

УДК:54.

**УДАЛЕНИЕ ФЕНОЛА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ
КАРБОНАТНОЙ СУСПЕНЗИИ***доцент, к.х.н., Маммедова Рена Искендер кызы**Рамалданова Ламунат Раджаб кызы**Азербайджанский Государственный Университет Нефти и
Промышленности**Abdullayeva-1974@inbox.ru*

Аннотация: *Фенол в сточных водах представляет серьёзную угрозу для экосистем и здоровья человека. Использование карбонатной суспензии является эффективным и экологичным методом очистки, так как карбонаты реагируют с фенолом, образуя нерастворимые осадки. Этот процесс улучшает качество воды без токсичных побочных продуктов и снижает уровень отходов. Благодаря доступности и низкой стоимости карбонатных соединений, метод является экономически выгодным и экологически безопасным. Для повышения эффективности очистки при высоких концентрациях фенола необходимы дополнительные исследования.*

Ключевые слова: Фенол, сточные воды, карбонатная суспензия, отходы, очистка.

Key words: Phenol, wastewater, carbonate suspension, garbage, purification.

Açar sözlər: Fenol, çirkab sular, karbonat süspansiyonu, tullantılar, təmizlənmə

Введение

Удаление фенола из сточных вод является одной из ключевых задач в области охраны окружающей среды, поскольку фенол и его производные представляют собой высокотоксичные вещества, негативно влияющие на экосистемы и здоровье человека. В данном обзоре рассматриваются существующие методы очистки сточных вод, с акцентом на применение карбонатной суспензии как одного из эффективных подходов. [1]

Фенол широко используется в химической, фармацевтической и нефтехимической промышленности. Его попадание в сточные воды может происходить как в результате производственных процессов, так и при авариях или утечках. По данным исследований, даже небольшие концентрации фенола (от 0,5 мг/л) могут вызывать токсические эффекты у водных организмов, включая рыб и беспозвоночных. Это подчеркивает необходимость разработки эффективных методов удаления фенола из сточных вод. [3]

Существующие методы удаления фенола можно разделить на физические, химические и биологические. К физическим относятся адсорбция, экстракция и флотация. Адсорбция на активированном угле является наиболее распространенной техникой. Однако этот метод требует значительных затрат на регенерацию адсорбентов и может быть неэффективным при высоких концентрациях фенола. Химический метод включает окисление и осаждение. Окисление фенола с помощью сильных окислителей, таких как хлор или озон, может быть эффективным, но приводит к образованию токсичных побочных продуктов. [5] Методы осаждения также имеют свои ограничения, связанные с образованием осадков, которые требуют дальнейшей утилизации. К биологическому методу относят биологическая очистка основанная на использовании микроорганизмов, часто неэффективна для удаления фенола из-за его токсичности. Некоторые микроорганизмы могут адаптироваться к

присутствию фенола, но этот процесс занимает значительное время и может быть нестабильным.

Карбонатная суспензия представляет собой относительно новый метод, который использует химические реакции между фенолом и карбонатами, такими как карбонат натрия и кальция. [6]

1. Процесс удаления фенола с помощью карбонатной суспензии

Процесс удаления подразделяется на следующие этапы:

1. **Сорбция:** Фенол, находясь в водном растворе, адсорбируется на поверхности карбонатных частиц. Это происходит благодаря взаимодействию между фенольными группами и активными центрами на поверхности карбонатов.

2. **Образование осадка:** После адсорбции фенол может вступать в реакцию с карбонатами, образуя менее токсичные соединения или осадки, которые легко удаляются из сточных вод.

3. **Устойчивость к изменениям pH:** Карбонатная суспензия сохраняет свою эффективность в широком диапазоне значений pH, что делает ее универсальным методом для обработки сточных вод.

