

УДК 69.059.6

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.27124.109.1118

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ АВАРІЙНО-ДЕМОНТАЖНИХ РОБІТ НА ПРОМИСЛОВОМУ ОБ'ЄКТІ, ЗРУЙНОВАНОМУ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

НАУМОВ В. О.^{1*}, *доктор філософії*,
БІЛОКОНЬ А. І.², *докт. техн. наук, проф.*

^{1*} Кафедра організації і управління будівництвом, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 380-94-39, e-mail: naumov.vladyslav@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-0355-6472

² Кафедра технології будівельного виробництва, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел.+38 (056) 756-34-76, e-mail: belokon0604@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

Анотація. У статті розглянуто технологічну послідовність виконання аварійно-демонтажних робіт на промисловому об'єкті, зруйнованому внаслідок ракетної атаки. Описано початкові етапи розчищення зони виконання робіт, що включали демонтаж зруйнованих конструкцій та підготовку території для встановлення вантажопідіймальних кранів. Основну увагу приділено використанню будівельних екскаваторів з різними навісними пристроями для виконання демонтажу, а також можливостям застосування екскаваторів з подовженою стрілою для безпечного виконання робіт на значній висоті. Розглянуто обмеження використання такої техніки у конкретних умовах та описано розроблену схему демонтажу за допомогою подовжувача стріли екскаватора. Особливу увагу приділено організації демонтажних робіт на ділянках, що знаходяться поза зоною досягнення кранів. Описано технологію застосування спеціалізованих візків для переміщення конструкцій, які демонтуються, та їх транспортування в зону роботи кранів. Наведено послідовність операцій з демонтажу аварійних панелей за допомогою підвісних платформ і механізмів стропування. Результати впровадження зазначених технологій дозволили підвищити ефективність використання будівельної техніки та забезпечити безпеку виконання робіт. У статті продемонстровано інноваційні рішення для виконання демонтажних робіт на промислових об'єктах, пошкоджених внаслідок бойових дій. Описані технології можуть бути застосовані для широкого спектру подібних об'єктів з урахуванням їх технічного стану та особливостей навколишнього середовища будівельного майданчика. **Мета дослідження:** розробити та обґрунтувати ефективні технологічні рішення для організації демонтажних робіт на промислових об'єктах, пошкоджених внаслідок бойових дій, з використанням сучасних методів автоматизації та цифрових технологій для оптимізації процесу вибору відповідних методів демонтажу. **Предмет дослідження:** технологічні процеси та засоби для виконання аварійно-демонтажних робіт на пошкоджених промислових об'єктах, зокрема методи підвищення ефективності та безпеки виконання робіт. **Об'єкт дослідження:** пошкоджені промислові об'єкти, які потребують демонтажу або реконструкції в умовах обмеженого доступу та підвищеної небезпеки, спричиненої воєнними діями.

Ключові слова: *демонтажні роботи; промислові об'єкти; ракети; руйнування; екскаватори з подовженою стрілою; технологічні рішення; безпека; цифрові технології; автоматизація*

ORGANIZATION OF EMERGENCY DEMOLITION WORKS AT AN INDUSTRIAL FACILITY DESTROYED DUE TO MILITARY ACTIONS

NAUMOV V.O.^{1*}, *PhD.*,
BILOKON A.I.², *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

^{1*} Department of Construction Management, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (066) 380-94-39, e-mail: naumov.vladyslav@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-0355-6472

² Department of Construction Production Technology, Ukrainian State University of Science and Technology, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-76, e-mail: belokon0604@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

Abstract. This article examines the technological sequence of emergency demolition works at an industrial facility destroyed by a missile attack. The initial stages of clearing the work area, including the dismantling of destroyed structures and preparing the site for crane installation, are described. Particular attention is given to the use of construction excavators with various attachments for demolition and the potential of long-reach excavators for safe operations at significant heights. The limitations of such equipment in specific conditions are considered, and a developed demolition scheme using a boom extension for excavators is described. Special attention is devoted to the

organization of demolition work in areas beyond the reach of cranes. The technology of using specialized trolleys for moving dismantled structures and transporting them to the crane operation zone is described. The sequence of operations for dismantling hazardous panels using suspended platforms and rigging mechanisms is provided. The implementation of these technologies resulted in improved construction equipment efficiency and ensured safety during operations. The article demonstrates innovative solutions for performing demolition works at industrial facilities damaged by military actions. The described technologies can be applied to a wide range of similar facilities, considering their technical condition and the specific conditions of the construction site environment. **Purpose of the study.** To develop and substantiate effective technological solutions for organizing demolition works at industrial facilities damaged as a result of military actions, using modern automation methods and digital technologies to optimize the process of selecting appropriate demolition methods. **Subject of the study.** Technological processes and tools for carrying out emergency demolition works at damaged industrial facilities, with a focus on methods for improving work efficiency and safety. **Object of the study.** Damaged industrial facilities that require demolition or reconstruction under conditions of limited access and heightened danger caused by military actions.

Keywords: demolition works; industrial facilities; missiles; destruction; long-reach excavators; technological solutions; safety; digital technologies; automation

Постановка проблеми. Для відновлення функціонування цеху постала необхідність розробити виконання демонтажно-відновлювальних робіт несучих та огорожувальних будівельних конструкцій. Будівля промислового призначення отримала загрозові руйнування внаслідок ракетного удару по потужностям цеху в кінці 2022 року. Наслідки пошкоджень представлені на (рис. 1).



Рис. 1. Характер руйнувань об'єкту

Дані про об'єкт. Характеристики конструктивного та об'єктно-планувального рішення об'єкта представлено в таблиці 1.

Існуюче покриття будівлі виконано з ребристих збірних залізобетонних плит розміром 3×6 м, поверх яких укладено утеплювач 80 мм, цементна стяжка 20 мм та 4 шари руберойду на бітумній мастиці. Плити покриття приварені до ферм у трьох точках. Будівля, що демонтується умовно розділена на 6 ділянок (рис. 2). На котрі може бути розчленовано об'єкт за умови реконструкції.

Таблиця 1

Характеристики об'єкту

Тип параметру	Значення
Тип будівлі	Промислова
Кількість прольотів	4
Довжина кожного прольоту	30 м
Загальна довжина	120 м
Кількість мостових кранів в кожному прольоті	2
Вантажопід'ємність внутрішньоцехових кранів	12 т
	20 т
Розмір ділянки, що реконструюється в довжину	236 м
Крок колон (основний):	12 м
Крок колон (окремі ділянки з кроком):	6 м
	18 м
	24 м, 36 м
Рік введення в експлуатацію	1961
Несучі конструкції	залізобетонні колони
Конструкція перекриття	ферми, металеві в осях 78–48
	залізобетонні в осях 48–37

Дані обстеження об'єкту (стану конструкцій; внутрішньо цехових і внутрішньо-майданчикових транспортних засобів, інженерних комунікацій, обладнання та інших мереж, умов виробництва та демонтажних робіт показало:

Майданчик, на якому будуть виконуватися аварійно-демонтажні роботи по відновленню роботи об'єкта, характеризується високою щільністю забудови існуючими промисловими будівлями, спорудами, інженерними мережами та комунікаціями. Всі роботи з демонтажу конструкцій, необхідно буде виконувати в умовах діючого підприємства. Протягом виконання робіт зберігається

існуюча технологічна схема руху внутрішнього технологічного транспорту. Таким чином виконання демонтажних та будівельно-монтажних робіт необхідно

узгоджувати з діючим виробництвом, що суттєво впливає на прийняття організаційно-технологічних рішень та на темпи демонтажно-відновлювальних робіт.

