

УДК 614.8

*Прохач Е.Ю., д-р техн. наук, директор  
ХФ ДП МО України "Военконверс-43" - "Екоцентр-43",  
Михальська Л.Л., канд. техн. наук, заст. директора  
ХФ ДП МО України "Военконверс-43" - "Екоцентр-43"*

## **ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ЗБЕРІГАННЯМ НЕПРИДАТНИХ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТА ОТРУТОХІМІКАТІВ**

Розглянуті можливі шляхи зменшення небезпеки, пов'язаної із зберіганням непридатних пестицидів та отрутохімікатів. Показано, що радикальним способом зменшення небезпеки є ліквідація непридатних пестицидів. Запропоновано спосіб знешкодження пестицидів. Наведені результати випробувань установки, створеної за запропонованим способом

**Постановка проблеми.** Харківська область входить до переліку областей України з найбільш високими відносними і абсолютними показниками утворення та накопичення токсичних відходів – пестицидів і отрутохімікатів. На сьогодні за офіційними даними в нашій області накопичено біля 1200 тон небезпечних пестицидів.

За останні роки в області було виконано комплекс робіт для зменшення ризику виникнення небезпечних ситуацій від накопичених пестицидів та отрутохімікатів:

- в декількох районах проведено обстеження, інвентаризацію та часткову ідентифікацію сумішей і невідомих пестицидів;
- у ряді районів області проведено сортування і перезатарення пестицидів;
- розроблені технічні пропозиції, технологічний регламент, проект ОВНС та проектно-кошторисні документи щодо створення дослідно-виробничого майданчику по знешкодженню та знищенню небезпечних пестицидів;
- виготовлено обладнання для попередньої капсулізації небезпечних пестицидів з метою зменшення ризику несанкціонованого доступу в разі їх довгострокового зберігання;

- за участю датської фірми COWI в Лозівському районі Харківської області створено проміжний склад тимчасового зберігання небезпечних пестицидів ємністю 220 тон.

Всього в області переміщені у безпечну тару біля 400 тон пестицидів.

Отже, в Харківській області проведено цілу низку організаційних та технічних заходів, однак проблема виключення ризику через необхідність зберігання небезпечних пестицидів не розв'язана. Створення тимчасових проміжних складів зберігання не вирішує проблему, а тільки відкладає її на наступний час. Проблема може бути радикально вирішена тільки шляхом знешкодження пестицидів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Загально прийнятим і найбільш поширеним у світі засобом знешкодження і ліквідації непридатних пестицидів є їх спалювання в установках, що забезпечують високотемпературний режим процесу окиснення і термічного розкладу. Метод полягає у тому, що при згорянні органічних речовин утворюються простіші термодинамічно стійкі газоподібні продукти. Такий метод очищення непридатних пестицидів виявляється найбільш ефективним і екологічно безпечним, що підтверджується стандартами поводження з небезпечними відходами, прийнятими Агентством з охорони навколишнього середовища США [1], та рекомендаціями Королівської комісії з охорони навколишнього середовища Великобританії [2]. Перевагою цього методу є те, що не забруднюються ґрунт і ґрунтові води.

Дані стосовно методів високотемпературного спалювання непридатних пестицидів наведені у [3-13]. Вважається [11], що при 800 °С деструкція найбільш небезпечного ізомеру досягає 99,5 % і, таким чином, при температурі спалювання 1100 °С і часі перебування в гарячій зоні не менш 2 секунд практично повністю виключено викиди діоксинів в навколишнє природне середовище.

При цьому в установці для спалювання необхідно забезпечити відсутність значних температурних градієнтів в зоні горіння і високу турбулентність газових струменів, що сприятиме кращому перемішуванню речовин, які реагують з киснем повітря. Чим вище турбулентність, тим повніше здійснюється окиснення і тим менш імовірність утворення небажаних побічних продуктів.

