

9. Завгородня, Н. І. Утилізація телевізійних кінескопів та моніторів комп'ютерів із твердих побутових відходів в неорганічні матеріали [Текст] / Н. І. Завгородня, О. А. Півоваров // Вопросы химии и химической технологии. — 2013. — № 3. — С. 74–80.
10. Завгородня, Н. І. Дослідження кристалічної структури та окремих властивостей відновленого сульфиду цинку із катодоліумінофорів відпрацьованих телевізійних кінескопів та комп'ютерних моніторів [Текст] / Н. І. Завгородня, О. А. Півоваров // Сучасні проблеми хімії. — 2014. — Т. 1. — С. 8.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВОССТАНОВЛЕННОГО СУЛЬФИДА ЦИНКА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ КАТОДОЛЮМИНОФОРОВ

Определена сфалеритная модификация кристаллической структуры восстановленного сульфид цинка как вторичного сырья. Исследовано процессы обезвоживания и кристаллизации осадка восстановленного сульфид цинка, кристаллическую структуру выращенных гидротермальным методом восстанов-

ленных монокристаллов. Выявлено, что поведение восстановленного сульфида цинка отвечает общим закономерностям поведения этого неорганического вещества в водных растворах.

Ключевые слова: восстановленный сульфид цинка, сфалеритная модификация.

Завгородня Наталія Ігорівна, аспірант, молодший науковий співробітник, кафедра технологій неорганічних речовин та екології, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: nzavgorodnia@i.ua.

Завгородня Наталія Ігорівна, аспірант, молодший науковий співробітник, кафедра технологій неорганічних речовин та екології, ГВУЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна.

Zavgorodnia Natalia, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: nzavgorodnia@i.ua

УДК 629.565.2

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.31884

Казимиренко Ю. А.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЛАВУЧИХ КОМПОЗИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ГРУЗОВ

Разработаны научно-обоснованные практические рекомендации по формированию многослойных защитных конструкций для плавучих сооружений, предназначенных для перевозки и хранения радиоактивных грузов низкой и средней активности, первичный уровень ослабления ионизирующих излучений обеспечивают новые композиционные материалы и покрытия, изготовленные методами горячего прессования и электродугового напыления.

Ключевые слова: плавучие сооружения, конструкции биологической защиты, радиоактивные грузы, композиционные материалы, покрытия.

1. Введение

Развитие атомной энергетики, химической, горно-перерабатывающей промышленности, сельского хозяйства, медицины, внедрение новых технологий подъема радиоактивных отходов со дна Мирового океана связаны с проблемой хранения и утилизации радиоактивных отходов. В основном это низкоактивные вещества, состоящие из лабораторного оборудования, загрязненных покрытий, спецодежды, продолжающие в большинстве случаев оставаться источником ионизирующих излучений (ИИ). Увеличение объемов их транспортировки вызвало необходимость введения в эксплуатацию новых объектов морской техники: плавучих баз, специально оборудованных судов, складов, хранилищ, максимально приспособленных к грузовым операциям.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Особенностью специализированных объектов судостроения, предназначенных для перевозки радио-

активных грузов, является наличие конструкций биологической защиты (БЗ), снижающих интенсивность излучений и изготовленных из бетона и листовой стали [1, 2]. Создание слоистой конструкции из разнородных материалов обеспечивает уровни первичной и вторичной защиты. Использование в судостроительных технологиях композиционных бетонов направлено на решение проблем водонепроницаемости и снижения материалоемкости конструкций [3]. Применение низкоуглеродистых и низколегированных коррозионно-стойких сталей ограничено склонностью к радиационному распуханию и охрупчиванию [4]. Одним из перспективных направлений защиты конструкций от действия излучений является разработка облегченных радиационно-стойких композиционных материалов и покрытий, что достигается введением в состав ультра- и полидисперсных наполнителей [5], среди которых следует выделить полые стеклянные микросферы (ПСМ), применяемые в технологиях изготовления синтактических пен [6–8]. Научные работы, посвященные проектированию специализированных судов и плавучих сооружений [1, 2, 9] ориентированы на оптимизацию

прочностных характеристик конструкций, но не отражают вопросов взаимодействия ионизирующих излучений радиоактивных грузов с применяемыми материалами.

