

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ З РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто фізико-хімічні властивості полімерних матеріалів, проаналізовано реакції складових в радіаційно-захисних матеріалах при поглинанні іонізуючого випромінювання шляхом сполучення хімічних елементів.

Ключові слова: полімерні матеріали; нейтрони; поліетилен; радіаційна активність; іонізуюче випромінювання; хімічні перетворення.

Abstract

The physicochemical properties of polymeric materials are considered, the reactions of components in radiation-protective materials at absorption of ionizing radiation by combination of chemical elements are analyzed.

Keywords: polymeric materials; neutrons; polyethylene; radiation activity; ionizing radiation; chemical transformations.

Вступ

На основі полімерів розроблено багато різних полімерних матеріалів, які отримали широке застосування в промисловості через свої корисні властивості. Зокрема в них цінується стійність до корозії, міцність, стійкість до дії агресивних середовищ, тривалість служби та ін.

Полімер утворюється з мономерів в результаті реакцій полімеризації або поліконденсації. До полімерів відносяться численні природні сполуки: білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди, каучук та інші органічні речовини. У більшості випадків поняття полімер відносять до органічних сполук, однак існує і безліч неорганічних полімерів. Велику кількість полімерів отримують синтетичним шляхом на основі найпростіших сполук елементів природного походження шляхом реакцій полімеризації, поліконденсації і хімічних перетворень.

Результати дослідження

Радіоактивне випромінювання, взаємодіючи з середовищем, що опромінюється, утворює іони різних знаків. Цей процес називається іонізацією і обумовлений дією на середовище ядер атомів гелію (α -частинки), електронів і позитронів (β -частинки), а також незаряджених частинок (корпускулярне і нейтронне випромінювання), електромагнітного/фотонного (рентгенівське [характеристичне та гальмівне] і γ -випромінювання) та іншого випромінювань[1-3].

Ядерні реактори, прискорювачі та відкритий космос є джерелами різних видів випромінювання. Небезпеку для людини можна оцінити по довжині пробігу частки і енергії, що передається біологічним тканинам. Альфа-частинки здатні проникнути в наше тіло на соті частки міліметра, бета-частинки на - 2,5 см.

Швидкі нейтрони є окремим видом випромінювання. Вони мають високу енергію і можуть проходити відстань у біологічних тканинах до 10 см

Оскільки поглинання нейтронного випромінювання супроводжується гамма-випромінюванням, необхідно застосовувати багат шарові екрани з різних матеріалів: свинець - поліетилен, сталь - вода

тощо. У ряді випадків для одночасного поглинання нейтронного та гамма-випромінювань застосовують водні розчини гідроксидів важких металів, наприклад, заліза $Fe(OH)_3$ [4-6].

Швидкі нейтрони погано поглинаються будь-якими ядрами, тому для захисту від нейтронного випромінювання застосовують комбінацію сповільнювач - поглинач. Найкращі сповільнювачі - водородомісні матеріали. Зазвичай застосовують воду, парафін, поліетилен. Також як сповільнювачі застосовують берилій і графіт. Уповільнені нейтрони добре поглинаються ядрами бору, кадмію.

Нейтронне випромінювання є потоком електронейтральних частинок ядра. Так зване вторинне випромінювання нейтрона, коли він стикається з яким-небудь ядром або електроном, має сильний іонізуючий вплив. Ослаблення нейтронного випромінювання ефективно здійснюється на ядрах легких елементів, особливо водню, а також на матеріалах, що містять такі ядра - воді, парафіні, поліетилені та ін.

Для підвищення радіаційної стійкості в полімери можна вводити антирад (ароматичні аміни, феноли, що дають ефект розсіювання енергії), спостерігаючи за їх основними фізико-хімічними властивостями, які можуть швидко змінюватись, залежно від самої добавки і її об'єму.

Під дією іонізуючих випромінювань в полімерах відбувається іонізація і збудження, які супроводжуються розривом хімічного зв'язку і утворенням вільних радикалів. Найбільш важливим є процеси з'єднання чи деструкції. При з'єднанні збільшується молекулярна маса, підвищується теплостійкість і механічні властивості. При деструкції, навпаки, молекулярна маса знижується, підвищується розчинність, зменшується міцність [7-10].

