

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, спеціальної комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ПЕРЕРОБКА ТА ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ
БУДІВЕЛЬ ВИВЕДЕНИХ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ»

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21м
спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія
(номер і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Фелчук В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Попович М.М.

(прізвище та ініціали)

« 18 » 06 2023 р.

Опонент: к.т.н., проф., каф. ІСБ

(вчений ступінь, посада)

Коч І.В.

(прізвище та ініціали)

« 19 » 06 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

Швец В.В.

В. В. Швець

(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 2023 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Шець В.В.
(підпис)

Шець В.В.
(прізвище та ініціали)

2023 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Федчука Василя Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Переробка та повторне використання
матеріалів будівель виведених з експлуатації

керівник роботи Попович М.М., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03.2023 року №68

2. Строк подання магістрантом роботи 31.05.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Відомі рішення по руйнуванню і переробці кон-
струкцій будівель, виведених з експлуатації. Передбачається аналіз впливу уда-
рних хвиль з використанням гідравлічного ефекту в розрядно-імпульсній тех-
нології. Результати власних попередніх досліджень, результати огляду літерату-
рних джерел.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно ро-
зробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, пред-
мет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація).

1. Науково-дослідна частина (аналіз стану питання, огляд літературних джерел;
причини руйнувань; методи демонтажу будівель; методика і результати модель-
них досліджень з використанням електричного вибуху провідників; пропозиції
по вдосконаленню технології руйнування залізобетону)

2. Технологічний розділ (розробка технологічних рішень з використанням
результатів досліджень)

3. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

4. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження ре-
зультатів наукової розробки).

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 1. Науково-дослідний розділ – 8 - 10 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
 2. Технічний розділ – 2-3 арк. (архітектурні креслення, технологічна схема виконання робіт, вказівки до виконання робіт, графік виконання робіт)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Науковий розділ	Попович М.М., доц.	4.02. <i>М.М. Попович</i>	18.06. <i>М.М. Попович</i>
Технічна частина	Попович М.М., доц.	4.02. <i>М.М. Попович</i>	18.06. <i>М.М. Попович</i>
Охорона праці та ЦЗ	Кобилянська І.М., проф.	<i>І.М. Кобилянська</i>	<i>І.М. Кобилянська</i>
Економічна частина	Лялюк О.Г., доц.	<i>О.Г. Лялюк</i>	<i>О.Г. Лялюк</i>

7. Дата видачі завдання 04.02.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Науково-дослідна частина	03.02-03.04.23	<i>вик</i>
2	Технологія будівельного виробництва	04.04-16.04.23	<i>вик</i>
3	Охорона праці та цивільний захист	17.04-25.04.23	<i>вик</i>
4	Економічна частина	26.04-05.05.23	<i>вик</i>
5	Оформлення МКР	06.05-15.05.23	<i>вик</i>
6	Подання МКР на кафедру для перевірки	16.05-18.05.23	<i>вик</i>
7	Попередній захист	19.05-22.05.23	<i>вик</i>
8	Опонування	25.05-30.05.23	<i>вик</i>

Магістрант *В.А. Федчук* (підпис) Федчук В. А. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи *М.М. Попович* (підпис) Попович М. М. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Федчук В.А. Переробка та повторне використання матеріалів будівель виведених з експлуатації. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2023. 128 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 42 назв; рисунок: 32; табл. 25.

Метою роботи є експериментальне дослідження характеру руйнування бетону при використанні технології електричного розряду з розміщенням провідника безпосередньо в свердловині виготовленій в товщі зруйнованого зразка при зміні геометричних характеристик і кроку розташування свердловин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати існуючі методи руйнування бетонних і залізобетонних виробів;
- виконати експериментальні дослідження по руйнуванню зразків бетону електричним вибухом провідників;
- оцінити ефективність руйнування бетону при електричному вибуху провідників з різних матеріалів;

Проведено модельний експеримент. Виготовлено обладнання для проведення експериментів, експериментально досліджено ефект руйнування залізобетонних конструкцій при дії електрогідравлічного ефекту, запропоновано нові технічні і технологічні рішення ефективного руйнування.

В технічній частині роботи розглянуто використання запропонованого автором способу демонтажу фундаменту при реконструкції діючої котельні в м. Бар. Виконано розділ охорони праці та економічний розділ.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 20 аркушів графічної частини.

Ключові слова: бетон, залізобетон, утилізація, руйнування, електричний вибух провідників, експеримент, пристрій.

ABSTRACT

Fedchuk V.A. Processing and reuse of materials of decommissioned buildings. Master's qualification work on specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - industrial and non-civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2023. 128 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 42 titles; drawing: 32; table 25.

The purpose of the work is an experimental study of the nature of the destruction of concrete when using the technology of electric discharge with the placement of the conductor directly in the borehole made in the thickness of the destroyed sample when changing the geometric characteristics and the step of the location of the boreholes.

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

- analyze existing methods of destruction of concrete and reinforced concrete products;
- perform experimental studies on the destruction of concrete samples by electric explosion of conductors;
- to evaluate the effectiveness of concrete destruction during the electric explosion of conductors made of different materials;

A model experiment was conducted. Equipment for conducting experiments was manufactured, the effect of the destruction of reinforced concrete structures under the action of the electrohydraulic effect was experimentally investigated, and new technical and technological solutions for effective destruction were proposed.

In the technical part of the work, the use of the method of dismantling the foundation proposed by the author during the reconstruction of the existing boiler house in the city of Bar is considered. The labor protection section and the economic section have been completed.

The master's qualification work contains 20 sheets of the graphic part.

Key words: concrete, reinforced concrete, utilization, destruction, electrical explosion of conductors, experiment, device.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ РУЙНУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОНУ	14
1.1 Розвиток виробництва бетону та залізобетону	14
1.2 Проблема утилізації бетонних і залізобетонних конструкцій	17
1.3 Способи обробки залізобетонних і бетонних виробів	20
1.3.1 Зарубіжний досвід переробки будівельного сміття	35
1.4. Технології електричного розряду	37
1.4.1 Електрогідравлічний ефект	37
1.4.2 Електроімпульсна технологія	41
1.4.3 Електричний вибух провідників	49
Висновки	57
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	59
2.1 Методи проведення дослідів	59
2.2 Аналіз гранулометричних характеристик продуктів електричного вибуху провідників різного діаметру	63
2.3 Аналіз гранулометричних характеристик продуктів електричного вибуху провідників з різних металів	67
Висновки	70
3 РОЗРОБКА СПОСІБУ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РУЙНУВАННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ	71
Висновки	74
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	75
Реконструкція існуючої котельні в місті Бар	
4.1 Аналіз проектної і технічної документації	75
4.2 Конструктивна схема	77
4.3 Результати технічного обстеження будівлі	77
4.4 Висновки про технічний стан конструкцій будівлі	89
4.5 Технологічна карта на виконання робіт по руйнуванню бетонних конструкцій будівлі	89
4.5.1. Загальні положення	89
4.5.2. Організація та технологія виконання робіт	92
4.5.3 Вимоги до якості робіт	95
4.5.4. Потреба в матеріально-технічних ресурсах	95

	7
4.5.5. Техніка безпеки і охорона праці	96
Висновки	97
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РУЙНУВАННЯ БЕТОНУ ЕЛЕКТРИЧНИМ ВИБУХОМ ПРОВІДНИКІВ	98
5.1 Планування роботи	98
5.2 Витрати на виконання робіт	99
5.2.1 Матеріальні витрати	100
5.2.2 Витрати на оплату праці	100
5.2.3 Соціальні внески	101
5.2.4 Інші витрати	102
5.2.5 Накладні витрати	102
5.2.6 Вартість проекту	102
5.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки	103
Висновки	107
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	108
6.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	108
6.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць	108
6.1.2 Електробезпека	111
6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	113
6.2.1 Мікроклімат	113
6.2.2 Склад повітря робочої зони	113
6.2.3 Виробниче освітлення	114
6.2.4 Виробничий шум	114
6.2.5 Виробнича вібрація	115
6.2.6 Фактори умов праці	116
6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	115
Висновки	115
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	118
Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	123
Додаток Б. Графічна частина	124

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Одним з найважливіших резервів економії матеріальних і енергетичних ресурсів в сфері будівництва є використання відходів підприємств з виробництва збірного залізобетону і демонтованих об'єктів будівництва у вигляді брухту бетону. У багатьох випадках непридатні бетонні та залізобетонні вироби довго зберігаються на складах виробників, вивозяться на звалища, закопуються в землю, що забруднює навколишнє середовище і позбавляє промисловість значної кількості дорогого матеріалу.

Щорічно в нашій країні формується близько 1-3 мільйонів тонн бетонних і залізобетонних відходів, а в найближчому майбутньому збільшення обсягу брухту бетону при демонтажі будівель пошкоджених в результаті бойових дій досягне 15-17 млн. тонн на рік. Уже на даний час на відвалах накопичено таку кількість вторинної сировини, утилізація якого дозволила б отримати понад 1,5 млн. тонн вторинної сировини - металу і 40 млн. тонн брухту бетону [1, 26].

Придатність до вторинного використання в залізобетоні дуже висока. Арматурна сталь і закладні деталі йдуть в переплавку, а відходи бетону практично повністю можуть бути повторно використані в якості заповнювача для звичайних бетонів або в якості баласту в будівництві автомобільного транспорту. Крім будівництва, щебінь використовується при рекультивації земель для засипки виробок в землю.

У світі вже з'явилося таке поняття, як життєвий цикл будівлі, яке включає в себе всі етапи від початку будівництва до повного розпорядження залишками об'єкта. Для будівництва із залізобетону такий підхід особливо актуальний. Витрати на розбирання об'єкта і усунення зруйнованих матеріалів повинні бути передбачені в кошторисі на момент проектування і накопичені в складі амортизаційних відрахувань протягом усього періоду експлуатації конструкції.

У зв'язку з великими обсягами переробки високоефективної технології цього процесу до сих пір не знайдено. Сьогодні в основному використовуються дві технології: механічна і електроімпульсна.

Електроімпульсний спосіб руйнування діелектричних і напівпровідних матеріалів широко застосовується для дроблення і шліфування матеріалів, різання блокового каменю, руйнування некондиційних залізобетонних виробів і т.д. Перспективним напрямком з метою оптимізації процесу руйнування є використання феномена ЕВП.

Ініціювання розряду електровибухаючим провідником в порівнянні з висковольтним пробоем при рівних можливостях електрообладнання дає можливість локалізувати місце пробоею аж до забезпечення в ряді випадків заданої геометрії каналу розряду, домогтися великих пікових ефектів, підвищити ефективність переходу електричної енергії в енергію вибуху, значно знизити робочу напругу установок з рівня 50 - 500 кВ до значень ~ 5 кВ, і, відповідно, рівня ізоляції.

Ступінь розробленості теми дослідження. Ефект введення розряду в твердий діелектрик під шаром рідини був відкритий в 60-х роках минулого століття. Основоположником технології ЕІ руйнування є Л.А. Юткін. Серед зарубіжних дослідників можна відзначити наступні роботи: В.С. Аадной, А. Родланд, Р.Ф. Мітчелл, М.Л. Пейн, Х. Іноуе, І. Нісідзава, С. Кацукі, Х. Акіджама, Вольфганг Фрей, Г. Блум, Вільям М. Моені.

На основі цього ефекту були запропоновані і розроблені такі технології ЕІ руйнування і модифікації матеріалів, як буріння, різання, зняття поверхневого шару, дроблення та ін. Сьогодні дослідження в цій області проводять такі вузи Technische Universität Dresden (Німеччина), China University of Geosciences (Китай), а також зарубіжні компанії Komatsu, Schlumberger, Metsa, Unodrill, Halliburton, SwissGeoPower, Selfrag.

ЕІ буріння міцних порід (гранітів) розглядається як перспективна технологія організації геотермальної енергії свердловин в ряді зарубіжних компаній. Руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій будівель, виведених з експлуатації та переробка матеріалів для повторного використання для економічної доцільності повинно опиратися на використання сучасних, енергоефективних технологій.

Метою роботи є визначення можливості і умов електроімпульсного руйнування залізобетонних конструкцій, як з різним рівнем напруженості електричного поля, так і в середовищах з різною діелектричною проникністю, а також визначення можливості зниження робочої напруги шляхом використання електропідриву.

Для досягнення поставленої мети були **вирішені наступні завдання:**

1. Проаналізувати відомі методи руйнування конструкцій будівель, введених з експлуатації.
2. Розробити стенд для випробування руйнування гірських порід імпульсами високої напруги, прикладеними до провідника.
3. Визначити рівень пробивної напруги для повітря, води і бетону при подачі імпульсу напруги і порівняти отримані дані з відомими даними для цих середовищ.
4. Розглянути карту руйнування на основі реальних зразків для моделювання процесів хвильової динаміки, що відбуваються в процесі руйнування твердих тіл.
5. Удосконалити спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл, по на основі отриманих результатів та даних фізичних експериментів.

Об'єкт дослідження. Бетонні конструкції після дії на них імпульсного високоенергетичного впливу в процесі руйнування.

Предмет дослідження. Деформативність бетонних конструкцій будівель та споруд при дії на них імпульсного високоенергетичного впливу в процесі руйнування.

Наукова новизна. Вперше встановлено, що використання електричного вибуху провідника (ЕВП) призводить до зниження пробивної напруги в порівнянні з високовольтним імпульсом напруги і в умовах даного дослідження досягає: 23% - бетону, 24% - води, 25% - повітря.

Вперше експериментально показано, що ЕВП дозволяє знизити робочу напругу генератора більш ніж в 2 - 5рази.

Запропоновано метод одночасного впливу високовольтних імпульсів і послаблення по лінії майбутнього руйнування твердого тіла (гірських порід).

Теоретична і практична значимість роботи.

Теоретична значимість дипломної роботи полягає в поглибленні і розширенні фізичного розуміння пробою при введенні каналу руйнування в бетонах і впливу рідких середовищ на ці процеси.

Запропоновано гіпотезу теоретичного пояснення механізму зниження пробивної напруги при впливі імпульсу напруги при використанні ЕВП.

Прикладна значимість дослідження:

- реалізація методу руйнування ЕВП в електророзрядних технологіях буріння, дроблення, різання матеріалу, що дозволяє досягти зниження робочої напруги високовольтних імпульсних генераторів;

- розроблена схема може бути використана для моделювання електричного вибуху, дослідження процесів динаміки хвиль і прогнозування картини руйнування в залежності від параметрів схеми розряду;

- електродна система буде використовуватися в подальших дослідженнях в області технологій ЕІ в ВНТУ і в навчальному процесі.

Методологія та методи дослідження. Методологія дослідження базується на комплексному підході, що включає експериментальне дослідження пробою твердих тіл під впливом імпульсів напруги в умовах багатоканального пробою на різних рівнях напруженості електричного поля та різних типів рідких середовищ.

В якості джерел високовольтних імпульсів використовувався високовольтний трансформатор від мікрохвильовки і високовольтний конденсатор К 75-49. Пробій бетонних зразків імпульсом напруги здійснювався через повітряний розрядник з подачею напруги через високовольтні провідники до провідника в свердловині, який підриваючись, створює гідроімпульс і руйнує матеріал бетону. Для реалізації пробою була використана багатозазорна електродна система.

Положення, що підлягають захисту.

1. Вплив імпульсу напруги при ЕВП викликає зниження напруги пробою щодо пробою однополярним імпульсом для всіх досліджуваних середовищ - твердого, рідкого, газового.

2. Збільшення діелектричної проникності рідкого середовища викликає збільшення середньої кількості вбудованих розрядних каналів при зниженні продуктивності одноразового впливу в кожному міжелектродну свердловину.

3. Попереднє послаблення в вигляді розвантажувального каналу в бетоні по лінії майбутнього руйнування сприяє збільшенню відстані між свердловинами і викликає локальне збільшення електричного поля, що провокує початок розвитку тріщин в бетоні.

Ступінь достовірності та апробації результатів роботи. Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням відомих методів досліджень і сучасного обладнання, систематичним характером лабораторних експериментів, вимірювань і обробки даних, а також узгодженням отриманих результатів з даними робіт інших авторів.

Апробація результатів

Результати дослідження були апробовані на ЛІІ Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету НТКП ВНТУ (2023) 21-23 червня 2023 року.

Публікації за темою дослідження

Основні результати дослідження представлені в тезах «Методи подрібнення конструкцій будівель виведених з експлуатації» [40]

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17700>.

Подано заявку на патент на корисну модель «Спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл» в ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ» (УКРПАТЕНТ).

Особистий внесок автора полягає в аналізі літературних даних, безпосередній участі в розробці, підготовці та проведенні експериментів, аналізі та обговоренні отриманих результатів. Формулювання завдань, обговорення всіх

наукових результатів і положень, викладених в роботі, здійснювалося спільно науковим керівником. За результатами дослідження була зроблена доповідь на конференції та підготовлена і подана для реєстрації заявка на патент у співавторстві.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 128 сторінках, містить 32 рисунків, 25 таблиць, 42 джерел. Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновку та списку використаної літератури.

1 ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ РУЙНУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

1.1 Розвиток виробництва бетону та залізобетону

Бетон і залізобетон широко використовуються у всіх країнах для будівництва найрізноманітніших об'єктів. У найближчому майбутньому ці матеріали залишаться найбільш використовуваними у всіх сферах будівництва. Широкому застосуванню бетону сприяли такі загальні передумови:

- практично невичерпні запаси сировини для виробництва в'язучих і заповнювачів бетону;
- екологічна доцільність використання промислових відходів в якості сировини для в'язучих і щебеню;
- можливість зниження середньої щільності бетону шляхом заміни природних заповнювачів на штучні, пористі;
- здатність задовольняти зростаючі і різноманітні вимоги цивільного і промислового будівництва, включаючи створення підземних, підводних і плавучих споруд;
- низька енергоємність технологічного процесу виготовлення конструкцій, порівняльна простота технології, можливість надання бетонним виробам будь-якої форми і обробки;
- конструктивна сумісність бетону з багатьма будівельними та оздоблювальними матеріалами для додання залізобетонним конструкціям необхідних експлуатаційних і архітектурних властивостей.

Розвиток виробництва і застосування залізобетонних виробів супроводжувалося факторами, які можна розділити на дві групи:

Фактори, що забезпечують можливість поліпшення конструктивних рішень або появи нових конструкцій, що дозволяють організувати виробництво залізобетонних виробів і зведення монолітних конструкцій в наростаючих обсягах впорядковано ефективними і надійними способами. До цієї групи факторів можна віднести наступні: розвиток теорії бетону і залізобетону і практичних методів розрахунку; створення різних видів бетону (важких, легких, комірчастих,

жароміцних і т.д.), ефективних арматурних сталей і армування продукції, розробка нових і вдосконалення існуючих технологій у виробничих процесах, створення потужної галузевої промисловості для заводського виробництва залізобетонних виробів і конструкцій.

Фактори, що визначають необхідність поліпшення параметрів конструкцій і споруд, що вплинули на склад номенклатур залізобетонних виробів для різних напрямків будівництва, а також напрямки подальшого оновлення проектних рішень. До другої групи факторів можна віднести розробку об'ємно-планувальних рішень промислових, громадських і житлових будівель, уніфікацію і типізацію споруд, розширення застосування залізобетонних конструкцій в нових видах будівництва (транспорт, зв'язок, атомна енергетика, підземне, плаваюче, підводні споруди, будівництво в районах Півночі та ін.).

Висока надійність і довговічність бетонних і залізобетонних конструкцій, їх стійкість до високих температур і агресивних середовищ, здатність бетону тверднути і набирати міцність під водою, можливість зведення будівель, споруд і споруд різної форми з бетону і залізобетону відповідно до їх призначенням і експлуатаційними вимогами вже давно приваблюють будівельників.

Застосування залізобетону в Україні почалося в 80-х роках XIX століття. Найбільшого поширення вона отримала на півдні країни, де обсяги будівництва були особливо великими і були сприятливі умови (коротка зима, близькість до цементного і металургійного заводів, дешеві високоякісні заповнювачі) для зведення залізобетонних конструкцій (на той момент тільки монолітних). В основному залізобетон використовувався при будівництві багатоповерхових промислових і цивільних будівель, портових споруд і мостів. У будівництві в 1918-1928 роках було використано понад 18 млн. м³ бетону і залізобетону; Тільки до 1928 року було закладено не менше 4,7 млн. м³ бетону і залізобетону, було спожито 1,4 млн. тонн цементу і 370 000 тонн арматури, або 11, 5% виробленого прокату. Область застосування залізобетону в 1930-1941 роках стала досить великою. Монолітний залізобетон використовувався для виготовлення основних несучих конструкцій одноповерхових і багатоповерхових промислових будівель (фундаментів, колон, кранових балок, покриттів і навіть стін, балкових і безбалкових

перекриттів), багатоповерхових житлових будинків, ліфтів, бункерів, резервуарів і підземних конструкцій. У роки Великої Вітчизняної війни в умовах найгострішої нестачі сталі, бетон і залізобетон широко використовувалися при будівництві найважливіших об'єктів оборонної промисловості.

Висока якість залізобетону як міцного і стійкого будівельного матеріалу особливо переконливо підтвердилося під час війни, коли залізобетонні будівлі і споруди, особливо просторової конструкції (ліфти, резервуари, димоходи, мости і т. д.), витримали численні влучення артилерійських снарядів і авіабомб.

У перші повоєнні роки залізобетон широко застосовувався в реставраційному будівництві. Були розроблені оригінальні методи усунення пошкоджень основних несучих конструкцій будівель і споруд, включаючи мости і гідротехнічні споруди. Значна увага приділялася використанню місцевих матеріалів в якості заповнювачів для бетону (шлак, цегляний бій і т. д.). До 1948 року ліквідація наслідків війни була в значній мірі завершена. Виробництво будівельних матеріалів досягло довоєнного рівня, а в ряді галузей перевищило його.

Після отримання незалежності в Україні виробництво бетону і залізобетону, як і практично будь-якої іншої галузі, різко впало. Частина заводів залишилася на території інших країн СНД, що призвело до їх втрати налагоджених шляхів кооперації. На цьому етапі історії галузь поступово відроджується, адже актуальність і необхідність в будівельних матеріалах нікуди не зникла. Особливо це важливо зараз, коли багато ще належить відремонтувати, відреставрувати і відбудувати.

У світі і в нашій країні використовуються різні види бетонних і залізобетонних виробів. Кожен з них використовується в різних сферах будівництва. Залізобетонні вироби бувають:

- Збірні;
- Монолітні.

Бетони бувають:

- Важкий;
- Легкі;

- Пористі;
- Спеціальні.

Бетони можна розділити за міцністю, жаростійкістю, теплоізоляційними властивостями, за типом наповнювача, за типом цементу, що використовується при його виробництві, а також за іншими ознаками. При правильному виборі типу бетону при будівництві можна заощадити досить великі кошти.

Наприклад, перевагою збірного залізобетону в порівнянні з монолітним залізобетоном є можливість широкого застосування ефективної, більш міцної арматури і бетону. Особливо це проявляється при заводському виготовленні збірних попередньо напружених конструкцій з використанням високоміцного стрижня і дротяної арматури, що дуже важливо для поліпшення і підвищення ефективності залізобетонних конструкцій.

Попереднє напруження арматури в залізобетоні дає можливість розширити сферу її застосування як для великопрогонових і висотних конструкцій, в тому числі унікальних, так і для масових конструкцій і виробів, підвищити міцність, жорсткість і тріщиностійкість залізобетонних конструкцій. Найбільш раціонально використовувати збірні залізобетонні вироби при виробництві плоских конструкцій (балок, перегородок, платформ і т. д.), А також при будівництві промислових будівель, транспортних галерей, опор мостів, великопанельних житлових будинків і т. д.

1.2 Проблема утилізації бетонних і залізобетонних конструкцій

Проблема утилізації бетонних і залізобетонних конструкцій стоїть гостро в усьому цивілізованому світі. За даними міжнародної організації RILEM в країнах ЄС, США і Японії в 2000 році річний обсяг одного тільки брухту бетону склав понад 360 млн. тонн [2]. З 70-х років у багатьох країнах були проведені масштабні дослідження в області переробки бетонних і залізобетонних відходів, вивчення технічних, економічних, соціальних і екологічних аспектів використання отриманої вторинної продукції.

У колишньому СРСР увага до цього питання була прикута в кінці 70-х років. Тоді вважалося, що утилізація вже наявних відходів дозволить залучити в

господарський оборот близько 40 млн. тонн бетонного брухту і близько 1,2 млн. тонн металу. Однак ніяких реальних заходів для вирішення проблеми не було вжито.

При знесенні панельних будинків, при виробництві будівельних, монтажних і супутніх робіт утворюється значна кількість будівельного сміття, велика частина якого вивозиться на звалища, в тому числі і несанкціоновані, що негативно позначається на екологічній обстановці.

При цьому відходи будівельного виробництва є вторинною сировиною [26, 28], використання якого після переробки на вторинний щебінь і піщано-гравійну суміш дозволяє знизити витрати на нове будівництво об'єктів в місті і при цьому знижує навантаження на міські звалища, виключає утворення несанкціонованих сміттєзвалищ. Вторинний щебінь з бетону знесених будівель коштує набагато дешевше природного, так як енергетичні витрати на його виробництво в 8 разів дешевше. менше, а вартість бетону з ним знижується на 25%. Таким чином, переробка будівельного сміття, створення системи утилізації стає перспективним високорентабельним виробництвом, яке вирішує найважливішу екологічну та економічну проблему.

На сьогоднішній день існує два способи утилізації будівельного сміття:

- поховання на спеціально відведених для цього сміттєзвалищах і звалищах;
- повна обробка за допомогою спеціального дробильного обладнання.

До недавнього часу єдиним способом утилізації будівельного сміття був перший варіант, але, по суті, це всього лише відкладання вирішення проблеми на завтра. Крім того, такий спосіб утилізації створює великі екологічні проблеми.

За кордоном [3, 4] проблема утилізації відходів вирішується системно на державному рівні: в деяких країнах полігони будівельних відходів заборонені взагалі, а в Америці і Канаді полігони існують в принципі, але їх розміри істотно обмежені тим, що вартість «скидання» відходів значно перевищує витрати на їх переробку. Важливу роль відіграє економічний фактор. Вартість прийому бу-

дівельного сміття на полігонах коливається від 3,5 до 7,0 у.о. за кубометр. і становлять 1,5–3,0 дол. США за 1 куб.

Вирішити еколого-економічні проблеми, які виникають з утворенням величезної кількості відходів, можна, тільки організувавши масштабну переробну промисловість. У західних країнах частка переробки будівельних відходів становить вже в середньому близько 50% від загального обсягу. Завдяки вдосконаленню технологій і законодавства Данія, Нідерланди, Швеція, де в даний час переробляється понад 90% таких відходів, змогли досягти дуже високого рівня переробки будівельного сміття [2, 27].

У багатьох країнах кошти включаються безпосередньо в бюджет будівництва на демонтаж і обробку конструкцій після того, як вони відслужили свій термін. Таким чином, компанія, яка будує, зобов'язується згодом ліквідувати об'єкт.

В Україні через руйнування під час військових дій утворюється 15 – 17 млн. тонн будівельного сміття, 60% з яких складають цегляні і залізобетонні відходи. Темпи зростання будівельного сміття тісно пов'язані з продовженням військових дій. В даний час всі види будівельного сміття можна законно вивезти на спеціалізоване сміттєзвалище. Плата за утилізацію відходів з урахуванням того, що вона не представляє екологічної небезпеки, незначна. Незважаючи на це, полігони для утилізації вторсировини останнім часом почали масово закриватися. Вони вже не в змозі вмістити зростаючий потік відходів будівельного виробництва.

Український уряд намагається законодавчо стимулювати розвиток галузі переробки будівельних відходів, і збільшення потужностей переробних підприємств, частка відходів, що відправляються на звалища, неухильно падає.

Формування ринку демонтажу і знесення будівель і споруд створює передумови для розвитку такого перспективного напрямку бізнесу, як переробка будівельних відходів для їх вторинного використання (утилізація). Саме при знесенні будівель і споруд утворюються найбільші обсяги будівельного сміття. Крім того, в одному відвалі змішуються абсолютно різні матеріали, і їх поєднання може завдати непоправної шкоди навколишньому середовищу. Це фраг-

менти бетону, змішаного з просоченим бітумом руберойдом, лінолеум на фенольних основах, тришарові панелі з мінеральною ватою, панелі з ДСП і азбестоцементу і багато інших, з яких будувалися будинки масових серій, наприклад.

Із залишків цегли і залізобетонних конструкцій виходить якісний вторинний щебінь різної фракції [28, 29]. Цей матеріал використовується при будівництві будівель, доріг, створенні інженерної інфраструктури, роботах з благоустрою територій, в обмежених випадках - при виробництві бетону, будівництві та ремонті залізничних колій. Для обробки всіх видів залізобетонних, цегляних, кам'яних конструкцій, включаючи гранітні і особливо міцні кам'яні породи, відділення включень металоконструкцій пропонуються спеціальні мобільні комплекси. В результаті переробки виходить якісний діловий матеріал - вторинний щебінь.

Слід зазначити, що там, де проводилося знесення конструкцій, завжди очікується нове будівництво, а, отже, щебінь буде користуватися попитом. Переробка будівельного сміття дозволяє заощадити кошти на покупку і транспортування матеріалів для будівництва. Будівельні матеріали знаходяться на місці, тому щебінь не потрібно транспортувати, доставляти з іншого місця.

Аналіз накопиченого досвіду переробки будівельного сміття і вторинного використання бетону в будівництві показує, що шляхом впровадження раціональних схем обробки, використання обладнання нових поколінь і підвищення якості вторинного щебеню можна забезпечити його конкурентоспроможність з натуральними заповнювачами.

1.3 Способи обробки залізобетонних і бетонних виробів

Розрізняють статичний (розщеплення, дроблення, різання і розширення) і динамічний (ударний, вібраційний, вибуховий) способи руйнування будівельних матеріалів, при цьому питомі енергетичні витрати нижче при динамічних методах. В даний час найбільші результати досягнуті в удосконаленні технології руйнування будівельних конструкцій ударними методами, розщеплення, різання, дроблення і розширення [5].

Принцип роботи полігону (майданчика) для захоронення будівельного сміття можна найбільш точно розглянути на прикладі переробки залізобетонних виробів.

Брухт залізобетону, отриманий в місці руйнування знесених будівель і споруд, вивозиться на полігон (ділянку) для переробки, де попередньо зберігається для підготовки до первинного дроблення.

Попередньо подрібнені у великому дробильному агрегаті будівельні відходи подаються на конвеєр, який оснащений магнітним стрічковим сепаратором, що вловлює металеві включення. Звільнені від металу шматки вторсировини направляються в віброживильник, який відсіює дрібну (до 50 мм) фракцію і забезпечує рівномірну подачу матеріалу на розділову станцію для сортування деревини і пластику. Дрібна фракція через сортувальну установку SMD513, оснащений односхилим екраном, ділиться на невикористаний «сміття» і великі шматки, які відправляються на склад готової продукції. Очищений від дерева і пластику матеріал надходить в дробильну установку SMD518 з роторною дробаркою SMD75A, де подрібнюється, а потім стрічковим конвеєром, оснащеним магнітним металевим сепаратором, транспортується на сортувальну установку ДРО602 з трехрешетовим ситом. Найбільша фракція сортувальної установки направляється в дробильну установку СМД518 для повторного дроблення. Таким чином, виходить щєбінь 3-х фракцій, який накопичується на складі готової продукції. Арматура упаковується і подається на склад готової продукції.

Ударні методи

Найбільшого поширення набули гідравлічні і пневматичні молотки на самохідних гарматах, що відрізняються високою продуктивністю, мобільністю і здатністю точно наносити удар. *Гідроударники* мають більш низькі рівні шумоутворення, вібрації і пилоутворення в порівнянні з пневматичними молотками. Найкраще зарекомендували себе гідроударники з єдиною енергією удару 9000 Дж і гідропневматичні установки з навантаженням до 3000 Дж.

Особливості гідромолотів Hyundai HDB

Нова серія гідромолотів HDB - це інноваційні технології, надміцність, висока продуктивність. Серія HDB відрізняється високою продуктивністю і міцністю завдяки збільшеному діаметру Т-болта. Тип порту під'єднання шланга змінено (у попередній версії - розділений фланець (порт вводу / виводу), а в новій версії - порт типу адаптер), що перешкоджає поломці болта і витоку масла. Гідромолоти Hyundai мають оптимізовану форму і сучасний дизайн. Корпус спроектований спеціально для поліпшення витривалості.



Рис. 1 – Гідромолот Hyundai HDB

Гідромолот Hyundai забезпечує більш міцний удар, завдяки збільшеному діаметру долота, що також збільшує силу долота і покращує витривалість у роботі. Лінійка складається з 15 різних моделей, що підходять для будь-яких робочих умов.

Додаткові опції: двопозиційний клапан системи попередження холостих ударів ABF; система повного контролю потужності (двоступінчастий клапан); отвір для постачання для роботи під водою; система автозматизування.

Гідромолоти корейської марки Hyundai гарантують тривалий термін служби обладнання (пальців долота, Т-болтів і т.д.) завдяки впровадженню системи попередження холостих ударів АВФ.

Система автозмащування має ряд переваг:

- Рятуює від людської неуважності;
- Не потребує ручного управління для змащування кілька разів на день
- Сприяє збільшенню терміну служби, особливо для долота
- Не вимагає додаткового живлення
- Сумісна молота от HDB70 до HDB800.

Компанія ВРН Attachments – від будмайданчиків з особливими вимогами до допустимого рівня шуму до великих проектів знесення будівель і споруд

Компанія ВРН Attachments також є ексклюзивним імпортером навісного обладнання під маркою “Prodem” у Великобританії. Асортимент Prodem включає 22 категорії навісного обладнання, в тому числі гідромолоти, і задовольняє практично всі потреби клієнтів у навісному обладнанні для будівництва, демонтажу і знесення. Гідромолоти серії PRB з амортизатором вібрацій і шумоподавленням призначені для використання в найскладніших умовах експлуатації. Вони практично безшумні та можуть використовуватися на будмайданчиках з особливими вимогами до допустимого рівня шуму, при цьому вони досить потужні, щоб використовувати їх у найбільших проектах знесення будівель і споруди. Модель PRB150 і всі наступні моделі оснащені двошвидкісною системою управління “Pro-speed”, системою попередження холостих ударів, функцією автоматичної зупинки та автоматичного запуску і мають надміцну нижню втулку, що дозволяє використовувати гідромолот для руйнування скельних ґрунтів. Модель PRB170 і всі наступні моделі оснащені одним гідроаккумулятором високого тиску.



1. АВФ – система попередження холостих ударів з клапаном автоматичного контролю. Характерна особливість системи – захист обладнання від вторинного подріблення і невмілого використання.

2. Система сальників. Ущільнення амортизатора також дозволяє мінімізувати вібрацію поршня.

3. Блок клапанів з системою TRC (повний контроль потужностей)

4. Система двотактного перемикача

На вимогу оператора переключається з довгого на короткий хід для оптимальної продуктивності.

5. Клапан відновлення енергії

Після того, як поршень вдаряє долото і відступає назад по циліндру, можна зекономити на 15% енергії (моделі HDB600, HDB800).



Рис. 2 – Гідроударник PRB170

Пневматичні бетонні молоти з енергією удару 80-90 Дж використовуються для розбирання бетонних і залізобетонних конструкцій і засмічень, крім бетонних і цегляних конструкцій і напівпорід. Для розбирання і руйнування рі-

зних типів конструкцій вони оснащуються змінними робочими органами (піка і лопата).

Пневматичні відбійні молотки з енергією удару 30-45 Дж використовуються для розбирання бетонних і асфальтобетонних покриттів, цегляних стін.

Пневматичні ручні верстати під час роботи включаються натисканням з певним зусиллям на рукоятку, і вимикаються при знятті зусилля з рукоятки. Для забезпечення енергією ручних пневматичних машин використовуються стаціонарні компресорні установки і повітророзподільні мережі реконструйованого підприємства. При відсутності такої можливості використовують мобільні компресори.

Електрообрізки і бетономолоти з енергією удару 40 Дж використовуються для розбирання бетонних і залізобетонних, цегляної кладки, асфальтобетону і бетонних покриттів. Електричні молотки з енергією удару 25 Дж використовуються для розбирання асфальтобетонних і бетонних покриттів, цегляної кладки. Електричні молотки з енергією удару YUJ і нижче можуть використовуватися для розбирання цегляної кладки низької міцності (на розчині М25 і нижче).

Електричні машини ручного впливу мають меншу енергію одноразового удару в порівнянні з пневматичними, але при їх роботі рівень шуму значно нижче, що знижує стомлюваність працівників. Електричні ручні молотки і бетономолоти доцільно використовувати для поелементного розбирання конструкцій середньої і малої міцності, а також при роботі на висоті, коли у випадках пневматичних ручних верстатів працівникам необхідно застосовувати додаткові зусилля по підйому і утриманню шлангу повітропроводу, що призводить до швидкої стомлюваності і, відповідно, зниження продуктивності.

Пневматичні ручні ударні машини ефективно використовуються для розбирання більш міцних бетонних, залізобетонних і цегляних конструкцій.

Розщеплення

При руйнуванні бетонних і залізобетонних конструкцій шляхом розщеплення гідролінії використовуються для роботи без шкідливого впливу вібрацій, шумоутворення і пилоутворення. Гідравлічний клин складається з гідроцилінд-

ра і спеціального пристрою, вставленого в просвердлений отвір, і створює зусилля до 130 тонн, а також насосної станції, що створює тиск в гідроциліндрі.

Середня продуктивність гідравлічних клинів приблизно в 510 разів вище в порівнянні з ручними відбійними молотками.

Гідравлічний клиновий розгалужувач, що приводиться в рух гідроциліндром, використовується для руйнування бетонних фундаментів з маркою бетону до 300 з будь-яким ступенем внутрішньої скутості реконструйованого будівлі. Робочим органом цього пристрою є вертикально стоїть циліндр, в середній частині якого на всю висоту вирізається клин, звужується від низу до верху. При піднятті клиноподібної частини циліндра вгору бічні частини висуваються, збільшення діаметра циліндра. Завдяки вибору клинових кутів зусилля, що розвивається циліндром, збільшується в кілька разів (до 10) і досягає 1500-2000 кН.

Так, для розколювання бетонних фундаментів використовуються установки, що складаються з маслonaсосної станції і декількох (до 5) клинових пристроїв. Для відділення частин бетону в ньому просвердлюють отвори з кроком в залежності від міцності бетону і становить 400-800 мм. Діаметр отворів на 3-5 мм більше діаметра робочого органу. Робочий орган вставляється в шпору, потім масло під тиском - в гідроциліндр. Відколювання шматків бетону відбувається без розкидання осколків, що супроводжується слабкою тріщиною. Продуктивність агрегату 0,25—0,5 м³/год.

Різання

При руйнуванні використовуються способи різання, що дозволяють розчленувати конструкцію або конструкцію на окремі елементи (блоки), придатні для повторного використання. Використовуються алмазні ріжучі круги і термічна різка з використанням кисневого бластингу, плазми або електричної дуги. Сучасні верстати з алмазними дисками дозволяють різати залізобетон на глибину до 400 мм і з механічною швидкістю подачі до 2 м / хв.

Дроблення

Дроблення здійснюється за допомогою зубів, які встановлюються на бетоноривник або окремо монтується на екскаватор. Змінне робоче обладнання

дозволяє дробити залізобетонні конструкції товщиною до 700 мм і фундаменти до 1200 мм.



Рис. 3 – Верстат *Husqvarna FS400LV* для різання бетону і залізобетону

Одним з головних переваг дробильного цеху є можливість його використання безпосередньо на місці утворення будівельного сміття [8]. В цьому випадку мобільний дробильно-сортувальний комплекс доставляється на будівельний майданчик, де відразу ж приступає до роботи. Найважливішими факторами конкурентоспроможності робіт з переробки будівельних відходів на пересувному дробильному заводі є:

- низька вартість такого способу утилізації відходів у порівнянні з похованнями на звалищах;
- можливість утилізації відходів безпосередньо в місці їх утворення;
- отримання дешевого щебеню екологічно чистим способом;
- отримання товарного металобрухту;
- вирішення численних екологічних проблем.



Рис. 4 - Дробилка щокова Kleemann MC 110 Z

При розробці вітчизняного обладнання [18] для дроблення бетону був обраний спосіб тиску за допомогою важільного преса. Переваги такої схеми з точки зору величини тиску руйнування представлені на рис. 5. Величина тиску в порівнянні з ударним навантаженням приблизно в 2 рази менше.