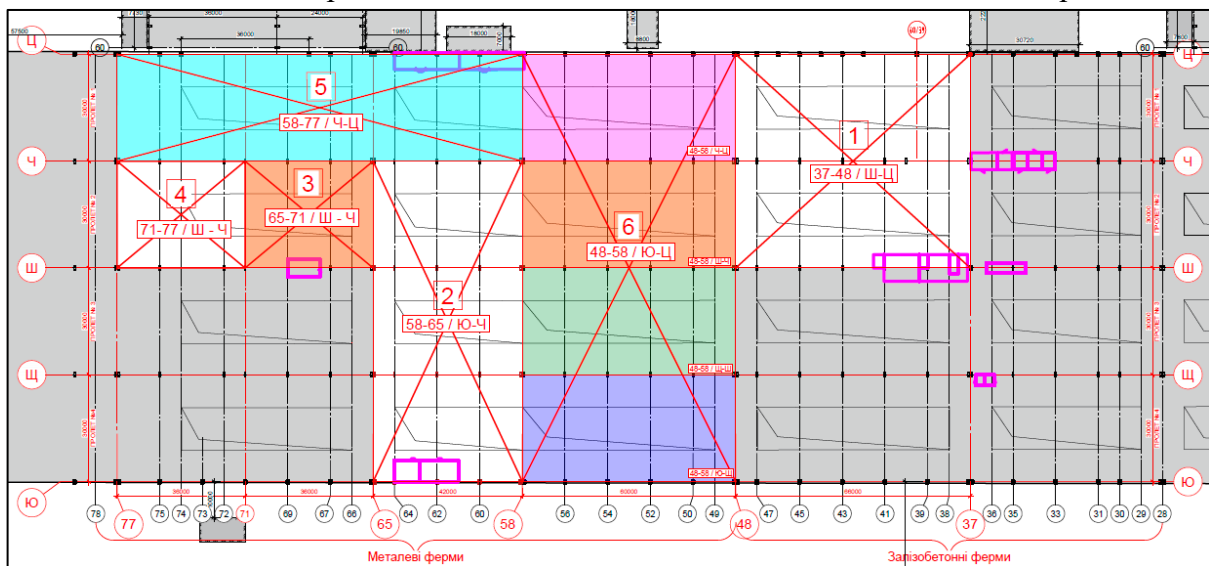


Рис. 2. Компонувальні рішення будівлі, що реконструюється (поділена на ділянки)

Для усунення аварійного стану і відновлення роботи цеху ситуація вимагає від нас оперативно оцінити технічний стан конструкцій та ступінь загрози, обсяги відновлювальних робіт, зону руйнування і демонтажу. Прийняти відповідні технічні рішення, щодо схем виконання робіт.

Виконати комплекс аварійно-демонтажних робіт у стислі терміни та за умов безпеки робітників.

Аналіз останніх публікацій за темою дослідження. Останні літературні джерела за темою дослідження показують стійку тенденцію до так званого «зеленого демонтажу» та переробки матеріалів, що утворилися в наслідок демонтажу та руйнування конструкцій. Але зважаючи на специфіку демонтажу в аварійних ситуаціях [1].

Так у статті [2] описується методика розробки плану демонтажу та демонтажу з мінімізацією викидів CO₂. Розглядаються ключові принципи колообігу, методологія вибору матеріалів, які можна повторно використовувати, та використання інноваційних технологій для зменшення кількості відходів. Автори показують, що застосування цієї методики дозволяє знизити кількість відходів від демонтажу будівель та споруд, зменшити витрати на сортування та переробку відходів, а також знизити викиди CO₂ під час демонтажу.

В статті наводяться приклади успішної реалізації даної методики на практиці. За тією ж стратегією описано дії у статті [3]. Автори описують нові технології демонтажу бетонних конструкцій, які використовують звукознімні хімічні агенти з метою зменшення впливу демонтажних робіт на довкілля та здоров'я людей. У статті наведено основні компоненти цих засобів та їх вплив на процес демонтажу, а також представлено систему оцінки шумового впливу цих технологій на довкілля. Дослідження показали, що використання звукознімних хімічних агентів може допомогти зменшити вібрації та шум, що виникають під час демонтажних робіт, а також зменшити кількість пилу та інших шкідливих викидів. Система оцінки впливу на довкілля дозволяє оцінити ефективність застосування цих технологій та підібрати оптимальний варіант демонтажу з урахуванням екологічних та економічних показників. Стаття [4] є дослідженням з розуміння та пояснення схем дій демонтажу в містах США та Німеччини, в статті [9] показані рішення, що базуються на вже виконаних проектах в Україні. Дослідження [4] базується на аналізі демонтажу в 24 містах США та Німеччини, де використовувалися дані з різних джерел. Автори виявили, що схеми дій демонтажу значно відрізняються між США та Німеччиною, та пов'язані з фінансовими,

соціальними та політичними факторами. Результати цього дослідження можуть бути корисними для місцевих органів влади та дослідників, які займаються плануванням та розробкою стратегій для міст, що засвідчують зменшення населення. Якщо в статті [4] увага більше приділяється економічним аспектам та типізації то у статті [5] звертається увага на необхідності переходу до селективного демонтажу, який передбачає розбір будівель на компоненти та матеріали з метою подальшого вторинного використання. Автори наводять приклади сучасних практик селективного демонтажу в інших країнах та аргументують важливість його впровадження в контексті сталого розвитку та екологічної відповідальності. Дослідження виявляє потенціал для розвитку селективного демонтажу у В'єтнамі, враховуючи розширення будівельної індустрії та необхідність зменшення впливу будівництва на довкілля. В статті пропонуються рекомендації та стратегії для підтримки впровадження селективного демонтажу, включаючи законодавчу базу, стимули для індустрії та підвищення свідомості про переваги цього підходу. В статті [9] авторами також описано підходи до оцінки та вибору схем демонтажу, врахування екологічних та соціально-економічних аспектів прийняття рішень зносу будівель.

Багато наукових досліджень присвячено використанню чи правильній утилізації матеріалів та конструкцій, що утворились внаслідок демонтажу [6–8]. Ці статті присвячені дослідженню та аналізу ефективності застосування різних стратегій управління відходами на різних етапах циклу переробки відходів.

Як бачимо останні дослідження роблять акцент і віддають пріоритет демонтажу (знесенню) конструкцій та переробки будівельного сміття будівель, які планово виведені із експлуатації та їх присутність перешкоджає новій забудові території. Ці праці не стосуються розроблення виконавчої (робочої) документації на демонтажні роботи тим більше в складних умовах аварійної ситуації та діючого виробництва. Аварійна ситуація вимагає швидко оцінювати умови, пропонувати, розробляти рішення та відповідно діяти.

Викладення основного матеріалу дослідження. В перші години внаслідок настання аварійної ситуації перш за все, постає необхідність забезпечити безпеку задіяного робочого персоналу та довкілля. Для цього необхідно було у найкоротші терміни:

- відключити всі комунікації та системи живлення в будівлі;
- загасити пожежу яка виникла внаслідок вибуху авіорагети.
- виконати оцінку ступеня пошкодження будівлі;
- визначення основних проблем та розробка плану демонтажу зруйнованих та пошкоджених конструкцій.

Оскільки склалася аварійна ситуація, слід було прискорити процес демонтажу аварійних конструкцій, щоб мінімізувати можливі наслідки, такі як забруднення довкілля та ризик пошкодження інших будівель, обладнання та інженерних систем на території підприємства.

