

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: «Дослідження стану залізобетонних конструкцій, що
піддавались впливу високих температур під час пожежі»

Виконав: студент VI курсу, групи МБмн-61
спеціальності (напряму підготовки) 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Вільчинський П.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Конончук О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«_____» _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Вільчинський Петро Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження стану залізобетонних конструкцій, що піддавались впливу високих температур під час пожежі

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом по університету від « 11 » квітня 2025 року № 4/7 – 287

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 26.05.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Результати інструментального обстеження частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що зазнала пожежі, збірний залізобетонний каркас в складі колон та ригелів, фундаменти стаканного типу, Доступна для досліджень частини будівлі, що не піддавалась впливу високих температур. Перевірка відхилення від вертикалі несучих колон каркасу геодезичними приладами.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд літературних джерел в напрямку дефектів залізобетонних конструкцій, в тому числі від впливу високих температур та пожеж. Заходи для відновлення та підсилення залізобетонних конструкцій. Постановка мети та задач досліджень. Методика проведених інструментального обстеження частини будівлі цеху. Визначення ступеню втрати поперечного перерізу несучих Збірних залізобетонних колон. Визначення кубової міцності бетону та характеру її зміни в результаті впливу пожежі. Визначення кренів конструкцій. Розробка рекомендацій відновлення частини будівлі цеху. Розробка заходів по охороні праці. Розробка заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Постановка мети та задач досліджень. Методика та програма проведення інструментальних досліджень частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу. Результати визначення міцності бетону та армування збірних залізобетонних колон неруйнівними методами контролю. Обмірні креслення будівлі. Результаті геодезичних вимірювань кренів несучих конструкцій. Рекомендації відновлення будівлі цеху. Фотографії експериментальних досліджень. Результати експериментальних досліджень. Аналіз отриманих даних. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання

11.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел в напрямку дослідження	15.04.2025	
2	Постановка мети і задач досліджень	20.04.2025	
3	Опис методики та програми проведених досліджень	25.04.2025	
4	Опис отриманих даних проведеного інструментального обстеження будівлі	30.04.2025	
5	Обробка результатів експериментального визначення міцності бетону та армування збірних залізобетонних колон	05.05.2025	
6	Обробка результатів визначення кренів конструкцій геодезичними приладами	10.05.2025	
7	Аналіз отриманих результатів та розробка рекомендацій по відновленню цеху	15.05.2025	
8	Розробка заходів по охороні праці	18.05.2025	
9	Розробка заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях	22.05.2025	

Студент

(підпис)

Вільчинський П.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Конончук О.П.

(прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ДІАГНОСТИКА ДЕФЕКТІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	9
1.1 Основні види дефектів будівельних конструкцій	9
1.2 Дефекти залізобетонних конструкцій від впливу високих температур та пожеж	14
1.3 Ремонт та захист поверхонь бетонних і залізобетонних конструкцій	15
1.4 Постановка мети і конкретних задач дослідження	16
1.5 Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ЦЕХУ ПО ВИРОБНИЦТВУ ЕКСТРУДОВАНОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛУ	18
2.1 Методика проведення інструментальних досліджень	18
2.2 Конструктивні рішення цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу	20
2.3 Результати візуального обстеження цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу	25
2.4 Результати інструментального обстеження цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу	33
2.5 Висновки до розділу 2	47
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ОТРИМАНИХ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	49
3.1 Визначення втрати міцності колон в результаті впливу високих температур	49
3.2 Результати геодезичних вимірів конструкцій	52
3.3 Аналіз технічного стану досліджуваних конструкцій	55

3.4	Висновки до розділу 3	61
	РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В	
	НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
4.1	Законодавча база охорони праці	62
4.2	Ведення вогневих робіт	63
4.3	Пожежна безпека	65
4.4	Розрахунок вентиляції	65
4.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях	66
4.6	Проведення евакуації з виробничого цеху	67
4.7	Вимоги до виробничого цеху в контексті евакуації	68
4.8	Вимоги до евакуаційних шляхів і виходів	69
4.9	Висновки до розділу 4	72
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
	БІБЛІОГРАФІЯ	74

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Обстеження будівель і споруд є важливою частиною комплексу робіт з оцінювання їхнього технічного стану. При обстеженні повинні бути встановлені дійсна несуча здатність і експлуатаційна придатність будівельних конструкцій і основ з метою використання цих даних при розробці планів технічного обслуговування і ремонту будівель і споруд. В процесі обстеження, як правило, проводиться пошук методу можливого підсилення конструкцій з урахуванням їх технологічності, забезпечення мінімуму витрат трудових, матеріальних ресурсів і часу на виконання ремонтних робіт. Кінцева мета обстеження – обґрунтування висновку про технічний стан окремих конструкцій і будівель в цілому, їхньої експлуатаційної придатності, інформації про те, де і які є відхилення від норми. Проведена діагностика дозволяє об'єктивно оцінити ефективність заходів з нагляду за будівлями, виявити необхідність ремонту і встановити його обсяг.

Мета роботи: встановлення дійсного технічного стану несучих збірних залізобетонних конструкцій каркасу частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що піддавалась впливу високих температур під час пожежі.

Для досягнення мети в роботі ставилися такі **задачі**:

- виконати інструментальне обстеження частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу з встановленням її конструктивної схеми;
- встановити дійсний технічний стан несучих збірних залізобетонних колон каркасу будівлі із визначенням величини втрати їх поперечного перерізу в результаті контакту із надмірними температурами від пожежі;
- дослідити неруйнівними методами контролю міцність бетону та армування збірних залізобетонних колон, що піддавались впливу пожежі та порівняти їх із міцністю колон, що не контактували з вогнем;

– встановити відхилення від вертикалі збірних залізобетонних колон, що піддавались впливу пожежі;

– розробити рекомендації по відновленню частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу.

Об'єкт досліджень: збірні залізобетонні колони каркасу виробничої будівлі.

Предмет дослідження: кубова міцність бетону, параметри армування, відхилення від вертикалі несучих колон.

Методи дослідження: аналіз проектної документації; аналіз експериментальних досліджень, неруйнівний контроль.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримали подальший розвиток дослідження міцності бетону та параметрів армування збірних залізобетонних колон неруйнівним методами контролю;

- отримано нові дані визначення відхилення від вертикалі геодезичними приладами несучих колон каркасу виробничої будівлі, що зазнали впливу високих температур в результаті впливу пожежі.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати можуть бути використані будівельними та експертними організаціями при визначенні залишкового ресурсу несучих залізобетонних конструкцій, що зазнали впливу пожежі.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» присвяченій 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, ТНТУ, 28 – 29 травня 2025 року.

Публікації. Дослідження напружено-деформованого стану конструкцій покриття при дії навантаження від сонячних панелей / О. Конончук, Т. Поливаний,

П. Вільчинський // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» присвяченої 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 28 – 29 травня 2025 року — Т.: ТНТУ, 2025 — С. 88-89.

Ключові слова. Неруйнівний контроль, міцність бетону, пожежа, крен, залишковий ресурс.

РОЗДІЛ 1

ДІАГНОСТИКА ДЕФЕКТІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

1.1 Основні види дефектів будівельних конструкцій

Перед інженерами-будівельниками стоїть завдання оцінювання технічного стану та надійності, розв'язання питання про можливість їх подальшої нормальної експлуатації, або реконструкції й підсилення. Розв'язання поставлених завдань пов'язане з обстеженням конструкцій будівель та споруд, результати якого дають змогу підготувати відповідні рекомендації. На їх основі інженери-проектувальники розробляють необхідні конструктивні рішення. Важливою складовою частиною комплексу робіт з оцінювання технічного стану конструкцій та будівель і споруд у цілому є обстеження.

Метою обстеження є встановлення реальної несучої здатності й експлуатаційної придатності будівельних конструкцій та основ для використання цих даних при визначенні їх надійності, необхідності підсилення і розробленні проекту реконструкції. При обстеженні також повинен вестися пошук оптимального варіанта конструктивно-планувального рішення, способу можливого підсилення несучих конструкцій з урахуванням його технологічності, забезпечення мінімуму трудовитрат, матеріальних ресурсів та часу на виконання робіт із реконструкції. Оскільки нині проектування ведеться за методом граничних станів, то при обстеженні залізобетонних, металевих, кам'яних та дерев'яних конструкцій і основ до них ставляться вимоги за першою (несучою здатністю) й за другою (придатністю до нормальної експлуатації) групою граничних станів відповідно до діючих ДБН із проектування конструкцій із цих матеріалів та основ. Обстеження дають можливість виявити найбільш характерні дефекти і розробити рекомендації стосовно ремонту та підсилення конструкцій.

Кожний дефект у будівельних конструкціях є відхиленням від технічних вимог і може викликати порушення нормальної роботи споруди. Один дефект може викликати появу інших порушень. Правильно поставлена діагностика на

ранній стадії дає можливість запобігти розвитку дефектів та обмежитися при цьому виконанням незначних робіт для їх усунення.

Дефекти в конструкціях будівель можна поділити на зовнішні (поверхневі) і внутрішні (глибинні), невидимі при візуальному огляді; на такі, що легко або важко усуваються; а також такі, які не розвиваються та розвиваються у часі від спільної дії навантаження й середовища. У практиці будівництва зустрічаються різноманітні види дефектів. Так, у конструкціях із монолітного залізобетону часто можна зустріти прошарки сміття, ґрунту, льоду, снігу, особливо в місцях стикування стін і колон із фундаментами, в ростверках; пустоти, утворені, в результаті зависання бетону при великому насиченні конструкції арматурою, а також під закладними деталями й гільзами для труб; грубі та пористі шви, що утворюються при перервах у бетонуванні і недостатньому очищенні та обробітці поверхні; наявність бетону, підданого заморожуванню в ранньому віці або не підданого необхідній тепловій обробці; розшарування і неоднорідну структуру бетону, викликану дією напірних вод на свіжовкладену бетонну масу або обезводнення її при пересушенні.

Зовнішні дефекти в основному належать до числа таких, що легко піддаються виправленню, в той же час глибинні (внутрішні) дефекти можуть викликати необхідність виконання спеціальних робіт для їх усунення. Кожен дефект характеризується причинами, що його викликали, розмірами, обсягом пошкоджень та прогнозом його можливого розвитку.

Нерівності є найбільш поширеним видом браку лицевої поверхні бетонних конструкцій. До нерівностей належать невеликі напливи, потовщення, гострі грані, порушення горизонтальних та вертикальних площин, випирання щебеню і гравію за поверхню конструкції. Нерівності можуть з'являтися у результаті використання неструганої дерев'яної або нежорсткої металевої опалубки, використання рулонних матеріалів в опалубці. Цей дефект знижує якість внутрішнього й зовнішнього опорядження приміщень, призводить до швидкого забруднення та лущення поверхні, затримки і накопичення вологи, виникнення вад, вицвілів при побілці й фарбуванні стін та стель і потребує проведення раннього ремонту після введення

об'єкта в експлуатацію. Для усунення нерівностей потрібне затирання, штукатурення, шліфування й інші додаткові, роботи.

Раковини та чарунки на поверхні конструкцій виникають у результаті проникнення в бетон і розчин повітряних бульбашок, ум'ятин та виступів; опалубки, нагромадження при вібруванні рідкої фази розчину, розшарування й усадки суміші при різких температурних перепадах у режимі теплового обробітку бетону, наявності зайвої води в бетонній суміші, укладки частково замерзлої чи затужавілої суміші. Чарунки можуть з'явитися при бетонуванні в металевій опалубці через відсутність відсмоктування вологи та недостатнє ущільнення суміші. Перераховані дефекти можуть сприяти зниженню міцності бетону і появі технологічних тріщин.

Оголення арматури викликається порушенням або відсутністю захисного шару бетону, що призводить до корозії металу. Наліт корозії, збільшуючись в об'ємі, розклинює бетон уздовж арматурних стрижнів. В утворені тріщини проникає волога, яка пришвидшує процес корозії. На поверхні бетону з'являються іржаві плями, місцями зменшується перетин арматури, а інколи вона виявляється зовсім кородованою. В бетоні вздовж розміщення арматури скупчуються продукти корозії у вигляді затверділої порошкоподібної маси. Причиною руйнування металу в бетоні може бути не тільки волога, але і дія блукаючих струмів, сольових добавок, що використовувались у бетоні при виготовленні конструкції, а також вплив агресивного середовища. Корозія арматури та закладних деталей у бетоні може проходити й за наявності захисного шару, але при недостатній його товщині або при змащенні арматури, а також при великій чарунчатості бетону, про що наочно свідчить поява іржавих плям та патьоків на поверхні конструкцій.

Раковини в монолітних конструкціях є найбільш поширеним видом із числа відомих дефектів. Наявність раковин у бетоні вказує на низьку культуру виробництва. Ці дефекти розрізняються своїми розмірами, конфігурацією та глибиною поширення в тілі бетону. Вони впливають на загальну монолітність і міцність конструкції й інколи бувають настільки значними, що ставлять під сумнів міцність всієї конструкції, тому виникає, необхідність в її підсиленні. Раковини в

залізобетонних підземних та надземних спорудах типу силосних й інших башт викликають протікання і затоплення споруд. Раковини можуть бути поверхневими, глибинними та наскрізними; у вигляді окремих місцевих утворень або розкиданих по всій поверхні конструкції. Виникнення раковин викликане, як правило, технологічними і конструктивними недоліками: порушенням вимог при підборі складу бетону, розшаруванням суміші при транспортуванні, неправильною укладкою й ущільненням, насиченням конструкції та її вузлів гнучкою і жорсткою арматурою, малим захисним шаром, скупченням закладних деталей. Головною причиною появи раковин є недостатнє ущільнення бетонної суміші.

Пустоти на відміну від раковин являють собою ділянки, де утворюються порожнини й розриви невизначених розмірів при повній відсутності бетону. Пустоти найчастіше виникають у конструкціях, насичених арматурою, в місцях скупчення та перехрещенні закладних деталей, у тонкостінних конструкціях, при бетонуванні колон із жорсткою арматурою, заповненні бетоном азбестоцементних труб, у результаті зависання бетону в конструкціях та їх вузлах. Такі дефекти зустрічаються в опорних частинах колон і балок, прогонів на ділянках різної довжини з повним оголенням арматури, в бункерах, ядрах жорсткості, в місцях сполучення монолітних залізобетонних стін із фундаментами. Пустоти легко виявити після зняття опалубки при візуальному огляді та простукуванні бетону молотком. Дещо складніше виявити сховані пустоти в плавальних басейнах і ємностях для збереження рідин, особливо якщо вони оздоблені плиткою. Тут найчастіше звертаються до контрольного заповнення водою й за її фільтрацією знаходять місця протікання.

