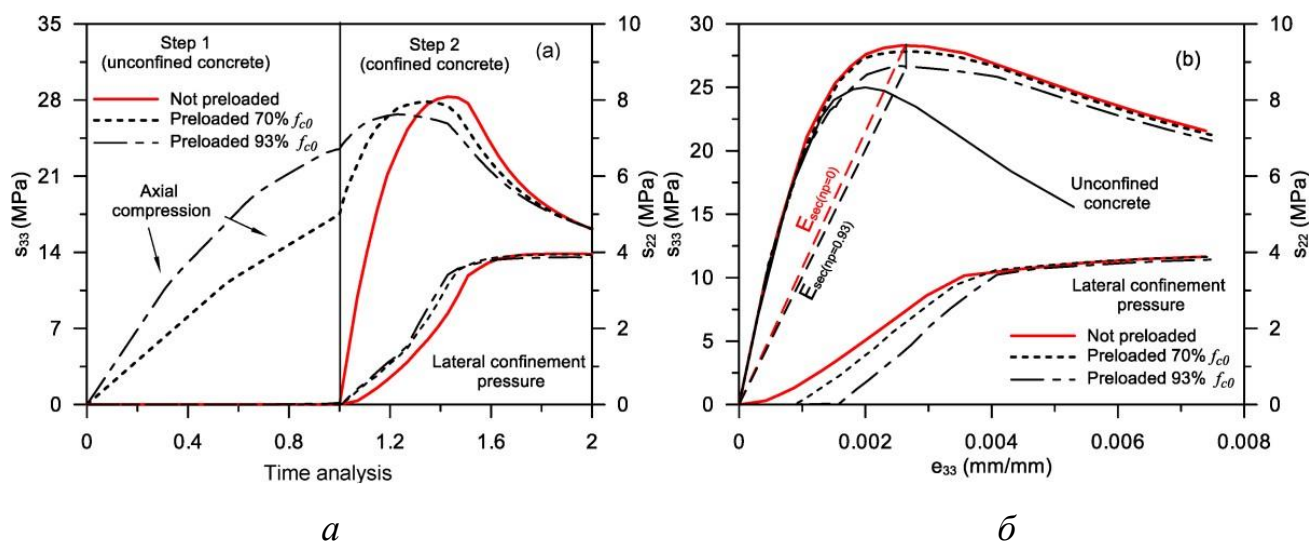


Рисунок 4.2 – Обчислювальний процес FE (а) і поведінка осевого напруження-деформації та еволюція бічного тиску (б)

На рис. 4.3 показано розподіл напружень і деформацій у зразку, обмеженому сталевими оболонками, для трьох важливих етапів чисельного процесу:

- кінець першого кроку (рис. 4.3,а-б), в якому неукріплений бетон досяг попереднього навантаження без будь-якого впливу сорочки;
- початок другого кроку з кроком 0 (рис. 4.3, в-г), на якому бетон зберігає ту саму конфігурацію напруження/деформації, що й на попередньому етапі, а сорочка стає «активною» в початковому стані напруження/деформації, але має ту саму форму. колони;
- певний приріст другого кроку (рис. 4.3,д-е), в якому сталеві кожухи сприяють глобальній реакції. На цій фазі сумісність деформацій все ще визначається за допомогою «взаємодії зв'язкових обмежень», а деформації в сорочках нижчі, ніж у циліндрах, оскільки вони обчислюються в аналізі перед етапом попереднього навантаження. [21].