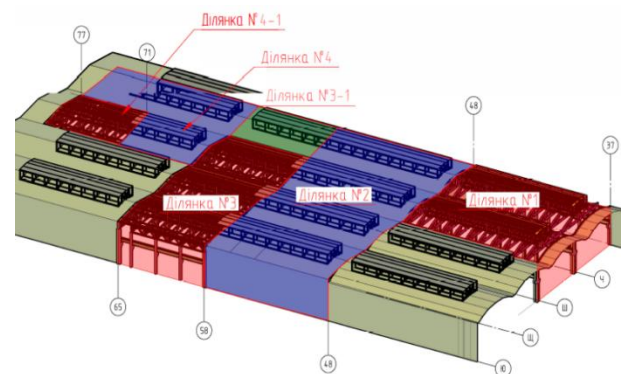


Рис. 3. Поділ будівлі на ділянки

Найперше, що було необхідно це демонтувати пошкоджені конструкції та обладнання, які потенційно можуть становити небезпеку (наприклад, обвалення конструкції, пошкоджені системи живлення тощо). Далі слід було продовжувати демонтаж поетапно, враховуючи особливості будівлі, розбивку на ділянки та можливі ризики.

Будівлю умовно було поділено на 6 ділянок (рис. 3), що найбільше постраждали внаслідок ракетної атаки.

На (рис. 3) червоним зазначені ті ділянки, що постраждали найбільше.

Схеми найбільш постраждалих частин представлені на (Рис. 4, а–в).

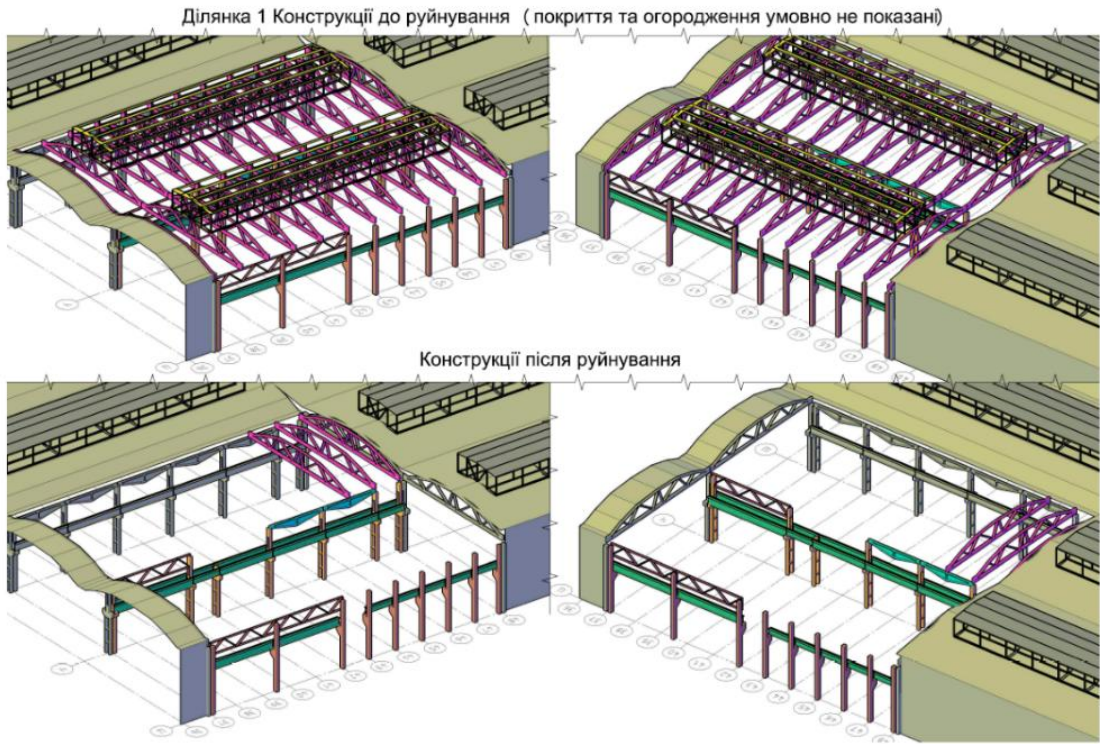


Рис. 4, а. 1-ша ділянка (представлені схеми конструкцій до руйнування та після)

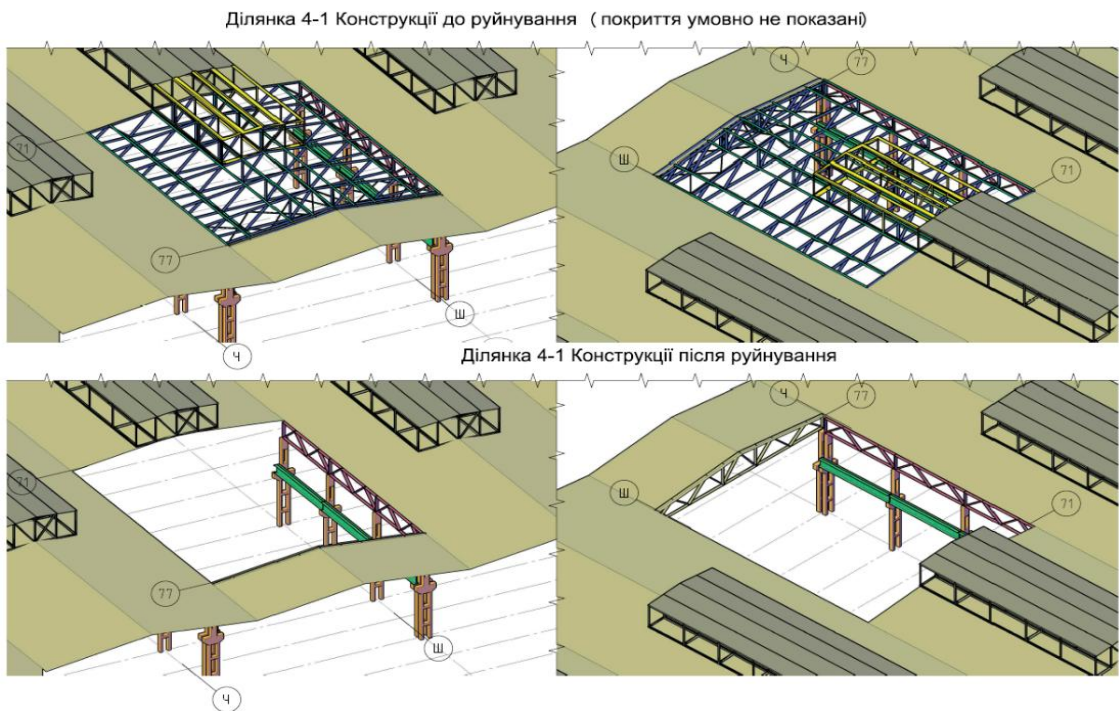


Рис. 4, б. Ділянка 4, 4-1 (представлені схеми конструкцій до руйнування та після)