Сколи в бетоні виникають від механічних пошкоджень під час розопалублювання виробів, неправильного транспортування, складування і монтажу конструкцій. Різноманітні пошкодження в бетоні зустрічаються при кріпленні конструкцій технологічного обладнання та трубопроводів. Сколи захисного шару в бетоні з'являються в результаті корозії арматури, металевих закладних деталей, а також через нещільність бетону і попадання в нього вологи. Характерні сколи бетону на різну глибину й довжину з'являються в залізобетонних

балках у місцях обпирання на них плит, при їх повороті та відсутності металевих прокладок і розчину. Причиною сколів може бути також відхилення від проектного армування, зміщення арматури й збільшення захисного шару в зоні обпирання конструкції. Відшарування бетону можна спостерігати в місцях зварювання арматурних стрижнів поблизу опор-колон.

Тріщини в металевих конструкціях можуть бути викликані перевантаженням їх або порушенням технології виробництва при виготовленні виробів. У дерев'яних конструкціях (при використанні деревини з підвищеною вологістю) під час експлуатації виникають поздовжні тріщини. Причиною появи цих тріщин є усушка деревини. Такі тріщини не впливають на несучу здатність конструкції, але є місцем збирання сміття, пилу й ін., що тягне за собою появу та розвиток грибків. Тому великі тріщини закладають сумішшю клею з тирсою або шматочками деревини на клеєві.

Деформація виникає в результаті дії ряду факторів або окремого яскраво вираженого порушення, які не тільки змінюють зовнішній вигляд конструкції, але й можуть різко зменшити її міцність і несучу здатність. Характер розвитку деформацій установлюється на основі натурного обстеження, геодезичних зйомок, інструментальних вимірювань та спостережень. Недопустимі за величиною деформації можуть бути викликані як статичними, так і ударними, вібраційними, динамічними навантаженнями, помилками в розрахунках, недоліками в конструюванні, низькою якістю матеріалів, порушенням технології виготовлення та монтажу. До деформацій конструкцій можуть призвести підкопи під фундаменти, зволоження основ, зсув шпунтових огорож.

Пошкодження, пов'язані зі втратою міцності і несучої здатності конструкцій, можуть супроводжуватися перекосами, зсувами, осіданням та зміщенням окремих конструкцій. Не можна допускати, щоб ослаблені (конструкції з дефектами) переходили в аварійний або непридатний для нормальної експлуатації стан. Захист і посилення таких конструкцій повинні виконуватись до настання їх критичного стану.

1.2 Дефекти залізобетонних конструкцій від впливу високих температур та пожеж

Своєрідний різновид розтріскування і сколу бетону спостерігається при пожежах. Від довготривалої дії високої температури та різкого охолодження водою при гасінні пожежі від залізобетонної конструкції відокремлюються лещадки різної товщини, бетон ніби спучується й розпушується. Відшарування бетону починається через 10...20 хвилин після початку пожежі, під час чого змінюється колір бетону, міцність, зчеплення його з арматурою, а цементного каменю - з крупним заповнювачем, знижується і міцність самого бетону. При замерзанні води, що попала в пустоти збірних та монолітних залізобетонних конструкцій (багатопустотні настили, отвори для анкерних болтів і т.п.), також можуть виникнути сколи й розриви в конструкціях.

Виколі та спучення в бетоні зустрічаються в плитах перекриття, фундаментних блоках й інших конструкціях. Виколі являють собою заглиблення різної величини, від мілких одиноких гнізд до достатньо великих конусоподібних виямків. Глибина виямків коливається від декількох міліметрів до 5...10 см, а їх діаметр від 0,5...1 до 10...25 см. У деяких окремих плитах перекриття налічується до 200 виколів. Цей вид дефектів виникає в результаті своєрідної корозії одного з компонентів крупного заповнювача із деяких порід. У глибині утворених виямків можна помітити сліди частинок зруйнованого заповнювача, перетвореного в пилоподібну борошністу масу. Конструкції, ослаблені великою кількістю таких дефектів, найчастіше потребують підсилення.

Тріщини (при недопустимій ширині їх розкриття) вказують на неблагополучний стан конструкцій. Вони з часом можуть розкриватися і стати причиною розвитку деформацій. Тому тріщини потребують установлення причини їх появи та наступної Ліквідації чи обмеження подальшого розкриття. В цегляних будівлях тріщини в стінах, перемичках, склепіннях й арках викликаються, головним чином, нерівномірним осіданням основ та фундаментів, різною деформативністю навантажених і ненавантажених стін. У залізобетонних

конструкціях поява тріщин викликається недостатнім армуванням, відсутністю просторової жорсткості, температурно-усадочними явищами, порушенням технології виготовлення конструкцій, їх транспортування, зберігання та монтажу.

1.3 Ремонт та захист поверхонь бетонних і залізобетонних конструкцій

В сучасній практиці ремонту і підсилення бетонних і залізобетонних конструкцій застосовують різні методи захисту від руйнування. Захист конструкцій від руйнування полягає в тому, що з однієї сторони, в зниженні дії агресивного осередку, а з другої – в підвищенні стійкості і міцності конструкцій, у влаштуванні захисних покриттів, їх поверхонь або одночасне застосування цих заходів.

При ремонті і захисту залізобетонних конструкцій може бути досягнуто:

1. відновлення стійкості і підвищення несучої здатності конструкцій;
2. збереження (відновлення) можливості здійснити надійний захист арматури від подальшої корозії;
3. відновлення чи збільшення поперечного січення конструкцій;
4. відновлення чи збільшення опору зовнішньої поверхні бетону, від'ємним температурам, циклічність замерзання і розмерзання, дії талої води і інших агресивних осередків, механічним діям під час експлуатації ;
5. відновлення і підвищення опору вогню і тривалої дії високих температур, підвищення теплозахисних якостей;
6. поліпшення естетичного зовнішнього вигляду конструкції (зміна кольору, очищення від забруднення, усунення вологих місць).

Ремонт дефектів бетонних і залізобетонних поверхонь, які експлуатуються на "відкритому повітрі" за технологією ремонтно-будівельних заходів можна розділити на такі основні методи:

1. оббетонування конструкції;
2. торкретування конструкції;
1. місцеве нанесення захисних матеріалів;
2. покриття поверхні захисним шаром.

Досвід застосування захисних матеріалів, для зовнішніх поверхонь в європейських державах, виявив необхідність їх класифікувати в залежності від сфери їх примінення, товщини шару і складу матеріалу.

1.4 Постановка мети і конкретних задач дослідження

Мета досліджень: встановлення дійсного технічного стану несучих збірних залізобетонних конструкцій каркасу частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що піддавалась впливу високих температур під час пожежі.

Перед дослідженнями ставились наступні задачі:

- виконати інструментальне обстеження частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу з встановленням її конструктивної схеми;
- встановити дійсний технічний стан несучих збірних залізобетонних колон каркасу будівлі із визначенням величини втрати їх поперечного перерізу в результаті контакту із надмірними температурами від пожежі;
- дослідити неруйнівними методами контролю міцність бетону та армування збірних залізобетонних колон, що піддавались впливу пожежі та порівняти їх із міцністю колон, що не контактували з вогнем;
- встановити відхилення від вертикалі збірних залізобетонних колон, що піддавались впливу пожежі;
- розробити рекомендації по відновленню частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу.

1.5 Висновки до розділу 1

1. Розглянуто види дефектів та методи діагностики стану будівельних конструкцій, в тому числі таких, що зазнали пошкоджень в наслідок впливу високих температур та пожеж.
2. Проаналізовано методи ремонту та захисту поверхонь бетонних і залізобетонних конструкцій, що зазнали пошкоджень.
3. Поставлена мета та задачі досліджень частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що піддавалась впливу високих температур під час пожежі.

РОЗДІЛ 2

ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ЦЕХУ ПО ВИРОБНИЦТВУ ЕКСТРУДОВАНОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

2.1 Методика проведення інструментальних досліджень

При визначенні технічного стану несучих конструкцій будівлі використовувались наступні нормативні документи та матеріали:

- ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд;
- ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації;
- ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються;
- ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд;
- ДБН В.2.3-6-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження та випробування;
- ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування;
- ДБН В.3.1-XX:201X Експлуатаційна придатність будівель та споруд. Основні положення;
- ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість;
- Проект ДСТУ Н А2.2-X201X Настанова з розроблення документації з підтримання експлуатаційної придатності об'єктів будівництва;
- ДБН В.1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів;
- ДБН В.1.2-12-2008 Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.

- Постанова Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року №257

Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва.

Визначення товщини захисного шару бетону, розташування та діаметру арматури на ділянках випробувань проводилось неруйнівним магнітним методом згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95 та руйнівним методом – шляхом оголення арматури від захисного шару бетону.

Визначення міцнісних характеристик бетону об'єктів інструментального обстеження проводилось методом ударного імпульсу згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009.

Контроль відхилень збірних залізобетонних колон від вертикалі проводилось інженерно-геодезичними вимірюваннями згідно ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.1.2-3:2006.

Випробування методом ударного імпульсу проводилися у такій послідовності:

- встановлення залежності між міцністю матеріалу та непрямою характеристикою міцності;
- оформлення градуєвальної залежності;
- зачищення поверхні виробу в місцях випробувань;
- фіксування значення прямої характеристики міцності.

Засоби вимірювальної техніки для візуального обстеження наведені в таблиці 2.1. Засоби вимірювальної техніки для інструментального обстеження наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Засоби вимірювальної техніки для візуального обстеження

Найменування, марка, тин	ДСТУ	Призначення
Прилади та інструменти для вимірювання лінійних параметрів та деформацій, візуальне обстеження:		Вимірювання лінійних розмірів (конструкцій, шарів, зон порушень, тріщин та ін.)
- лазерний вимірювач відстані ТЕКНМАНН TDM-40		
- лінійка вимірювальна металева	ДСТУ 8982:2020	
- штангенциркуль	ДСТУ EN ISO 13385-1:2018	
- рулетки вимірювальні металеві	ДСТУ 4179-2003	
- фотоапарат FUJIFILM FinePix F40fd		Фотофіксація стану
- тахеометр LEICA TS 06 plus		Визначення горизонтальних та вертикальних відхилень

Таблиця 2.2 – Засоби вимірювальної техніки для інструментального обстеження

№ з/п	Найменування приладу чи обладнання	Границя вимірювання	Клас точності або похибка засобу вимірювальної техніки	Дата наступної атестації, повірки
1	Вимірювач міцності бетону електронний ИПС-МГ 4.03, заводський номер 6812	3-100 МПа	$\pm 8 \%$	11.2025
2	Вимірювач електронний захисного шару бетону і розташування арматури ИПА-МГ4, заводський номер 1803	0-150 мм	± 10 мм	11.2025

2.2 Конструктивні рішення цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу

Технічному обстеженню підлягала одноповерхова виробнича частина будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, прямокутної форми

в плані, з підвалом під частиною приміщень. У вересні 2023 року в будівлі відбулась пожежа, внаслідок якої частина несучих конструкцій була повністю зруйнована, а частина потребує досліджень на предмет подальшого використання.

В тій виробничій частині будівлі цеху, яка підлягала інструментальним дослідженням (див. обмірні креслення рис. 2.1 та рис. 2.2), внаслідок пожежі повністю зруйновані конструкції покриття та стінового огородження будівлі, а також частково несучі збірні залізобетонні колони. Висота колон коливається в межах від 8,6 м до 10,6 м.

Територія на якій знаходиться об'єкт, відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 належить до 4-го району за сніговим навантаженням ($S_0=1400$ Па), до 4-го району за вітровим навантаженням ($W_0=550$ Па), до 3-го району за значенням товщини стінки ожеледі ($b=19$ мм) та до 3-го району за вітровим навантаженням при ожеледі ($W_B=250$ Па), непідроблювальна і невідтоплювальна.

Згідно з картою ЗСР-2004-А та додатків А та Б ДБН В.1.1-12-2014 сейсмічність району будівництва – 6 балів.

Згідно з картою ЗСР-2004-В та додатків А та Б ДБН В.1.1-12-2014 сейсмічність району будівництва – 6 балів.

Згідно з картою ЗСР-2004-С та додатків А та Б ДБН В.1.1-12-2014 сейсмічність району будівництва – 7 балів.

Рельєф ділянки рівнинний із незначним ухилом території. Оточуючі ділянки – громадська та виробничо-промислова забудова. Земельна ділянка не належить до встановлених і визначених на даний час охоронних зон пам'яток архітектури і містобудування, перебуває за межами санітарно-захисних зон існуючих комунальних та сільськогосподарських підприємств.

Попередні обстеження об'єкту – не проводились.

Дані про інженерно-геологічні умови майданчику будівництва на час обстеження – відсутні.

