

О. А. Гордієнко;
А. П. Ранський, д-р. хім. наук, проф.;
М. В. Євсєєва, канд. хім. наук, доц.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗНЕШКОДЖЕННЯ НЕПРИДАТНИХ ХЛОРВМІСНИХ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ

Розглянуто найпоширеніші методи знешкодження непридатних пестицидних препаратів: захоронення, термічні методи, рідкофазне окиснення та реагентні методи. Утилізація непридатних пестицидних препаратів реагентними методами дозволяє зменшити екологічне навантаження на довкілля та отримати вторинні товарні продукти, які можна ефективно повторно використовувати в різних галузях промисловості.

Вступ

Однією з екологічних проблем є значні обсяги накопичених пестицидних препаратів (ПП), які не були використані для потреб сільського господарства. Так, за даними інвентаризації, проведеної у 2005—2006 роках, в Україні накопичено приблизно 21 тис. т непридатних до використання ПП [1], а незалежні експерти оцінюють їх кількість на рівні 30 тис. т [2]. На сьогодні в нашій країні велика кількість хлорвмісних ПП є непридатними до використання через втрату своїх властивостей або забороненими до застосування через високу токсичність. Так, знешкодження накопичених непридатних ПП здійснюється захороненням, термічними методами, рідкофазним окисненням та реагентними методами. Вибір методу знешкодження визначається фізико-хімічними та токсикологічними властивостями діючих речовин ПП, їх фізичним станом, економічними, екологічними та соціальними чинниками. Найбільш прийнятними є технології, які забезпечують високий ступінь перетворення відходів за один технологічний цикл, можливість використання діючих технологічних установок промислових підприємств, низьке енергоспоживання, відсутність серед продуктів переробки токсичних сполук та забезпечення екологічної чистоти технологічних процесів [3]. Таким чином, в роботі систематизовано огляд сучасних літературних даних про найпоширеніші методи знешкодження непридатних до використання ПП.

Захоронення пестицидних препаратів

Захоронення ПП здійснюється розміщенням їх у спеціально відведених місцях таким чином, щоб їх довгостроковий шкідливий вплив не перевищував установлених нормативів [4]. У зв'язку з цим висуваються жорсткі вимоги щодо розміщення полігонів таких відходів та способів їх захоронення [5]. Для захоронення ПП необхідно створити умови, за яких виключена можливість рознесення їх вітром та міграція токсичних речовин у ґрунті та підземні води. Для переведення рідких форм пестицидів у твердий стан запропоновано використовувати деякі адсорбенти та комплекс силікатних і мінеральних в'язучих [6, 7]. Непридатні пестицидні препарати можна зв'язувати введенням їх у шихту, що містить сорбент, зоошлак, цемент, рідке скло та розчин аміаку, і формувати бетонні брикети, які після твердіння придатні для зберігання у централізованих сховищах [8].

Для захоронення токсичних відходів використовують контейнери, що гарантує захист довкілля під час їх тривалого зберігання, які відрізняються матеріалом, формою, об'ємом та термінами безпечного зберігання. Для виготовлення корпусу контейнерів використовують бетон [9—12] або полімерні матеріали [13, 14]. Фізико-хімічні властивості матеріалу контейнера у значній мірі визначають його надійність та довговічність. Порушення основних вимог під час виготовлення захисних контейнерів та технології проведення самої контейнеризації, може призвести до розгретизації контейнерів в процесі експлуатації [15].

Таким чином, контейнеризація та захоронення непридатних ПП дозволяє мінімізувати їх негативний вплив на здоров'я людини та довкілля. Але при цьому в цілому не вирішується проблема таких токсичних відходів. Цей спосіб можна розглядати як вимушений та тимчасовий. Будь-які захисні контейнери мають обмежений термін придатності, в процесі зберігання можливе пору-

шення їх герметичності. Не виключена можливість протікання хімічних реакцій між складовими препаратів в процесі зберігання. Крім того, з обороту вилучаються земельні ділянки, об'єкти заохоронення повинні бути обладнані інженерними системами захисту ґрунтів та природних вод від забруднення, необхідне проведення моніторингу навколишнього середовища в місцях розміщення непридатних ПП.