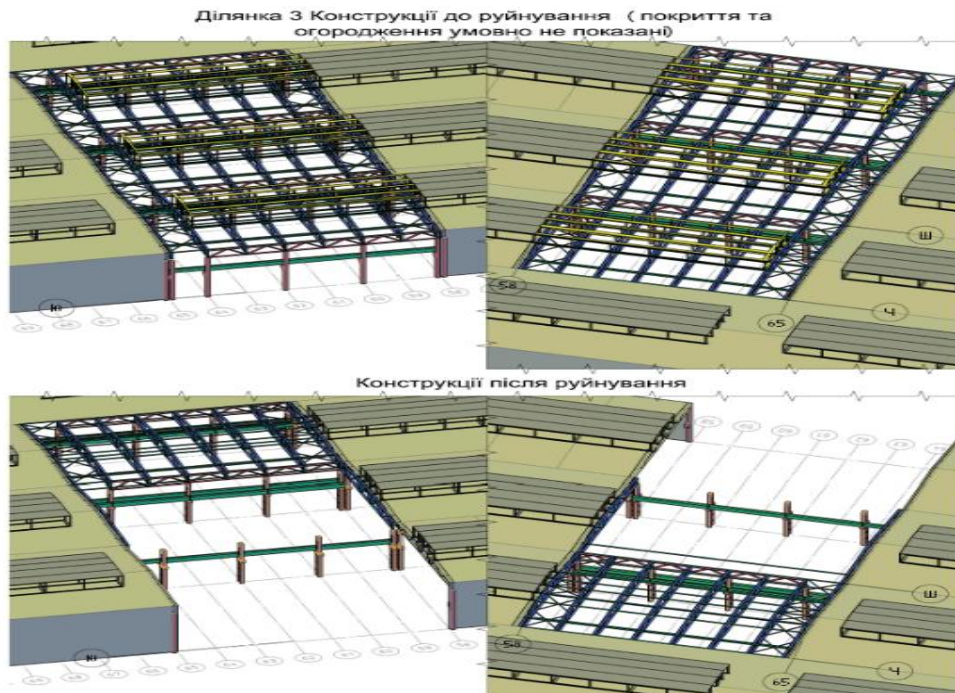


Рис. 4, в. Ділянка 3 (представлені схеми конструкцій до руйнування та після)

Після проведення всіх аварійних заходів, спеціалісти здійснили діагностику технічного обстеження конструкцій, що знаходилися поза небезпечною зоною

обвалення аварійних конструкцій. Після закінчення огляду та технічної експертизи була проведена приблизна оцінка обсягу виконання аварійних робіт (табл. 2).

Таблиця 2

Приблизна відомість аварійно-демонтажних робіт

№ п.п.	Найменування конструкцій	Од. виміру	Кількість
1. Конструкції світлоаераційного ліхтаря			
1.1	Демонтаж металевих конструкцій світлоаераційних ліхтарів промислових будівель висотою до 25м	т	160
1.2	Демонтаж покриття з металевих листів по конструкціям ліхтаря	т	195
1.3	Демонтаж покриття з збірних ребристих плит по конструкціям ліхтаря	м ³ /т	220/514
1.4	Демонтаж профільованого листа огороження ліхтаря	м ² /т	2270/72
1.5	Демонтаж металевого листа огороження ліхтаря	м ² /т	1290/25
1.6	Демонтаж бортових плит ліхтаря	м ³ /т	40/85
2. Конструкції каркасу			
2.1	Демонтаж металевих конструкцій ферм довжиною 30 м по залізобетонному каркасу	т	510
2.2	Демонтаж залізобетонних конструкцій ферм довжиною 30 м по залізобетонному каркасу	м ³ /т	144/336
2.3	Демонтаж металевих конструкцій підкрівляних ферм довжиною 12–36 м	т	135
2.4	Демонтаж металевих конструкцій підкранових балок 6–36 м	т	728
2.5	Демонтаж залізобетонних колон крайнього ряду	м ³ /т	225/510
2.6	Демонтаж залізобетонних колон середнього ряду	м ³ /т	432/993
2.7	Демонтаж металевих в'язів по залізобетонному каркасу	т	165
2.8	Демонтаж металевих площадок та огороження	т	150
3. Покриття по фермах			
3.1	Демонтаж покриття з металевих листів по конструкціям ферм	т	515
3.2	Демонтаж покриття з збірних ребристих плит по конструкціям ферм	м ³ /т	325/811
4. Огороджувальні конструкції			
4.1	Демонтаж металевих конструкцій каркасу скління	м ² /т	1512/75
4.2	Демонтаж збірних залізобетонних фасадних плит, довжиною 12 м	м ³ /т	140/460
4.3	Демонтаж збірних залізобетонних фасадних плит, довжиною 6 м	м ³ /т	60/155
4.4	Демонтаж профільованого листа огороження фасадів	м ² /т	667/21
4.5	Демонтаж воріт промислових будівель	т	14

На першому етапі необхідно було прибрати вже зруйновані конструкції та ті що зруйновані, але залишались закріплені та мали загрозу обвалення розчистити та підготувати робочі ділянки, щоб у подальшому встановити вантажопідіймальні крани та безпечно виконати демонтаж

конструкцій, що менше постраждали (рис. 5, 6).

Для переважної більшості робіт було доцільно використовувати екскаватори з різним навісним обладнанням (ківш, захвати, гідрonoжиці та гідромолоти).



Рис. 4. Очищення ділянки від зруйнованих конструкцій (фото до)

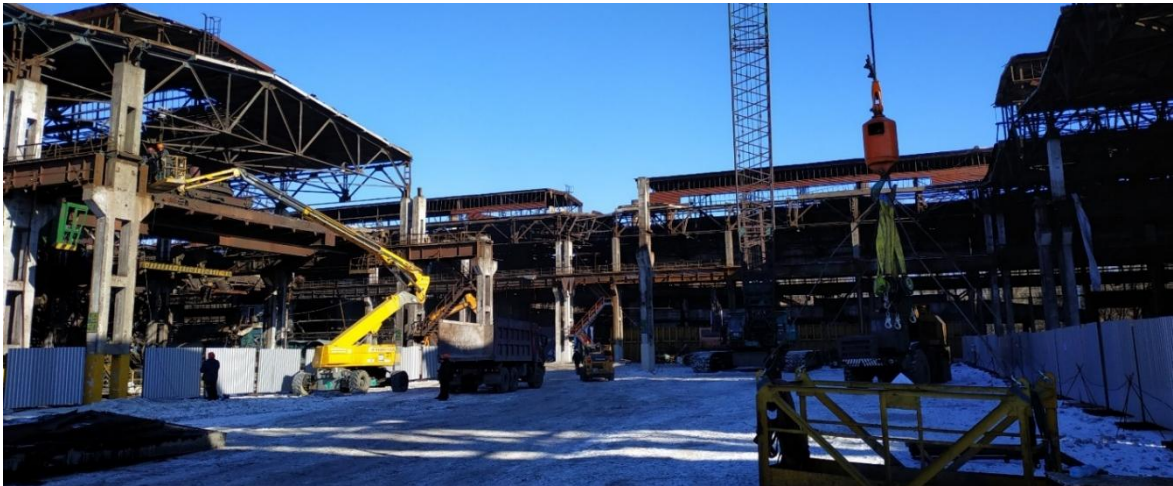


Рис. 6. Фото ділянки після очищення

Наступна задача полягала в тому щоб демонтувати аварійні конструкції, що залишалися бути приєднаними до каркасу: наприклад стінові панелі та прогони, що були в аварійному стані та могли обвалитися в будь-який час.

