

УДК 623.457.6

**ДЕМІЛІТАРИЗАЦІЯ. ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ БОЄПРИПАСІВ
ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ****Тарасов В. Ю.****DEMILITARIZATION. DISPOSAL TECHNOLOGIES OF AMMUNITIONS
AND ENERGETIC MATERIALS****Tarasov V. Yu.**

Проаналізовано сучасні технології знищення застарілих боєприпасів та енергетичних матеріалів. Деструктивні методи відкритого спалювання і детонація на відкритому повітрі пов'язані з безпосереднім викидом токсичних газів, твердих часток і важких металів, які розповсюджуються на великі ділянки і виступають джерелом забруднення. Хімічні методи представляють собою контрольований процес окиснення з використанням систем очищення. Показано необхідність розробки нових методів демілітаризації.

Ключові слова: детонація, демілітаризація, енергетичний матеріал, утилізація

Вступ. За останні 25 років майже у половині країн світу відбулося загалом близько 400 незапланованих вибухів на збройних складах. Ця ситуація значною мірою склалася по причині неправильного зберігання боєприпасів[1]. Як повідомлялося, такі неконтрольовані вибухи сталися на всіх континентах, окрім Антарктиди та Австралії. З 1997 по 2016 роки зафіксовано зростання подібних інцидентів більш ніж удвічі в порівнянні з попереднім десятирічним періодом, а середня кількість випадків детонації з 2007 по 2011 роки майже на 50 відсотків вища, ніж у попереднє п'ятиріччя [2, 3].

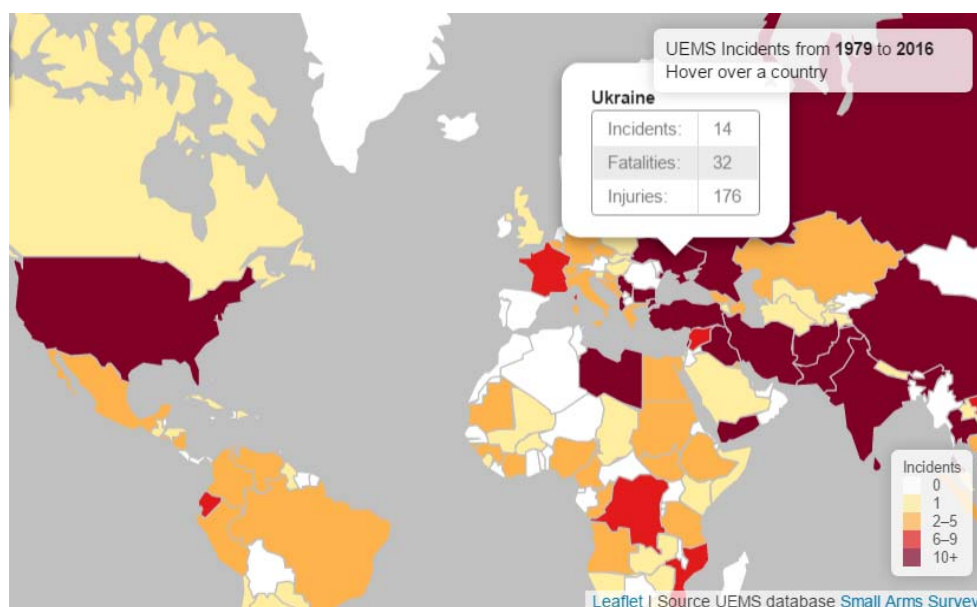


Рис. 1. Частота незапланованих вибухів на збройних складах протягом 37 років [3, 4]

Зростання випадків неконтрольованих детонацій може бути пояснено, зокрема, і статистичним фактором. Тобто, багатосторонні політичні та правові процеси на глобальному та регіональних рівнях примушують уряди країн надавати більш детальні звіти про випадкові вибухи на складах з боєприпасами, що фіксується у засобах масової інформації. Можливо, держави стали більш готовими визнати необхідність виділення фінансових ресурсів на розробку технологій задля уникнення стихійних детонацій.