Термічне знешкодження пестицидних препаратів

Найбільш поширеними методами знешкодження непридатних ПП є термічні: спалювання, піроліз, плазмохімічний метод, газифікація [3, 16]. До переваг знешкодження непридатних ПП термічними методами можна віднести універсальність відносно складу відходів, що переробляються, можливість застосування різноманітних варіантів технологічного оформлення процесів та можливість рекуперації тепла [17].

В процесі спалювання хлорвуглеводнів основними продуктами є CO , CO_2 , H_2O та HCl [17]. Але, крім того, полуменеве знешкодження відходів, що містять хлорорганічні сполуки, яке відбувається з недостатньою кількістю окисника, може супроводжуватись утворенням в газовій фазі дуже токсичних речовин, зокрема поліхлорованих дибензодіоксинів (ПХДД) та поліхлорованих дибензофуранів (ПХДФ) [16]. Останнє передбачає дотримання жорстких умов проведення процесу (підтримання необхідного температурного режиму, часу перебування токсичних сполук в зоні високих температур, який має складати не менше 2 с, певного коефіцієнту надлишку повітря) та очищення відхідних газів [18].

Розроблено ряд технологічних схем установок спалювання пестицидних препаратів, які відрізняються конструкцією печі, способом очищення відхідних газів, використанням додаткових реагентів, з утилізацією або без утилізації тепла [19—26].

В роботі [19] наведено утилізацію хлорвмісних відходів, згідно з якою процес спалювання поєднують з технологічним процесом доменного виробництва. Непридатні ПП запропоновано капсулювати та вводити в обертову піч для випалу портландцементного клінкеру [20]. На думку авторів [27] спалювання ПП в обертових печах діючих цементних виробництв є найперспективнішим способом їх знешкодження з використанням існуючих промислових установок. Але при цьому автори не акцентують увагу на безпечності газових викидів, а також на вартості газоочисних систем, які при цьому необхідно обов'язково використовувати.

Відомі способи термічного знешкодження токсичних речовин в присутності лужних реагентів. Так, ПП вводять у скляну шихту, що містить діоксид силіцію, гідроксид або карбонат натрію, карбонат або оксид кальцію та піддають термічній обробці при 1000...1500 °С [21]. Як реагенти запропоновано використовувати породи на основі карбонату кальцію (мергель, вапняк) [22], згущений чорний луг, який є відходом виробництва целюлози методом лужної варки [23], а знешкодження проводити на технологічних установках, що використовуються в целюлозно-паперовій галузі.

Розповсюдження отримали технологічні схеми піролізу в мінеральному розплаві на першій стадії з подальшим допалюванням продуктів розкладу [27], які дозволяють здійснювати знешкодження ПП безпосередньо на місцях їх зберігання [28, 29]. Авторами роботи [30] запропоновано спосіб знешкодження непридатних ПП шляхом їх додавання у паливо газогенератора з подальшою газифікацією. Низку інших технологічних способів термічного знешкодження непридатних ПП наведено в монографії [31].

Плазмохімічні технології, які характеризуються високою енергозатратністю, доцільно застосовувати для знешкодження високотоксичних речовин. При температурах, за яких реалізуються плазмохімічні процеси, різко зростають швидкості хімічних перетворень, що дозволяє суттєво зменшити розміри реактора знешкодження токсикантів [32]. На експериментальній установці продуктивністю 1 кг/год відпрацьовані режими плазмохімічної утилізації некондиційних хлорвмісних ПП [33]. Газоподібні продукти низькотемпературного піролізу, який здійснюють у барабанній печі при 400...600 °С, подаються в реактор з плазмотроном. Високотемпературну стадію проводять при температурі не нижче 1400 °С. Авторами роботи [34] запропоновано спосіб утилізації хлорорганічних пестицидів, який ґрунтується на безкисневій термічній деструкції органічного матеріалу при температурі 900...1000 °С та подальшому плазмохімічному синтезі цільового продукту або екологічно безпечних речовин при 4000...5000 °С.

Таким чином, застосування термічних методів є ефективним для знешкодження високотоксич-

них речовин, а також нерозпізнаних сумішей ПП, а в деяких випадках це єдиний можливий спосіб їх знешкодження. Але при цьому можливе утворення високотоксичних вторинних продуктів, втрачається вуглецева складова відходів, самі процеси є енергоємними. Серед означених проблем необхідно виокремити проблему очищення відхідних газових потоків термічного знешкодження та її високу вартість.

