

## МЕТОДИ ПОДРІБНЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ВИВЕДЕНИХ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Приведено описання різноманітних методів подрібнення при розбиранні конструкцій будівель. Показані особливості використання електророзрядної технології, яка забезпечить зменшення витрат праці та вартості демонтажу бетонних конструкцій.*

**Ключові слова:** конструкції, залізобетон, стиск, розтяг, імпульси, руйнування, електророзрядна технологія.

### *Abstract*

*A description of various grinding methods for dismantling building structures is provided. Features of the use of electric discharge technology, which will ensure a reduction in labor costs and the cost of dismantling concrete structures, are shown.*

**Keywords:** structures, reinforced concrete, compression, tension, impulses, destruction, electric discharge technology.

### **Вступ**

Перед будівельною галуззю України стоїть відповідальне завдання – відновлення зруйнованих об'єктів інфраструктури та житлового фонду. Об'єми робіт оцінити важко, поки ведуться бойові дії, однак на даний час можна говорити про тисячі об'єктів, які не підлягають відновленню. В тих регіонах, де не ведуться активні бойові дії, будівельна галузь вивчає перспективи і можливості відновлювальних робіт та переробки будівельних відходів.

На жаль, пошкоджені будівельні конструкції не підлягають повторному використанню – проводиться видалення зруйнованих конструктивних елементів, розчистка місць будівництва з вивезенням непридатних конструкцій, матеріалів та будівельних відходів на спеціально відведені для цього місця з метою захоронення чи переробки.

В той же час, відходи будівельного виробництва є вторинною сировиною, використання якої після переробки на вторинний щебінь і піщано-гравійну суміш дозволяє знизити витрати на нове будівництво об'єктів в місті і в той же час знизити навантаження на міські сміттєзвалища, виключити утворення несанкціонованих сміттєзвалищ. Вторинний щебінь з бетону знесених будівель коштує набагато дешевше природного, так як енергетичні витрати на його виробництво в 8 разів 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.

### **Результати дослідження**

Найбільш перспективним є напрямок переробки бетонних і залізобетонних конструкцій з метою повторного використання матеріалів. Попереднє руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій, непридатних для експлуатації допускається проводити будь-яким методом, що рекомендується в будівельній практиці - механічним, гідродинамічним, вибуховим, електроімпульсним та іншими, що забезпечують вилучення та відділення арматурного каркасу від бетону зі ступенем очищення не менше 90%.

В залежності від використовуваних машин і механізмів використовують два способи демонтажу будівель: напівмеханізований і механізований. Напівмеханізований - заснований на використанні пневматичних і електричних інструментів: відбійних молотків, лопати-ломів, бетономолотів, механічних пилок, лебідок, домкратів. Цей спосіб найбільш широко поширений, хоча і трудомісткий і дорогий. Крім того, робота супроводжується шумом і виділенням пилу. Застосування відбійних молотків іноді є єдиним рішенням для демонтажу стін з бетону, цегли та інших залізобетонних конструкцій. Для демонтажу бетону використовуються електро-, пневматичні - або бензинові відбійники різної потужності, яка варіюється в залежності від поставлених завдань і допустимого рівня вібрації.

Однак фінансово ручне розбирання не дуже вигідне. Знесення кубометра споруди в два рази дешевше, ніж вартість кубометра при демонтажі.

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.

Дослідження нових методів зумовлено інтенсивним розвитком промислового виробництва в умовах наростання екологічних проблем та необхідності застосування енергозберігаючих технологій.

Основна мета досліджень полягає у підвищенні ККД та збільшенні продуктивності. При руйнуванні, що відбувається за рахунок створення механічного напруження стиснення важко розраховувати на високий ККД, тому що в цьому випадку опір бетону у 10 разів вищий, ніж для опір розриву. Найбільш енергетично вигідним методом є руйнування внаслідок напружень на розрив, які виникають при відбитті пружної хвилі від вільної поверхні [1].

Досить перспективним порівняно з відомими способами виявляється електроімпульсний спосіб руйнування, що використовує енергію імпульсного електричного пробоя твердих діелектричних і напівпровідникових матеріалів. Для вирішення цих завдань як джерело енергії використовуються генератори імпульсних струмів та генератори імпульсних напруг [2].

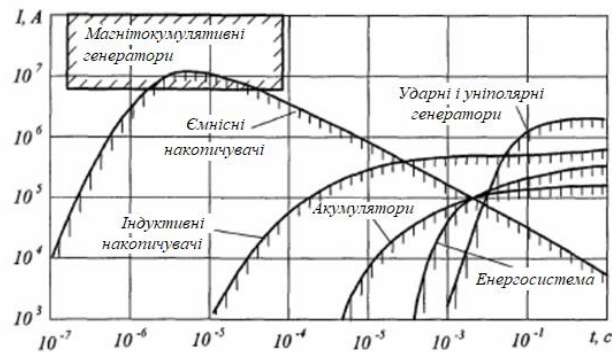


Рис. 1. Максимальні значення амплітуди та тривалості імпульсних струмів, одержуваних від різних накопичувачів енергії [2]

Енергія, накопичена одним із методів, передається на провідник в свердловині, яку утворили в конструкції, що підлягає руйнуванню.