Якщо умови спалення далекі від оптимальних (недостатні температура і час перебування в гарячій зоні), то можливе утворення побічних продуктів окислення, іноді більш токсичних ніж

---

Шляхи зменшення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із зберіганням непридатних хімічних засобів захисту рослин та отрутохімікатів

вихідні матеріали. Найбільш небезпечними побічними продуктами спалювання є поліхлоровані-*n*-діоксини і дібензо-*n*-фурани.

**Постановка завдання та його вирішення.** Аналіз заходів розв'язання проблеми щодо виключення ризику виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із зберіганням небезпечних пестицидів, показує, що ця проблема може бути радикально вирішена тільки шляхом знешкодження пестицидів. Однією з вимог до установки, призначеної для знищення небезпечних пестицидів, є її мобільність, що дозволяє провести знешкодження пестицидів безпосередньо в місцях їх зберігання і виключити виникнення надзвичайних ситуацій під час транспортування пестицидів.

Розгляд вітчизняних і закордонних публікацій свідчить, що найбільш ефективним є знешкодження пестицидів методом спалювання і термічного розкладу. Температура спалювання повинна бути не менш 1100 °С, час перебування в камері – не менш 2 с. Саме такі параметри забезпечуються в камері згоряння пересувних військових агрегатів нейтралізації типу 11Г426, 11Г427.

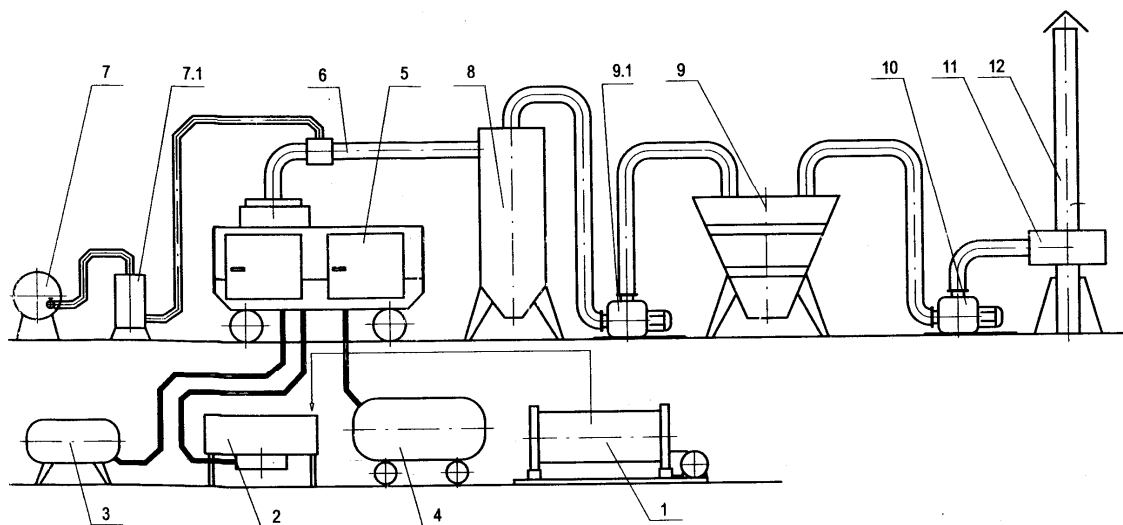
Нами проведено натурний експеримент по спалюванню на агрегаті нейтралізації 11Г426 найбільш небезпечного пестициду ДДТ [12]. Як показали результати визначення масового вмісту забруднюючих речовин у викидах при штатному режимі роботи агрегату проходить повне згоряння пестициду. ДДТ, ДДЄ та фосген у викидах відсутні. Небезпеку становить наявність у викидах хлористого водню, вміст якого перевищує гранично допустиму концентрацію більш ніж у 500 разів.

За результатами експерименту нами запропоновано спосіб знешкодження хлормістких пестицидів шляхом спалювання та термічного розкладу, який відрізняється тим, що гази після спалювання подають на фільтр уловлювання твердих часток і скруббер, заповнений розчином луку.