Поліетилен є синтетичним термопластичним неполярним полімером, що належить до класу поліолефінів. Продукт полімеризації етилену. Випускається у формі поліетилену низького тиску (поліетилену високої густини), який отримують суспензійним методом полімеризації етилену при низькому тиску на комплексних металоорганічних каталізаторах в суспензії або газофазним методом полімеризації етилену в газовій фазі на комплексних металоорганічних каталізаторах на носії, і поліетилену високого тиску (поліетилен низької густини), який отримують при високому тиску полімеризацією етилену в трубчастих реакторах або реакторах з перемішуючим пристроєм із застосуванням ініціаторів радикального типу. Крім того, існує декілька підкласів поліетилену, що відрізняються від традиційних вищими експлуатаційними характеристиками. Зокрема, надвисокомолекулярний поліетилен, лінійний поліетилен низької густини, поліетилен, що отримується на металоценових каталізаторах, бімодальний поліетилен [11-14].

Надвисокомолекулярний поліетилен як базовий матеріал був обраний для досліджень поглинання нейтронного випромінювання, адже термін його служби близько 50 років. Також він добре сумісний із сполуками бору, що використовуються для посилення поглинаючої здатності нейтронного захисту.

Висновки

Захиститися від виду нейтронного випромінювання не так просто, оскільки всі матеріали погано поглинають його. Тому вчені працюють над виготовленням багат шарових матеріалів, щоб поступово змінювати енергію нейтронів і таким чином робити їх більш піддатливими до поглинання.

Таким чином визначено, що:

- перший шар, де відбувається уповільнення швидких нейтронів, складається з елементів із малою атомною масою: води, парафіну, поліетилену, бетону, гідридів металів;
- другий шар призначений для поглинання повільних нейтронів. Він включає такі елементи, як бор, кадмій, гафній, європій, але процес поглинання супроводжується гамма-випромінюванням;
- третій шар передбачає ослаблення утвореного гамма-випромінювання, який складається з важких металів або еквівалентних матеріалів.

Але речовини, що застосовуються на першому етапі, мають недоліки. Вода може витікати, випаровуватись, тому її носій повинен характеризуватись високими гідроізоляційними властивостями. Парафіни легко плавляться, бетони мають високу питому вагу, гідриди металів дороговартісні. Тому актуальним є створення нового матеріалу без недоліків інших використовуваних речовин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Олійник Ю. Г. Способи підвищення радіаційно-захисних властивостей бетонної суміші [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський // Матеріали XIV Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Сталий розвиток міст» (86-ї

студентської науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 4-х ч. / Ч. 1. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – С. 172-174.

2. Олійник Ю. Г. Способи очищення радіаційно забрудненої води [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, М. Ф. Друкований // Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 25 – 26 березня 2021 р. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – С. 102-104.

3. Вікторова Є. М. Джерела природнього іонізуючого випромінювання [Текст] / Є. М. Вікторова, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2021 р. – Черкаси : ЧПБ, 2021. – С. 15-17.

4. Полімерні матеріали [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/himiya/polimerni-materiali.html>

5. Будівельні матеріали на основі полімерів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/lekcija-na-temu-budivelni-materiali-na-osnovi-polimeriv-dla-distancijnoi-formi-navcanna-276347.html>

6. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою [Текст] : монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6.

7. Матеріал защиты космонавта от радиации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iz.ru/export/google/amp/798399>

8. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc– International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020).

9. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).

10. Сердюк В.Р. Радіозахисні покриття вартропної структури із бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2008. – № 5. – С. 37–40.

11. Навчальний матеріал «Матеріалознавство» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uadoc.zavantag.com/text/37870/index-7.html>

12. 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>.

13. 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.

14. Реакції полімеризації та поліконденсації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sites.google.com/view/allhemi/теорія/18-реакції-полімеризації-і-поліконденсації>

Друкований Михайло Федорович — доктор технічних наук, професор, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Олійник Юлія Григорівна – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Mykhaylo Drukovanyy — Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia

Yulia Oliynyk – graduate student, faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Viktor Kovalskiy – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia