

Т. В. Гребенюк, канд. техн. наук, Т. М. Онисимчук (НТУУ «КПІ»),
Л. А. Сербінова, канд. техн. наук (ДУ «ННДПБООП»)

АНАЛІЗ СТРУМЕНЕВИХ СПОСОБІВ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ ВІД РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Розглянуто один із фізичних способів дезактивації – струменевий спосіб знезараження поверхонь. Проаналізовано основні типи установок водоструменевого способу видалення радіоактивних забруднень, визначено їх переваги та недоліки. Встановлено найбільш перспективний спосіб знезараження з огляду на еколого-економічні показники.

Ключові слова: струменевий спосіб, дезактивація, гідромонітор, дезрозчин, високошвидкісний водоструменевий процес.

Рассмотрен один из физических способов дезактивации – струйный способ обеззараживания поверхностей. Проанализированы основные типы установок водоструйного способа удаления радиоактивных загрязнений, определены их преимущества и недостатки. Установлен наиболее перспективный способ обеззараживания с точки зрения эколого-экономических показателей.

Ключевые слова: струйный способ, дезактивация, гидромонитор, дезраствор, высокоскоростной водоструйный процесс.

One of physical methods of decontamination is jet method of disinfecting surfaces is investigated in the article. The basic types of plants waterjet method of radioactive pollution disposal are analyzed and their advantages and defects are determined. The most perspective method of disinfection from the point of view of ecological and economical indices is established.

Keywords: jet method, decontamination, hydromonitor, disinfectant solution, high speed waterjet process.

Вступ. Вода є універсальним засобом дезактивації, що дозволяє розчиняти хімічні речовини та очищувати за допомогою струменевого промивання гладкі поверхні будь-яких матеріалів від забруднення. Водоструменевий спосіб застосовують для дезактивації стін будівель, корпусу реактора, внутрішніх і зовнішніх поверхонь резервуарів, контейнерів тощо. Поток гарячої води під тиском дезактивують парогенератори, теплообмінники тощо.

Метою роботи є дослідження, порівняння та аналіз струменевих способів дезактивації заражених поверхонь, визначення перспективних водоструменевих способів знезараження з точки зору еколого-економічних показників.

Актуальність роботи. Спосіб дезактивації струменем води доступний і широко застосовується при дезактивації обладнання, ділянок місцевості з твердим покриттям і транспортних засобів. Його ефективність залежить від структури струменя, витрати води і напору (тиску) перед насадкою, що генерує водний струмінь. Енергоємність, економічні затрати та недоліки з огляду на екологічність ставлять під сумнів доцільність використання цієї технології.

Матеріал і результати дослідження. Вищезазначений спосіб ґрунтується на здатності спрямованого під тиском струменя води видаляти з поверхні дисперсні забруднення за рахунок його гідравлічної та термічної дії. Для збільшення ефективності очищення підвищують температуру води, застосовують миючі засоби (пральні порошки та пасти ОП-7, ОП-10, СФ-2У, господарське мило) або використовують воду під тиском [1].

Для появи сколювальної дії необхідна висока швидкість струменя – 20...25 м/с. Зі зменшенням відстані до поверхні зростають тиск струменя на поверхню та ефективність дезактивації. Оптимальний кут нахилу струменя до поверхні дорівнює 30...45°, температура води відіграє менш істотну роль, але через втрати тепла в струмені вона має становити близько 80°C. При дезактивації стін будівель від аерозольних забруднень струменем води значення коефіцієнта дезактивації K_d змінюється від 17 до 67. Водоструменева обробка внутрішніх поверхонь ємності для зберігання рідких радіаційних відходів менш ефективна – K_d перебуває в межах 2,5...3,3 [2].

Для очищення поверхонь виробів залежно від їх геометричних розмірів і виду забруднень можуть використовуватися гідравлічні струмені з тиском у діапазоні від 0,05 до 50 МПа [3].

Очищення струменем води під тиском до 5 атм. Для реалізації цієї технології існують три типи установок: стаціонарні, пересувні, переносні. Їх порівняльні характеристики наведено в табл. 1.