Дане позапланове інструментальне обстеження об'єкту на предмет забезпечення механічного опору та стійкості несучих збірних залізобетонних колон будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу проводилось при

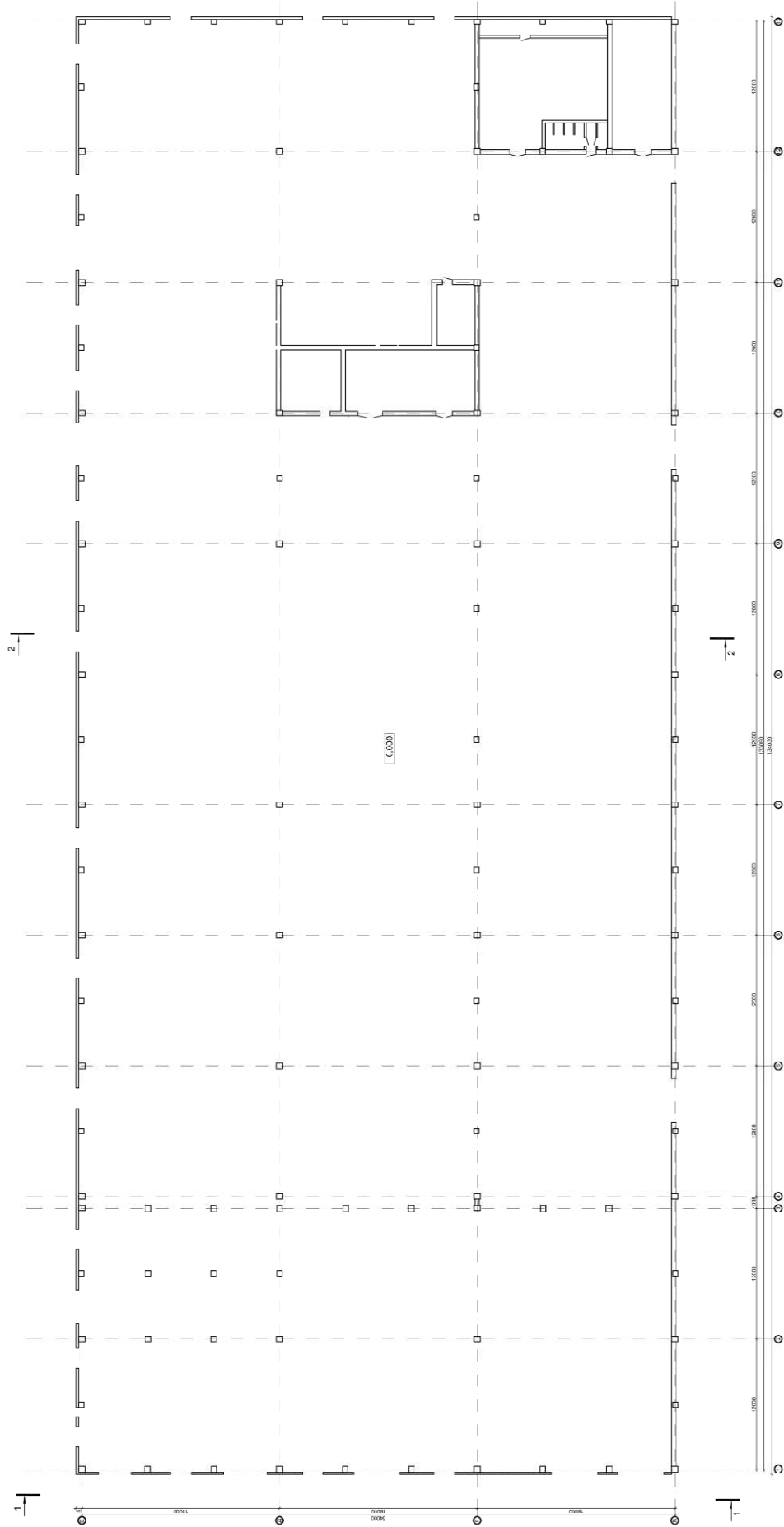
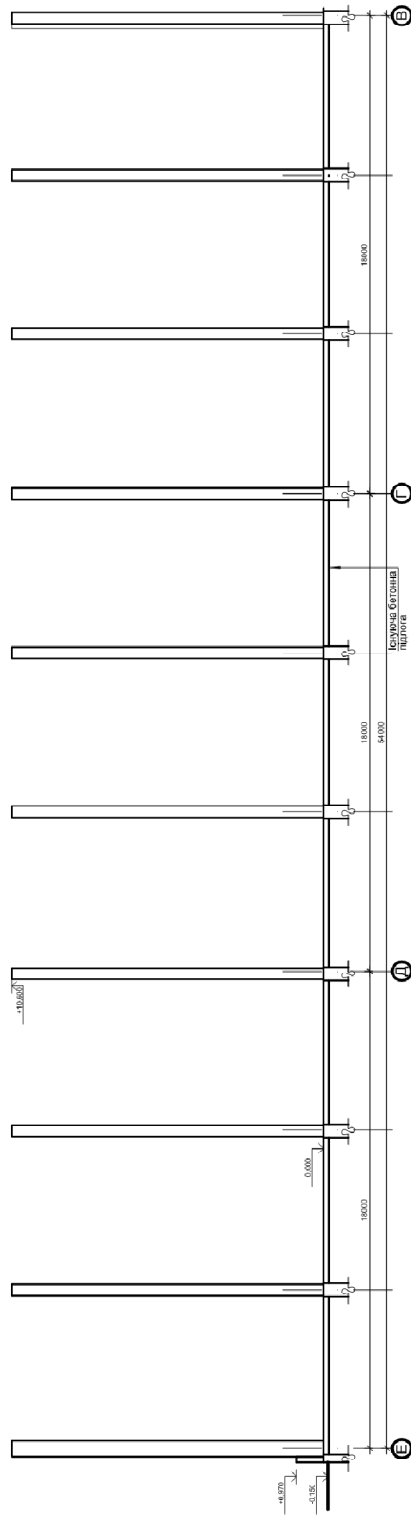


Рисунок 2.1 – Обмірочне креслення конструкцій, що вціліли після пожежі частини цеху між осями «В-Е» та «1-13»
на відмітці 0,000

PO3P13 1-1



PO3P13 2-2

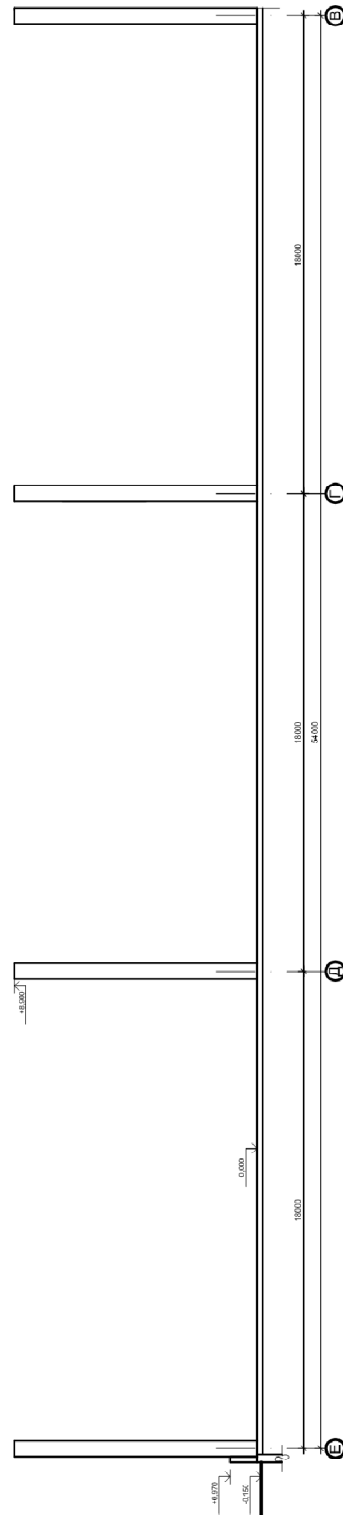


Рисунок 2.2 – Поздовжній та поперечний розрізи частини будівлі цеху, що вціліла після пожежі

сприятливих погодних умовах включаючи візуально-технічний контроль із застосуванням інструментів для замірів габаритів об'єкта, його конструктивних елементів, місць з недоліками при будівництві, дефектами і пошкодженнями в процесі довготривалої експлуатації; визначення вертикальності і горизонтальності окремих несучих елементів.

При цьому технічне обстеження об'єкту щодо дотримання вимог до експлуатаційної безпеки будівель і споруд, інженерного забезпечення, санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, екології, енергозбереження, пожежної і техногенної безпеки – не виконувалось.

В подальшому планується повністю відбудувати будівлю цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу із використанням існуючих несучих конструкцій, технічний стан яких дозволяє їх надійну та безпечну експлуатацію. При цьому, конструкції, що знаходяться в непридатному або аварійному технічному стані підлягають повному демонтажу.

Конструктивна схема будівлі – комбінована, збірний залізобетонний каркас з металевими фермами покриття. Просторова жорсткість будівлі забезпечується жорстким защемленням несучих збірних залізобетонних колон у фундаментах та вертикальними і горизонтальними металевими зв'язками.

- відмостка – бетонна;
- фундаменти під колони – збірні залізобетонні стаканного типу, глибина залягання не досліджувалась;
- колони каркасу будівлі крайнього ряду – збірні залізобетонні, поперечним перерізом 500×500 мм та 500×600 мм, кроком 6,0 м;
- колони каркасу будівлі середнього ряду – збірні залізобетонні, поперечним перерізом 500×500 мм та 500×600 мм, кроком 6,0 м та 12,0 м;
- підсилення колон К25, К26 та К27 (див. рис. 2.3) – металева зварна обойма з рівнополицевих кутиків 80×80 мм;
- ригелі каркасу будівлі – збірні залізобетонні прямокутного перерізу, прольотом 6,0 м;
- стінові панелі цоколю – збірні залізобетонні, товщиною 200 мм;

- перегородки та внутрішні самонесучі стіни – цегляні, загальною товщиною 250 мм, 380 мм;
- підлога – монолітна бетонна.

2.3 Результати візуального обстеження цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу

Результати візуального обстеження частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу зведені в таблицю 2.3. Фотофіксація місць випробувань та виявлених дефектів наведені на рис. 2.4 – 2.13.

Таблиця 2.3 – Результати візуального обстеження частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу

№ з/п	Найменування конструктивних елементів	Матеріал, характеристики	Оцінка технічного стану	Примітка
1	2	3	4	5
1. Конструктивні елементи				
1.	Основи	-	-	-
2.	Фундаменти під колони	Збірні залізобетонні	II стан задовільний	Просідань не виявлено
3.	Відмостка	Бетон	III стан непридатний до подальшої експлуатації	Тріщини та деформації в зоні примикання до фундаменту; руйнування в результаті демонтажних робіт
4.	Колони	Збірні залізобетонні	IV стан аварійний	Тріщини, відшарування, розтріскування та відпадання захисного шару бетону на рівні поперечної та робочої арматури, що супроводжується її корозією; повне руйнування окремих колон; надмірні деформації і відхилення від вертикалі окремих колон; ознаки перепалу арматури

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
				та бетону в окремих колонах. Детальний опис та рекомендації щодо подальшої експлуатації по кожній колоні див. пункт 3
5.	Ригелі	Збірні залізобетонні	IV стан аварійний	В тих ригелях, що вцілили наявні надмірні деформації в площині та із площини конструкції, тріщини та розтріскування бетону. Потребують демонтажу
6.	Стінові панелі цоколю	Збірні залізобетонні	III стан непридатний до подальшої експлуатації	Тріщини, відшарування та відпадання захисного шару бетону на рівні робочої арматури, що супроводжується її корозією до 15% поперечного перерізу
7.	Підлога	Монолітна бетонна	III стан непридатний до подальшої експлуатації	Тріщини та виколи бетону в результаті впливу надмірних температур; пошкодження, нерівності та відсутність на окремих ділянках в результаті демонтажу конструкцій
8.	Підсилення колон K25, K26 та K27	Металева зварна обойма	III стан непридатний до подальшої експлуатації	Ознаки перепалу, що супроводжується деформаціями металу. Потребує заміни
9.	Перегородки та внутрішні самонесучі стіни	Цегла керамічна	IV стан аварійний	Зруйновані та демонтовані по 80% периметру внутрішніх стін
10.	Стінові панелі	-	-	-
11.	Несучі конструкції покриття	-	-	-
12.	Покрівля	-	-	-
13.	Вікна, двері, ворота	-	-	-
2. Інженерне забезпечення				
Інженерні мережі та комунікації частини будівлі зруйновані на 100 %				

СХЕМА НУМЕРАЦІЇ КОЛОН, ЩО ПІДЛЯГАЛИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИМ ДОСЛІДЖЕННЯМ

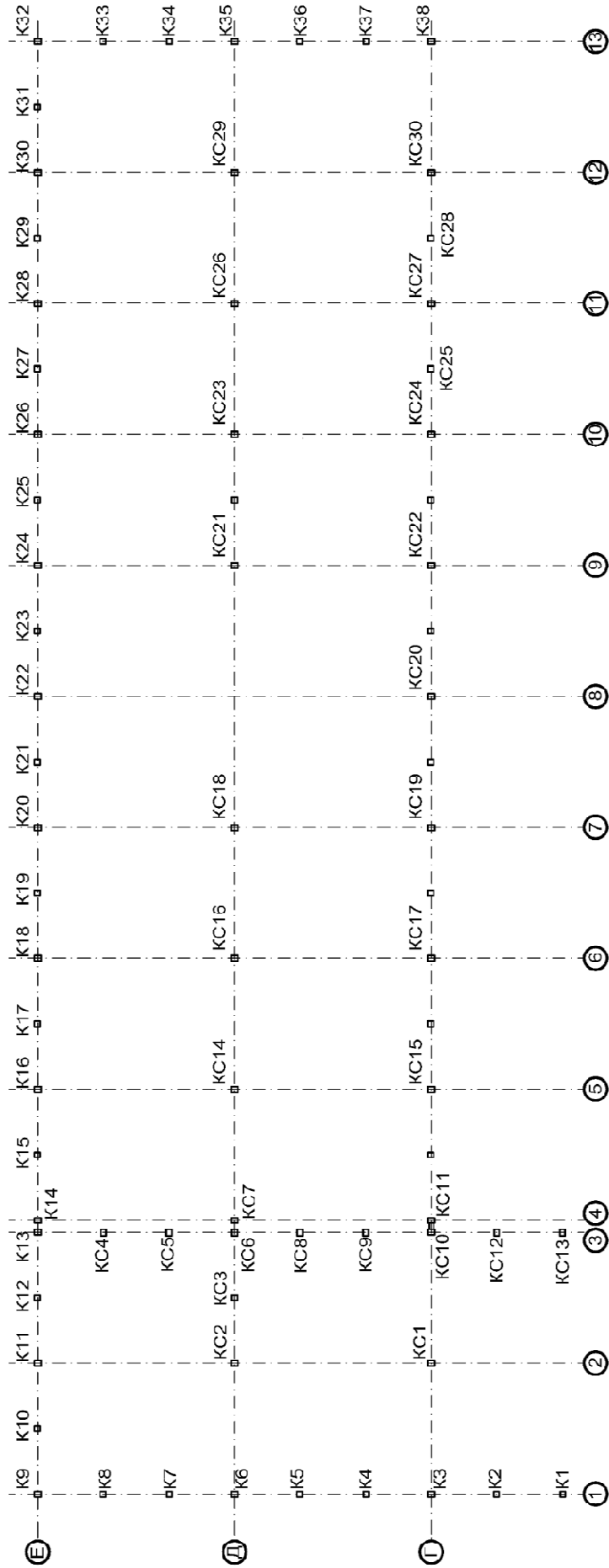


Рисунок 2.3 – Нумерація збірних залізобетонних колон каркасу частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу після пожежі