Рідкофазне окиснення

Деструкція діючих речовин ПП може бути здійснена окисненням в рідкій фазі. Як окисники використовують озон, перманганати, біхромати, оксиди деяких металів, активний хлор, пероксидні органічні та неорганічні сполуки [35]. Хлорування виявилось ефективним у разі видалення легкоокиснюваних сульфурвмісних пестицидів, хоча окиснення низки пестицидів потребує підвищених доз хлору [36]. В роботі [37] досліджена ефективність окиснювального (з використанням таких реагентів як озон та пероксид водню) та фотоокиснювального (з використанням вищезазначених реагентів та УФ-випромінювання) очищення води від низки ПП. Для поліхлорованих ПП (ГХЦГ) досліджені методи виявились малоефективними [35].

Значно прискорює окиснювальну деструкцію органічних речовин використання фотокаталізу. Гетерогенний фотокаталіз на напівпровідникових матеріалах (переважно TiO_2) знаходить широке застосування в процесах обробки води, зокрема для видалення пестицидів, що зумовлено можливістю окиснення органічних речовин з високим ступенем мінералізації при порівняно низьких температурах, особливо в присутності окисників (озону та пероксиду водню) [38]. Хімічні реакції в таких системах відбуваються на поверхні каталізатора і стимулюються УФ-випромінюванням, завдяки чому їх швидкість зростає на декілька порядків [39].

Для окиснення діючих речовин пестицидних препаратів застосовують електрохімічні методи [40—43]. Так, розроблено спосіб знешкодження ПП фенокисильного та металоорганічного рядів в апаратах електродного типу в розчині сульфатної кислоти 40—96 % мас [41—43]. Даний спосіб є комбінацією рідкофазного та електрохімічного окиснення. Деструкція пестицидів відбувається під дією електрохімічно генерованих окисників, які утворюються при електролізі водного розчину сульфатної кислоти.

Деструкція пестицидних препаратів електрохімічними методами не потребує використання дорогих хімічних реагентів, але, з іншого боку, характеризуються великими витратами електроенергії.

Реагентні методи утилізації пестицидних препаратів

Спільним для розглянутих вище способів утилізації непридатних ПП є те, що з їх використанням відбувається повна чи часткова деструкція діючих речовин. Згідно із запропонованою концепцією переробки токсичних відходів [44, 45] зменшення негативної дії токсичних речовин на довкілля можливе шляхом їх концентрування, переробки та повторного використання. Зокрема, такі небезпечні відходи, як непридатні ПП, можна розглядати як вторинну промислову сировину, оскільки діючі речовини ряду ПП містять цінні у синтетичному відношенні складові. Переробка токсичних відходів реагентними методами дозволяє утилізувати їх з отриманням не лише екологічно безпечних, але і вторинних товарних продуктів або хімічних реагентів. Реагентні методи утилізації пестицидних препаратів передбачають виділення діючої речовини ПП без зміни хімічної структури, їх часткове хімічне модифікування та отримання кінцевих продуктів, які можуть бути повторно використані у різних галузях промисловості [46].

При цьому необхідно відмітити, що утилізація ПП хімічними методами доцільна за умови високого вмісту в їх складі діючої речовини, невисокої або середньої її токсичності, можливості використання у разі модифікування реакцій, які протікають швидко та мають високий вихід кінцевих продуктів і не потребують застосування дорогих реагентів, каталізаторів, високих температур та тисків, а сам процес — складного апаратного оформлення. Важливим також є питання забезпечення екологічної чистоти технологічного процесу та утворення нетоксичних вторинних відходів.

Реагентні методи переробки хлорвмісних пестицидів досліджено для низки препаратів, діючої речовини яких є похідними карбонових кислот. В роботі [47] розглянуті раніше розроблені реагентні методи переробки таких ПП. При цьому необхідно відмітити простоту хімічних перетворень, яка, за винятком реакції декарбоксілювання пестицидного препарату ТХАН з отриманням хлороформу, основана на кислотно-основній взаємодії та реакціях подвійного обміну в водно-

органічних середовищах. Кінцеві продукти реагентної переробки — солі деяких 3d-металів або органічні амонієві солі алкіл-, арил- або арилоксиалканкарбонових кислот — можна ефективно використовувати в різних промислових галузях як інгібітори корозії в процесах добування та транспортування газу та газового конденсату [48], як композиції для фінішної обробки металевих поверхонь деталей машин та механізмів [49] або як присадки до промислових мастил [50].