З урахуванням результатів експерименту і рекомендацій фахівців ХНЦ ВЕ співробітниками Мелітопольського заводу "Продмаш" (колишнього виробника агрегатів 11Г426) запропоновано технологічну лінію для знешкодження небезпечних пестицидів [14]. Установка являє собою мобільний агрегат з камерою згоряння циклонного типу, вентилятором високого тиску, високоефективною системою очищення від часток і шкідливих домішок та автоматичним забезпеченням процесу горіння (рис.1).

Від агрегату (1) дрібнення речовин, що злежалися, за допомогою стислого повітря і пристрою (2) пестицид у дрібнодисперс-

ному стані подається в камеру згоряння циклонного типу (5). В камері згоряння підтримується температура не нижче 1100°C.



**Рис. 1 – Принципова схема установки для знешкодження пестицидів**

За першим варіантом через спеціально облаштовані штуцери у вихлопні газу, що відводяться від камери (5), під тиском упорскується 5% розчин лугу (NaOH). Розчин готується в агрегаті (7) і подається за допомогою пристрою (7.1). Далі димові газу надходять до циклону (8) для очищення від зважених часток, потім – до вентилятора високого тиску (9.1). Вентилятор високого тиску забезпечує барботаж димових газів через водяний фільтр (затвор, скрубери). Об'єм води у фільтрі - 5 м<sup>3</sup>. Після водяного фільтру (9) вентилятором (10) через додатковий фільтр (11) і димову трубу (12) вихлопні газу викидаються в атмосферу. Висота труби – 10 м, діаметр – 0,6 м.

За другим варіантом п'ятивідсотковий розчин лугу створюють безпосередньо у скрубери (9). Об'єм розчину 5 м<sup>3</sup>.

Установка передбачає також можливість підготовки та подачі на знешкодження розчинів небезпечних пестицидів та газоподібних хімікатів за допомогою пристроїв (3) і (4).

Загальний вид установки надано на рис. 2.

Ефективність включення до складу установки скрубера, а також упорскування у вихлопні газу лугу, або заповнення скрубери розчином лугу оцінювалась шляхом проведення натурних випробувань установки.

Шляхи зменшення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із зберіганням непридатних хімічних засобів захисту рослин та отрутохімікатів



**Рис. 2 – Загальний вигляд установки**

Випробування проводились на двох режимах. За першим технологічним режимом розчин луѓу упорскувався у вихлопні гази, за другим розчин луѓу створювали безпосередньо у скрубєрі.

Вихідний продукт, що у вигляді дрібнодисперсного пилу вдувався під тиском у циклонну піч, являв собою суміш, яка містила  $\gamma$ -ГХЦГ (19,26%), р,р'-ДДД (41,6%), о,р'-метоксіхлор (31,54%).

Відповідно до РД 52.04.186-89 "Руководство по контролю за грязнення атмосфєры" під час проведення випробувань були відібрані наступні проби:

- вихідного продукту;
- газових викидів безпосередньо з димової труби;
- повітря в робочій зоні;
- повітря у підфакельній зоні (на відстані 50 м за напрямом вітру);
- атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони (на відстані 1000 м за напрямом вітру).

Визначення масового вмісту забруднюючих речовин у відібраних пробах проведено аналітичною лабораторією фізико-хімічних методів контролю Харківської філії ДП МО України "Воєнконверс-43" - "Екоцентр-43".