Стаціонарні установки в найпростішому випадку – це ємність з дезактивуючим розчином, до якої підключено насос. Місце проведення дезактивації необхідно обладнати трапом спецканалізації.

Робота пересувних установок заснована на багаторазовому впливі на забруднення інтенсивним повітряно-рідинним потоком і подальшому вакуумному збиранні відпрацьованого дезактивуючого розчину.

З 1986 по 1990 рр. такі установки використовувалися для дезактивації промислового майданчика та енергоблоків Чорнобильської АЕС, з їх допомогою дезактивовано більше 250000 м² [2].

Переносні установки струменевої дезактивації складаються із баку з дезрозчином і розпилювача. У бак із дезрозчином закачується повітря під тиском, який витісняє дезрозчин через розпилювач на поверхню [2].

Порівняльні характеристики установок дезактивації струменем до 5 атм

Тип установки	Переваги	Недоліки
Стаціонарні	Простота конструкції	Лише попередня дезактивація, видалення слабо фіксованих забруднень, великі витрати дезрозчинів, малий коефіцієнт дезактивації
Пересувні	Висока мобільність, відсутність спецналізації, низька витрата розчинів	Відносно малі коефіцієнти дезактивації, мала надійність систем, низька продуктивність, високі дозові навантаження
Переносні	Мобільність, простота використання	Низький коефіцієнт дезактивації, низька продуктивність, необхідність застосовувати спеціальних заходів із видалення дезрозчинів із зони дезактивації, високі дозові навантаження

Для підвищення ефективності дезактивації поверхонь, зокрема важкодоступних місць, застосовують струмені води під тиском від 5 до 50 атм.

Очищення струменем води під тиском від 5 до 50 атм. Ця технологія використовується на двох типах установок: стаціонарних і пересувних. Їх порівняльні характеристики наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Порівняльні характеристики установок дезактивації струменем від 5 до 50 атм

Тип установки	Переваги	Недоліки
Стаціонарні	Високий коефіцієнт дезактивації, в окремих випадках до декількох сотень	Складний комплекс супутніх споруд, велика кількість відпрацьованих розчинів, високе енергоспоживання
Пересувні	Мобільність, високі коефіцієнти дезактивації тріщин, порожнин	Високе енергоспоживання, великі витрати дезрозчинів, необхідність врахування спеціальних заходів з видалення відпрацьованих розчинів

Стаціонарні установки табл. 2 за своїм конструктивним складом практично не відрізняються від стаціонарних установок очищення під тиском до 5 атм, але з метою безпеки мають бути обладнанні боксами та системами спецвентиляції для проведення дезактивації.

Пересувні установки використовуються в основному для дезактивації великогабаритного устаткування на місці: стін, стель, трубних проходок, колодязів тощо.

Високошвидкісний водоструменевий процес. У цій технології для видалення забрудненого матеріалу використовують водяні струмені надзвукової швидкості. Реактивний струмінь створюється за допомогою випускного пристрою, виготовленого із сапфіро- або алмазоподібного матеріалу з отворами ($d = 0,05 \dots 0,5$ мм), отриманими лазерним свердлінням. Тиск, необхідний для створення швидкості струменя $500 \dots 1000$ м/с становить $150 \dots 400$ МПа [2].

Як результат проведених робіт із дезактивації територій, постраждалих через аварію на ЧАЕС, і відповідного аналізу цього, отримано залежності дезактивації різних пофарбованих поверхонь з використанням високошвидкісного водоструменевого способу, що представлені на рис. 1 [4].