В загальному випадку технологія демонтажу панелей на значній висоті (від 7 м і більше) не відрізняється від монтажу, тільки йде у зворотному напрямку і передбачає:

- Огородження небезпечної зони, відстань від будівлі до небезпечної зони розраховується згідно додатку Е [10], для верхньої плити – 7 м ;

- Встановлення вантажопідіймального крану та автогідропідіймача;

- Оцінка стану панелі, визначення місць кріплення панелі до будівлі, як правило проводиться з колиски підвішеної

до гаку крану, або з платформи автогідропідіймача;

- Виконання стропування конструкції, що демонтується (виконання отворів в конструкції чи приварювання провусин до металевих частин панелі) та дати натягнення стропів;

- Робітнику на робочій платформі автогідропідіймача піднятися на рівень виконання робіт та виконати від'єднання, застропленого елемента від каркасу будівлі (відрізати металеві закладні деталі). Забороняється знаходження робітників під елементом, що демонтується та в небезпечній зоні;

- Спустити відділену плиту на рівень землі в зону складування демонтованих елементів.

Але в даних умовах таку технологію використовувати немає змоги, тому що плити дуже пошкоджені і вже не мають

конструктивної жорсткості, якщо навіть вдасться їх застропити, то при відрізанні закладних в місцях кріплення вони можуть скластися в довільному напрямку та зашкодити будівельним машинам та робітникам, що задіяні в демонтажних роботах. В таких випадках доцільно використовувати механічний демонтаж екскаваторами, але навіть екскаватор масою 30–40 т зі стандартною стрілою не впорається, тому що верхні плити знаходяться на значній висоті (понад 17 м), та ще й екскаватор повинен стояти поза небезпечною зоною, тобто в радіусі понад 7 м від аварійних конструкцій;

Для цієї роботи підійшов би екскаватор з подовженою стрілою. По своїм характеристикам він міг би з безпечної відстані виконати цю роботу, але по причині

високої завантаженості таких машин на відновленні інших будівель, високої вартості їх перебезування на майданчик та вартості роботи прийшлося відмовитись від їх застосування.

В результаті тісної співпраці ТОВ «Будівельна компанія «Ольвія» та ДВНЗ «ПДАБА» попередньо було розроблено альбом типових технічних схем «Принципові технічні рішення виконання демонтажних робіт» [11]. Одне з представлених рішень – це подовжувач стріли екскаватора для виконання демонтажних робіт. Схема демонтажу за допомогою екскаватора з подовжувачем стріли представлена нижче (рис. 7).

Сам подовжувач має вигляд (рис. 8), а фото готового технологічного пристрою (рис. 9) та фото його роботи (рис. 10).

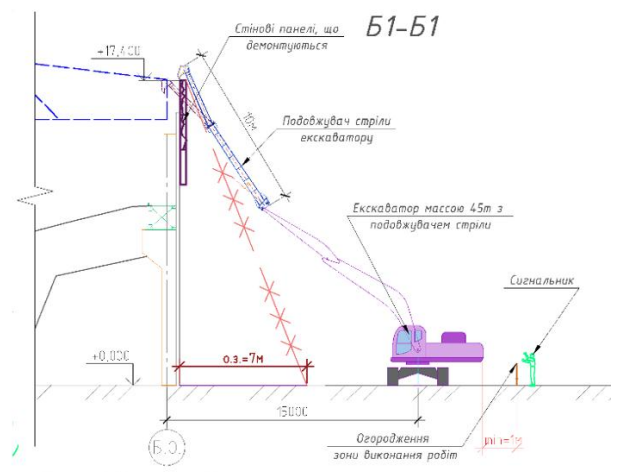
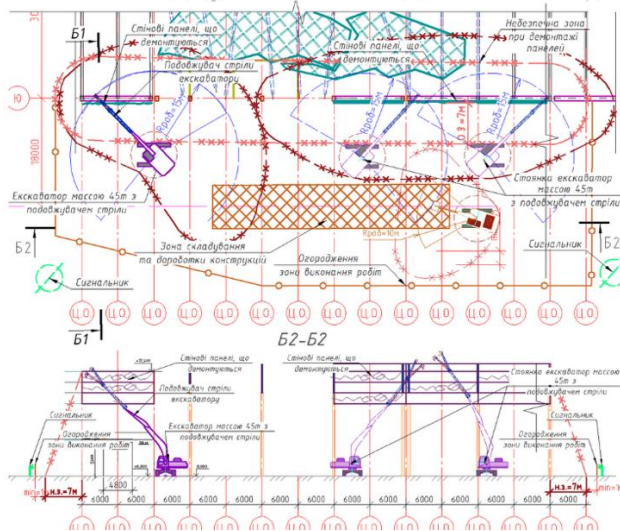


Рис. 5. Принципова схем демонтажу за допомогою екскаватора з подовжувачем стріли

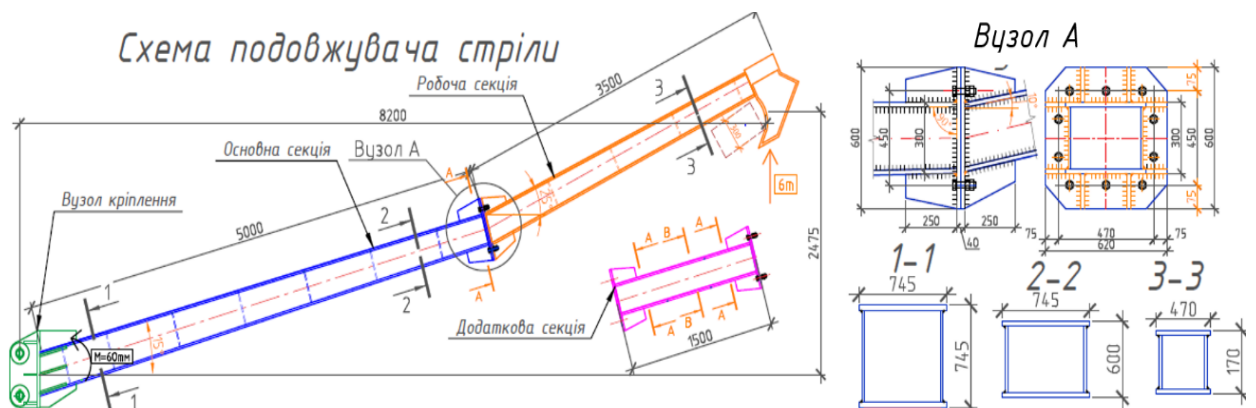


Рис. 8. Конструкційна схема подовжувача стріли екскаватору



Рис. 9. Фото подовжувача стріли на площадці зберігання



Рис. 10. Фото виконання робіт

Технологія виконання робіт при демонтажі панелей з використанням екскаватору з подовжувачем стріли передбачає:

- Виконати огороження зони виконання робіт стійчатим огороженням;
- Виконати навішування подовжувача стріли замість ковша;
- Екскаватору підїхати в зону демонтажу;
- За допомогою подовжувача закріпити аварійні стінові панелі та за допомогою гідравліки екскаватору виконати стягнення панелей з обваленням на рівень землі;
- Після виконання демонтажу відїхати на іншу стоянку.

Іншим екскаватором з гідромолотом розташованим поза небезпечною зоною обвалення панелей виконати доопрацювання панелі в зручній для завантаження та перевезення габарит.

Через аварійний стан конструкцій покриття, спричинений значними пошкодженнями внаслідок ракетної атаки,

виникла необхідність використання спеціальних технологій для демонтажу. Основним критерієм підбору обладнання була безпека робітників та мінімізація ризиків подальших обвалів нестабільних конструкцій. Тому для виконання демонтажних робіт були обрані гусеничні крани високої вантажопід'ємності, оснащені подвійними крюковими підвісками, що дозволяють одночасно транспортувати як робітників, так і демонтовані плити. Така технологія забезпечує контрольований демонтаж у складних умовах, дозволяючи оперативно і безпечно виконувати роботи на небезпечних ділянках.

