

## ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ДЕЗИНФЕКЦИИ СООРУЖЕНИЙ И ОБЪЕКТОВ

*Н. Г. КОРОБ, М. А. КОМАРОВ, А. В. ПОСПЕЛОВ*

*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*

В работе дана оценка воздействия на окружающую среду различных способов дезинфекции сооружений и объектов, а также показаны перспективы использования озонирования по показателям экологической эффективности.

В последние годы в мире отмечается ухудшение эпидемиологической обстановки в связи с появлением опасных инфекций. По этой причине на белорусской границе с 1 сентября 2023 года начали проводить обязательную дезинфекцию транспорта для того, чтобы снизить риск ввоза в Беларусь возбудителей опасных инфекций.

Дезинфекция представляет собой комплекс мероприятий, направленных на уничтожение возбудителей инфекционных заболеваний, разрушение токсинов на поверхности объектов и является одним из видов обеззараживания. Среди веществ, используемых для дезинфекции, наибольшее распространение получили хлор, хлорная известь, гипохлорит натрия и гипохлорит кальция, озон [1–3].

Недостатками способов хлорирования являются недостаточная эффективность дезинфекции, образование высокотоксичных хлорорганических соединений, высокие дозы используемого активного хлора, высокая токсичность самого хлора и многих хлорсодержащих агентов, высокая коррозионная активность раствора, длительность времени обработки и соответственно времени простоя объектов, а также необходимость в дехлорировании растворов, с помощью которых производили обработку.

Использование озона приводит к упрощению процесса, повышению эффективности дезинфекции, снижению времени обработки и соответственно времени простоя объектов, меньшему коррозионному воздействию на металлические части объектов. Кроме этого, стоит отметить его экологическую безопасность. Применение озона для дезинфекции устраняет необходимость обезвреживания раствора после использования, поскольку озон распадается на кислород в воде в течение небольшого периода времени, которое, как правило составляет менее одного часа. Как показано в ряде работ, несмотря на то, что озон является более сильным окислителем в сравнении с гипохлоритами, он оказывает в 3–4 раза меньшее коррозионное воздействие на материалы и при низких концентрациях (50–250 мг/л), и при высоких (2 мас. %), за счет значительного меньшего времени воздействия для достижения требуемого эффекта дезинфекции [4–8].

Для оценки и сравнения альтернативных вариантов дезинфекции проводился анализ воздействия на окружающую среду таких дезинфицирующих веществ, как гипохлорит кальция, гипохлорит натрия, хлорная известь и озон (его насыщенный раствор в воде). В качестве функциональной единицы выбран объем дезинфицирующего раствора в количестве 1 м<sup>3</sup>. Воздействие на окружающую среду происходит на всех этапах. Для оценки жизненного цикла процесса дезинфекции объектов и сооружений применялся программный продукт SimaPro 804, включающий метод исследования IMPACT 2002+ V2.12 / IMPACT 2002+. Для сравнительного анализа оценку проводили по 10 различным методикам, включенным в программный продукт SimaPro 804. Как следует из результатов проведенного инвентаризационного анализа, рассмотренные варианты применения различных веществ для дезинфекции объектов и сооружений характеризуются такими экологическими аспектами, как потребление сырьевых материалов и энергии, а также выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы сточных вод в водные объекты или в местную сеть канализации, образование отходов [9]. Согласно этапам оценки воздействия жизненного цикла по имеющимся входным и выходным потокам установлены категории воздействия. На основании данных инвентаризационного анализа проводится оценка значимости потенциальных воздействий исследуемой системы на окружающую среду.

Установлено, что наиболее небезопасным хлорсодержащим дезинфицирующим веществом для окружающей среды и человека является использование гипохлорита кальция. Применение насыщенного раствора озона вызывает истощение озонового слоя и является источником ионизирующего излучения. Применение методики оценки жизненного цикла для сравнения применения различ-

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].