Рисунок 2.5 – Інженерно-геодезичні вимірювання відхилення збірних залізобетонних колон від вертикалі



Рисунок 2.6 – Збірні залізобетонні колони, що не контактували з вогнем та підлягали інструментальним дослідженням



Рисунок 2.7 – Збірна залізобетонна колона крайнього ряду К22, відхилення від вертикалі якої, перевищує допустиму величину



Рисунок 2.8 – Збірна залізобетонна колона середнього ряду КСЗ, що значно відхилилася від вертикалі та потребує демонтажу



Рисунок 2.9 – Збірна залізобетонна колона середнього ряду КС12, що містить горизонтальну тріщину на глибину до 80% поперечного перерізу

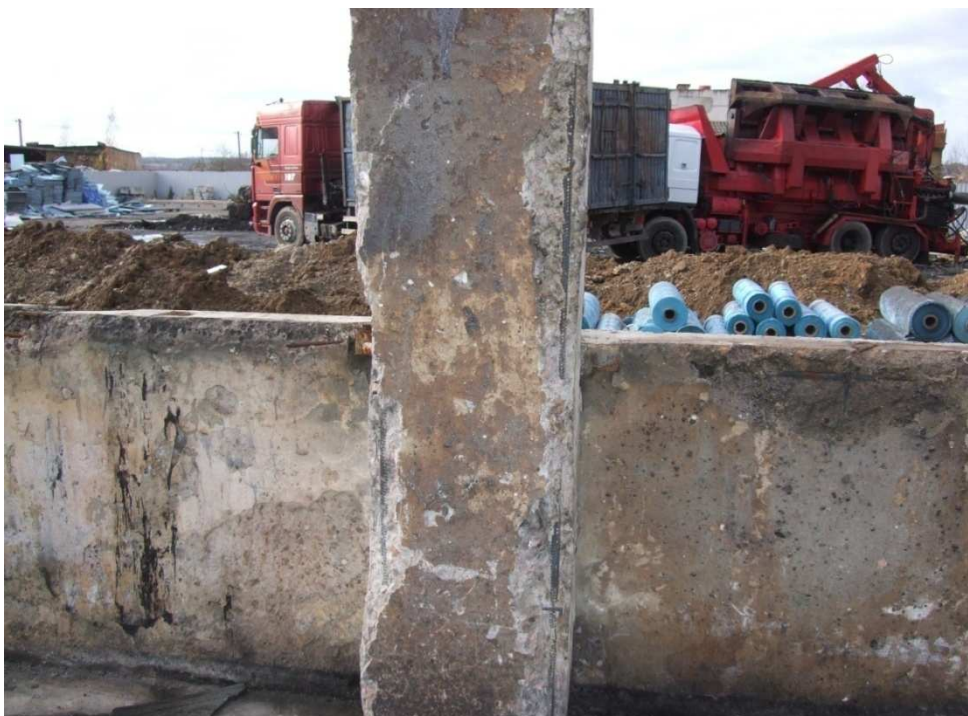


Рисунок 2.10 – Відшарування та відпадання бетону робочого перерізу збірної залізобетонної колони крайнього ряду в результаті впливу високих температур



Рисунок 2.11 – Ділянка збірної залізобетонної колони з ознаками корозії бетону в результаті впливу високих температур, що супроводжується його розтріскуванням та відпаданням

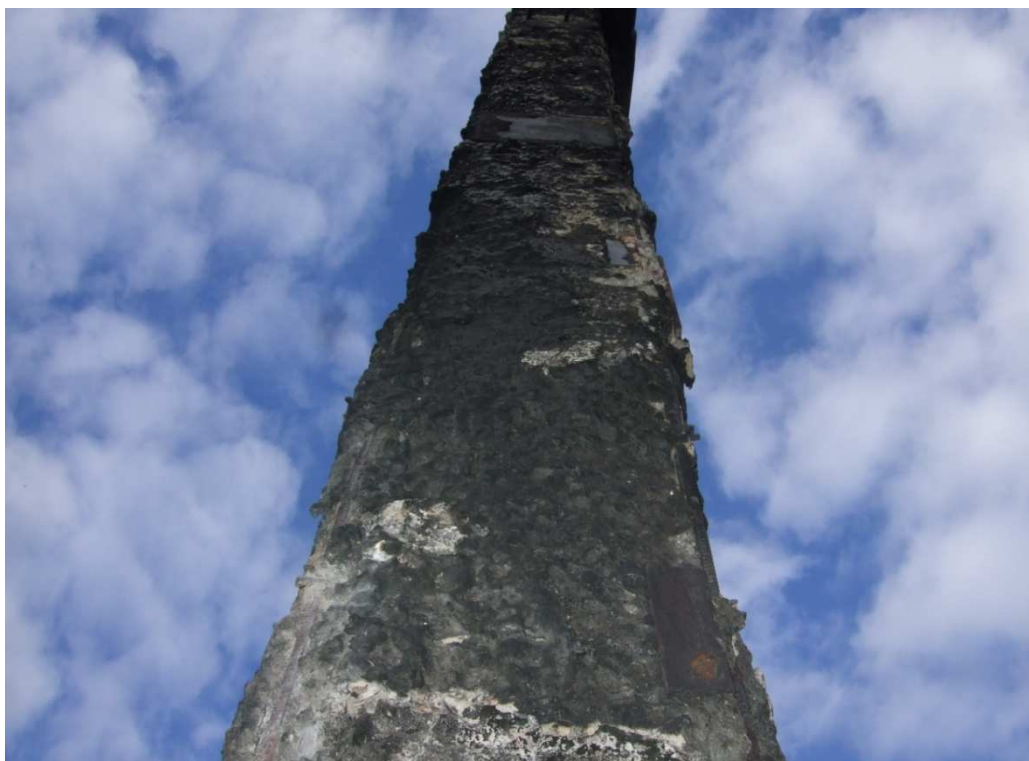


Рисунок 2.12 – Збірна залізобетонна колона, що втратила до 30% бетонного поперечного перерізу в результаті обгорання



Рисунок 2.13 – Деформування робочої арматури збірної залізобетонної колони крайнього ряду К36 в результаті обгорання

2.4 Результати інструментального обстеження цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу

Інструментальні дослідження збірних залізобетонних колон крайнього та середнього ряду частини цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу проводились Науково-випробувальною лабораторією «Будівельних матеріалів, виробів та конструкцій» Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя. Дослідження будівельних конструкцій проводилось на ділянках, що були передбачені замовником. Схеми нумерації досліджених конструкцій наведені на рис. 2.3.

На рис. 2.14 приведено схему розташування збірних залізобетонних колон, що не контактували з вогнем та зберегли свої першопочаткові фізико-механічні властивості. Їх інструментальне дослідження було проведено з метою отримати вихідну міцність бетону для порівняння з міцністю бетону конструкцій, які могли її втратити в результаті дії надмірно високих температур.

**СХЕМА НУМЕРАЦІЇ КОЛОН,
ЩО НЕ КОНТАКТУВАЛИ З ВОГНЕМ**

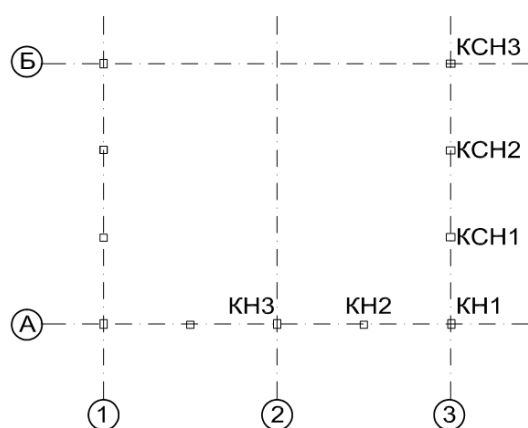


Рисунок 2.14 – Схема нумерації збірних залізобетонних колон, які підлягали інструментальному дослідженню та не контактували з вогнем і зберегли свої першопочаткові фізико-механічні властивості

Результати дослідження ступеня корозії армування та корозії бетонного поперечного перерізу збірних залізобетонних колон крайнього (позначені буквою «К») та середнього (позначені буквами «КС») рядів наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати досліджень ступеня корозії армування та корозії бетонного поперечного перерізу збірних залізобетонних колон внаслідок впливу на них надмірних температур

№ з/п	Позначення	Розмір поперечного перерізу, $a \times b$, мм	Втрата бетонного перерізу, %	Втрата перерізу робочого армування, %	Схема армування
1	2	3	4	5	6
1	K1	500×500	-	-	Рис. 2.15
2	K2	500×500	7	-	Рис. 2.15
3	K3	500×600	6	-	Рис. 2.18
4	K4	500×500	15	-	Рис. 2.15
5	K5	500×500	6	-	Рис. 2.15
6	K6	500×600	5	-	Рис. 2.18
7	K7	500×500	20	-	Рис. 2.15
8	K8	500×500	18	-	Рис. 2.15
9	K9	500×600	14	-	Рис. 2.18
10	K10	500×500	6	-	Рис. 2.16
11	K11	500×600	20 (розтріскування бетону)	-	Рис. 2.17
12	K12	500×500	18	-	Рис. 2.16
13	K13	500×600	14	-	Рис. 2.17
14	K14	500×600	20	-	Рис. 2.17
15	K15	500×500	7	-	Рис. 2.16
16	K16	500×600	5	-	Рис. 2.17
17	K17	500×500	21	-	Рис. 2.16
18	K18	500×600	22	-	Рис. 2.17
19	K19	500×500	18	10	Рис. 2.16

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
20	K20	500×600	14	50	Рис. 2.17
21	K21	500×500	18	-	Рис. 2.16
22	K22	500×600	18	-	Рис. 2.17
23	K23	500×500	-	-	Рис. 2.16
24	K24	500×600	5	-	Рис. 2.17
25	K25	500×500	-	Підсилена кутниками 80×80 мм	Рис. 2.16
26	K26	500×600	2	Підсилена кутниками 80×80 мм	Рис. 2.17
27	K27	500×500	-	Підсилена кутниками 80×80 мм	Рис. 2.16
28	K28	500×600	4	-	Рис. 2.17
29	K29	500×500	6	-	Рис. 2.16
30	K30	500×600	-	-	Рис. 2.17
31	K31	500×500	2	-	Рис. 2.16
32	K32	500×600	-	-	Рис. 2.18
33	K33	500×500	1	-	Рис. 2.15
34	K34	500×500	4	-	Рис. 2.15
35	K35	500×600	14	-	Рис. 2.18
36	K36	500×500	12	-	Рис. 2.15
37	K37	500×500	4	-	Рис. 2.15
38	K38	500×600	3	-	Рис. 2.18
39	KС1	500×600	20	-	Рис. 2.17
40	KС2	500×600	18	-	Рис. 2.17
41	KС3	500×500	80 (тріщина на всю ширину)	15	Рис. 2.15
42	KС4	500×500	23	10	Рис. 2.15
43	KС5	500×500	18	до 10	Рис. 2.15

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
44	КС6	500×600	3	-	Рис. 2.17
45	КС7	500×600	3	-	Рис. 2.17
46	КС8	500×500	28	-	Рис. 2.15
47	КС9	500×500	30	-	Рис. 2.15
48	КС10	500×600	5	-	Рис. 2.17
49	КС11	500×600	1	-	Рис. 2.17
50	КС12	500×500	12	-	Рис. 2.15
51	КС13	500×500	80 (тріщина на всю ширину)	-	Рис. 2.15
52	КС14	500×600	12	15	Рис. 2.17
53	КС15	500×600	10	-	Рис. 2.17
54	КС16	500×600	28	до 40	Рис. 2.17
55	КС17	500×600	-	-	Рис. 2.17
56	КС18	500×600	2	-	Рис. 2.17
57	КС19	500×600	3	-	Рис. 2.17
58	КС20	550×600	8	-	Рис. 2.17
59	КС21	460×600	20	10	Рис. 2.17
60	КС22	500×600	3	-	Рис. 2.17
61	КС23	550×600	14	-	Рис. 2.17
62	КС24	500×600	6	-	Рис. 2.17
63	КС25	500×500	-	-	Рис. 2.16
64	КС26	500×600	3	-	Рис. 2.17
65	КС27	500×600	4	-	Рис. 2.17
66	КС28	500×500	6	-	Рис. 2.17
67	КС29	500×600	2	-	Рис. 2.17
68	КС30	500×600	16	-	Рис. 2.17

В ході інструментальних досліджень, магнітним методом та частково механічним методом було виконано дослідження армування збірних

залізобетонних колон. В залежності від місця розташування конструкції та розміру її поперечного перерізу визначено наступні схеми армування колон:

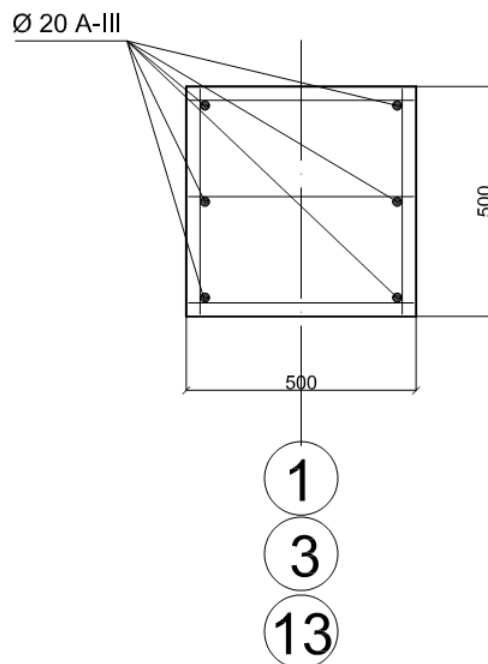


Рисунок 2.15 – Схема армування збірних залізобетонних колон 500×500 мм крайніх та середнього ряду по цифрових осях «1», «3» та «13»

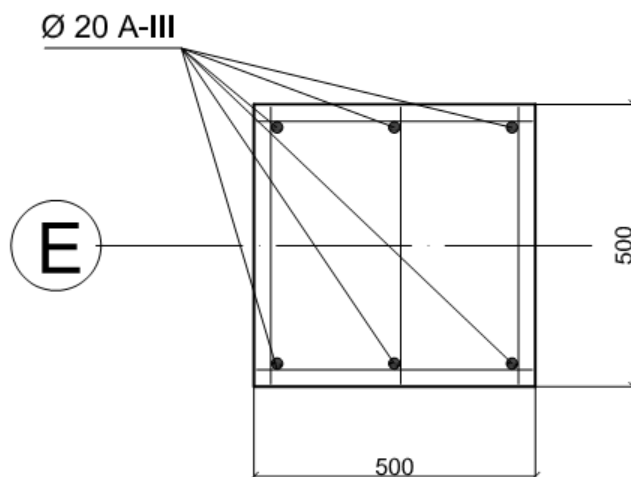


Рисунок 2.16 – Схема армування збірних залізобетонних колон 500×500 мм крайнього ряду по осі «Е»

На основі аналізу отриманих даних, в таблиці 4 виділено колони (червоним кольором), характер та ступінь корозії бетону і арматури яких, свідчить про часткову, або в деяких випадках повну втрату (колони КС3 та КС13) несучої здатності конструкції.