Таблиця 1 – Результати визначення масового вмісту забруднюючих речовин у відібраних пробах

Речовина, що визначалася	ГДК робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	Масовий вміст забруднюючих речовин, мг/м <sup>3</sup>			
		Газові викиди (труба)		Підфакельна зона	
		I режим	II режим	I режим	II режим
γ-ГХЦГ	0,1	н/в	н/в	н/в	н/в
р, р'-ДДД	0,1	н/в	н/в	н/в	н/в
о,р'-метоксі-хлор	0,1	н/в	н/в	н/в	н/в
ПХБ	1,0	н/в	н/в	н/в	н/в
Поліхлоровані діоксини	16·10 <sup>-9</sup> *	н/в	н/в	н/в	н/в
НСІ	5,0	0,25	0,4	н/в	н/в
Хлорбензол	50	0,008	0,011	н/в	н/в
Бензальдегід	5,0	н/в	0,0013	н/в	н/в
Хлоргексан	50	0,0003	0,0003	н/в	н/в
Біс (2- хлоретоксі)етан	-	н/в	0,0006	н/в	н/в
Толуол	50	0,005	0,016	н/в	н/в
Етилбензол	50	0,011	0,005	н/в	н/в
1,3,5- триметилбензол	0,1	0,0008	0,0006	0,0009**	н/в
1,2,3- триметилбензол	0,1	н/в	0,0006		н/в
п,м,о-ксилол	50	0,012	0,0009	н/в	н/в
Насичені вугле- водні	300	0,014	0,007	0,010	н/в

Примітки: н/в – речовина в пробі не виявлена;

\* – гранично допустима концентрація (ГДК) в Україні не розроблена. В таблиці наведені дані стосовно ГДК, що використовуються в Російській Федерації;

\*\* – сумарний вміст ізомерів триметилбензолу.

Після відповідної пробопідготовки ідентифікація хімічного складу забруднюючих речовин в органічних екстрактах проводилась методом газової хроматографії/мас-спектрометрії. Ідентифі-

кація виявлених сполук проводилась шляхом порівняння відповідних мас-спектрів із стандартними спектрами з електронних бібліотек Nist 02 і Wiley 138 к. Як засоби вимірювань застосовувались:

- газовий хроматограф HP-6890 з мас-селективним детектором HP-5972. Розподіл компонентів суміші проводився на капілярній колонці HP-5MS (5% Diphenil) 30 м x 0,25 мм x 0,25 мкм;

- газовий хроматограф HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором. Розподіл компонентів суміші проводився на капілярній колонці HP-5 (5% Phenil) 30 м x 0,32 мм x 0,25 мкм;

- газовий хроматограф HP-6890 з електрон-захоплювальним детектором. Розподіл компонентів суміші проводився на капілярній колонці HP-5(5% Phenil) 30 м x 0,32 мм x 0,25 мкм .

Для визначення вмісту хлористого водню застосовували фотокolorиметричний метод.

Результати визначення масового вмісту забруднюючих речовин у пробах, відібраних у димовій трубі та у підфакельній зоні, надані в таблиці 1.

На обох режимах випробувань у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони хлормістких пестицидів та продуктів їх розкладу не виявлено.

**Висновки.** За результатами проведених випробувань технологічної лінії із знешкодження небезпечних хімічних речовин в газових викидах від установки поліхлорованих біфенілів, діоксинів та хлормістких пестицидів не виявлено.

Вміст хлористого водню в газових викидах на виході з труби на обох режимах випробувань становить менш ніж 0,1 ГДК робочої зони (0,25 мг/м<sup>3</sup> на першому режимі і 0,4 мг/м<sup>3</sup> на другому режимі).

В газових викидах визначено також бензальдегід, насичені вуглеводні, ксилол, похідні бензолу, толуол, етилбензол, ксилоли, однак концентрації цих речовин на рівні слідових кількостей.