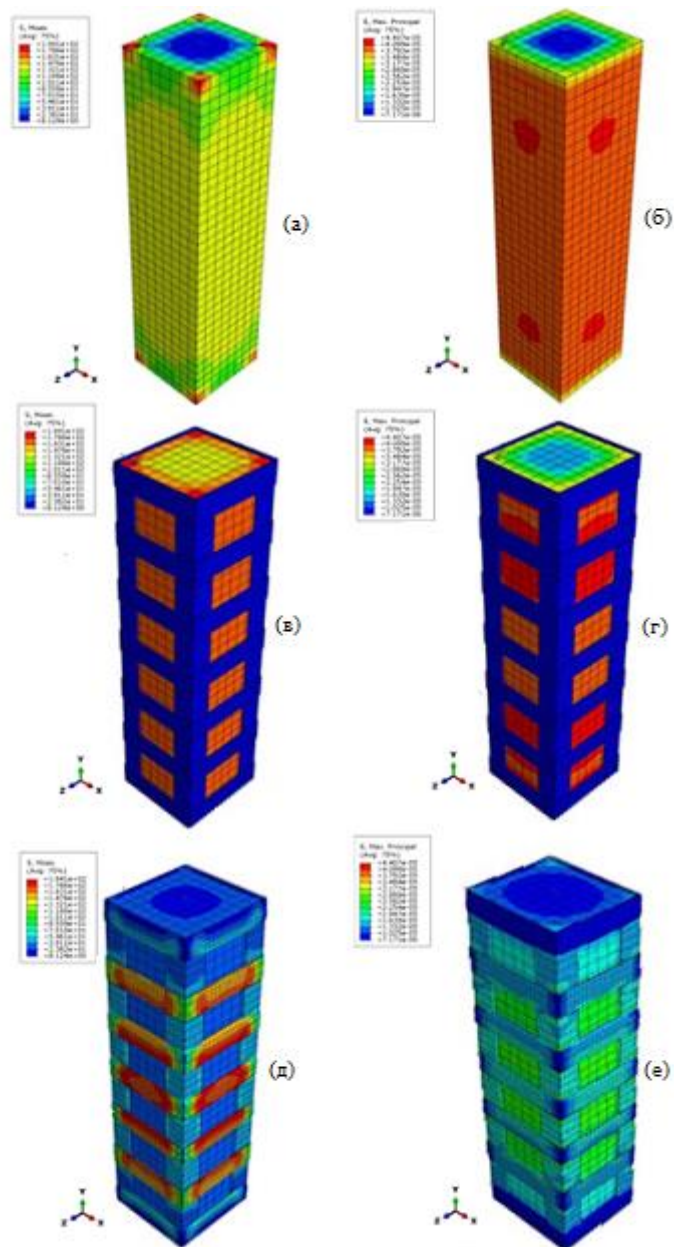


Рисунок 4.3 – Розподіл напружень і деформацій у зразку, обмеженому сталевими оболонками

У результаті на рис. 4.3, а-б показано параметр зменшення $k_{(np)}$ і закони одноосьової напружено-пластичної деформації, використані для аналізу, для різних рівнів попереднього навантаження згідно з експериментальними випробуваннями[21].

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Законодавча база правил охорони праці

Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці;
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у визначеному порядку;
- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Закон України «Про охорону праці» від 01.01.2004 № 229-IV визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [22].

Закон України «Про пожежну безпеку» від 17.12.1993 № 3745-XII визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності [23].

Закон України «Про правові засади цивільного захисту» від 24.06. 2004 № 1859-IV визначає правові та організаційні засади у сфері цивільного захисту

населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного, природного та військового характеру [24].

Система стандартів охорони праці міститься у ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [25].

Ці норми поширюються на загальнобудівельні і спеціальні будівельні роботи під час нового будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту, реставрації будівель та споруд. Вони містять вимоги з безпеки праці та виробничого середовища у сфері будівництва, охорони довкілля під час виконання будівельно-монтажних робіт.

5.2 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями

I. Загальні положення

1. Ці Вимоги поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, організаційно-правової форми і видів діяльності та встановлюють мінімальні вимоги безпеки та захисту здоров'я під час здійснення роботи, пов'язаної з використанням екранних пристроїв незалежно від їхнього типу та моделі.

2. Ці Вимоги розроблено на основі Директиви 90/270/ЄЕС від 29 травня 1990 року про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями (п'ята рамкова Директива у значенні частини 1 статті 16 Директиви 89/391/ЄЕС).

3. Ці Вимоги не обмежують права роботодавця встановлювати більш жорсткі та/або спеціальні вимоги безпеки і захисту здоров'я та життя працівників під час роботи з екранними пристроями, якщо це не суперечить чинному законодавству.