В продовження раніше розпочатих робіт розроблено спосіб переробки ПП (похідних алкіл-, арил- і гетарилкарбонових кислот) виділенням самих кислот за схемою [51—55]:



де $R = CCl_3; CH_2Cl, CH_3CCl_2; 2,5-Cl-3-NH_2-C_6H_2; 2-OCH_3-3,6-Cl-C_6H_2; 3,6-CH-C_5H_2N-2; 3,5,6-Cl-4-NH_2-C_5H_2N-2; M = Na^+, NH_4^+, HN(CH_3)_2, H_2NCH_3, HN(C_2H_5)_2; X = Cl^-, NO_3^-, 1/2SO_4^{2-}$.

Зокрема, отримані хлорвмісні карбонові кислоти і амініні солі мінеральних кислот можна використовувати в хімічній синтетичній практиці.

В роботі [55] на основі пестициду ТХАН досліджена модельна рівноважна система реагентної переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних алкілкарбонових кислот та запропонована екологічно виважена принципова технологічна схема реагентної переробки досліджених ПП. Таким чином, утилізація непридатних ПП реагентними методами дозволяє зменшити екологічне навантаження на довкілля та отримати вторинні товарні продукти, які можна ефективно повторно використовувати в різних галузях промисловості. Переробку непридатних ПП реагентними методами можна здійснювати з використанням технологічних установок діючих хімічних виробництв.

Висновки

1. Застосування контейнеризації та захоронення непридатних ПП, як одного з основних та недорогих методів, не вирішує проблему повного знешкодження токсичних речовин цього класу, а лише на певний час зменшує їх негативний вплив на людину та довкілля.

2. Під час застосування більшості з розроблених методів знешкодження відбувається повна чи часткова деструкція діючих речовин пестицидних препаратів. Такі способи є придатними для знешкодження високотоксичних препаратів та неідентифікованих сумішей пестицидів за умови забезпечення екологічної чистоти газоподібних, рідких та твердих речовин, що утворюються при цьому.

3. Утилізація непридатних ПП з високим вмістом діючої речовини та невисокої або середньої її токсичності реагентними методами в умовах дефіциту органічних ресурсів (нафти, газу) дозволяє отримувати товарні продукти, які можна ефективно повторно використовувати в різних галузях промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.mns.gov.ua/content/annual/report2009.htm/>.
2. Цигульова О. М. Проблема пестицидів в Україні / О. М. Цигульова, В. С. Толмачова, О. М. Ковтун // Роль освіти, просвіти та поінформування при вирішенні проблеми небезпечних відходів та непридатних пестицидів в Україні : Міжнародн. круглий стіл, лют. 2007 р. : збірник матеріалів. — К., 2007. — С. 95—118.
3. Современные методы обезвреживания, утилизации и захоронения токсичных отходов промышленности / [И. В. Глуховский, В. В. Глуховский, В. М. Овруцкий и др.]. — К. : ГИПК Минэкобезопасности Украины, 1996. — 100 с.
4. Україна. Закони. Про відходи / Відомості Верховної Ради. — 1998. — № 36—37. — 242 с.
5. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу безпеки для здоров'я населення : ДСанПіН 2.2.7.029-99 / Мін-во охорони здоров'я України. — Офіц. вид. — К. : Мін-во охорони здоров'я України, 1999. — 44 с. — (Нормативний документ Мін-ва охорони здоров'я України. Правила, норми).
6. Пат. 66602 А Україна, МПК6. Спосіб переведення рідких пестицидів у твердий стан та адсорбент для переведення рідких пестицидів у твердий стан / Є. М. Шевченко, В. М. Легеза, В. А. Ковальов, В. М. Зубко ; заявник і власник патенту Приватне мале науково-впроваджувальне інноваційне підприємство «Струм». — № 2003087283 ; заявл. 01.08.03; опубл. 17.05.04, Бюл. № 5.
7. Пат. 72704 А Україна, МПК6. Спосіб омонолічування рідких пестицидів / [Є. М. Шевченко, В. А. Ковальов, В. М. Легеза, В. О. Грицик, В. М. Зубко] ; заявник і власник патенту Приватне мале науково-впроваджувальне інноваційне підприємство «Струм». — № 20031211030 ; заявл. 04.12.03; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3.