Для демонтажу конструкцій були підібрані та задіяні гусеничні крани високої вантажопід'ємності 100 та 250 т з рухомими гаками. Крани будуть встановлювати на різних ділянках. А головною особливістю цих кранів є те, що в них є 2 крюкові підвіски на одному гаку (рис. 11), кожна з них має окремий механізм (гальма, лебідку, запасовки).

Це дозволяє завантажувати ці 2 гаки одночасно. На один гак навішується коліска з робітниками, а за інший можливо застропити плиту, що демонтується.

Таку технологію виконання робіт було прийнято для демонтажу аварійних панелей на цьому об'єкті. Схема виконання робіт (рис. 12) також увійшла в Альбом технічних рішень [11]. Фото виконання демонтажу дивись (рис. 13).

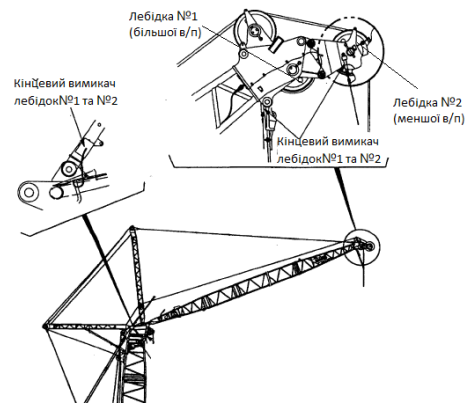


Рис. 11. Схема крюкової підвіски з 2 гаками

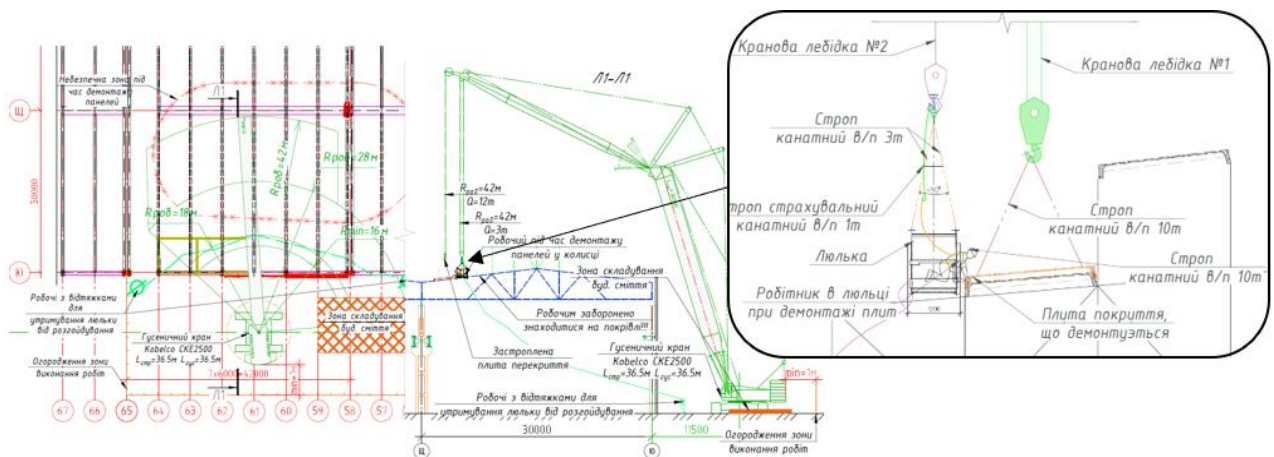


Рис. 12. Схема демонтажу аварійних плит покриття

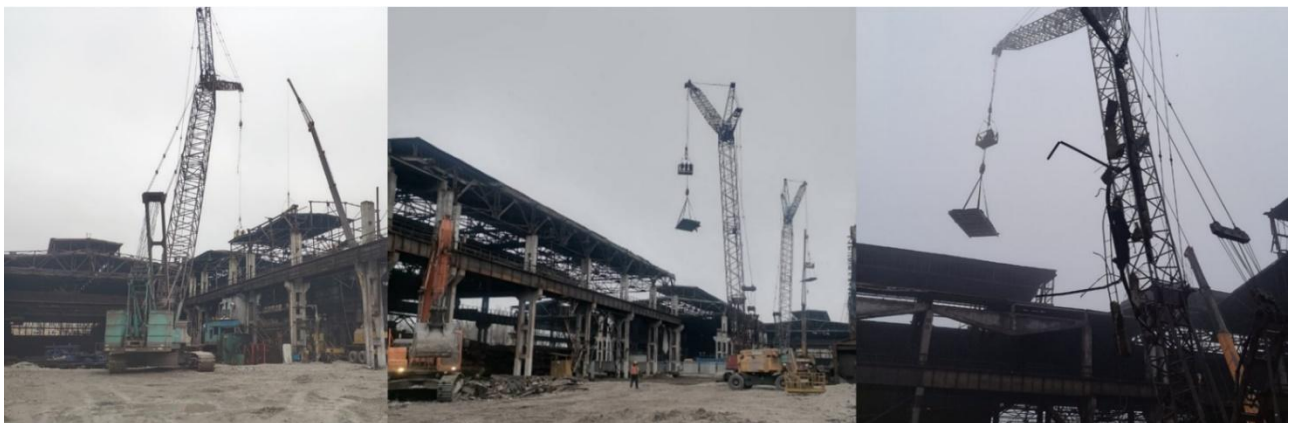


Рис. 13. Фото демонтажу аварійних плит покриття

Послідовність виконання операції при роботі в ляльці:

- Встановити кран в зоні виконання робіт;
- Приготувати ляльку до роботи в зоні складування;
- Виконати стропування ляльки (рис. 14), за гак з меншою вантажопід'ємності, вантажопід'ємність на заданому вильоті повинна бути в 1.5 рази більша ніж вага ляльки з робітниками і обладнанням;

- Підняти ляльку на 0.3м від рівня землі на майданчику складування, перевірити надійність стропування, опустити коліску;
- Робочим зайти в коліску та закріпитися запобіжним поясом за страхувальний строп підвішений до гаку крану;
- Перенести коліску на потрібний рівень в зону виконання робіт;
- Встановити коліску на висоті не більше 100 мм від аварійної покрівлі;

• Підвести гак крану № 2 та застропити аварійну плиту/лист металу;

• Робочим за допомогою ручного інструменту від'єднати плиту від загального масиву та перенести в зону тимчасового складування.