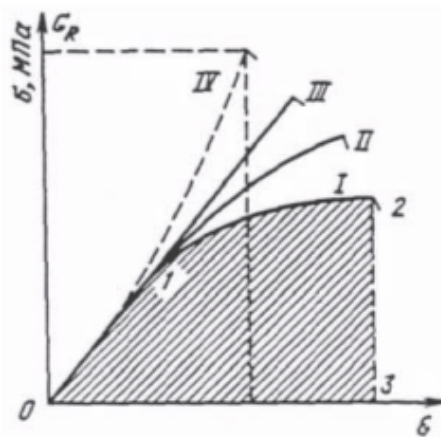


Рис. 5 - Залежність між напруженням σ і деформацією δ при різних швидкостях навантаження: I, II, III, IV - зростаючі значення швидкостей деформації.

І як впливає зі схеми руйнування, наведеної на рисунку 6, спостерігається досить рівномірне відділення бетону від арматури за рахунок повільного (повзучого) руйнування зони контакту між арматурою і бетоном.

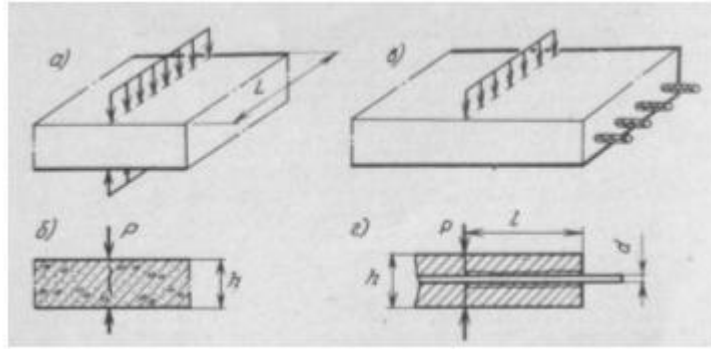


Рис. 6 - Схема завантаження бетонних і залізобетонних виробів при руйнуванні: а, в - схеми положення навантаження; б, д - схеми руйнування бетону і залізобетону.

За цим принципом проектувалися установки для первинного дроблення бетону, як для плоских виробів, так і для колон і ригелів. У таблиці 1 представлені основні технічні характеристики установок для дроблення некондиційних або застарілих залізобетонних виробів.

Таблиця 1 - Технічні характеристики установок первинного дроблення некондиційного бетону

Індекс	З мобільним гідравлічним пресом		Зі стаціонарним гідравлічним пресом	
	УПН 24-3,5-0,6	УПН 12-3,5-0,6	УПН 10-2-0,6	УПН 7(12)-3-0,6
Продуктивність, м ³ /год, при переробці:				
Бетонні відходи	10	10	8	8
Фракція подрібненого матеріалу, мм	0-250	0-250	0-250	0-250
Встановлена потужність, кВт, при руйнівній силі преса 2000 кН	87,5	87	79,5	79,5
Розміри установки, м				
Довжина	32,4	24,5	25,3	20,7
Висота	6,2	6,2	4,1	4,1
Вага установки, т	141,5	100	71,5	
У т.ч. маса сервісних платформ і металоконструкцій	25	20	15	12

Руйнування розширенням (розтягом)

Для руйнування будівельних конструкцій за допомогою розширення найчастіше використовуються картриджі з рідким вуглекислим газом (кардокс), дія якого заснована на збільшенні об'єму в результаті переходу вуглекислого газу з рідкого в газоподібний стан, при цьому розвинений тиск змінюється від 125 до 275 МПа. Останнім часом з'явилися і інші розширюючі з'єднання, дія яких заснована на різних хімічних процесах, що протікають від декількох годин до 30 хвилин [7, 9]. З конструкцій відбувається в результаті розширення суміші порошку і води, насипаної в просвердлені отвори, але отриманий тиск набагато нижче, ніж при використанні картриджа (в межах 3040 МПа). Тому за допомогою цього, як правило, руйнуються легкі залізобетонні конструкції.

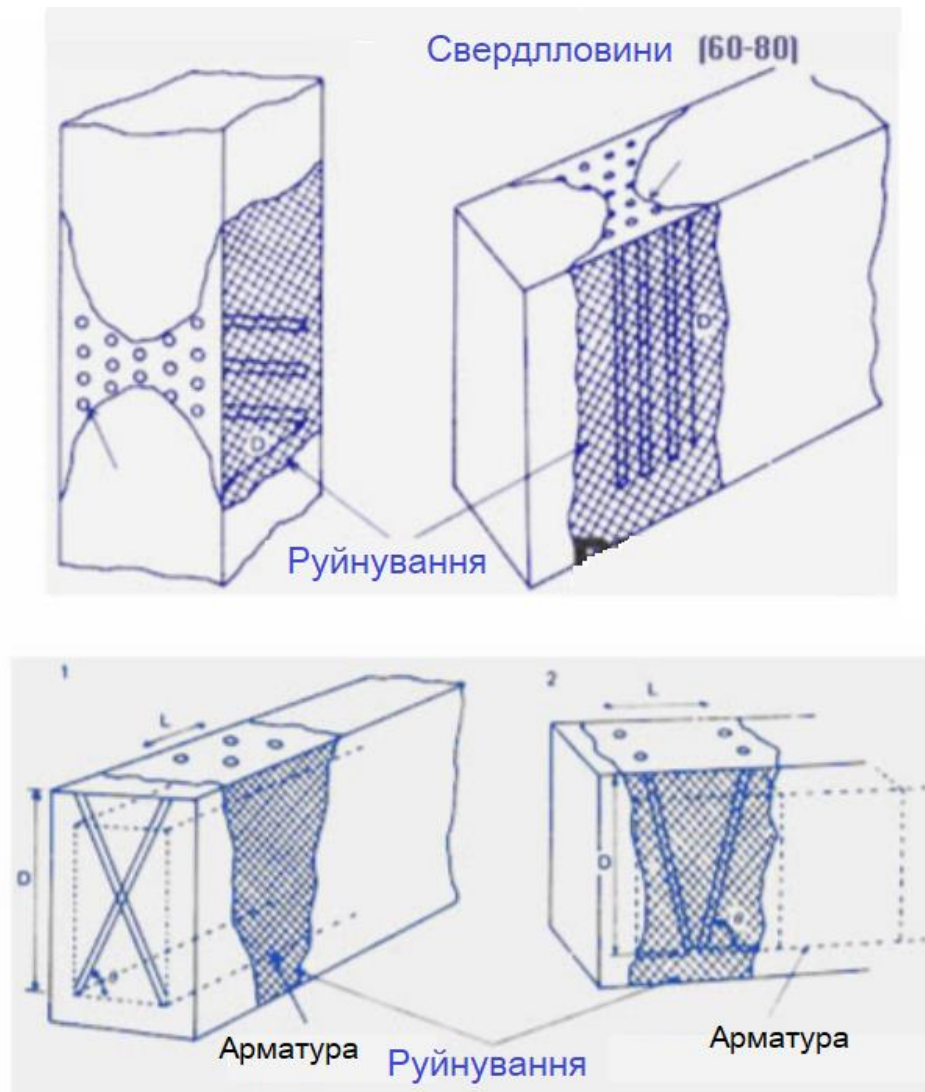


Рис. 7 – Схема руйнування конструкцій «тихий вибух»

Коли всі виробничі процеси здійснюються поблизу знесеної будівлі, використовується мобільне або самохідне технологічне обладнання, розміщене на мобільному майданчику з переробки будівельних відходів. У комплект обладнання входять: баштовий кран (при розбиранні будівлі), що формує штабелі елементів будівель з різними характеристиками; екскаватор зі змінним робочим обладнанням (ковш, гідроударник і гідравлічні ножиці); навантажувач для виїмки зруйнованих елементів будівель, підготовлених до первинного дроблення зі штабеля, переміщення цих елементів на первинну дробильну установку і навантаження первинним пристроєм агрегату (в цих процесах може використовуватися бульдозер); первинні і вторинні дробильні агрегати; екран для поділу продуктів дроблення за розміром; конвеєри для розміщення декількох виробів фракції, переробка відходів і подача арматури в штабелі. Відвантаження продуктів і відходів здійснюється навантажувачами, а арматура - екскаваторами, рідше навантажувачами.

Загальні принципи створення технологічного обладнання для обробки некондиційного бетону і залізобетону як в нашій країні [19], так і за кордоном засновані на можливості використання існуючого дробильно-відсівного обладнання, що застосовується при обробці природного каменю з кар'єрів. Однак при визначенні проектних параметрів дробильної установки, призначеної для переробки відходів із залізобетону, необхідно враховувати наявність арматури і неможливість точного контролю форми і розмірів матеріалу, що поставляється. Необхідність проходження арматури через установку для переробки відходів із залізобетону змушує вибирати каменедробарку первинного дроблення підвищеної продуктивності і, відповідно, збільшених габаритних розмірів.

В якості установок для первинного дроблення некондиційного залізобетону можуть використовуватися різні види дробарок (щелепні, конусні, ударні, молоткові), що дозволяють завантажувати в дробильну камеру вироби з обмеженими розмірами: до 3 м в довжину і до 1 м в ширину. сепаратор, який самостійно звільняється від притягнутої фурнітури. Для більш ретельного видалення металу може використовуватися двоступенева технологія: після сепаратора також можна монтувати магнітний барабан.

Після вилучення із залізобетону арматура розрізається на габаритні шматки за допомогою ручних гідравлічних ножиць-алігаторів СМА549 для подальшого транспортування до місць її утилізації.

При цьому необхідно враховувати той факт, що в великопанельному житловому будівництві в перші роки промислового житлового будівництва використовувалися важкі бетони марок М75-М300 (В5-В25) і легкий бетон марок М50-М150 (В3,5-В10). Повний поділ бетону за видами і марками практично неможливо. В процесі дроблення і сортування фізико-механічні характеристики щебеню з будівельного брухту можуть дещо відрізнитися в залежності від характеристик використовуваного обладнання. Для попередньої підготовки будівельних відходів до первинного дроблення використовується додаткове обладнання, що складається з гідравлічного екскаватора з швидкозмінним (спеціальним) обладнанням «кліщів», здатним різати бетонні елементи товщиною до 300 мм з армуванням до 40 мм. При необхідності гідравлічні ножиці легко замінюються гідроударником. Потім навантажувачем з ковшем шириною 45 м і глибиною 1,4 м будівельні відходи завантажуються в вібруючий живильник для процесу первинне велике дроблення.

Електрогідравлічний спосіб руйнування конструкції

Руйнування здійснюється без утворення вибухової хвилі і розсіювання осколків, що є основним фактором при виробництві робіт в місцях з виділенням пилу або ймовірною появою газу. Цей спосіб повністю безпечний для людей, що працюють поруч і встановленого обладнання, тому його можна з успіхом застосовувати не тільки на відкритих будівельних майданчиках, але і всередині виробничих приміщень.

Застосування при монтажі електрогідравлічного ефекту для руйнування кам'яних і бетонних масивів, бетонної і цегляної кладки дозволяє підвищити продуктивність праці в десятки разів і навіть повністю виключити використання фізичної праці на цих роботах.



Рис. 8 – Руйнування з використанням електрогідравлічного ефекту

Буро-вибуховий спосіб руйнування

Метод використовує енергію вибуху, що утворюється при впливі вибухової речовини на початковий імпульс від іскри або удару. Цей спосіб давно використовується в будівництві, тому він вважається одним з найперших. В обґрунтованих випадках руйнування конструкцій таким способом застосовуються шпорцеві заряди і камуфляжний вибух. Для зменшення дисперсності шматків використовуються локалізатори вибухів різної конструкції.

Вибухово-генераторна установка типу ВН-2, повинна використовуватися для руйнування фундаментів та інших залізобетонних конструкцій, негабаритних шматків породи і т. д.

Принцип роботи ВН-2 полягає в наступному: два рідких компонента (окислювач і паливо) безперервно надходять зі спеціальних ємностей в струменевий вибуховий апарат (форсунку), звідки окремими струменями витікають назовні. При змішуванні окремих струменів утворюється компактний струмінь сильнодіючої вибухової речовини, спрямований на матеріал який необхідно руйнувати. Ініціатором вибуху є рідкий сплав калію з натрієм, що вводиться невеликими порціями (0,5 г) в струмінь вибухової речовини з регульованою частотою (80-1500 в хвилину).

Бетон та інший матеріал подрібнюється за рахунок енергії вибуху, впливу цілого комплексу газодинамічних, механічних і теплових процесів, які сприяють інтенсивному руйнуванню.

Гідроімпульсне руйнування [19], розроблене українською філією інституту «Гідропроект» імені С. Я. Жука, відноситься до вибухонебезпечних відрогових середовищ, а її руйнування є своєрідним гідравлічним вибухом. У свердловину (шпору), просвердлену в бетоні діаметром 43 мм і попередньо заповнену водою, вставляється пристрій, оснащений мисливським патроном 12-го калібру, який заряджається бездимним порохом марки «Сокіл» або «Беркут», а потім робиться постріл. Руйнування бетону породою відбувається в режимі впливу на стінки свердловини гідравлічного преса, що відбувається при різкому розширенні порошу.

Великий інтерес викликає розширення твердих сумішей попередньо просвердлених отворів, особливо розширення розробленої АЕС суміші Bristar (Японія) і LDC-1 [12].

У масиві просвердлюють отвори, параметри і розташування яких визначаються в залежності від фізико-механічних характеристик матеріалу, що руйнується. Глибина отворів становить не менше 70% від висоти зруйнованого масиву; при цьому, чим більше діаметр свердловини, тим сильніше руйнівна сила на її стінках. Суміш порошку і води насипають в просвердлені отвори до гирла.

Витрата порошку, необхідного для приготування суміші, що розширюється, визначається з розрахунку 2 г на 1 см³ свердловини. Співвідношення вода-тверда частина за масою має бути в межах 0,30 - 0,32. Сила розширення збільшується з часом і досягає 30 МПа за добу.

Їх перевагами перед іншими засобами є відсутність осколків і шуму, велика кількість одночасно заповнених отворів, які через добу викликають розтріскування необмежених масивів.

Руйнування масивів з бетону марки 300 і більше, а також щільно армованих масивів здійснюється з попереднім бурінням вертикальних або похилих отворів. При цьому підвищується продуктивність вибухогенератора, яка в залежності від міцності зруйнованих конструкцій становить 42 ... 150 м³ / год.

Недоліками вибухогенераторів є велике розсіювання осколків, значний шум (до 108 дБ в радіусі 50 м) і виділення токсичних газів. При виборі способів розбирання і руйнування конструкцій одним з основних показників є трудоміс-

ткість і терміни виконання робіт, але ефективність застосування того чи іншого методу також істотно залежить від виходу вторсировини.

Розробка і створення ефективних технологій переробки будівельного сміття при демонтажі будівель і споруд спрямовані на вирішення актуальних проблем екологічної безпеки:

- ліквідація сміттєзвалищ і поховань будівельного сміття та відходів будівельного виробництва;
- підвищення чистоти повітряного басейну від забруднень в результаті спалювання будівельного сміття і відходів;
- створення ресурсозберігаючих технологій переробки будівельного сміття, що дозволяють економити будівельні матеріали: щебінь, пісок, бітум, наповнювачі, лаки, фарби тощо.

Технологічні дробильні та сортувальні комплекси з переробки твердого будівельного сміття успішно працюють в Європі.

1.3.1 Зарубіжний досвід переробки будівельного сміття

У світовій практиці застосовуються два основних принципи організації переробки важких будівельних відходів і некондиційних продуктів будівельної галузі [8, 9, 10]:

- переробка утворених відходів на місці їх виникнення (на будівельному майданчику);
- переробка відходів на спеціальних комплексах.

Перший варіант не допускає використання високопродуктивного обладнання, що забезпечує чистий і фракціонований продукт. Крім того, вона вимагає особливих заходів охорони навколишнього середовища прилеглих житлових будинків, виключає можливість безперервної роботи дробильної установки.

Другий варіант передбачає додаткові транспортні витрати на доставку відходів на переробний майданчик, які компенсуються ефективною роботою дробильно-відсівного комплексу високої потужності, можливістю більш глибокої переробки, підбором всіх сторонніх включень, можливістю організації постійної логістики і збуту, відносно простим вирішенням екологічних проблем.

Наприклад, в Німеччині в кожному регіоні є великі переробні комплекси. Тільки в Берліні (де знесення панельних п'ятиповерхівок, побудованих за часів НДР, навіть не планується) їх більше 20.

Як правило, комплекс складається з декількох ділянок.

Місце збору відходів, де вони зберігаються, попередньо сортують і ріжуть негабаритні плити або сміття до розмірів, які може пройти дробарка. Цю ділянку зазвичай обслуговують екскаватори з гідравлічними долотами.

Ділянка підготовленого матеріалу, де працюють фронтальні навантажувачі ємністю ковша 4 - 5 м³, здатні забезпечити безперервну роботу високопродуктивної дробарки.

Переробний завод, що включає в себе приймальний бункер, дробильну установку, магнітний сепаратор і сортувальну установку. На великих переробних підприємствах агрегат включає в себе також вторинну дробарку, більш повний комплект екранів, систему розділення повітря на легкі частинки (залишки утеплювача, шпалери, лінолеум і т. д.), А іноді і установку для промивання вторинного щебеню.

Склад готової продукції може оснащуватися роторними транспортерами, які засипають щебінь різних фракцій в конічні відвали, або автоматизованими силосними складами, де щебінь зберігається в силосах, розподілених по фракціях і по міцності, звідки автоматично відвантажується замовнику в заданому процентному співвідношенні.

Зазвичай комплекси оснащуються автомобільними вагами для зважування надходить матеріалу і дозованої продукції.

В якості первинних дробильних агрегатів найчастіше використовуються щелепні дробарки, а також поворотні установки ударно-світловідбиваючої дії, причому останні часто не вимагають установки дробарки другого ступеня.

Комплекси, що працюють за кордоном, не тільки виконують важливі еколого-економічні завдання загальнодержавного значення, а й є високорентабельними підприємствами. Їх дохід складається з плати за приймання матеріалу на переробку (постачальник економить транспортні витрати на доставку на місце полігону і плату за сміттєзвалище) і доходу від продажу вторинного щебеню,

який дешевше натурального і забезпечений продажем. Потужність комплексів, в залежності від їх конфігурації і навантаження, становить 100-800 тисяч тонн на рік.

1.4. Технології електричного розряду

1.4.1 Електрогідравлічний ефект

Поряд з відомими засобами руйнування, в останні роки все частіше застосовуються такі шпори, як установки електрогідравлічного ефекту (ЄДІ), гідроклиновий розгалужувач, гідропорошкова порода, розширювальні суміші, а також вибухо- і генераторні установки для руйнування залізобетонних та інших конструкцій [16, 17].

Принцип роботи електрогідравлічних установок (ЕГУ) заснований на використанні електрогідравлічного ефекту Л.А. Юткіна, що представляє собою високовольтний імпульсний розряд електричного струму в рідині, що супроводжується виділенням енергії у вигляді ударних і акустичних хвиль і т.д. В електрогідравлічному ефекті (ЕГЕ) використовується енергія що накопичується в конденсаторній батареї. В результаті електричного розряду, що відбувається в рідкому середовищі, утворюється канал, що представляє собою парогазову порожнину, розширення якої супроводжується хвилями тиску і швидкісним потоком, що утворює електрогідравлічний удар, що руйнує матеріал розбирається конструкції. Виділення іскри відбувається в рідині, наливої в свердловину глибиною 0,3-0,5 м і діаметром 25-42 мм, просвердленої в тілі конструкції, яка підлягає руйнуванню.

В даний час для руйнування будівельних конструкцій [19] (бетонних і залізобетонних) використовуються види ЕГУ «Вулкан», ЕГУРТ, «Базальт» та ін.

Технологічний комплекс по руйнуванню залізобетонних конструкцій ЄДІ включає в себе: установку ЕГУРН, джерело електроенергії напругою 380/220 В встановленою потужністю 20 кВА, джерело стисненого повітря продуктивністю 5 м³/хв, джерело технічної води (водопостачання, ємність), обладнання для різання арматури (газове або електрозварювання), засоби свердління отворів (перфоратори, шланги, бурові стрижні), засоби розбирання бетону (клини, обрі-

зки, пневматичні молотки), підйом і транспортні засоби для навантаження і зняття бетонного бою і шматків арматури.

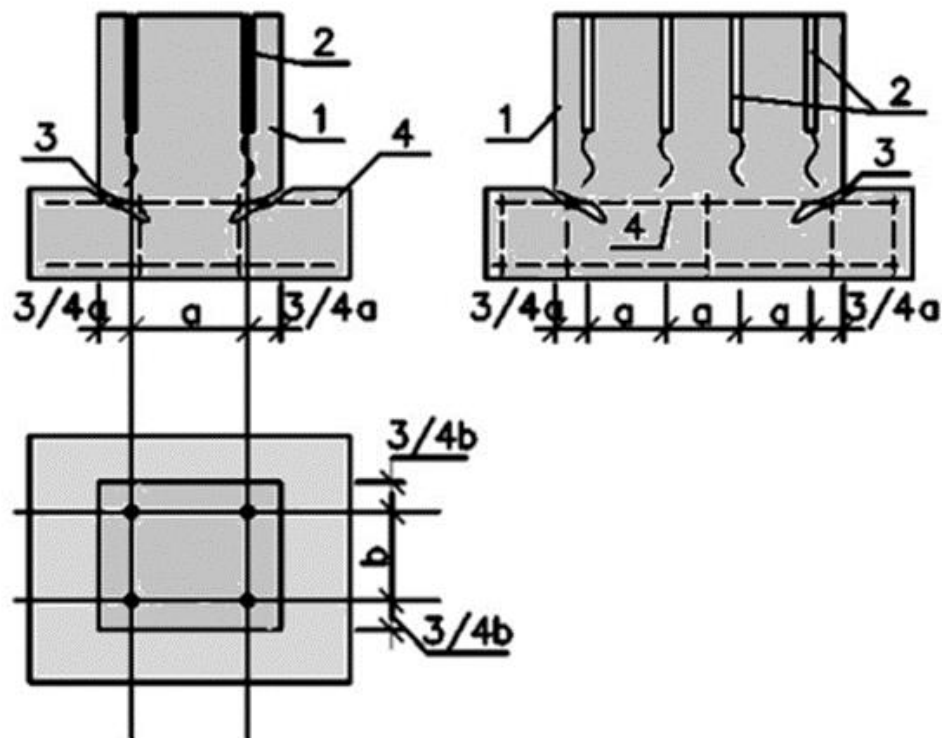


Рис. 9 - Влаштування отворів в бетонних масивах:
1 - фундамент; 2 - вертикальна свердловина; 3 - горизонтальний отвір для «обрізки» арматури; 4 - армування каркасних стрижнів

Електрогідравлічний спосіб підрозділяється на електрогідравлічний клин і електрогідравлічну установку. Перший з них являє собою інвентарний інструмент, заснований на дії гідравлічного удару. Руйнується конструкція попередньо «прорізається» системою горизонтальних щілин (для різання арматури) і вертикальних отворів для розміщення в них спеціального «клинового» пристрою. Схеми отворів і щілин при руйнуванні конструкцій представлені на рисунку 9.

Сам пристрій для електрогідравлічного руйнування бетону являє собою електрогідравлічний клин ЕКГ-4 (рис. 10) і електрогідравлічний детонатор ЕГВ-10. У зруйнованому виробі прилад ЕКГ-4 встановлюється в задалегідь сформовану свердловину. При цьому клин (6) і поршень (5) займають верхнє положення. У порожнину заливається вода (4) і електродетонатор (2) підключається до електростанції.

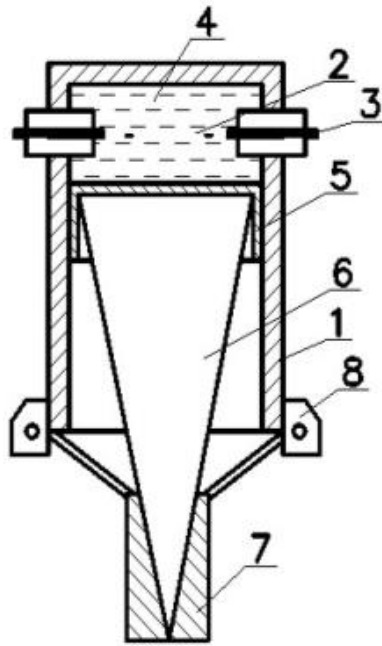


Рис. 10 - Електрогідролічний клин ЕКГ-4:

1 – корпус клину; 2 – детонатор; 3 – електрод-розрядник; 4 – порожнина клину з водою; 5 – поршень; 6 – клин; 7 – роз'ємна втулка; 8 – кронштейни для кріплення підвісок; 9 – підвіска маточини.

Імпульсний розряд електрогідролічного детонатора викликає динамічний клиновий удар, який за допомогою розрізної втулки (7) «розбиває» залізобетонну конструкцію на ослабленій свердловинами ділянці.

Силовa установка електрогідролічного клину, встановлена на шасі автомобіля типу ЗІЛ, складається з наступних компонентів: підвищувального пристрою; імпульсного конденсатора; розрядного пристрою; пульта управління.



Рис. 11 – Автомобіль ЗІЛ з обладнанням

Підвищувально-випрямний пристрій призначений для підвищення напруги мережі 220/380 В до напруги 15000 В. Імпульсні конденсатори великої ємності є накопичувачами енергії для наступного вибуху. Розрядний пристрій передає імпульсний розряд на електроди. Енергія імпульсного розряду, що досягає 300 кДж, дозволяє таким методом зруйнувати практично будь-яку масивну монолітну конструкцію. Відмінність використуваних методів полягає в потужності імпульсного розряду. Установки цього типу, за рахунок значної енергії, накопиченої в акумуляторах імпульсних конденсаторів, забезпечують тиск в камері 10 розрядів близько 10^2 - 10^3 МПа, що перевищує конструктивну міцність зруйнованого масиву. Це дозволяє зруйнувати габаритні фундаменти під каркас, під технологічне обладнання. Схема установки представлена на рисунку 12.

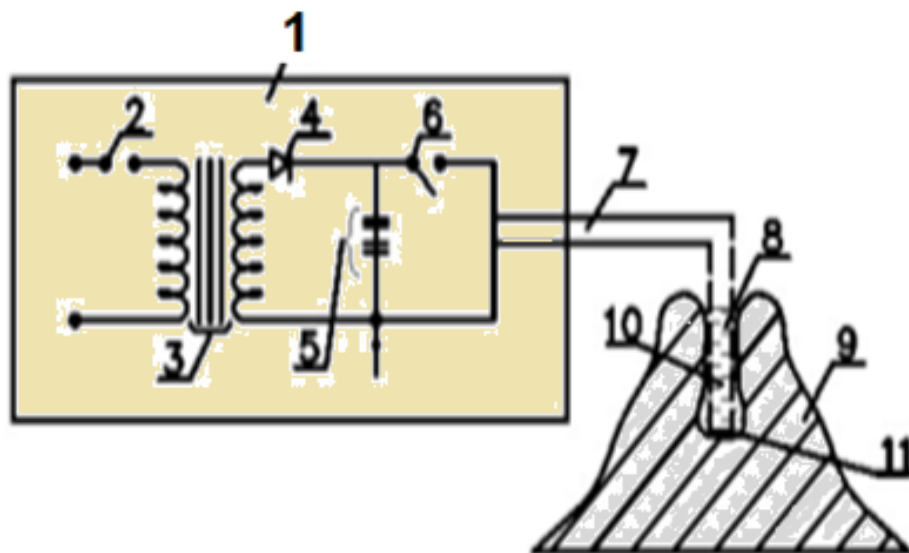


Рис. 12 - Схема установки для руйнування будівельних конструкцій електродгидравлічним методом

1 – платформа автомобіля; 2 – перемикач; 3 – високовольтний трансформатор; 4 – випрямляч; 5 – конденсаторна батарея; 6 – керований розрядник; 7 – кабель; 8 – свердловина; 9 – масив руйнування; 10 – вода; 11 – іскровий розрив

Таблиця 2 - Технічні характеристики електрогідравлічних установок

Найменування показників	Тип установки						
	Вулкан К-32	Граніт-3	Егурн	ЕНУ	ПЕНУ	Базальт - 2	Імпульс
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Робоча напруга, кВ	5	5	6	5	10	6	5
2. Тривалість циклу зарядки, бл.	40	70	150	100	200	100	100
3. Енергія вибуху, кДж	2	3	4	5	6	7	8
3. Споживана потужність, кВт	2,5	4	2	15	4	5	5
4. Питоме споживання енергії, кВт*год/м ³	0,25	2	0,2	1,5	0,5	0,15	0,15
5. Напруга живлення, В	380	220	380	380	380	380	380
6. Кількість запобіжників, шт	2	1	1-6	1-4	4	5	2-4
7. Розміри (м)							
- Висота	3,35	3,30	2	3,35	....	1,46	2,25
- Ширина	2,87	2,40	2	2,8	....	1,46	2,4
- Довжина	6	4,74	3,4	6	....	2,5	4,85
8. Вага установки, т	10,8	5	4	5	9	3,25	5,5

1.4.2 Електроімпульсна технологія

Найважливішою особливістю електроімпульсної технології є вибірковість руйнування матеріалу, що виявляється в кращому розкритті зерен корисних мінералів і кращому їх збереженні від руйнування.

Робочим інструментом при електроімпульсному руйнуванні є іскра, немає проблеми із забрудненням шліфувального виробу метизним залізом, матеріалом шліфувальних тіл, характерним для механічного способу шліфування матеріалів.

Електричне імпульсне шліфування матеріалів, як правило, здійснюється у воді. Застосування діелектричних рідин часто просто виключається через їх впливу на поверхневі властивості подрібнених мінеральних частинок. А з іншого боку, геометрія електродів така, що формування імпульсів напруги з необхід-

ними параметрами (амплітудою і тривалістю фронту) не представляє особливої складності, навіть якщо використовується технічна вода. Для підвищення опору навантаження можна максимально ізолювати електроди, розділити конструкцію на паралельні секції.

Дане технологічне застосування електроімпульсного способу руйнування здійснюється за схемою, наведеною на рисунку 13.

Об'єктом руйнування є некондиційні залізобетонні вироби - виробничі дефекти або виведені з експлуатації панелі. Метою руйнування збірного залізобетону є утилізація армуючого металу і бетону. Особливістю електроімпульсного процесу в даному технологічному застосуванні є те, що одним з електродів системи є збірна залізобетонна арматура. У тих випадках, коли арматура не оголюється, полегшується процес електричної пробою, так як розряд на арматурі може здійснюватися тільки шляхом прориву бетонного шару.

Реальний процес руйнування збірного залізобетону означає поступове оголення арматури і може здійснюватися тільки в режимі електроімпульсного пробою - з введенням в бетон розряду при наявності і альтернативної можливості перекриття на поверхні на оголеній арматурі. Не обов'язково, щоб в кожному акті пробою електрод торкався бетону, пробій також може поєднуватися з частковим проходженням через водне середовище.

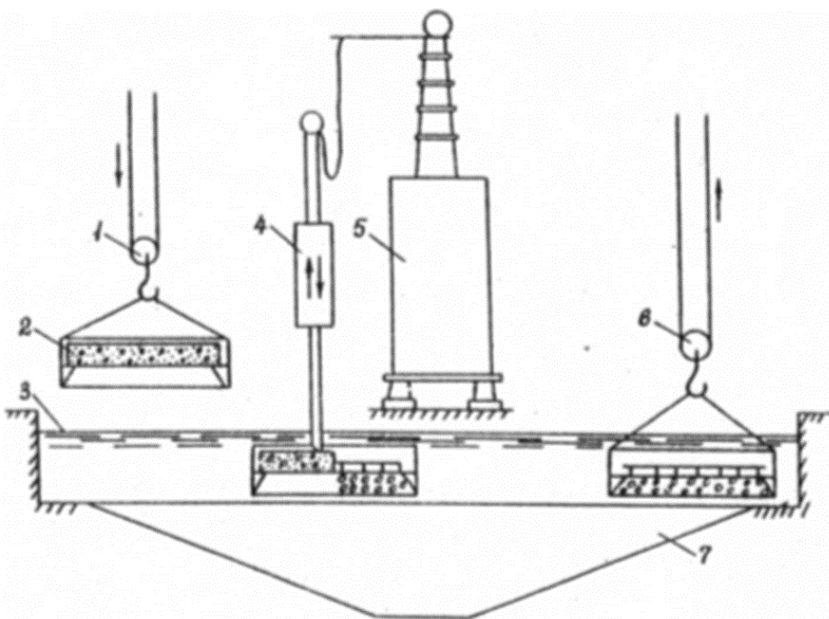


Рис. 13 - Технологічна схема ЕІ-установок для утилізації залізобетонних виробів

Технологічна схема руйнування збірного залізобетону наступна: панель 2 завантажується в ванну з водою 3, робочий електрод 4 за допомогою маніпулятора поступово переміщається по осередках виробу, в той час як система управління видає команду на перехід в нове положення тільки після повного руйнування осередку. Арматура і бетонний мул, що виділяється після руйнування збірного залізобетону, окремо знімаються з ванни. Як показали експериментальні роботи по руйнуванню збірного залізобетону, стан арматури дозволяє використовувати її повторно, а також бетон після його додаткового подрібнення.

В принципі, існує два можливих способи руйнування твердого матеріалу електричним імпульсним методом - при пробію в системі накладених електродів і при пробію в системі з попередньо просвердленими отворами. Тут мається на увазі, що пробиті інтервали досягають довжини декількох дециметрів і що в канал розряду вводиться необхідна кількість енергії. Перший спосіб більш простий технологічно, але енергоефективність нагнітального каналу вкрай низька. З енергетичної точки зору випадок наскрізного пробиття від просвердлених отворів вигідніше, але технологічно ускладнюється операцією свердління свердловини, і його ефективність необхідно оцінювати в порівнянні з досить добре розробленою технологією електрогідравлічного руйнування негабаритів.

До побічних ефектів електроімпульсного руйнування відносять ефекти, викликані впливом на матеріал і рідину робочого середовища високих температур нагнітального каналу, тиску хвилі, що проходить в твердому, електричному і магнітному полях. Фазові перетворення в матеріалі, зміна властивостей поверхні і т.д. можуть виступати не тільки в якості факторів, що впливають на ефективність наступних процесів з матеріалом (наприклад, при збагаченні), але і представляти самостійний технологічний інтерес, наприклад, для прискорення хімічних реакцій, синтезу алмазів і т.д. Саме в цій області відбувається контакт і взаємопроникнення науково-дослідних робіт з електроімпульсних, електрогідравлічних, електронно-іонних технологій. Прикладом тому може бути електро-розрядне зміцнення матеріалу для інтенсифікації гідрометалургійного процесу, для підвищення селективності руйнування руди.

З кінця сімдесятих років Науково-дослідний інститут високих напруг працює над створенням обладнання і технології електроімпульсної утилізації некондиційного залізобетону.

Суть методу заснована на руйнівній дії імпульсних електричних розрядів, ініційованих безпосередньо в товщі бетону, між електродами або між елементами арматури, або між зовнішнім електродом і елементами арматури [16].

У каналі пробою виділяється електрична енергія, що запасається в зовнішньому приводі, зазвичай ємнісному, пробій каналу розширюється подібно поршневому і створює поле механічних напружень, змінних в часі і просторі. Внаслідок інтенсивної дивергенції хвиль, їх взаємодії з вільними межами і неоднорідностями зруйнованого продукту це поле носить складний характер з великим специфічним вмістом зсувних і розтяжних напружень. У загальній картині руйнування переважають радіальні переломи, що поширюються з каналу пробою, спостерігається розтріскування Хопкінсона і концентричні тріщини.

Для запобігання пробою бетону на поверхні використовуються спеціальні ізоляційні середовища (наприклад, технічна вода), узгодження інтервалів розряду з параметрами діючого імпульсу напруги, формою і розташуванням електродів.

ККД розбивання бетону електричними розрядами на поверхні, як і в навколишньому її середовищі, значно нижче в порівнянні з варіантом пробою в товщі бетону.

Тому однією з основних проблем ЗНО є розробка методик, обладнання та оснащення для створення умов, що забезпечують високу ймовірність формування наскрізного провідного каналу в бетоні.

Ще однією проблемою є вибір параметрів енергетичного пакета в після тестовій стадії процесу, які визначають електричну потужність, вироблену в каналі, енергію, що виділяється в ньому, і в кінцевому підсумку, параметри поля механічних напружень і ефективність руйнування.

Слід зазначити, що технологія надає можливості для широкого варіювання параметрів введення енергії шляхом вибору режиму струму розряду. Основною вимогою є узгодження режиму виділення енергії з характеристиками де-

градованого продукту, аж до застосування автоматизованих саморегулюючих систем.

Генератор імпульсної напруги збирається за схемою Аркадія-Маркса з двосторонньою зарядкою ємнісних приводів. Конденсатори ІКК-50-1-УХЛ4 використовуються в якості запам'ятовуючих пристроїв. Потужність одного ступеня генератора становить $10 \sim 6$ F, кількість ступенів - 6. Конструкція генератора має платформний тип. Ізоляція зліва виконана на основі опорних ізоляторів КО-110/2000. Генератор розміщується в окремому приміщенні, що захищає електрообладнання від прямих атмосферних впливів і служить щитом електромагнітного випромінювання. Генератор працює на автобусі, який розташований уздовж технологічної лазні.

Електродна система служить для передачі високовольтних імпульсів від генератора до деструктивного продукту, має двадцять два високовольтних електрода, розташованих в ряд по ширині технологічної ванни. Конструктивно електродна система виконана у вигляді чотирьох колон, зібраних з опорних ізоляторів КО-110/1250. Колони розміщуються на рухомому візку, який рухається по напрямних уздовж технологічної ванни. У верхній частині колони з'єднані між собою металевими балками. До балок кріпиться блок електродів. Кожен електрод оснащений індивідуальним пневматичним приводом для вертикального переміщення. Електроди - два фіксованих і нижній є робочим.

У вихідному положенні електроди ізолювані від високовольтної шини і один від одного. У нижньому положенні електроди опускаються на зруйнований продукт, при цьому вони автоматично підключаються до високовольтної шини, яка приймає імпульси від генератора.

Технологічна ванна являє собою металеву ємність зварної конструкції $4,5 \times 9,8 \times 2,5$ м, заповнену водою. У середині ванни є гідравлічний підйомник з шістьма контейнерами. Ємності закриваються ґратами і служать для видалення зруйнованого бетону. У міру наповнення ємностей їх виймають з ванни і вивантажують. Із решіток знімається залізобетонний каркас.

Контроль за роботою генератора, електродної системи, гідравлічного підйомника здійснюється з пульта управління, розташованого в кабіні оператора.

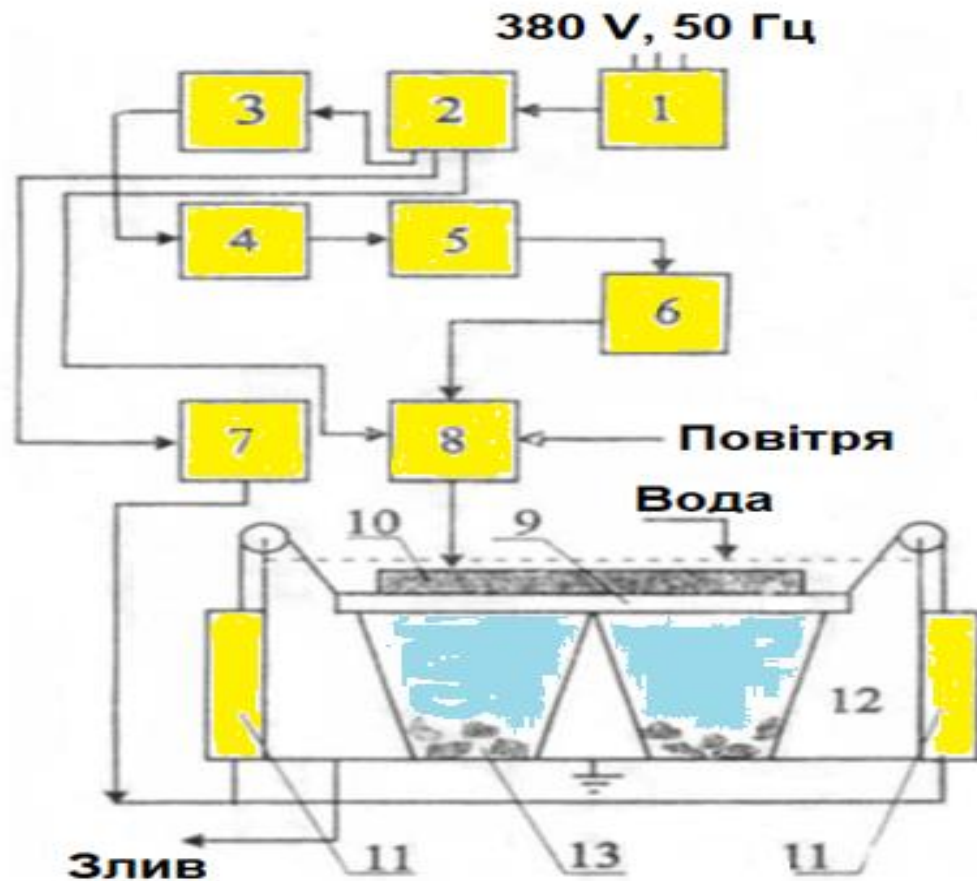


Рис. 14 - Схема лінії при руйнуванні залізобетону

1 - розподільна дошка; 2 - пульт дистанційного керування; 3 - стабілізатор напруги; 4 - високовольтний трансформатор; 5 - генератор імпульсної напруги; 6 - високовольтна шина; 7 - гідростанція; 8 - електродна система; 9 - піддон; 10 - зруйнований продукт; 11 - гідроциліндри; 12 - технологічна ванна; 13 - бункер

Установка працює наступним чином: Виріб з мостовим краном і гідравлічним підйомником розміщується на решітках контейнерів. Над виробом встановлюється електродна система. Один з електродів опускається на бетон і автоматично підключається до високовольтної шини. Включається генератор імпульсів. Імпульси від генератора через високовольтну шину і електрод потрапляють в робочу зону і руйнують бетон. Після подачі трьох-п'яти імпульсів бетон під робочим електродом руйнується, електрод піднімається вгору, а інший опускається на незруйновану частину виробу. Цикл руйнування повторюється до пов-

ного звільнення арматурного каркаса або закладних деталей від бетону, які зберігають первісну форму і можуть бути використані повторно.