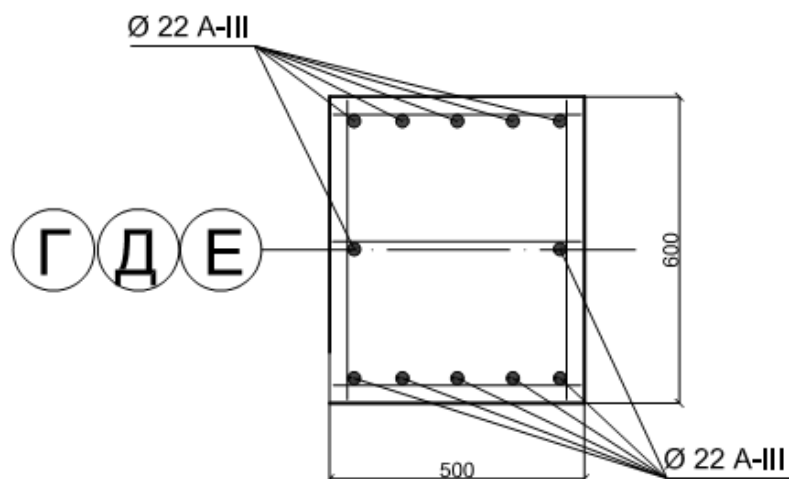


Рисунок 2.17– Схема армування збірних залізобетонних колон 500×600 мм крайнього та середніх рядів по осі «Г», «Д» та «Е»

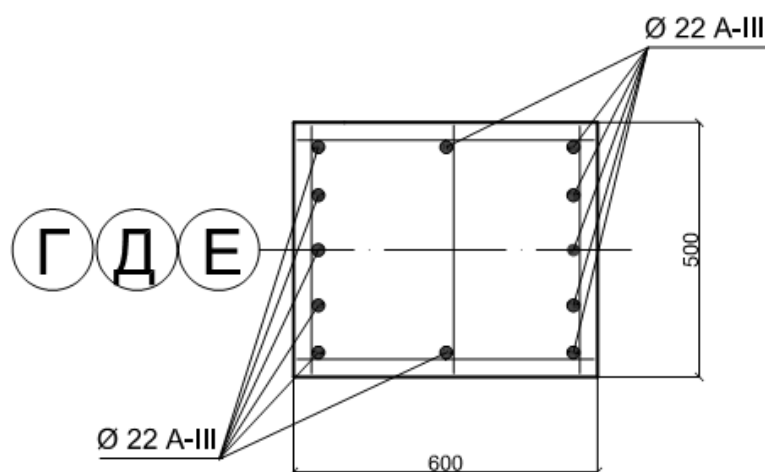


Рисунок 2.18 – Схема армування збірних залізобетонних колон 500×600 мм крайніх рядів по осі «Г», «Д» та «Е»

Визначення кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон, що не контактували з вогнем і зберегли свої першопочаткові фізико-механічні властивості (див. місце розташування рис. 2.14) проводилось методом ударного імпульсу в двох точках по кожній з колон. Результати вимірювань кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон методом ударного імпульсу згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати вимірювань методом ударного імпульсу кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон, що не контактували з вогнем

Позначення колони (розміри поперечного перерізу)	Точка	Показники приладу				Середня кубова міцність, МПа
		1	2	3	4	
Колони крайнього ряду						
КН1 (500×600 мм)	1	41,4	40,9	41,0	41,1	41,1
	2	49,2	48,7	48,8	49,0	48,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони КН1						45,0
КН2 (500×500 мм)	1	36,7	37,1	36,9	37,0	36,9
	2	37,0	37,5	37,8	37,3	37,4
Середнє значення кубової міцності бетону колони КН2						37,2
КН3 (500×600 мм)	1	57,8	58,0	57,7	57,8	57,8
	2	61,7	60,8	61,2	60,9	61,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони КН3						59,5
Колони середнього ряду						
КСН1 (500×500 мм)	1	25,1	26,4	26,0	25,8	25,8
	2	24,0	24,6	24,2	24,5	24,3
Середнє значення кубової міцності бетону колони КСН1						25,1
КСН2 (500×500 мм)	1	30,6	31,0	30,8	30,9	30,8
	2	27,6	28,0	28,1	27,7	27,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони КСН2						29,3
КСН3 (500×600 мм)	1	50,5	51,1	50,8	50,7	50,8
	2	60,3	59,2	60,0	60,1	59,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони КСН3						55,3

Проаналізувавши отримані дані в таблиці 2.5 можна побачити, що середня кубова міцність бетону збірних залізобетонних колон, що не контактували з вогнем поперечним перерізом 500×500 мм знаходиться в межах від 25,1 МПа до 37,2 МПа. Середня кубова міцність бетону збірних залізобетонних колон, що не контактували з вогнем поперечним перерізом 500×600 мм знаходиться в межах від 45,0 МПа до 59,5 МПа.

Визначення кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі (див. місце розташування рис. 2.3) проводилось методом ударного імпульсу в двох точках по кожній з колон. Результати вимірювань кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон поперечним перерізом 500×500 мм методом ударного імпульсу згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 наведені в таблиці 2.6. Результати вимірювань кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон поперечним перерізом 500×600 мм методом ударного імпульсу згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.6 – Результати вимірювань методом ударного імпульсу кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон поперечним перерізом 500×500 мм, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі

Позначення колони	Точка	Показники приладу				Середня кубова міцність, МПа
		1	2	3	4	
K1	1	26,9	27,1	26,5	26,6	26,8
	2	32,1	31,9	31,8	32,2	32,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K1						29,4
K2	1	15,6	14,9	15,2	15,1	15,2
	2*	9,1	8,5	8,7	8,9	8,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K2						12,0
K4	1	16,6	17,1	16,8	16,7	16,8
	2*	10,5	9,7	9,9	10,1	10,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K4						13,4
K5	1	18,5	17,9	18,0	18,2	18,2
	2*	11,0	10,8	10,9	11,1	11,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K5						14,6
K7	1	15,7	16,5	16,1	16,0	16,1
	2*	8,3	9,0	9,2	8,7	8,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K7						12,4

Продовження таблиці 2.6

K8	1*	9,1	8,9	8,7	9,0	8,9
	2*	4,9	5,2	5,4	5,0	5,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K8						7,0
K10	1	28,0	28,3	28,9	28,7	28,5
	2*	15,7	16,4	16,2	16,0	16,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K10						22,3
K12	1	23,5	22,9	23,1	23,3	23,2
	2*	9,8	10,2	10,1	10,4	10,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K12						16,7
K15	1*	7,1	7,5	7,8	7,3	7,4
	2*	6,0	5,8	6,4	6,2	6,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K15						6,8
K17	1*	12,5	13,1	12,8	12,7	12,8
	2*	7,3	6,8	7,0	7,1	7,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K17						9,9
K19	1*	13,8	13,2	13,5	13,5	13,5
	2*	9,6	10,6	10,2	10,0	10,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K19						11,8
K21	1*	10,4	10,4	10,1	9,8	10,2
	2*	8,6	8,8	8,4	8,5	8,6
Середнє значення кубової міцності бетону колони K21						9,4
K23	1	18,5	19,4	19,3	19,0	19,1
	2*	12,9	11,8	11,7	12,2	12,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони K23						15,6
K25	1	11,8	12,0	11,8	12,1	11,9
	2	8,1	8,3	8,6	8,4	8,4
Середнє значення кубової міцності бетону колони K25						10,1
K27	1	14,4	14,9	15,0	15,3	14,9
	2	16,4	15,3	16,2	16,0	16,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K27						15,4

Продовження таблиці 2.6

K29	1	15,1	14,9	14,7	15,0	14,9
	2	10,7	9,9	10,1	10,3	10,3
Середнє значення кубової міцності бетону колони K29						12,6
K31	1	14,1	14,8	15,2	15,0	14,8
	2	20,6	20,1	20,7	20,8	20,6
Середнє значення кубової міцності бетону колони K31						17,7
K33	1	25,8	26,8	26,0	26,3	26,2
	2	27,2	26,6	26,4	27,1	26,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K33						26,5
K34	1	15,8	17,5	16,2	16,3	16,5
	2*	10,8	11,1	10,5	10,6	10,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K34						13,6
K36	1*	8,3	7,4	7,7	8,0	7,9
	2*	6,2	5,8	6,1	6,0	6,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K36						6,9
K37	1	16,4	17,1	16,8	16,7	16,8
	2	22,7	23,1	23,0	23,2	23,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K37						19,9
KC3	1*	15,0	14,2	14,8	14,0	14,5
	2*	10,4	10,4	10,1	9,8	10,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC3						12,3
KC4	1*	12,1	11,7	12,1	12,3	12,1
	2*	7,4	6,9	6,7	7,1	7,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC4						9,5
KC5	1*	7,3	7,4	7,3	7,0	7,3
	2*	6,6	6,8	7,2	6,9	6,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC5						7,1
KC8	1	16,5	17,2	17,1	16,8	16,9
	2*	9,3	8,5	8,8	9,2	9,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC8						12,9

Продовження таблиці 2.6

КС9	1*	11,6	12,2	11,8	11,7	11,8
	2*	5,2	5,4	4,9	5,1	5,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС9						8,5
КС12	1*	11,1	11,1	10,9	11,3	11,1
	2*	9,3	8,7	8,9	9,1	9,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС12						10,1
КС13	1*	11,3	12,9	12,7	11,1	12,0
	2*	8,5	7,9	7,7	8,2	8,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС13						10,0
КС25	1	38,0	36,6	37,4	37,1	37,3
	2	25,5	24,3	24,3	25,1	24,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС25						31,0
КС28	1	30,1	28,8	29,3	29,7	29,5
	2	25,4	24,9	25,1	25,3	25,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС28						27,3

Примітка: * – ділянка збірної залізобетонної колони, що містить ознаки перепалу в результаті впливу надмірно високих температур в результаті пожежі.

Таблиця 2.7 – Результати вимірювань методом ударного імпульсу кубової міцності бетону збірних залізобетонних колон поперечним перерізом 500×600 мм, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі

Позначення колони	Точка	Показники приладу				Середня кубова міцність, МПа
		1	2	3	4	
К3	1	42,7	41,9	42,2	42,0	42,2
	2	27,4	28,3	28,1	28,0	28,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони К3						35,1
К6	1	33,8	34,7	34,2	34,1	34,2
	2	26,3	26,1	26,5	26,6	26,4
Середнє значення кубової міцності бетону колони К6						30,3

Продовження таблиці 2.7

K9	1*	11,3	11,9	11,3	11,1	11,4
	2*	9,7	10,3	10,0	10,1	10,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K9						10,7
K11	1*	11,5	11,9	11,3	11,4	11,5
	2*	12,2	12,8	12,6	12,3	12,5
Середнє значення кубової міцності бетону колони K11						12,0
K13	1	22,4	23,0	22,9	23,1	22,9
	2*	14,4	16,7	16,2	15,3	15,7
Середнє значення кубової міцності бетону колони K13						19,3
K14	1	39,6	40,2	40,1	41,1	40,3
	2*	15,6	14,9	15,2	15,0	15,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони K14						27,7
K16	1	22,4	21,9	21,8	22,0	22,0
	2*	14,7	14,1	13,9	13,3	14,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K16						18,0
K18	1*	15,0	14,8	14,4	14,6	14,7
	2*	7,3	6,8	6,7	6,0	6,7
Середнє значення кубової міцності бетону колони K18						10,7
K20	1*	9,5	10,2	9,8	9,7	9,8
	2*	7,1	6,7	6,9	7,3	7,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони K20						8,4
K22	1	25,9	26,3	26,1	26,0	26,1
	2*	10,2	11,1	11,0	10,8	10,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K22						18,4
K24	1	19,8	20,2	20,1	20,0	20,0
	2*	14,6	13,7	12,9	13,2	13,6
Середнє значення кубової міцності бетону колони K24						16,8
K26	1	20,6	19,6	20,1	20,3	20,2
	2*	14,6	13,9	13,7	14,2	14,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони K26						17,1

Продовження таблиці 2.7

K28	1	27,9	28,2	28,0	28,1	28,1
	2	24,5	25,1	24,9	24,6	24,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K28						26,4
K30	1	23,7	24,5	24,4	23,9	24,1
	2	18,7	19,7	19,2	19,0	19,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони K30						21,6
K32	1	60,5	61,2	60,9	61,1	60,9
	2	54,3	55,1	55,0	55,1	54,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони K32						57,9
K35	1	18,5	19,2	18,8	18,4	18,7
	2*	10,6	10,8	10,2	10,3	10,5
Середнє значення кубової міцності бетону колони K35						14,6
K38	1	28,8	27,9	28,3	28,1	28,3
	2	21,7	22,2	21,6	21,6	21,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони K38						25,0
KC1	1	23,2	22,8	23,1	23,0	23,0
	2	19,2	19,8	20,2	20,1	19,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC1						21,4
KC2	1	19,3	19,8	18,9	19,1	19,3
	2*	15,6	16,2	16,0	15,9	15,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC2						17,6
KC6	1	36,2	36,8	37,1	36,9	36,8
	2	22,6	23,1	22,9	22,7	22,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC6						29,8
KC7	1	30,7	32,2	30,9	31,8	31,4
	2	24,5	25,3	25,0	25,1	25,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC7						28,2
KC10	1	26,4	25,9	26,2	26,1	26,2
	2*	16,9	15,5	15,9	16,0	16,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони KC10						21,1