8. Пат. 5409 Україна, МПК7 B09B 3/00. Спосіб нейтралізації токсичних пестицидів / А. В. Анциферов, М. М. Кисельов, В. Ф. Філатов ; заявник і власник патенту Укр. держ. науково-дослід. ін-т гірничої геології, геомеханіки та маркшейдерської справи. — № 20040503726 ; заявл. 18.05.04 ; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3.
9. Пат. 38131 Україна, МПК6 G21F 5/00. Бетоннополімерний контейнер для зберігання, транспортування та захоронення екологічно шкідливих відходів / А. І. Левченко, Ю. О. Тишкевич, С. Ю. Сидорова, В. П. Корецький; заявник і власник патенту Ін-т гідротехніки і меліорації Укр. академії аграрних наук. — № 2000063140 ; заявл. 01.06.00 ; опубл. 15.05.01, Бюл. № 4.
10. Пат. 61864 А Україна, МПК6 G21F 5/00. Контейнер транспортно-захисний для твердих екологічно небезпечних та токсичних відходів / В. Т. Пагюта ; заявник і власник патенту ВАТ «Березанський завод залізобетонних виробів». — № 2003098673 ; заявл. 23.09.03 ; опубл. 17.11.03, Бюл. № 11.
11. Пат. 23401 А Україна, МПК6 G21F 5/00. Контейнер для зберігання екологічнонебезпечних речовин та радіоактивних відходів низької та середньої активності / В. В. Вагін, Б. Г. Колтунов, А. Т. Косяк, Федоров В. Я., Г. Д. Плешивенко, А. В. Бойко, О. К. Авдєєв, В. М. Коваленко, Д. О. Курило, М. І. Старінець ; заявник і власник патенту Держ. наук.-досл. проектно-констр. та технол. ін-т механізації праці у чорній металургії (НДІ «Чорметмеханізація»), Криворізький центральний рудоремонтний завод. — № 95031365 ; заявл. 28.03.95 ; опубл. 02.06.1998, Бюл. № 0.
12. Пат. 65649 Україна, МПК6 G21F 5/005. Контейнер транспортно-захисний для екологічно небезпечних та токсичних відходів / І. В. Глуховський, В. В. Глуховський, В. А. Свідерський; заявник і власник патенту Приватне мале науково-впроваджувальне інноваційне підприємство «Струм». — № 2001075306 ; заявл. 25.07.01 ; опубл. 17.02.03, Бюл. № 2.
13. Пат. 80944 Україна, МПК6 G21F 5/00, B65D 6/16. Контейнер для захоронення токсичних, хімічно активних і радіоактивних відходів / В. К. Гарник, Л. П. Зайцев, І. І. Шипко; заявник і власник патенту ВАТ Проектно-технологічний ін-т «Укроргводбуд». — № 2004021000 ; заявл. 11.02.04 ; опубл. 26.11.07, Бюл. № 19.
14. Пат. 2529 Україна, МПК6 B65D 85/00. Контейнер для збереження токсичних хімічних відходів / Ю. С. Алексєєв, Є. О. Джур, М. К. Кабардін, Ю. О. Крикун, Л. Д. Кучма, М. М. Межуєв, В. І. Ткаченко, В. В. Удод, М. О. Якушкін ; заявник і власник патенту Ю. С. Алексєєв, Є. О. Джур, М. К. Кабардін, Ю. О. Крикун, Л. Д. Кучма, М. М. Межуєв, В. І. Ткаченко, В. В. Удод, М. О. Якушкін — № 2001129067 ; заявл. 26.12.2001 ; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.
15. Забезпечення екологічно-безпечного зберігання непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин шляхом контейнеризації: аналіз практичних результатів та подальші перспективи / [І. В. Глуховський, В. А. Свідерський, В. В. Глуховський, Т. С. Дашкова] // Актуальні токсикологічні та санітарно-епідеміологічні аспекти поводження з відходами : науково-практична конференц. 17—18 вересня 2003 р. : тези допов. — К., 2003. — С. 429—431.