Таблиця 3 - Фракційний склад щебню

Розмір фракції, мм	Фракційний склад щебню, %	
	Після руйнування стінової панелі Б 15-26	Після ЕІ додаткове днопоглиблення в ситі 40мм
0-5	6,3	9,7
5-10	8,4	15,6
10-20	17,3	40,4
20-40	13,5	34,3
40-70	12,0	0
Понад 70	42,5	

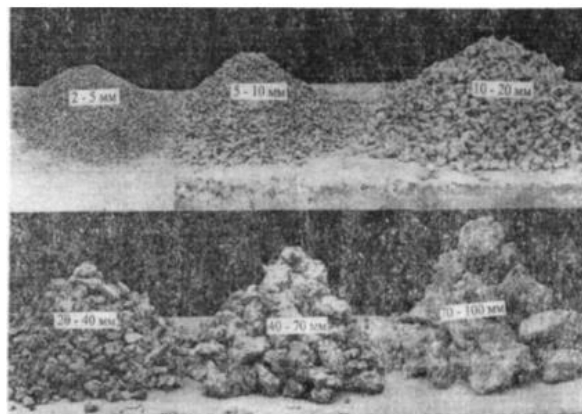


Рис. 15 - Фракційний склад бетону

Технічні параметри установки:

Встановлена потужність, кВт — 100

Продуктивність (час завантаження і розвантаження продукції не враховується), м³/год - 3-5

Споживана потужність, кВт•год/м³:

при обробці виробів з одношаровою арматурою — не більше 3-х

при обробці виробів з просторовою арматурою — не більше 7

Параметри продуктів, що руйнуються:

— розміри, м - 6,3×3,2×0,3

- вага, т - 10
- Розміри установки, м - 12×12×4
- Вага установки, т - 25

Другий етап обробки некондиційних залізобетонних виробів після вилучення арматури забезпечує дроблення бетону на фракції, придатні для повторного використання в нових конструкціях.

Відсутність металу в бетоні дає можливість використовувати технології, аналогічні тим, що застосовуються для отримання природних заповнювачів, звичайні механічні дробильні установки (для обробки природного каменю в кар'єрах), а також електричні імпульсні дробарки, які, на відміну від традиційних, дозволяють регулювати гранулометричний склад готового продукту в певних межах шляхом підбору параметрів імпульсного джерела.

Процентний вміст бетонного складу по фракціях після електроімпульсної обробки також наведено в таблиці 4. Найбільший відсоток становить фракція 10-20 мм, що відповідає розміру природного крупного заповнювача.

Результати порівняльних випробувань зразків бетону, заповненого гравієм природного походження і фракцією 1,0-20 мм, наведені в табл. 4

Таким чином, утилізація залізобетону електроімпульсним методом має такі особливості:

- вилучення армуючих каркасів і закладних елементів здійснюється без їх деформації;
- під час додаткового дроблення виділяється природний агрегат.

Таблиця 4 - Результати порівняльних випробувань зразків бетону

Марка бетону	Тип заповнювача	Міцність на стиск, МПа	Щільність, кг/м ³
М 300	Витягується з готового виробу електроімпульсним методом (включаючи стадію додаткового днопоглиблення)	26,1	2240
М 300	Природний	25,5	2340

Перевага запропонованої технології перед механічними способами полягає ще й в тому, що термін служби породоруйнівного інструменту на кілька порядків вище, більш ефективним є зміцнення металу і бетону.

Можливість повторного використання арматури і природного заповнювача при виробництві залізобетонних виробів, щебеню (в дорожніх покриттях, для засипки укосів, відпрацьованої рідини), для приготування бетонних сумішей зі зниженням витрати в'язучих, роблять електроімпульсну технологію не тільки ресурсозберігаючою, безвідходною, але і екологічно чистою.

При цьому при застосуванні даної технології потрібно вживати заходів проти негативних факторів зовнішнього середовища, що вводяться в процесі експлуатації високовольтних генераторів, що входять до складу пристроїв: хвиль звукового і радіодіапазонів, електричних полів високої інтенсивності. Однак традиційні методики (ефективне електричне заземлення, застосування вихідного робочого кола для протікання імпульсних струмів, застосування шумових і радіоекранів) призводять до локалізації цих факторів на ділянці, безпосередньо прилеглий до установок, і знижують їх до рівня, що не перевищує вимог нормативів.

Переваги технології:

- безвідходні - можливість повторного використання недеформованої арматури, природного заповнювача, щебеню, відпрацьованої рідини;
- екологічна доцільність і безпека;
- зносостійкість робочого інструменту.

1.4.3 Електричний вибух провідників

Електричний вибух провідників (ЕВП) - це явище вибухового руйнування металевого провідника при проходженні через нього імпульсу струму високої щільності [20]. Це явище супроводжується яскравим спалахом світла, різким звуком, ударною хвилею, що поширюється в навколишньому провіднику середовищі. Продуктами руйнування провідника є пари і найдрібніші частинки металу, які при певних умовах можуть взаємодіяти з навколишнім середовищем, утворюючи різні хімічні сполуки.

Процес електричного вибуху провідників підрозділяється на наступні етапи:

1. Ємнісний накопичувач енергії C заряджається від джерела живлення до напруги U_0 . При замиканні ланцюга розрядником P струм спочатку визначається хвильовим опором ланцюга, так як опір провідника невелике. Провідник нагрівається джоулевым теплом, плавиться в точці t_1 (див. рис. 16).

2. Потім провідник нагрівається в рідкому стані до моменту t_2 , що характеризують швидке випаровування рідкого металу. При цьому речовина розширюється, втрачає металеву провідність, його опір збільшується на кілька порядків, а струм в ланцюзі зменшується.

3. У момент t_3 струм зупиняється, настає пауза. Під час паузи на продукти вибуху подається напруга конденсатора.

4. У момент t_4 відбираються газоподібні продукти вибуху, починається дугова стадія розряду.

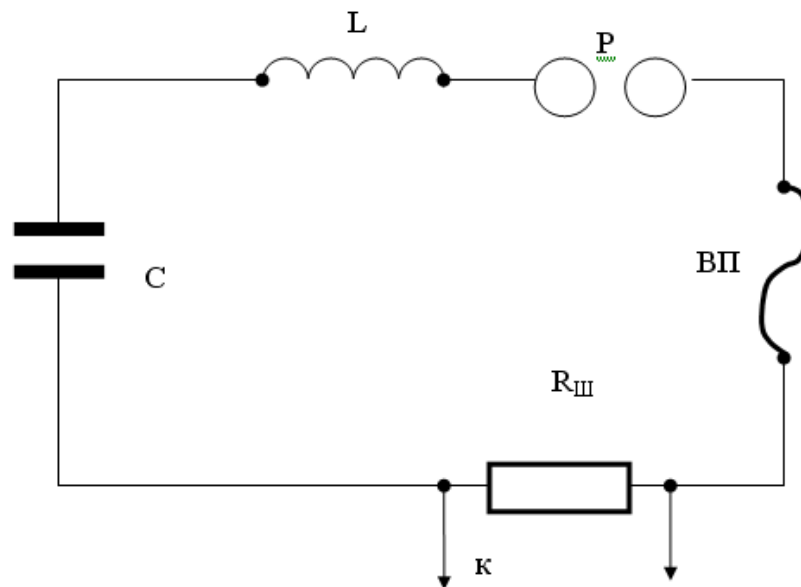


Рис. 16 - Схема установки електровибухового виробництва UDP

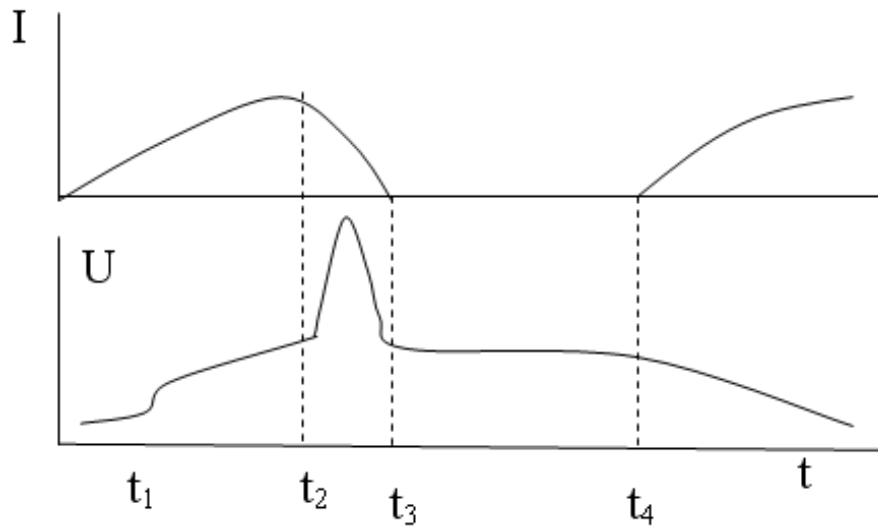


Рис. 17 - Типові форми хвиль струму (I) і напруги (U) в ЛК-ланцюзі

До основних сфер використання феномена ЕВП в науці і техніці можна віднести наступні:

- виробництво високодисперсних порошків,
- наплення тонких плівок для потреб мікроелектроніки,
- створення потужних імпульсних джерел іонізуючого випромінювання для фотографування швидкісних процесів,
- оптична прокачування газових лазерів,
- виробництво активних середовищ для лазерів на парах металів,
- створення імпульсних джерел нейтронів і електромагнітного випромінювання ультрафіолетового і рентгенівського діапазонів,
- прискорення мікрочастинок,
- створення швидкодійчих електричних вибухових вимикачів струму для високовольтних і високоточних електричних ланцюгів,
- зварювання металів,
- руйнування гірських порід,
- моделювання атомних вибухів,
- дефектоскопія і т.д.

При електричному вибуху провідників споживана електроенергія перетворюється в роботу нагріву матеріалу провідника в конденсованому стані, плавлення, випаровування металу, іонізації, утворення нових поверхонь з розривом

хімічних зв'язків - розпаду металу на скупчення, розсіювання продуктів вибуху в навколишнє середовище. Процес вивільнення енергії можна охарактеризувати наступними характеристиками: струм розряду i , падіння напруги на вибухаючому провіднику u , його активний опір r , потужність N , енергія W , введена в провідник в цей момент часу t .

Енергія, введена в провідник, є однією з найважливіших характеристик вибуху, які визначають величину і швидкість зміни опору, термодинамічний стан провідника, швидкість розширення продуктів вибуху, розмір утворилися частинок і т. д. При аналізі ЕВП застосовуються такі поняття, як об'ємна щільність енергії e , що дорівнює відношенню кількості енергії, введеної в провідник, до початкового об'єму провідника, і досягнутий перегрів або вміст енергії e/e_c - відношення об'ємної щільності енергії до енергії сублимації матеріалу провідника e_c .

Визначення енергетичних характеристик ЕВП [22] зазвичай проводиться з спільної обробки форм хвиль струму і напруги. Для шляху RLC вираз для обчислення енергії W має такий вигляд:

$$W(t) = U_0 Q(t) - \frac{Q^2(t)}{2C} - \frac{Li^2(t)}{2} - R_k \int_0^t i^2(t) dt,$$

де $Q = \int_0^t i(t) dt$ - зменшення заряду конденсатора, що визначається графічним інтегруванням форми хвилі струму;

U_0 - початкова напруга на конденсаторі;

C - ємність конденсатора.

Індуктивність L і активний опір ланцюга R_k - від форм хвиль струму короткого замикання за формулами:

$$L = \frac{T^2}{4\pi^2 C [1 + (\ln \Delta / 2\pi)^2]}, \quad R_k = \frac{2L \ln \Delta}{T},$$

де T - період загасання ланцюга,

$\ln \Delta$ - логарифмічне зниження загасання коливань струму в ланцюзі,

Δ - відношення сусідніх амплітудних значень струму однієї полярності.

Вираз - це різниця між накопиченою енергією і енергією, що залишилася в резервуарі, в магнітному полі ланцюга, і енергією, що розсіюється R_K .

Питома енергетична ємність визначається за формулою

$$e = \frac{W(t)}{lS},$$

де l і S - довжина і перетин провідника, що підлягає вибуху.

Ударні хвилі в ЕВП.

Явище ЕВП супроводжується генерацією ударних хвиль в навколишньому середовищі. Ударні хвилі, ініційовані електрично вибухаючим провідником в газах і особливо в конденсованих атмосферах, все частіше використовуються в техніці і техніці завдяки можливості цілеспрямовано змінювати свої характеристики в широких діапазонах шляхом зміни розмірів і матеріалу провідника.

На початковому етапі ефекту ЕВП, нагрівання провідника супроводжується його лінійним розширенням, яке відбувається з відносно невеликою швидкістю $\sim (1-3)10^2$ см / с. На стадії самого вибуху, в процесі інтенсивного випаровування із зовнішньої поверхні провідника після досягнення температури кипіння, розширення речовини провідника відбувається зі швидкістю $(1-5)10^3$ м/с і викликає порушення в навколишньому середовищі, які утворюють первинну ударну хвилю. Вторинні ударні хвилі викликані розвитком високоточного розряду в продуктах ЕВП або навколишньому середовищі внаслідок різкого збільшення енергії, що вводиться в розрядний канал і швидкого розширення утворилася плазми. При характерних умовах на фронті ударної хвилі температура досягає 10^4 К, а тиск - декількох сотень мегапаскалів (тисяч атмосфер).

Імпульс реактивної віддачі, що виникає при розсіюванні парів, що утворюються в процесі ЕВП, може збуджувати внутрішню сходяться ударну хвилю в незіпсованої частини провідника. За передньою частиною цієї ударної хвилі і в центральній частині утворюється область зі зниженою щільністю, в якій може статися поломка, що призведе до утворення розряду периферичної дуги.

При ЕВП в рідких середовищах ударні хвилі збуджуються в момент, близький до моменту припинення дії струму, і при виникненні каналу плазмового розряду. Енергія первинних ударних хвиль при вибуху тонких провідників зазвичай мала в порівнянні з енергією вторинних ударних хвиль. Однак зі збільшенням діаметра (площі поперечного перерізу) вибухових провідників відбувається перерозподіл енергії між цими групами ударних хвиль.

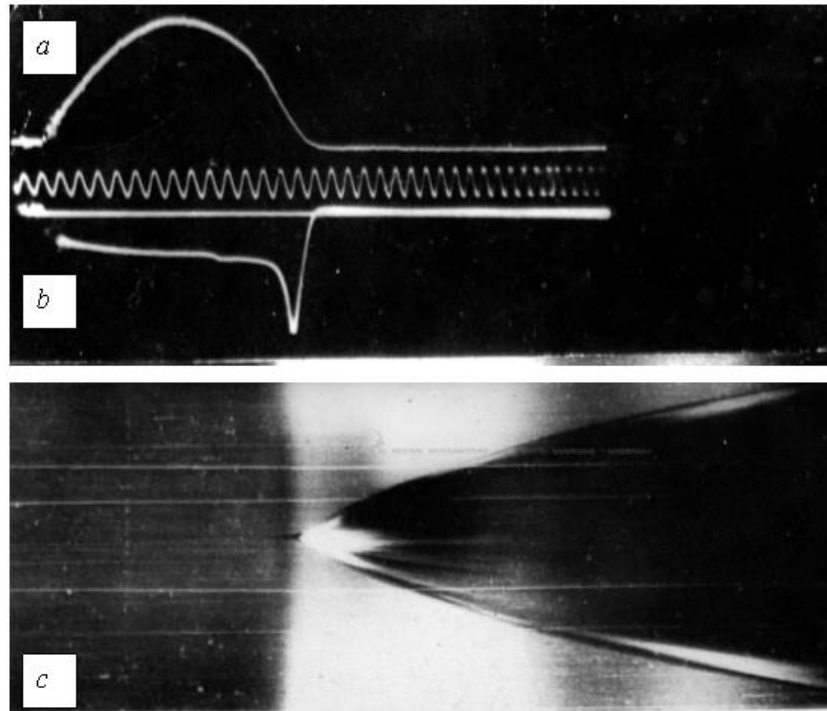


Рис. 18 - Форма хвилі потоку (а), напруга (б) і ударна хвиля (в) при електричному вибуху мідного провідника в повітрі, $d = 0,15$ мм

Ще однією особливістю ударних хвиль в рідинах є досягнення високих значень температури і тиску в каналі нагнітання пульсуючої в часі газової порожнини. За часом максимального розширення цієї порожнини енергія, що виділяється в процесі ЕВП, розподіляється приблизно наступним чином:

Енергія ударно-хвильових	хвиль ~ 60 %,
Енергія теплового випромінювання	~ 10 %,
Енергія, витрачена на формування порожнини	~ 30 %.

При цьому ефективність перетворення енергії, накопиченої в первинному накопичувачі, в енергію гідромеханічного імпульсу становить $\sim 30\div 40\%$. Для

досягнення високої ефективності передачі енергії від накопичувача до провідника на етапі фактичного вибуху і отримання ударних хвиль з максимальними параметрами необхідно узгодити параметри електричного кола, розміри і фізичні властивості матеріалу провідника. Як вже зазначалося раніше, у міру збільшення площі поперечного *перерізу провідників* S (або діаметра) енергія, що виділяється в них, збільшується, а енергія дугового каскаду зменшується. При цьому збільшується і швидкість ударної хвилі голови, що відбувається аж до деякого оптимального перетину S_{opt} , який зміщується в область великих значень зі збільшенням зарядної напруги. Аналіз відповідних форм хвиль показав, що S_{opt} відповідає струмам, близьким до максимального в заданому розрядному ланцюзі. При $S > S_{opt}$ швидкість ударної хвилі знижується навіть при збільшенні енергії на одиницю довжини. Це свідчить про те, що переважним впливом на гідродинамічні характеристики ударних хвиль в ЕВП є об'ємна щільність енергії, що виділяється в провіднику, більш високими значеннями якої є більш високі значення. Можливе отримання провідників на етапі власне вибуху, параметри яких повинні бути узгоджені з параметрами накопичувача енергії.

Технологічне застосування ЕВП. Розрядно-імпульсні технології

При імпульсному електричному розряді в рідині навколо зони її утворення виникають ударні хвилі і потоки рідини, здатні виконувати корисну роботу. Високі концентрації енергії і швидкість обробки визначають області застосування електрогідравлічних установок: швидкісна деформація металів, руйнування і дроблення крихких матеріалів, очищення металевих деталей від формувальних сумішей і накипу, ехолокація водних об'єктів і т.д.

Електрогідравлічне штампування листових матеріалів [23]. Схема процесу електрогідравлічного штампування за допомогою дроту, що вибухає, наведена на рисунку 19.

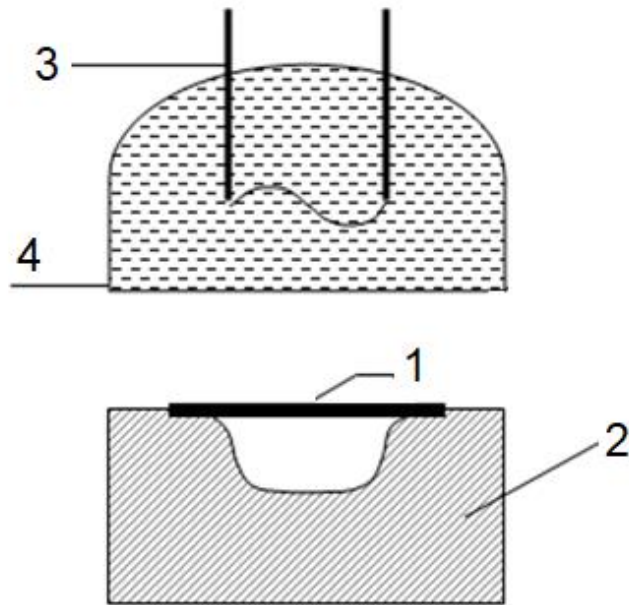


Рис. 19 – Схема електрогідравлічного штампування листових матеріалів.

Заготовка 1 монтується над матрицею 2. Робоча порожнина в матриці зазвичай вакуумується. Рефлектор 4 з електродною системою 3 заповнюється водою. Після вибуху провідника в рідині утворюється хвиля тиску. Взаємодіючи з заготовкою, хвиля передає їй свою енергію і виконує деформаційну роботу.

Параметри розвантажувального контуру електрогідравлічних штампувальних пристроїв зазвичай підбираються таким чином, щоб отримати необхідну якість штампованих деталей при максимальній продуктивності процесу. Застосування провідника, що вибухає дозволяє знизити напругу приводу до $U = 4 \div 5$ кВ. Це забезпечує значення енергії в розряді від 0,5 до 50 кДж.

Зварювання. Одним із способів підвищення якості з'єднань є імпульсне зварювання труб решітками труб. В його основі лежить поява металевих зв'язків в результаті комбінованого впливу пластичних деформацій і нагрівання. Механізм електровибухового зварювання відрізняється від механізму електровибухового пресування тим, що в отвори колосникової решітки вводиться конічна різка, а на патрон передається велика енергія. Дефлорація труби здійснюється шляхом деформації з великою швидкістю ковзання по поверхні конуса різання, утворює зварний стик з його боку. При зіткненні труби і решітки косо утворюються хвилі, що сприяють зачепленню металів. Стики, отримані при електро-

зварюванні плавленням, мають високу герметичність (до $400 \cdot 10^5$ Па і більше), а також міцність на рівні матеріалу труби.

Пресування металокерамічних деталей. Спосіб пресування металевих і неметалевих порошків вибухом електричного провідника дає можливість виготовляти такі металокерамічні деталі, як втулки і кільця без застосування пресового обладнання в нежилій і непарашутної формі, в якій функцію внутрішнього пуансона (сердечника) виконує проміжне середовище. Цей метод забезпечує отримання низької чистоти і високоміцні виробу, так як процес може здійснюватися при високій температурі і з використанням в'язучих металів, таких як кобальт, який виконує роль мастила і забезпечує плинність частинок порошку для заповнення пустот і тріщин.

Тиск, необхідний для пресування порошків, створюється в проміжному середовищі в результаті електричного вибуху провідника, розташованого по осі його обсягу. Тиск від провідника вибуху передається через проміжне середовище на порошок, розташований між середовищем і матрицею. Проміжне середовище виготовляється з поліетилену, воску, вакуумної гуми, капрону, каоліну і т.д. Значно підвищуються механічні властивості виробів, стиснутих в умовах імпульсного навантаження.

Ініціювання розряду провідником, що вибухає, дає можливість локалізувати місце пробою аж до забезпечення в деяких випадках заданої геометрії нагнітального каналу, значно знижуючи робочу напругу. Крім того, відомо, що введення елементів I групи таблиці Менделєєва (наприклад, міді) в канал розряду за допомогою ЕВП сприяє підвищенню ефективного показника адіабату γ_e , що визначає ефективність процесу перетворення накопиченої в накопичувачах енергії в роботу по розширенню каналу [24].

Висновки

1. Розглянуто сучасний стан переробки будівельних відходів та повторного їх використання.
2. Проаналізовано відомі методи руйнування конструкцій будівель, виведених з експлуатації.

3. Найбільш перспективними, на думку автора, є методи з використанням розрядно-імпульсної технології. Але електрогідравлічні установки, засновані на використанні імпульсного високовольтного розряду в рідині, мають деякі характерні особливості. Це нестабільність і погана відтворюваність процесу, низька ефективність перетворення енергії і істотний вплив на неї параметрів рідини, розмірів електродів, їх взаємного розташування і т. д., що обумовлено непродуктивним споживанням енергії, запасеної в накопичувальному баку, на створення умов для виникнення електричного пробою робочого інтервалу.

4. Електричний вибух провідника не має цих недоліків, тому доцільно розглянути його використання для руйнування будівельних конструкцій.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Методи проведення досліджень

Принципова схема електроустановки для проведення досліджень ЕВП в твердому тілі наведена на рисунку 20.

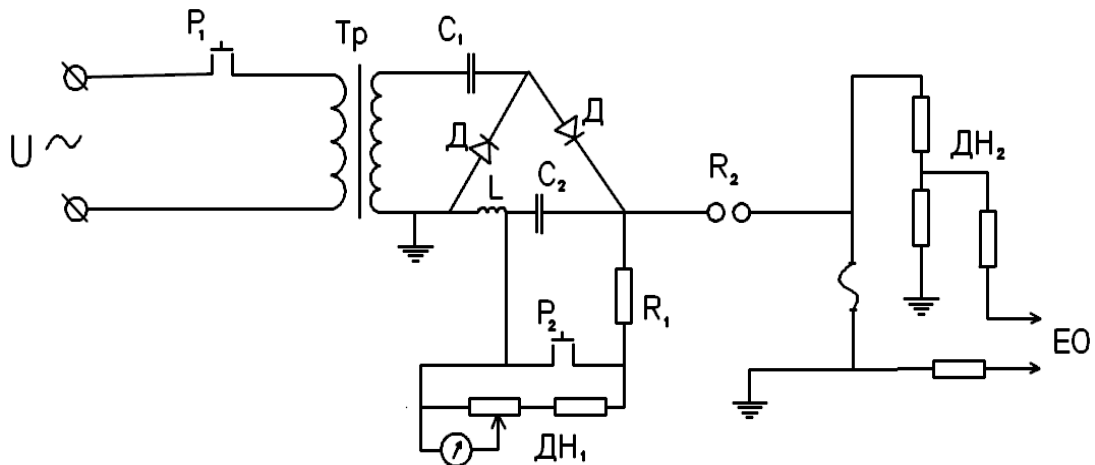


Рис. 20 - Принципова схема експериментальної установки:

U – напруга живлення, 220 V; P_1 – вимикач струму; Д – високовольтний випрямляч; L – індуктивність зарядки; C_1 , C_2 – високовольтні конденсатори; ДН₁, ДН₂ – омичні дільники напруги; R_1 – омичний розрядник; P_2 – управління розряду; R_2 – розжарювальний розрядник; ЕО – електронний осцилограф.

Основними елементами установки є: генератор імпульсного струму (ГІС), блок для осцилографа, що реєструє струм розряду і напругу на провіднику, що вибухає (ВП), розрядна камера і об'єкт дослідження.

ГІС збирався на основі конденсаторів К75-40а ємністю $C = 60$ мкФ. Регулювання вихідної напруги ГІС здійснювалося напругою зарядки і зміною відстані між кульками розрядників.

Основні технічні характеристики ГІС:

Максимальна вихідна напруга – 3 кВ;

Ємність – 60 мкФ;

Індуктивність нагнітального контуру – 3,8 мкГ;

Амплітуда тригерного сигналу – 2,7 кВ.

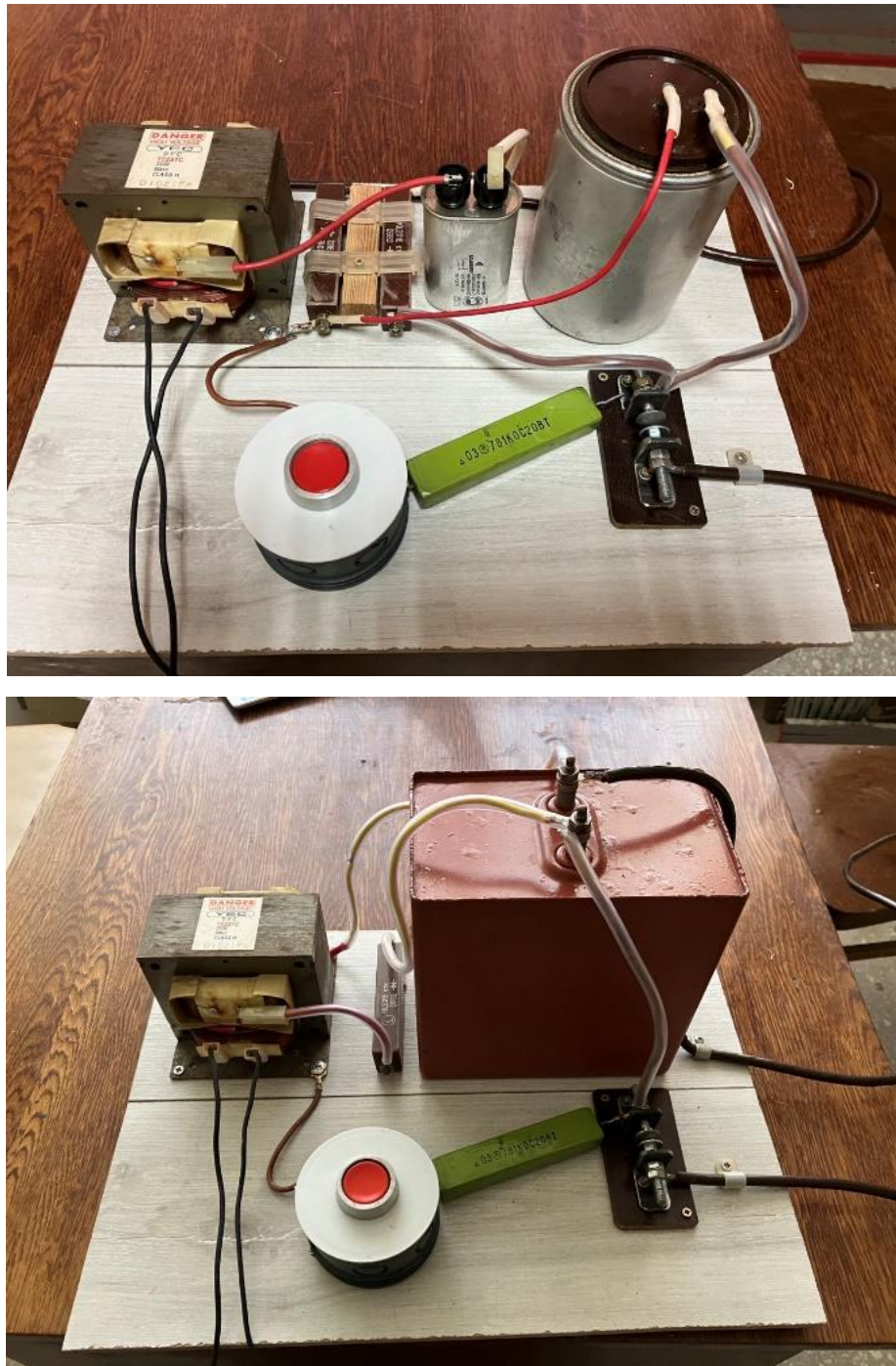


Рис. 21 – Фото варіантів дослідної установки

Реєстрація імпульсних струмів і падіння напруги на ВП здійснювалася за допомогою приладів, що перетворюють досліджувані сигнали в значення, прийнятне для подальшої реєстрації сигналу на електронно-променевий осцилограф. В якості перетворювальних пристроїв використовувалися омичні дільники напруги DN1, DN2 за схемою Балигіна і шунта струму (ТШ), сигнали від яких передавалися за допомогою коаксіальних кабелів РК-75 на осцилограф типу С8-

17. Калібрування ДН і ТШ проводилася відповідно до ГОСТ 17512-82 «Електрообладнання та електроустановки на напругу 3 кВ і вище».

В ході досліджень використовувалися зразки бетону розміром $100 \times 100 \times 100$ мм (рис. 21), в яких влаштовували отвори і поміщалися мідні дроти діаметром 0,1; 0,25 і 0,4 мм, а також ніхромові дроти діаметром 0,4 мм. Зразки бетону були підготовлені з бетону марки М200 Хмельницького заводу ЖБК.



Рис. 22 – Підготовлені для руйнування зразки бетону

ЕВП здійснювалося при наступних параметрах: напруга ГІТ $U = 2,5$ кВ, ємність $C = 60$ мкФ, індуктивність розрядного ланцюга $L = 3,8$ мкГ, запасена енергія $W = 1800$ Дж.

Коли в зразку бетону вибухнув провідник, останній був зруйнований.

Руйнування проходило по лінії розташування отворів в бетонному зразку.



Рис. 23 – Характер руйнування зразків бетону

Для оцінки ефективності руйнування був проведений ситовий аналіз продуктів руйнування бетону на ситах з модулем $\sqrt{2}$, за результатами якого були виявлені гранулометричні характеристики.

Ситовий аналіз подрібнених матеріалів заснований на механічному поділі частинок за розміром. Матеріал завантажується на сито з осередками відомого розміру і шляхом струшування, постукування, вібрації або інших засобів ділиться на дві частини - залишок і прохід. Просіюючи матеріал через набір різних сит, можна розділити зразок на кілька фракцій. Розміри частинок цих фракцій обмежені розміром отворів, використовуваних при аналізі решіт.

Під розміром сита зазвичай розуміють довжину сторони квадратної осередку. Відношення розміру осередків сита до розміру отвору (ширини) подальшого меншого сита є константою і називається модулем набору решіт.

Перевагами сито-аналізу є простота і одночасне отримання декількох фракцій. Похибка вимірювання становить 1-2%. Недолік - тривалий час просіювання.

За знайденими гранулометричними характеристиками визначали поверхню сформованих фрагментів бетону S_{vn} і їх середній діаметр D_{sr} .

$$dS = 6dP/x\rho_0,$$

де dP - ваговий вихід елементарного класу грубості, x - середній розмір класу крупності, ρ_0 - щільність бетону.

Розрахунок середнього розміру шматків бетону проводився за формулою:

$$D = \Sigma dP/\Sigma dP/x.$$

2.2 Аналіз гранулометричних характеристик продуктів електричного вибуху провідників різного діаметру

У першій серії дослідів мідні провідники діаметром 0,1; 0,25 і 0,4 мм використовувалися для вивчення впливу діаметра підривного провідника на характер руйнування бетону. На формах хвиль струму і напруги існує різниця в часі настання і тривалості вибуху провідників різного діаметру. Як приклад на рисунку 24 представлені форми хвиль струму і напруги при вибуху мідних провідників в бетоні.

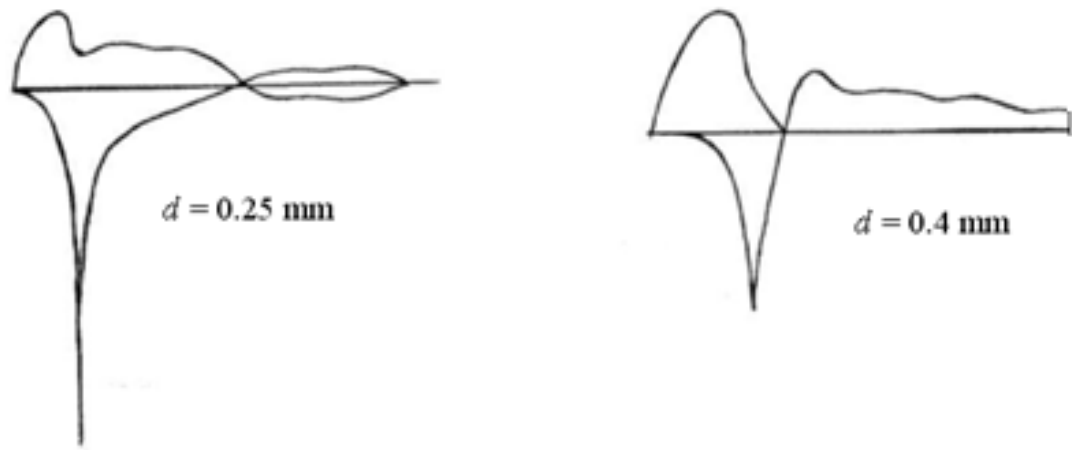


Рис. 24 - Форми хвиль струму і напруги при вибуху мідних провідників в бетоні

Гранулометричні характеристики продуктів деградації для різних діаметрів, визначені за результатами ситового аналізу, представлені в таблицях 5 і 6. X, мм – середній розмір класу «великості»

На рисунку 23 представлені сумарні розмірні характеристики зразків бетону, показана частка частинок, розмір яких більше цього класу грубості.

Таблиця 5 - Загальна характеристика грубості продуктів руйнування бетону при ЕВ мідних провідників, %

Розмір частинок	Діаметр ВП, мм		
	0,1	0,25	0,4
X, мм	0,1	0,25	0,4
2,8	99,9	99,9	100
3,77	99,8	99,8	100
5,33	99,6	99,5	100
7,54	99	98,5	100
10,67	97,5	97,5	99,9
15,09	93	95,5	99,9
21,34	87	89,5	96,5
30,18	82	83	95
42,68	80	76	92
60,36	70	64	90

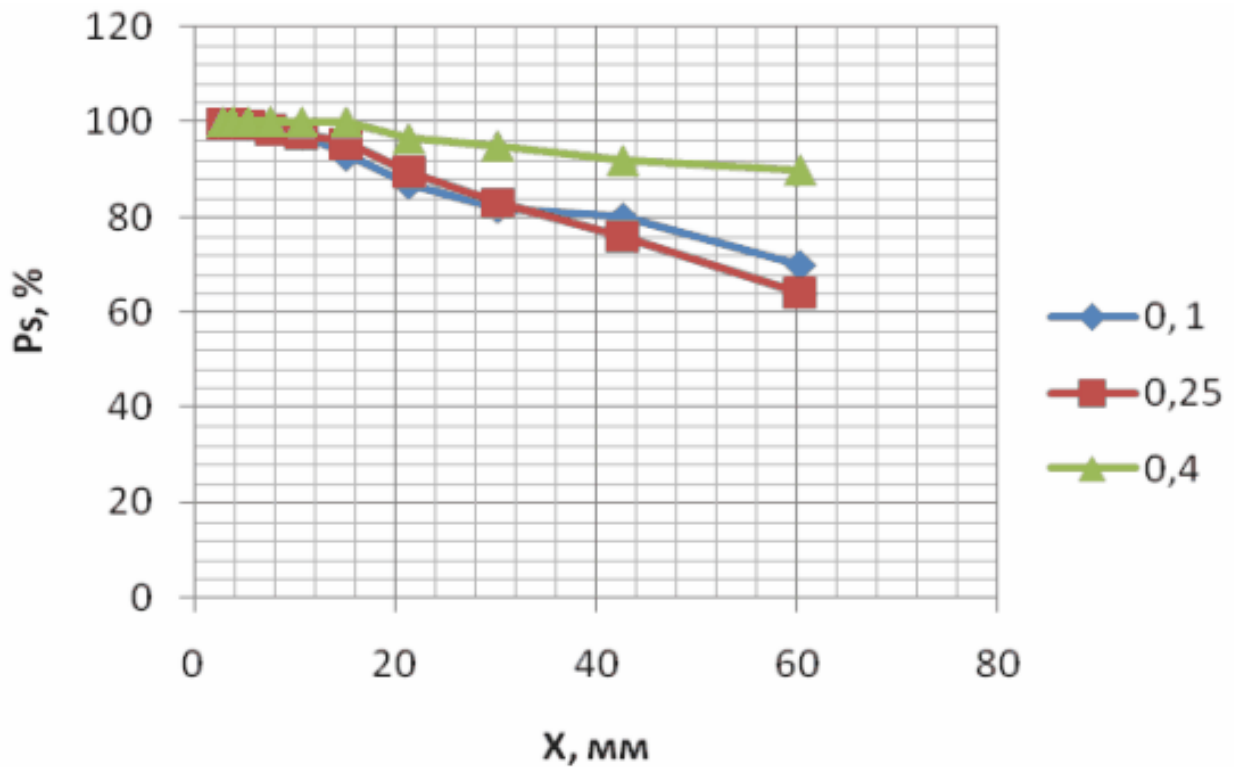


Рис. 25 - Сумарні гранулометричні характеристики продуктів руйнування бетону при вибуху мідних провідників різного діаметру

Для зразків з мідними провідниками діаметром 0,1 і 0,25 мм характеристики мають приблизно однаковий зовнішній вигляд, з меншою ефективністю руйнуються кубики бетону з провідниками 0,4 мм. Це підтверджують результати розрахунку новоутвореної поверхні S і середній розмір фрагментів D , наведені в таблиці.