4. Ці Вимоги не поширюються на:

робочі місця здобувачів освіти у комп'ютерних класах (кабінетах, аудиторіях тощо) закладів освіти;

робочі місця пілотів, водіїв або операторів транспортних засобів, обладнані екранними пристроями у системах оброблення даних на борту засобів сполучення, екранні пристрої у складі машин і обладнання, що переміщуються в процесі роботи;

робочі місця працівників, які займаються обслуговуванням, ремонтом і налагодженням екранних пристроїв;

портативні системи оброблення даних, якщо вони не постійно використовуються на робочому місці;

обчислювальні машинки (калькулятори), касові апарати та прилади з невеликими пристроями індикації даних або результатів вимірювання;

цифрові друкувальні машини, обладнані візуальними дисплейними терміналами (дисплейні друкувальні машини);

планшети, смартфони, мобільні телефони.

5. Терміни у цих Вимогах вживаються в таких значеннях:

екранні пристрої - електронні засоби для відтворення будь-якої графічної або алфавітно-цифрової інформації (на основі електронно-променевої трубки, рідкокристалічні, плазмові, проєкційні, органічні світлодіодні монітори та інші новітні розробки у сфері інформаційних технологій);

робоче місце (робоча станція) - сукупність устаткування, що включає екранний пристрій, який може доповнюватися клавіатурою або пристроєм введення та/або програмним забезпеченням, що представляє інтерфейс „оператор-дисплей”, іншими приладами (периферійні пристрої, що включають пристрої для електронних носіїв, телефон, модем, друкувальний пристрій, тримач документів, робоче крісло, робочий стіл або робоча поверхня „розумного” столу, а також інше необхідне виробниче середовище).

Інші терміни у цих Вимогах вживаються у значеннях, наведених у Законі України „Про охорону праці”.

II. Загальні обов'язки роботодавців

1. Роботодавець повинен поінформувати працівників під розписку про умови праці та наявність на їх робочих місцях небезпечних та шкідливих

виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних), які виникають під час роботи з екранними пристроями та ще не усунуто, а також про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівників згідно до вимог статті 5 Закону України „Про охорону праці”.

2. Роботодавець повинен забезпечити навчання і перевірку знань працівників з питань охорони праці та безпечного використання екранних пристроїв до початку роботи з ними, а також у випадках модифікації та організації роботи обладнання.

3. Роботодавець повинен вжити відповідних заходів, щоб забезпечити відповідність робочого місця працівника до цих Вимог.

4. Під час облаштування робочого місця працівника з екранними пристроями необхідно обирати таке устаткування, яке не створює зайвого шуму та не виділяє надлишкового тепла. Рівні шуму на робочих місцях осіб, які працюють з екранними пристроями, мають відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку[26]

5. Роботодавець повинен за рахунок тривалості робочої зміни організувати внутрішні регламентовані перерви для відпочинку відповідно до Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [27].

6. Роботодавець має забезпечити за свій рахунок проведення медичних оглядів працівників відповідно до вимог Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій[28].

За результатами цих оглядів роботодавець за потреби повинен забезпечити виконання відповідних оздоровчих заходів.

7. Роботодавець зобов'язаний за необхідності проводити лабораторні дослідження умов праці працівників з метою виявлення шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (зокрема щодо виявлення ризиків, пов'язаних із погіршенням зору, порушенням фізичного стану, стресом) та вживати заходів щодо усунення виявлених ризиків відповідно до статті 13 Закону України „Про охорону праці”.

III. Вимоги безпеки до робочих місць працівників з екранними пристроями

1. Робочі місця працівників з екранними пристроями мають бути спроектовані так і мати такі розміри, щоб працівники мали простір для зміни робочого положення та рухів.

2. Для забезпечення безпеки та захисту здоров'я працівників усе випромінювання від екранних пристроїв має бути зведене до гранично допустимого рівня (вплив на людину факторів довкілля - шуму, вібрації, забруднювачів, температури тощо, який не спричиняє соматичних або психічних розладів, а також змін стану здоров'я, працездатності, поведінки, що виходять за межі пристосувальних реакцій) з погляду безпеки та охорони здоров'я працівників.

3. Організація робочого місця працівника з екранними пристроями має забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним, антропологічним, психофізіологічним вимогам, а також характеру виконуваних робіт.