Постановка проблеми. У сфері демілітаризації і знищення застарілих боєприпасів на теперішній час залишаються численні проблеми [4]. Регіональні підрозділи ООН і PSSM розробили низку технічних посібників з урахуванням передового досвіду. Проте ці посібники не охоплюють усі ситуації, що зустрічаються на практиці [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі на сьогодні методи знищення енергетичного матеріалу можна поділити на термічний та хімічний [8, 16]. Перший полягає у процесі горіння або детонації і може відбуватися на відкритому повітрі або у спеціальних печах/камерах детонації. Другий метод представляє собою процес окиснення, або біодеградацію [9], і знаходиться в стадії розробки, промислова реалізація його на цей час не знайшла розповсюдження.

Мета статті. Дослідження методів знищення застарілих боєприпасів та енергетичного матеріалу

Результати досліджень. Термодинамічні деструктивні методи відкритого спалювання і детонація на відкритому повітрі пов'язані з безпосереднім викидом газів (наприклад, летючі органічні сполуки, діоксини, фурани та ін.), твердих часток і важких металів, що є джерелом забруднення, яке розповсюджується на великі ділянки.

Ці викиди протягом багатьох років накопичуються в атмосфері, ґрунті, воді, забруднюють екосистеми, призводячи до порушення в них рівноваги (наприклад, втрата біорізноманіття та порушення харчових ланцюгів), а також для здоров'я людини (в зв'язку зі споживанням води та продуктів харчування, забруднених важкими металами та енергетичними матеріалами). Окрім цього, при знищенні боєприпасів на відкритому повітрі виникають небезпечні вібрації та шум, що здійснює негативний вплив на людей та живі організми.

Хімічний метод знищення енергетичного матеріалу представляє собою контрольований процес окислення з використанням систем очищення, які дозволяють зменшити викиди в атмосферу. Кількість викидів при хімічному методі значно нижча, ніж при детонації на відкритому повітрі, оскільки ці типи установок оснащені системами хімічного очищення димових газів, здатними нейтралізувати леткі органічні сполуки (ЛОС), кислі гази, а також відфільтрувати частки твердих речовин. Хімічний метод знищення боєприпасів також має свої недоліки та здійснює опосередкований вплив на екологію. Так,

вказана технологія пов'язана зі споживанням великої кількості енергії (спалювання залишків потребує енергоспоживання) та нейтралізацією твердих відходів (шлаки, зола, шлам), які класифікуються як токсичні небезпечні відходи із вмістом діоксинів та важких металів. Це, в свою чергу, також потребує споживання енергії та необхідних матеріалів.

Таблиця. 1

Методи демілітаризації.

Технологія	Характеристика
Підрив	Детонація регульованих кількостей енергетичного матеріалу або дрібних боєприпасів на відкритій місцевості. Детонація не контролювана. Територія може потребувати додаткового розмінування та очищення від токсичних продуктів.
	Детонація регульованих кількостей енергетичного матеріалу або дрібних боєприпасів в умовах високого опору у закритій камері. Фрагментація вибухових пристроїв і тиск від детонації перебувають під контролем у детонаційній камері. Детонаційна камера може бути транспортабельною і здебільшого включає в себе систему обробки газу. Цей метод не підходить для промислового масштабу, а використовується для знищення знайдених вибухових пристроїв безпосередньо на місці, під час проведення робіт з розмінування або знищення боєприпасів.
Спалювання	Стационарні печі та печі, що обертаються. Спалювання, або дефлаграція енергетичного матеріалу, що відбувається при температурі близько 500°C, при цьому існує велика ймовірність детонації. Це майже автоматизований процес з більш-менш складними системами очищення газу. Псевдозріджений шар. Вибухові відходи вводять в шар, що складається з частинок піску. Ці частинки починають плавати, діючи у вигляді рідини під дією потоку гарячого повітря. Це високобезпечна концепція для спалювання вибухонебезпечних відходів, яка може бути реалізована майже у всіх випадках.
Окиснення у надкритичній воді	Окиснення при температурі 374°C та 22,1 МПа дозволяє запобігти утворенню діоксинів при руйнуванні піротехнічних складників, що містять хлор.
Піроліз	Нейтралізація певних типів хімічних вибухових речовин у плазмі при температурі близько 20000°C. Процес супроводжується великим енергоспоживанням. Токсичні сполуки, що утворюються, концентруються у твердому склоподібному залишку.
Біодеградація	Мікроорганізми використовуються для споживання хімічних речовин, пов'язаних з боєприпасами, такими як ТНТ та іншими вибуховими речовинами або компонентами ракетного палива. Цей метод підходить для використання на місці рекультивації забруднених ґрунтів у військових містечках.

