

ных веществ для дезинфекции объектов и сооружений показало, что наименьшее значение такого интегрирующего показателя как экоиндикатор, соответствует варианту применения раствора озона в воде. Кроме того, необходимо отметить, что из вариантов применения хлорсодержащих веществ наилучшей характеристикой обладает гипохлорит натрия.

Оценка жизненного цикла позволила определить количественные экологические показатели различных дезинфицирующих веществ, включая стадии их производства, приготовление реагента и непосредственно процесса дезинфекции. На основании оценки жизненного цикла можно предсказать возможные последствия по таким категориям воздействия, как здоровье человека, состояние экосистем, истощение природных ресурсов, а также обосновать выбор наилучшей технологии при сравнении альтернативных вариантов.

Среди рассмотренных вариантов наиболее эффективным из хлорсодержащих реагентов является использование гипохлорита натрия. Однако если сравнивать хлорсодержащие реагенты с озоном, то технологии дезинфекции с использованием последнего являются наиболее эффективными.

Работа выполнена при поддержке ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхимия», задание 2.1.02 «Сорбционные, каталитические и мембранные материалы для водоочистки и водоподготовки», НИР 5 «Физико-химические основы коррозии материалов в дезинфицирующих средах и разработка экологических и высокоэффективных способов дезинфекции» (2021-2023 гг.).

Список литературы

- 1 Дезинфекция озоном водозаборных скважин и трубопроводов систем питьевого водоснабжения / В. И. Романовский [и др.] // Труды БГТУ. – 2013 – № 3 (159): Химия и технология неорганических веществ. – С. 55–60.
- 2 **Романовский, В. И.** Коррозионная устойчивость стали 15 к дезинфицирующим растворам / В. И. Романовский, В. В. Жилинский // Труды БГТУ. – 2015 – № 3 (176): Химия и технология неорганических веществ. – С. 29–34.
- 3 Анализ эффективности дезинфекции сооружений питьевого водоснабжения с использованием хлорсодержащих дезинфицирующих средств и озона / В. И. Романовский [и др.] // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – № 2 (92). – С. 68–71.
- 4 **Романовский, В. И.** Сравнительный анализ коррозионной устойчивости углеродистых сталей к дезинфицирующим растворам электрохимическим методом / В. И. Романовский, В. В. Жилинский, Ю. Н. Бессонова // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2016. – № 2 (98). – С. 126–129.
- 5 Определение основных параметров дезинфекции и обеззараживания озоном сооружений питьевого водоснабжения / В. И. Романовский [и др.] // Труды БГТУ. – 2015 – № 3 (176): Химия и технология неорганических веществ. – С. 108–112.
- 6 **Романовский, В. И.** Сравнительный анализ способов дезинфекции водозаборных скважин и сооружений водоснабжения / В. И. Романовский, Ю. Н. Бессонова // Перспективы развития и организационно-экономические проблемы управления производством : материалы Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 т. Т. 1. – Минск : Право и экономика, 2015. – С. 211–226.
- 7 **Романовский, В. И.** Эффективность использования озона в технологии водоподготовки / В. И. Романовский, А. Д. Гуринович, П. Вавженюк // Водоочистка. – 2014. – № 2. – С. 66–70.
- 8 **Романовский, В. И.** Коррозионная устойчивость стали 15 к дезинфицирующим растворам / В. И. Романовский, В. В. Жилинский // Труды БГТУ. – 2015. – № 3 (176): Химия и технология неорганических веществ. – С. 29–34.
- 9 **Рымовская, М. В.** Воздействие отработанных растворов дезинфекции сооружений водоснабжения на почву / М. В. Рымовская, В. И. Романовский // Труды БГТУ. – 2016 – № 4 (186): Химия и технология органических веществ. – С. 214–219.

УДК 621.763(476)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕЦИКЛИНГЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е. Ф. КУДИНА

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель;
Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель*

К. В. ЕФИМЧИК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Согласно данным государственного учреждения «Оператор вторичных материальных ресурсов» за 2022 год, объем сбора вторичных материальных ресурсов (ВМР) за последние 10 лет в Республике Беларусь увеличился в 2 раза (рисунок 1), а уровень использования коммунальных отходов возрос почти в 3 раза [1].



Рисунок 1 – Динамика сбора ВМР и уровень использования коммунальных отходов

Исследование происхождения отходов, их состава и качества сортировки является необходимым этапом в разработке эффективной стратегии по использованию отходов в качестве вторичных материальных ресурсов и снижению их негативного влияния на окружающую среду [2].

Содержание ВМР в твердых коммунальных отходах (ТКО) распределяется следующим образом: пластиковые отходы (12 %) находятся на третьем месте после отходов бумаги (49 %) и стекла (24 %), которые легко поддаются рециклингу.

В связи с широким применением полимерных композиционных материалов (ПКМ), составляющих основную часть вторичного сырья, а также с учетом их специфических свойств, в частности, высокой стойкости к воздействиям окружающей среды, проблема их утилизации актуальна и имеет как экономический, так и экологический характер.

Решить задачу утилизации ПКМ сложно технически и технологически, поскольку вторичное сырье – это многокомпонентные продукты, содержащие в различных количествах широкий спектр как органических, так и неорганических компонентов: глину, песок, металлы, соли, оксиды и другие компоненты.