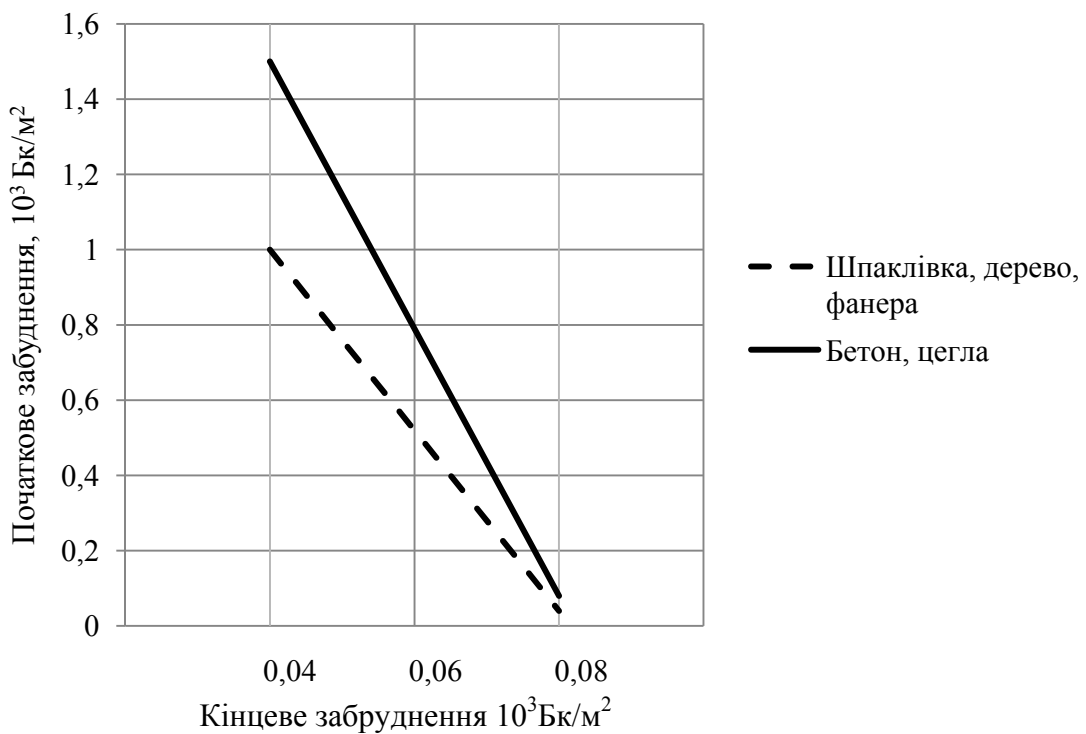


Рис. 1. Залежності дезактивації різних пофарбованих поверхонь з використанням високошвидкісного водоструменевого способу

Оскільки такий реактивний струмінь потрібно спрямовувати з високою точністю, ручне управління виключається.

Високошвидкісним реактивним водяним струменем можна видаляти забруднений матеріал із компонентів і деталей, виготовлених з бетону, органічних речовин, деяких металів і кераміки. Загальний недолік цієї технології – високі економічні витрати порівняно з попередніми.

Використання для дезактивації водних розчинів поверхнево-активних речовин (далі – ПАР) дозволяє при оптимальній витраті розчину ПАР близько 3 л/м², забезпечити зниження інтенсивності забруднень до 14 разів ($K_D = 14$) [3].

Деактивація зовнішніх поверхонь будівельних матеріалів у м. Прип'ять дає можливість порівняти ефективність використання ПАР для знезараження об'єктів (рис. 2) [4].

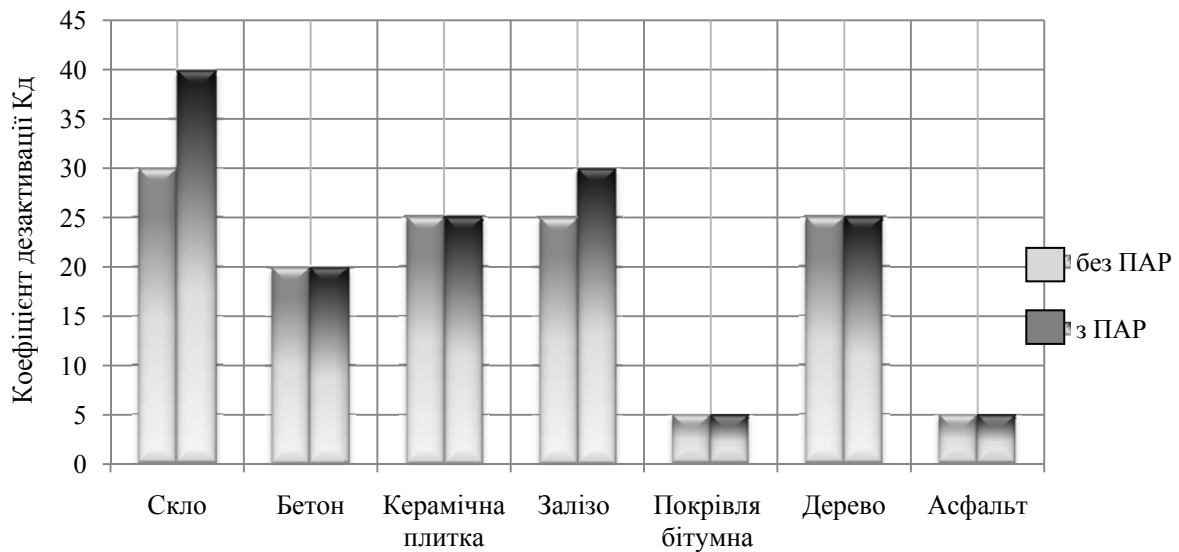


Рис. 2. Ефективність використання ПАР для знезараження об'єктів

Гідромонітори дезактиваційні. Застосовуються для механізованої дезактивації ємностей, ємнісного обладнання та виробничих приміщень. Ефективність дезактивації пояснюється хімічним впливом десорбуючого розчину та механічним впливом компактного струменя.

Як дезактивуєчі розчини застосовують гарячу воду або миючі десорбуючі розчини включно із слабкими розчинами кислот і лугів. Гідромонітор забезпечує з однієї установки дезактивацію поверхонь, що знаходяться в сфері від точки підвіски з радіусом до 6 м [2].

Переваги гідромоніторів – автоматизація процесу дезактивації, можливість багаторазової зміни дезактивуєчих розчинів у процесі дезактивації, повна обробка поверхні. Недоліки – можливість застосування тільки для дезактивацій специфічних приміщень, низькі коефіцієнти дезактивації та велика витрата дезактиваційних реагентів.

Висновки

Оцінивши вищезазначені способи за такими показниками, як економічні витрати, коефіцієнт дезактивації, екологічність методу, надійність систем, величина дозових навантажень тощо, можна зробити висновок про доцільність використання струменевих способів дезактивації поверхонь.

До недоліків цієї технології можна віднести високу енергоємність очищення, питання екологічності технології через необхідність

утилізації відпрацьованого дезрозчину та затрати на будівництво супутніх споруд (відстійники, колодязі, могильники, каналізація) .

Таким чином, порівнявши усі вищезазначені способи знезараження, можна зробити висновок, що найбільш доцільною є технологія високошвидкісної водоструменевої дезактивації, оскільки попри високі економічні затрати, цей метод має порівняно високий коефіцієнт дезактивації, при його використанні не пошкоджуються конструкції та деталі при видаленні забруднень, він має відносно високий показник продуктивності (в окремих випадках – до 50–60).

Список літератури

1. Балясников А. В. Моделирование процесса перемешивания струйным методом жидких радиоактивных отходов в прямоугольных емкостях / А. В. Балясников, Л. Ф. Зарипова, В. П. Пищулин, А. Я. Сваровский // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – № 4. – 4 с.

2. Носовский А. В. Дезактивация. Безопасность атомных станций / А. В. Носовский, В. М. Гавриш, А. А. Ключников, Д. А. Ткачев. – К. : Техніка, 2007. – 368 с.

3. Коряковский Ю. С. Съёмные полимерные покрытия для дезактивации: достижения и разработки, применение на практике, доступность технологии (обзор) / Ю. С. Коряковский, В. А. Доильницын, А. А. Акатов, С. А. Матвеев // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2014. – № 25. – 12 с.

4. Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій. Проведення рятувальних робіт / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.medcollege.te.ua/sayt1/Lecturs/Lekcia_OBGD/10Licvidacia.html.

*Дата подання статті до збірника – 08.04.2016
Рецензент – д-р техн. наук Здановський В.Г.*