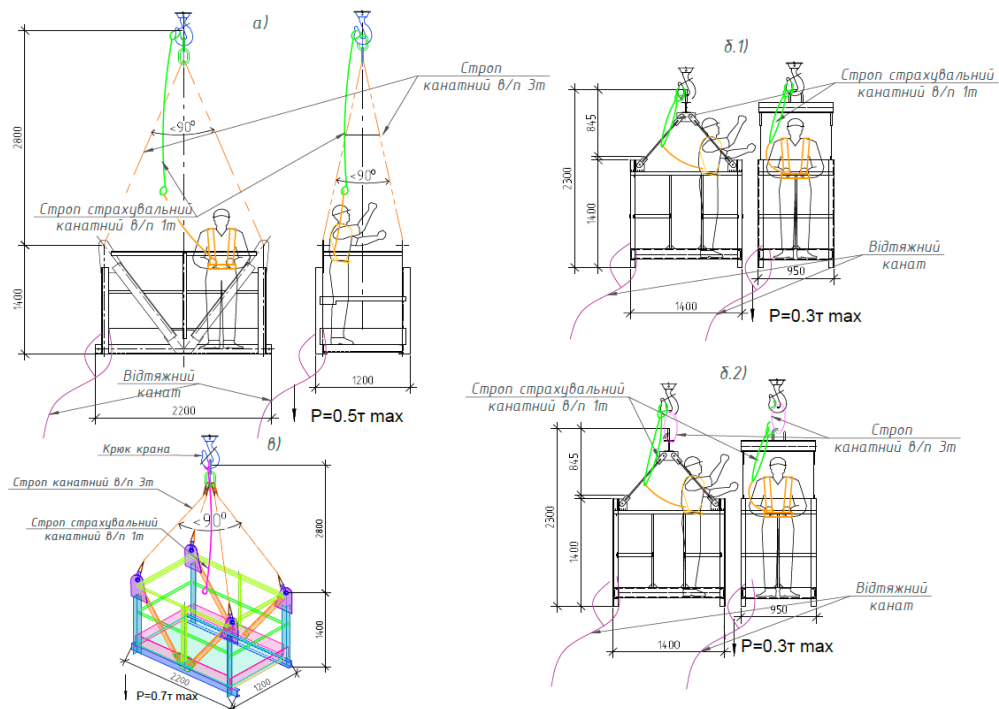


Рис. 14. Стропування люльки (колиски), підвішеної на гак крану: а – стропування колиски без траверси; б. 1 – стропування колиски з інвентарною траверсою на колисці, безпосередньо на гак крану; б. 2 – стропування колиски з інвентарною траверсою на колисці, через строп; в – аксонометрична схема стропування колиски

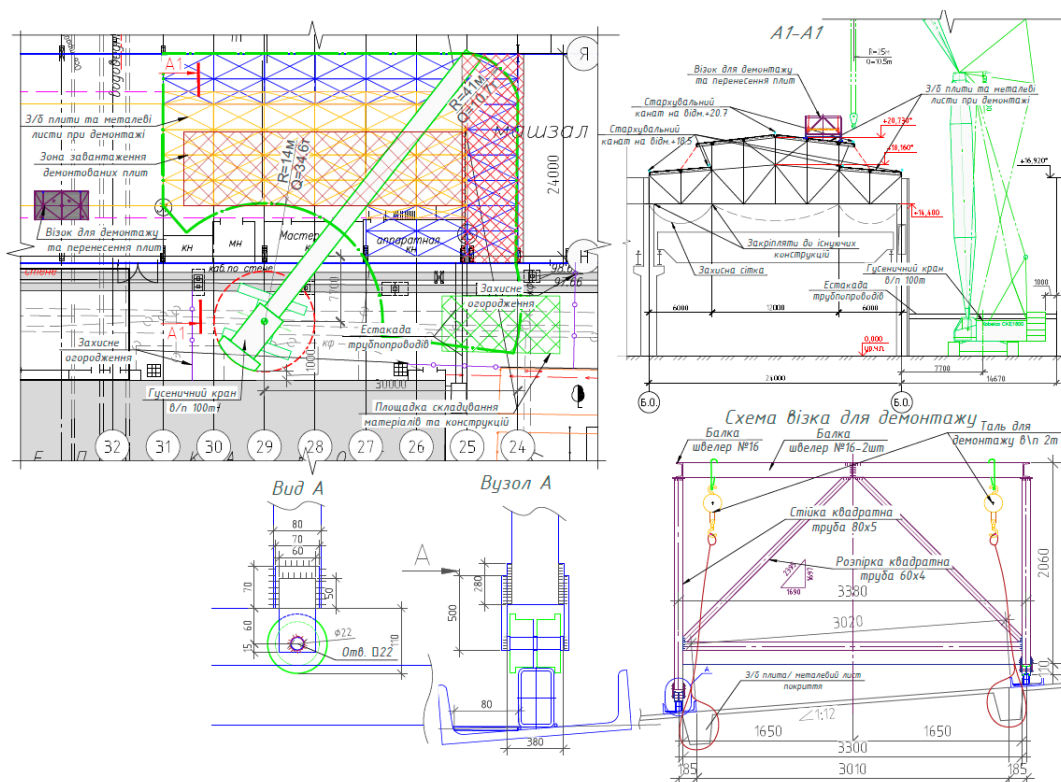


Рис. 15. Технологічна схема демонтажу плит за допомогою спеціалізованого візка



Страхувальний канат

Дерев'яний трап

Рисунок 16а. Схеми встановлення трапів

Після демонтажу частин будівлі, що знаходилися в аварійному стані, стало можливим перейти до демонтажу вцілілих частин покриття, які відведені під демонтаж. Технологія та організація даних робіт описана в багатьох статтях [4–5; 8–9]. Однак всі ці технології передбачають використання кранів, що на необхідному вильоті та висоті підйому така мають необхідну вантажопід'ємність. Варіанти, що не відповідають цим умовам не розглядаються. Наступний метод робіт частково може подолати цю проблему. В нашій споруді, що розглядається доволі велика ділянка, що зазнала руйнувань. Конструкції не попадають в зону роботи кранів. Задача полягала в тому, щоб демонтувати плити покриття/ металеві листи, на не пошкоджених ділянках та поза зоною досягнення роботи крану.

Для розв'язання цього завдання було прийнято наступну технологічну схему (рис. 15) виконання робіт за допомогою спеціалізованого візка.

Послідовність технологічної операції при виконанні робіт з візком:

Підготовчі роботи:

- Виконати обстеження покрівлі, якщо вона знаходиться в задовільному стані та на ній можуть знаходитись робітники;
- Робітникам піднятися на покрівлю по існуючим драбинам;
- Закріпити страхувальні канати за існуючі конструкції та покласти дерев'яні трапи на покрівлю (рис. 16а), при виконанні



Спеціалізована страхувальна система

Рис. 16б. Схеми спец. страхувальної системи

робітникам постійно бути закріпленими запобіжним поясом за конструкції, або встановлений страхувальний канат;

- Закріпити спеціалізовані страхувальні системи (рис. 16б) до існуючих конструкцій. Принцип дії страхувальної системи полягає в тому, що вона дає вільний рух робітнику вона розтягується при нормальній швидкості руху, а якщо швидкість перевищує 1 м/с (швидкість падіння), вона зупиняється (встановлюється на гальма) та тримає стропа в натягненні;

- Робітникам встановити напрямні рейки (див. вузол А рис. 14).

Встановити візок в робоче положення на напрямні рейки (рис. 17)

Основний технологічний процес:

- Робітникам підігнати візок над плиту/лист, що демонтується.
- Виконати пробивання отворів для стропування в залізобетонній плиті та приварювання провущин на металевий лист.
- Виконати стропування плити/ листа за талі навішені на візку.
- Виконати відокремлення залізобетонної плити за допомогою ручного інструменту (розбити шви та обрізати закладні деталі). Для металевих листів виконати від'єднання їх закладні деталі (рис. 17).
- За допомогою талей підняти, від'єднаний лист на 200–300 мм від покрівлі.



Рис. 17. Фото демонтажу покрівлі за допомогою спеціального візку

- Перевезти відокремлений лист за допомогою візка перевезти по напрямних рельсах перевезти в зону роботи крану.
- В зоні роботи крану опустити плиту/лист на покрівлю та розстропити її з талів;
- Та прибрати плиту/лист краном.