Таким образом, при разработке новых ПКМ необходимо решить задачу негативного влияния их на окружающую среду в процессе жизненного цикла готового изделия, а также повторного использования их в качестве вторичного сырья.

Интерес применения шунгита в качестве наполнителя для ПКМ вызван особенностями его химического строения и структуры, природным происхождением, экологической безопасностью, а также невысокой стоимостью.

Цель работы – разработка ПКМ на основе полипропиленовой матрицы и диспергированного шунгита, исследование механических свойств разработанного материала.

В качестве полимерного связующего использовали гранулы полипропилена марки PP 8300G (EPYS30RE).

Полипропилен PP 8300G является продуктом сополимеризации пропилена и этилена в присутствии комплексных металлоорганических катализаторов.

В качестве наполнителя использовали диспергированный шунгит. Шунгит – природный материал, содержащий углерод в виде фрагментов фуллереноподобных структур. На рисунке 2 представлена фуллереноподобная структура шунгита.

Композиции получали путем смешивания компонентов в расплаве на лабораторном одношнековом смесителе. Взвешивание компонентов производили на лабораторных весах M-ER 122 ACFJR. Температура смешения

составляла 180 °С, скорость вращения ротора – 70 об/мин, время смешивания – 20 мин. Массовое содержание шунгита в композициях варьировали от 0,5 до 10 мас. %. При содержании шунгита более 10 мас. % в данном смесителе происходит агломерация частиц шунгита.

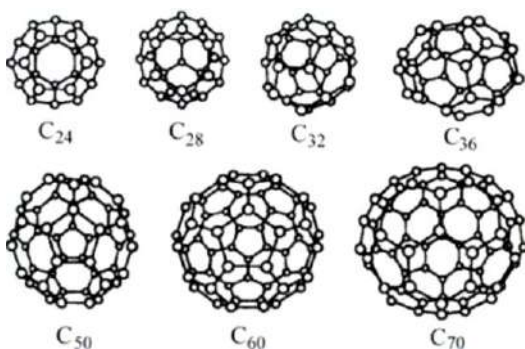


Рисунок 2 – Фуллереноподобные структуры, содержащиеся в шунгите

Испытание образцов на сжатие проводилось в соответствии с ГОСТ 4651–2014 в лаборатории «Электрические и электронные системы» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» на универсальной разрывной машине ТС244.31А. Обработку результатов исследования проводили в соответствии с ГОСТ 4651–2014.

Анализ проведенных исследований показал, что введение в качестве наполнителя диспергированного шунгита в количестве от 0,5 до 4 мас. % нецелесообразно, т. к. прочность композиции уменьшается. При введении диспергированного шунгита в количестве от 5 до 7 мас. %, прочность композиции увеличивается практически на 23 %. Введение наполнителя более 8 мас. % также является нецелесообразным, т. к. не влияет на прочность исходного материала.

После исследования влияния состава композиции на механические свойства разрушенные образцы с наполнителем из диспергированного шунгита в количестве от 5 до 7 мас. % были подвергнуты вторичной переработке для оценки изменения их свойств в процессе рециклинга.

Изучение изменения прочности при сжатии полученных образцов показало, что физико-механические характеристики разрабатываемого материала после повторной переработки ухудшились не более чем на 2 %.

Таким образом, изготовление изделий на основе модифицированного шунгитом полипропилена позволяет получить экологически безопасный материал с повышенной прочностью, не оказывающий негативного влияния на окружающую среду в процессе жизненного цикла изделия, а также повторного использования его в качестве вторичного сырья.

Список литературы

1 Отчет ГУ "Оператор вторичных материальных ресурсов" за 2022 год [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – 2023. – Режим доступа : <https://vtoroperator.by/content/otchet-gu-operator-vtorichnykh-materialnykh-resursovs-za-2022-god>. – Дата доступа : 14.09.2023.

2 Кудина, Е. Ф. Методы утилизации и рециклинга полимерных композиционных материалов / Е. Ф. Кудина, К. В. Ефимчик // Полимерные материалы и технологии. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 77–86. – DOI: 10.32864/polymmattech-2022-8-4-77-86.

3 ГОСТ 4651–2014 (ISO 604:2002) Пластмассы. Метод испытания на сжатие. – Введ. 2015-03-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.

УДК 620.197:621

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕАКТОПЛАСТОВ

Е. Ф. КУДИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель;

Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель

П. А. КУРИЦЫН, И. В. ПРИХОДЬКО, Г. Р. ГОНЧАРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. К. ОНГАРБЕКОВ

ТОО «Казахстанский центр сертификации на железнодорожном транспорте», г. Астана

Требования, предъявляемые к изделиям, работающим на железнодорожном транспорте в условиях постоянного воздействия внешних механических факторов (вибрация, удары и др.), влекут за собой необходимость разработки и внедрения современных композиционных материалов, способных обеспечить высокие механические и эксплуатационные показатели. Одним из перспективных направлений решения отмеченной задачи является применение функциональных материалов на основе эпоксидиановой смолы (ЭС).

Термореактивные системы на основе эпоксидиановых олигомеров обладают широким спектром ценных свойств: малой усадкой при переходе в твердое состояние, высоким значением адгезионной прочности к различным субстратам, химической стойкостью к действию агрессивных сред. Однако, несмотря на высокие физико-химические и механические свойства композиционных материалов, получаемых на основе ЭС, их существенным недостатком является хрупкость и недостаточная эла-