Окислювальний метод демілітаризації генерує велику кількість стічних вод, забруднених енергети-

чним матеріалом, який створює додаткову проблему очищення води. Це одна з найбільших проблем технологій, в яких вибухові речовини і вода вступають в контакт.

На теперішній час найпоширенішим методом утилізації боєприпасів є їх захоронення на полігонах, у шахтах, водоймах[10]. Він може становити серйозну загрозу безпеці протягом дуже тривалого часу. Затоплені боєприпаси іноді можуть мігрувати з місць захоронення. Існує також імовірність того, що інформація про місце зберігання непридатних вибухових пристроїв буде втрачена, а це може призвести до нещасних випадків або ненавмисних вибухів. Крім того, розкладання вибухових речовин є джерелом токсичного забруднення, яке впливає на поверхневі, ґрунтові води та ґрунти.

Висновок. При розгляді потенційних переваг і недоліків певного методу демілітаризації важливо враховувати екологічні обмеження на тому ж рівні, що й економічні та соціальні питання. Для кожної країни вирішальне значення мають індивідуальні чинники, які залежать від стратегії розвитку, політики, культури тощо. Таким чином, важко досягти консенсусу щодо пріоритетності тієї чи іншої технології з огляду на мінімізацію наслідків демілітаризаційного процесу. Більш того, навіть якщо оцінка проводиться за одним із факторів (наприклад, стан навколишнього середовища), то важко вибрати між різними альтернативами, оскільки вони можуть мати позитивний характер в одних випадках і негативний – в інших.

Література

- Eric G. Berman. Unplanned Explosions at Munitions Sites : Concerns and Consequences / Eric G. Berman, Pilar Reina [Small Arms Survey] URL: <https://www.jmu.edu/cisr/journal/16.2/pdfs/berman.pdf>]. (дата звернення: 20.05.2017)
- Eric G. Berman Unplanned Explosions at Munitions Sites (UEMS) : Excess Stockpiles as Liabilities rather than Assets / Eric G. Berman, Pilar Reina, June 2014. URL: <http://www.smallarmssurvey.org/de/publications/by-type/handbooks/uems-handbook.html>] (дата звернення: 20.05.2017)
- Unplanned Explosions at Munitions Sites Updated 13 September 2016 (data covering January 1979 to June 2016) URL: <http://www.smallarmssurvey.org/weapons-and-markets/stockpiles/unplanned-explosions-at-munitions-sites.html> (дата звернення: 20.05.2017)
- 2016 To Walk the Earth in Safety: Europe // Report BUREAU OF POLITICAL-MILITARY AFFAIRS URL: <https://www.state.gov/t/pm/rls/rpt/walkearth/2016/264007.htm> (дата звернення: 20.05.2017)
- Владимиров М. В. Опасность, обусловленная затоплением немецкого трофейного химического оружия в Балтийском море // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. №2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/opasnost-obuslovlennaya-zatopleniem-nemetskogo-trofeynogo-himicheskogo-oruzhiya-v-baltiyskom-more> (дата обращения: 20.05.2017)
- Цыренова Татьяна Батомункуевна Экологические аспекты концепции национальной безопасности Российской Федерации и Монголии // Власть. 2011. №2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-aspekty-kontseptsii-natsionalnoy-bezopasnosti-rossiyskoy-federatsii-i-mongolii> (дата обращения: 20.05.2017).
- Романов В. И., Кононенко В. Н. Потенциальные опасности неорганизованных объектов химического оружия // Технологии гражданской безопасности. 2008. №1-2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/potentsialnye-opasnosti-neorganizovannyh-obektov-himicheskogo-oruzhiya> (дата обращения: 20.05.2017).
- Oldrich Machacek. NATO Science Series, “Application of Demilitarised Gun and Rocket Propellants in Commercial Explosives” / Oldrich Machacek. - Springer Science & Business Media, 2000. – 235 с. – ISBN 0792366972.
- Wilkinson J. Review of Demilitarization and Disposal Techniques for Munitions and Related Materials / Josh Wilkinson, Duncan Watt. – Munitions Safety Information Analysis Center, Belgium 2006. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.451.9301&rep=rep1&type=pdf>

