

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕЗАКТИВАЦІЇ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНИХ ОБ'ЄКТІВ

Полякова І.О.

LLC «TechnoChemAtom»

вул. Юрія Шумського 5, 02098, м. Київ

polyakova_ira@ukr.net

У статті наводяться попередні результати експериментальних досліджень із дезактивації локальних поверхневих забруднень матеріалів нуклідами Cs, Sr та викладено особливості процесу дезактивації шляхом організації газофазного масоперенесення за рахунок хімічних транспортних реакцій та застосування спеціально розроблених технічних засобів. *Ключові слова:* поверхнєве забруднення, радіаційне забруднення, транспортні реакції, радіоактивні відходи, ядерно-паливний цикл.

Разработка методов повышения эффективности дезактивации радиационно загрязненных объектов. Полякова И.А.

В статье приводятся предварительные результаты экспериментальных исследований по дезактивации локальных поверхностных загрязнений материалов нуклидами Cs, Sr а также показано особенности процесса дезактивации путем организации газофазного массопереноса за счет химических транспортных реакций и применения специально разработанных технических средств. *Ключевые слова:* поверхностное загрязнение, радиационное загрязнение, транспортные реакции, радиоактивные отходы, ядерно-топливный цикл.

Development of methods of increase efficiency decontamination of radiation - contaminated objects. Polyakova I.O. The preliminary results of experimental studies on the deactivation of local surface contamination of materials with Cs, Sr nuclides are given in the article. The peculiarities of the deactivation process are also shown by means of gas-phase mass transfer through chemical transport reactions and application of specially developed technical means. *Key words:* surface contamination, radiation pollution, transport reactions, radioactive waste, nuclear fuel cycle.

Постановка проблеми. Радіоактивне забруднення поверхонь складної форми й конфігурації, розташованих горизонтально, вертикально, під нахилом, а також виробничого обладнання різних геометричних форм, металевих, дерев'яних, скляних, бетонних та інших поверхонь, різної шорсткості, тріщинуватості та глибини розколів, вологих та/або маслянистих, відбувається за рахунок відкладення і проникнення хімічних сполук нуклідів углиб структури матеріалів на глибини від 0,1 до 10 мм. Післяаварійні нукліди за умов взаємодії з природним середовищем зв'язуються у вигляді окисів, гідроокисів Cs та Sr, окисів Pu, Am, U та інших сполук.

Проведено порівняльний аналіз методів дезактивації радіаційно-забруднених поверхонь. У лабораторних умовах перевірено принципову можливість дезактивації радіаційно забруднених поверхонь із застосуванням піноподібних, пастоподібних складів різної реології.

Було розроблено інноваційні засоби дезактивації, що вміщують поверхнево-активні речовини та мінімальний уміст води у складі та дозволяють ефективно дезактивувати поверхні різного ступеня забруднення. Утворювані при цьому вторинні радіоактивні матеріали (радіоактивні відходи (далі – РАВ) у твердій формі, з мінімальним об'ємом іммобілізуються та розміщуються у спеціальні контейнери.

Метою роботи була розробка дезактивувальних сумішей, розробка дистанційних засобів нанесення дезактивувальних сумішей на забруднені поверхні, способи й засоби знімання сумішей, що вміщують радіонукліди (вторинні РАВ), з одночасним розміщенням у спеціальних пакетах-збірниках, визначення ступеня дезактивації радіаційно-забруднених поверхонь зразків інноваційними дезактивувальними засобами.

Рівні загального допустимого радіоактивного забруднення робочих поверхонь, шкіри персоналу (протягом робочої зміни) α -активними нуклідами та β -активними нуклідами лежать у межах від 1 до 200 част./хв \times см² (для α -активних нуклідів) та від 100 до 10000 част./хв \times см² (для β -активних нуклідів) [1], зокрема забруднення буває фіксоване та нефіксоване.

Для ефективної дезактивації поверхонь у лабораторних умовах уперше розроблено методи і хімічний склад, що направлені на видалення забруднень радіаційно-хімічної природи:

- шляхом утворення колоїдних розчинів твердих частинок із фіксацією у вигляді спеціальної «сухої піни» або гелю/пасти, що легко видаляється;
- шляхом переводу забруднень у водорозчинний стан, фіксації у вигляді стійких комплексів з адсорбцією пористими матеріалами або відкачуванням

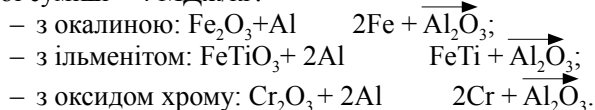
насосами із застосуванням спеціальних насадкових пристроїв;

– шляхом переведення забруднень у леткі з'єднання, що поглинаються спеціальними леткими матеріалами із використанням спеціальних технічних засобів (для очищення від забруднень, фіксованих у тріщинах та порах).