Одержані результати свідчать, що при заданих умовах хлормісткі пестициди розкладаються практично повністю до вуглекислого газу, води і хлористого водню, який поглинається розчином водяного затвору.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Freed V.N. Disposal and Management of Pesticide Waste and Containers. The Safe Disposal of Hazardous Wastes: The Special Needs and Problems of Developing Countries/ Ed by R.Batstone, J.E.Smith, D.Wilson (World Bank Technical Paper, 0253-7499; # 93). – Washington: The World Bank, 1989. – P.589-605.
2. Royal Commissions on Environmental Pollution: Eleventh Report. - London, Her Majesty's Stationary Office, 1985. – 54 p.
3. Дмитриев В.И. Овчинников В.Г., Ромашев А.С. и др. Экологическая безопасность огневого обезвреживания хлорорганических отходов // Химическая промышленность 1988.- №3.- С.17-19.
4. Глуховский И.В., Глуховский В.В., Овруцкий В.М. и др. Современные методы обезвреживания, утилизации и захоронения токсичных отходов промышленности // Учебное пособие / Минэкобезопасности Украины, Государственный институт повышения квалификации. – К.: ГИПК, 1996.- 100 с.
5. Федорченко В.С., Марченко Г.П., Шкурпело В.П., Заслав М.С. Утилизация пестицидов // Защита растений.-1992.- №8.- С.20-21.
6. Hazardous Waste Incineration: Questions and Answers (EPA/530-SW-88-018). – Washington: Office of Solid Waste, 1988.- 53 p.
7. Мальцева А.С., Фролов Ю.Е., Розловский А.И. Огневое обезвреживание отходов хлорорганических производств // Ж. Всес. хим. общества им. Д.И.Менделеева.- 1982.- Т.27.-№1.- С.67-72.
8. Дмитриев В.И. Методы обезвреживания хлорорганических отходов // Ж. Всес. хим. общества им. Д.И.Менделеева.- 1988.- Т.33.-№5.- С.586-588.
9. Мальцева А.С., Фролов Ю.Е., Жаров Н.Н., Розловский А.И. Стационарное сгорание смесей, содержащих хлоралканы // Химическая промышленность - 1984.- №1.- С. 19-21.
10. Council Directive 94/67/EC of 16 December 1994 on the incineration of hazardous waste. Official J. Eur. Commun.- 1994.-# L365.- P. 34-35.
11. Винг Цанг.Распад и образование диоксинов при горении отходов // Хим.физ.- 1994.- Т.13.- №2.-С.17-33.
12. Прохач Е.Ю., Михальська Л.Л., Ромась С.В. Аналіз вмісту викидів при пожежі на складах зберігання пестицидів // Про-

Шляхи зменшення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із зберіганням непридатних хімічних засобів захисту рослин та отрутохімікатів



- блемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. Вып.17. – Харьков: УГЗУ, 2005. – С. 157-163.
13. Прохач Э.Е., Михальская Л.Л. Моделирование процессов горения пестицидов при пожаре // Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. Вып.22. – Харьков: УГЗУ, 2007. – С. 149-153.
14. Михальська Л.Л., Прохач Е.Ю., Пижинський Я.І. Використання військових агрегатів нейтралізації для знешкодження непридатних пестицидів // Экология и промышленность. – 2007. - №4. – С. 60-63.

## УДК 614.8

*Рудаков С.В., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ,  
Герасимов С.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр. НЦ ПС ХУПС,  
Подорожняк А.О., канд. техн. наук, ст. наук. співр. НЦ ПС ХУПС*

### **ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БОЄПРИПАСІВ І ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ЇХ ЗБЕРІГАННІ**

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Е.Ю.)

В статті отримані нерівності, які дозволяють визначити доцільність проведення контролю технічного стану боеприпасів та вибухонебезпечних речовин при їх зберіганні

**Постановка проблеми.** Проблеми зберігання запасів боеприпасів і вибухонебезпечних речовин (БВР) є надзвичайно актуальними у контексті безпеки не лише України, але й європейського регіону загалом. Така актуальність зумовлена наявністю реальних загроз, що походять від запасів БВР, нагромаджених в Україні за радянських часів та, зокрема, під час виведення радянських військ з території держав-учасниць колишнього Варшавського договору. Обсяги запасів БВР набагато перевищують максимально допустимі норми завантаження об'єктів на яких вони зосереджені, що створює додаткові ризики виникнення надзвичайних ситуацій [1].

Вибухи в Артемівську (жовтень 2003 р.), Новобогданівці (травень 2004 р.) та Цвятохі (травень 2005 р.) довели неприпустимість