

УДК 628.349.094.3

АКТИВИРОВАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ КАК КЛЮЧ К ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД НА СУДАХ

Торопов Данил Олегович¹, аспирант

e-mail: dan.toropov2000@yandex.ru

Мизгирев Дмитрий Сергеевич¹, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
ПТМ и МР

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Статья исследует проблему очистки сточных вод на судах в условиях строгих экологических норм и увеличения судоходства. Основное внимание уделено технологии активированного окисления, которая эффективно разлагает загрязнители. Рассматриваются современные технологии, такие как BIOCON и TECVAC, их преимущества и экономическая эффективность. Проведен сравнительный анализ различных методов очистки, что позволяет выявить оптимальные решения для судоходных компаний. Результаты исследования подчеркивают значимость активированного окисления как надежного метода, способствующего соблюдению экологических стандартов и охране морской среды.

Ключевые слова: система очистки сточных вод, судовые системы, активированные окислительные технологии.

ACTIVATED OXIDATION AS THE KEY TO EFFICIENT WASTEWATER TREATMENT ON SHIPS

Daniil O. Toropov¹, Doctoral Student

email: dan.toropov2000@yandex.ru

Dmitry S. Mizgirev¹, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of PTM and MR

email: mizgirevds@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article explores the problem of wastewater treatment on ships in conditions of strict environmental regulations and increased shipping. The main focus is on activated oxidation technology, which effectively decomposes pollutants. Modern technologies such as BIOCON and TECVAC, their advantages and economic efficiency are considered. A comparative analysis of various cleaning methods has been carried out, which makes it possible to identify optimal solutions for shipping companies. The results of the study emphasize the importance of activated oxidation as a reliable method that promotes compliance with environmental standards and protection of the marine environment.

Keywords: Wastewater treatment system, marine systems, activated oxidative technologies.

Введение

В последние десятилетия важность проблемы очистки сточных вод на судах возрастает в связи с глобальными экологическими изменениями и ужесточением международных норм, касающихся защиты окружающей среды. Увеличение судоходного трафика приводит к значительному накоплению сточных вод, что ставит перед судоходными компаниями задачу разработки эффективных и безопасных технологий их очистки. В данной статье акцентируется внимание на активированном окислении как одной из ключевых технологий, которая использует окислительные агенты для разложения различных загрязнителей, направленной на улучшение очистки сточных вод.

Актуальность темы

Современные требования международных экологических стандартов подчеркивают необходимость очищения сточных вод с целью защиты морской экосистемы. Системы активированного окисления представляют собой перспективное решение, способное значительно снизить уровень токсичности сточных вод. Это имеет особое значение для судов, работающих в закрытых водоемах, где требования к контролю загрязнения наиболее строгие.

Принципы работы активированного окисления

Активированное окисление включает в себя образование и использование гидроксильных радикалов (ОН-радикалов), обладающих высокой реакционной способностью. Этот процесс обеспечивает быструю реакцию с органическими и неорганическими загрязнителями, что обуславливает эффективность системы. Основное преимущество активированного окисления заключается в его неселективности, что позволяет реагировать с широким спектром загрязняющих веществ, даже если их состав заранее неизвестен.

В условиях достаточно кислорода эти технологии позволяют обеспечивать полную минерализацию органических веществ, превращая их в безопасные неорганические компоненты, такие как углекислый газ и вода. Важно отметить, что недостаток кислорода может привести к образованию промежуточных и потенциально токсичных соединений, поэтому управление процессом становится критически важным.

Современные технологии очистки сточных вод

Технология BIOCON

Разработанная компанией "Кронштадт", система BIOCON используется как для очистки черных, так и для серых сточных вод. Основные характеристики:

- **Скорость очистки:** всего 11 минут, что делает систему особенно эффективной в условиях портов и во время морских операций.
- **Компактность:** благодаря конструкции, которая позволяет автоматически определять и конфигурировать устройства в компьютере и других технических устройствах, системы легко интегрируются на различные типы судов.