Фундаментом для розробки дезактивувальних сумішей спеціалістами LLC «TechnoChemAtom» для дезактивації локальних забруднень на великомасштабних поверхнях став «сухий метод», заснований на швидкоплинному процесі горіння самозапалювальної суміші (далі – СЗС) розробленого та апробованого на реальних об'єктах спеціалістами ДСП «Техноцентр», м. Чорнобиль [2]. Порошкова суміш реагентів із неметалами, наприклад окисів та металів-відновників, зволожується розчином зв'язки (спирт, мінеральна сіль), наноситься на поверхню та після сушіння ініціюється реакція горіння.

Інтенсивність та повнота СЗС реакцій залежить від засобу зменшення ΔF – вільної енергії утворення сполук з елементів. Зіставлення ΔF величин показує, що найбільш сильними відновниками окисів є Са, Mg, Al, Ti.

Для суміші заліза (окаліни), мінералу ільменіту, окису хрому та алюмінію реакція протікає за схемою з великим видаленням тепла, наприклад для останньої суміші – 4 МДж/кг:

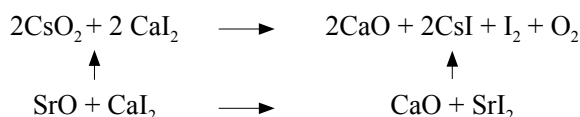


Під час горіння СЗС температура досягає 3 000°C, що перевищує температуру плавлення продуктів реакції, тому утворюється шлак у литому вигляді. Швидкість горіння складає від 10^{-3} до 10^{-1} м/с. При

цьому відбувається розігрів забрудненої нуклідами поверхні, спікання з утворенням шлаку, який швидко видаляється механічним шляхом разом із забрудненням [3]. Регулювання температури відбувається інертною добавкою, наприклад окисом алюмінію чи аналогічним продуктом реакції, температура в межах згасання складає 1500–1700 °С.

Виклад основного матеріалу. Дослідження можливостей дезактивації інноваційними піноподібними та пастоподібними сумішами проводиться шляхом моделювання процесу з використанням природної суміші стабільних ізотопів Cs та Sr. Поверхні необхідно обробити нітратами $CsNO_3$ та $Sr(NO_3)_2$, після цього прогріти до температури розкладання нітратів (585–570 °С) до окисів металів та NO_2 .

Збільшення ефективності дезактивації та повного видалення нуклідів із тріщин та пор поверхонь до дезактивувальної суміші додають йодиди та броміди, що є транспортувальним засобом, отриманим за умов взаємодії окисів нуклідів, які осіли у глибоких тріщинах, із паром, наприклад CaI_2 . Теоретично, цей процес можна описати за допомогою таких реакцій:



Для здійснення транспортної реакції масоперенесення необхідними є транспортувальна речовина та температурний градієнт, масоперенесення здійснюється з менш нагрітої до гарячої зони [4].

За загального тиску 1 атм. для масоперенесення у більш гарячу зону достатньо парціального тиску йодиду нукліду 10^{-6} атм [4].

Оцінка ефективності масоперенесення з тріщин за допомогою лазерного маспектрального аналізу