Продовження таблиці 2.7

КС11	1	29,1	27,1	28,3	28,6	28,3
	2*	22,4	21,8	21,9	22,3	22,1
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС11						25,2
КС14	1	24,9	25,3	25,1	24,3	24,9
	2*	10,2	10,9	11,3	10,6	10,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС14						17,8
КС15	1	34,7	35,5	34,9	35,2	35,1
	2*	22,3	22,4	23,3	23,0	22,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС15						28,9
КС16	1*	20,5	20,0	20,3	20,1	20,2
	2*	10,3	11,1	9,8	10,2	10,4
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС16						15,3
КС17	1	52,4	54,4	53,2	53,1	53,3
	2	45,6	44,3	44,8	44,6	44,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС17						49,1
КС18	1	33,3	32,9	33,1	33,0	33,1
	2	26,6	27,1	26,5	26,9	26,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС18						29,9
КС19	1	50,1	52,4	51,6	51,1	51,3
	2	48,8	45,7	46,3	46,9	46,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС19						49,1
КС20	1	45,7	44,8	44,4	45,1	45,0
	2	38,7	38,0	38,1	38,3	38,3
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС20						41,6
КС21	1*	15,7	14,4	15,3	15,1	15,1
	2*	11,5	11,2	12,0	11,1	11,5
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС21						13,3
КС22	1	52,5	50,4	53,1	51,1	51,8
	2	39,7	40,1	40,8	40,0	40,2
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС22						46,0

Продовження таблиці 2.7

КС23	1	30,7	30,0	30,1	31,2	30,5
	2	23,4	24,1	23,8	23,6	23,7
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС23						27,1
КС24	1*	18,5	16,6	17,2	17,3	17,4
	2*	11,5	10,5	10,8	10,6	10,9
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС24						14,1
КС26	1	34,0	35,5	34,9	34,6	34,8
	2	22,3	24,1	23,8	23,6	23,5
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС26						29,1
КС27	1	38,4	39,8	38,3	39,1	38,9
	2	28,3	29,4	29,1	29,2	29,0
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС27						34,0
КС29	1	23,4	23,6	22,9	23,1	23,3
	2	17,4	18,1	17,8	18,0	17,8
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС29						20,5
КС30	1	23,1	24,4	24,2	24,0	23,9
	2*	16,5	14,8	15,3	15,8	15,6
Середнє значення кубової міцності бетону колони КС30						19,8

Примітка: * – ділянка збірної залізобетонної колони, що містить ознаки перепалу в результаті впливу надмірно високих температур в результаті пожежі.

2.5 Висновки до розділу 2

1. Проведено інструментальне обстеження вцілілих несучих конструкцій будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу після пожежі.
2. Виконано обмірні роботи вцілілих несучих конструкцій будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу після пожежі з оформленням відповідних креслень.

3. За сукупністю всіх показників визначення категорійності технічного стану всіх будівельних конструкцій і конструктивів об'єкта, обстежувана частина цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу в цілому відноситься до IV категорії (аварійний стан).
4. Згідно проведеного інструментального обстеження неруйнівними та руйнівними методами контролю збірних залізобетонних колон каркасу будівлі, визначено кубикову міцність бетону кожної колони, її армування та ступінь втрати поперечного бетонного перерізу та армування в результаті впливу високих температур під час пожежі.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ОТРИМАНИХ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення втрати міцності колон в результаті впливу високих температур

В таблиці 3.1 приведено порівняння кубової міцності бетону колон, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі із міцністю колон, що не контактували з вогнем.

Таблиця 3.1 – Результати порівняльного аналізу кубової міцності бетону колон, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі із міцністю колон, що не контактували з вогнем

Позначення колони	Середнє значення кубової міцності бетону, МПа	Першопочаткове значення кубової міцності бетону, МПа	Відхилення Δ , %	Відповідність
1	2	3	4	5
Збірні залізобетонні колони поперечним перерізом 500×500 мм				
K1	29,4	25,1...37,2	+14,6...-26,5	Відповідає
K2	12,0	25,1...37,2	-109,1...-210,0	Не відповідає
K4	13,4	25,1...37,2	-87,3...-177,6	Не відповідає
K5	14,6	25,1...37,2	-71,9...-154,8	Не відповідає
K7	12,4	25,1...37,2	-102,4...-200,0	Не відповідає
K8	7,0	25,1...37,2	-258,6...-431,4	Не відповідає
K10	22,3	25,1...37,2	-12,5...-66,8	Не відповідає
K12	16,7	25,1...37,2	-50,3...-122,8	Не відповідає
K15	6,8	25,1...37,2	-269,1...-447,1	Не відповідає
K17	9,9	25,1...37,2	-153,5...-275,8	Не відповідає
K19	11,8	25,1...37,2	-112,7...-215,3	Не відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
K21	9,4	25,1...37,2	-167,0...-295,7	Не відповідає
K23	15,6	25,1...37,2	-60,9...-138,5	Не відповідає
K25	10,1	25,1...37,2	-148,5...-268,3	Не відповідає
K27	15,4	25,1...37,2	-63,0...-141,6	Не відповідає
K29	12,6	25,1...37,2	-99,2...-195,2	Не відповідає
K31	17,7	25,1...37,2	-41,8...-110,2	Не відповідає
K33	26,5	25,1...37,2	+5,3...-40,4	Відповідає
K34	13,6	25,1...37,2	-84,6...-173,5	Не відповідає
K36	6,9	25,1...37,2	-263,8...-439,1	Не відповідає
K37	19,9	25,1...37,2	-26,1...-86,9	Не відповідає
KC3	12,3	25,1...37,2	-104,1...-202,4	Не відповідає
KC4	9,5	25,1...37,2	-164,2...-291,6	Не відповідає
KC5	7,1	25,1...37,2	-253,5...-423,9	Не відповідає
KC8	12,9	25,1...37,2	-94,6...-188,4	Не відповідає
KC9	8,5	25,1...37,2	-195,3...-337,6	Не відповідає
KC12	10,1	25,1...37,2	-148,5...-268,3	Не відповідає
KC13	10,0	25,1...37,2	-151,0...-272,0	Не відповідає
KC25	31,0	25,1...37,2	+19,0...-20,0	Відповідає
KC28	27,3	25,1...37,2	+8,1...-36,3	Відповідає
Збірні залізобетонні колони поперечним перерізом 500×600 мм				
K3	35,1	45,0...59,5	-28,2...-69,5	Не відповідає
K6	30,3	45,0...59,5	-48,5...-96,4	Не відповідає
K9	10,7	45,0...59,5	-320,6...-456,1	Не відповідає
K11	12,0	45,0...59,5	-275,0...-395,8	Не відповідає
K13	19,3	45,0...59,5	-133,2...-208,3	Не відповідає
K14	27,7	45,0...59,5	-62,5...-114,8	Не відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
K16	18,0	45,0...59,5	-150,0...-230,6	Не відповідає
K18	10,7	45,0...59,5	-320,6...-456,1	Не відповідає
K20	8,4	45,0...59,5	-435,7...-608,3	Не відповідає
K22	18,4	45,0...59,5	-144,6...-223,4	Не відповідає
K24	16,8	45,0...59,5	-167,9...-254,2	Не відповідає
K26	17,1	45,0...59,5	-163,2...-248,0	Не відповідає
K28	26,4	45,0...59,5	-70,5...-125,4	Не відповідає
K30	21,6	45,0...59,5	-108,3...-175,5	Не відповідає
K32	57,9	45,0...59,5	+22,3...-2,8	Відповідає
K35	14,6	45,0...59,5	-208,2...-307,5	Не відповідає
K38	25,0	45,0...59,5	-80,0...-138,0	Не відповідає
KC1	21,4	45,0...59,5	-110,3...-178,0	Не відповідає
KC2	17,6	45,0...59,5	-153,1...-234,1	Не відповідає
KC6	29,8	45,0...59,5	-51,0...-99,7	Не відповідає
KC7	28,2	45,0...59,5	-59,6...-111,0	Не відповідає
KC10	21,1	45,0...59,5	-113,3...-182,0	Не відповідає
KC11	25,2	45,0...59,5	-78,6...-136,1	Не відповідає
KC14	17,8	45,0...59,5	-152,8...-234,3	Не відповідає
KC15	28,9	45,0...59,5	-55,7...-108,9	Не відповідає
KC16	15,3	45,0...59,5	-194,1...-288,9	Не відповідає
KC17	49,1	45,0...59,5	+8,4...-21,2	Відповідає
KC18	29,9	45,0...59,5	-50,5...-99,0	Не відповідає
KC19	49,1	45,0...59,5	+8,4...-21,2	Відповідає
KC20	41,6	45,0...59,5	-8,2...-43,0	Не відповідає
KC21	13,3	45,0...59,5	-238,3...-347,4	Не відповідає
KC22	46,0	45,0...59,5	+2,2...-29,3	Відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
КС23	27,1	45,0...59,5	-66,1...-119,6	Не відповідає
КС24	14,1	45,0...59,5	-219,1...-322,0	Не відповідає
КС26	29,1	45,0...59,5	-54,6...-104,5	Не відповідає
КС27	34,0	45,0...59,5	-32,4...-75,0	Не відповідає
КС29	20,5	45,0...59,5	-119,5...-190,2	Не відповідає
КС30	19,8	45,0...59,5	-127,3...-200,5	Не відповідає

3.2 Результати геодезичних вимірів конструкцій

Дослідження величини відхилень від вертикалі збірних залізобетонних колон крайнього та середнього рядів в напрямку буквених (вісь Х) та цифрових (вісь Y) осей проводилось теодолітом.

Результати проведених інженерно-геодезичних вимірювань відхилень від вертикалі збірних залізобетонних колон та порівняння їх з допустимими величинами згідно ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.1.2-3:2006 зведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати інженерно-геодезичних вимірювань відхилень від вертикалі збірних залізобетонних колон та порівняння їх з допустимими величинами згідно ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.1.2-3:2006

Позначення колони	Висота колони, м	Відхилення по осі Х, мм	Відхилення по осі Y, мм	Значення крену	Граничне значення крену, f_u	Відповідність
1	2	3	4	5	6	7
К1	10,6	17	9	0,0016	0,0058	Не перевищує
К2	10,6	67	19	0,0063	0,0058	Перевищує
К3	10,6	45	18	0,0042	0,0058	Не перевищує
К4	10,6	3	8	0,0008	0,0058	Не перевищує

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
K5	10,6	6	40	0,0038	0,0058	Не перевищує
K6	10,6	20	3	0,0019	0,0058	Не перевищує
K7	10,6	4	57	0,0054	0,0058	Не перевищує
K8	10,6	24	14	0,0023	0,0058	Не перевищує
K9	10,6	58	50	0,0055	0,0058	Не перевищує
K10	10,6	43	27	0,0041	0,0058	Не перевищує
K11	10,6	43	8	0,0041	0,0058	Не перевищує
K12	10,6	100	15	0,0094	0,0058	Перевищує
K13	10,6	8	13	0,0012	0,0058	Не перевищує
K14	8,6	51	22	0,0059	0,0062	Не перевищує
K15	8,6	173	100	0,0201	0,0062	Перевищує
K16	8,9	17	5	0,0019	0,0061	Не перевищує
K17	8,6	33	45	0,0052	0,0062	Не перевищує
K18	8,9	9	22	0,0025	0,0061	Не перевищує
K19	8,6	34	96	0,0112	0,0062	Перевищує
K20	8,9	34	184	0,0207	0,0061	Перевищує
K21	8,6	7	36	0,0042	0,0062	Не перевищує
K22	8,9	8	288	0,0324	0,0061	Перевищує
K23	8,6	5	37	0,0043	0,0062	Не перевищує
K24	8,9	42	1	0,0047	0,0061	Не перевищує
K25	8,6	13	5	0,0015	0,0062	Не перевищує
K26	8,9	27	1	0,0030	0,0061	Не перевищує
K27	8,6	8	2	0,0009	0,0062	Не перевищує
K28	8,9	40	3	0,0045	0,0061	Не перевищує
K29	8,6	0	0	-	0,0062	-
K30	8,9	2	2	0,0002	0,0061	Не перевищує
K31	8,6	4	17	0,0020	0,0062	Не перевищує
K32	8,9	9	0	0,0010	0,0061	Не перевищує
K33	8,6	0	49	0,0057	0,0062	Не перевищує

Продовження таблиці 3.2

K34	8,6	1	10	0,0012	0,0062	Не перевищує
K35	8,9	20	0	0,0022	0,0061	Не перевищує
K36	8,6	47	85	0,0099	0,0062	Перевищує
K37	8,6	1	1	0,0001	0,0062	Не перевищує
K38	8,9	10	12	0,0011	0,0061	Не перевищує
KC1	10,6	6	34	0,0032	0,0058	Не перевищує
KC2	10,6	57	4	0,0054	0,0058	Не перевищує
KC3	10,6	52	376	0,0355	0,0058	Перевищує
KC4	10,6	9	6	0,00085	0,0058	Не перевищує
KC5	10,6	50	23	0,0047	0,0058	Не перевищує
KC6	10,6	2	14	0,0013	0,0058	Не перевищує
KC7	8,6	21	20	0,0024	0,0062	Не перевищує
KC8	10,6	11	7	0,0010	0,0058	Не перевищує
KC9	10,6	58	9	0,0055	0,0058	Не перевищує
KC10	10,6	36	7	0,0034	0,0058	Не перевищує
KC11	8,6	67	30	0,0078	0,0062	Перевищує
KC12	10,6	78	29	0,0074	0,0058	Перевищує
KC13	10,6	206	23	0,0194	0,0058	Перевищує
KC14	8,9	24	100	0,0112	0,0061	Перевищує
KC15	8,9	4	26	0,0029	0,0061	Не перевищує
KC16	8,9	3	11	0,0012	0,0061	Не перевищує
KC17	8,9	11	56	0,0063	0,0061	Перевищує
KC18	8,9	25	39	0,0044	0,0061	Не перевищує
KC19	8,9	24	23	0,0027	0,0061	Не перевищує
KC20	8,9	21	12	0,0024	0,0061	Не перевищує
KC21	8,9	34	5	0,0038	0,0061	Не перевищує
KC22	8,9	5	12	0,0013	0,0061	Не перевищує
KC23	8,9	11	33	0,0037	0,0061	Не перевищує
KC24	8,9	6	5	0,0007	0,0061	Не перевищує
KC25	8,6	2	22	0,0026	0,0062	Не перевищує

Продовження таблиці 3.2

КС26	8,9	44	3	0,0049	0,0061	Не перевищує
КС27	8,9	14	2	0,0016	0,0061	Не перевищує
КС28	8,6	17	36	0,0042	0,0062	Не перевищує
КС29	8,9	3	13	0,0015	0,0061	Не перевищує
КС30	8,9	4	27	0,0030	0,0061	Не перевищує

3.3 Аналіз технічного стану досліджуваних конструкцій

Згідно проведеного інструментального обстеження неруйнівними та руйнівними методами контролю збірних залізобетонних колон каркасу будівлі, отримано наступні результати, що зведені у відомість у формі таблиці 3.3 та рисунку 3.1. В таблиці 3.3 приведено підсумкові результати інструментального обстеження колон будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі. Також в таблиці 3.3 та на рисунку 3.1 наведено рекомендації щодо можливості подальшої експлуатації збірних залізобетонних колон.

