

реализация пилотных проектов, демонстрирующих эффективность технологии в конкретных условиях республики.

Литература

1. Строительные правила Республики Беларусь СП 4.01.02-2022 Сети наружной канализации и сооружения на них. Утверждены и введены в действие постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30 декабря 2022 г. № 114.

УДК 628.196

Выбор варианта дезинфекции сооружений водоснабжения на основе оценки жизненного цикла

Каравацкая К.С., Марушевский В.О.,
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель Комаров М.А.

Вариант дезинфекции сооружений водоснабжения на основе оценки жизненного цикла фокусируется не просто на уничтожении микробов, а на экологической и экономической эффективности всего процесса: от выбора дезинфицирующих веществ, их влияния на окружающую среду (образование побочных продуктов), до утилизации, с учетом энергозатрат, рисков для здоровья и долгосрочной надежности системы, чтобы минимизировать воздействие на природу и человека на всех этапах жизненного цикла сооружения.

Текст статьи: Дезинфекция поверхностей различных видов стали актуальна для пищевой промышленности, мест общественного питания, здравоохранения и на постоянной основе дезинфекция используется на сооружениях водоподготовки [1–4].

Регулярная дезинфекция поверхностей необходима, но некоторые из них или их побочные продукты могут быть опасны для окружающей среды и здоровья [5, 6]. Одним из примеров является утилизация хлорсодержащих сточных вод, которые собираются после очистки и могут представлять опасность для окружающей среды [7]. Дезинфекция также приводит к ускоренной деградации материала. Это может привести к усилению коррозии даже после периода обработки, если дезинфицирующие средства

попадут в поры или трещины. Время обработки обычно составляет 6–24 часа при обработке хлором и всего 0,5 часа при обработке озоном [8].

Оценка значимости потенциальных воздействий исследуемой системы на окружающую среду проводится на основании данных инвентаризационного анализа [9]. Для оценки жизненного цикла процесса дезинфекции сооружений водоснабжения применялся программный продукт SimaPro 8.04. В качестве единицы расчета выбрано получение 1 м³ дезинфицирующего раствора. Сравнение осуществляли по следующей методике:

Первоначально определяются категории воздействия (канцерогенные эффекты, респираторные эффекты, истощение озонового слоя, воздействие на водные и земельные ресурсы и др.). Полученные результаты применения различных дезинфицирующих веществ по категориям воздействия показали, что наиболее небезопасным хлор содержащим дезинфицирующим веществом для окружающей среды и человека является использование гипохлорита кальция и натрия, однако, согласно методике расчета, применение насыщенного раствора озона является источником загрязнения водных объектов и почв тяжелыми металлами.

Следующим этапом оценки жизненного цикла является взвешивание, заключающееся в оценке значимости каждой категории воздействия для объединения значений категорий в единую величину, отражающую экологическую характеристику исследуемой системы. Результаты оценки жизненного цикла на данной стадии представлены на рисунке 1 и 2.

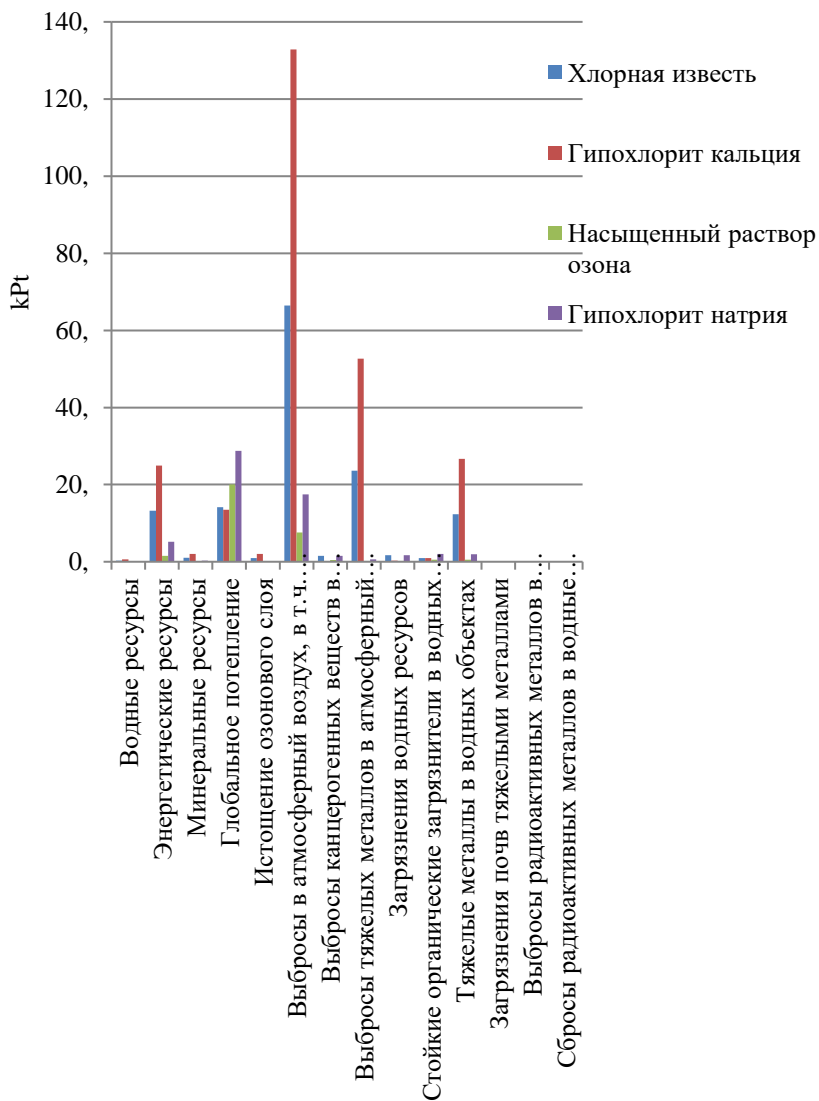


Рис.1. Оценка жизненного цикла различных дезинфицирующих веществ по результатам взвешивания