16. Бернадинер М. Н. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов / М. Н. Бернадинер, А. П. Шурыгин. — М. : Химия, 1990. — 304 с. — ISBN 5-7245-0531-2.
17. Занавескин Н. Л. Окислительные методы переработки и детоксикации хлорорганических отходов. Курс на ресурсосбережение и экологическую безопасность / Л. Н. Занавескин, О. А. Конорев, В. Л. Аверьянов // Химическая промышленность. — 2002. — № 2. — С. 3—19.
18. Термическое обезвреживание непригодных пестицидных препаратов / А. П. Ранский, М. В. Герасименко, В. И. Ильченко [и др.] // Вопросы химии и хим. технологии. — 2008. — № 2. — С. 198—205.
19. Пат. 2119125 Российская Федерация, МПК6 F23G 7/04. Способ сжигания хлорорганических отходов / А. В. Дерновский, Е. А. Самсиков, Э. Ф. Вайнштейн, В. П. Хаустов, Б. Ф. Чернобривец, Л. С. Скурыгин, А. В. Подлесных ; заявитель и патентообладатель ООО Научно-производств. предприятие «Экоспектр». — № 97107882/03 ; заявл. 13.05.1997 ; опубл. 20.09.1998.
20. Пат. 59465 Україна, МПК7 F23G 5/00. Спосіб знищення твердих відходів / В. Л. Бернштейн, І. П. Крайнов; заявник і власник патенту Тов. з обмеженою відповідальністю Науково-консалтингова група «Екологія» — № 2001053065 ; заявл. 04.05.01 ; опубл. 15.09.03, Бюл. № 9.
21. А. с. 1768875 А1 СССР, МКИ5 F23G 7/00. Способ уничтожения токсичных веществ / Б. И. Но, Ю. Л. Зотов, А. А. Озеров, Е. В. Шишкин. — № 4921290/33 ; заявл. 21.01.91 ; опубл. 15.10.92, Бюл. № 38.
22. Пат. 27700 Україна, МПК6 B09B 3/00, C04B 7/44. Спосіб спалювання відходів будь-якого походження, що містять токсичні речовини, і продукт випалу / Піша Філіп, FR; заявник і власник патенту Піша Філіп, FR. — № 93003310, 28.10.1993 ; заявл. 02.04.91 ; опубл. 16.10.00, Бюл. № 5.
23. Пат. 2079052 Российская Федерация, МПК6 F23G 7/00. Способ уничтожения токсичных органических веществ / С. С. Юфит, В. П. Грудинин, А. В. Грудинин; заявитель и патентообладатель Юфит С. С., Грудинин В. П., Грудинин А. В. — № 94035500/03 ; заявл. 23.09.1994 ; опубл. 10.05.1997.
24. Пат. 12783 Україна, МПК6 B09B 3/00, F23G 7/00. Установа для знешкодження пестицидів та отрутохімікатів і подібних до них хімічних речовин / В. С. Бондаренко ; заявник і власник патенту Бондаренко В. С. — № u200512612 ; заявл. 27.12.05 ; опубл. 30.01.06, Бюл. № 2.
25. Пат. 2198024 Российская Федерация, МПК B01J 8/18, A62D 3/00. Установа для обезвреживания органических отходов / Ю. В. Островский, Г. М. Заборцев, З. Р. Исмагилов, М. А. Керженцев; заявитель и патентообладатель Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН. — № 2001111717/12 ; заявл. 26.04.2001 ; опубл. 10.02.2003.
26. Ликвидация непригодных пестицидов / И. П. Крайнов, И. А. Боровой, В. М. Скоробогатов [и др.] // Экологические и ресурсосбережение. — 1999. — № 2. — С. 47—54.