Використання явища провідникового електровибуху в свердловині є перспективним способом відколювання та руйнування гірських порід. Електричний вибух являє собою комплекс взаємозалежних процесів: виникнення і розвиток розряду, розширення каналу розряду, що супроводжується ефективним перетворенням енергії потужного імпульсу струму в енергію ударної хвилі, що створює поле механічного напруження, що призводить до розвитку і росту тріщин і, в результаті руйнівні деформації в матеріалі.

В експериментальних і технологічних електророзрядних установках найчастіше використовуються конденсаторні генератори імпульсів високої напруги [3], робота яких описується за допомогою еквівалентної схеми, зображеної на рисунку 2.

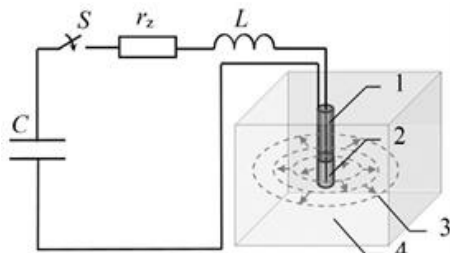


Рис. 2. Схема електророзрядного руйнування твердих матеріалів [3]

На рисунку показано 1 – коаксіальний підвідний кабель; 2 – картридж (мідна жила в поліетилені); 3 – ударно-хвильове збурення в матеріалі, породжене розширенням каналу; 4 – зруйнований матеріал.

Опір  $r_z$  та індуктивність  $L$  складаються з опору та індуктивності батареї конденсаторів  $C$ , іскрового проміжку в газорозрядному вимикачі  $S$ , шини та підвідного кабелю – 1. Картридж – 2 являє собою суцільний циліндр із пластику, матеріал якого - поліетилен з високою акустичною жорсткістю, в центральній осі якого розміщений вибуховий мідний провідник.

Електровибух - це комплекс взаємозалежних процесів: ініціювання і розвиток розряду, нагрівання і розширення каналної плазми за рахунок її резистивного нагрівання, що супроводжується генерацією ударних, а згодом акустичних хвиль, що створюють руйнівні деформації в матеріалі.

При електровибуху провідника 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) провідників відбувається перерозподіл енергії між цими групами ударних хвиль.

Ще однією особливістю ударних хвиль в рідинах є досягнення високих значень температури і тиску в каналі нагнітання пульсуючої в часі газової порожнини [2]. За часом максимального розширення цієї порожнини енергія, що виділяється в процесі ЕВП, розподіляється приблизно наступним чином:

- енергія ударних 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 ~ 30÷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, геометричні розміри свердловин і параметри їх розташування.

Ініціювання розряду провідником, що вибухає, дає можливість локалізувати місце пробою аж до забезпечення в деяких випадках заданої геометрії розрядного каналу, значно знижуючи робочу напругу, що забезпечить безпеку виконання робіт.

## Висновки

Широкого поширення набув метод електричного розряду з використанням ємнісного генератора імпульсного струму [1–3], де в якості середовища, що передає ударну хвилю, використовується вода. З одного боку, його недоліком є низька акустична жорсткість в порівнянні зі зруйнованим матеріалом, що знижує коефіцієнт передачі хвилі тиску від нагнітального каналу до зруйнованого матеріалу, а також проблема його утримання в горизонтальних отворах.

З іншого боку, вода пластична, тому втрат енергії в області каналу немає. Ще одним фактором, що визначає ефективність руйнування, є швидкість надходження енергії від накопичувача в канал розряду, яка побічно залежить від матеріалу, що знаходиться в безпосередньому контакті з каналом розряду, характеристик управління і підвідних ліній, параметрів свердловин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Гулій Г.А., Кривицький С.В. Завдання у галузі досліджень обробки матеріалів високовольтним імпульсним розрядом у воді. У кн.: Розрядно-імпульсна технологія. Київ, Наукова думка, 1978 р. с. 3-14.
3. Спосіб електророзрядного руйнування твердих матеріалів: пат. 2500889 С1 RU: МПК Е21С 37/18. № 2012120134/03; заявл. 15.05.2012; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34. 5 с.

**Федчук Василь Анатолійович** – студент групи Б-21мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vfedcuk90@gmail.com](mailto:vfedcuk90@gmail.com)

**Попович Микола Миколайович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)

**Vasyl Fedchuk** – student of group B-21mz, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : [vfedcuk90@gmail.com](mailto:vfedcuk90@gmail.com)

**Mykola Popovych** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)