

ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗАРЯДАМИ ПІНОВИБУХІВКИ

*Бойко В. В., проф. (Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Ган А. Л., к.т.н., доц. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського,
Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Войтенко Ю. І., д.т.н. (Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Хлевнюк Т. В., к.т.н. (Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Ган О. В., к.т.н., ст. викл. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У роботі розглянуто можливість розмінування забруднених територій ударними хвилями, згенерованими вибуховою речовиною піновибухівкою місцевого приготування а також технологічні аспекти її приготування та технічні можливості.

Ключові слова: піновибухівка (ПВ), вибухонебезпечні предмети (ВНП), плоска ударна хвиля, екологічна безпека, розмінування територій.

Abstract. This paper explores the possibility of demining contaminated areas using shock waves generated by locally prepared explosive foamed explosives, as well as the technological aspects of its preparation and technical capabilities.

Keywords: foamed explosive (FE), explosive objects (EO), flat shock wave, environmental safety, demining of areas.

Вступ. Внаслідок постійних ракетно-артилерійських обстрілів та мінування територій України російськими загарбниками, значна її частина виявилась забрудненою, особливо Київська, Херсонська, Харківська, Донецька та Луганська області. Це супроводжується глобальним вирішення проблем воєнного характеру пов'язаних з гуманітарним розмінуванням територій в воєнний та після воєнний періоди, утилізація боєприпасів і відновлення їх безпеки тощо.

Аналіз стану питання. На сьогоднішній день близько 30% території України потрібно перевірити на наявність мін. Це площа вдвічі більша за площу Об'єднаних Арабських Еміратів. Згідно даних міністерства економіки України площа потенційно замінованих сільськогосподарських територій України становить близько 5,6 млн га. Простоювання 1 га землі коштує 350 – 450 \$, якщо не повернути ці території у користування, аграрії щороку втрачатимуть близько 2,5 млрд. \$.

Забрудненість територій України вибухонебезпечними предметами (ВНП) передбачає використання великої кількості зарядів заводського виготовлення, які потребують їх безпечного збереження на складах, доставки до місця підривних робіт тощо.

Мета роботи. Обґрунтувати доцільність розмінування територій ударними хвилями, згенерованими вибуховою речовиною піновибухівкою місцевого приготування.

Методики дослідження. Аналіз існуючих методів розмінування територій, можливість застосування піновибухівки для генерації ударних хвиль заданих параметрів.

Матеріали і результати досліджень. На сьогоднішній день для розмінування забруднених територій застосовуються наступні методи (рис. 1): піротехнічний, детонаційний, механічний, гідравлічний, хімічний, імпульсний та ручний. Середня собівартість наведених методів коливається в межах від 3,5 \$ до 12 \$ за 1 м².

Перспективним є метод розмінування ударними хвилями із застосуванням піновибухівки (ПВ) [1-5] та створення плоскої ударної хвилі, яка утворюється після підриву піновибухівки, з тиском 120 – 160 бар і впливає на міни натискної дії та призводить до їх підриву та знищенню. Ударна хвиля діє на міни на різних відстанях з обох боків від заряду в залежності від її діаметра.

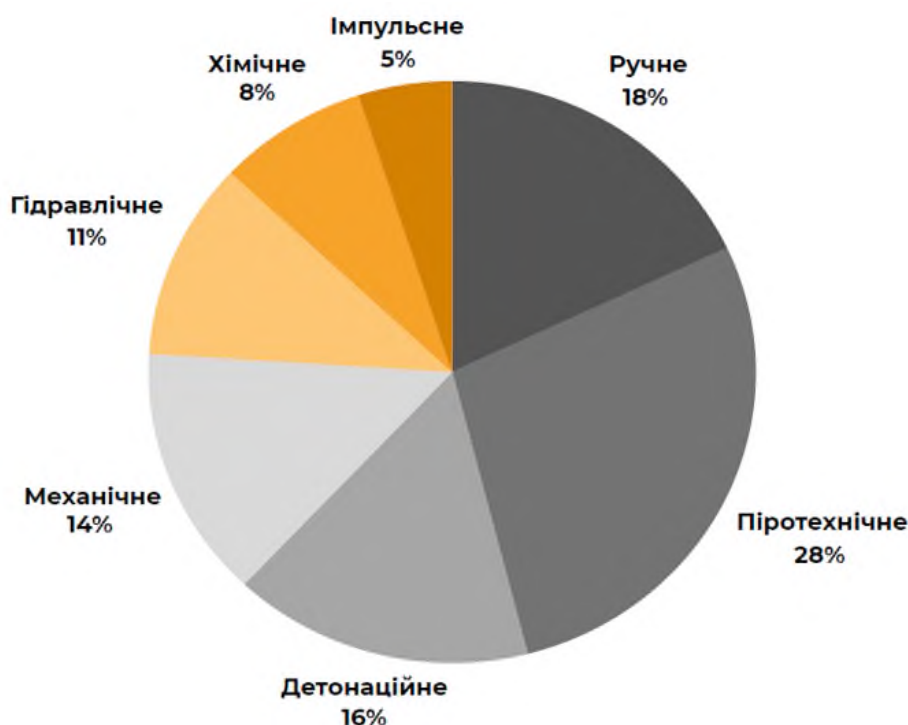


Рис. 1. Розподіл існуючих методів розмінування.