4. Освітлення робочого місця працівника з екранними пристроями має створювати відповідний контраст між екраном і навколишнім середовищем (з урахуванням виду роботи) та відповідати вимогам [27].

5. Мікроклімат виробничих приміщень з робочими місцями працівників з екранними пристроями має підтримуватись на постійному рівні та відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень [29].

6. Робочий стіл або робоча поверхня повинні бути достатнього розміру та мати поверхню з низькою відбивною здатністю, допускати гнучкість під час розміщення екрана, клавіатури, документів і відповідного устаткування.

7. Робоче крісло має бути стійким і дозволяти працівнику з екранними пристроями легко рухатися та займати зручне положення.

Сидіння має регулюватися по висоті, спинка сидіння - як по висоті, так і по нахилу.

Слід передбачати підніжку для тих, кому це необхідно для зручності.

IV. Мінімальні вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями

1. Щодня перед початком роботи необхідно очищати екранні пристрої від пилу та інших забруднень.

2. Після закінчення роботи екранні пристрої слід відключати від електричної мережі.

3. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити екранний пристрій від електричної мережі.

4. Не допускається:

Виконувати технічне обслуговування, ремонт і налагодження екранних пристроїв безпосередньо на робочому місці працівника під час роботи з екранними пристроями;

– відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі екранних пристроїв або їх технічне налагодження;

– працювати з екранними пристроями, у яких під час роботи виникають нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані та інші несправності.

5. Під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням, у приміщеннях під час роботи з екранними пристроями, на пультах і постах керування технологічними процесами та в інших приміщеннях мають дотримуватися оптимальні умови мікроклімату відповідно до вимог [29].

V. Мінімальні вимоги безпеки до екранних пристроїв

1. Екранні пристрої не мають бути джерелом ризику для працівників.

2. Усе випромінювання, за винятком видимої частини електромагнітного спектра, має бути зведене до незначного рівня з погляду безпеки і охорони здоров'я працівників.

3. Символи на екранних пристроях мають бути чіткими, відповідного розміру. Між символами і рядками символів має бути належна відстань.

4. Зображення на екрані має бути стабільним, без миготінь або інших видів нестабільності.

5. Яскравість та/або контрастність символів має легко регулюватися працівником під час роботи з екранними пристроями, а також швидко адаптуватися до навколишніх умов.

6. Вибираючи екрани, слід надавати перевагу таким екранам, які легко та вільно повертаються і нахиляються відповідно до потреби працівника.

7. За необхідності може використовуватись окрема підставка або регульований стіл для розміщення екрана.

8. Екран не має відблискувати або відбивати світло, щоб не викликати дискомфорту у працівника під час роботи з екранними пристроями.

9. Вибираючи клавіатуру, слід надавати перевагу такій клавіатурі, яка відкидається і є автономною (відокремленою від екрана), щоб працівник міг вибрати зручну робочу позу й уникнути втоми рук (кисті і верхньої частини руки).

10. Поверхня клавіатури має бути матовою, щоб уникнути віддзеркалювання. Розташування клавіш і самі клавіші мають полегшувати роботу із клавіатурою. Позначення клавіш повинно бути достатньо контрастним і розбірливим.

11. Устаткування, яке входить до робочої станції, не має виділяти надлишкового тепла, що може спричинити незручності працівникам під час роботи з екранними пристроями.

12. Під час розробки, вибору, замовлення та модифікації програмного забезпечення, а також під час розробки завдань, що передбачають використання устаткування з екранними пристроями, роботодавець має керуватись таким програмним забезпеченням, яке відповідає розв'язуванню завданням і є простим у використанні, а де необхідно - адаптованим до рівня знань і досвіду працівника.

Безпека в надзвичайних ситуаціях

До невідкладних заходів, спрямованих на захист робітників під час надзвичайних ситуацій, належать такі дії:

- оповіщення та інформування;
- термінова евакуація населення із небезпечних зон;

- застосування засобів індивідуального і колективного захисту;
- застосування профілактичних медичних препаратів;
- обмеження перебування на відкритій місцевості або в зонах ураження, введення обмежень на вхід до зон лиха і вихід з них; надання невідкладної медичної допомоги постраждалим, госпіталізація їх до медичних закладів;
- заборона або обмеження споживання забруднених продуктів харчування, води, продукції виробництв.