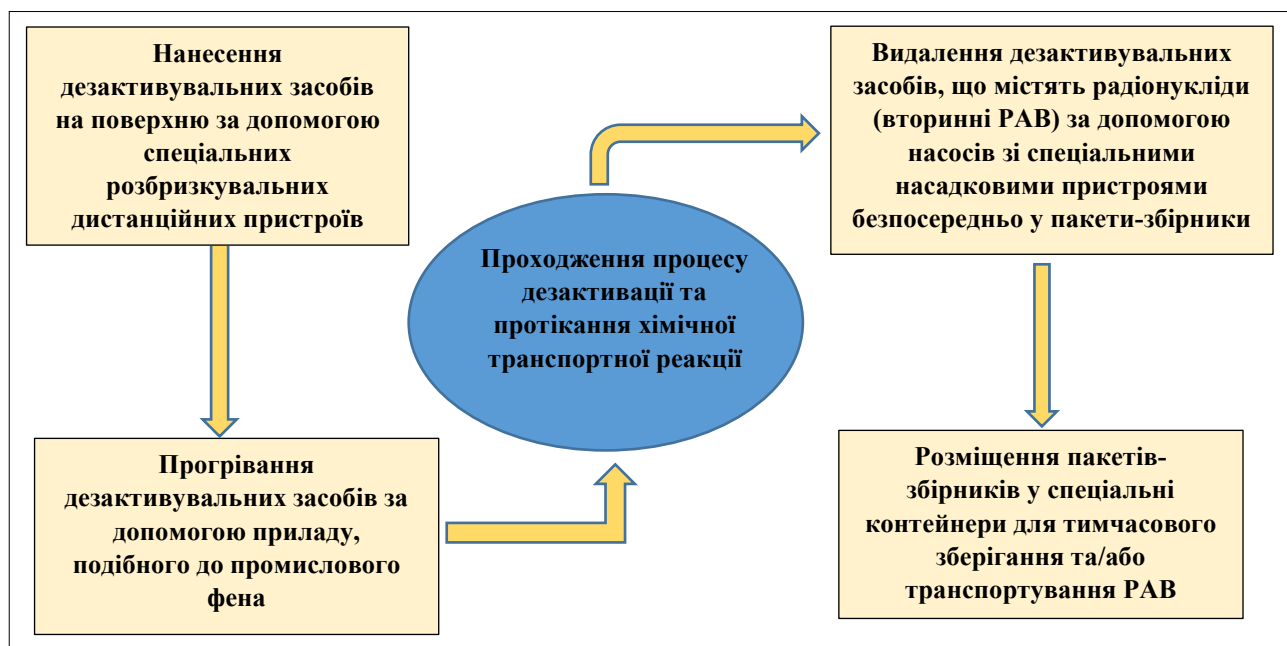


Рис. 1. Технологічний процес дезактивації поверхнево забруднених матеріалів

показав кращі результати на бетоні та цеглі (горизонтально розташовані поверхні від 75 до 95%), на асфальті та інших більш шорстких поверхнях ефективність масоперенесення, тому і ступінь дезактивації є нижчим, результати, отримані спеціалістами ДСП «Техноцентр», є дуже близькими за значенням, ефективність масоперенесення, оцінена за допомогою лазерного маспектрального аналізу, показала кращі результати на бетоні (до 90%), а на асфальті через локальне оплавлення та замурування тріщин і розколів ефективність масоперенесення нижча [5].

Технологічний процес дезактивації можна схематично показати за допомогою такої блок-схеми, показаної на рис. 1.

Головні висновки. Технологічний процес дезактивації інноваційним методом забезпечить мінімальний контакт персоналу із забрудненою поверхнею, зменшить час перебування людини у зоні впливу іонізуючого випромінювання та попередить надходження радіаційного забруднення у довкілля.

Однією зі значних переваг цієї розробки є мінімізація РАВ, зокрема рідких. Швидке та безпечне розміщення пакетів-збірників із РАВ у спеціальні контейнери для тимчасового зберігання та/або транспортування відходів.

Основними споживачами дезактивувальних засобів із застосування технічних пристроїв є підприємства, діяльність яких пов'язана з використанням та застосуванням хімічних та радіоактивних речовин, а також сумішей, зокрема підприємства ядерно-паливного циклу (до них належать підприємства урановидобувної та переробної промисловості, атомні електричні станції тощо), підприємства з радіаційно-ядерними технологіями, підприємства з поводження з радіоактивними відходами, медичні заклади (зокрема онкологічні інститути та клініки), радіаційно-хімічні, радіологічні та інші лабораторії, оздоровчі заклади тощо. А також підприємства з видобування нафти і газу, інших корисних копалин (дезактивація насосно-компресорних труб та іншого обладнання).

Література

1. Державні санітарні правила «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» (ОСПУ-2005), Затв. Наказом МОЗ України від 02.02.2005, № 54.
2. Гринько А.М., Зыков Г.А. Контроль содержания примесей в объектах окружающей среды методом лазерного микроанализа. Эргономика. Санкт-Петербург, 1992, 114 с.
3. Способ очистки загрязненного радионуклидами асфальта. Проспект. Мос. НПО «Радон», 1999 г.
4. Шефер Г. Химические транспортные реакции. Москва, Мир, 1964, С. 127.
5. Гринько О.М., Гецько П.І., Шидлик С.Д. Дезактивація поверхневих забруднень екзотермічною сумішшю // Матеріали науково-технічної конференції рятувальників «Проблеми поводження з радіоактивними відходами в Україні», Київ. 2008, С. 52–54.