

СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНОЇ ВОДИ

Олійник Ю. Г. аспірант, Ковальський В. П. к. т. н., доцент
Науковий керівник - Друкований М. Ф., д. т. н., професор

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

В останні роки спостерігаються спроби створення умов безпечної експлуатації ядерних об'єктів. Заперечення громадськості проти їх будівництва і експлуатації обумовлено рядом причин, зокрема перенесенням на ядерний комплекс відповідальності за шкідливий вплив на людину і природу всієї промисловості, енергетики, транспорту, сільського господарства [1-4]. Це відбувається через неможливість розмежовувати вплив на здоров'я людини радіаційного фактора від впливу канцерогенних та інших шкідливих хімічних речовин, що надходять у природне середовище в результаті експлуатації транспортних засобів, роботи основної маси промислових підприємств, невмілої хімізації сільського господарства та інших традиційних виробництв [5-9].

Існуюча практика видалення радіоактивних відходів в надра Землі може привести (при недотриманні основних санітарно-охоронних заходів) до серйозного забруднення підземних вод, що мають велике народногосподарське значення (також використовуються для питних цілей) і як наслідок критичної кількості радіаційних аварій [10-13].

Складовою частиною загального комплексу заходів щодо захисту води від впливів техногенного характеру є заходи радіаційного та хімічного захисту. Важливість цих заходів обумовлена наявністю великої кількості небезпечних радіаційних та хімічних об'єктів, а також сформованим на території країни станом радіаційної і хімічної безпеки.

Радіоактивні стічні води відрізняються великою різноманітністю радіоактивних елементів, що в них містяться. Кожен з цих елементів характеризується двома основними величинами: енергією радіоактивного випромінювання α -, β - і γ -променів і періодом напіврозпаду, тобто проміжком часу, протягом якого розпадається половина початкової кількості атомів.

Атоми одного хімічного елемента, ядра якого містять різну кількість нейтронів, називаються ізотопами. Наприклад, існує кілька ізотопів кисню, вуглецю. Деякі ізотопи радіоактивні, інші ні. Радіоактивні ізотопи нестабільні і під час розпаду перетворюються в інші ізотопи, при цьому створюючи випромінювання. Кожен радіоактивний ізотоп характеризується атомною масою і швидкістю розпаду [13-16]. В таблиці 1 наведені природні ізотопи, які беруть участь у створенні фонового випромінювання.

Таблиця 1 – Екологічно значимі природні ізотопи, які беруть участь у створенні фонового випромінювання

Ізотоп	Період напіврозпаду, років	Випромінювання
Уран-235 (^{235}U)	$7 \cdot 10^8$	α^{***} , γ^*
Уран-238 (^{238}U)	$5 \cdot 10^9$	α^{***}
Радій-226 (^{226}Ra)	1620	α^{***} , γ^*
Торій-232 (^{232}Th)	$1,4 \cdot 10^{10}$	α^{***}
Калій-40 (^{40}K)	$1,3 \cdot 10^9$	β^{***} , γ^{***}
Вуглець-14 (^{14}C)	5568	β^*

Примітки:

* Дуже низька енергія - $0,32 \cdot 10^{-13}$ Дж.

** Порівняно низька енергія - $0,32 \cdot 10^{-13} \dots 0,6 \cdot 10^{-12}$ Дж (ізотопи з даним видом енергії в таблиці не наводяться).

*** Висока енергія - $0,16 \cdot 10^{-12} \dots 0,48 \cdot 10^{-12}$ Дж.

Джерелом забруднення води найбільш часто є продукти поділу урану U235, що складаються з короткоживучих і довго існуючих радіоактивних ізотопів.

Високоактивні стічні води із вмістом радіоактивних ізотопів більше 1 мкюри/л утворюються в першій стадії процесу переробки використаного ядерного палива, при якому ставиться мета вилучити паливні і розщеплювальні матеріали. Кількість таких стічних вод невелика – 2-20 л на 1 м одержуваного урану U235. Крім продуктів розщеплення високоактивні стічні води містять велику кількість нерадіоактивних солей – понад 10 г/л, азотну кислоту, органічні розчинники та ін. [16].

Способи очищення радіоактивних стічних вод підрозділяються на фізико-хімічні (осадження, коагулювання, сорбція, іонообмін, екстрагування, випарювання, дистиляція), електролітичні (електроліз, електродіаліз, електроіонізація), біологічні.