Таблиця 6 - Площа новоутвореної поверхні і середній розмір шматків бетону

Матеріал провідника	Діаметр провідника, мм	S , см ²	$D_{\text{ср}}$, см
Мідь	0,1	1217	3,3
	0,25	1044	3,4
	0,4	443	5,4

Таблиця 7 - Особливості масштабів руйнування бетону в районі від 2,2 до 45 мм з мідними провідниками ЕВ, %.

Розмір уламків X, мм	Діаметр ВП, мм		
	0,1	0,25	0,4
2,8	0,1	0,2	0,1
3,77	0,2	0,3	0,1
5,33	0,5	0,7	0,2
7,54	1,8	0,9	0,6
10,67	2,1	1,8	0,7
15,09	6,2	3,9	2,8
21,34	4,2	6,7	1,2
30,18	2,5	5	2,9
42,68	9,6	13	1,8

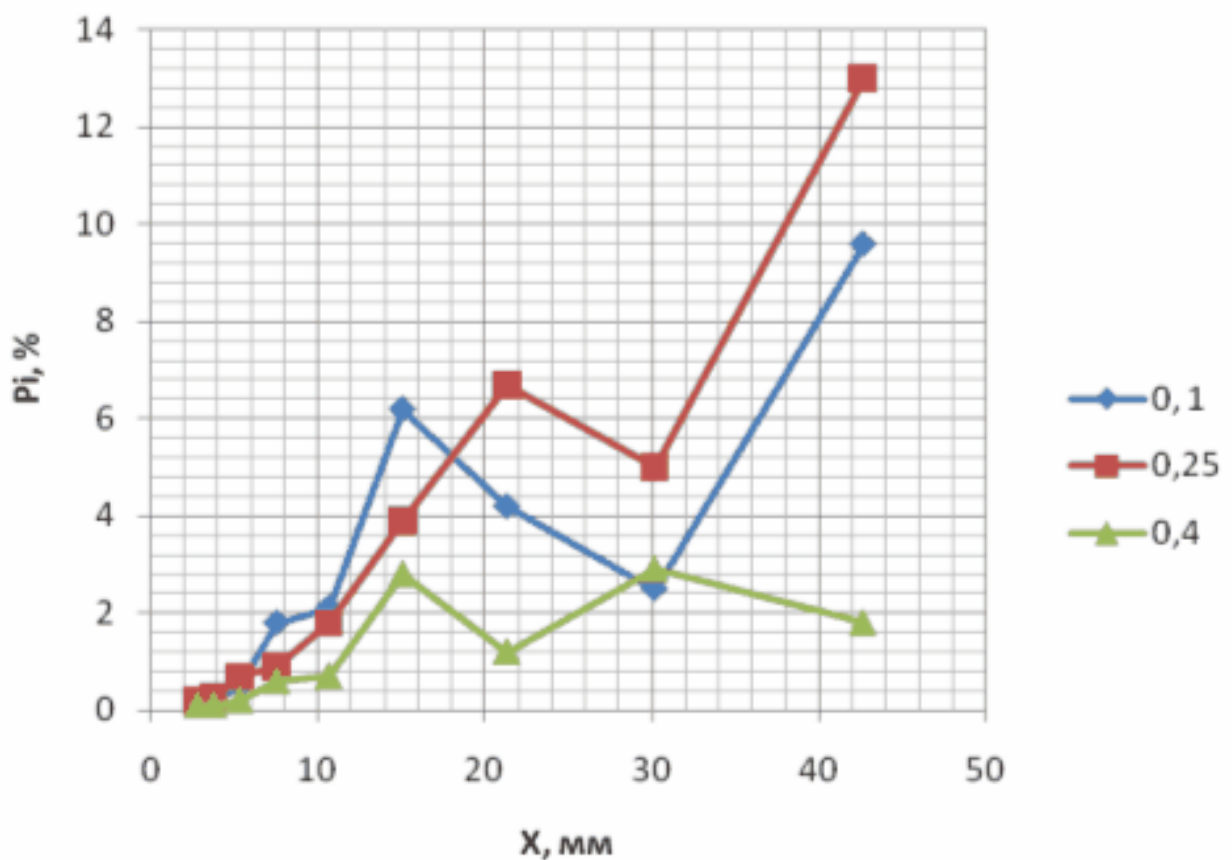


Рис. 26 - Особливості гранулометричних характеристик продуктів руйнування бетону при вибуху мідних провідників різного діаметру

За частковою гранулометричною характеристикою (рис. 22) спостерігається локальний максимум в районі фракцій 10 - 25 мм. Цей максимум пояснюється початковими розмірами великого агрегату (10 -25 мм) – щебеню, використуваного при виготовленні модельних зразків. Крупнозернистий заповнювач є найміцнішим компонентом в зразках бетону і при вибуху звільняється від склеювальної піщано-цементної суміші.

При руйнуванні бетону ймовірність виділення фракцій, відповідних розмірам вихідних частинок заповнювача, більше, ніж ймовірність появи новоутворених частинок.

2.3 Аналіз гранулометричних характеристик продуктів електричного вибуху провідників з різних металів

У другій серії експериментів було досліджено вплив матеріалу провідників на характер руйнування бетону. В експериментах використовувалися мідні і ніхромові провідники діаметром 0,4 мм.

Характеристики металів:

Мідь - це м'який, ковкий метал червоного кольору, рожевий в зламі, зеленувато-синій при напівпрозорості тонкими шарами. Питомий електричний опір $\rho=0,0172 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Ніхром - загальна назва групи сплавів, що складається, в залежності від марки сплаву, з 55-78% нікелю, 15-23 % хрому, з добавками марганцю, кремнію, заліза, алюмінію. Питомий електричний опір $\rho = 1,05-1,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

На формах хвиль струму і напруги спостерігається різниця в часі початку вибуху провідників з різних матеріалів. Вибух ніхромових провідників відбувається в першій половині періоду струму розряду, в той час як мідний провідник вибухає в другій половині періоду.

Результати наведені в таблицях 8.9 та рисунках 23.24.

Таблиця 8 - Загальна характеристика грубості продуктів руйнування бетону при ЕВ різних провідників $d = 0,4$ мм, %.

X, мм	Мідь	Ніхром
2,8	100	100
3,77	99,9	99,9
5,33	99,8	99,8
7,54	99,5	99,5
10,67	99	97,5
15,09	98	96
21,34	95	92
30,18	94	89
42,68	91	84
60,36	89,5	71

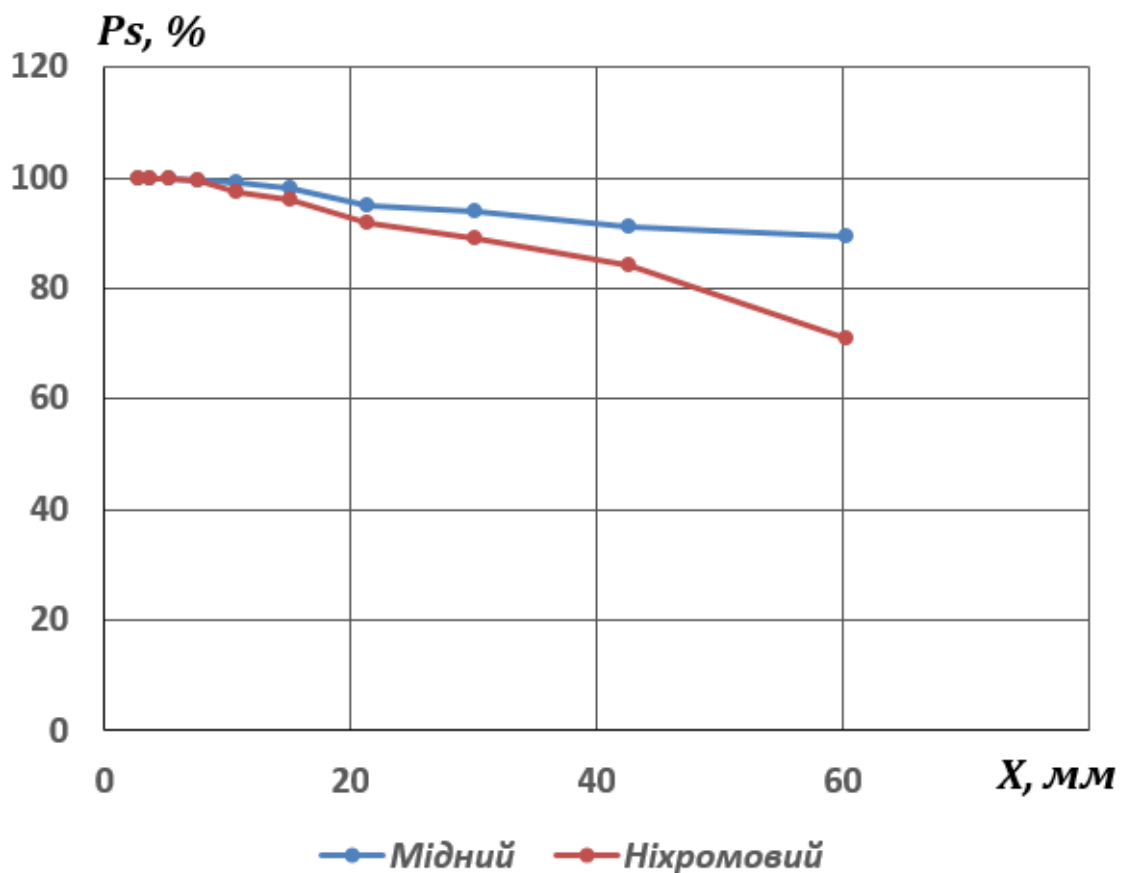


Рис. 27 - Сумарні гранулометричні характеристики продуктів руйнування бетону при вибуху провідників з різних матеріалів

Таблиця 9 - Особливості грубості продуктів руйнування бетону в регіоні від 2,2 до 45 мм при ЕВ різних провідників, %.

X, мм	Мідь	Ніхром
2,8	0,2	0,1
3,77	0,05	0,2
5,33	0,1	0,3
7,54	0,2	0,6
10,67	0,7	2
15,09	2,8	3,4
21,34	1,2	3,6
30,18	2,8	4,3
42,68	1,8	9,2

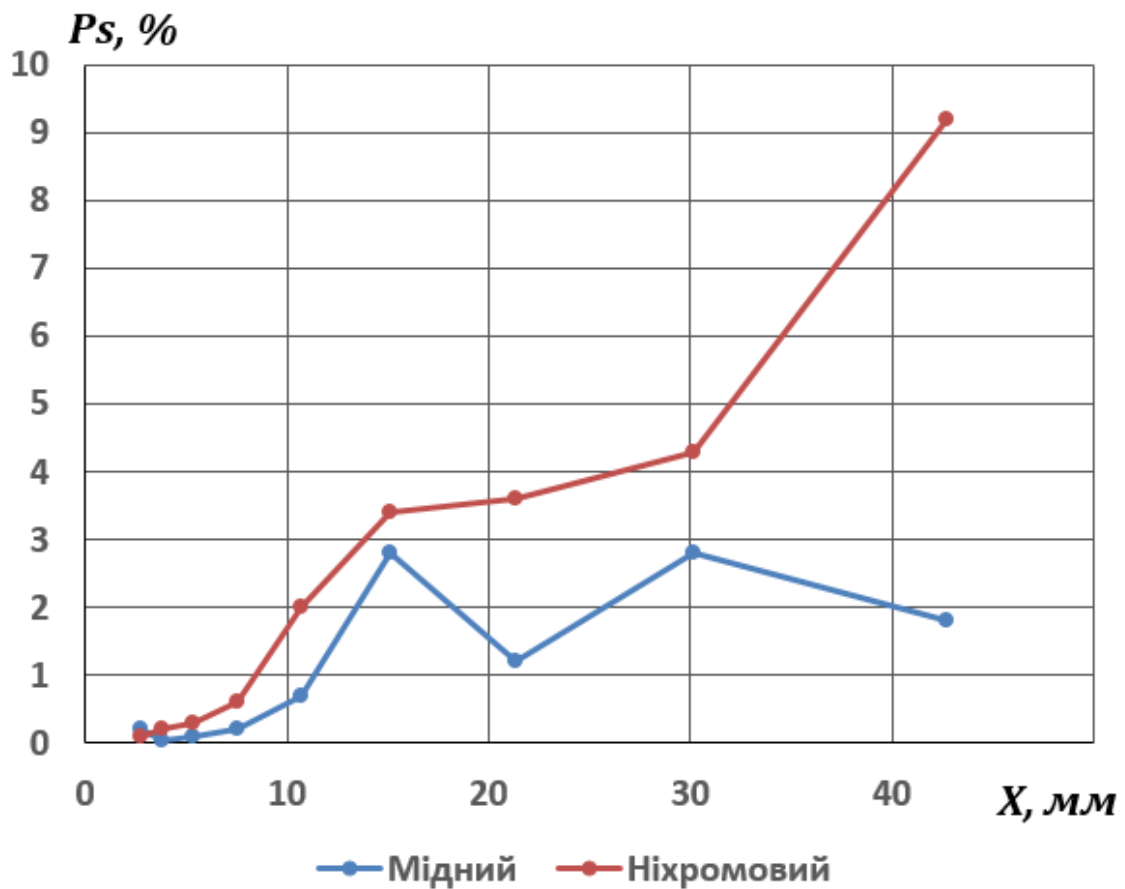


Рис. 28 - Особливості гранулометричних характеристик продуктів руйнування бетону при вибуху провідників з різних матеріалів

Як видно з рисунків 27, 28 і таблиць 8, 9, ступінь руйнування бетону залежить від матеріалу провідника, який вибухає. Для зразків з ніхромовими провідниками характеристики кращі, з меншою ефективністю руйнуються кубики бетону з мідним провідником діаметром 0,4 мм. Це підтверджують результати розрахунку новоутвореної поверхні S і середній розмір *фрагментів* D , наведені в таблиці.

Таблиця 10 – Результати розрахунку руйнування бетону різним матеріалом провідника, що вибухнув.

Матеріал провідника	Діаметр провідника, мм	S , см ²	$D_{\text{ср}}$, см
Мідь	0,4	443	5,4
Нікель		707	4,0

Висновки

1. Наведено результати експериментальних досліджень характеру руйнування бетону під ЕВ мідних і ніхромових провідників, розміщених в товщі модельних зразків бетону.

2. Показано, що ступінь руйнування бетону, що оцінюється гранулометричними характеристиками продуктів руйнування, залежить від діаметра провідників. У використуваному в експериментах режимі вибуху ефективність руйнування бетону зростає зі зменшенням діаметра провідників.

3. Встановлено, що ступінь руйнування бетону при вибуху провідників з високоомних матеріалів вище, ніж при вибуху мідних провідників.

4. Ефективність дроблення зразків провідниками з високоомних матеріалів (ніхром) вище, ніж при використанні мідних провідників.

3 РОЗРОБКА СПОСІБУ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РУЙНУВАННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ

Пропозиція відноситься до розробки гірських порід з використанням електроімпульсної технології і може застосовуватися для руйнування гірських порід у виробництві будівельних матеріалів та переробці бетонних виробів виведених з експлуатації.

Електрогідрравлічний спосіб руйнування твердих тіл заснований на тому, що в пробуреному в твердому тілі шпурі, заповненому рідиною, зокрема водою, в якому розміщується електродна система установки, при електричному розряді виділяється енергія, що породжує хвилю тиску, що впливає на рідину, що заповнює шпур, і на тверде тіло. Внаслідок впливу відбувається порушення цілісності твердого тіла у вигляді появи системи тріщин та відколів.

Відомий спосіб різання та подрібнення твердих тіл, в якому за допомогою електрогідрравлічного ефекту, в якому в контейнері, наповненому рідиною, за допомогою джерела імпульсного струму генерується імпульсний розряд в рідині, при цьому матеріал, який потрібно подрібнити, знаходиться в контейнері у підводному розряднику (європейський патент №3801912A1, МПК В02С 19/18, опубл. 14.4.2021 р.).

Недоліками відомого способу є його невисока ефективність через швидке згасання ударних хвиль, низький коефіцієнт цільового витрачання прикладеної енергії.

Відомий спосіб дроблення гірської породи, що включає генерацію ударної хвилі із запрограмованою формою, силою і тривалістю часу для дроблення гірської породи. Попередньо запрограмована форма, сила та тривалість генеруються за допомогою імпульсної електричної енергії. Для генерації ударної хвилі використовується одна або кілька свічок запалювання, щонайменше два електроди або дротяний провідник (патент WO 99/24694, МПК E21С 37/18, E21В 7/15, F42D 3/04, опубл. 20.05.1999 р.).

Недоліком відомого способу є обмежені функціональні можливості, так як відсутня можливість виконання спрямованих відколів, неможливість реалізації при руйнуванні блоків неправильної форми.

Найбільш близьким по технічній сутності і досягнутому результату є спосіб руйнування гірських порід, відомий в техніці як «розбивач валунів», заснований на батареї конденсаторів, з'єднаних кабелем з електродом або перетворювачем, який вставляють в отвір в породі для електрогідравлічного руйнування, який включає буріння в твердому тілі отворів, заповнення їх водою і здійснення імпульсного електричного розряду (Hamelin, M. and Kitlinger, F., *Hard Rock Fragmentation with Pulsed Power*, presented at the 1993 Pulsed Power Conference, and Res, J. and Chattapadhyay, A., “Disintegration of Hard Rocks by the Electrohydrodynamic Method” *Mining Engineering*, January 1987).

Такий спосіб призначений для гідравлічного розриву пласта валунів, що утворюються в процесі видобутку, або в будівництві без використання вибухових речовин.

Недоліком відомого способу є обмежена ефективність застосування, так як накопичувачі енергії в цих системах розташовані віддалено від валуна та відсутня можливість його використання при руйнуванні великих блоків породи, для яких важко отримати розкол по потрібному напрямку.

В основу корисної моделі поставлено задача розробки способу електрогідравлічного руйнування твердих тіл з можливістю розколу великогабаритних, у тому числі некристалічних гірських порід за заздалегідь обраним напрямком протягом одного циклу, що підвищує ефективність виконання робіт і знижує витрату енергії за рахунок більш ефективного використання.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі електрогідравлічного руйнування твердих тіл, заснованому на батареї конденсаторів, з'єднаних кабелем з електродом або перетворювачем, який вставляють в отвір в породі для електрогідравлічного руйнування, який включає буріння в твердому тілі отворів, заповнення їх водою і здійснення імпульсного електричного розря-

ду, попередньо проводять послаблення поперечного перерізу у потрібному напрямку руйнування.

Пропозиція авторів пояснюється кресленням (рис. 28).

Спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл, при якому в твердому тілі 1, що руйнується пробурені отвори 2, в які розміщені електроди 3 для здійснення імпульсного електричного розряду, з'єднані високовольтними кабелями 4 з батареєю конденсаторів 5. Отвори 2 заповнені водою і розміщені по лінії майбутнього розколу 6, по якій виконано попереднє послаблення 7 поперечного перерізу.

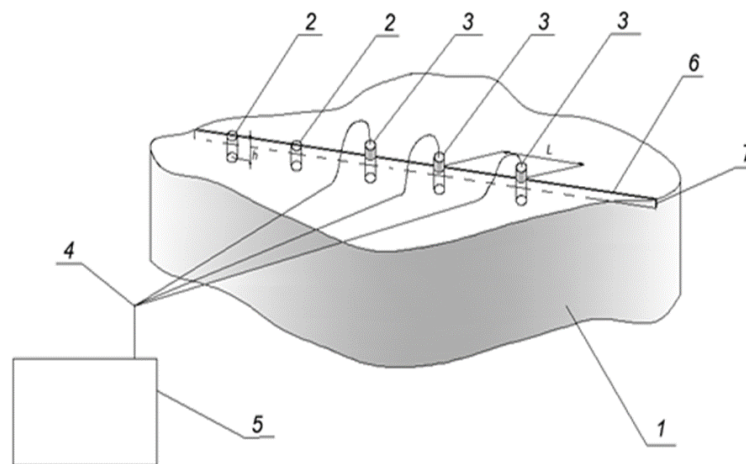


Рис. 29 - Спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл

Спосіб здійснюють наступним чином.

У твердому тілі 1, що руйнується, наприклад, блоці гірської породи, бурять отвори 2 глибиною h , розміщуючи їх по лінії майбутнього розколу 6 на відстанях L один від одного і від краю блока та проводять попереднє послаблення 7 поперечного перерізу, виконуючи проріз, наприклад, алмазним диском. Потім у отворах 2 встановлюють електроди 3 для здійснення електричного розряду і генерації ударних хвиль та підключають їх високовольтними кабелями 4 до відповідних виходів батареї конденсаторів 5. Отвори 2 із встановленими електродами 3 заповнюються водою або іншою діелектричною рідиною.

При включенні батареї конденсаторів 5 відбуваються розряди на кінцях електродів 3 в отворах 2. При цьому генеруються ударні хвилі тиску, які пе-

редаються рідиною, яка заповнює отвір 2 твердому тілі 1 (через відмінність акустичної жорсткості рідини та твердого тіла 1 має місце часткове відображення хвиль). Ударні хвилі тиску, поширюючись зі швидкістю звуку в матеріалі твердого тіла 1, що руйнується, створюють в зонах навколо отворів 2 радіальні тріщини довжиною близько 2-3 радіусів отвору 2.

Ударні хвилі, що частково відбилися від стінок отворів 2, поширюючись радіально у напрямку до осі отвору 2, досягають каналу розряду і вдруге відбиваються від нього. В результаті неодноразових відбитків ударних хвиль і виділення енергії, що триває, в каналі розряду гідравлічний тиск у отворі 2 зростає, надаючи розклинювальну дію на стінки отвору 2. Це призводить до появи додаткових напруг і сприяє зростанню тріщин, що зародилися на фронті ударної хвилі. Тиск утримується у отворі 2 до приходу хвилі розвантаження від відкритого торця отвору 2.

Ударні хвилі, що розповсюджуються в твердому тілі 1 радіально зі швидкістю звуку досягають поверхонь сусідніх отворів 2 та вільної поверхні твердого тіла 1 по лінії розколу та частково пружно відбиваються від них. При відбитті ударних хвиль виникають розтягуючі напруження, що призводять до порушення цілісності твердого тіла 1 у вигляді локальних відколів і появи тріщин, переважно по лінії розколу 6. Відбиті від стінок отворів 2 і вільної поверхні твердого тіла 1 ударні хвилі, поширюючись у твердому тілі 1, впливають на виконане послаблення поперечного перерізу 7 і сприяють розвитку тріщин вздовж лінії розколу 6.

Процес завершується руйнуванням твердого тіла лінією розколу 6, заданою розташуванням пробурених отворів 2 та виконаним попереднім послабленням поперечного перерізу 7.

Висновки

1. Запропоновано руйнуванням твердого тіла лінією розколу, заданою розташуванням пробурених шпурів та виконаним послабленням поперечного перерізу.

4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

Реконструкція існуючої котельні в місті Бар

4.1 Аналіз проектної і технічної документації

Будинок розташований на місцевості з незначним ухилом від осі 9 до осі 1

Технічна і виконавча документація на котельню практично відсутня, за виключенням проекту технічного переобладнання котельні. Згідно вивчення наявної проектної документації будинок котельної каркасного типу з само несучими зовнішніми стінами. Будинок котельної в осях 1...5 побудований в 60^{их} роках ХХ століття, в осях 5...9 в 70^{их} роках.

Згідно проведеного аналізу технічного стану влаштованих конструкцій будівлі котельні можна констатувати, що будівля за тривалий період експлуатації зазнала реконструкції і будувалася в два етапи. На першому етапі будівництва будівля була збудована в осях 1...5 між осями А...В. В даній частині будівлі розміщене підвальне приміщення в осях 1...2 між осями Б...В. Згодом до будівлі прибудували приблизно в 70-х роках частину будівлі в осях 6...9 між осями А...Г.

Машинний зал котельної влаштований в осях 1...8. В межах осей 1...2 будівля двоповерхова, в осях 2...8 одноповерхова. В осях 8...9, А...Г влаштовані двоповерхові побутові приміщення, відділені від машинного залу цегляною стіною вздовж осі 8.

До будівлі котельної з сторони осі В прибудовані одноповерхові приміщення в прольотах 2...4 і 5...6.

В прольоті 1...2 для освітлення приміщення другого поверху і вентиляції влаштований металевий ліхтар.

На період обстеження котельня і побутові приміщення протягом довгого часу не експлуатувалися. Заходи по консервації будівлі не проводились.

Будівля представляє собою складний в плані будинок з машинним залом, супутніми технологічними і побутовими приміщеннями.

В будинку існували наступні види інженерного обладнання:

- водопостачання холодної і гарячої води;
- газопостачання;

- каналізація побутова та технологічна;
- електропостачання, зв'язок.

Таблиця 11 -Основні будівельні конструкції

Фундаменти	Бетонні монолітні стаканного типу, залізобетонні фундаментні балки, Під обладнання – бетонні монолітні
Каркас	Залізобетонні колони, залізобетонні балки і ферми
Зовнішні стіни	Цегляні товщиною 250...380 мм
Внутрішні стіни	Цегляні товщиною 250...380 мм
Перегородки	Цегляні товщиною 120мм
Перемички	Збірні , залізобетонні , металеві
Перекриття	Залізобетонне збірне, монолітні залізобетонні вставки.
Покриття	Залізобетонне збірне, монолітні залізобетонні вставки
Покрівля	Рулонна
Підлоги	Бетонні
Вікна	Дерев'яні , склоблоки
Двері	Дерев'яні і металеві
Внутрішнє оздоблення	Штукатурка, фарбування водоемульсійними фарбами
Зовнішнє оздоблення	Цегляна кладка під розшивку

4.2 Конструктивна схема

Фундаменти монолітні бетонні стаканного типу. Колони залізобетонні.

В осях 1...2 котельні влаштоване збірне залізобетонне перекриття, з монолітними залізобетонними вставками, яке опирається на залізобетонні ригелі по осях 1...2.

В покритті будівлі в осях 1...6 використані двоскатні залізобетонні балки прольотом шириною 12 м.

В покритті будівлі в осях 6...9 використані залізобетонні ферми прольотом 18 м з полігональним верхнім поясом.

В покритті в осях 1...5 змонтовані збірні залізобетонні плити шириною 1,5 м, в осях 5...6 – монолітна залізобетонна плита, в осях 6...9 - збірні залізобетонні плити шириною 3,0 м.

Покрівля влаштована плоска рулонна.

Зовнішні несучі стіни товщиною 380 мм по осі А в осях 1...9, по осі 1 в осях А...В, по осі В в осях 1...6, по осі 6 в осях В...Г, по осі Г в осях 6...9 – стіни самонесучі по залізобетонних рандбалках [41].

Внутрішня центральна стінка по осі 8 в осях А...Г і зовнішня по осі 9 в осях А...Г товщиною 380 мм влаштована на фундаментних балках.

Цегляні стіни товщиною 250 мм прибудованої частини при осі В між осями 2...4 влаштовані по стрічкових залізобетонних фундаментах.

Цегляні стіни другого поверху по осі 8 в осях 8-9 в межах сходової клітки товщиною 250 мм. Перекриття над першим і другим поверхами в побутових приміщеннях в осях 8...9 між осями А...Г виконанні з багато-порожнистих збірних залізобетонних плит з монолітними вставками.

4.3 Результати технічного обстеження будівлі

Фундаменти, основи і підлоги. В ході технічного обстеження нерівномірних осідань основ в будівлі, про що б свідчили пошкодження в несучих наземних конструктивних елементах, не виявлені.

Згідно поведених замірів і обмірних креслень рівень землі в межах будівлі має незначний ухил в 20 см від осі 9 до осі 1.

Враховуючи можливість збільшення корисного навантаження при перепрофілюванні і зміні функціонального призначення будівлі в ході подальшої експлуатації з метою визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів під основами фундаментів, були вириті шурфи.

В ході виконання технічного обстеження встановлено, що фундаменти в будівлі – монолітні залізобетонні стаканного типу [42].

Фундаменти влаштовані з кроком 6×6 м. Як показали результати шурфування, фундаменти такого типу розміщені як під старою, так під новою частинах будівлі.

По осях 1 і 2 між осями Б...В глибина залягання фундаментів значно більша порівняно з іншими, так як в даній частині влаштоване підвальне приміщення. По периметру вказаних осей між бетонними фундаментами влаштовані фундаментні стіни. Однак в ході виконання технічного обстеження в указаному підвальному приміщенні накопичилась значна кількість ґрунтових вод, а саме підвальне приміщення значно захаращене. Накопичення води в підвальному приміщенні призвело до часткового підмочення основ фундаментів. Як результат, в цегляній стіні по осі 1 між осями А...Б спостерігається тріщина шириною розкриття до 2 мм на всю її висоту.

Аналогічний дефект спостерігається і в цегляній стіні по осі 8 між осями Б...В. Причиною виникнення такого дефекту є також і халатне влаштування фундаментних балок на стакан фундаменту. Зокрема, як показало шурфування фундаментну по осі 1 при осі Б всередині приміщення котельні, фундаментна балка практично влаштована на ґрунт, а не на фундамент [41].

При виконанні даної роботи було виконані аналіз, дослідження та розрахунки ґрунту, взятого з шурфів з метою визначення конструкції фундаменту, глибини його залягання і визначення фізико-механічних властивостей ґрунту. В результаті обстеження встановлено, що фундаменти залягають на глибину до -1.80 м від рівня поверхні підлоги.

Будівля в решті частині без підвальна.

При проведенні обстеження і ритті шурфів на різних ділянках фундаментів встановлено, що основи фундаментів влаштовані на глибині –1.80 м при ширині подушки 240 см.

Таблиця 12 - Фізико-механічні властивості ґрунту

№п/ п	Показники	Величина
1	Природна вологість, %	24.5
2	Густина ґрунту непорушної структури, г/см ³	2.03
3	Густина твердих частинок, г/см ³	2.70
4	Густина сухого ґрунту, г/см ³	1.63
5	Пористість, %	39.8
6	Коефіцієнт пористості	0.66
7	Число пластичності, % ($W_{пл}=W_T-W_p$)	33-23=10
8	Ступінь вологості	0.96
9	Консистенція ґрунту	0.15
10	Зчеплення, кг/ см ² (кПа)	0.28 (28)
11	Кут внутрішнього тертя	23 ⁰
12	Тип ґрунту	Суглинок м'яглопластичний
13	Розрахунковий опір (кг/см ²) $R=1.25/1.0 \times (0.69 \times 2.4 \times 2.03 + 3.65 \times 1.80 \times 1.9 + 2.8 \times 6.24)$ $= (3.4 + 12.4 + 17.5) \times 1.14 / (1.1 \times (10))$	3.8 кГс/см ²

За час експлуатації будівлі в зв'язку з відсутністю дощової зливної каналізаційної мережі, особливо в приземній частині, відсутністю вертикальної і горизонтальної гідроізоляції, а також пошкодження внутрішньої каналізації проходить певне замокання основи ґрунту і його вимивання під підлогою фундаменту будівлі з послідовними пошкодженнями за рахунок замокання її дощовими і технічними водами. Разом з тим в значній частині будівлі рівень підлоги на 15...20 см нижчий за рівень відмостки біля будівлі. Несвоєчасна ліквідація даного дефекту призвела до значного зволоження частин стін з подальшим утворенням грибкових утворень.

Згідно результатів статистичної обробки клас бетону становить В15, що відповідає марці бетону М200.

Враховуючи вище наведені нерівномірні перерозподіли зусиль в несучих конструкція в самих фундаментах виникають також нерівномірні розподіли напружень в їх основах. В найгіршому стані знаходяться фундаменти по осі 1 в осях Б...В, які є значно перенапруженими. Свідченням проведених перевірочних розрахунків є наявність виявлених при проведенні технічного обстеження тріщин, які мають яскраво виражений осадочний характер, в стіні по осі 1 в осях Б...В.

Як показали результати обстеження будівлі, на місцевості переважають під подошвами фундаментів суглинки м'яглопластичні. Недоліком основ з суглинку є його здатність змінювати свої фізико-механічні властивості в залежності від ступеня зволоження. Згідно норм розрахунковий опір суглинків м'яглопластичних складає 2.3 кГс/см^2 .

Причиною виникнення нерівномірного осідання ґрунтів під подошвами фундаментів є декілька [42]. Як показують спостереження за осіданнями інших будівель, деформації ґрунтів в їх основі продовжують розвиватися після повного завершення будівництва, тобто в період експлуатації. При наявності в основах пілувато-глинистих ґрунтів тривалість наростання осідань фундаментів в результаті повільної фільтраційної консолідації і розвитку деформацій повзучості скелета ґрунту при ущільненні деколи складає десятиліття. Ймовірною причиною є не врахування при проектуванні фундаментів такого фактору, як значні осідання фундаментів, які проектуються з ухилом (теорія і дослідження в цьому напрямку розвинуті в середині ХХ століття).

Іншою причиною осідань фундаментів є постування води з каналізаційних мереж в ґрунт. Розмив ґрунту основи веде до швидкого розвитку додаткових осідань. Враховуючи, що основами будівлі служать суглинки і фундаменти розміщені біля каналізаційних підземних систем, пошкодження в каналізаційних системах за тривалий період їх експлуатації також спричинило до зменшення несучої здатності ґрунтів.

Ще одним з джерел осідання фундаментів є динамічна дія рухомого транспорту поблизу будівлі. При певному рівні динамічних коливань може проходити ущільнення слабо-зв'язних пісчано-глинистих ґрунтів в результаті руйнування зв'язку між частинками і навіть повне розрідження ґрунтів, що може привести до додаткових осідань фундаментів існуючих будівель.

Згідно даних лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей ґрунту певна частина основ є в замоченому стані. За тривалий період експлуатації будівлі при поступанні води пошарово вона може виносити з основ глинисті і пилюваті частинки ґрунту – механічна суфозія. При розчиненні мінералів скелету ґрунту основи проходить хімічна суфозія, яка погіршує фізико-механічні властивості ґрунту.

Наявність вище перерахованих факторів при тривалій експлуатації будівлі та порушенні догляду за станом несучих елементів будівлі, як вимагають існуючі нормативні документи, спричинили до зниження несучої здатності ґрунтів під фундаментами, їх різноманітність на майданчику будівлі і, як результат, до нерівномірних осідань основ фундаментів.

Цегляні фундаментні зовнішні стіни (нижчі рівня відмостки) є зволожені. Причиною зволоження є відсутність вертикальної гідроізоляції по поверхні фундаментних стін. В результаті цього проходить постійне просочування ґрунтових, дощових і талих вод в тіло стіни фундаменту, що призводить до руйнування фундаментів (крошення цегли) і утворенню грибків.

При збільшенні навантаження на фундаменти (переплануванні, збільшенні корисного навантаження на перекриття) необхідно розробити робочий проект реконструкції будівлі з обов'язковим посиленням всіх фундаментів. Стан матеріалу залізобетонних монолітних фундаментів дає підстави вважати, що вони мають в основному достатню несучу здатність і можуть в подальшому нормально експлуатуватись після усунення відмічених дефектів під час ремонту.

В результаті відкриття шурфів уточнені розміри рандбалок (фундаментних балок), які відповідають розмірам фундаментних балок по серії 1.415-

1. Балки серії 1.415-1 розроблені під стіни цегляні само несучі товщиною в $1\frac{1}{2}$, і 2 цегли (тобто 250, 380 і 510 мм).

В будівлі котельної в осях 1...5 використані Т-подібні фундаментні балки ФБб розрахунковим прольотом між одними колонами 6,0м з висотою 450 мм, ширина верхньої полицки 400 мм, товщина полицки 100 мм, ширина нижньої частини 200 мм.

Як свідчать матеріали технічної документації типового проекту, фундаментні балки розраховані на навантаження від ваги само несучих цегляних стін $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ висотою до 15м.

Фундаментні балки опираються на уступи фундаментів збірних залізобетонних колон [42].

В осях 5...9 використані фундаментні балки аналогічної серії висотою 450 мм, шириною в верхній зоні 400 мм, в нижній 200 мм, які розраховані на аналогічне навантаження.

Згідно результатів статистичної обробки клас бетону фундаментних балок становить В30...В35, що відповідає марці бетону М350...М400.

Колони. Колони будівлі залізобетонні, прямокутного перетину [41].

Як показали результати обстеження залізобетонних колон їх стан є задовільний. В колонах по осі 1 в осях Б...В виявлені пошкодження у вигляді відшарування захисного бетону, викликаного корозією вертикальної поздовжньої арматури.

Згідно проведеної статистичної обробки бетону колон встановлено, що клас бетону складає В30 (марка М350).

Таблиця 13 - Класифікаційні ознаки технічного стану основ та фундаментів

№ п/п.	Технічний стан	Ознаки стану	Кількісна оцінка
1	2	3	4
1.	Нормальний	Дрібні тріщини у цоколі; фізико-геологічні процеси і явища, які негативно впливають на умови експлуатації будинку або споруди, відсутні.	Ширина розкриття тріщин до 1,5 мм

Стіни. Зовнішні стіни будинку котельної і побутових приміщень цегляні товщиною 380мм. Всі зовнішні стіни, крім стін по осі 8...9, змуровані на залізобетонних фундаментних балках, які опираються на підколоники бетонних фундаментів під залізобетонні колони.

Силових тріщин в цегляних мурах, які б були свідченням про нерівномірні осідання фундаментів та основ, не виявлено.

За час тривалої експлуатації, враховуючи незадовільний водовідвід води з покрівлі будинку (козирок мах 15 см), відбулися незворотні процеси цегляної кладки в результаті засолення, замокання, вивітрювання кладки.

Ці процеси однозначно можна пояснити відсутністю захисту стін від впливів температури, води і вітру.

Стан цегляної кладки зовнішніх стін є незадовільним. На окремих ділянках кладка зруйнована на глибину 18 см. Особливо зруйнована кладка в верхній частині стін по осі А і Г в осях 6...9, на окремих ділянках кладка знаходиться в аварійному стані.

За час тривалої експлуатації і за період будівництва, коли були пошкоджені перекриття і покрівля, руйнування стін на рівні першого...другого поверхів почали швидко прогресувати. Тому однозначно можна процеси руйнування стін (засолення, замокання, вивітрювання) пояснити відсутністю захисту стін від впливів температур, води і вітру в процесі експлуатації.

В ході проведення технічного обстеження були виконані заміри міцності цегли, а також дослідження на предмет визначення ступені засолення цегляних мурів. Як показали результати обстеження і подальшої статистичної обробки в мурах марка існуючої цегли складає від 25 до 83 на розчині марки 35...40. В деяких місцях марка цегли практично рівна нулю.

Враховуючи, що за час тривалої експлуатації покрівля пошкоджена, біля стін будинку накопичилось багато сміття і пилу (до висоти 0.6 м), а попадання дощових вод призвело до замочення сміття і пилу, що в свою чергу спричинило замокання стіни. В результаті тривалого замочення і капілярних процесів, як показали проведені дослідження, в структурі старих нетинькованих мурів стін спостерігається значний вміст сульфідів, а в деяких стінах такий вміст має руйнівний характер (див. табл. 14.). Разом з

тим відмічено відшарування тинькування і грибкові утворення в середині приміщення. Стіна по осі 1 в період тривалої експлуатації дещо відхилилась від залізобетонних колон каркасу. На осі Б вона в межах віконного проїому має вертикальну тріщину. Дана тріщина виникла за рахунок осідання залізобетонної фундаментної балка, яка є не обперта на стакан фундаменту.

Цегляна стіна на рівні першого-другого поверхів поверху по осі 8 товщиною 25...38 см в осях Б...Г має силові тріщини і вимагає часткового посилення.

Таблиця 14 - Фізико-хімічний аналіз цегляних стін

№ п/п	%NO ₃	%SO ₄	%Cl
1	0,3026	0,345	0,03425
2	0,0027	0,100	0,01726
3	0,0212	0,058	0,01612
4	0,0158	0,133	0,01726
5	0,0119	0,055	0,00980
6 (бетон)	0,0168	0,124	0,0087
7	0,0929	0,616	0,03425
8	0,0841	0,243	0,01815

Основна частина стін пошкоджена, а в деяких місцях повністю в верхній частині розібрана. Поширення пошкоджень має хаотичний нерівномірний характер по площі стін будівлі.

Стіни прибудованої частині будівлі при осі В в осях 2...4 мають значні пошкодження у вигляді тріщин і значного засолення, викликаних недостатнім влаштування фундаменту під ними і горизонтальної гідроізоляції.