Рис. 2. Применение различных дезинфицирующих веществ по результатам взвешивания

Применение методики оценки жизненного цикла для сравнения применения различных веществ для дезинфекции сооружений водоснабжения показало, что наименьшее значение экоиндикатора соответствует варианту применения раствора озона в воде. Кроме того, необходимо отметить, что из вариантов применения хлор содержащих веществ наилучшей характеристикой обладает гипохлорит натрия.

Таким образом, оценка жизненного цикла позволила определить количественные экологические показатели различных дезинфицирующих веществ, включая стадии их производства, приготовления реагента и непосредственно процесс дезинфекции. На основании оценки жизненного цикла можно предсказать возможные последствия по таким категориям воздействия, как здоровье человека, состояние экосистем, а также

истощение природных ресурсов, а также обосновать выбор наилучшей технологии при сравнении альтернативных вариантов.

С экологической точки зрения обработка озоном имеет преимущество перед обработкой гипохлоритом, так как не образуется отходов или образуется ограниченное количество отходов. Хотя озон относится к тем же классам опасности, что и гипохлорит натрия, в отношении водных организмов [4], его преимущество заключается в том, что он может образовываться непосредственно в водоеме в закрытой системе и что его период полураспада составляет в среднем 20 минут. Это приводит к значительно меньшему воздействию на окружающую среду обработки озоном по сравнению с обработкой гипохлоритом натрия или кальция.

Самое высокое воздействие гипохлорита кальция на окружающую среду среди дезинфицирующих средств для поверхностей можно объяснить, главным образом, значительным воздействием на окружающую среду на этапе его производства. Также следует отметить, что приготовление дезинфицирующего раствора свежей поверхности гипохлорита кальция включает исходный препарат в концентрации 10 мас.%, который затем следует хранить в течение суток, отфильтровывать от нерастворимых отложений и окончательно разбавлять до необходимой концентрации. Напротив, производство гипохлорита натрия включает только электролиз хлорида натрия на месте. Для окончательного дезинфицирующего раствора гипохлорита натрия этот раствор побочного продукта только разбавляется без образования осадка. Озон генерируется и впрыскивается в воду непосредственно во время обработки.

Оценок воздействия дезинфекции поверхностей водных объектов на жизненный цикл немного, в то время как они относительно распространены для обработки воды или сточных вод [3, 4]. В этих исследованиях было обнаружено, что озон оказывает меньшее воздействие на окружающую среду по сравнению с хлорсодержащими дезинфицирующими средствами, что согласуется с этим исследованием дезинфекции поверхностей.

Литература

1. Оценка воздействия на окружающую среду дезинфицирующих веществ / М.А. Комаров [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2024. – Т. 36. – №. 1. – С. 87–93.
2. Анализ эффективности дезинфекции сооружений питьевого водоснабжения с использованием хлорсодержащих дезинфицирующих средств и озона / В. И. Романовский [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. - 2015. - № 2 (92). - С. 68-71.

3. Сравнительный анализ эффективности дезинфекции поверхностей в водных растворах озона и гипохлорита натрия / А.В. Поспелов [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2024. – Т. 36. – №. 1. – С. 94–99.

4. Comparative Analysis of the Disinfection Efficiency of Steel and Polymer Surfaces with Aqueous Solutions of Ozone and Sodium Hypochlorite / V. Romanovski [et al.] // Water. – 2024. – Vol. 16. – №. 5. – P. 793.

5. Romanovski V. et al. Gypsum binder with increased water resistance derived from membrane water desalination waste // Engineering Reports. – 2025. – Т. 7. – №. 1. – P. e13028.

6. Beletskii E.V. et al. Fall and Rise: Disentangling Cycle Life Trends in Atmospheric Plasma-Synthesized FeOOH/PANI Composite for Conversion Anodes in Lithium-Ion Batteries // ChemEngineering. – 2024. – Т. 8. – №. 1. – P. 24.

7. Рымовская М.В., Романовский В.И. Воздействие отработанных растворов дезинфекции сооружений водоснабжения на почву // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2016. – №. 4 (186). – С. 214-219.

8. Коррозия углеродистых сталей в дезинфицирующих растворах / А.В. Поспелов [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2022. – №. 14. – С. 89-93.

9. Коррозия нержавеющей сталей в дезинфицирующих растворах / А.В. Поспелов [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2023. – №. 1 (33). – С. 90-93.

УДК 628.31

Источники образования сточных вод предприятий железнодорожного транспорта

Комаров Р.А., Шедько Д.А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель Грузинова В.Л., к.т.н., доцент

В работе рассматривается состав и загрязняющие вещества сточных вод железнодорожных предприятий, а также методы их очистки. Анализируются источники загрязнений и нормативы, предложены