27. Пат. 84320 Україна, МПК6 B09B 3/00, F23G 7/00. Спосіб термічного знешкодження отрутохімікатів / А. З. Рижавський, О. І. Ровенський, О. Ю. Пірогов, С. В. Кухтік, А. В. Зимогляд; заявник і власник патенту Укр. держ. науково-технічн. центр з технології та обладнання, обробки, захисту навколишнього середовища та використання вторинних ресурсів для металургії та машинобудування «Енергосталь». — № a200609770; заявл. 12.09.06; опубл. 10.10.08, Бюл. № 19.
28. Пат. 85487 Україна, МПК9 B09B 3/00, F23G 7/00. Установа для термічного знешкодження отрутохімікатів / Д. В. Сталінський, В. І. Кукліч, Е. А. Михайлович, В. П. Моїсеєнко, О. Ю. Пірогов; заявник і власник патенту Укр. держ. науково-технічн. центр з технології та обладнання, обробки, захисту навкол. середов. та використ. вторин. ресурсів для металургії та машинобудування «Енергосталь». — № a200710660; заявл. 27.09.07; опубл. 26.01.09, Бюл. № 2.
29. Пат. 16042 Україна, МПК6 F23G 7/00. Плавильна піч для знешкодження токсичних речовин / В. М. Олабін, О. Б. Максимук, В. В. Четвериков; заявник і власник патенту Ін-т газу НАН України, ВАТ Завод «Ленінська кузня», ТОВ «Профісор» — № a200601625; заявл. 16.02.2006; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.
30. Пат. 68883 А Україна, МПК7 B09B 3/00. Спосіб знищення високотоксичних відходів / Р. В. Гаврилов, В. В. Гладкий, О. П. Безкорисний, В. О. Постнікова; заявник і власник патенту Спец. конструкторсько-технологічне бюро з криогенної техніки фізико-технічн. ін-ту низьких температур НАН України. — № 20031110296; заявл. 12.11.03; опубл. 16.08.04, Бюл. № 8.
31. Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів / В. Г. Петрук, О. Г. Яворська, А. П. Ранський [та ін.] — Універсум—Вінниця, 2006. — 254 с. — ISBN 966-641-167-9.
32. Плазмохимическое обезвреживание токсичных органических отходов и спектроскопическая диагностика процесса / Я. И. Вайсман, В. Г. Халтурин, В. Н. Коротаев [и др.] // Журнал прикладной химии. — 1999. — Т. 72, № 11. — С. 1863—1866.
33. Установа утилізації препаративних форм некондиційних пестицидів / [Н. Н. Буков, В. Т. Панюшкин, В. Д. Надькта, В. Д. Стрелков] // Наука и образование для целей безопасности : 5-я междунар. конф., 6—9 октября, 2008 : тезисы докл. — Пушино, 2008. — С. 15—19.
34. Термическая конверсия ядохимикатов / В. Г. Халтурин, В. Ю. Петров, В. В. Карманов [и др.] // Экология и промышленность России. — 2002. — декабрь. — С. 34—35.
35. Волгина Т. Н. Современные методы обезвреживания некондиционных пестицидов / Т. Н. Волгина, В. Т. Новиков, Д. В. Регузов // Ползуновский вестник. — 2010. — № 3. — С. 166 — 170.
36. Шевченко М. А. Очистка природных и сточных вод от пестицидов / М. А. Шевченко, П. Н. Таран, В. В. Гончарук. — Л. : Химия, 1989. — 184 с. — ISBN 5-7245-0325-5.
37. Фотоокисление пестицидов озоном и пероксидом водорода при подготовке питьевой воды / В. В. Гончарук, В. Ф. Вакуленко, О. А. Самсоны-Годоров [и др.] // Химия и технология воды. — 1995. — Т. 17, № 4. — С. 397—410.
38. Соболева Н. М. Гетерогенный фотокатализ в процессах обработки воды / Н. М. Соболева, А. А. Носонович, В. В. Гончарук // Химия и технология воды. — 2007. — Т. 29, № 2. — С. 125—159.
39. Аванесов А. В. Открытые источники УФ-излучения для поддержания фотокаталитических процессов очистки воды и воздуха / А. В. Аванесов, А. Т. Рахимов, В. Б. Саенко // Фундаментальные исследования. — 2009. — № 1 — 11 с.
40. Bringmann J. Mediated electrochemical oxidation for total degradation of HCN and other pesticides / J. Bringmann, U. Galla, H. Schmieder // 5th International HCN and pesticides forum, 25—27 June 1998 : forum book. — Bilbao, 1998. — P. 179—184.
41. Ивасенко В. Л. Новый процесс жидкофазной деструкции некондиционных пестицидов феноксильного ряда / В. Л. Ивасенко, О. С. Кукурина // Инженерная экология. — 2000. — № 2. — С. 17—23.
42. Ивасенко В. Л. Новый процесс жидкофазного обезвреживания некондиционных пестицидов металлоорганического ряда / В. Л. Ивасенко, В. Е. Катюхин, Т. Н. Волгина // Химия и химическая технология. — 2000. — Т. 43, № 3. — С. 397—410.
43. Волгина Т. Н. Влияние технологических параметров на процесс жидкофазного электрохимического окисления пестицидов / Т. Н. Волгина, В. Т. Новиков // Химия в интересах устойчивого развития. — 2007. — Т. 15, № 3. — С. 329—331.
44. Ранский А. П. Комплексный подход к переработке и утилизации отходов различных промышленных предприятий / А. П. Ранский // Металлургическая и горнодобывающая промышленность. — 1999. — № 2. — С. 95—97.
45. Balayan A. The condition of scientific developments and technical decisions on utilization and regeneration of pesticides unfit for purpose-oriented usage on the territory of Ukraine / A. Balayan, O. Gaydidey, A. Ransky // 5th International HCN and pesticides forum, 25—27 June 1998 : forum book. — Bilbao, 1998. — P. 292—297.
46. Реагентні методи переробки непридатних хлорвмісних пестицидних препаратів / [А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, С. П. Прокопчук, І. В. Васильківський] // II-й Всеукраїнський з'їзд екологів, 23—26 вересня 2009 р. : збірник наукових статей. — Вінниця, 2009. — С. 79—83.
47. Ранський А. П. Хлорвмісні органічні пестицидні препарати як об'єкти реагентного знешкодження / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 5. — С. 20—25.
48. Побирченко О. В. Ингибиторы питтинговой коррозии для газового конденсата / О. В. Побирченко, А. П. Ранский, И. Г. Плошенко // Вопросы химии и хим. технологии. — 1998. — № 1. — С. 11—12.
49. Пат. 52311А Україна, МПК6 C23C 22/02. Спосіб фінішної обробки металевих поверхонь деталей машин та меха-