Таблиця 15 - Класифікація технічних станів кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель (споруд)

Технічний стан	Дефекти та пошкодження	Ступінь пошкоджень у відсотках
IV Аварійний	Розморожування та вивітрювання кладки, відшарування облицювання на глибину до 2,0 см товщини. Вертикальні та косі тріщини (незалежно від довжини та ширини розкриття), що перетинають не більше восьми рядів кладки. Нахили та випирання стін в межах поверху на 1/3 їх товщини і більше.	25-50

Згідно нормативних документів такий стан цегляних несучих елементів класифікується як “аварійний” – IV технічний стан для кам'яних і армокам'яних конструкцій. Для подальшої нормальної експлуатації необхідно часткового посилити цегляні стіни, в декотрих місцях демонтувати цегляні стіни, влаштувати заново і провести роботи з захисту їх від негативного впливу зовнішнього середовища.

Перекриття. Перекриття в існуючій будівлі на рівні першого поверху в осях 1...2 між осями А...В – збірні залізобетонні ребристі [41]. В будівлі використані плити шириною 1.5×6.0 м. Збірні залізобетонні багато порожнисті плити перекриття використані на рівні першого, другого поверхів в осях 8...9 між осями А...Г. Стан плит визначався шляхом візуального огляду і випробуванням з допомогою пружинного молотка.

Згідно результатів досліджень і статистичної обробки, встановлено, що клас бетону плит перекриття, використаних при реконструкції даної будівлі, відповідає класу В30.

В осях 1...2 між осями А...В плити перекриття влаштовані по залізобетонних ригелях. Стан цих плит – незадовільний. За рахунок пошкодження покрівлі плит перекриття постійно замокали. Такий негативний вплив призвів до хімічної корозії бетону й арматури, відшарування захисного шару бетону.

По залізобетонних плитах перекриття на рівні підлоги другого поверху влаштована конструкція вирівнюючого шару і звукоізоляції. Горизонтальний рівень поверхні – незадовільний.

Для подальшої безпечної експлуатації залізобетонного перекриття в цій зоні доцільно посилити перекриття, а в осях 1...2 між осями Б...В – демонтувати. Демонтаж зумовлений також влаштуванням сходових маршів на другий поверх.

Стан залізобетонних багато порожнистих плит перекриття в осях 8...9 між осями А...Г, в основному, задовільний. В незадовільному стані знаходиться плита перекриття на рівні другого поверху, яка за тривалий період експлуатації з причини пошкодження покрівлі постійно замокала. Як результат, накопичення вологи в порожнинах плити призвели до руйнування захисного шару бетону з подальшою корозією робочої й конструктивної арматур. Плита втратила несучу здатність і має численні силові тріщини. Для подальшої безпечної експлуатації будівлі необхідно демонтувати дану плиту перекриття з влаштуванням нової.

Несуча здатність плит на запроектовані навантаження для основної кількості збірних плит перекриття є забезпеченою. Нормативне корисне навантаження на плити перекриття для приміщень в осях 1...2 і 8...9 між осями А...Г складає 150 кГс/м^2 ; нормативне корисне навантаження на плити перекриття для решти приміщень складає 300 кГс/м^2 .

Монолітні залізобетонні вставки на рівні перекриттів над першим і другим поверхами в осях 8...9 між осями В...Г знаходяться в незадовільному стані. Плити не мають достатньої жорсткості через неправильне ведення технологічного процесу в ході їх влаштування в проектне положення. Клас бетону цих вставок складає В15...В20, що є недостатньо. Візуально проглядається прогин монолітної вставки над першим поверхом біля сходових маршів, відшарування бетону й значна корозія арматури. Для подальшої безпечної експлуатації монолітних залізобетонних вставок необхідно посилити їх.

Згідно нормативних документів такий стан збірних плит перекриття класифікується як “задовільний” – II технічний стан для залізобетонних конструкцій.

Покриття. Основними дефектами і пошкодженнями залізобетонних конструкцій покриття є часткові місцеві значні за площею замокання.

Основними характеристиками, які підлягали визначенню при обстеженні, були: геометричні розміри конструкцій і вузлів їх з'єднання; прогини, крени, осідання конструкцій; ширина і довжина розкриття можливих тріщин, їх місцеположення і характер; міцність бетону; водонепроникність бетону; глибина перетвореного шару бетону; діаметр, кількість і розташування арматури; клас арматури, марка сталі, її міцнісні і деформативні характеристики; ступінь пошкодження арматури і закладних деталей корозією.

Покриття над другим і горищним поверхами виконані різні: на частині будівлі в осях 1...6 між осями А...В вони влаштовані з ребристих плит покриття 1.5x6 м по залізобетонних двоскатних балках прольотом 12 м, які опираються на залізобетонні колони каркасу; на частині будівлі в осях 6...9 між осями А...Г вони влаштовані з залізобетонних збірних плит покриття 3x 6 м, влаштованих по залізобетонних фермах прольотом 18 м. В процесі обстеження встановлено, що дані ферми виготовлені по серії ПК-01-129/68 (випуск 2) попередньо напружені залізобетонні ферми сегментного обрису типу ФСМ 18 IV – 4А IV. Ферми виготовлені в 1974 році і розраховані на навантаження від снігу, покриття і підвісних кранів вантажопідйомністю 3 т. Ферми запроектовані на влаштування по них плит покриття шириною 1.5 і 3 м.

Обміри геометричних розмірів ферм і поперечних перерізів поясів і грат показали відповідність даних ферм проекту. Вага ферм складає 9.4 т, марка бетону – М400.

Ділянки випробувань бетону при визначенні міцності у групі однотипних конструкцій або в конструкції розташовувались згідно з вимогами ГОСТ 18105-86, а також в місцях, що мали: дефекти та пошкодження, які свідчили про зниження міцності бетону (підвищена пористість, корозійні пошкодження, зміна його кольору) та дефекти, що знизили несучу здатність конструкцій.

При проведенні обстеження було досліджено міцність бетону плит з використанням пружинного молотка Кашкарова, а також їх армування за

допомогою ультразвукового методу та руйнівним методом (відбиття захисного шару бетону). Згідно проведених досліджень встановлено, що клас бетону плит покриття складає В30. За тривалий час експлуатації будівлі робоча арматура плит прокородована в межах 3..4%. Несуча здатність плит покриття на корисне навантаження становить 160 кг/м². Згідно результатів досліджень і статистичної обробки клас бетону ферм відповідає проектному – В35...В40.

В задовільному також стані знаходяться залізобетонні двоскатні балки покриття. Балки покриття розташовані вздовж цифровий осей будівлі. Згідно проведеного обстеження клас бетону залізобетонних балок становить В40. Несуча здатність двоскатних балок покриття є достатньо для сприйняття існуючих навантажень.

В процесі проведення обстеження виявлено, що залізобетонні плити покриття відповідають за геометричними розмірами і армуванню плитам ПНС-4 за серією ПК-01-74/62 «Крупнопанельні залізобетонні попередньо напружені плити розміром 3×6 м». Плити призначені для використання в покриттях промислових будинків зі звичайним та агресивним середовищем. Конструкції плит типу ПНС-4 для пропуску вентшахт з дефектами і зонтами розроблені за серією ПК-01-119.

Максимальне розрахункове рівномірно розподілене навантаження для плит ПНС-4 складає за проектом 600 кГс/м². Вага плит покриття складає 2,33 т.

Покрівля. Покрівля котельної плоска рулонна. В якості утеплювача використані піносілікатні плити. По всій площі при огляді покрівлі на ній виявлено значні пошкодження і дефекти у вигляді руйнування рулонного килима і утеплювача.

По всій площі будівля має місцеві напливи, нерівності з місцями застою води, пронизана корінням рослин і дерев, протікає по всій поверхні. Утеплювач замок і практично втратив свої теплотехнічні властивості.

За категорією технічного стану покрівля класифікується як непридатна до подальшої експлуатації – незадовільний стан – і підлягає заміні.

4.4 Висновки про технічний стан конструкцій будівлі

Таблиця 16 - Результати технічного стану конструкцій:

Відмостка	IV	Незадовільний
Фундамент залізобетонний	II	Задовільний
Вертикальна гідроізоляція	IV	Незадовільний
Горизонтальна гідроізоляція	IV	Незадовільний
Стіни цегляні	III, IV	Непридатний до нормальної експлуатації, аварійний
Колони залізобетонні	II	Задовільний
Стикові з'єднання	II	Задовільний
Балки перекриття	II	Задовільний
Плити перекриття	II, III	Задовільний, непридатний до нормальної експлуатації
Підлога бетонна	II	Задовільний
Металеві косоури	II	Задовільний
Покрівля	IV	Незадовільний

4.5 Технологічна карта на виконання робіт по руйнуванню бетонних конструкцій будівлі

4.5.1. Загальні положення

Принцип роботи запропонованої автором установки (бетонолому) заснований на низьких характеристиках міцності бетону на розтяг, полягає в сильному впливі, що розтягує, на бетон зсередини, при динамічних навантаженнях. Зусилля розпору, що створюється при гідроударі, досягає сотень тонн, що спричиняє руйнування бетону. Установка призначається в основному для руйнування великих масивів бетону, демонтажу фундаментів, бетонних основ, постаментів, стін та інших робіт. Руйнування бетону та залізобетону запропонованою установкою ефективно там, де неможливо використовувати важку спецтехніку та зробити вибухові роботи [40]. Особливо незамінний демонтаж установкою у тих випадках, коли неможливе використання відбійного молотка або вибухових робіт через шкідливий вплив віб-

рації на бетонні конструкції та споруди. Дана технологія дозволяє розібрати бетон та залізобетон, без зупинки виробництва та виділення пилу.

Установка дозволяє виконувати такі завдання, як:

- демонтаж конструкцій із залізобетону;
- демонтаж фундаментів;
- руйнування масивів бетону;
- демонтаж залізобетонних подушок та постаментів;
- руйнування природного каменю (мармур, граніт, бут та інші);
- демонтаж цегляних стін та кладок;
- руйнування валунів та гірських порід.

Основні переваги руйнування установкою (бетонолом).

При роботі з використанням установки є можливість керувати процесом демонтажу: руйнація йде у певному напрямку, не ушкоджуючи довколишні конструкції та споруди.

Обладнання установки портативне та легке, просто переноситься та перевозиться легковим транспортом, може застосовуватися в обмеженому просторі, де неможливо підігнати важку техніку.

Руйнування бетону, залізобетону, цегли та природного каменю за допомогою пропонованої установки зменшує рівень шуму та вібрацій на будмайданчику, які є при традиційних методах демонтажу. Що, своєю чергою, дозволяє проводити демонтажні роботи в житлових будинках, не створюючи постійного серйозного дискомфорту мешканцям. Ця технологія безпечніша, тому що в процесі руйнування не відскакують уламки матеріалу, небезпечні для робітників при роботі в обмеженому просторі.

Використання установки може замінити вибухові роботи в місцях, де виробництво таких робіт неможливе або ускладнене рядом будівель.

Стандартна техніка руйнувань використовує зовнішні навантаження в вигляді стиску під час виконання робіт, що змушує матеріал чинити опір, тобто якість робіт помітно погіршується. Технологія, якою користується установка, дозволяє використовувати міцність бетону чи каменю розширення.

При ударних і вибухових роботах доводиться часто зупиняти роботу і проводити заходи щодо захисту стін, будівель і обладнання, що близько стоять. Це займає час і коштує грошей. З пропонованим обладнанням у цьому немає необхідності тому, що немає потенційної небезпеки для обладнання та людей і предметів, що знаходяться поруч.

Гідравлічне розклинювання – це контрольоване руйнування. Руйнівна сила завжди під контролем. Немає небезпеки відлітаючих шматків, вібрації та ударів

Немає шкідливих побічних ефектів, таких як вібрація та пил. Також можна працювати у населених місцях і всередині будівель.

Одним з основних плюсів пропонованої технології [40], безперечно, є економічність. Наприклад, при вибухових або ударних роботах, часто доводиться призупинитися і створювати додатковий захист для конструкцій, що близько стоять. При цьому витрачається час і витрачаються гроші. Якщо використовувати проповану технологію, то не потрібно не лише зупинити роботу, а й додатково зміцнювати конструкції. Безпека для людей та конструкцій - вагомий аргумент для використання даної технології.

Надійність конструкції установки дозволяє використовувати цю технологію в дуже важких умовах при максимальних навантаженнях та експлуатувати апарати досить тривалий час і не вимагає додаткового обслуговування, що зрештою економить фінанси.

Установку досить легко транспортувати. Невеликі габарити гідроагрегатів дозволяють не залежати від великогабаритних машин чи екскаваторів.

Простота у використанні установки є ще однією позитивною стороною цього виду техніки. Проста конструкція дозволяє управлятися з установкою одному оператору, а також дає можливість навчити персонал управляти даним видом техніки, в найкоротші терміни.

При використанні установки роботи ведуться з високою точністю порівняно зі звичайними стандартними механізмами. Не важко розрахувати не тільки розміри елемента, що демонтується, але і напрям, в якому буде вестися руйнування.

4.5.2. Організація та технологія виконання робіт

Опис та принцип роботи установки.

Конструктивно установка складається з силової електричної частини, системи управління, високовольтних дротів та дроту робочого органу (рис. 20).

Електрична частина виконана на базі підвищувачого трансформатора та високовольтного накопичувача енергії – конденсатора 60 мкф 4000 вольт. Накопичена під час зарядки енергія конденсатора шляхом системи управління подається через високовольтні дроти на тонкий дріт, який вибухає, перетворюючись в плазму. Розташування електродів з тонким дротом в свердловині, заповненій водою і підриє їх високою напругою, створює гідроефект, впливаючи на стінки шпuru. Зусилля розпору сягає десятків тонн.

Установка оснащена системою розрядки високовольтного конденсатора від залишків енергії, не використаної при розряді, для безпечної експлуатації при використанні.

Демонтаж бетонних конструкцій.

Використання установки при демонтажі бетонних конструкцій дозволяє забезпечити спрямований розкол і використовувати найбільш оптимальні схеми з руйнування бетонних масивів з урахуванням особливостей будівельних конструкцій. При роботі виключені вибухова хвиля, вібрація, пил, завдяки чому даний спосіб може використовуватися при будь-яких розташуваннях об'єкта.

Одна із схем ефективного демонтажу бетонних масивів установкою. Основа даного методу – влаштування свердловин по лінії руйнування і руйнування бетону при створенні направленою зусилля, гідровпливу, за допомогою установки під кутом в 45 градусів до вільної грані масиву, відколюючи шматки необхідного розміру (рис. 30).

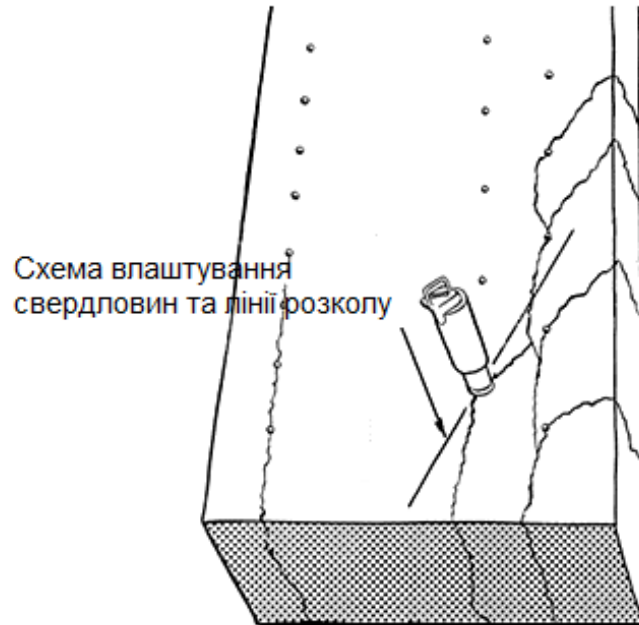


Рис. 30 - Руйнування бетону при створенні спрямованого зусилля.

Буріння шпурів провадиться в місцях зазначених вздовж ліній. З урахуванням одержуваних масогабаритних шматків бетону. Щільність розташування шпурів приблизно кожні 15-20 см по горизонталі. Занадто великі відстані між шпурами не дозволять забезпечити гарантовано спрямований розрив. Періодичність розташування шпурів залежить від параметрів бетону (марки і товщини).

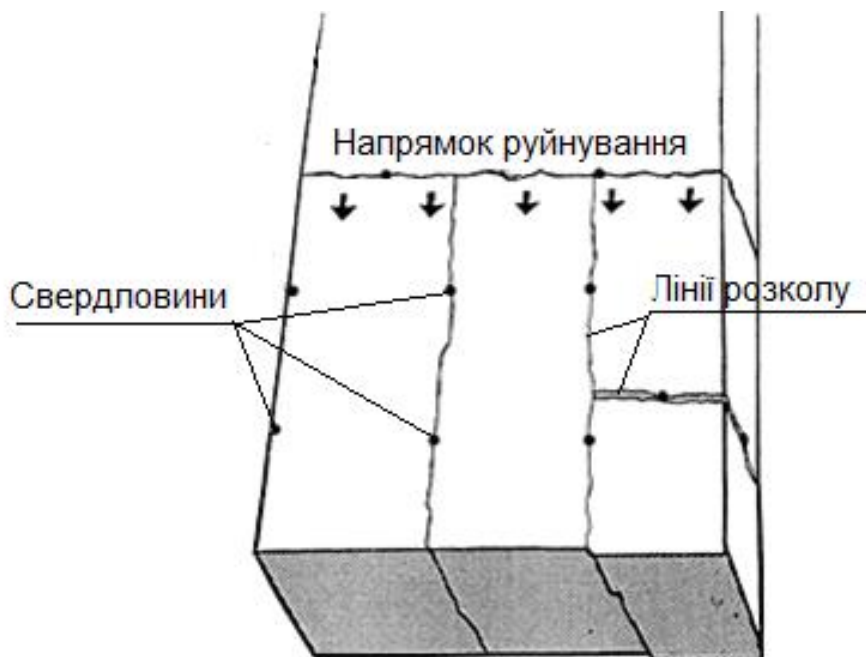


Рис. 31 - Використання прямолінійності розколу бетонного масиву

Інша схема використання установки – використання прямолінійності розколу бетонного масиву. Перша операція - створення обмежувачого розриву вздовж лінії (А). Основна мета – обмежити поширення тріщин при наступних розривах.

Друга операція свердління свердловин уздовж ліній (В) та (С). Наступні операції - відділення блоків фундаменту, починаючи від краю (рис. 30). Третя операція - дроблення блоків на транспортабельні шматки необхідного розміру. Інтервал і кількість свердловин визначаються масогабаритними параметрами масиву, що руйнується.

З метою зменшення часу на демонтаж бетону пропонується наступним способом:

- проводяться тестові свердління та розколи бетонного масиву, вибираючи оптимальну відстані між свердловинами, оскільки операція свердління більш тривала, ніж руйнування;

- можливе використання холостих свердловин для збільшення лінії розриву.

Буріння свердловин для руйнування.

Буріння свердловин виконується електричним або пневмоперфоратором. Можливе виконання свердління та звичайним перфоратором з хрестоподібною коронкою, встановленою на штанзі. Свердління залізобетонних масивів проводиться інструментом з алмазними насадками, проходячи через металеві сполучні елементи. У випадках демонтажу, коли неприпустиме пилоутворення необхідне водяне або вакуумне видалення пилу.

Дуже важлива глибина свердловин та діаметру при збереженні прямолінійності. Недостатня глибина свердловин призводить до низької ефективності зусилля розриву. Більший діаметр свердловин призведе до втрати зусилля, що розриває бетон. З метою підвищення продуктивності руйнування, кількість шпурів зводиться до необхідного мінімуму. Буріння довша операція, ніж розкол. Кількість шпурів достатньо необхідних для руйнування визначається експериментальним шляхом на шматку тестового масиву.

При електричному підриванні дротів робоча рідина (вода) розширюється і створює тиск понад 200 тонн, у результаті відбувається руйнація матеріалу.

Відсутність пилу дозволяє застосовувати установку у житлових приміщеннях. Для виготовлення отворів у конструкції, що руйнується, застосовують алмазне буріння отворів.

Установки можуть експлуатуватися у важких умовах і здатні витримувати досить великі навантаження.

4.5.3 Вимоги до якості робіт

На першому етапі роботи в об'єкті утворюють свердловину, певної глибини та діаметра. Після цього заповнити її водою і можна вставляти електроди установки. Гідродудар, що виникає при подачі високої напруги на електроди, тисне на стінки свердловин, руйнуючи матеріал конструкції. Сила тиску тут дорівнює близько 200 тонн. Це дозволяє ламати бетон, залізобетон і камінь зсередини.

Руйнування бетону можливе при створенні спрямованого зусилля, що розриває, за допомогою установки під кутом в 45 градусів до вільної грані масиву, відколюючи шматки необхідного розміру.

Буріння свердловин провадиться вздовж ліній. З урахуванням одержуваних масогабаритних шматків бетону. Періодичність розташування шпурів залежить від параметрів бетону (марки і товщини). Дуже важлива глибина шпуру та діаметру при збереженні прямолінійності.

4.5.4. Потреба в матеріально-технічних ресурсах

У комплект поставки установки для руйнування входить (рис. 20):

1. Джерело живлення.
2. Силова шафа.
3. Високовольтні дроти (у комплект поставки, за бажанням замовника, входить від 2 до 6 шт.).
4. Електроди.
4. Ніхромовий дріт.

Вартість установки залежить від її комплектації.

4.5.5. Техніка безпеки і охорона праці

При виконанні робіт слід керуватися чинними нормативними документами.

Відповідальність за виконання заходів з техніки безпеки, охорони праці, промислової санітарії, пожежної та екологічної безпеки покладається на керівників робіт.

Відповідальна особа здійснює організаційне керівництво роботами безпосередньо чи через бригадира. Розпорядження та вказівки відповідальної особи є обов'язковими для всіх працюючих.

Охорона праці робітників повинна забезпечуватися видачею адміністрацією необхідних засобів індивідуального захисту (спеціального одягу, взуття та ін.), виконанням заходів щодо колективного захисту робітників (огорожі, освітлення, вентиляція, захисні та запобіжні пристрої та пристосування тощо), санітарно-побутовими приміщеннями та пристроями відповідно до чинних норм та характеру виконуваних робіт. Робітникам мають бути створені необхідні умови праці, харчування та відпочинку. Роботи виконуються у спецвзутті та спецодязі.

Терміни виконання робіт, їх послідовність, потреба в трудових ресурсах встановлюються з урахуванням забезпечення безпечного ведення робіт і часу на дотримання заходів, що забезпечують безпечне проведення робіт, щоб будь-яка з операцій не була джерелом виробничої небезпеки для робіт, що одночасно виконуються або наступних.

При розробці методів та послідовності виконання робіт слід враховувати небезпечні зони, що виникають у процесі робіт. За необхідності виконання робіт у небезпечних зонах мають передбачатися заходи щодо захисту працюючих.

На межах небезпечних зон повинні бути встановлені запобіжні захисні та сигнальні огороження, попереджувальні написи, які добре видно в будь-який час доби.

Особа, відповідальна за безпечне виконання робіт, зобов'язана:

- ознайомити робітників із технологічною картою під розпис;
- стежити за справним станом інструментів, механізмів та пристроїв;

- Роз'яснити працівникам їх обов'язки та послідовність виконання операцій.

Технічний стан обладнання необхідно перевіряти перед початком кожної зміни.

Висновки

1. Розглянуто об'єкт реконструкції - будівля діючої котельні у місті Бар.
2. Виконано обстеження будівлі і зроблено аналіз технічного стану конструкцій будівлі.
3. При реконструкції проходить часткова заміна обладнання, що викликало необхідність демонтажу (руйнування) існуючого фундаменту під котел.
4. Розроблена технологічна карта на демонтаж фундаменту з використанням способу руйнування, запропонованого автором.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РУЙНУВАННЯ БЕТОНУ ЕЛЕКТРИЧНИМ ВИБУХОМ ПРОВІДНИКІВ

Розробка нових сучасних технологій руйнування бетонних виробів за допомогою ЕВП пов'язана з теоретичними та експериментальними дослідженнями. Для хорошої технічної підготовки інженерів-екологів лабораторне обладнання на кафедрі має відповідати сьогodнішнім технічним досягненням. Метою роботи є визначення ефективності руйнування бетонних виробів за допомогою ЕВП.

Для розвитку лабораторних робіт необхідно провести техніко-економічне обґрунтування. Це пов'язано з необхідністю оцінки обсягу робіт і матеріальних вкладень на виконання всього плану науково-дослідної роботи, включаючи теоретичне вивчення теми і проведення експериментів.

5.1 Планування роботи

На першому етапі складається календарний план, в якому встановлюється розподіл ресурсів, найбільш ефективно розміщення персоналу, терміни виконання робіт.

Перш ніж скласти графік, необхідно визначитися з переліком і послідовністю окремих операцій, їх ймовірною трудомісткістю.

Для того щоб скласти перелік виконуваних операцій, необхідно встановити оптимальну кількість стадій розвитку.

Завданням планування робіт є оптимальний розподіл використання часу і ресурсів, забезпечення завершення робіт у встановлені терміни з найменшими витратами коштів.

Планування робіт полягає в наступному: складанні переліку робіт призначення; бригади виконавців; із встановленням тривалості робіт.

Необхідний персонал для цього проекту: науковий керівник, інженер-еколог. Перелік проведених робіт і їх тривалість представлені в таблиці 17.

Таблиця 17 - Тимчасові рамки для роботи

Номер етапу	Назва етапів	Виконавці	Тривалість виконання, днів
1	Планування роботи	М	2
2	Аналіз літературних джерел	М	15
3	Вивчення методик	М	7
4	Виготовлення об'єкта дослідження	М	5
5	Конфігурація обладнання	П+М	2
6	Проведення дослідів	П+М	3
7	Побудова графіків	М	3
8	Обробка результатів	М	3
9	Дизайн графічної частини	М	3
10	Оформлення роботи	М	11
	Підсумок:		54

Міф:

М – магістрант;

П - доцент.

На підставі таблиці 12 будемо графік працевлаштування виконавців.

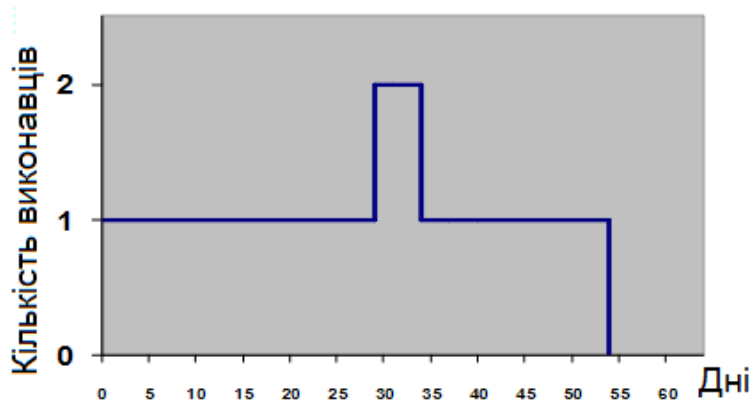


Рис. 32 - Графік роботи виконавців

5.2 Витрати на виконання робіт

$$U_{\text{пр}} = U_{\text{з/плл}} + U_{\text{с.н}} + U_{\text{ам}} + U_{\text{пр}} + U_{\text{н}} + U_{\text{мат}}$$

де $U_{\text{з/плл}}$ - заробітна плата (витрати на оплату праці);

$U_{\text{с.н}}$ - єдиний соціальний внесок;

$U_{\text{ам}}$ – амортизаційні відрахування;

$U_{\text{пр}}$ – інші витрати;

U_n – накладні витрати;

$U_{\text{мат}}$ – матеріальні витрати.

5.2.1 Матеріальні витрати

Матеріальні витрати включають в себе витрати на сировину, придбану ззовні, яка необхідна для розробки.

Таблиця 18 – Кошторис витрат на дослідження руйнування бетону електричним вибухом провідників

№ п/п	Обладнання	Кількість, шт.	Вартість, грн.
1	Бетонні блоки М200	10	245
2	Сито поділу частинок	1	200
3	Годинник (секундомір)	1	200
4	Мідні провідники, ніхром	16	100
5	Лабораторна установка	1	5500
	Підсумок:		6245

$U_{\text{мат}} = 6\ 245$ грн.

5.2.2 Витрати на оплату праці

Для виконання даної роботи призначається основний штат співробітників, що складається з наступних:

1) Науковий керівник – доцент.

Давайте визначимо щомісячну заробітну плату:

$$U_{\text{з/пл міс}} = O_{\text{п}} + k_1 + k_2 + k_3$$

де, $O_{\text{п}}$ – оклад посадовий, k_1 – надбавка за вислугу; k_2 - надбавка за науковий ступінь; k_3 – надбавка за вчене звання.

$$U_{\text{з/пл місяць}} = (6589,2 + 1976,76 + 988,38 + 1647,3 = 11\ 201,64 \text{ грн.}$$

Визначимося з зарплатою за відпрацьований час:

$$U_{\text{з/пл}} = U_{\text{з/пл міс}} / 23 \text{ дн.} \times n,$$

де n - кількість відпрацьованих днів

$$U_{\text{з/пл(Р.П.)}} = 11\ 201,64 / 23 \times 5 = 2\ 435,14 \text{ грн.}$$

2) Магістрант (Інженер):

Визначимо щомісячну заробітну плату:

$$U_{\text{з/пл міс}} = O_{\text{п}},$$

де $O_{\text{п}}$ - оклад посадовий;

$$U_{з/пл \text{ місяць}} = 6\,700 \text{ грн.}$$

Визначимося з зарплатою за відпрацьований час:

$$U_{з/пл(M)} = U_{з/пл \text{ місяць}} / 23 \times n,$$

де n - кількість відпрацьованих днів

$$U_{з/пл(M)} = 6\,700 / 23 \times 54 = 15\,730,44 \text{ грн.}$$

Всього витрати на оплату праці основного персоналу склали:

$$U_{з/пл \text{ заг.}} = U_{з/пл(M)} + U_{з/пл(Н.К.)}$$

$$U_{з/пл \text{ заг.}} = 2\,435,14 + 15\,730,44 = 18\,165,58 \text{ грн.}$$

5.2.3 Соціальні внески

У цьому пункті необхідно відобразити обов'язкові відрахування за нормами, встановленими законодавством:

Єдиний соціальний внесок становить 22 % від зарплати.

$$U_{есн.} = 0,22 \times U_{з/пл \text{ заг.}}, \text{ грн.}$$

$$U_{есн.} = 0,22 \times 18\,165,58 = 3\,996,43 \text{ грн.}$$

Амортизація

При амортизаційних відрахуваннях необхідно знати вартість обладнання.

В процесі роботи використовується комп'ютер Intel Pentium Dual, принтер, осцилограф для досліджень, загальна вартість яких - 25 000 грн.

Таблиця 19 - Необхідне обладнання

Найменування обладнання	Кількість	Вартість, грн.
Комп'ютер Intel Pentium Dual	1	15 000
Принтер	1	2 000
Осцилограф	1	8 000
Підсумок:		25 000

Амортизаційні відрахування за період використання даного обладнання розраховуються за формулою:

$$U_{ам} = T_{вик.} / T \times N_a \times \Phi_{осн.},$$

де $T_{вик.}$ – час використання обладнання, $T_{сл.} = 20$ днів

$T_{\text{рік}}$ – кількість днів у році, $T_{\text{рік}} = 365$ днів

N_a - норма амортизації, $N_a = 1 / T = 1 / 5 = 0,2$

$\Phi_{\text{осн}}$ – основні засоби, $\Phi_{\text{осн}} = 25\ 000$ грн.

$U_{\text{ам}} = (20 / 365) \times 0,2 \times 25\ 000 = 273,97$ грн.

5.2.4 Інші витрати

До інших витрат відносяться витрати, які не можна планувати заздалегідь.

$U_{\text{і т.д.}} = 0,1 \times (U_{\text{мат.}} + U_{\text{з/пл.}} + U_{\text{сн}} + U_{\text{ам}})$

$U_{\text{і т.д.}} = 0,1 \times (6\ 245 + 18\ 165,58 + 3\ 996,43 + 273,97) = 2\ 868,10$ грн.

5.2.5 Накладні витрати

До накладних витрат відносяться: оплата електроенергії, опалення, води, телефонного зв'язку, утримання адміністрації.

Накладні витрати приймаються в розмірі 140% від трудовитрат.

$U_n = 1,4 \times 18\ 165,58 = 25\ 431,8$ грн.

5.2.6 Вартість проекту

$U_{\text{проект}} = U_{\text{мат.}} + U_{\text{з/пл.}} + U_{\text{сн}} + U_{\text{ам.}} + U_{\text{пр.}} + U_n$

$U_{\text{проект}} = 6\ 245 + 18\ 165,58 + 3\ 996,43 + 273,97 + 2\ 868,10 + 25\ 431,8 =$
 $= 56\ 980,88$ грн.

Таблиця 20 - Кошторис витрат

№	Назва статті витрат	Сума поточних витрат, грн.
	Матеріальні витрати	6 245
1	Витрати на оплату праці	18 165,58
2	Єдиний соціальний внесок	3 996,43
3	Амортизація	273,97
4	Різні витрати	2 868,10
5	Накладні	25 431,8
6	Вартість проекту	56 980,88

5.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки

Аналізуючи напрямки проведення науково-технічних розробок, розрахунок економічної ефективності проведемо при порівнянні з альтернативним варіантом [39], а саме оренда пристрою руйнування бетонних конструкцій.

На даний момент оренда 7500 грн /зміна (8 годин).

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних: ΔN – збільшення кількості споживачів пристрою, в аналізовані періоди часу, від покращення його певних характеристик; N – кількість споживачів, які використовували аналогічний пристрій у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки; C_o – вартість пристрою (машини, механізму) у році до впровадження результатів розробки; $\pm \Delta C_o$ – зміна вартості пристрою (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізовані періоди часу.

Для нашого випадку можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta \Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta \Pi_i = (\pm \Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho^i}{100}\right), \quad (5.1)$$

де $\pm \Delta C_o$ – зміна основного якісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році. Зазвичай, таким показником може бути зміна ціни реалізації одиниці нової розробки в аналізованому році (відносно року до впровадження цієї розробки); $\pm \Delta C_o$ може мати як додатне, так і від'ємне значення (від'ємне – при зниженні ціни відносно року до впровадження цієї розробки, додатне – при зростанні ціни);

N – основний кількісний показник, який визначає величину попиту на аналогічні чи подібні розробки у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки;

C_o – основний якісний показник, який визначає ціну реалізації нової науково-технічної розробки в аналізованому році, $C_o = C_b \pm \Delta C_o$;

C_b – основний якісний показник, який визначає ціну реалізації існуючої (базової) науково-технічної розробки у році до впровадження результатів; ΔN – зміна основного кількісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році. Зазвичай таким показником може бути зростання попиту на науково-технічну розробку в аналізованому році (відносно року до впровадження цієї розробки);

λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2022 році ставка податку на додану вартість становить 20%, а коефіцієнт $\lambda=0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту (послуги). Рекомендується брати $\rho = 0,2...0,5$;

ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2022 році $\vartheta = 18\%$.

Впровадження проекту дозволить збільшити ціну кожного проекту на 2000 грн, враховуючи попит та ціни конкурентів. Також прогнозується, що попит на даний продукт зросте, оскільки даний продукт відрізняється якістю та мобільністю від конкурентних.

Попит збільшиться за перший рік на 150 замовлень, а за наступний – на 170 та протягом третього року – ще на 190 замовлень.

Коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту, дорівнює 0,3.

Отже, розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства на 2023-2025 рр.:

$$\Delta\Pi_{2023} = (40 \cdot 1500 + (7500 + 1500) \cdot 150) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 289038,4$$

$$\Delta\Pi_{2024} = (40 \cdot 1500 + (7500 + 1500) \cdot 170) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 325937$$

$$\Delta\Pi_{2025} = (40 \cdot 1500 + (7500 + 1500) \cdot 190) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 3443896$$

Далі розраховуємо приведену вартість збільшення всіх чистих прибутків $\Pi\Pi$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ППП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^i}, \quad (5.2)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований

рівень інфляції в країні, $\tau = 0,05 \dots 0,25$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

Період часу, протягом якого виявляються результати впровадження НДР, складає 2 роки. Прогнозований щорічний рівень інфляції становить 0,25.

Розрахуємо приведену вартість всіх чистих прибутків за формулою (5.2):

$$ППП = \frac{289038,4}{(1+0,25)^2} + \frac{325937}{(1+0,25)^3} + \frac{344386,2}{(1+0,25)^4} = 492924,9 \text{ (грн.)}$$

Розраховуємо величину початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки. Для цього можна використати формулу:

$$PV = k_{инв} \cdot B, \quad (5.3)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, зазвичай $k_{инв} = 2 \dots 5$, але може бути і більшим;

B – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

$$PV = 2 \cdot 56980,88 = 113961,8 \text{ (грн)}$$

Тоді абсолютний економічний ефект E_{abc} або чистий приведений дохід від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{abc} = III - PV, \quad (5.4)$$

де III – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн.

$$E_{abc} = 492924,9 - 113961,8 = 378963,2 \text{ (грн)}$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, то це означає що результат від наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, тобто вкладання коштів на виконання та впровадження результатів наукової роботи може бути доцільним та інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної роботи.

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_e , які можуть бути вкладені, розраховується за формулою:

$$E_e = T_{ж} \sqrt[4]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (5.5)$$

де E_{abc} – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, роки.

$$E_e = 4 \sqrt[4]{1 + \frac{378963}{113961,8}} - 1 = 0,7146$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій τ_{min} визначається за формулою:

$$\tau_{min} = d + f, \quad (5.6)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2020-2023 роках $d = 0,9...0,12$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій; зазвичай величина $f = 0,05...0,5$, але може бути і значно вищою.

$$\tau_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5$$

Величина $E_e > \tau_{\min}$, то потенційний інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні впровадження науково-технічної розробки та виведенні її на ринок, тобто в її комерціалізації.

Далі розраховуємо період окупності інвестицій за виразом:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_e}, \quad (5.7)$$

де E_e – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = \frac{1}{0,43} = 2,2$$

Оскільки $T_{ок} < 4$ -х років, то фінансування розробки буде доцільним.

Висновки

В даному розділі здійснений розрахунок витрат на оплату праці, соціальні заходи, програмне забезпечення, амортизаційні відрахування, та інші витрати. Також був проведений комерційний аудит науково-дослідної роботи. Завершальним етапом розділу було оцінено важливість та наукову значимість науково-дослідної розробки, розраховано економічну ефективність наукової роботи за її можливої комерціалізації потенційним інвестором. Строк окупності становить 2,2 роки.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В цьому розділі магістерської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі демонтажу будівельних конструкцій. Аналіз потенційних небезпек проведемо за [31, 32] для будівельно-монтажного персоналу, з метою запобігання впливу на працівників таких шкідливих виробничих факторів:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря); виробничий шум, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, в основному аерозолі фіброгенної дії (нетоксичний пил, оксид вуглецю);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

6.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

6.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Живлення силового обладнання будівельного майданчика, житлового масиву та системи освітлення здійснюється від електричної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380 х 220 В з частотою 50 Гц.

Розглянемо заходи з охорони праці в процесі демонтажу будівельних конструкцій.

Прохід людей у приміщення під час розбирання або демонтажу та монтажу елементів будівель і споруд повинен бути закритим. З боку вулиць, проходів і проїздів на огорожі через кожні 5м- 10 м вивішують попереджу-

вальні написи «Небезпечна зона» та необхідні дорожні знаки. Якщо немає можливості дотримати необхідних відстаней для встановлення огорож небезпечних зон (у разі неглибокого залягання підземних комунікацій, близького розташування проїздів, сусідніх будівель, ліній електропередачі тощо), допускається зменшення меж небезпечних зон з одночасним збільшенням висоти огорож або розмірів захисного козирка для захисту людей, унеможливлення травмування падінням матеріалів і конструкцій з висоти.

Конструкцію суцільних захисних споруд необхідно зазначити у ПВР.

Під час розбирання, повалення стін будівель механізованим способом необхідно визначити небезпечні зони, а машини (механізми) розмістити ззовні зони можливого обвалення конструкцій. Кабіна машиніста (кранівника) повинна бути захищена від можливого потрапляння уламків, які відкололись, а робітники повинні бути забезпечені захисними касками, окулярами, бронеслом та/або сіткою.

Під час розбирання будівель, а також прибирання відходів, сміття необхідно вжити заходів для зменшення пилоутворення. Робітники, що працюють в умовах запиленості, повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання від пилу та мікроорганізмів (цвілі, грибків, спор), які можуть бути у повітрі робочої зони.

Перед допуском працівників на робочі місця з можливою появою газу або шкідливих речовин робочі місця необхідно провентилувати, робітників забезпечити засобами індивідуального захисту (протигазами). У разі несподіваної появи газу, інших шкідливих речовин роботи необхідно припинити, працівників вивести з небезпечної зони.

Під час розбирання будівель проходи до робочих місць повинні бути завширшки не менше ніж 0,8 м.

Під час розбирання покрівлі та зовнішніх стін робітники повинні застосовувати запобіжні пояси, місця закріплень яких зазначаються у ПВР.