Таблиця 3.3 – Зведена відомість інструментального обстеження збірних залізобетонних колон, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі

Позначення колони	Відповідає (+) / не відповідає (-)			Рекомендації
	Візуальне обстеження, табл. 4	Кубова міцність бетону, табл. 8	Відхилення від вертикалі, табл. 9	
1	2	3	4	5
К1	+	+	+	Може експлуатуватись
К2	+	-	-	Демонтувати колону
К3	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та
К4	+/-	-	+	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
K5	+	-	+	влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K6	+	-	+	
K7	-	-	+	
K8	-	-	+	
K9	+/-	-	+	
K10	+	-	+	
K11	-	-	+	
K12	-	-	-	Демонтувати колону
K13	+/-	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K14	-	-	+	
K15	+	-	-	Демонтувати колону
K16	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K17	-	+	+	
K18	-	-	+	
K19	-	+	-	Демонтувати колону
K20	-	-	-	Демонтувати колону
K21	-	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
K22	-	+	-	Демонтувати колону
K23	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K24	+	-	+	
K25	+/-	-	+	Демонтувати існуючі металеві обойми з подальшим влаштуванням нового підсилення
K26	+/-	-	+	
K27	+/-	-	+	
K28	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K29	+	-	+	
K30	+	-	+	
K31	+	-	+	
K32	+	+	+	Може експлуатуватись
K33	+	+	+	Може експлуатуватись
K34	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K35	+/-	-	+	
K36	+/-	-	-	Демонтувати колону
K37	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
K38	+	-	+	
KC1	-	-	+	
KC2	-	-	+	
KC3	-	-	-	Демонтувати колону

Продовження таблиці 3.3

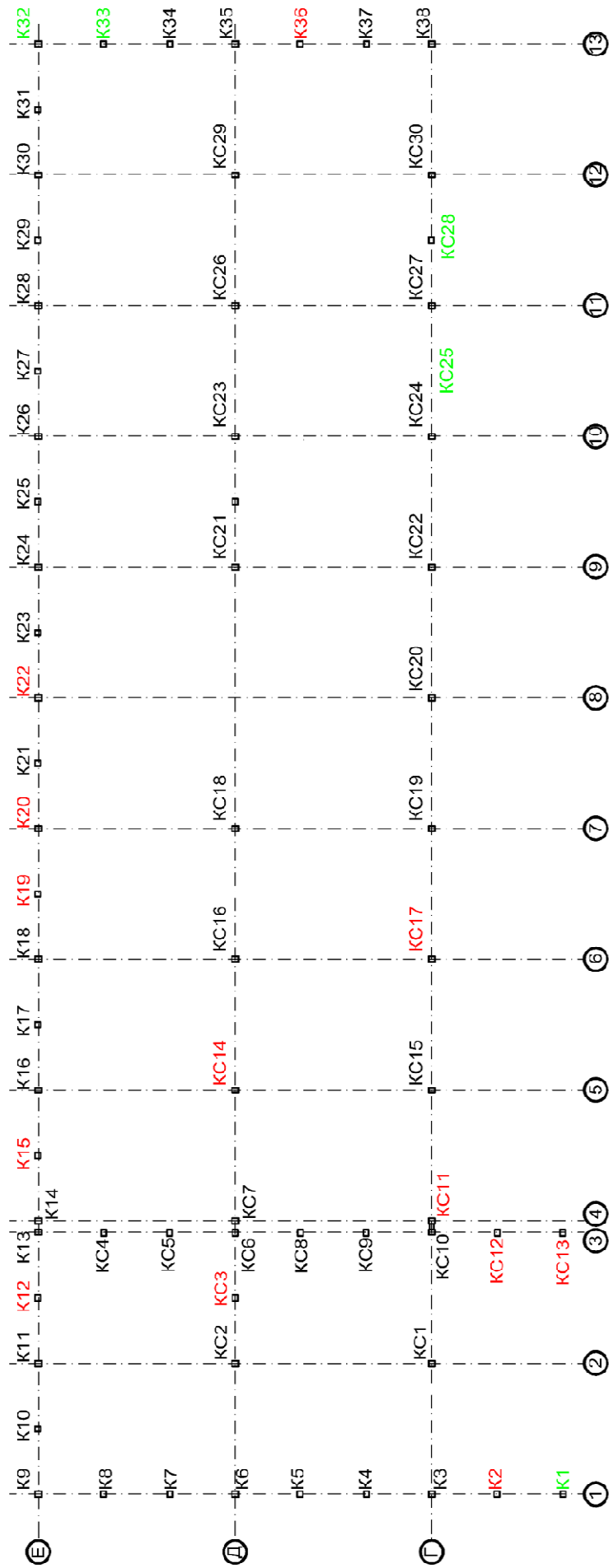
1	2	3	4	5
KC4	-	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону та продуктів корозії робочої арматури з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
KC5	-	-	+	
KC6	+	-	+	
KC7	+	-	+	
KC8	-	-	+	
KC9	-	-	+	
KC10	+	-	+	
KC11	+	-	-	Демонтувати колону
KC12	+/-	-	-	Демонтувати колону
KC13	-	-	-	Демонтувати колону
KC14	-	-	-	Демонтувати колону
KC15	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону та продуктів корозії робочої арматури з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
KC16	-	-	+	
KC17	+	-	-	Демонтувати колону
KC18	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону та продуктів корозії робочої арматури з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
KC19	+	-	+	
KC20	+	-	+	
KC21	-	-	+	
KC22	+	-	+	
KC23	+/-	-	+	
KC24	+	-	+	
KC25	+	+	+	Може експлуатуватись
KC26	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
KC27	+	-	+	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
КС28	+	+	+	Може експлуатуватись
КС29	+	-	+	Очистити від залишків зруйнованого рихлого бетону з подальшим відновленням геометрії перерізу та влаштуванням підсилення у вигляді металевої або залізобетонної обойми
КС30	+/-	-	+	

Для можливості подальшої безпечної та надійної експлуатації частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу необхідно виконати наступні заходи:

- демонтувати частину збірних залізобетонних колон каркасу будівлі з подальшим влаштуванням нових конструкцій згідно рекомендацій наведених в табл. 3.3 та на рис. 3.1;
- очистити від продуктів корозії бетону та арматури збірні залізобетонні колони та збірні залізобетонні стінові панелі цоколю будівлі з подальшим відновленням їх геометрії ремонтними сумішами;
- після перевірочних розрахунків, підсилити частину збірних залізобетонних колон каркасу будівлі металевими або монолітними залізобетонними обоймами згідно рекомендацій наведених в табл. 3.3 та на рис. 3.1;
- демонтувати існуючі зварні металеві обойми підсилення збірних залізобетонних колон К25, К26 та К27 з подальшим влаштуванням нового підсилення після виконання перевірочних розрахунків;
- демонтувати збірні залізобетонні ригелі, що вціліли після пожежі;
- відремонтувати пошкоджені ділянки бетонної підлоги та відмостки будівлі, та влаштувати їх на ділянках де вони відсутні;
- влаштувати нові перегородки та внутрішні стіни приміщень будівлі;
- влаштувати нові несучі конструкції покриття будівлі;
- влаштувати нову покрівлю будівлі із влаштуванням системи відведення дощових і талих вод з покрівлі;



Умовні позначення:

K1 - колони, що можуть в подальшому експлуатуватись

K2 - колони, що потребують повного демонтажу

K3 - колони, що можуть в подальшому експлуатуватись після їх підсилення

Рисунок 3.1 – Рекомендації щодо подальшої експлуатації збірних залізобетонних колон частини цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу

- влаштувати нове стінове огороження;
- влаштувати нові вікна, двері та ворота будівлі;
- влаштувати нові інженерні комунікації та мережі будівлі.

3.4 Висновки до розділу 3

1. Проаналізовано зміну міцності бетону збірних залізобетонних колон в результаті впливу на них високих температур від пожежі.

2. Встановено відхилення від вертикалі несучих збірних залізобетонних колон каркасу цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу через вплив надмірних температур.

3. Запропоновано ряд заходів для відновлення частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу, що зазнала пошкоджень в результаті пожежі.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Законодавча база охорони праці

Сучасні виробничі процеси характеризуються наявністю великої кількості різноманітних небезпечних для людей та довкілля чинників, складними технологічними системами із значною кількістю рухомих елементів, високими рівнями загазованості, пилу, шуму тощо. Відповідальність за доручену справу вимагає від фахівця, і особливо від керівника, високоякісних знань в галузі, пов'язаною із забезпеченням комфортних, безпечних та нешкідливих умов праці. Необхідною умовою запобігання виробничим травмам і аваріям є розробка заходів з охорони праці, що попереджують дію на працівників на робочих місцях небезпечних та шкідливих виробничих факторів, ліквідують умови, при яких вони можуть діяти на людей, а також зменшують ризик можливих небезпечних дій самих працівників.

В Основному Законі – Конституції України (ст. 43) зазначено: "Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом"; "Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється". "Кожен, хто працює, має право на відпочинок" (ст. 45). Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також щорічної оплачуваної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи в нічний час. Громадяни мають право на соціальний захист (ст. 46), що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та інших випадках, передбачених законом.

Зазначені права реалізуються шляхом виконання вимог, викладених у Кодексі законів про працю, а також Законах: "Про охорону праці", "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату

працездатності", "Про охорону здоров'я", "Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про колективні договори і угоди", "Про дорожній рух", "Про поводження з радіоактивними відходами".

Положення цих Законів конкретизуються у відповідних правилах, стандартах, нормах, інструкціях та інших нормативно-правових актах, перелік яких наведений в "Державному реєстрі нормативних актів з охорони праці".

4.2 Ведення вогневих робіт

На місці проведення вогневих робіт повинні бути первинні засоби пожежогасіння, пофарбовані відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016, IDT):

- Вогнегасники пінні ОХП-10 ємністю по 10л (кожний).

До початку робіт провести протипожежний інструктаж робітникам.

У місцях проведення вогневих робіт необхідно вжити таких заходів пожежної безпеки:

- усунути можливість проникнення вогненебезпечних газів і парів нафтопродуктів до місця проведення вогневих робіт;
- в радіусі 15м від місця вогневих робіт майданчик повинна бути очищена від сміття, розлитих нафтопродуктів та ін. горючих предметів;
- місце, де були пролиті нафтопродукти, засипати піском шаром не менше 5см;
- при проведенні вогневих на будівельних лісах і підмостках всі дерев'яні конструкції повинні бути захищені від попадання іскор.

При проведенні вогневих робіт ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- приступати до роботи при несправній апаратурі;
- виконувати вогневі роботи на свіжопофарбованих конструкціях, виробках;
- використовувати одяг і рукавиці зі слідами масел, жирів, бензину, гасу та інших горючих рідин;
- допускати до самостійної роботи учнів, а також працівників, які не мають кваліфікаційного посвідчення і талона з техніки пожежної безпеки;
- допускати стикання електричних проводів з балонами зі стисненими, зрідженими або розчиненими газами;
- проводити роботи на апаратах і комунікаціях заповнених горючими й токсичними речовинами, а також знаходяться під електричною напругою.

Місце проведення зварювальних робіт має бути захищене від вітру, атмосферних опадів і попадання забруднень.

При проведенні газозварювальних і газорізальних робіт **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

- відігрівати замерзлі трубопроводи, вентилі, редуктори та ін. деталі зварювальних установок відкритим вогнем або розпеченими предметами;
- допускати стикання кисневих балонів, редукторів зварювального обладнання з різними маслами, промасленим одягом і ганчірками;
- проводити продування шлангів для горючих газів киснем та кисневих шлангів горючими газами, а також взаємозамінювати шланги при роботі.

Забороняється:

- виробляти зварювальні роботи під час грози, дощу, снігопаду;
- залишати електрод у електродотримачі під час перерви і після закінчення робіт;
- користуватися електродами при відсутності сертифіката, з відволоченим і пошкодженим покриттям;
- використовувати спецодяг і рукавиці зі слідами масла, жирів та інших горючих рідин;
- використовувати як зворотний провід мережі заземлення.

При зварюванні слід пам'ятати, що вуглекислий газ зварювальних напіваавтоматів є більш важким, ніж повітря і скупчується в нижніх частинах, тому

слід організувати витяжну вентиляцію для газів, що скупчуються нижче зони зварювання.

4.3 Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки слід обладнати стенди з повним набором пожежного інвентарю.

Балони з киснем, горючими газами, зварювальні агрегати, компресора повинні розташовуватися не ближче 10м від діючих нафтопроводів з нафтою і нафтопродуктами; зварювальні агрегати, компресори і автотехніка - не ближче 20м від непрацюючих резервуарів, і 50м від місць витоку газу.

У разі виникнення пожежі слід негайно евакуювати робітників на безпечну відстань, повідомити в пожежну службу і вжити заходів для її гасіння.

Палити на території майданчика виробництва робіт дозволяється тільки в спеціально відведених місцях, обладнаних засобами пожежогасіння.

При виникненні аварійної ситуації необхідно вивести людей і технічні засоби за межі зони аварії і повідомити відповідним службам.

Незадіяну техніку розташовувати не ближче 100м від місць робіт з навітряного боку.

4.4 Розрахунок вентиляції

Кількість вентиляційного повітря визначається для кожного приміщення на підставі шкідливих речовин в приміщенні що виділяються, або задається на підставі досліджень.

Якщо характер і кількість шкідливих речовин не піддаються обліку, вентиляційний повітрообмін визначають по кратності.