Основою піновибухівки є аміачна селітра NH_4NO_3 – до 90%, та низка домішок (10%), основною з яких є піноутворювач. Подрібнена селітра (0,05-0,1 мм) змішується з добавками у спеціальному змішувачі протягом 90-120 с до отримання певної консистенції пухирців піни розміром від 0,5 до 0,8 мм із щільністю D300-900 (300-900кг/м³). Приготування ВР відбувається безпосередньо на місці проведення розмінування за допомогою пристрою.

Для розмінування полів пропонується використовувати накладні шлангові заряди з піновибухівкою великої площі з товщиною шару 50 мм і більше. Так, наприклад, при протяжності фронту близько 200 м піновибухівку можна подавати за допомогою пінних стволів пожежного типу на смугу

шириною 5 м. Таким чином, за один прохід техніки може бути залита піною ділянка землі $200 * 5 = 1000 \text{ м}^2$. Об'єм піновибухівки в цьому випадку складе близько 10 м^3 . Підрив заряду здійснюватиметься за допомогою детонуючого шнура (ДШ). Човниковим методом техніка може рухатися цілодобово, розмінуючи за кожен крок (цикл) не менше $1\ 000 \text{ м}^2$ площі землі.

Після нанесення шару піновибухівки необхідної товщі, зарядний пристрій переміщують на безпечну відстань – 1-1,5 км. Після цього, використовуючи радіосигнал, відбувається миттєвий підрив піновибухівки по всій площі, який генерує плоску ударну хвилю. Собівартість розмінування за допомогою піновибухівки становить 1,2 \$ за 1 м^2 .

Переваги даного методу:

- підвищення безпеки робіт, оскільки суміш розчину ПАР, аміачної селітри і дисперсного алюмінію, які не чутливі до удару і тертя, а вибухових властивостей (при спіненні) набувають тільки після насичення суміші бульбашками повітря;

- забезпечення екологічної безпеки, поряд зі штатними вибуховими речовинами;

- спрощена доставка матеріалів до місця проведення вибухових робіт, оскільки компоненти не є ВР;

- можливість створювати необхідне навантаження на об'єкт за рахунок підбору рецептури ВР та її параметрів.

Даний метод можна застосовувати для розмінування:

- ОЗМ-72 – протипіхотна вистрибуюча осколкова міна. Невелика металева бочка яка закопується або ховається, може бути керованою або спрацьовує від натиску 5 кг;

- МОН-50 – протипіхотна міна. Розкидається по полю, може бути керованою або спрацьовує від натиску 3,5 кг;

- ТМ-62 – протитанкова міна. Спрацьовує від натиску від 120 кг. Може встановлюватися як на ґрунт, так і в ґрунт, у сніг, під воду вручну або засобами механізації, не виявляється міношукачами;

- ПФМ-1 та ПФС-1 – протипіхотна міна натискної дії. Спрацьовує від натиску в 5 кг;

- ПМН-2 – протипіхотна міна фугасна натискної дії, спрацьовує від натиску 15-25 кг;

- МОН 200 – осколкова протипіхотна міна, датчики цілі у вигляді розтяжки і спрацьовує при зусиллі 3,5 кг;

- ПОМ-3 – протипіхотна міна, спрацьовує від сейсмічних коливань;

- інші нерозірвані вибухові пристрої;

- види вибухових пристроїв, які неможливо ліквідувати та, які ще додаються до списку утилізації, необхідно перевіряти експериментально.

Висновки. Отже, запропонований метод розмінування ударними хвилями має широкий спектр застосування і є перспективним та конкурентоспроможним поряд з існуючими на сьогоднішній день методами.

Література

1. Бойко, В. В., Ган, А. Л., & Ган, О. (2022). Спеціальні вибухові технології в геоінженерії. КПІ ім. Ігоря Сікорського. 316 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49097>.
2. Спосіб знешкодження мін та боеприпасів кумулятивним зарядом (Патент України № 153275). (2023). УКРНОІВІ.
3. Спосіб одержання піновибухівки (Патент України № 156652). (2024). УКРНОІВІ.
4. Ган, А. Л., Бойко, В. В., & Ган, О. (2018). Ущільнення просадкових ґрунтів вдосконаленими зарядами малої щільності. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, (55), 152–161. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/153528>.
5. Boiko, V., Han, A., Kravets, V., & Han, O. (2020). Formation of parameters of foamed explosive mixtures for sealing soils. ScienceRise, (5), 6–12. DOI: <https://doi.org/10.21303/2313-8416.2020.001430>.