Розбирання будівель (демонтаж конструкцій) необхідно здійснювати послідовно зверху вниз. Забороняється розбирання будівель одночасно в декількох ярусах по одній вертикалі.

Видалення нестійких конструкцій під час розбирання будівель і споруд

необхідно виконувати у присутності керівника робіт.

Пошкоджені будівлі та споруди розбирають за принципом полегшення несучих конструкцій. Видалення однієї частини будівлі або конструктивного елемента не повинно призводити до обвалення інших частин будівлі або елементів. Будь-який сумнів стосовно стійкості конструкції є сигналом до припинення робіт та отримання вказівок від керівника про їх продовження.

Конструкції, що знаходяться під загрозою обвалення, необхідно укріпити або видалити до початку розбирання об'єкта.

Під час розбирання карнизів і частин будинку, що звисають, перебувати на стіні забороняється. Демонтаж конструкцій необхідно проводити з дотриманням вимог розділу 14 щодо монтажних робіт.

Стропування елементів і конструкцій необхідно здійснювати інвентарними стропами, або, у разі необхідності, спеціально виготовленими вантажозахоплювальними пристроями, виконувати за схемами, складеними з урахуванням міцності та стійкості конструкцій, які зазначені у ПВР.

Виконання робіт під час туману і дощу, що значно погіршує видимість у межах фронту робіт, ожеледі, грози, вітру зі швидкістю 15 м/с і більше не допускається.

До розбирання будівель, пов'язаного з верхолазними роботами, допускаються особи, що пройшли медичний огляд, навчені правилам безпеки праці та мають відповідне посвідчення. Перед початком кожної зміни працівники повинні проходити інструктаж про порядок виконання роботи і заходи з безпеки праці.

Забороняється для освітлення робіт під час розбирання, демонтажу користуватися електричною мережею будівлі, що розбирається. Для освітлення цих робіт повинна бути влаштована спеціальна тимчасова електромережа і встановлені освітлювальні прилади.

Послідовне розбирання стін (зверху вниз по цеглині) допускається за незначного обсягу робіт. Для цього необхідно використовувати ручний інструмент: лопати, клини з кувалдою, кирки, відбійні молотки тощо. Під час організації роботи на висоті робітники повинні бути забезпечені запобіж-

ними поясами, місця закріплення яких зазначаються у ПВР.

Забороняється підрубувати димарі, кам'яні стовпи та простінки вручну, а також допускати їх обвалення на перекриття.

Способи розбирання вертикальних і горизонтальних елементів будівель повинні бути зазначені в ПВР.

Для розбирання стін будівлі за допомогою тягового каната перевірені канати прикріплюють до об'єкта, що розбирається, для чого в ньому роблять карби, отвори тощо. Напрямок каната повинен відповідати напрямку обвалення. Допускається зміна напрямку каната за допомогою відвідних блоків.

Під час розбирання вертикальних залізобетонних елементів необхідно заздалегідь розрізати основну арматуру біля точки перекидання в зоні, протилежній напрямку обвалення.

Механізм, що забезпечує тягу, встановлюють від будівлі, що зноситься, на відстані не менше ніж 1,5 висоти будівлі під прямим кутом. У зоні небезпеки розлітання уламків або обривання тягового каната може перебувати тільки обслуговуючий персонал, захищений броне-склом, захисною сіткою, щитами. Відповідно до ПВР необхідно стежити, щоб довжина ділянки, де можливе обривання каната, була не менше його довжини. Зону виконання робіт огороджують з усіх боків. Необхідно вести журнал, в якому фіксується стан канатів. Використання пошкоджених канатів, а також з'єднання їх вузлами забороняється.

Під час розбирання будівель способом «валяння» довжина прикріплених тросів (канатів) повинна бути в три рази більше ніж висота будинку.

Під час надбудови будівель необхідно здійснювати систематичний нагляд за стійкістю та міцністю існуючих конструкцій. У разі виявлення деформацій необхідно негайно вжити заходів до їх ліквідації.

6.1.2 Електробезпека

Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [33].

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам під час виконання робіт:

1) Для запобігання електротравм від контакту зі струмопровідними елементами електроустаткування потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату для робіт категорії важкості Пб в виробничих приміщеннях [34], які монтуються, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 6.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [37]: утеплення фасаду будівлі; встановлення вентиляції приміщень.

6.2.2. Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний [34]. Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення наведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 – Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [37]: робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи; будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями; механічні вентиляційні установки під час їх роботи не повинні створювати для працівників протягів.

6.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроектоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 6.3. Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до [36] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення в проекті передбачено: використання природного та штучного освітлення; штучне освітлення повинне бути рівномірне та достатньо інтенсивне; світло не повинне створювати різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою; штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

Таблиця 6.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

6.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкопasmового (тонального) шуму наведено в таблиці 6.4

Таблиця 6.4 Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено: раціональне розташування робочих місць; постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників; обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

6.2.5 Виробнича вібрація

На робочих місцях присутня вібрація типу – За [32]. Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються вентиляційне обладнання, під'йомники, транспорт тощо, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.5 Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальна	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: ди-

намічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

6.2.6 Фактори умов праці

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [31]. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (ккал/год) – 291-348; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, ккал/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 18000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 61600; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг – до 35 кг; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук) – до 60000; при регіональному навантаженні (участь рук та плечового суглоба) – до 30000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 140000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі від 25% до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах тощо) від 10 % до 25 % часу зміни; перебування в позі «стоячи» від 60% до 80% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 101-300 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 12, вертикалі – 8 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання за-

вдання та його перевірка; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності.

Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – 51-75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – 151-300; навантаження на голосовий апарат – сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату (протягом тижня) – від 16 до 20.

Навантаження на зоровий аналізатор: розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працівника до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни – 5,0–1,1 мм більше 50% часу; 1,0–0,3 мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25% часу.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) – розбірливість слів та сигналів від 90% до 70%.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за виконання окремих елементів завдання; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – двозмінна (без нічної зміни).

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Дія іонізуючих випромінювань на організм людини. Оцінка безпеки перебування людей в будівлі в умовах дії радіації

Під впливом іонізаційного випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70%

маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали H^+ та OH^- , а в присутності кисню — пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригноблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукованих вільними радикалами, підвищується, й у них втягуються багато сотень і тисячі молекул, не пошкоджених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху

Коефіцієнт протирадіаційного захисту розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M}$$

Елементи будівлі:

- Стіни цегляні товщиною 38 см, маса $1m^2 - 494$ кг.
- Стіни цегляні товщиною 25 см, маса $1m^2 - 312$ кг.
- Внутрішні стіни цегляні товщиною 12 см, маса $1m^2 - 156$ кг.
- Площа віконних прорізів: ВК1 – $0,78 m^2$; ВК2 – $1,5 m^2$; ВК3 – $1,8 m^2$; ВК9 – $6,6 m^2$.
- Площа дверних прорізів: Д1 – $1,9 m^2$; Д2 – $3,78 m^2$.
- Висота підвіконників – $0,9$ м.
- Площа підлоги для розрахунку приміщення – $44,2 m^2$.

- Висота приміщення – 3 м.

Плоскі кути приміщення:

Кут $\alpha_1 = 100^\circ$. Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 38 см площею $21,9 \text{ м}^2$;
- внутрішня стіна 12 см площею $21,9 \text{ м}^2$ з прорізом площею $6,78 \text{ м}^2$;
- внутрішня стіна 25 см площею $21,9 \text{ м}^2$ з прорізом площею $3,78 \text{ м}^2$.

Кут $\alpha_2 = 80^\circ$. Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 38 см площею $18,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $1,5 \text{ м}^2$;
- внутрішня стіна 12 см площею $18,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $3,8 \text{ м}^2$.

Кут $\alpha_3 = 100^\circ$. Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 38 см площею $21,9 \text{ м}^2$ з прорізом площею $3,7 \text{ м}^2$.

Кут $\alpha_4 = 80^\circ$. Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 38 см площею $18,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $10,38 \text{ м}^2$.

Розрахуємо зведені маси стін розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 100^\circ$.

Зовнішньої стіни 38 см площею $21,9 \text{ м}^2$

$$G_{зв} = 494 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Внутрішньої стіни 12 см площею $21,9 \text{ м}^2$ з прорізом площею $6,78 \text{ м}^2$

$$\alpha_{ст} = \frac{6,78}{21,9} = 0,31, \quad G_{зв} = 156(1 - 0,31) = 107,7 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Внутрішньої стіни 25 см площею $21,9 \text{ м}^2$ з прорізом площею $3,78 \text{ м}^2$

$$\alpha_{ст} = \frac{3,78}{21,9} = 0,17, \quad G_{зв} = 156(1 - 0,17) = 129 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_1

$$G_{\Sigma}^1 = 494 + 107,7 + 129 = 730,7 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Кут $\alpha_2 = 80^\circ$.

Зовнішньої стіни 38 см площею $18,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $1,5 \text{ м}^2$

$$\alpha_{ст} = \frac{1,5}{18,1} = 0,08, \quad G_{зв} = 494(1 - 0,08) = 453 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Внутрішньої стіни 12 см площею $18,1 \text{ м}^2$ з прорізом площею $3,8 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,8}{21,9} = 0,17, \quad G_{36} = 156(1 - 0,17) = 129 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^2 = 453 + 129 = 582 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_3 = 100^\circ$.

Зовнішньої стіни 38 см площею 21,9 м² з прорізом площею 3,7 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,7}{21,9} = 0,17, \quad G_{36} = 494(1 - 0,17) = 410 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_3

$$G_{\Sigma}^3 = 410 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_4 = 80^\circ$.

Зовнішньої стіни 38 см площею 18,1 м² з прорізом площею 10,38 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{10,38}{18,1} = 0,57, \quad G_{36} = 494(1 - 0,57) = 212,4 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_4

$$G_{\Sigma}^4 = 212,4 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні зведені маси стін і перегородок проти внутрішніх кутів приміщення

$$G_{\Sigma}^1 = 730,7 \text{ (кг/м}^2\text{)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 582 \text{ (кг/м}^2\text{)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 410 \text{ (кг/м}^2\text{)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 212,4 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні приведені маси стін проти всіх плоских кутів менше 1000 кг/м², тому

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 360} = 0,91.$$

За мінімальною сумарною приведеною масою стін

$$G_{\Sigma}^4 = 212,4 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

визначаємо [] коефіцієнт $K_{\text{ст}} = 4,15$.

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю роз-

сіювання випромінювання $K_{ш}=0,15$ (висота приміщення складає 3 м) [34].

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,9 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{п}} = 0,8 \frac{14,08}{44,2} = 0,25$$

де $S_0 = 14,08 \text{ м}^2$ – площа віконних і дверних прорізів приміщення;
 $S_{п} = 44,2 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будівлі, розташованій в районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M=0,55$ [11].

Отже коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{ш})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} = \frac{0,65 \times 0,91 \times 4,15}{(1 - 0,15)(0,25 \times 4,15 + 1)0,55} = 2,21$$

Приміщення першого поверху, для якого проведено розрахунок, має коефіцієнт протирадіаційного захисту 2,21, тому не може бути використане для укриття людей в разі забруднення навколишньої території радіоактивними речовинами. Для захисту людей необхідно перевести їх в більш захищені приміщення або здійснити евакуацію в безпечні райони.

Висновки

У результаті дослідження по темі «Переробка та повторне використання матеріалів будівель виведених з експлуатації», було виявлено, що проведення експериментів з використанням ефекту електрогідравлічного руйнування бетону вимагає високого рівня охорони праці та цивільного захисту. З метою забезпечення безпеки персоналу та зниження ризику виникнення аварійних ситуацій було розроблено та рекомендовано ряд заходів безпеки.

Для запобігання аварійних ситуацій було визначено потенційні ризики, такі як неправильна маніпуляція з високовольтними пристроями, вито-

ки, перевищення допустимих параметрів та неконтрольоване розповсюдження струму високої напруги. На основі цього були розроблені відповідні заходи безпеки, такі як правильне зберігання та регулярна перевірка обладнання, розробка плану евакуації та надзвичайних ситуацій.

Дотримання цих заходів безпеки сприятиме забезпеченню безпеки під час проведення експериментів з струмами високої напруги та захисту персоналу та обладнання від можливих негативних наслідків. Регулярне оновлення знань та навичок персоналу, а також періодична оцінка ризиків і аудит безпекових процедур сприятимуть постійному поліпшенню рівня безпеки в лабораторії.

Постійне покращення процедур безпеки та своєчасне оновлення знань і навичок сприятимуть подальшій успішній роботі у цій області і забезпечать безпеку працівників та обладнання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел показав необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень процесу руйнування конструкцій будівель виведених з експлуатації, розробки пропозицій по створенню нових технологій.

2. Проведено аналіз методів руйнування конструкцій будівель і споруд та виконано огляд способів руйнування бетонних і залізобетонних виробів.

3. На базі лабораторії кафедри БМГА ВНТУ із застосуванням виготовленого стенду були проведені модельні випробування технології руйнування залізобетону з використанням електричного вибуху провідника. Проведені лабораторні дослідження дозволили запропонувати нове технологічне рішення направлено руйнування бетонних конструкцій.

4. Експериментально досліджено вплив провідникового матеріалу на характер руйнування бетону. Порівняльні випробування на руйнування бетону показали, що ступінь руйнування зразків, оцінена з новоутвореної поверхні, при ініціюванні електричним вибухом ніхромових проводів в 1,2-1,5 рази вище.

5. Розроблено способи та технологічне рішення направлено руйнування бетонних конструкцій.

6. Розраховано економічну ефективність наукової роботи за її можливої комерціалізації потенційним інвестором. Строк окупності становить 2,2 роки.

7. Розглянуто заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

8. Матеріали магістерської роботи рекомендується для використання в практиці будівництва та в навчальному процесі при підготовці студентів будівельників по дисципліні «Технологія будівельного виробництва».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волчатова И.В., Стаценко Ю.Ю. Возможности вторичного использования строительных материалов в рамках программы реновации жилых домов : мат. Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск. 2018 г. Иркутск : Изд-во ИРННТУ, 2018. С. 280–285.
2. Гурфов А.О. Анализ зарубежного опыта утилизации строительных отходов : сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конкурса. Пенза : Наука и Просвещение, 2016. С. 18–22.
3. G. Brewer, MSc, MCIОB and J. Mooney, BConst. Mgnt A best practice policy for recycling and reuse in building Authors: Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability List of Issues Volume 161, Issue 3 URL: <https://doi.org/10.1680/ensu.2008.161.3.173>
4. Peter Hopkinson, PhD Han-Mei Chen, BEng, MSc, PhD. Recovery and reuse of structural products from end-of-life buildings. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability List of Issues Volume 172, Issue 3. URL: <https://doi.org/10.1680/jensu.18.00007>
5. Утилізація бетону та відходів залізобетону. URL: <https://vyvoz.org/blog/utilizacija-betona-i-othodov-zhelezobetona/>
6. Huang B., Wang X., Kua H., Geng Y., Bleischwitz R., Ren J. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle / Resources, Conservation and Recycling. 2018. Vol. 129. Pp. 36–44.
7. Исупов И.А. Анализ технологий демонтажа зданий взрывом и методом «cut and take down» : Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2017. № 1. С. 307–312.
8. Kleemann F., Lederer J., Aschenbrenner P., Rechberger H., Fellner J. A method for determining buildings' material composition prior to demolition / Building Research and Information. 2016. Vol. 44. Issue 1. Pp. 51–62.
9. Mihai F.-C. Construction and demolition waste in Romania: The route from illegal dumping to building materials / Sustainability. 2019.

10. Jiménez J.R., Ayuso J., López M., Fernández J.M., De Brito J. Use of fine recycled aggregates from ceramic waste in masonry mortar manufacturing / *Construction and Building Materials*. 2013. Vol. 40. Pp. 679–690.
11. Golovin, N. G., Alimov L. N., Voronin V. V., Puljaev S. M. Repeated usage – one of the potential solutions of the ecologic problems at the manufacturing of the concrete and reinforced concrete structures. *Concrete and reinforced concrete – future development*. Volume 5, M., 2005.
12. Grigoriadis K., Whittaker M., Soutsos M., Sha W., Napolano L., Klinge A. et al. Improving the recycling rate of the construction industry / *Fifth International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*. 2019. Vol. 1.
13. Chen J., Su Y., Si H., Chen J. Managerial areas of construction and demolition waste: a scientometric review / *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018.
14. Islam R., Nazifa T.H., Yuniarto A., Uddin A.S.M.S., Salmiati S., Shahid S. An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling / *Waste Management*. 2019. Vol. 95. Pp. 10–21.
15. Н.А. Иванов, М.И. Пивоваров, Н.В. Войтенко, А.С. Юдин. Шпуровое разрушение горных пород и бетона. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. Том 321 № 2 (2012): Математика и механика. Физика. URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/4384>
16. Burkin V.V., Kuznetsova N.S. Lopatin V.V. Dynamics of electro burst in solids: I. Power characteristics of electro burst / *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2009. V. 43. P. 185–204.
17. Kuznetsova N.S., Burkin V.V., Lopatin V.V., Zhgun D.V. Electro discharge Demolition of Concrete blocks with breakdown initiation by Exploding wire : *Proc: 16th Intern. Symp. of High Current Electronics – Tomsk, September 19–24, 2010. – Tomsk: Publishing House of the IOA SB RAS, 2010. P. 549–552.*
18. Заиров Ш.Ш., Тагаев И.А., Равшанова М.Х. Статический метод разрушения горных пород. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021. 105 с. URL:

https://www.researchgate.net/publication/356579855_Statics_kij_metod_razruse_nia_gornyh_porod/link/61a1e8be6b9a6f096708b608/download

19. РСН 343-86. Технологія руйнування будівельних конструкції при реконструкції промислових підприємств. ДЕРЖБУД УРСР. 1987. 80 с.

20. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. Москва : Энергоатомиздат, 1990. 289 с.

21. Шевцов М.Р., Таранов П.Я., Левіт В.В., Гудзь О.Г. Руйнування гірських порід вибухом: Підручник для ВУЗів- 4-е видання перероб. і доп.- Донецьк: Тов. “Либідь”, 2003. 553с.

22. G.Z. Usmanov, V.V. Lopatin, M.D. Noskov, A.A. Cheglovkov Mathematical Modeling of the Solid Dielectric Brittle Destruction as a Result of Pulse Electrical Breakdown. 15th International Symposium on High Current Electronics: Proceedings, 2008. Tomsk, IAO SB RAS. С. 274-277

23. Kwon Y.S., Ilyin A.P., Tikhonov D.V., Grigoriev A.N., Nazarenko O.B. Electrical explosion as a metal treatment by electrical current of high power. Proc. of 20th Int. Conf. on Heat Treatment. Czechia, Jihlava, 2004. P. 419–422.

24. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Тихонов Д.В. Структурно-энергетические процессы при электрическом взрыве проводников. Известия вузов. Физика. 2002. № 12. С. 31–34.

25. Zhadanovsky B., Sinenko S. Pressure method of monolithic concrete structures of buildings and structures : International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 11. № 3. С. 1724-1727.

26. Колодяжный С.А., Золотухин С.Н., Абраменко А.А., Артемова Е.А. Снос зданий и использование материалов, образующихся при реновации городских территорий. Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 2. С. 271-293.

27. Бирик М.С. Особенности технологии применения продуктов переработки отходов бетона и железобетона в качестве заполнителей в бетонах : Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. 2008. № 12. С. 53-63.

28. Б.В. Жадановский С.А. Сinenko С.А, И.М. Мирошникова, М.Ф. Кужин. Повторное применение материалов при реновации на примере возве-

дения монолитных конструкций из бутобетона отдельным методом бетонирования. Системные технологии. 2018. № 27. С. 48—53.

29. Chernil'nik A.A., Yanovskaya A.V., Evsyukov K.K., Vanyan S.S. (2019). Study of the effectiveness of industrial waste as aggregates for concrete vibrated concrete products and structures. The Eurasian Scientific Journal, [online] 3(11). Available at: URL: <https://esj.today/PDF/48SAVN319.pdf>

30. Khumpaisal S., Chen Z. Risk assessment in real estate development: an application of analytic network process // Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 2010, № 7 (1). P. 103-116.

31. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 248 від 08.04.2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>.

32. Національний класифікатор України. Класифікатор професій. ДК 003:2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text>

33. Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

34. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

35. 8. Наказ МОЗ від 20.06.2022 р. № 1054 “Про затвердження Гігієнічного нормативу “Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини” - [Електронний ресурс] - URL: <https://document.vobu.ua/doc/14510>.

36. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] - URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

37. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Електронний ресурс] URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

38. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. [Електронний ресурс] URL: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

39. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. З урахуванням Змін № 1, № 2. Дата початку дії, 01.01.2023. Дата прийняття, 01.11.2021. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96362

40. Федчук В.А., Попович М.М. Методи подрібнення конструкцій будівель виведених з експлуатації» ЛІІ Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023). URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17700>. (дата звернення: 25.05. 2023).

41. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції будинків і споруд. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 18 с. (Національні стандарти України).

42. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд: - [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 105 с. (Національні стандарти України).

Додаток А

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Переробка та повторне використання матеріалів будівель, виведених з експлуатації

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(Б/ДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

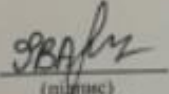
Оригінальність 97,3 % Схожість 2,7 %

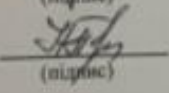
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Федчук В.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  Попович М.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Б.

Графічна частина

Відомість графічної частини

№ Арк.	Найменування	Примітки
1	Тема роботи	Плакат 1
2	Мета, задачі досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень	Плакат 2
3	Способи обробки залізобетонних і бетонних виробів	Плакат 3
4	Способи обробки залізобетонних і бетонних виробів	Плакат 4
5	Зміна тиску при статичному і ударному навантаженні	Плакат 5
6	Технічні характеристики установок первинного дроблення некондиційного бетону	Плакат 6
7	Термічний метод руйнування. Електрогідрравлічний спосіб руйнування конструкції	Плакат 7
8	Електрогідрравлічний спосіб руйнування конструкції	Плакат 8
9	Схема установки для руйнування будівельних конструкцій електрогідрравлічним методом	Плакат 9
10	Схема лінії для руйнування залізобетону	Плакат 10
11	Експериментальні дослідження	Плакат 11
12	Діючі експериментальні установки	Плакат 12
13	Підготовлені для руйнування зразки бетону	Плакат 13
14	Характер руйнування зразків бетону	Плакат 14
15	Сумарні гранулометричні характеристики продуктів руйнування бетону при вибуху провідників з різних матеріалів	Плакат 15
16	Спосіб електрогідрравлічного руйнування твердих тіл (заявка на патент)	Плакат 16
17	Технічна частина	Плакат 17
18	Технічна частина	Плакат 18
19	Технічна частина	Плакат 19
20	Загальні висновки	Плакат 20

Магістерська кваліфікаційна робота

**ПЕРЕРОБКА ТА ПОВТОРНЕ
ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ
БУДІВЕЛЬ ВИВЕДЕНИХ З
ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**Науковий керівник: к.т.н., доц. *Попович М.М.*
ст. гр. Б-21м *Федчук В.А.***

Мета магістерської кваліфікаційної роботи:

Визначення можливості і умов електроімпульсного руйнування залізобетонних конструкцій, як з різним рівнем напруженості електричного поля, так і в середовищах з різною діелектричною проникністю, а також визначення можливості зниження робочої напруги шляхом використання електропідриву

Задачі дослідження:

1. Проаналізувати відомі методи руйнування конструкцій будівель, виведених з експлуатації.
2. Розробити стенд для випробування руйнування гірських порід імпульсами високої напруги, прикладеними до провідника.
3. Визначити рівень пробивної напруги для повітря, води і бетону при подачі імпульсу напруги і порівняти отримані дані з відомими даними для цих середовищ.
4. Розглянути карту руйнування на основі реальних зразків для моделювання процесів хвильової динаміки, що відбуваються в процесі руйнування твердих тіл.
5. Удосконалити спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл, по на основі отриманих результатів та даних фізичних експериментів.

Об'єкт дослідження:

Бетонні конструкції після дії на них імпульсного високоенергетичного впливу в процесі руйнування

Предмет дослідження:

Деформативність бетонних конструкцій будівель та споруд при дії на них імпульсного високоенергетичного впливу в процесі руйнування

Способи обробки залізобетонних і бетонних виробів

Ударний



Гідромолот Hyundai HDB



Гідроударник PRB170



Відбійний молоток

Розщеплення



Гідроклин

Способи обробки залізобетонних і бетонних виробів

Різання



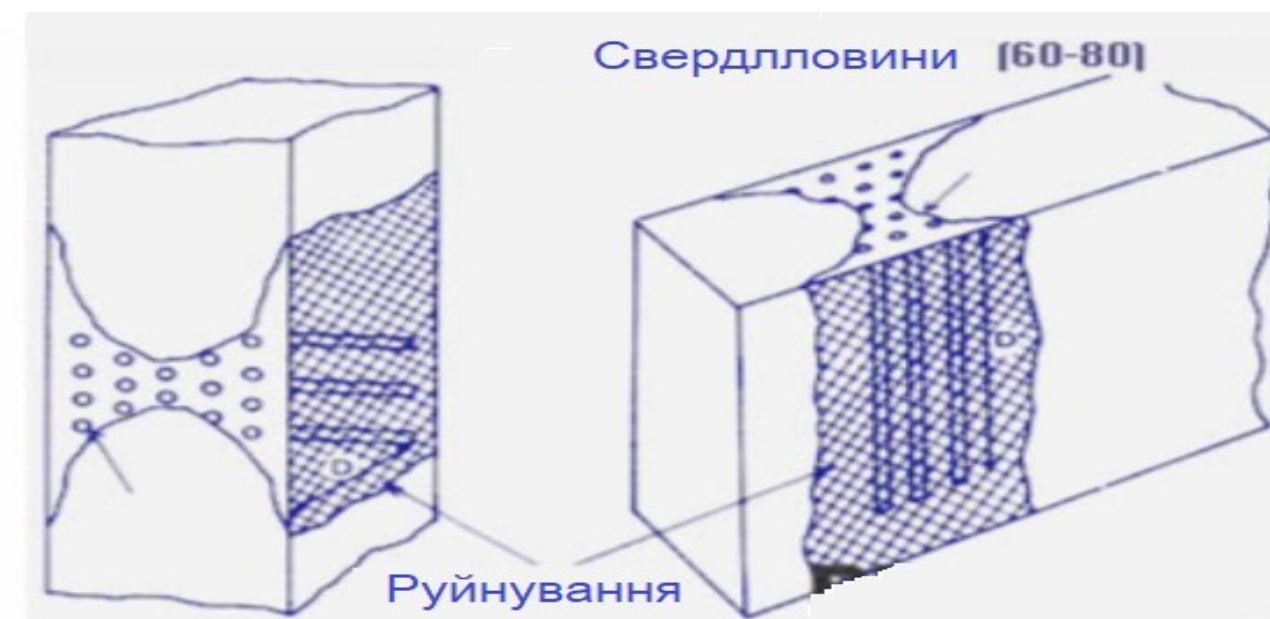
Верстат Husqvarna FS400LV

Дроблення

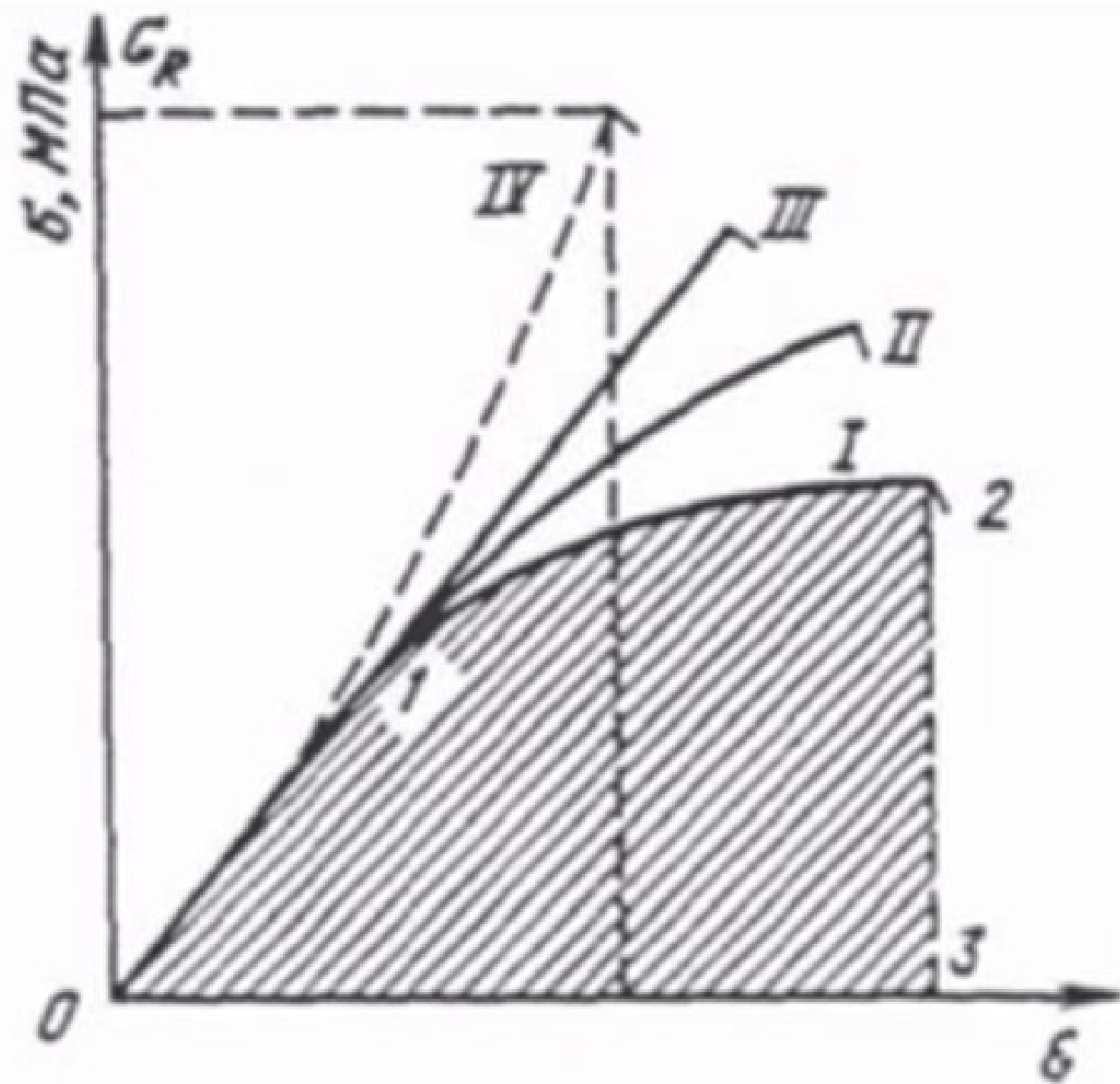


Дробилка щокова Kleemann MC 110 Z

Руйнування розширенням (розтягом)



Зміна тиску при статичному і ударному навантаженні



Залежність між напруженням σ і деформацією δ при різних швидкостях навантаження: I, II, III, IV - зростаючі значення швидкостей деформації

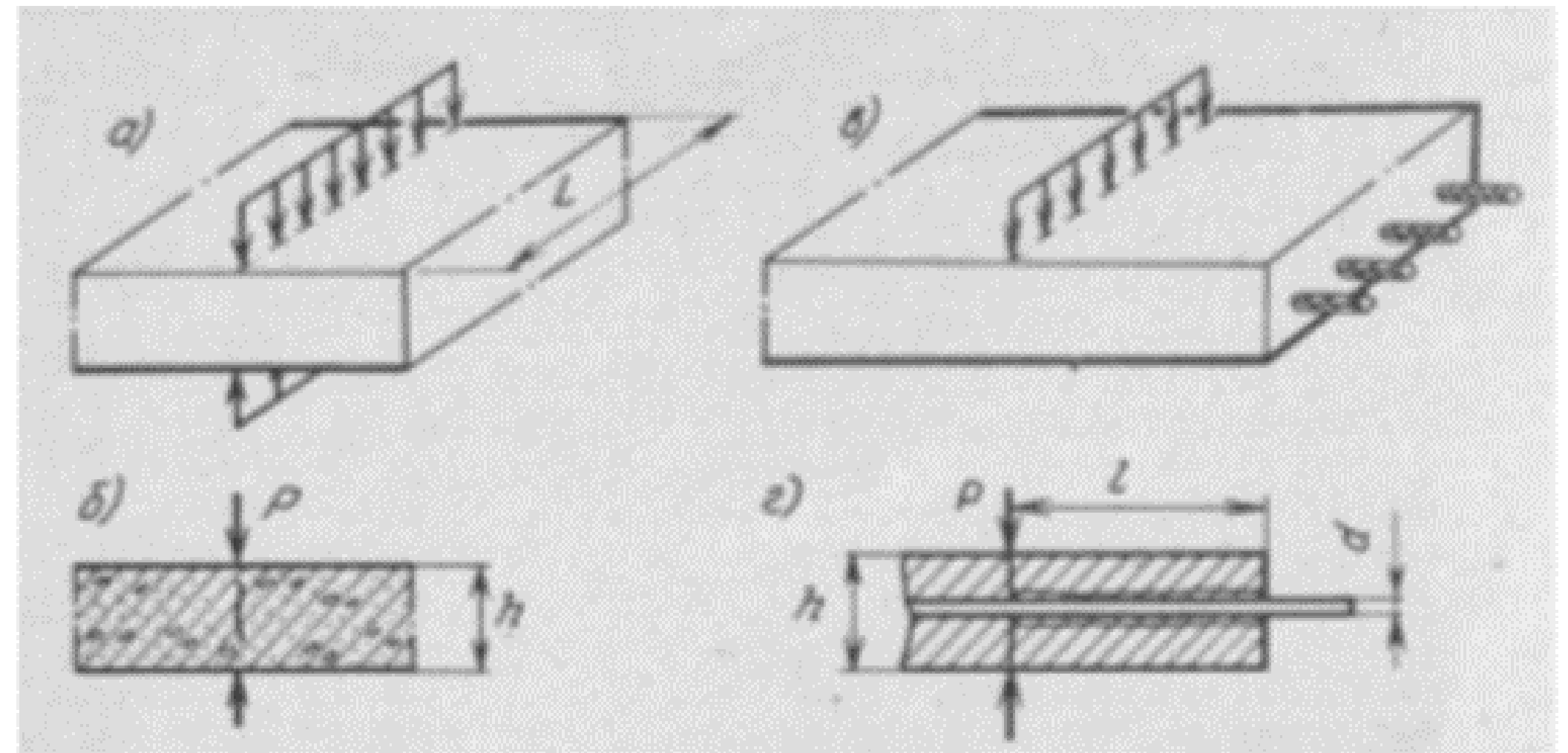


Схема завантаження бетонних і залізобетонних виробів при руйнуванні: а, в - схеми положення навантаження; б, д - схеми руйнування бетону і залізобетону

Як впливає зі схеми руйнування, наведеної на рисунку, спостерігається досить рівномірне відділення бетону від арматури за рахунок повільного (повзучого) руйнування зони контакту між арматурою і бетоном

Технічні характеристики установок первинного дроблення некондиційного бетону

Індекс	З мобільним гідравлічним складом		Зі стаціонарним гідравлічним пресом	
	УПН 24-3,5-0,6	УПН 12-3,5-0,6	УПН 10-2-0,6	УПН 7(12)-3-0,6
Продуктивність, м³/год, при переробці:				
Бетонні відходи	10	10	8	8
Фракція подрібненого матеріалу, мм	0-250	0-250	0-250	0-250
Встановлена потужність, кВт, при руйнівній силі преса 2000 кН	87,5	87	79,5	79,5
Розміри установки, м				
Довжина	32,4	24,5	25,3	20,7
Висота	6,2	6,2	4,1	4,1
Вага установки, т	141,5	100	71,5	
У т.ч. маса сервісних платформ і металоконструкцій	25	20	15	12

Термічний метод руйнування



Бетон розрізається сумішшю газів, яка під впливом електричної дуги перетворюється на струмінь плазми з температурою від 5000 до 30000°C та швидкістю від 500 до 1500 м/с. Області застосування плазмового різання дуже численні, адже ця технологія є універсальною.

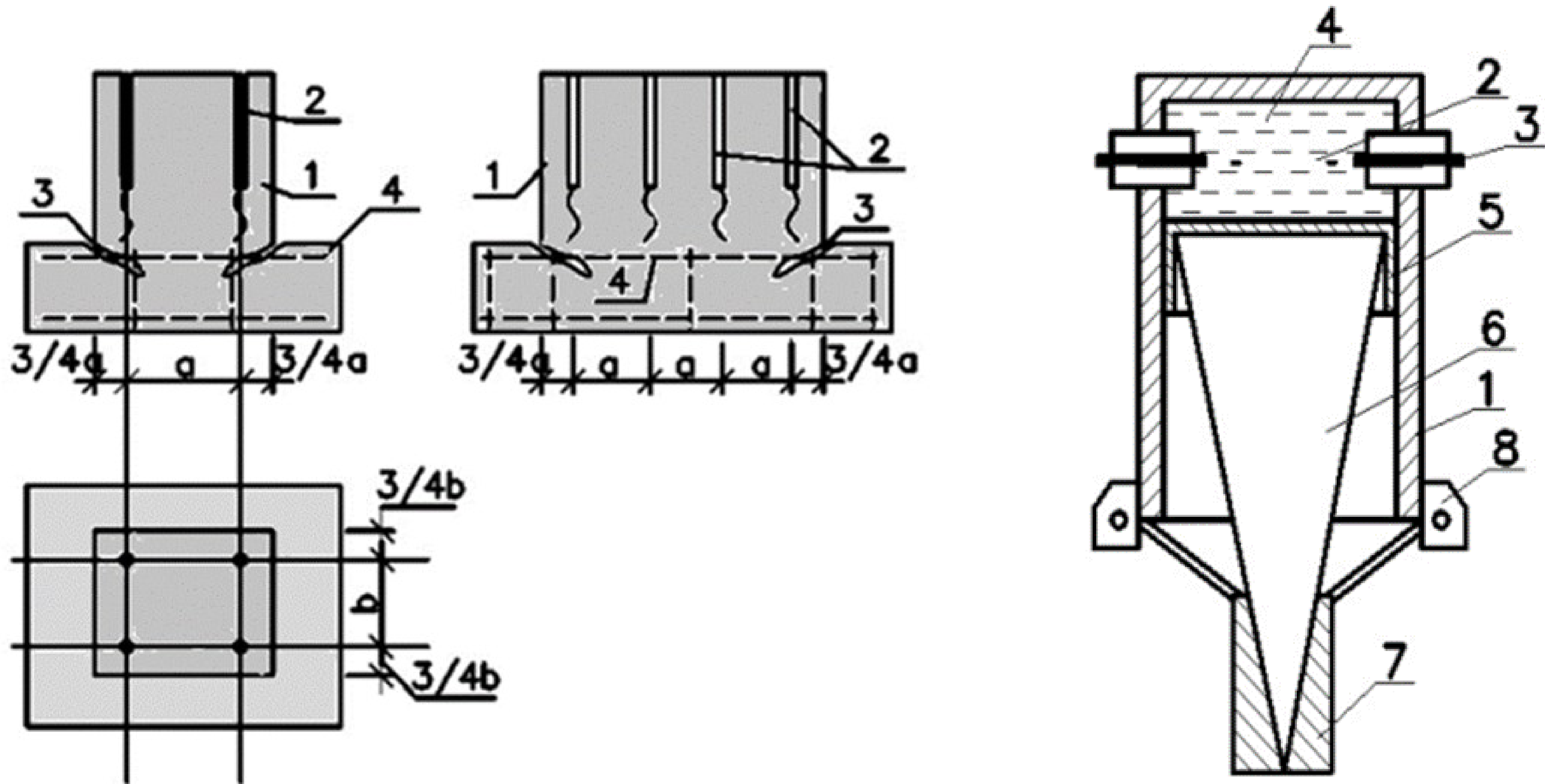
Електрогідравлічний спосіб руйнування конструкції



При механічних способах руйнування собівартість операцій дуже висока з допомогою зносу руйнівного інструменту, низького ККД, труднощів концентрації достатньої кількості енергії. Проблема ускладнюється тим, що необхідно повністю відокремити бетон від арматури.

Електроімпульсна технологія є безвідходною, оскільки дозволяє повністю розділити бетон і арматуру, причому арматурний каркас може бути використаний повторно.