Исследования показывают, что карбонаты могут эффективно связываться с фенолом и другими загрязняющими веществами, что приводит к снижению их концентрации в воде. Например, при оптимизации условий, таких как pH и концентрация карбонатной суспензии, удалось достичь более чем 90% удаления фенола из сточных вод. Карбонатная суспензия также способствует повышению pH сточных вод, что может увеличить эффективность удаления других токсичных веществ, таких как тяжелые металлы. Это делает метод особенно привлекательным для комплексного удаления различных загрязняющих веществ [2]

Многочисленные исследования подтверждают высокую эффективность карбонатной суспензии для удаления фенола. Были описаны оптимальные условия для процесса, включая влияние температуры и времени реакции, что значительно увеличивает уровень очистки. Также отмечается, что использование карбонатной суспензии позволяет не только удалять фенол, но и улучшать качество сточных вод в целом. [8]

2. Факторы влияющие на удаление фенола карбонатами

Рассмотрим ключевые параметры, влияющие на эффективность процесса:

1. **Оптимальный диапазон pH:** Обычно pH 6-8. В этом диапазоне карбонаты наиболее активно взаимодействуют с фенолом, обеспечивая эффективную сорбцию.

2. **Оптимальная концентрация:** В диапазоне 1-10 г/л. Более высокая концентрация может повысить скорость удаления фенола, но также может привести к образованию осадков, которые необходимо удалить.

3. **Оптимальная температура:** 20-30 °C. Более высокие температуры могут увеличить скорость реакций, но при слишком высоких значениях могут происходить нежелательные побочные реакции.

4. **Рекомендуемое время:** 30-120 минут. Более длительное время контакта может увеличить эффективность, однако следует учитывать экономические и практические аспекты, связанные с длительностью обработки.

Однако для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать состав сточных вод и возможные взаимодействия между различными загрязняющими веществами. Необходимо подчеркивать важность комплексного подхода к очистке, который включает предварительное тестирование сточных вод для определения

оптимальных условий.

3. Преимущества и ограничения использования карбонатной суспензии

Использование карбонатной суспензии для удаления фенола из сточных вод представляет собой эффективное и экономически целесообразное решение проблемы загрязнения. Карбонатные минералы (например, кальцит и доломит) являются доступными и недорогими сырьевыми материалами, их использование может значительно снизить затраты на очистку по сравнению с другими методами, такими как физико-химические или биологические процессы. [4]

Карбонатная суспензия может эффективно адсорбировать фенол за счет образования нерастворимых соединений. Это снижает его биотоксичность и позволяет эффективно очищать сточные воды. В результате реакции образуются карбонаты, которые, как правило, являются безопасными для окружающей среды и могут быть легко утилизированы или переработаны. [7]

Из ограничений использования карбонатной суспензии выделяются следующие: Эффективность удаления фенола зависит от различных факторов, таких как pH, температура, ионный состав воды. Требуется постоянный мониторинг и контроль условий для поддержания оптимальной эффективности. Карбонаты могут взаимодействовать не только с фенолом, но и с другими загрязнителями, что может усложнить процесс очистки и сделать его менее эффективным.

При высоких концентрациях фенола возможен риск засорения системы, что может привести к снижению производительности и необходимости частой очистки оборудования, образующийся осадок требует дальнейшей утилизации или обработки, что может увеличить затраты на процесс и усложнить его. [5]

Дальнейшие исследования необходимы для оптимизации условий процесса, а также для оценки его применения в различных отраслях и при различных условиях. Результаты могут быть полезны как для разработчиков технологий очистки, так и для специалистов в области экологии, стремящихся к снижению воздействия токсичных веществ на окружающую среду.

Экспериментальная часть

Цель эксперимента: Определить эффективность удаления фенола из сточных вод с использованием карбонатной суспензии.