Висновки

В статті описано комплекс робіт, який необхідно виконати при ліквідації наслідків ураження промислового комплексу. На прикладі демонтажу конструкцій аварійної

промислової будівлі, що постраждала від ракетної атаки показано іноваційні технологічні рішення, що дозволяють знизити трудомісткість, підвищують ефективність застосування будівельних механізмів та забезпечують безпеку праці на об'єкті. Описані технологічні схеми, що викорстані придатні для виконання робіт на майже всіх промислових об'єктах зважаючи на їх технічний стан та навколишнє середовище майданчику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Naumov V., Bilokon A., Sokolov I., Plakhtii Y., Nesevrya P. Technology for Performing Emergency Dismantling Works at an Industrial Facility Destroyed Due to Military Actions. In: Feng, G. (eds). *Proceedings of the 10th International Conference on Civil Engineering, ICCE-2023. Lecture Notes in Civil Engineering*. Vol. 526. Springer, Singapore, 2004. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-97-4355-1_60
2. Llorente C., Cabrera M., Mateo A. Circular construction process : method for developing a selective, low CO₂eq disassembly and demolition plan. *Journal of Cleaner Production*. 2020. № 257. URL: <https://doi.org/10.3390/su133168815>
3. Zhisheng Jiang, Wenzhong Zheng, Ying Wang, Sheng Li, Linqi Sun. Green demolition technology of reinforced concrete slab : application of soundless chemical demolition agents and its evaluation system. First published: 11 February 2023. Heilongjiang Touyan Innovation Team Program. Grant/Award Number: 2019-49. URL: <https://doi.org/10.1002/suco.202201162>
4. Ngoc Han Hoang, Tomonori Ishigaki, Takuma Watari, Masato Yamada, Ken Kawamoto. Current state of building demolition and potential for selective dismantling in Vietnam. *Waste Management*. 2022. Vol. 149. Pp. 218–227. ISSN 0956-053X. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.06.007>
5. Wang Q., Jiang T., Liu L., Zhang S., Kildunne A., Miao Z. Building a whole process policy framework promoting construction and demolition waste utilization in China. *Waste Management & Research*. 2023. № 41 (4). Pp. 914–923. doi:10.1177/0734242X221126393.

6. Mesa Jaime A & Fúquene Carlos & Maury-Ramirez Anibal. Life Cycle Assessment on Construction and Demolition Waste: A Systematic Literature Review. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Pp. 7676. doi: 10.3390/su13147676.
7. Marina Ilić, Magdalena Nikolić Waste management benchmarking : a case study of Serbia, *abitat International*. Vol. 53. 2016. Pp. 453–460. ISSN 0197-3975. URL: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.022>
8. Білоконь А. І., Несеєря П. І., Наумов В. О. Систематизація і типізація проектних рішень знесення та демонтажу будівель і споруд. *Металознавство та термічна обробка металів*. № 4 (99). 2022. С. 18–31. URL: <https://doi.org/10.30838/j.pmhtml.2413.271222.18.907>.
9. Білоконь О. І., Несеєря П. І., Наумов В. О. Аналіз основних технічних рішень у проектах зносу будівель та споруд. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 3. С. 15–26. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.050722.15.860>.
10. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Вид. офіц. Київ : Мін-во регіон. розвитку та будівництва України, 2012. 122 с. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/32_2_2009.pdf
11. Наумов В. О., Білоконь А. І., Несеєря П. І., Поваляєв І. С. Принципові технічні рішення при виконанні демонтажних робіт Будівель і споруд. Альбом технічних рішень. Дніпро : ВНЗ «ПДАБА», ТОВ «БК «Ольвія»», 2023. 28 с.

REFERENCES

1. Naumov V., Bilokon A., Sokolov I., Plakhtii Y. and Nesevrya P. Technology for Performing Emergency Dismantling Works at an Industrial Facility Destroyed Due to Military Actions. In: Feng, G. (eds). Proceedings of the 10th International Conference on Civil Engineering. ICCE 2023. Lecture Notes in Civil Engineering. Vol. 526, Springer, Singapore, 2002. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-97-4355-1_60
2. Llorente C., Cabrera M. and Mateo A. Circular construction process : method for developing a selective, low CO₂eq disassembly and demolition plan. *Journal of Cleaner Production*. 2020, no. 257. URL: <https://doi.org/10.3390/su133168815>
3. Zhisheng Jiang, Wenzhong Zheng, Ying Wang, Sheng Li and Linqi Sun. Green demolition technology of reinforced concrete slab : application of soundless chemical demolition agents and its evaluation system. First published: 11 February 2023. Heilongjiang Touyan Innovation Team Program, Grant/Award Number: 2019-49. URL: <https://doi.org/10.1002/suco.202201162>
4. Ngoc Han Hoang, Tomonori Ishigaki, Takuma Watari, Masato Yamada and Ken Kawamoto. Current state of building demolition and potential for selective dismantling in Vietnam. *Waste Management*. Vol. 149, 2022, pp. 218–227. ISSN 0956-053X. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.06.007>.
5. Wang Q., Jiang T., Liu L., Zhang S., Kildunne A. and Miao Z. Building a whole process policy framework promoting construction and demolition waste utilization in China. *Waste Management & Research*. 2023, no. 41 (4), pp. 914–923. doi:10.1177/0734242X221126393.
6. Mesa Jaime A & Fúquene Carlos & Maury-Ramirez Anibal. Life Cycle Assessment on Construction and Demolition Waste : a Systematic Literature Review. *Sustainability*. 2021, vol. 13, pp. 7676. doi: 10.3390/su13147676.
7. Marina Ilić and Magdalena Nikolić. Waste management benchmarking : a case study of Serbia, *abitat International*. Vol. 53, 2016, pp. 453–460. ISSN 0197-3975. URL: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.022>
8. Bilokon A.I., Nesevria P.I. and Naumov V.O. *Systematyzatsiia i typizatsiia proektnykh rishen znesennia ta demontazhu budivel i sporud* [Systematization and typification of project solutions for demolition and dismantling of buildings and structures]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metal Science and Heat Treatment of Metals]. 2022, no. 4 (99), pp. 18–31. URL: <https://doi.org/10.30838/j.pmhtml.2413.271222.18.907>. (in Ukrainian).
9. Bilokon O.I., Nesevria P.I. and Naumov V.O. *Analiz osnovnykh tekhnichnykh rishen u proektakh znosu budivel ta sporud* [Analysis of the main technical solutions in projects of demolition of buildings and structures]. *Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury* [Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture]. 2022, no. 3, pp. 15–26. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.050722.15.860> (in Ukrainian).
10. *DBN A.3.2-2-2009. Systema standartiv bezpeky pratsi. Okhorona pratsi ta promyslova bezpeka u budivnytstvi. Osnovni polozhennia (NPAOP 45.2-7.02-12)* [DBN A.3.2-2-2009. System of labor safety standards. Occupational safety and industrial safety in construction. Basic provisions (NPAOP 45.2-7.02-12)]. View. officer. Kyiv : Ministry of the Region. Development and Construction of Ukraine, 2012, 122 p. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/32_2_2009.pdf (in Ukrainian).
11. Naumov V.O., Bilokon A.I., Nesevria P.I. and Povaliaiev I.S. *Pryntsypovi tekhnichni rishennia pry vykonanni demontazhnykh robit Budivel i sporud. Albom tekhnichnykh rishen* [Basic technical solutions for dismantling buildings and structures. Album of technical solutions]. Dnipro : SHEI “PSACEA” Publ., LLC “BK “Olviia”” Publ., 2023, 28 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 01.11.2024.