Цель работы — разработка научно-обоснованных практических рекомендаций по формированию защитных конструкций с использованием новых материалов.

Для достижения поставленной цели в работе на основании установленных закономерностей необходимо решить задачи выбора и нанесения материалов для формирования конструкций.

3. Теоретические и технологические основы формирования композитных конструкций

В основу проектирования конструкций БЗ положен системный подход с использованием когнитивных технологий [10], теоретических и экспериментальных методов исследований радиационной стойкости и рентгенозащитных свойств материалов [11, 12]. Повышение эксплуатационных свойств конструкций вызвало необходимость формирования многослойных конструкций с защитным композиционным слоем (рис. 1). В основу формирования защитных свойств композиций положен установленный в работе [13] эффект ослабления действия ИИ структурными элементами (стеклянными частицами, субструктурными элементами, переходной зоной), подтвержденный экспериментально, основополагающим является механизм многократного внутреннего отражения в гетерогенной среде поглощения.

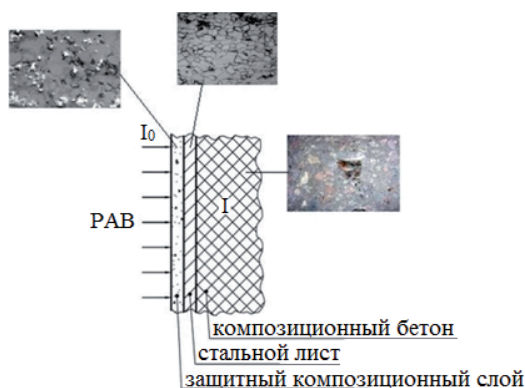


Рис. 1. Модель защитной конструкции для плавучих сооружений для перевозки и хранения РАВ

Защитный композиционный слой может быть изготовлен в виде горячепрессованных плиток (рис. 2) или нанесен с помощью электродугового напыления.



Рис. 2. Композиционная плитка

Технологический процесс формирования плит включает операции приготовления формовочной смеси, промежуточный прогрев для ее размягчения, приложение давления прессования и изотермическую выдержку, режимы которых приведены в работе [13].

Для формирования алюмоматричных композиций может быть использована порошковая продукция алюминия: порошок по ГОСТ 6058-73 (например, марки ПА-5) или пудра по ГОСТ 5494-95 (например, марки АПС-1А), в качестве наполнителя рекомендованы полые стеклянные микросферы, например, марки МС-А-9 (ТУ 6-48-108-94), порошки SiC (ГОСТ 9428-73) и Al₂O₃ (ГОСТ 30558-98). Разработанная технология горячего прессования позволяет получать плитки с максимальным размером до 500 мм, толщина слоев выбирается, исходя из уровня активности грузов, минимальное значение составляет 10 мм. Для крепления алюмоматричных плит к стальным поверхностям конструкций решена задача выбора компаунда на основе ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), с объемным наполнением полыми стеклянными микросферами до 60 %, этот состав можно использовать для заделки стыков. Нанесение защитного слоя с помощью электродугового напыления возможно как в условиях цеха, так и на строительном месте. Для формирования композиций рекомендуется использование цельнотянутых проволок марок Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70) и Св-АМг5 (ГОСТ 7871-75), в качестве наполнителей — полые стеклянные микросферы (ТУ 6-48-108-49) со средним размером 40 мкм, порошки натрийсиликатного (ГОСТ 24315-80) и свинцовосодержащего (ГОСТ 9541-75) стекла дисперсностью 40...60 мкм. В качестве сырьевой базы можно использовать измельченные бытовые отходы хрусталя и стекло рентгеновского оборудования. Режимы нанесения покрытий и применяемое оборудование должны обеспечивать равномерную и непрерывную подачу наполнителя и необходимое качество покрытий [13], технологические ограничения по толщине наносимого слоя 2...4 мм. Для дополнительной защиты от коррозионных процессов рекомендуется обработка поверхности жидким стеклом по ГОСТ 13078-81. Результаты исследований рентгенозащитных свойств и радиационной стойкости разработанных композиционных материалов и покрытий изложены в работах [12, 13]. Установлено, что применение разработанных материалов и покрытий защищает конструкции из Ст3 (ГОСТ 380-94) от действия γ -излучения Co⁶⁰ на 28...56 %. Защитный композиционный слой при взаимодействии с диффузионным потоком ИИ (рис. 1), обеспечивает первичный уровень защиты, непоглощенная часть энергии передается на другие слои: стальной лист и бетон. Нанесение защитного слоя на внутреннюю поверхность баков (встроенных контейнеров) для перевозки и хранения радиоактивных грузов (рис. 3) или в пространство между баками и заливкой из бетона, позволит не только увеличить степень защиты, но и уменьшить толщины стальных листов, снизив тем самым массогабаритные показатели.