Необхідний повітрообмін визначають за такими формулами:

$$\text{- при газовиділеннях } L = \frac{G}{b_B - b_H} = \frac{23}{0.7 - 0.5} = 115 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{- при вологовиділеннях } L = \frac{D}{(d_B - d_H) \cdot \gamma} = \frac{40}{(76.6 - 26) \cdot 1.2} = 0.66 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{- при тепловиділеннях } L = \frac{Q}{C \cdot \gamma \cdot (t_Y - t_H)} = \frac{75}{0.24 \cdot 1.2 \cdot 30.6} = 8.5 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{- по кратності } L = VK_P = 106.2 \cdot 1.8 = 191.2 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де L - необхідний повітрообмін, $\text{м}^3 / \text{год}$;

G - газовиділення в приміщення, л/год;

b_B - гранично допустимий вміст газу в повітрі, що видаляється, л/м³;

b_H - вміст газу в припливному повітрі, л/м³;

D - вологовиділення в приміщення, г/год;

d_B, d_H - вологовміст припливного повітря і того, що видаляється, г/кг;

γ - питома вага повітря, кг/м³;

Q - виділення в приміщення явного тепла, ккал/год;

C - теплоємність повітря, що дорівнює 0,24 ккал/кг·°C;

t_Y, t_H - температура припливного повітря і того, що видаляється, °C;

V - об'єм приміщення, м³;

K_P - кратність повітрообміну.

На основі проведених розрахунків визначили, що необхідний повітрообмін в приміщеннях виробничого цеху при газовиділеннях повинен становити не менше $115 \text{ м}^3 / \text{год}$, при вологовиділеннях $0.66 \text{ м}^3 / \text{год}$, при тепловиділеннях $8.5 \text{ м}^3 / \text{год}$. Кратність повітрообміну становить $191.2 \text{ м}^3 / \text{год}$.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Евакуація [лат. *evacuatio* - вивільнювати] — організований вивіз людей, майна та обладнання підприємств та установ з місця, що знаходиться під загрозою техногенної катастрофи, стихійного лиха і т.д.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом

захисту населення є евакуація і розміщення його у зонах, які є безпечними для перебування людей.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей, які проживають в зоні ураження);
- виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі.

Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

4.6 Проведення евакуації з виробничого цеху

Проведення організованої евакуації з виробничого цеху та інших приміщень і будівель, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей забезпечується шляхом:

- планування евакуації людей (складання плану евакуації з приміщення);
- визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон;

- організації оповіщення керівників виробничого цеху і людей про початок евакуації;
- організації управління евакуацією;
- навчання людей діям під час проведення евакуації.

Евакуація людей з виробничого цеху проводиться способом, який передбачає організоване виведення основної частини людей із секторів надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру через усі можливі виходи пішим ходом по заздалегідь розроблених маршрутах.

4.7 Вимоги до виробничого цеху в контексті евакуації

Під час проектування і експлуатації виробничого цеху, наслідки діяльності якого можуть шкідливо вплинути на безпеку населення та довкілля, обов'язково розробляються і здійснюються заходи інженерного захисту з метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

До виробничого цеху має бути забезпечений вільний доступ. Протипожежні розриви між виробничим цехом та будинками, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо повинні відповідати вимогам будівельних норм. Їх не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів, устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будинків і споруд, у тому числі інвентарних побутових приміщень, індивідуальних гаражів тощо.

Територія виробничого цеху повинна мати зовнішнє освітлення, яке забезпечує швидке знаходження пожежних драбин, протипожежного обладнання, евакуаційних виходів виробничого цеху.

На території установи на видних місцях повинні бути розміщені плани евакуації, встановлені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки місць розміщення первинних засобів пожежогасіння.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення, застосування нового технологічного устаткування необхідно дотримуватися

протипожежних вимог чинних нормативних документів будівельного та технологічного проектування. Не дозволяється зниження проектних меж вогнестійкості конструкцій та погіршення умов евакуації людей. Стаціонарні зовнішні пожежні сходи, сходи на перепадах висот і огорожі на дахах (покриттях) будівель та споруд повинні утримуватися постійно справними, бути пофарбованими.

У разі необхідності встановлення на вікнах приміщень, де перебувають люди, ґратів, останні повинні розкриватися, розсуватися або зніматися. Під час перебування в цих приміщеннях людей ґрати мають бути відчинені (зняті).

Під час масового перебування людей в приміщеннях слід дотримуватись таких вимог - при кількості людей понад 50 осіб використовувати приміщення, забезпечені не менше ніж двома евакуаційними виходами, що відповідають вимогам будівельних норм, не мають на вікнах глухих ґрат і розташовані не вище другого поверху в будівлях з горючими перекриттями.

4.8 Вимоги до евакуаційних шляхів і виходів

Евакуаційні шляхи і виходи повинні утримуватися вільними, нічим не зашарашуватися і в разі виникнення надзвичайної ситуації забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях виробничого цеху.

Кількість та розміри евакуаційних виходів з будівлі, їхні конструктивні й планувальні рішення, умови освітленості, забезпечення незадимленості, протяжність шляхів евакуації, їх облицювання (оздоблення) повинні відповідати протипожежним вимогам будівельних норм.

У разі розміщення технологічного, експозиційного та іншого обладнання в приміщеннях повинні бути забезпечені евакуаційні проходи до сходових кліток та інших шляхів евакуації відповідно до будівельних норм.

У приміщенні, яке має один евакуаційний вихід, дозволяється одночасно розміщати (дозволяється перебування) не більше 50 осіб.

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівлі (приміщень).

Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення в разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік, а також у санвузлах, площадках зовнішніх евакуаційних сходів (за винятком дверей, що ведуть у повітряну зону незадимлюваної сходової клітки).

При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатися лише на внутрішні запори, які легко відмикаються.

Сходові марші і площадки повинні мати справні огорожі з поручнями, котрі не повинні зменшувати встановлену будівельними нормами ширину сходових маршів і площадок.

Сходові клітки, внутрішні відкриті та зовнішні сходи, коридори, проходи та інші шляхи евакуації мають бути забезпечені евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Світильники евакуаційного освітлення повинні вмикатися з настанням сутінків у разі перебування в будівлі людей.

Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, повинні постійно освітлюватися електричним світлом (у разі наявності людей).

У даному виробничому цеху, де можуть перебувати одночасно більше 100 осіб, евакуаційні виходи повинні бути позначені світловими покажчиками з написом "Вихід" білого кольору на зеленому фоні, підключеними до джерела живлення евакуаційного (аварійного) освітлення, або такими, що переключаються на нього автоматично в разі зникнення живлення на їх основних джерелах живлення.

Світлові покажчики "Вихід" повинні постійно бути справними. У приміщеннях (залах) їх слід вмикати на весь час перебування людей.

На випадок відключення електроенергії обслуговуючий персонал будівель, де у вечірній та нічний час можливе масове перебування людей, повинен мати електричні ліхтарі. Кількість ліхтарів визначається адміністрацією, виходячи з особливостей об'єкта, наявності чергового персоналу, кількості людей у будівлі

(але не менше одного ліхтаря на кожного працівника, який чергує на об'єкті у вечірній або нічний час).

Не допускається:

- влаштовувати на шляхах евакуації пороги, виступи, турнікети, розсувні, підйомні двері, такі двері, що обертаються, та інші пристрої, які перешкоджають вільній евакуації людей;

- захащувати шляхи евакуації (коридори, проходи, сходові марші і площадки, вестибюлі, холи, тамбури тощо) меблями, обладнанням, різними матеріалами, навіть якщо вони не зменшують нормативну ширину;

- забивати, заварювати, замикати на навісні замки, болтові з'єднання та інші запори, що важко відчиняються зсередини, зовнішні евакуаційні двері будівель;

- застосовувати на шляхах евакуації (крім будівель V ступеня вогнестійкості) горючі матеріали для облицювання стін і стель, а також сходів та сходових площадок;

- розташовувати біля виходів, вішалки для одягу, сушарні, пристосовувати їх для торгівлі, а також зберігання, у тому числі тимчасового, будь-якого інвентаря та матеріалу;

- захащувати меблями, устаткуванням та іншими предметами двері, переходи в суміжні секції та виходи на зовнішні евакуаційні драбини;

- влаштовувати у сходових клітках приміщення будь-якого призначення, у т.ч. кіоски, а також виходи з вантажних ліфтів (підйомників), прокладати промислові газопроводи, трубопроводи з ЛЗР та ГР, повітроводи;

- влаштовувати в загальних коридорах комори і вбудовані шафи, за винятком шаф для інженерних комунікацій; зберігати в шафах (нішах) для інженерних комунікацій горючі матеріали, а також інші сторонні предмети;

- розташовувати в ліфтових холах комори, кіоски, та ін.;

- робити засклення або закладання жалюзі і отворів повітряних зон у незадимлюваних сходових клітках;

- знімати передбачені проектом двері вестибюлів, холів, тамбурів і сходових кліток.

4.9 Висновки до розділу 4

1. Проведено аналіз заходів з охорони праці при виконанні вогневих робіт та безпеки праці при експлуатації устаткування з відкритим полум'ям.
2. Виконано розрахунок вентиляції приміщення виробничого цеху.
3. Розглянуто заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях та основних вимог до шляхів евакуації та правил поведінки при евакуації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено інструментальне обстеження вцілілих несучих конструкцій будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу після пожежі та встановлено їх дійсний технічний стан.

2. За сукупністю всіх показників визначення категорійності технічного стану всіх будівельних конструкцій і конструктивів об'єкта, обстежувана частина цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу в цілому відноситься до IV категорії (аварійний стан).

3. Згідно досліджень неруйнівними та руйнівними методами контролю збірних залізобетонних колон каркасу будівлі, визначено кубову міцність бетону кожної колони, її армування та ступінь втрати поперечного перерізу в результаті впливу високих температур під час пожежі (втрата бетонного перерізу сягала до 30%, армування – до 40%). Проаналізовано зміну жорсткості конструкцій та їх відхилення від вертикалі в результаті одностороннього перегріву.

4. При порівнянні кубової міцності бетону колон, що піддавались впливу надмірно високих температур в результаті пожежі із міцністю колон, що не контактували з вогнем, встановлено що їх міцність значно зменшилась та в окремих випадках становить - 400%...- 600%.

5. В результаті проведених досліджень, запропоновано заходи по відновленню частини будівлі цеху по виробництву екструдованого пінополістиролу. Зокрема, підлягають демонтажу 19% збірних залізобетонних колон каркасу будівлі, ще 7,5% можуть експлуатуватись без будь яких додаткових заходів, а решту 73,5% потребують підсилення після перевірочних розрахунків.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
2. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.
3. ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації.
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1.
5. ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються.
6. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
7. ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року №257 Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва.
9. ДБН В12-5-2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.
10. ДБН В.1.2-12-2008 Будівництва в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.
11. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
12. О.В. Якименко, К.О. Кіктова. Технічна експлуатація будівель та споруд. Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – 248 с.
13. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будинків та споруд: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. – 108с.
14. Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці / За ред.. Гандзюка М. П. - К.: Каравела 2003 - 405 с.

15. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В.В., та інші. Основи охорони праці: Підручник. -К.: Основа, 2006. -444 с.
16. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. - К.: Основа, 2002. - 320 с.
17. Пожежна безпека. Навч. посіб. /За ред. Рожкова А. П. — К.: Пожінформтех-ніка, 1999-255 с.
18. Ротань В. Г., Зуб І. В., Стичинський Б. С. Науково-практичний коментар до законодавства України про працю. Восьме видання. Доповнене та перероблене. — К.: Видавництво А.С.К., 2007. - 944 с.
19. Сучасні методи діагностики стану будівельних конструкцій після їх тривалої експлуатації / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Праці V Міжнародної науково-технічної конференції «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування», 19-22 вересня 2017 року — Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 — С. 222-225.
20. Використання неруйнівних методів контролю при дослідженні залізобетонних конструкцій / О.П. Конончук, І.М. Будзінський, А.Я. Данилків, Р.І. Фіцай // Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 7 – 8 грудня 2022 року — Т. : ТНТУ, 2022 — Том I. — С. 11-12.
21. Методичні вказівки до оформлення курсових та дипломних проектів із залізобетонних конструкцій для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Ковальчук Я.О., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П., Конончук О.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 52 с.
22. Ковальчук Я.О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
23. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С.Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

24. Конончук О.П. Технічне обстеження будівель корівників, що містять підвальний поверх на предмет можливості демонтажу надпідвального перекриття // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2024. – Вип. 45. – С. 345 – 354.

25. Технічне обстеження стану будівельних конструкцій будівлі готелю «Галичина» в місті Тернопіль / О.П. Конончук, П.О. Погребняк, С.В. Чаплінський, В.В. Штогрин // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 6 – 7 грудня 2023 року — Т. : ТНТУ, 2023 — С. 23.

26. Kononchuk, O., Iasnii, V., Lutsyk, N., 2022. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. 1st Virtual International Conference «In service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction». Procedia Structural Integrity 36, 177 – 181.

27. Верюзький, Ю.В. Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій / Ю.В. Верюзький, В.І. Колчунов, М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерський. - К.: Національний авіаційний університет, 2006. - 808 с.

28. Методичні вказівки до написання розділу з Охорони праці в будівництві для спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» - Тернопіль: ТНТУ, 2024 – 15 с.

29. 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.

30. Дослідження деформацій і зусиль в елементах каркасу будівлі від різного роду зовнішніх навантажень / О.П. Конончук, І.Б. Хома, А.С. Чайковський // Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 7 – 8 грудня 2022 року — Т. : ТНТУ, 2022 — Том I. — С. 9-10.

31. Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів / О.П. Конончук, Н.Б. Дідик, М.В. Кейса, О.О.

Копач // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 24 – 25 листопада 2021 року — Т. : ТНТУ, 2021 — Том I. — С. 16-17.

32. Дослідження несучої здатності підсилених згинальних залізобетонних елементів / О.П. Конончук, О.В. Жижін, С.Є. Дохтич // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 28-29 листопада 2018 року — Т. : ТНТУ, 2018 — Том I. — С. 106. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

33. Ясній П.В. Дослідження міцності бетону неруйнівними методами контролю / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2016. – Вип. 32. – С. 296 – 303.

34. Конончук О.П. Дослідження товщини захисного шару та діаметру арматури магнітним методом // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. пр. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – Вип. 5. – С. 240 – 247.