Планування попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій на всіх рівнях полягає в розробленні ряду оперативних, мобілізаційних і адміністративно-організаційних документів.

Основним плануючим документом в органах управління надзвичайними ситуаціями на мирний час є “План дій щодо запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій”. План, розроблений на об’єкті, визначає завдання і терміни проведення заходів щодо захисту робітників в надзвичайних ситуаціях, дії керівного складу та служб надзвичайних ситуацій [30].

Робітники на випадок надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру зобов’язані:

- дотримуватися заходів безпеки, не допускати порушень виробничої дисципліни, вимог екологічної безпеки;
- знати основні способи захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, надання першої медичної допомоги потерпілим, правила користування засобами захисту;
- дотримуватися відповідних вимог у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

При отриманні інформації про надзвичайну подію вмикають сирени, виробничі гудки, що буде означати подання попереджувального сигналу «Увага всім», після чого негайно приводяться у готовність радіо- та телеприймачі для прийняття повідомлення. Кожний працівник підприємства повинен знати сигнали оповіщення цивільного захисту та вміти правильно діяти в умовах загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

На випадок виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної із загрозою або початком забруднення повітря хімічно небезпечною чи радіоактивною речовиною всі працівники підприємства підлягають укриттю в захисній споруді цивільного захисту.

При проведенні термінової евакуації персоналу та відвідувачів з небезпечних зон залучається весь наявний службовий, а також особистий транспорт працівників підприємства, які повинні надавати його в розпорядження адміністрації.

При загрозі хімічного ураження оповіщаються всі працівники та відвідувачі, які знаходяться на території підприємства.

Вентиляційні установки та кондиціонери терміново виключаються, закриваються вікна, двері, приміщення герметизуються. Вихід із будівлі й вхід до неї припиняється до особливого розпорядження адміністрації.

Працівникам видаються засоби індивідуального захисту, одночасно вживаються заходи із забезпечення відвідувачів ватно-марлевими пов'язками.

При загрозі або виникненні катастрофічних стихійних лих працівник підприємства по розпорядженню адміністрації повинен зупинити виробництво, виконати необхідні протипожежні заходи, відключити від електромережі електрообладнання, підготуватися до евакуації або вивезення до безпечного місця..

5.3 Забезпечення здатності будівель, обладнання, систем забезпечення об'єкта будівництва протистояти руйнуючій дії надзвичайних ситуацій

Складовими умов експлуатації, що відповідають нормальному режиму експлуатації об'єкта, є впливи, що виникають від роботи устаткування (машин, апаратів, транспортних засобів, вантажопідйомних механізмів), вантажів, навантаження від людей, атмосферних впливів у сполученні з можливими прогнозованими впливами навколишнього середовища, які виникають.

Урахування взаємодії з навколишнім середовищем повинно здійснюватися на основі матеріалів інженерних вишукувань, які включають інженерно-

геодезичні, комплексні інженерно-геологічні, інженерно-гідрометеорологічні, а також вишукування для раціонального використання навколишнього середовища.

Характер і величина впливів (силових, температурних, деформаційних, від заданих переміщень), що виникають в умовах нормального режиму експлуатації, визначаються з урахуванням передбачених нормативною документацією або вимогами проекту умов роботи устаткування або обмежень, пов'язаних з обов'язковими вимогами експлуатаційної документації (наприклад, вказівками щодо використання обмежувачів вантажопідйомності або аварійних клапанів, вказівками щодо очищення покрівель від снігу та промислового пилу)[31].

У матеріалах вишукувань повинна наводитися характеристика прогнозованих впливів на будівельні конструкції основних природних, природно-техногенних і техногенних процесів і явищ.

Поряд з умовами нормальної експлуатації повинні розглядатися небезпеки, які самі по собі або у сполученні з іншими факторами можуть призвести до порушення працездатності конструкцій. Ці небезпеки можуть бути наслідками:

- недоліків проектування, виготовлення, зведення або експлуатації, що виникають внаслідок грубих помилок персоналу, в тому числі через відсутність інформації, прорахунки та нерозуміння;

- різких змін технологічного процесу, що викликають істотні зміни технологічних навантажень і впливів;

- перевантажень, що виникають при стихійних лихах, техногенних аваріях та інших виняткових подіях.