нізмів / І. Г. Плошенко, О. А. Митрохин, А. П. Ранський, О. В. Гайдідей, О. Г. Панасюк ; заявник і власник патенту УДХТУ. — № 2002042740 ; заяв. 05.04.02 ; опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12.

50. Пат. 22286А Україна, МПК6 C10M 105/00. Мазильна композиція / І. Г. Плошенко, О. В. Побірченко, А. П. Ранський, О. Б. Моносов, О. Г. Панасюк ; заявник і власник патенту УДХТУ. — № 97052474 ; заяв. 28.05.97 ; опубл. 03.02.98, Бюл. № 3.

51. Пат. 47065 Україна, МПК9 B09B 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних α -арил-(гетарил)оцтової кислоти / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, Н. С. Звездецька; заявник і власник патенту ВНТУ. — № u200909021 ; заяв. 31.08.09 ; опубл. 11.01.10, Бюл. № 1.

52. Пат. 48144 Україна, МПК9 B09B 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних алкілкарбонових кислот / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, М. В. Євсєєва; заявник і власник патенту ВНТУ. — № u200909019 ; заяв. 31.08.09 ; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.

53. Пат. 48145 Україна, МПК9 B09B 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних арилкарбонових кислот / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, С. П. Прокопчук ; заявник і власник патенту ВНТУ. — № u200909020 ; заяв. 31.08.09 ; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.

54. Пат. 48146 Україна, МПК9 B09B 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних піридилкарбонових кислот / А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, О. В. Резніченко, С. В. Пелішенко; заявник і власник патенту ВНТУ. — № u200909023 ; заяв. 31.08.09 ; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.

55. Утилізація хлорвмісних пестицидних препаратів / [А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, М. В. Євсєєва, Т. М. Авдієнко] // Вопросы химии и хим. технологии. — 2010. — № 6. — С. 121—124.

Рекомендована кафедрою хімії та хімічної технології

Стаття надійшла до редакції 23.02.11

Рекомендована до друку 9.03.11

Ранський Анатолій Петрович — завідувач кафедри, **Євсєєва Марія Василівна** — доцент, **Гордієнко Ольга Анатоліївна** — старший викладач.

Кафедра хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет, Вінниця