Выбор оптимальной конструктивно-компоновочной схемы требует рассмотрения тепловых процессов, происходящих в грузовой зоне плавучих сооружений, что является объектом дальнейших исследований. Создание плавучих композитных сооружений позволит решить проблемы утилизации и переработки многих видов радиоактивных отходов.

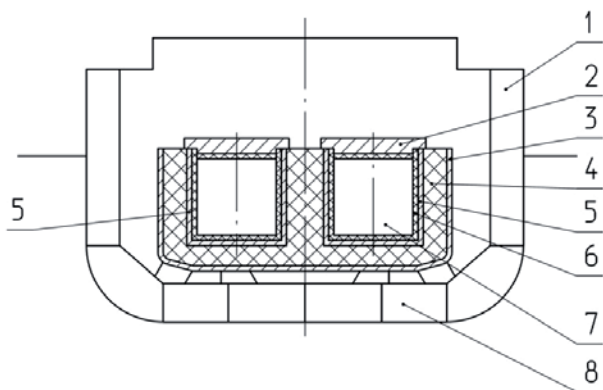


Рис. 3. Схема расположения конструкции БЗ на плавучих сооружениях для перегрузки и хранения РАВ: 1 — двойной борт; 2 — крышка контейнера; 3 — внешний корпус конструкции БЗ; 4 — бетонный слой; 5 — баки для грузов; 6 — композиционный защитный слой; 7 — груз; 8 — двойное дно

4. Выводы

1. В основу проектирования защитных конструкций плавучих сооружений положены новые научные представления о процессах и механизмах взаимодействия ионизирующих излучений перевозимых грузов с материалами конструкций.

2. Защитный композиционный слой может быть изготовлен в виде плиток с размерами до 500 мм, изготовленных методом горячего прессования из порошковой продукции алюминия с добавлением полых стеклянных микросфер, порошков SiC и Al₂O₃, которые с помощью радиационно-стойкого компаунда крепятся к поверхности стальных конструкций.

3. Формирование защитного композиционного слоя возможно методом электродугового напыления сварочных проволок Св-08Г2С и Св-АМг5 с использованием в качестве наполнителей полых стеклянных микросфер, а также порошков натрийсиликатного и свинцово-содержащих стекол.

Литература

- Барышников, М. В. Перевозка ОЯТ морским транспортом [Текст] / М. В. Барышников, А. В. Худяков, В. М. Овсянников, В. И. Шлячков // Безопасность окружающей среды. — 2010. — № 1. — С. 98–105.
- Антипов, С. В. Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выводением из эксплуатации объектов атомного флота на северо-западе России [Текст]: монография / С. В. Антипов, Р. В. Арутюнян, Л. А. Большов и др.; под ред. А. А. Саркисова; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М.: Наука, 2010. — 346 с.
- Пичугин, А. Д. О развитии серобетонного судостроения [Текст] / А. Д. Пичугин // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2007. — № 2(37). — С. 114–117.
- Воеводин, В. Н. Эволюция структурно-фазового состояния и радиационная стойкость конструкционных материалов [Текст] / В. Н. Воеводин, И. М. Неклюдов. — Київ: Наукова Думка, 2006. — 378 с.
- Артемьев, В. А. Об ослаблении рентгеновского излучения ультрадисперсными средами [Текст] / В. А. Артемьев // Письма в Журнал технической физики. — 2007. — Т. 23, № 6. — С. 5–9.