При очищенні стоків від радіоактивних ізотопів способом осадження в очищувану воду додається в достатній кількості неактивний ізотоп того ж елемента або інший елемент, який є ізо-аморфним з радіоактивними мікрокомпонентами.

Близьким за технічною суттю [15] і результатом очищення води від радіонуклідів є спосіб одержання сорбуючої суспензії мікроорганізмів та процес фільтрування розчину радіонуклідів крізь шар біомаси мікроорганізмів (біосорбент) з наступним сушінням радіоактивної біомаси Біосуспензію. Інше технічне рішення [17] містить спосіб очищення вод, забруднених важкими металами, радіонуклідами, у присутності органічних речовин різної природи, який включає завантаження техногенно забрудненої рідини з наступною її термообробкою та активацією, та полягає в тому, що синтез наносорбента проводять в об'ємі техногенно забрудненої рідини з наступними осадженням/коагуляцією синтезованих наночастинок в умовах впливу імпульсного магнітного поля та відділенням твердої фази від рідкої.

Спосіб коагулювання з наступним осадженням застосовують при наявності у воді радіоактивних колоїдів. У разі необхідності виробляють фільтрування води. Так, наприклад, за допомогою сульфату алюмінію видаляють до 96-99,6% радіоактивного фосфору P32. Кращі результати виходять при застосуванні в якості коагулянту хлориду заліза. Спосіб сорбції радіоактивних іонів на зважених у воді речовини або на активованому вугіллі з подальшим їх осадженням є високоефективним: досягається видалення церію Ce144 і плутонію Рн239 до 99% [16].

Висновки

Специфічні властивості радіоактивних відходів вимагають застосування спеціальних методів переробки, які зводяться до концентрування відходів і розсіювання в навколишньому середовищі при дотриманні гранично допустимого вмісту в ній радіоактивних ізотопів.

Перелік джерел інформації

1. Ковальський В. П. Джерела радіоактивності будівельних матеріалів / В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков, Н. А. Акімов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.Б. Бекетова, 2019. – С. 94-95.
2. Бурлаков В. П. Джерела радіоактивності [Текст] / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 13-14.
3. Христин О.В. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів [Текст] / О.В. Христин, В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. – С. 184.

4. Друкований М. Ф. Зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів [Електронний ресурс] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8959>.
5. Олійник Ю. Г. Необхідність додавання заповнювачів до бетону для зниження радіаційного забруднення [Електронний ресурс] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, М. Ф. Друкований // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/viewFile/10480/8795>
6. Олійник Ю. Г. Захист середовища від радіоактивного впливу шляхом змінення складу бетону / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 34-36.
7. Ковальський В. П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов / В. П. Ковальский // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55-60.
8. Постолатій М. О. Радіаційна небезпека будівельних матеріалів [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 68-69 с.
9. Постолатій М. О. Радіаційна небезпека будівельних матеріалів [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 68-69 с.
10. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808. – No. 108083G. – <https://doi.org/10.1117/12.2501557>.
11. Л. Ф. Долина, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Защита вод от радиоактивного загрязнения: Монография / Л. Ф. Долина, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. Д.: «ЛИРА», 2016. – 477 с.
12. Ковальський В. П. Радіоактивність будівельних матеріалів [Текст] / В. П. Ковальський, Д.В. Мороз, В.В Євтєєва // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. – С. 162.
13. Заходи радіаційного та хімічного захисту – Режим доступу: https://studme.com.ua/10981205/bzhd/meropriyatiya_radiatsionnoy_himicheskoy_zaschity.htm
14. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмофериною добавкою [Текст] : монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6
15. База патентів України Спосіб очищення води від радіонуклідів – Режим доступу: <https://uapatents.com/4-59098-sposib-ochishhennya-vodi-vid-radionuklidiv.html>
16. Очищення стічних вод, що містять радіоактивні домішки – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-109-kanalizacia/127.htm>
17. База патентів України Спосіб очищення вод, забруднених важкими металами, радіонуклідами, у присутності органічних речовин різної природи – Режим доступу: <https://uapatents.com/4-49141-sposib-ochishhennya-virobnichikh-stichnikh-vod.html>