Небезпечні впливи повинні враховуватись щодо усього періоду будівництва та експлуатації об'єкта. При оцінці впливів повинна враховуватися просторова нерівномірність і періодичність цих впливів.

Заходами, що попереджують небезпеки або знижують їх вплив, можуть бути:

- захист від небезпеки - виключення впливу джерела небезпеки шляхом використання спеціальних антиперевантажувальних пристроїв, систем попередження і оповіщення;

– урахування небезпек - проектування конструкцій такими, щоб при виникненні небезпеки з встановленою імовірністю була виключена можливість руйнування будь-яких конструкцій та елементів категорії А1 та А;

– послаблення наслідків небезпек - проектування об'єкта таким, щоб конструкції, відмова яких може бути безпосередньою причиною аварійної ситуації, при виникненні небезпеки зберігали працездатність протягом часу, достатнього для вжиття термінових заходів (зокрема, для евакуації людей або для зміни режиму роботи устаткування).

Заходи запобігання небезпекам можуть застосовуватися окремо або комплексно.

Запобігання небезпекам.

Безпеку об'єкта рекомендується забезпечувати шляхом реалізації принципу ешелонування захисту, який базується на використанні бар'єрів, які послідовно включаються в роботу, функціонують незалежно один від одного та виконують такі функції[31]:

- перешкоджають виникненню перевантажень, збоїв і аварійних ситуацій;
- забезпечують сприйняття аварійних перевантажень і гарантують неруйнівність, а також функціонування (можливо з погіршенням параметрів якості або після ремонту) основної частини об'єкта;
- запобігають лавиноподібному розвитку руйнувань і відмов, а також локалізують наслідки аварії, що вже сталася.

При визначенні надійності та стійкості об'єктів у проектній документації повинен бути передбачений розділ із забезпечення надійності та безпеки, у якому міститься перелік:

- прийнятих технічних рішень і необхідних організаційних заходів, спрямованих на виявлення аварійних ситуацій, запобігання аваріям і гарантування безпеки;
- можливих заходів щодо управління аварією і запобігання її лавиноподібного розвитку;

- заходів, спрямованих на зменшення небезпечних наслідків для персоналу, населення і довкілля;
- визначення строку першого планового обстеження.

Окрім параметрів проектної аварії (ПА), для конкретного об'єкта слід встановити параметри максимально можливої в умовах існування об'єкта природної і (або) техногенної катастрофи (ММК).

Допускається приймати параметри ММК, виходячи з імовірності їх виникнення у 100 разів меншої ніж прийнята ймовірність виникнення ПА.

При визначенні параметрів ПА слід розглядати явища, які можуть бути викликані такими вихідними подіями:

- катастрофічними перевищеннями рівня інтенсивності природних впливів, визначеного для району будівництва;
- техногенними катастрофами (аваріями транспортних засобів, вибухами, пожежами, витіканням розплавленого металу), які відбуваються в межах об'єкта або в його найближчому оточенні;
- грубими помилками персоналу на стадіях проектування, зведення або експлуатації об'єкта;
- серйозним браком або різкою невідповідністю характеристик будівельних матеріалів і виробів, елементів устаткування вимогам державних стандартів, технічних умов тощо.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВОКИ

Виробничі споруди та приміщення усіх рівнів є складними системами, які потребують постійного вдосконалення та переоснащення задля збільшення виробничих потужностей та розвитку.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано технічне завдання замовника щодо його вимог і побажань стосовно об'єкта після реконструкції, запропоновано технічні варіанти для реконструкції, проведено обстеження фундаменту існуючої будівлі та інструментальне дослідження тримких залізобетонних елементів, визначено можливість подальшого використання існуючих тримких залізобетонних конструкцій, підібрано конструктивну схему для реконструкції, вирішено провести зведення нового фундаменту між колонами для адміністративно побутових приміщень, підсилення залізобетонних колон не потрібне, запропоновано виконати зміцнення пошкоджених залізобетонних балок шляхом додавання металевої конструкції для підтримки плит перекриття, розроблено проектну документацію для реконструкції та проведено комп'ютерне моделювання поведінки залізобетонних тримких елементів(колон) будівлі після реконструкції задля перевірки їх міцності.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Пухтаєвич Г. О. Аналіз національної економіки: навч.- метод. посіб. для самост. вивч. дисципліни. Київ: КНЕУ, 2003. 147 с. 27
2. Осташевська, Г.Г. Технологія будівництва. Тексти лекцій для студентів рівня підготовки «Бакалавр» за напрямом 1201 (6.060102) – «Архітектура». / Г.Г. Осташевська; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2009 – 84 с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Обстеження і випробування будівель і споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладач: О.П. Конончук – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 95 с.
4. Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста : монографія / [Ю. І. Гайко, Т. В. Жидкова, Т. М. Апатенко та ін.; за заг. ред. Ю. І. Гайка, Т. В. Жидкової] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 247 с.
5. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. 0-64 Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 47 с.
7. Про затвердження та введення у дію Положення з питань обстеження, оцінки технічного стану, паспортизації та поточної експлуатації будівель та споруд у галузі зв'язку «ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ» : Постанова Державного комітету зв'язку та інформатизації від 28.04.2004р. № 88 // – 2012. – 28 квітень. – С. 13–15.
8. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будівлі підприємств. Параметри. : – К.: Мінрегіон України, 2012. – 18 с.
9. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія (05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди). Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2021.

10. Консерваційно-профілактичне і реставраційне оброблення документів Національного архівного фонду, пошкоджених під час надзвичайних ситуацій: Методичні рекомендації / Держкомархів України. УНДІАСД; Уклад.: О. П. Володіна, Л. В. Терещук, А. М. Яценюк, Г. А. Шекун. – К., 2006. – 25 с.

11. Метрологія, стандартизація, сертифікація и контроль качества в строительстве: учебник / В.И. Логанина, О.В. Карпова. – Москва : КНОРУС, 2018. – 308 с. – (Бакалавриат).

12. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності

13. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1-10:2018. – Введ. на зміну ДБН В.2.1-10-2009; чинні від 2019-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

14. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010.– [Дата ведення 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національні стандарти України).

15. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.

16. M.F. Ferrotto, L. Cavaleri, F. Di Trapani, FE modeling of Partially Steel-Jacketed (PSJ) RC columns using CDP model. *Computers and Concrete*, 22(2), 143-152, 2018.

17. M.F. Ferrotto, O. Fischer, L. Cavaleri. A strategy for the finite element modeling of FRP-confined concrete columns subjected to preload. *Engineering Structures*, 173, 1054-1067, 2018.

18. A.R. Takeuti, J.B. de Hanai, A. Mirmiran, Preloaded RC columns strengthened with high-strength concrete jackets under uniaxial compression. *Materials and Structures*, 41, 1251–1262, 2008

19. G.K. Vadoros, S.E. Dritsos, Axial preloading effects when reinforced concrete columns are strengthened by concrete jackets. *Progress in Structural Engineering Materials* 8, 79–92, 2006.

20. T. Ozbakkaloglu, A. Gholampour, J.C. Lim, Damage-plasticity model for FRP-confined normal-strength and high-strength concrete, *Journal of Composites for Construction ASCE*, 20(6), 04016053, 2016.

21. M. Ferrotto, B. Pradhan, L.Cavaleri, The role of the sustained loads on the bearing capacity of reinforced concrete columns retrofitted by steel jackets. *University of Palermo*. 2021.

22. Закон України «Про охорону праці» від 01.01.2004 № 229-IV.

23 Закон України «Про пожежну безпеку» від 17.12.1993 № 3745-XII.

24. Закон України «Про правові засади цивільного захисту» від 24.06. 2004 № 1859-IV.

25. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві Основні положення. : – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 122 с.

26. ДСН 3.3.6.037-99, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 37.

27. ДСанПІН 3.3.2.007-98, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 року № 7

28. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 року за № 846/14113.

29. ДСН 3.3.6.042-99, Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 42

30. Постанова «Про затвердження Плану реагування на надзвичайні ситуації державного рівня» Кабінет міністрів України від 14 березня 2018 р. № 223

Київ.

31. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : – К.: Мінрегіон України, 2009. – 40 с.