- An, Z. Glass/Ni-P/Co-Fe-P three layer hollow microspheres: Controlled fabrication and magnetic properties [Text] / Z. An, J. Zhang // Materials Letters. — 2012. — Vol. 85. — P. 95–97. doi:10.1016/j.matlet.2012.07.003
- Li, G. A crumb rubber modified syntactic foam [Text] / Guoqiang Li, Manu John // Materials Science and Engineering: A. — 2008. — Vol. 474, № 1–2. — P. 390–399. doi:10.1016/j.msea.2007.04.029
- Zhang, Q. Electroless nickel plating on hollow glass microspheres [Text] / Q. Zhang, M. Wu, W. Zhao // Surface and Coatings Technology. — 2005. — Vol. 192, № 2–3. — P. 213–219. doi:10.1016/j.surfcoat.2004.06.013
- Рашковский, А. С. Методологические основы управления проектами строительства композитных плавучих сооружений [Текст] / А. С. Рашковский, Н. Г. Слуцкий, К. В. Кошкин. — Николаев: НУК, 2005. — 232 с.
- Фарионова, Т. А. Когнитивное моделирование в проектировании композиционных материалов и покрытий [Текст] / Т. А. Фарионова, Ю. А. Казимиренко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 1/6(49). — С. 36–38. — Режим доступа: \www/URL: http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2382/2184
- Казимиренко, Ю. О. Перспективи застосування металоскляних покриттів з підвищеними рентгенозахисними властивостями для конструкцій технічних засобів перевезення радіоактивних речовин [Текст] / Ю. О. Казимиренко // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. — 2013. — № 8. — С. 134–140.
- Казимиренко, Ю. А. Закономерности формирования металлостеклянных материалов и покрытий с повышенными рентгенозащитными свойствами [Текст] / Ю. А. Казимиренко // Технологический аудит и резервы производства. — 2013. — № 6/2(14). — С. 4–8. — Режим доступа: \www/URL: http://journals.uran.ua/tarp/article/view/19497/17165
- Казимиренко, Ю. А. Формирование электродуговых покрытий с повышенной прочностью, демфирующей способностью и коэффициентом поглощения излучений [Текст] / Ю. А. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева, А. А. Карпеченко, А. А. Жданов // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». — 2013. — № 41, Ч. 1. — С. 117–121.

ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПЛАВУЧИХ КОМПОЗИТНИХ СПОРУД ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ РАДІОАКТИВНИХ ВАНТАЖІВ

Розроблено науково-обґрунтовані практичні рекомендації щодо формування багат шарових захисних конструкцій для плавучих споруд, призначених для перевезення та зберігання радіоактивних вантажів низької та середньої активності, де первинний рівень послаблення іонізуючих випромінювань забезпечують нові композиційні матеріали і покриття, які виготовлені методом горячого пресування та электродугового напылення.

Ключові слова: плавучі споруди, конструкції біологічно-го захисту, радіоактивні вантажі, композиційні матеріали, покриття.

Казимиренко Юлия Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра материаловедения и технологии металлов, Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова, Николаев, Украина, e-mail: u.a.kazimirenko@gmail.com, uakazi@mksat.net.

Казимиренко Юлія Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра матеріалознавства і технології металів, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Миколаїв, Україна.

Kazymyrenko Yuliia, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, e-mail: u.a.kazimirenko@gmail.com, uakazi@mksat.net