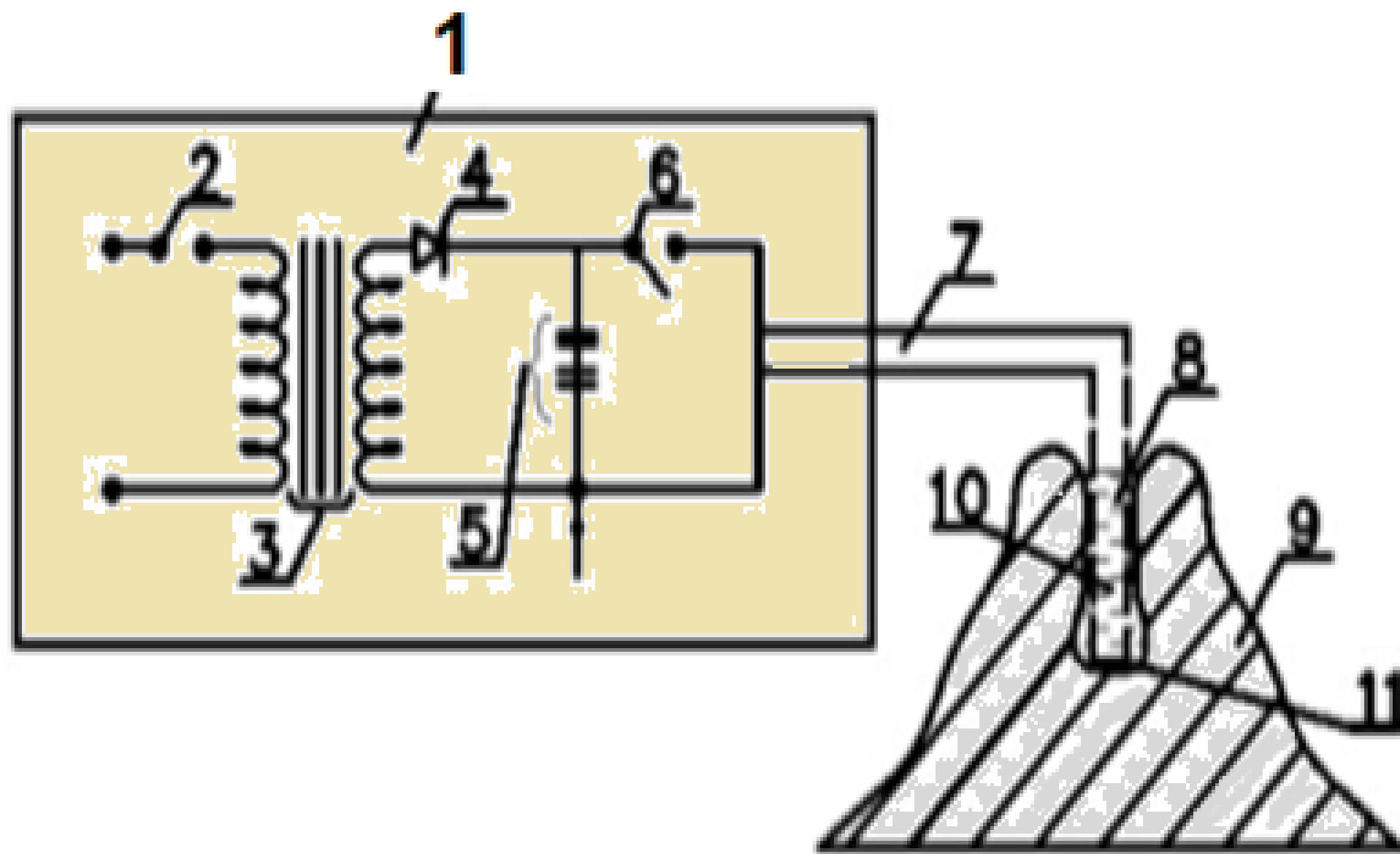
Електрогідравлічний спосіб руйнування конструкції



Електрогідравлічний клин ЕКГ-4

1 – корпус клину; 2 – детонатор; 3 – электрод-розрядник; 4 – порожнина клину з водою; 5 – поршень; 6 – клин; 7 – роз'ємна втулка; 8 – кронштейни для кріплення підвісок; 9 – підвіска маточини

Схема установки для руйнування будівельних конструкцій електрогідравлічним методом

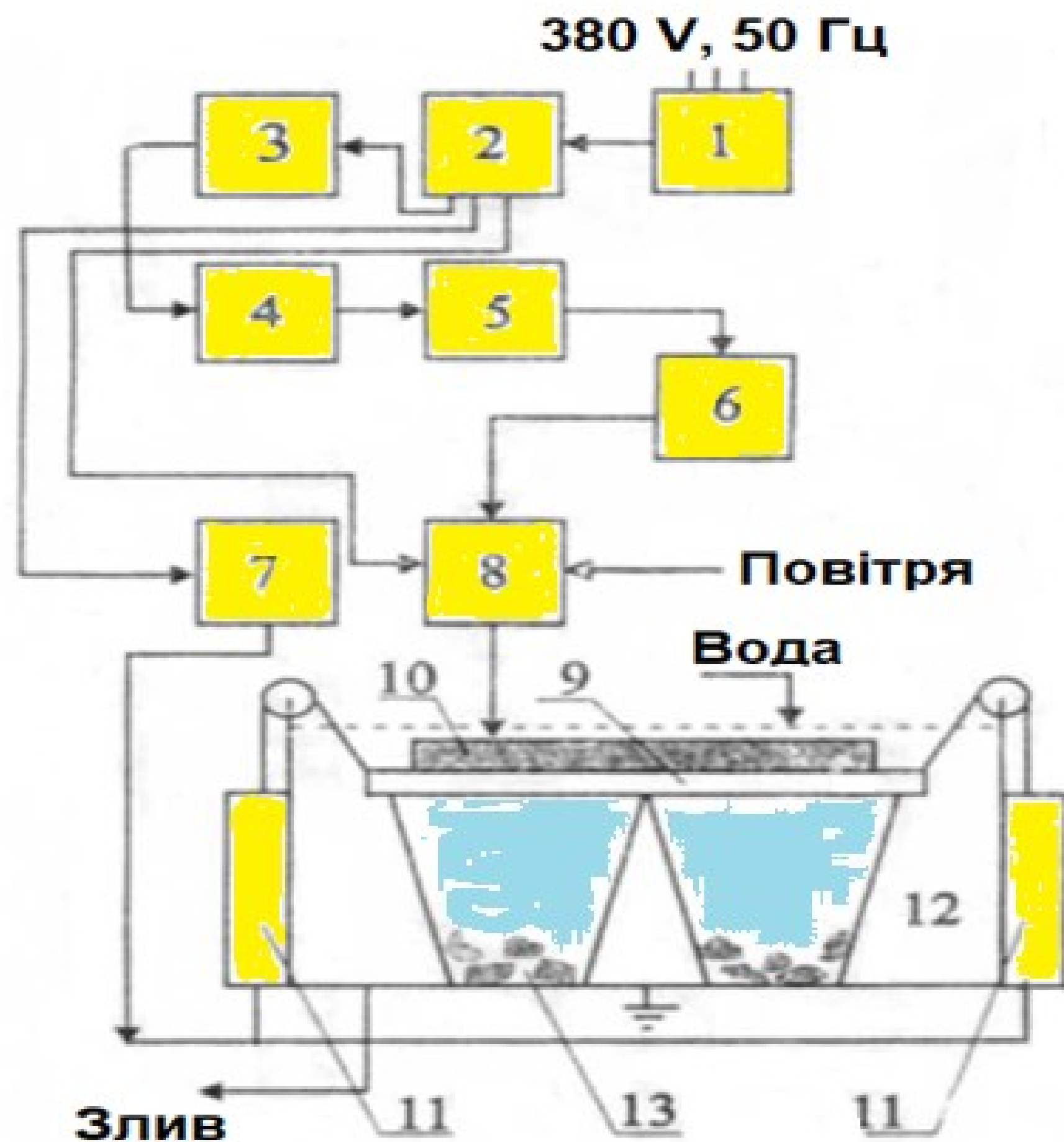


Автомобіль ЗІЛ з обладнанням

Технічні характеристики електрогідравлічних установок

Найменування показників	Тип установки						
	Вулкан К-32	Граніт-3	Егурн	ЕНУ	ПЕНУ	Базальт - 2	Імпульс
1. Робоча напруга, кВ	5	5	6	5	10	6	5
2. Тривалість циклу зарядки, бл.	40	70	150	100	200	100	100
3. Енергія вибуху, кДж	2	3	4	5	6	7	8
3. Споживана потужність, кВт	2,5	4	2	15	4	5	5
4. Питоме споживання енергії, кВт*год/м ³	0,25	2	0,2	1,5	0,5	0,15	0,15
5. Напруга живлення, В	380	220	380	380	380	380	380
6. Кількість запобіжників, шт	2	1	1-6	1-4	4	5	2-4
7. Розміри (м)							
- Висота	3,35	3,30	2	3,35	....	1,46	2,25
- Ширина	2,87	2,40	2	2,8	....	1,46	2,4
- Довжина	6	4,74	3,4	6	....	2,5	4,85
8. Вага установки, т	10,8	5	4	5	9	3,25	5,5

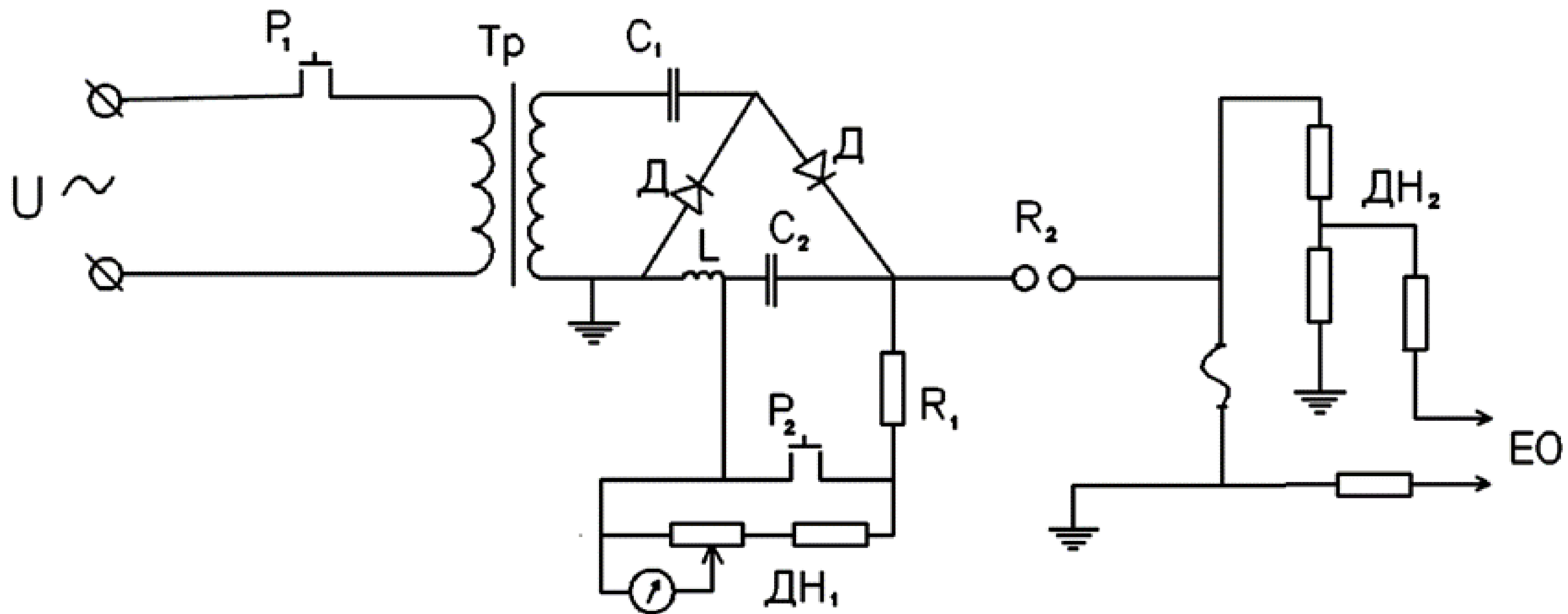
Схема лінії при руйнуванні залізобетону



- 1 - розподільна дошка;
- 2 - пульт дистанційного керування;
- 3 - стабілізатор напруги;
- 4 - високовольтний трансформатор;
- 5 - генератор імпульсної напруги;
- 6 - високовольтна шина;
- 7 - гідростанція;
- 8 - електродна система;
- 9 - піддон;
- 10 - зруйнований продукт;
- 11 - гідроциліндри;
- 12 - технологічна ванна;
- 13 - бункер

Фракційний склад щебню

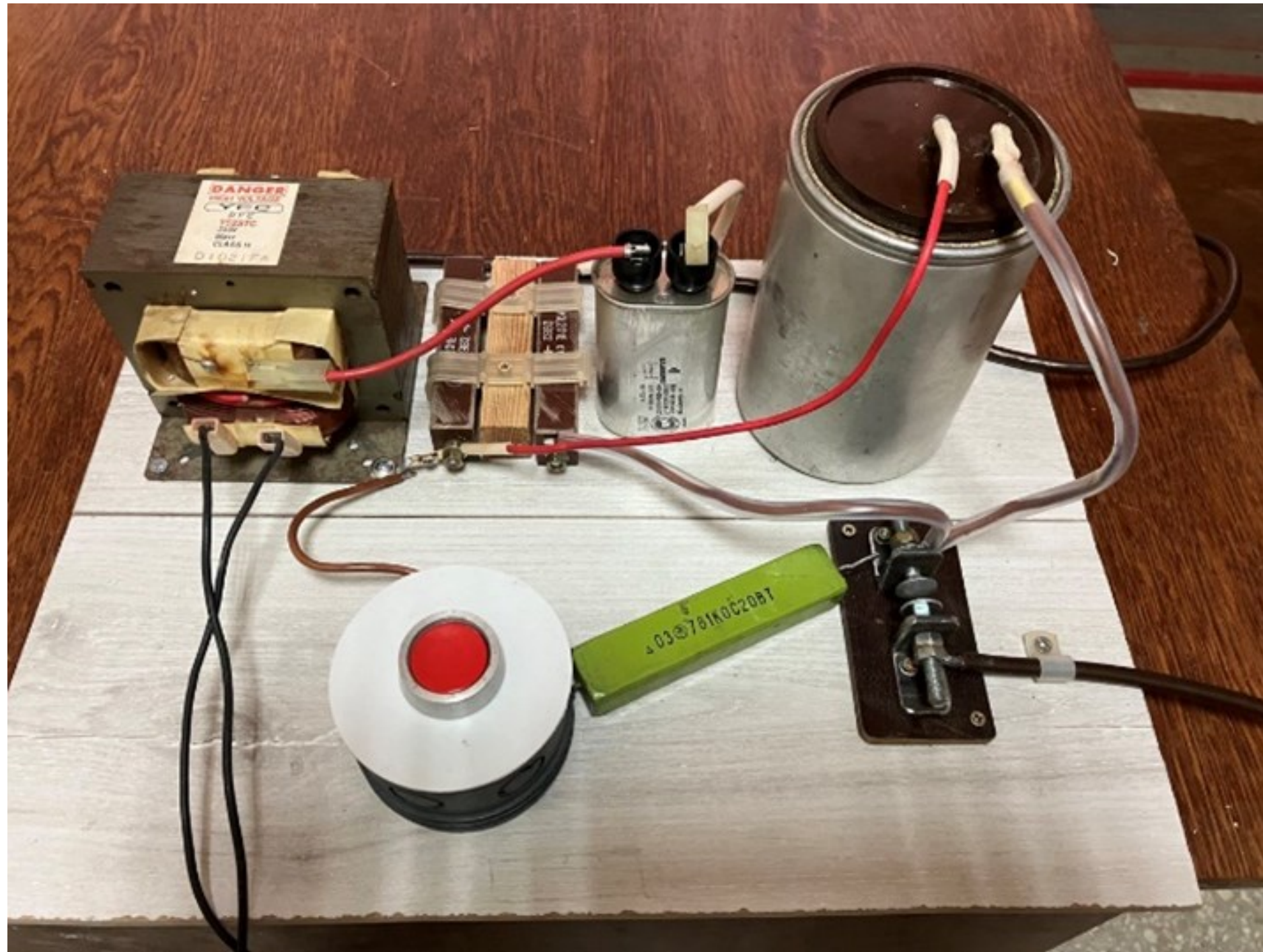
Розмір фракції, мм	Фракційний склад щебню, %	
	Після руйнування стінової панелі Б 15-26	Після ЕІ додаткове днопоглиблення в ситі 40мм
0-5	6,3	9,7
5-10	8,4	15,6
10-20	17,3	40,4
20-40	13,5	34,3
40-70	12,0	0
Понад 70	42,5	



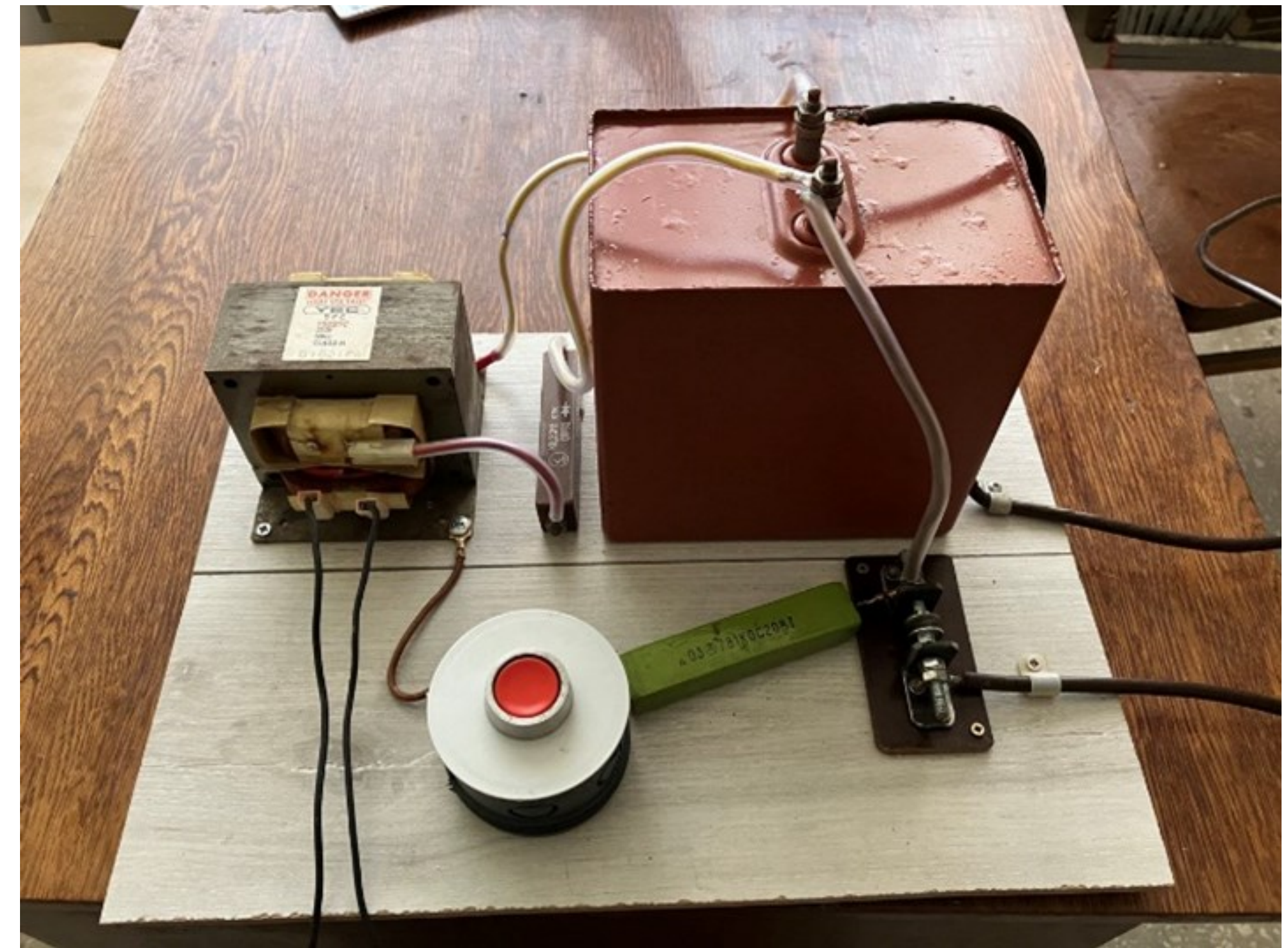
Принципова схема експериментальної установки

U – напруга живлення, 220 V; P_1 – вимикач струму; $Д$ – високовольтний випрямляч; L – індуктивність зарядки; C_1 , C_2 – високовольтні конденсатори; $ДН_1$, $ДН_2$ – омічні дільники напруги; R_1 – омічний розрядник; P_2 – управління розряду; R_2 – розжарювальний розрядник; EO – електронний осцилограф

ДІЮЧІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ УСТАНОВКИ



Варіант на 5000 вольт



Варіант на 3000 вольт

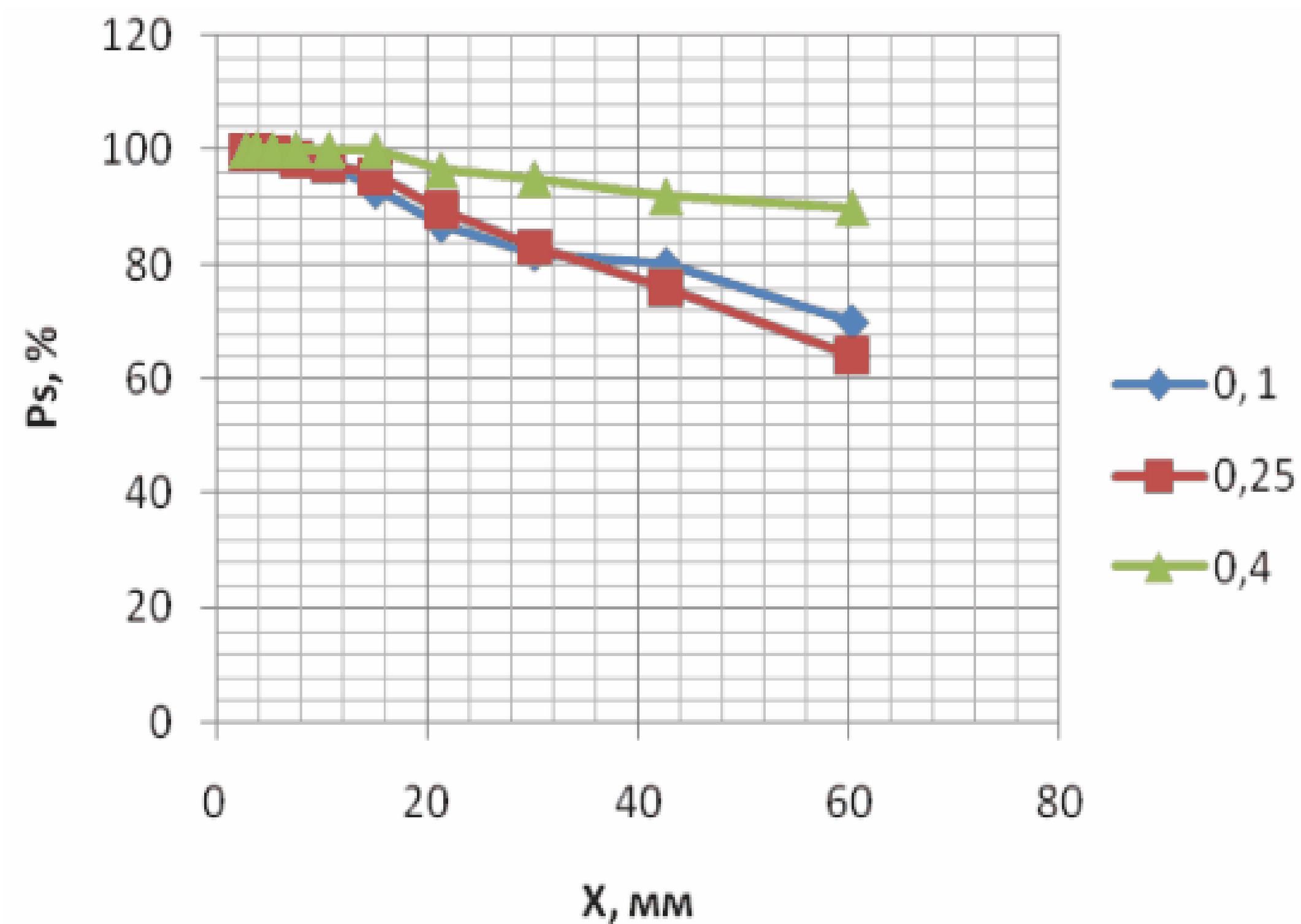
Підготовлені для руйнування зразки бетону



Характер руйнування зразків бетону



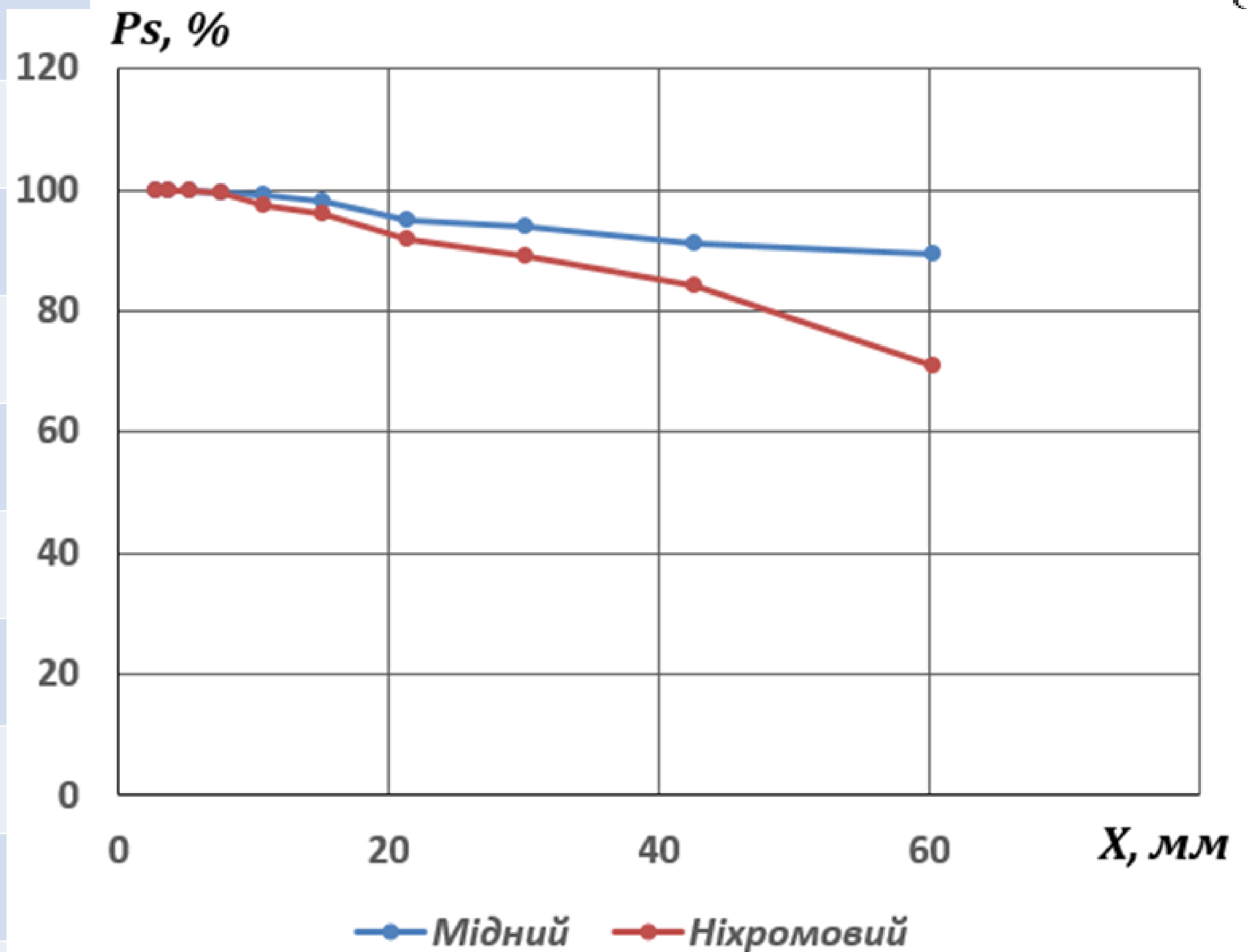
Розмір частинок	Діаметр ВП, мм		
X, мм	0,1	0,25	0,4
2,8	99,9	99,9	100
3,77	99,8	99,8	100
5,33	99,6	99,5	100
7,54	99	98,5	100
10,67	97,5	97,5	99,9
15,09	93	95,5	99,9
21,34	87	89,5	96,5
30,18	82	83	95
42,68	80	76	92
60,36	70	64	90



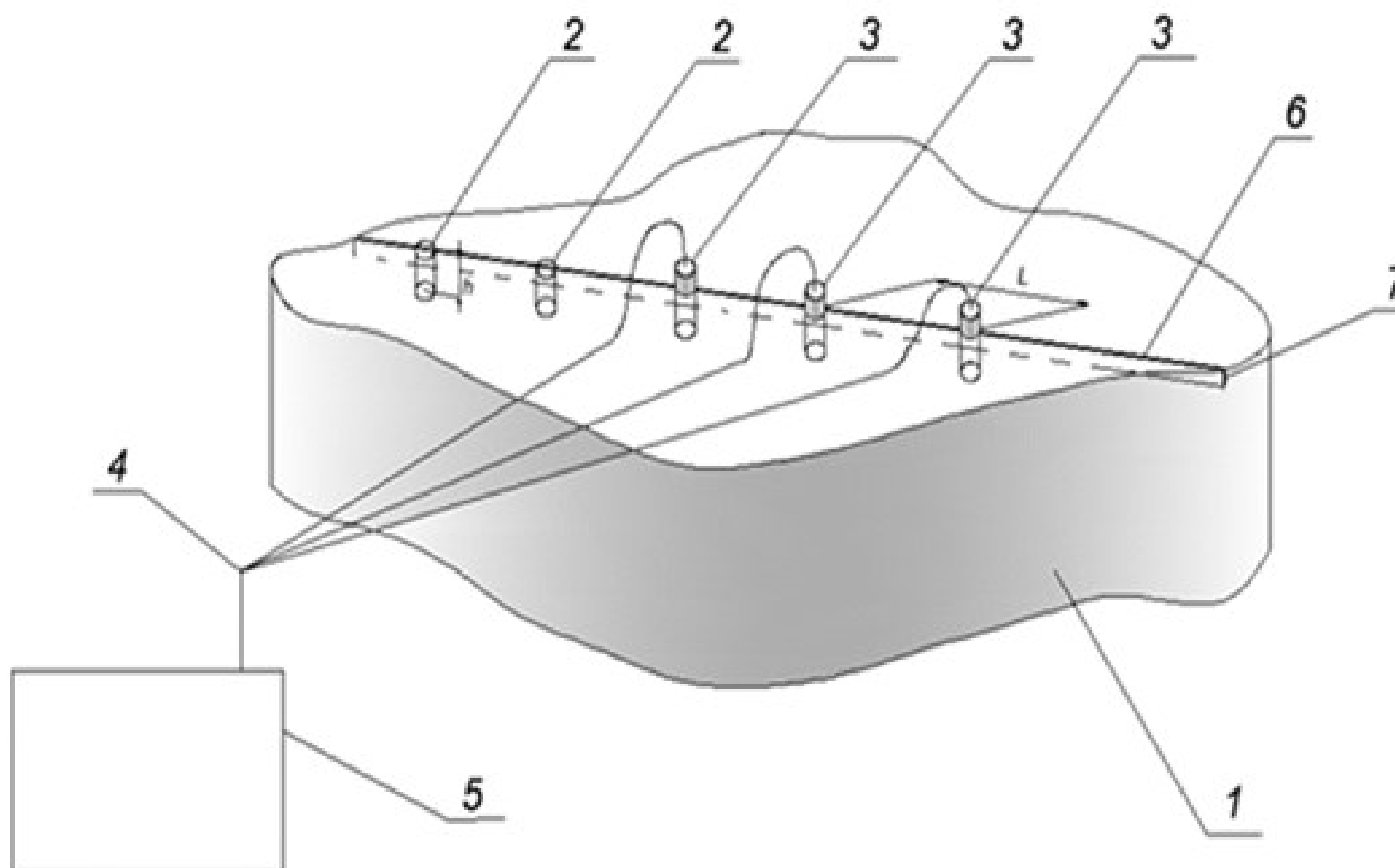
Характеристики продуктів руйнування бетону при вибуху мідних провідників різного діаметру

Сумарні гранулометричні характеристики продуктів руйнування бетону при вибуху провідників з різних матеріалів

Х, мм	Мідь	Ніхром
2,8	100	100
3,77	99,9	99,9
5,33	99,8	99,8
7,54	99,5	99,5
10,67	99	97,5
15,09	98	96
21,34	95	92
30,18	94	89
42,68	91	84
60,36	89,5	71



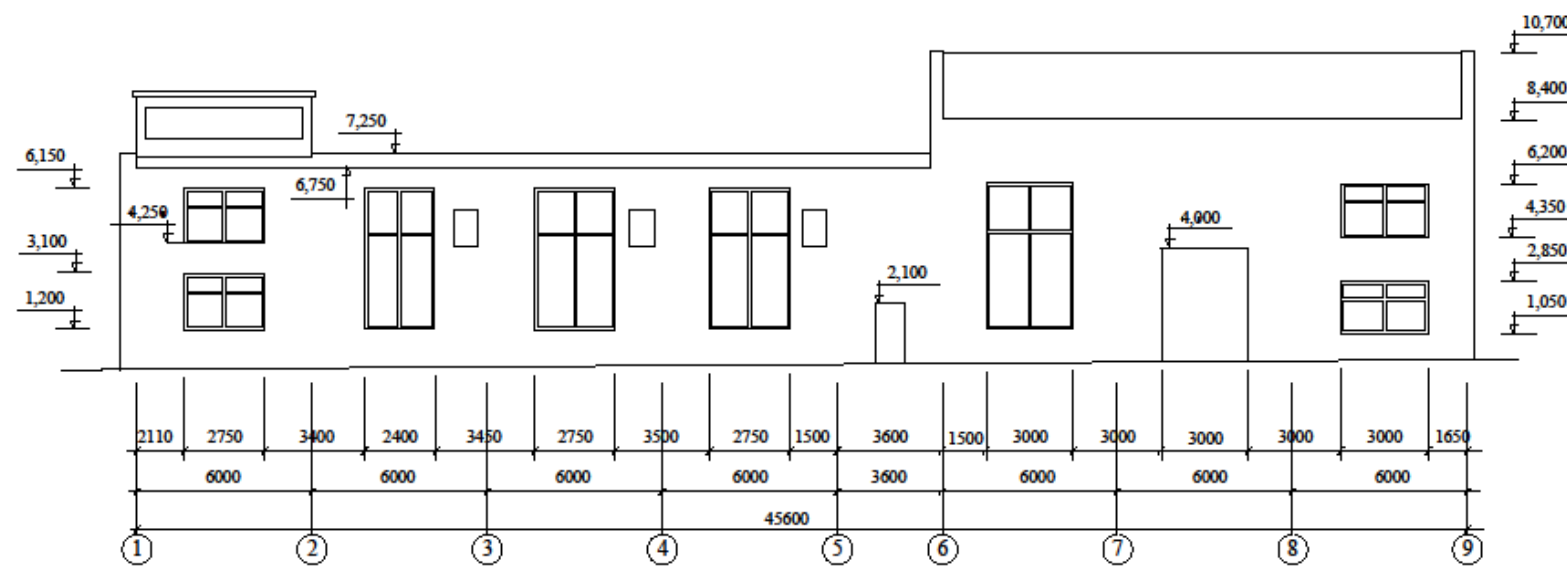
Спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл



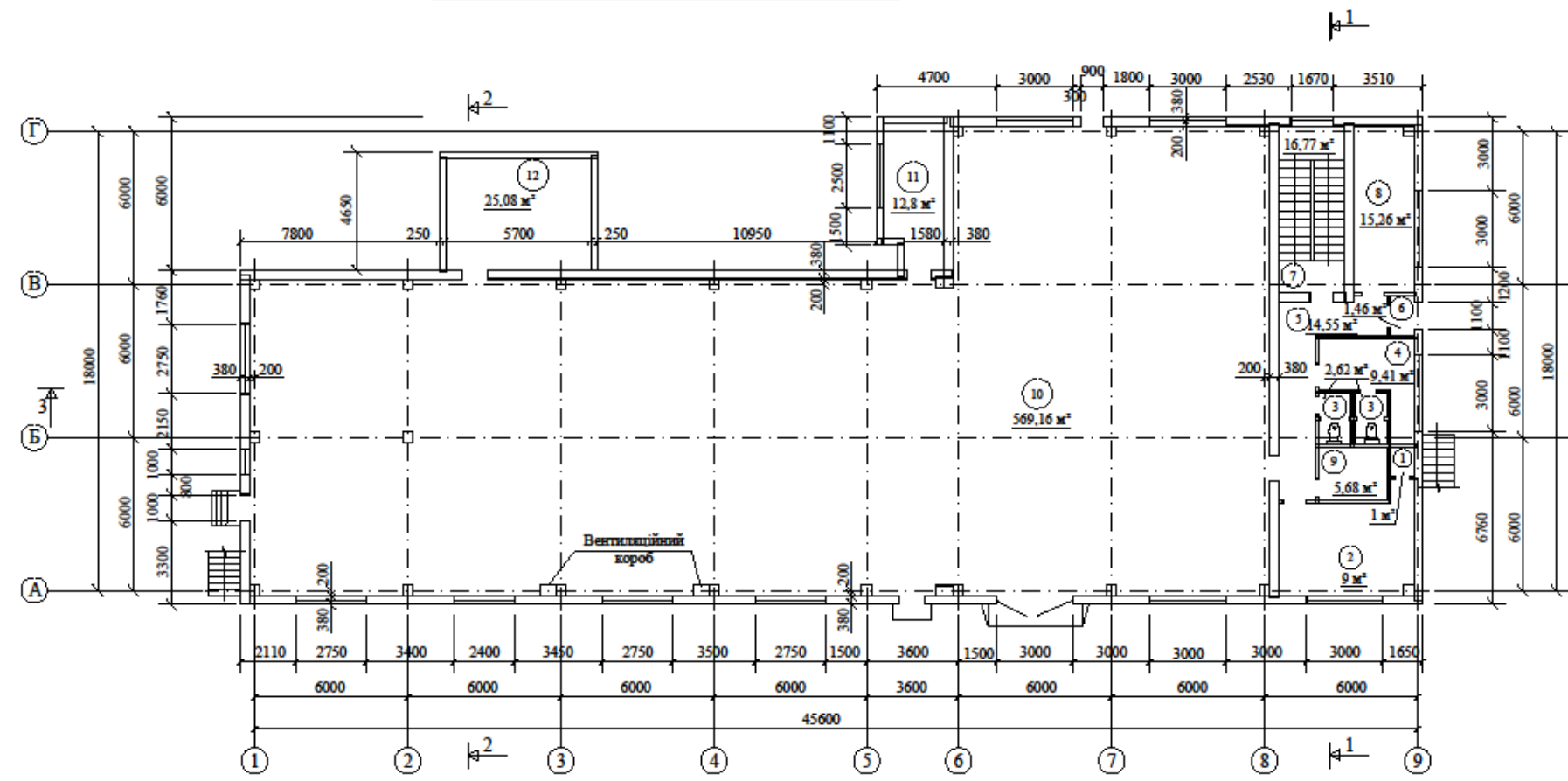
Спосіб електрогідравлічного руйнування твердих тіл, при якому в твердому тілі 1, що руйнується пробурені отвори 2, в які розміщені електроди 3 для здійснення імпульсного електричного розряду, з'єднані високовольтними кабелями 4 з батареєю конденсаторів 5. Отвори 2 заповнені водою і розміщені по лінії майбутнього розколу 6, по якій виконано попереднє послаблення 7 поперечного перерізу