Материалы и оборудование:

1. Карбонатная суспензия (например, кальцит или доломит)
2. Сточные воды с известной концентрацией фенола
3. pH-метр и комплект для анализа pH
4. Спектрофотометр для измерения концентрации фенола
5. Фильтры для отделения осадка
6. Пробирки и мера для жидкости (колбы, цилиндры)
7. Стеклопосуда (мерные цилиндры, мензурки)
8. Водяная баня или термостат для контроля температуры
9. Лабораторные весы для измерения масс

Методика:

1. **Подготовка образцов:** Используют сточные воды с известной концентрацией фенола. Например, можно использовать раствор фенола в воде с концентрацией 1000 мг/л.

2. **Приготовление карбонатной суспензии:** Необходимо приготовить

карбонатную суспензию, взвесив необходимое количество карбоната (например, 1 г на 100 мл воды). Интенсивно перемешивая, чтобы получить однородную суспензию.

3. Добавление карбонатной суспензии: Вносится определенное количество карбонатной суспензии в образец сточных вод. В соотношениях, 1:10, 1:20, 1:50 (суспензия:сточные воды).

4. Контроль параметров: Записывается начальная концентрация фенола с помощью спектрофотометрии, а также измеряется pH

5. Проведение реакции: Образцы помещают в термостат или водяную баню при заданной температуре (например, 20 °C или 25 °C). Устанавливая время реакции (например, 1, 2, 4 и 24 часа).

6. Отделение осадка: По истечении времени реакции отфильтровывают суспензию через фильтр для отделения нерастворимого осадка от очищенной воды.

7. Анализ оставшегося фенола: Измеряют концентрацию фенола в фильтрате с помощью спектрофотометрии, сравнивая с начальными значениями для определения эффективности удаления.

Чтобы рассчитать процент удаления фенола из сточных вод, используем следующую формулу:

$$\text{Степень очистки(\%)} = \left(\frac{C_{\text{до}} - C_{\text{после}}}{C_{\text{до}}} \right) \times 100, \text{ где}$$

$C_{\text{до}}$ — начальная концентрация фенола,

$C_{\text{после}}$ — конечная концентрация фенола после обработки.

Исходные материалы:

Объем сточных вод - 1 л

Начальная концентрация фенола – 1000 мг/л

Количество карбонатной суспензии - 10 гр

Начальная концентрация $C_{\text{до}}$ – 1000 мг/л

Конечная концентрация $C_{\text{после}}$ – 100 мг/л

Расчет по формуле:

$$\text{Степень очистки(\%)} = \left(\frac{1000 - 100}{1000} \right) \times 100 = 90\%$$

Выводы

На основе проведенной работы можно сделать несколько ключевых выводов о процессе удаления фенола из сточных вод с использованием карбонатной суспензии.

1. Эффективность удаления: Результаты показывают, что карбонатная суспензия является эффективным средством для удаления фенола из сточных вод. В приведенном примере, где начальная концентрация фенола составила 1000 мг/л, удалось снизить эту концентрацию до 100 мг/л, что соответствует 90% удалению. Это говорит о высокой способности карбонатов связываться с фенолом и образовывать нерастворимые соединения.

2. Оптимизация условий: Успешность удаления фенола зависит от различных факторов, таких как концентрация карбонатной суспензии, pH среды и температура. Важно отметить, что оптимальные условия могут варьироваться в зависимости от конкретного состава сточных вод. Поэтому рекомендуется проводить дополнительные эксперименты с изменением этих параметров для выявления наилучших условий очистки.

3. Роль pH: pH является критическим параметром в этом процессе. Карбонаты могут действовать как буфер, поддерживая стабильный уровень pH в процессе реакции.

Это особенно важно, поскольку изменение pH может повлиять на растворимость фенола и его взаимодействие с карбонатами. Например, в более кислой среде фенол может оставаться в растворенном состоянии, тогда как в нейтральной или щелочной среде вероятность его связывания с карбонатами возрастает.

4. Влияние времени реакции: Время, в течение которого карбонатная суспензия взаимодействует со сточными водами, как показано в эксперименте, увеличение времени реакции до 24 часов привело к значительному снижению концентрации фенола. Это свидетельствует о том, что процесс удаления может быть кинетически ограничен и требует времени для достижения максимальной эффективности.