Технология продемонстрировала возможность сочетания с вакуумными системами очистки TECVAC, что усиливает её функциональность и обеспечит более высокую эффективность в обработке сточных вод.

Технология TECVAC

Системы TECVAC представляют собой современные вакуумные технологии, которые:



- **Обеспечивают эффективный сбор и хранение сточных вод** (черных и серых).
- **Снижают весовые и объемные параметры на борту судна**, что позволяет экономить пространство.

- **Автоматизация и легкая интеграция** с другими системами очистки, улучшает общую эффективность обработки сточных вод.

Разработка систем TECVAC отвечает требованиям строгих экологических норм, что делает их надежным инструментом в судоходной отрасли.

Сравнительный анализ технологий очистки

Статья рассматривает различные технологии очистки сточных вод, акцентируя внимание на их достоинствах и недостатках:

- **Ультрафильтрация**: удаляет загрязняющие вещества размером от 0,01 до 0,1 мкм, но не всегда обеспечивает полное удаление всех патогенов.

- **Обратный осмос**: более тонкий метод, обеспечивающий высокую степень очистки, но требует предварительной обработки и имеет высокие эксплуатационные затраты.

- **Биохимические методы**: устанавливаются всё чаще, так как они сокращают количество токсических веществ и уровень патогенов, но требуют строго контроля условий работы.

Такой сравнительный анализ позволяет сделать вывод о том, что выбор технологии зависит не только от требований к качеству очистки, но и от условий эксплуатации судна, включая химический состав сточных вод и экономические соображения.

Применение технологий на судах

Технологии активированного окисления становятся особенно актуальными на судах внутреннего и смешанного плавания, где высокие требования к экологической безопасности. Применение озоновых установок для обработки сточных вод также улучшает качество воздуха внутри судовых помещений и способствует общей экологической безопасности.

Системы обеспечивают не только эффективную очистку сточных вод и воздухопроизводительности, но и интеграцию технологий защиты от коррозии, что продлевает срок службы судов.

Экономическая эффективность очистки сточных вод

Экономическая эффективность очистки сточных вод включает как текущие затраты, так и долгосрочные выгоды от внедрения современных технологий:

- **Электробаромембранные технологии активированного окисления** обеспечивают высокую эффективность очистки при меньших эксплуатационных затратах.

- **Необходимо учитывать общие эксплуатационные расходы**, включая фонд заработной платы, амортизацию техники и затраты на энергоресурсы.

- **Выбор технологии**, оптимизированный под условия эксплуатации, может существенно снизить общие затраты и повысить качество очистки, что делает суда менее уязвимыми к изменениям в экологическом законодательстве.

Исследования показывают, что правильная эксплуатация и проектирование систем очистки сточных вод могут привести к значительному увеличению их экономической эффективности за счет снижения затрат и улучшения экологических показателей.



Список литературы:

1. ТЕОД-технология – Technology of Effective Oxidation and Destruction. – URL: https://teod-wt.ru/wp-content/uploads/2022/12/teod-applications_2022_новый_1.docx.pdf (дата обращения: 20.05.2025).
2. Изучение различных способов очистки воды. – URL: <https://school-science.ru/20/13/56290> (дата обращения: 20.05.2025)
3. Национальный стандарт Российской Федерации, Системы сточные судовые, ГОСТ Р 58878-2020, 2020 год.
4. Юрьев Б.Т. "Очистка сточных вод малых объектов". Рига, Авотс, 1983.
5. Система обработки сточных вод - BIOCON – Techni – для судна. – URL: <https://www.nauticexpo.ru/prod/techni/product-30697-503841.html> (дата обращения: 20.05.2025).
6. Системы канализации на судне TECVAC. – URL: <https://www.kron.spb.ru/products/vakuumnye-sistemy-tecvac/> (дата обращения: 20.05.2025).
7. Российское Классификационное Общество. Правила предотвращения загрязнения окружающей среды с судов (ППЗС). – URL: <https://rfclass.ru/assets/Uploads/PPZS.pdf?t=1716748221> (дата обращения: 20.05.2025).