References

- Eric G. Berman. Unplanned Explosions at Munitions Sites : Concerns and Consequences / Eric G. Berman, Pilar Reina [Small Arms Survey] URL: <https://www.jmu.edu/cisr/journal/16.2/pdfs/berman.pdf>]. (data zvernennya: 20.05.2017)
- Eric G. Berman Unplanned Explosions at Munitions Sites (UEMS) : Excess Stockpiles as Liabilities rather than Assets / Eric G. Berman, Pilar Reina, June 2014. URL: <http://www.smallarmssurvey.org/de/publications/by-type/handbooks/uems-handbook.html>] (data zvernennya: 20.05.2017)
- Unplanned Explosions at Munitions Sites Updated 13 September 2016 (data covering January 1979 to June 2016) URL: <http://www.smallarmssurvey.org/weapons-and-markets/stockpiles/unplanned-explosions-at-munitions-sites.html> (data zvernennya: 20.05.2017)
- 2016 To Walk the Earth in Safety: Europe // Report BUREAU OF POLITICAL-MILITARY AFFAIRS URL: <https://www.state.gov/t/pm/rls/rpt/walkearth/2016/264007.htm> (data zvernennya: 20.05.2017)
- Vladimirov M. V. Opasnost, obuslovlennaya zatopleniem nemetskogo trofeynogo himicheskogo oruzhiya v Baltiyskom more // Strategiya grazhdanskoy zaschityi: problemy i issledovaniya. 2013. #2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/opasnost-obuslovlennaya-zatopleniem-nemetskogo-trofeynogo-himicheskogo-oruzhiya-v-baltiyskom-more> (data obrascheniya: 20.05.2017)
- Tsyirenova Tatyana Batomunkuevna Ekologicheskie aspekty kontseptsii natsionalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii i Mongolii // Vlast. 2011. #2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-aspekty-kontseptsii-natsionalnoy-bezopasnosti-rossiyskoy-federatsii-i-mongolii> (data obrascheniya: 20.05.2017).
- Romanov V. I., Kononenko V. N. Potentsialnye opasnosti neorganizovannyh ob'ektov himicheskogo oruzhiya // Tehnologii grazhdanskoy bezopasnosti. 2008. #1-2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/potentsialnye-opasnosti-neorganizovannyh-obektov-himicheskogo-oruzhiya> (data obrascheniya: 20.05.2017).
- Oldrich Machacek. NATO Science Series, “Application of Demilitarised Gun and Rocket Propellants in Commercial

Explosives” / Oldrich Machacek. - Springer Science & Business Media, 2000. – 235 с. – ISBN 0792366972.

9. Wilkinson J. Review of Demilitarization and Disposal Techniques for Munitions and Related Materials / Josh Wilkinson, Duncan Watt. – Munitions Safety Information Analysis Center, Belgique 2006. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.451.9301&rep=rep1&type=pdf>

Тарасов В. Ю. Демилитаризация. Технологии утилизации боеприпасов и энергетических материалов

Проанализированы современные технологии уничтожения устаревших боеприпасов и энергетических материалов. Деструктивные методы открытого сжигания и детонация на открытом воздухе связаны с непосредственным выбросом токсичных газов, твердых частиц и тяжелых металлов и являются источником загрязнения больших участков земли. Химические методы представляют собой контролируемый процесс окисления с использованием систем очистки. Показана необходимость разработки новых методов демилитаризации.

Ключевые слова: детонация, демилитаризация, энергетический материал, утилизация

Tarasov V. Yu. Demilitarization. Disposal technologies OF ammunitions and energetic materials

Analyzed recent technologies for destruction of ammunition and energetic materials. The thermal destructive techniques Open Burning and Open Detonation have associated to their processes the directly emission of gases, particulates, and heavy metals which are a contamination source for extended areas. The incineration process is a controlled demilitarization technique with systems to decrease the emissions to air. The development of new methods of demilitarization is need.

Key words: detonation, demilitarization, energetic material, recycling

Тарасов Вадим Юрійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії та охорони праці Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. vatarasov81@gmail.com

Рецензент: д.т.н., професор **Глікін М.А.**

Стаття подана 18.12.2017.