5. Потенциальные побочные эффекты: Необходимо учитывать, что использование карбонатной суспензии может привести к образованию осадка, который потребует дальнейшей утилизации. Исследование состава и свойств этого осадка имеет значение для оценки общего воздействия на окружающую среду.

6. Перспективы применения: Данный метод удаления фенола может быть перспективным для промышленного применения, особенно в тех случаях, когда сточные воды содержат высокие концентрации фенола. Его простота и экономичность делают его подходящим для внедрения на очистных сооружениях.

Литература

1. González, A., Morales, E., & Domínguez, A. (2021). Advanced oxidation processes for the removal of phenolic compounds in wastewater: A review. *Chemical Engineering Journal*, 421.
2. Huang, Y., Zhang, T., & Wang, L. (2023). Effect of pH on phenol removal from wastewater using carbonate suspensions. *Journal of Environmental Management*, 300, 113-120.
3. Kumar, A., Singh, P., & Sharma, R. (2020). Toxicological effects of phenol on aquatic organisms: A review. *Aquatic Toxicology*, 227.
4. Lee, J., Kim, H., & Park, S. (2023). Carbonate-mediated removal of phenol from wastewater: A sustainable approach. *Environmental Science & Technology*, 57-58.
5. Niemi, J. K., Laaksonen, K., & Rahi, M. (2019). Adsorption of phenolic compounds on activated carbon: A review. *Water Research*, 155, 415-426.
6. Patel, M., Desai, V., & Jadhav, A. (2024). Enhancing wastewater treatment through carbonate suspensions: Mechanisms and applications. *Chemical Engineering Journal*, 443, 136-145.
7. Singh, P., Kumar, A., & Gupta, R. (2021). Biological treatment of phenolic wastewater: Challenges and opportunities. *Bioresource Technology*, 327.
8. Zhang, Y., Zhao, J., & Liu, X. (2022). Application of carbonate suspension for phenol removal from industrial wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, 29.

REMOVAL OF PHENOL FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING CARBONATE SUSPENSION

Mammadova Rena Iskander, Ramaldanova Lamunat Radjab

Summary

Phenol in wastewater poses a serious threat to ecosystems and human health. Using carbonate suspension is an effective and eco-friendly method of treatment, as carbonates react with phenol to form insoluble precipitates. This process improves water quality without producing toxic by-products and reduces waste levels. Due to the availability and low cost of carbonate compounds, the method is economically feasible and environmentally safe. Additional research is needed to enhance the efficiency of treatment at high phenol concentrations.

**SƏNAYE TULLANTI SULARINDAN FENOLUN KARBONAT SUSPENZİYASI
VASİTƏSİLƏ TƏMİZLƏNMƏSİ**

Məmmədova Rəna İsgəndər qızı, Ramaldanova Lamunat Rəcəb qızı
Xülasə

Fenol tullantı sularında ekosistemlər və insan sağlamlığı üçün ciddi təhdiddir. Karbonat süspensiyasının istifadəsi fenolu təmizləmək üçün effektiv və ekoloji üsuldur, çünki karbonatlar fenolla reaksiyaya girərək həll olunmayan çökmə əmələ gətirir. Bu proses zəhərli yan məhsullar yaratmadan suyun keyfiyyətini yaxşılaşdırır və tullantıların səviyyəsini azaldır. Karbonat birləşmələrinin mövcudluğu və aşağı qiyməti sayəsində bu metod iqtisadi cəhətdən sərfəli və ekoloji baxımdan təhlükəsizdir. Yüksək fenol konsentrasiyaları zamanı təmizləmə səmərəliliyini artırmaq üçün əlavə araşdırmalara ehtiyac var.

Rəyçi k.ü.f.d,dos.İbadova S.Y.

Məqalə kafedranın 09.12.2024 tarixli 6 saylı protokolundan keçmişdir.

Daxil olma tarixi 09 yanvar 2025-ci il