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

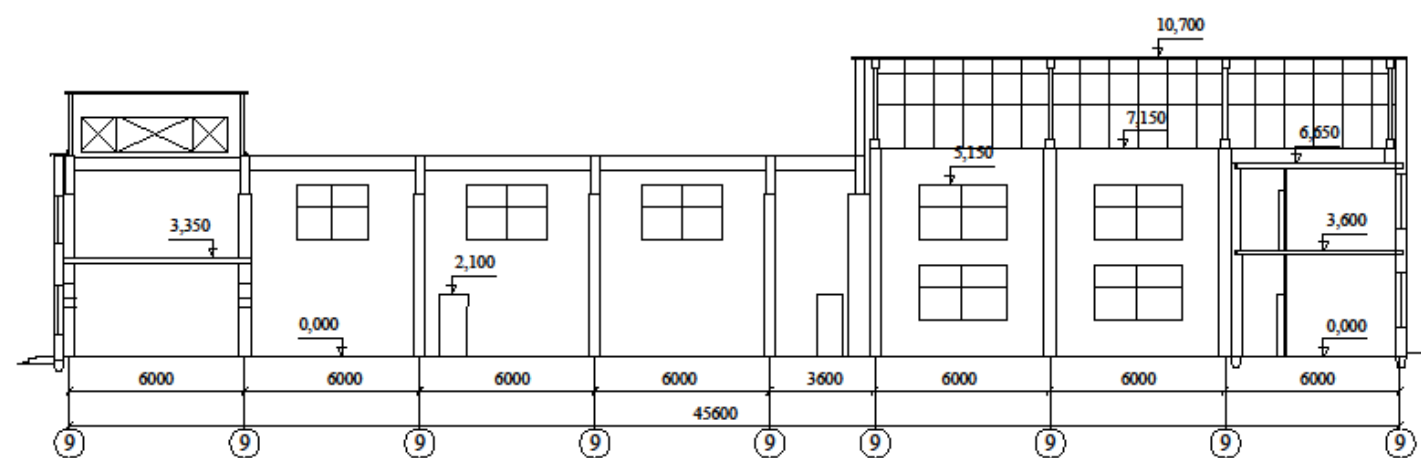
Фасад по осі А між осями 1..9



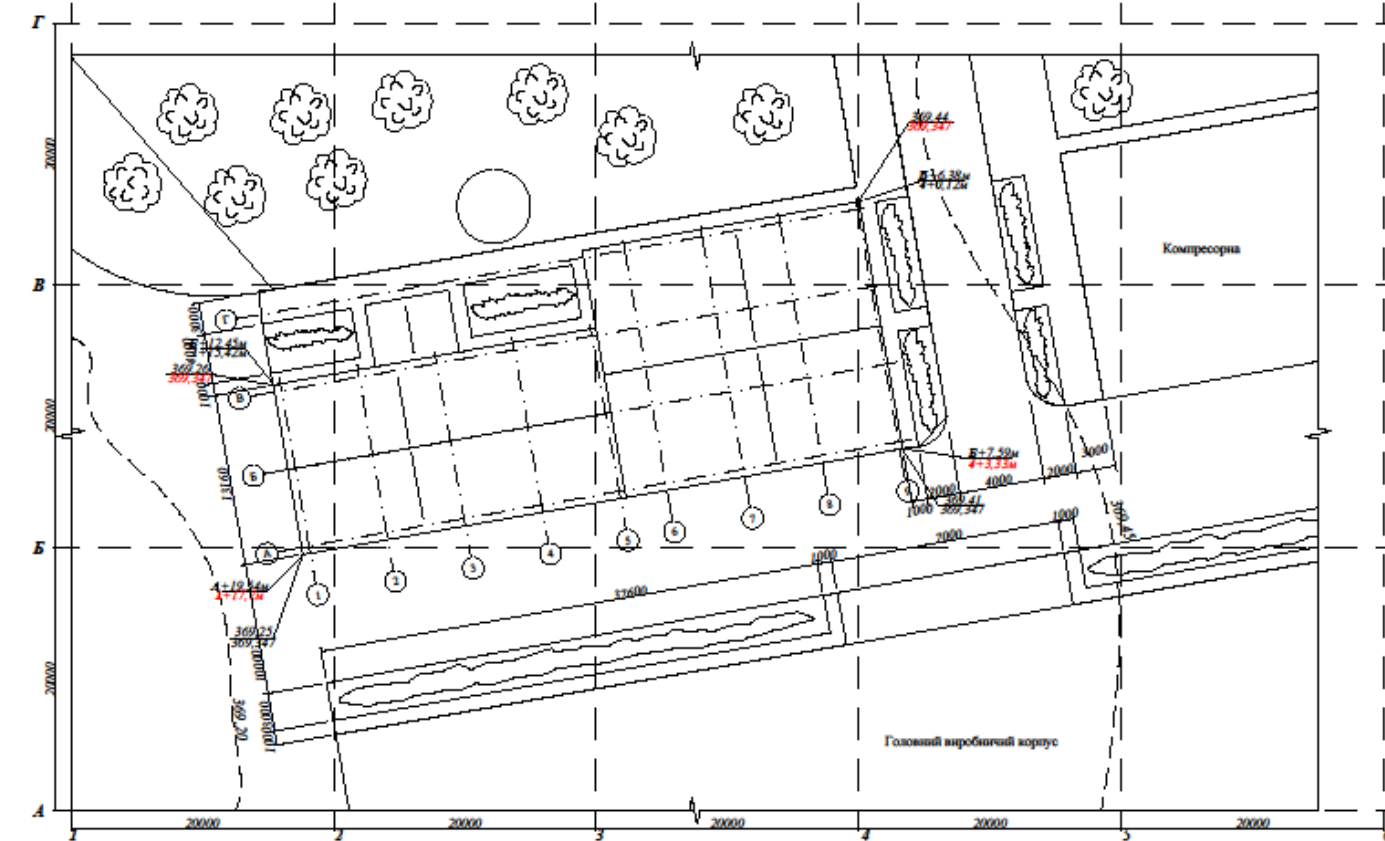
План першого поверху



Розріз 3-3



ГЕНПЛАН



Експлікація

- 1 - Комірка (1 м²)
- 2 - Побутове приміщення (9 м²)
- 3 - Санвузол (2,62 м²)
- 4 - Побутове приміщення (9,41 м²)
- 5 - Коридор (14,55 м²)
- 6 - Тамбур (1,46 м²)
- 7 - Сходово-клітка (16,77 м²)
- 8 - Побутове приміщення (15,26 м²)
- 9 - Побутове приміщення (5,68 м²)
- 10 - Виробниче приміщення (569,16 м²)
- 11 - Щитова (12,8 м²)
- 12 - Побутове приміщення (25,08 м²)

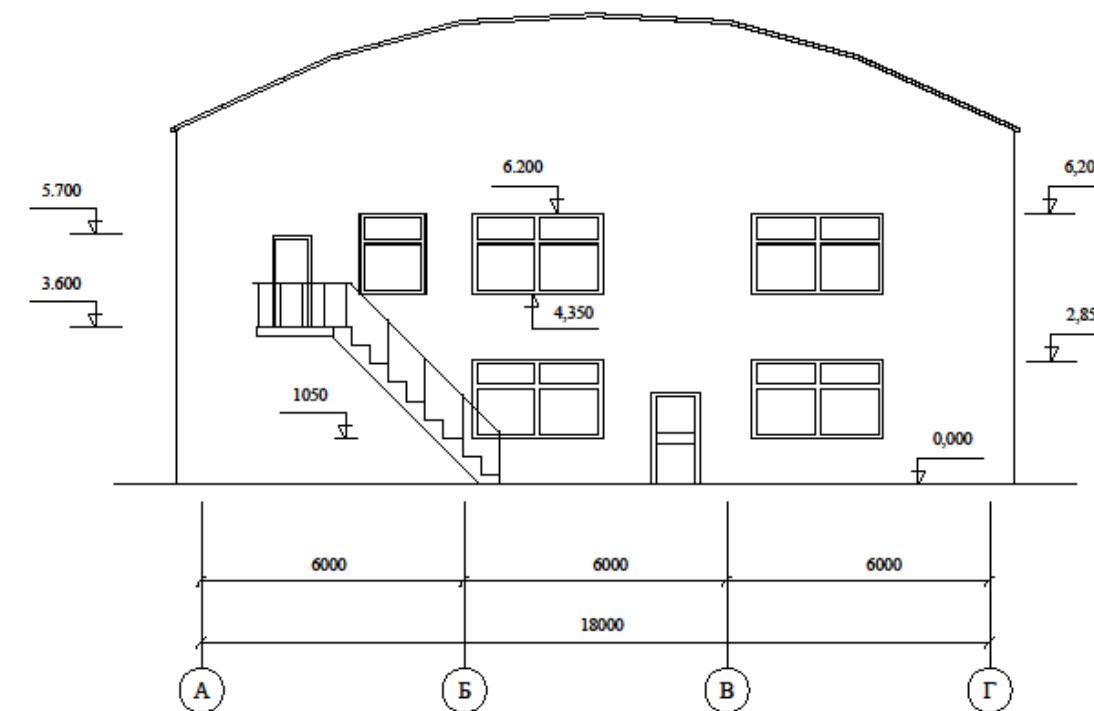
Умовні позначення

- Кущі
- Дорога
- Діагона труба
- Листяні дерева
- Існуючі Будівлі
- Будівля, що демонтується
- Газон
- Тротуарні доріжки

Специфікація ділянки

Площа озеленення майданчика	128,7 м ²
Площа проїзної частини	153,4 м ²
Площа тротуарних доріжок	18,2 м ²
Площа будівлі що демонтується	699,7 м ²
Загальна площа інших будівель	3030 м ²
- головний виробничий корпус	1890 м ²
- компресорна	1140 м ²

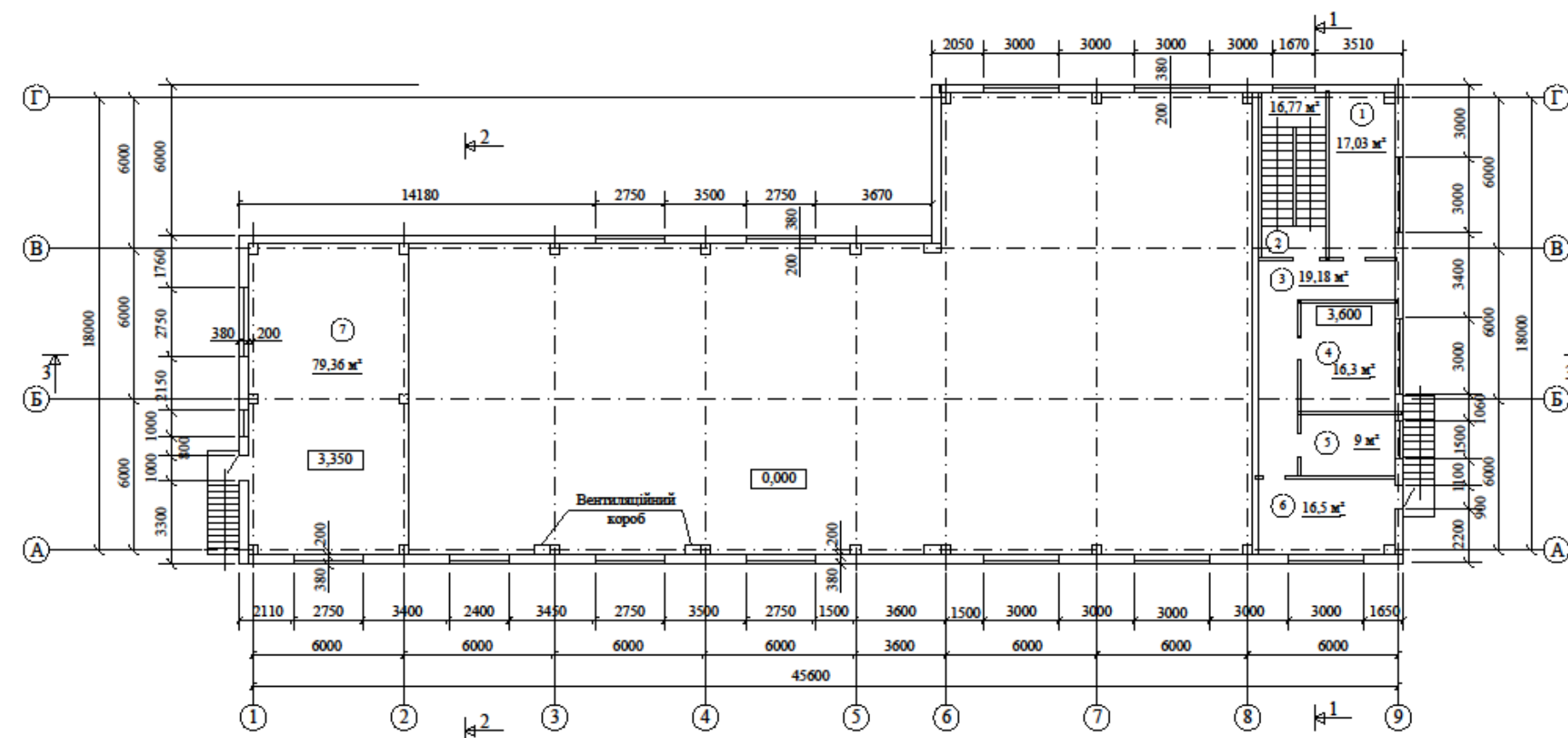
Фасад по осі 9



08-11МКР.024-АР				Реконструкція існуючої котельні в м. Бар		
Зм.	Вид документа	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Архив
Розробив	Федчук В.А.			Переробка та повторне використання матеріалів будівель виведених з експлуатації	II	
Перевірив	Плодич М.М.					
Н. Контр.	Майська І.В.					
Опонував				План 1-го поверху: Фасад по осі А, В, Розріз 3-3, Генплан; експлікація		
Затвердив	Шибель В.В.			ВНТУ, ар. Б-21мз		

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

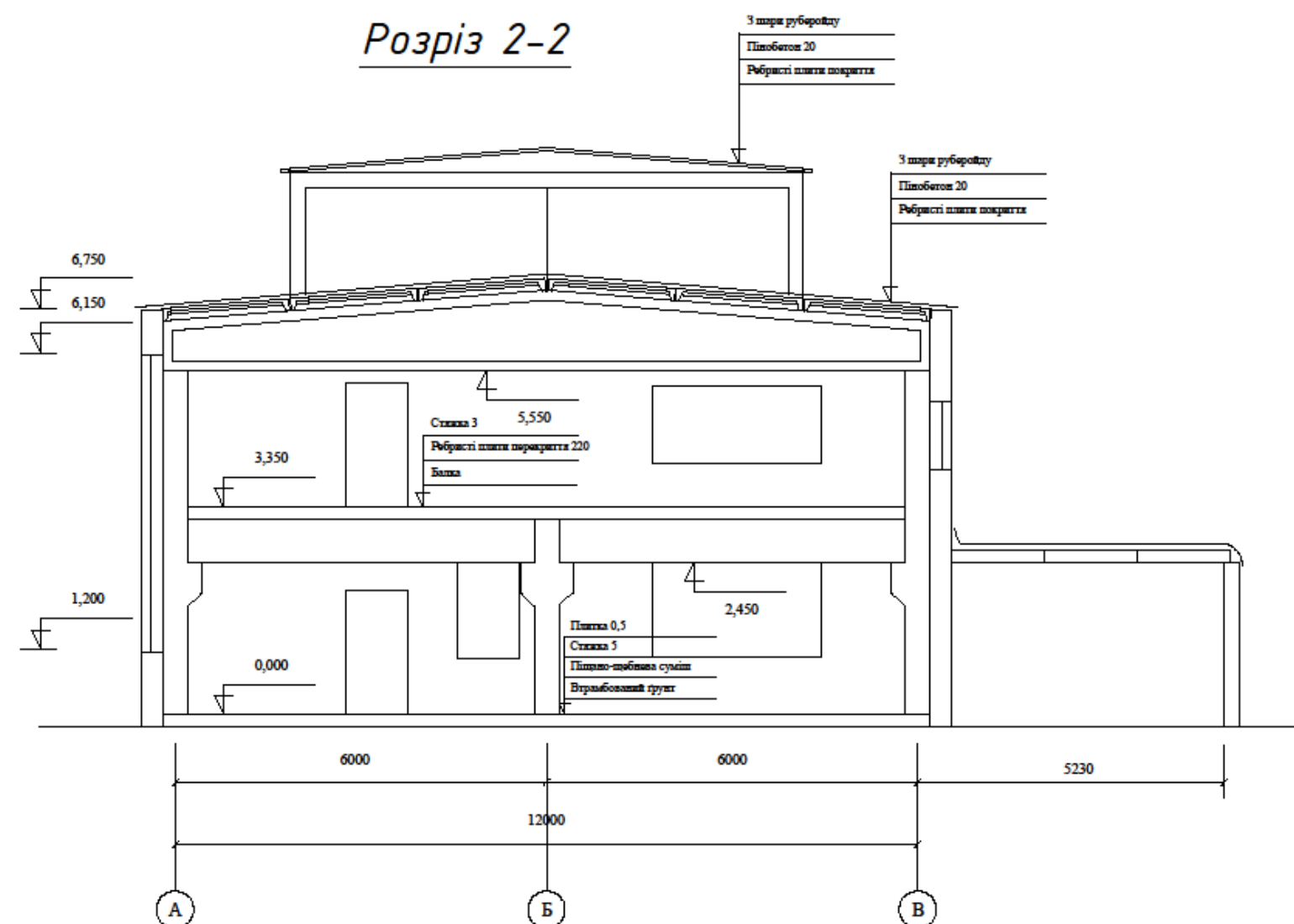
План другого поверху



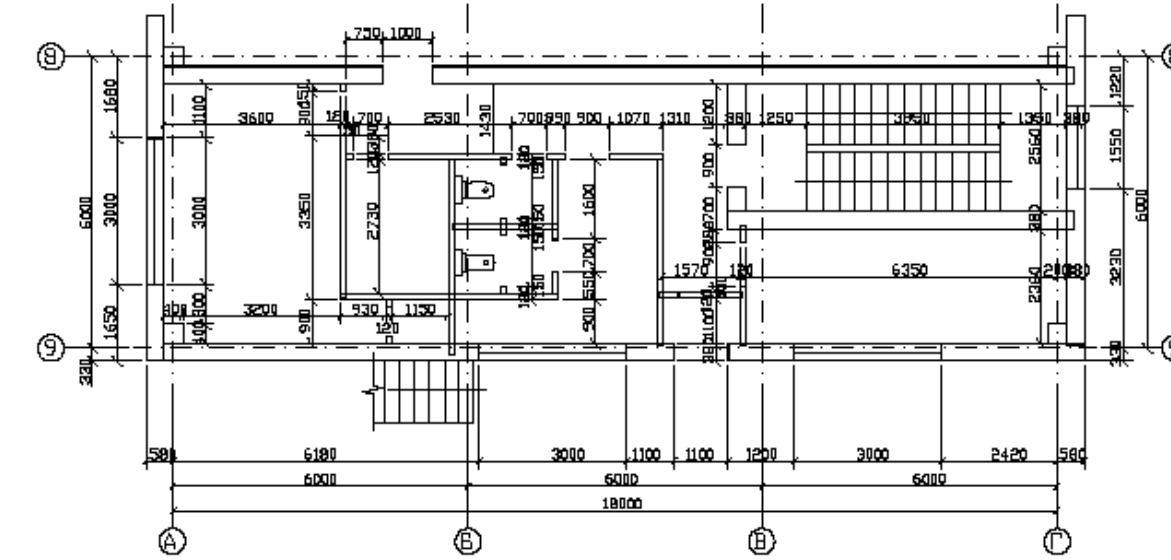
Експлікація

- 1 - Побутове приміщення (17,03 м²)
- 2 - Сходові клітка (16,77 м²)
- 3 - Коридор (19,18 м²)
- 4 - Побутове приміщення (16,3 м²)
- 5 - Побутове приміщення (9 м²)
- 6 - Побутове приміщення (16,5 м²)
- 7 - Виробниче приміщення (79,36 м²)

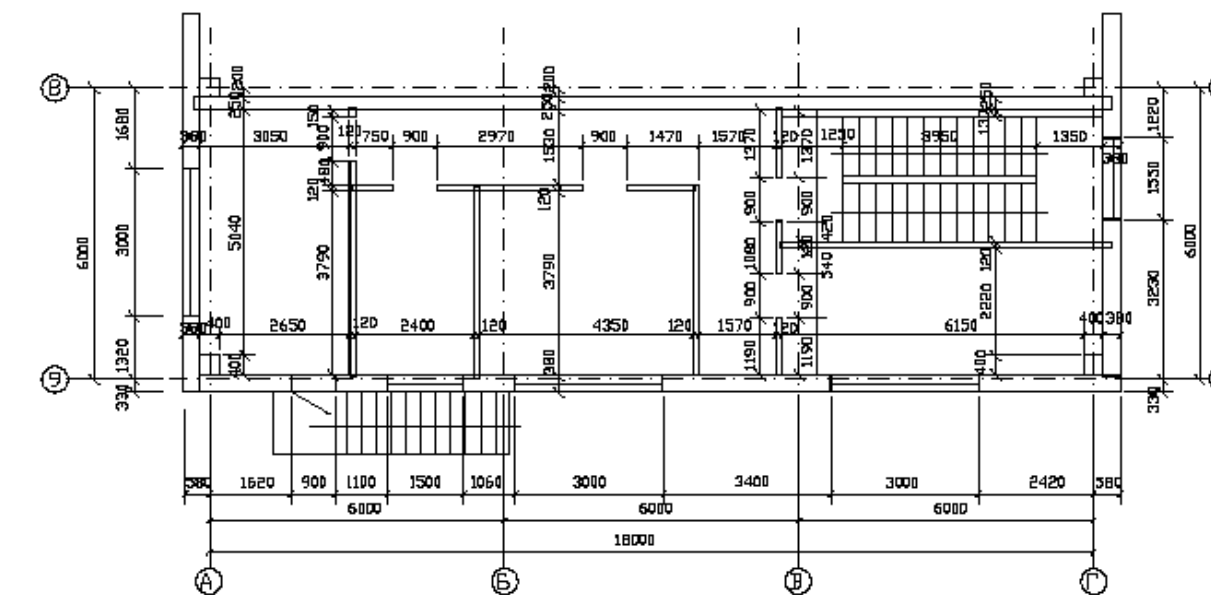
Розріз 2-2



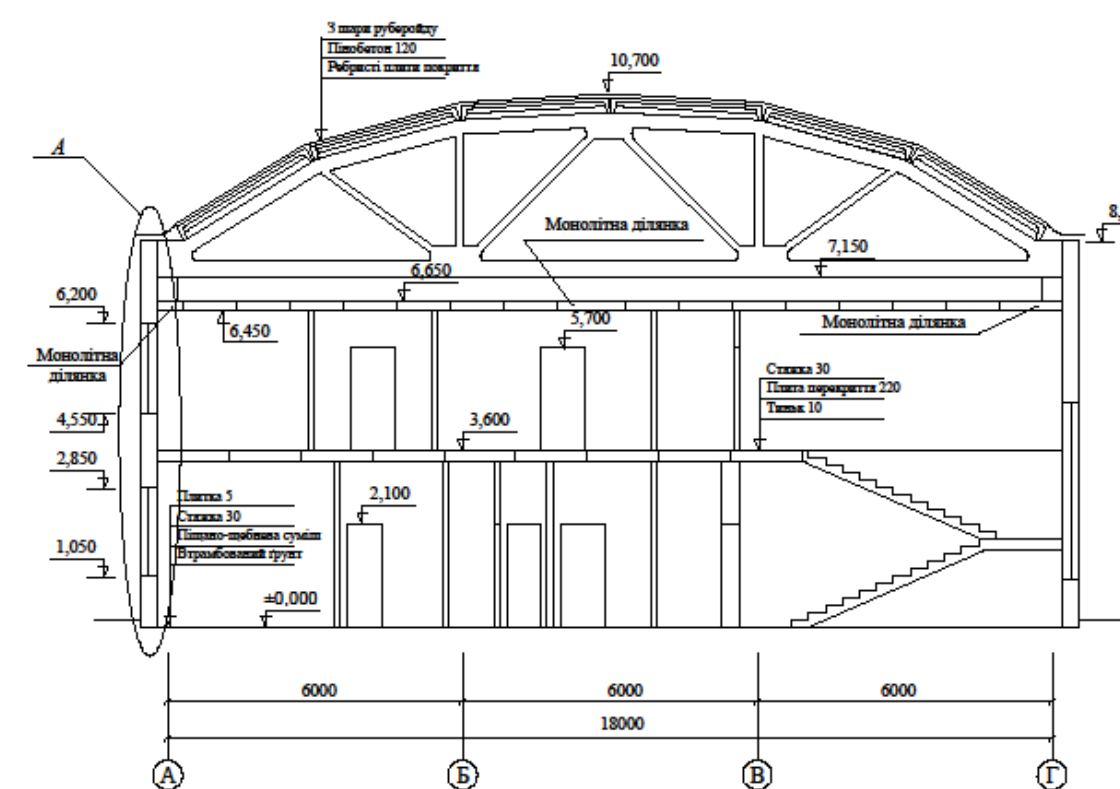
План першого поверху між осями 8...9



План другого поверху між осями 8...9



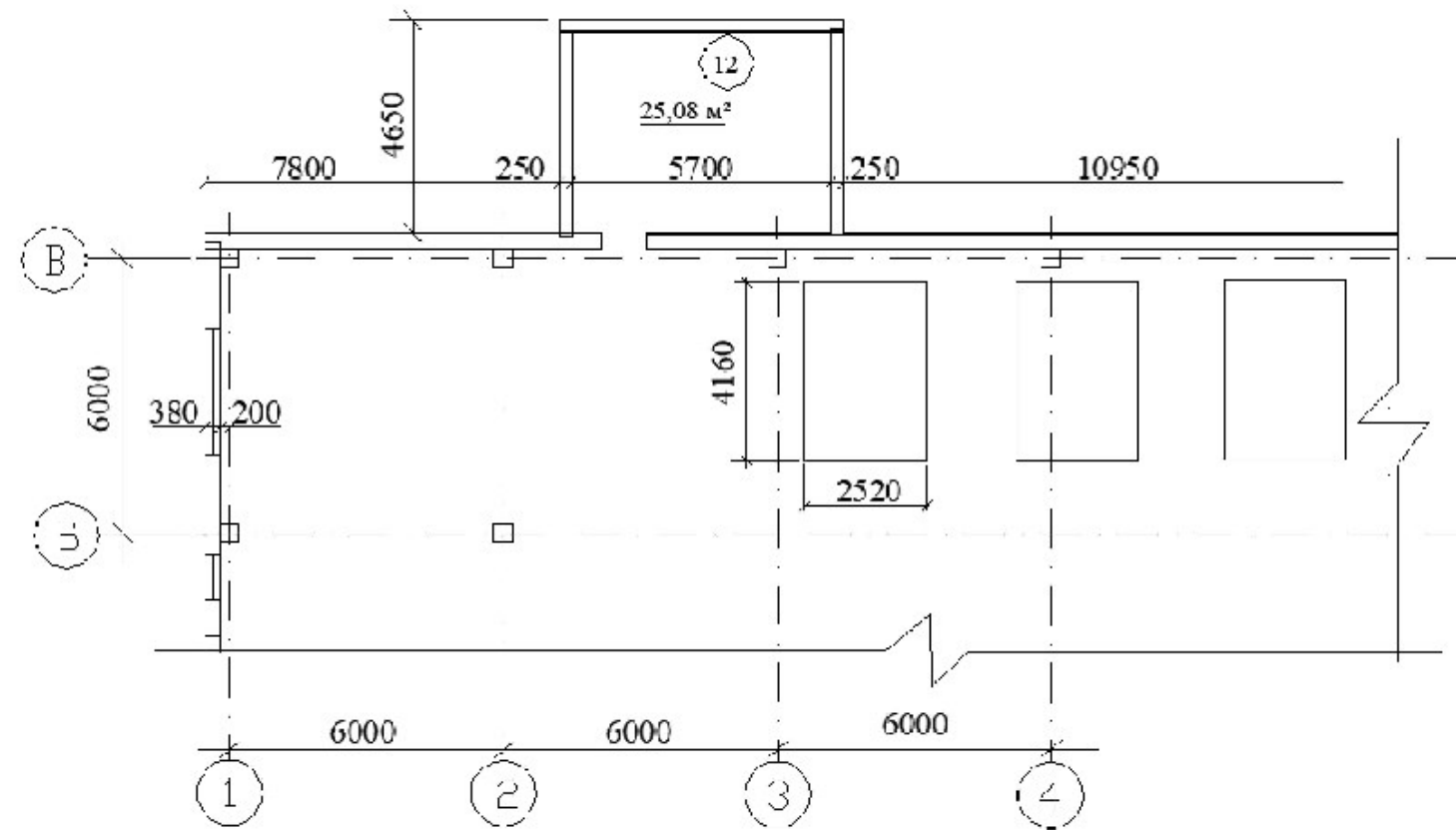
Розріз 1-1



08-11МКР.024-АР			
Реконструкція існуючої котельні в м. Бар			
Эк. Вит. № документа	Підпис	Дата	Стадія
Розробив	Фефуч В.А.		II
Перевірив	Попович М.М.		
Н. Констр.	Левська ІВ.		
Опаний			ВНТУ, гр. Б-21мс
Затвердив	Швець В.В.		

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ДЕМОНТАЖ ФУНДАМЕНТУ ПІД КОТЕЛ 4,16 x 2,52 м



Область застосування та технічні властивості
 Принцип роботи гідровибуху заснований на низьких характеристиках міцності бетону на розтяг, полягає в сильному впливі на стінки свердловини, що розтягує бетон зсередини. Зусилля розпору, що створюється гідровибухом, досягає сотень тонн, що спричиняє руйнування бетону. Гідровибух можна використати в основному для руйнування великих масивів бетону, демонтажу фундаментів, бетонних основ, постаментів, стін та інших робіт. Руйнування бетону та залізобетону гідровибухом ефективне там, де неможливо використовувати важку спецтехніку. Особливо незамінний демонтаж гідровибухом у тих випадках, коли неможливо використання вибухного молотка або вибухових робіт через шкідливий вплив вібрації на бетонні конструкції та споруди. Дана технологія дозволяє розібрати бетон та залізобетон, без великого шуму та пилу.

Технічні дані:
 Основа - вода
 Колір - прозорий
 Густина - 1,0 г/см³
 Коефіцієнт рН - 7
 Робочий елемент - ніхромовий провідник
 Витрати - в залежності від об'єму руйнуємих конструкцій
 Напруга живлення - 220 Вольт
 Напруга розряду - 3000 Вольт

Схема технологічної послідовності виконання робіт



Техніка безпеки

- Перед початком виконання робіт, робітники проходять інструктаж по техніці безпеки
- Робіти виконують роботу в спецодязі і окулярах

ТЕП

№ п/п	Найменування	од вим	Норм	Прийн
1	Працевитрати на 1 отвір	л-дн	0,045	0,064
2	Виробіток на 1-го працюючого в зміну	10отв	28,0	30,0
3	Затрати м/зм на весь об'єм	м/зм	10,5	9
4	Максимальна кількість працюючих	чол	2	2
5	Працевитрати на весь об'єм	л/дн	17,9	16
6	Тривалість виконання робіт	дн	4	4

ІНСТРУМЕНТИ І МЕХАНІЗМИ

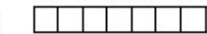
№ п/п	Найменування	од вим	Кільк
1	Електроперфоратор	шт	2
2	Компресор	шт	1
3	Направляюча - шаблон	шт	1
4	Лійки	шт	4
5	Відра	шт	4
6	Кельма	шт	3
7	Рівень	шт	2
8	Рулетка	шт	2

Календарний графік виконання робіт

№ п/п	Найменування	Од вим	Кільк	Норма часу	Працевитрати	Склад ланки	Кільк годин				Зміни							
							л-год	м-зм	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Свердління отворів	1отв	130	0,46	59,8	2,08	2	8	2	2								
2	Прочищення отворів	1отв	130	0,033	4,29	0,429	2	8	2	0,5								
3	Заливка отворів водою	1отв	130	0,033	4,29	-	2	8	2	0,5								
4	Проріз по лінії руйнування	1м	26	0,05	1,3	-	2	8	2	0,5								
5	Встановлення електродів	шт	130	0,09	11,7	-	2	8	2	0,5								
6	Прибирання зруїн. бетону	м³	14,6	0,033	4,29	-	2	8	2	0,5								

4 чоловіки

Графік руху робочої сили



Графік витрати будівельних матеріалів

№ п/п	Найменування	Од вим	Кільк	Зміни									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Вода (водопровідна)	л	160										
2	Ніхромовий дріт	м	16										

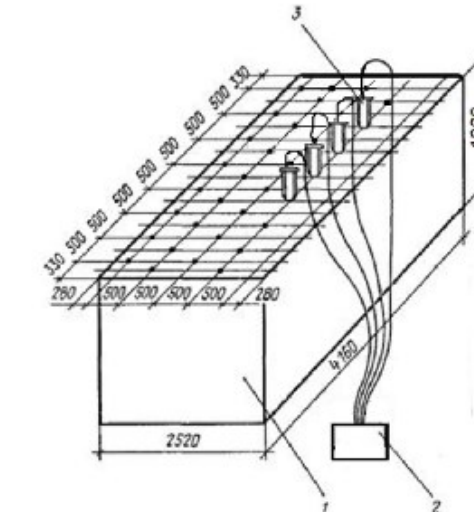
Графік руху будівельних машин і механізмів

№ п/п	Найменування	Од вим	Кільк	Зміни									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Електроперфоратор	шт	2										
2	Болгарка	шт	1										
2	Компресор	шт	1										

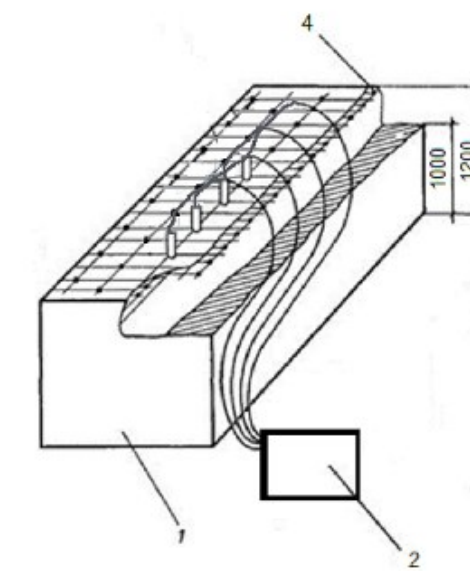
Охорона праці

Охорона праці робітників повинна забезпечуватися видачею адміністрацією необхідних засобів індивідуального захисту (спеціального одягу, взуття та ін.), виконанням заходів щодо колективного захисту робітників (озорожі, освітлення, вентиляція, захисні та запобіжні пристрої та пристрої тощо), санітарно-побутовими приміщеннями та пристроями відповідно до чинних норм та характеру виконуваних робіт. Робітникам мають бути створені необхідні умови праці, харчування та відпочинку. Роботи виконуються у спецодязі та спецодязі.

Схема руйнування фундаменту



- тіло фундаменту
- електроімпульсний пристрій
- електроди в свердловинах
- перший ярус руйнувань



Контроль якості

Процес заливки води вважається закінченим коли на поверхні бетонної поверхні з'являються постійні циліндричні плями навколо отворів.

Зауваження по виконанню роботи

З метою підвищення продуктивності руйнування, кількість шпурів зводиться до необхідного мінімуму. Буріння довшою операцією, ніж розкол. Кількість шпурів достатньо необхідних для руйнування визначається експериментальним шляхом на тестовому шматку масиву.

МАТЕРІАЛИ ТА РЕСУРСИ

№ п/п	Найменування	од вим	Кільк
1	Вода	літри	160
2	Ніхромовий дріт Ø 0,4 мм	м	16

08-11.МКР.024-ПВР								
Реконструкція існуючої котельні в м. Бар								
Зм.	Вим.	№ документа	Підпис	Дата	Перевірка та підтвердження використання матеріалів будівель виданих з експлуатації	Стан	Аркуш	Аркушів
Розробив	Федчук В.А.							
Перевірив	Лопович М.М.							
Н. контр.	Маєвська ІВ.							
Технологічна карта на демонтаж фундаменту під котель						ВНТЧ, зр. Б-21мз		

Загальні висновки

1. Аналіз літературних джерел показав необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень процесу руйнування конструкцій будівель виведених з експлуатації, розробки пропозицій по створенню нових технологій.
2. Проведено аналіз методів руйнування конструкцій будівель і споруд та виконано огляд способів руйнування бетонних і залізобетонних виробів.
3. На базі лабораторії кафедри БМГА ВНТУ із застосуванням виготовленого стенду були проведені модельні випробування технології руйнування залізобетону з використанням електричного вибуху провідника. Проведені лабораторні дослідження дозволили запропонувати нове технологічне рішення направленою руйнування бетонних конструкцій.
4. Експериментально досліджено вплив провідникового матеріалу на характер руйнування бетону. Порівняльні випробування на руйнування бетону показали, що ступінь руйнування зразків, оцінена з новоутвореної поверхні, при ініціюванні електричним вибухом ніхромових проводів в 1,2-1,5 рази вище.
5. Розроблено способи та технологічне рішення направленою руйнування бетонних конструкцій.
6. Розраховано економічну ефективність наукової роботи за її можливої комерціалізації потенційним інвестором. Строк окупності становить 2,2 роки.
7. Розглянуто заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.
8. Матеріали магістерської роботи рекомендується для використання в практиці будівництва та в навчальному процесі при підготовці студентів будівельників по дисципліні «Технологія будівельного виробництва».

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на магістерську кваліфікаційну роботу
студента Федчука Василя Анатолійовича
на тему: «ПЕРЕРОБКА ТА ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ
БУДІВЕЛЬ ВИВЕДЕНИХ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до завдання, що затверджено зав. кафедрою БМГА, відповідає темі, містить 20 аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 128 сторінок та додатків.

Матеріал роботи подано у розгорнутому та доступному для розуміння вигляді.

У першому розділі роботи виконано доволі розгорнутий та якісний огляд робіт інших авторів із близьким напрямком дослідження, що дає добре розуміння обраної теми. У другому розділі описано дослідження руйнування конструкцій в результаті динамічного впливу, виконано аналіз гранулометричних характеристик продуктів електричного вибуху провідників різного діаметру та різних матеріалів. Третій розділ присвячений розробці пристрою та способу електрогідравлічного руйнування твердих тіл, розроблена дослідна установка, виконані лабораторні дослідження.

На основі наукових досліджень автора підготовлені матеріали і подана заявка на отримання патенту, що підкреслить наукову новизну. Четвертий розділ, технічний - оцінка використання запропонованого способу електрогідравлічного руйнування конструкцій будівлі, яка знаходиться в експлуатації. Тут отримані результати були застосовані на реальних об'єктах, а саме існуючої котельні в м. Бар. У п'ятому розділі – економічному, здійснено розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки. Також розроблено заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Текстова частина пояснювальної записки та графічні креслення до неї виконано відповідно до стандартів та з дотриманням усіх вимог.

До *недоліків можна віднести те*, що автор мало уваги приділив геометричним характеристикам свердловин (отворів) в об'єкті руйнування.

Проте вказаний недолік не впливає на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на достатньому рівні і заслуговує оцінку «А».

Студент Федчук В.А. заслуговує на присвоєння ступеня магістра зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Опонент
 професор кафедри ІСВ/к.т.н.



 Коц І.В.

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи
студента Федчука Василя Анатолійовича

на тему: «ПЕРЕРОБКА ТА ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ
БУДІВЕЛЬ ВИВЕДЕНИХ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ»

Україна сьогодні знаходиться в умовах військового стану. Під час повітряних атак та прямих бойових зіткнень відбувається руйнування будівель та споруд. При прямому попаданні руйнуються всі будівельні конструкції. Велику кількість будівельних відходів, які утворюються при цьому, необхідно утилізувати або переробити для повторного використання.

При розбиранні завалів зруйнованих будівель, до прибуття спеціальної техніки, необхідно уникнути або хоча б зменшити можливість ураження людей. При цьому необхідно використовувати обладнання та технології, які можна використати в стиснених умовах при надзвичайних ситуаціях.

Автор дослідив вплив електрогідравлічного ефекту на залізобетонні конструкції, який виникає при електроімпульсній технології, вибравши електричний вибух провідника (ЕВП).

Проведено аналіз зарубіжних та вітчизняних робіт та публікацій по даній темі.

Виконано виготовлення дослідної установки, проведено дослідження параметрів матеріалів і діаметра провідника та їх вплив на розмір продуктів руйнування.

Автором запропоновано нові конструктивні та технологічні рішення руйнування залізобетонних конструкцій з використанням технології ЕВП.

В технічній частині виконано дослідження об'єкту реконструкції – діючої котельні в м. Бар, для якої виконано обстеження та розроблена технологічна карта на демонтаж фундаменту під обладнання. Розроблено заходи з охорони праці та пораховано терміни окупності запропонованих автором рішень.

Робота відповідає виданому завданню і вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт.

При виконанні роботи студент показав високий рівень підготовки, здатність самостійно приймати кваліфіковані інженерні рішення, проводити дослідження і аналізувати результати.

За результатами досліджень подано заявку для отримання патенту на корисну модель, який закріпить наукову новизну розробок, зроблено доповідь «Методи подрібнення конструкцій будівель виведених з експлуатації» на ІІ Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету та опубліковано її тези.

Студент дотримався календарного плану, виконав великий обсяг робіт і показав високий рівень підготовки.

Підготовка студента Федчука В.А. відповідає вимогам освітньої програми.

Магістерська кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «А» (відмінно), а студент – присвоєння ступеня магістр та кваліфікації «Магістр з будівництва».

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи, к.т.н., доц.



Попович М.М.