

УДК 544.723.2

EDN
[UMJQPZ](#)

Основные направления применения адсорбции в целях устойчивого развития

О.С. Харитонов^{1,*}, А.В. Клинов¹, В.В. Бронская¹, В.В. Макарихин¹,
К.Х. Гарипов²

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул.
Карла Маркса, 68, Казань, 420015, Россия

²Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.
Н. Туполева - КАИ ул. Б. Красная, 55 Казань, 420015, Россия

*E-mail: os_kharitonova@mail.ru

Аннотация. Защита окружающей среды от вредных выбросов промышленности является одной из ключевых глобальных проблем современности. Адсорбция играет важную роль в достижении целей устойчивого развития (ЦУР), таких как чистая вода и санитария (ЦУР 6), доступная и чистая энергия (ЦУР 7), ответственное потребление и производство (ЦУР 12) и борьба с изменением климата (ЦУР 13). В статье основное внимание уделяется экологическим аспектам адсорбции, и ее роли в решении экологических проблем.

Ключевые слова: адсорбция, окружающая среда, углеводородные газы.

Key applications of adsorption for sustainable development

O.S. Kharitonova^{1,*}, A.V. Klinov¹, V.V. Bronskaya¹, D.V. Makarikhin¹,
K.Kh. Garipov²

¹Kazan National Research Technological University, Karl Marx Street, 68, Kazan,
420015, Russia

²Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI, 55
B. Krasnaya St., Kazan, 420015, Russia

*E-mail: os_kharitonova@mail.ru

Abstract. Protecting the environment from harmful industrial emissions is one of the key global challenges of our time. Adsorption plays an important role in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) such as clean water and sanitation (SDG 6), affordable and clean energy (SDG 7), responsible consumption and production (SDG 12) and combating climate change (SDG 13). The article focuses on the environmental aspects of adsorption and its role in solving environmental problems.

Keywords: adsorption, environment, hydrocarbon gases.

1. Введение

Защита окружающей среды от вредных выбросов промышленности и транспорта является одной из ключевых глобальных проблем современности [1,2]. Интенсивная индустриализация, рост населения и урбанизация создают значительную нагрузку на биосферу, включая атмосферу, гидросферу и литосферу. В связи с этим перед учеными и инженерами стоит задача разработки и внедрения безотходных технологий, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду [3-6].

Основными аспектами защиты окружающей среды являются:

1. Создание технологий, которые исключают или минимизируют образование отходов, реконструкция существующих очистных сооружений и внедрение новых методов очистки.

2. Адсорбция является эффективным методом для очистки промышленных газов и сточных вод. Этот метод позволяет не только удалять вредные вещества, но и возвращать ценные компоненты в производственный цикл.

3. В России, как и в других странах, выделяются значительные средства на охрану окружающей среды в рамках устойчивого развития, на эти цели уже были направлены миллиарды рублей.

4. Установление норм предельно допустимых концентраций (ПДК) для вредных веществ в воздухе и воде является важным инструментом контроля за состоянием окружающей среды. ПДК определяются с учетом токсикологических показателей и рефлекторных реакций организма человека.

2. Применение адсорбции для защиты окружающей среды

Существуют множество способов применения адсорбции для защиты окружающей среды. Рассмотрим основные аспекты их использования для этих целей.

2.1. Очистка воздуха от сернистого ангидрида

Очистка воздуха от сернистого ангидрида (SO_2) — это важный процесс, направленный на снижение выбросов этого вредного газа, который образуется при сжигании ископаемого топлива, содержащего серу (например, угля или нефти), а также в некоторых промышленных процессах. Сернистый ангидрид или диоксид серы SO_2 является одним из основных загрязнителей атмосферы, вызывающих кислотные дожди и негативно влияющих на здоровье человека и экосистемы.

Для проведения очистки используются твердые сорбенты, такие как активированный уголь, оксиды металлов или цеолиты, для поглощения SO_2 .

Преимущества данного метода: отсутствие жидких отходов, простота эксплуатации.
Недостатки данного метода: меньшая эффективность по сравнению с абсорбционным методом очистки.

2.2. Рекуперация летучих растворителей и углеводородов

Рекуперация летучих растворителей и углеводородов – это процесс их улавливания и возврата в производственный цикл с целью снижения потерь, экономии ресурсов и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду. Летучие органические соединения (ЛОС), такие как бензол, толуол, ксилол, ацетон, спирты и другие углеводороды, широко используются в различных отраслях промышленности (химической, лакокрасочной, нефтеперерабатывающей и др.). Их выбросы в атмосферу могут быть опасны для здоровья человека и окружающей среды.

Экологические и экономические аспекты рекуперации:

- Рекуперация позволяет снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, что способствует улучшению экологической обстановки.
- Возврат растворителей и углеводородов в производственный цикл снижает затраты на сырье.
- Важно учитывать энергозатраты и стоимость оборудования при выборе метода.

Рекуперация летучих растворителей и углеводородов является важным элементом экологически безопасного и экономически эффективного производства.

2.3. Очистка сточных вод

Очистка сточных вод — это процесс удаления загрязнений из бытовых, промышленных и ливневых сточных вод с целью их безопасного возврата в окружающую среду или повторного использования.

Основные этапы очистки сточных вод адсорбционным методом:

1. Подготовка сточных вод (удаление крупных примесей и взвешенных веществ (механическая очистка), регулирование pH (для повышения эффективности адсорбции))
2. Контакт сточных вод с адсорбентом (введение адсорбента в воду (например, порошкообразный активированный уголь, пропускание воды через адсорбционные колонны или фильтры, заполненные гранулированным адсорбентом),
3. Отделение адсорбента (если используется порошкообразный адсорбент, его отделяют от воды путем отстаивания или фильтрации, гранулированный адсорбент остается в колонне и периодически регенерируется или заменяется.

4. Регенерация адсорбента (активированный уголь и другие адсорбенты могут быть восстановлены для повторного использования, методы регенерации: термическая (прокаливание), химическая (обработка растворами) или физическая (промывка).

Экологическими аспектами процесса очистки сточных вод являются снижение нагрузки на природные водоемы, предотвращение распространения заболеваний и сохранение водных ресурсов.

2.4. Роль адсорбции в устойчивом развитии

Существует несколько областей применения адсорбционного метода в рамках устойчивого развития:

1. Очистка воды (Цель устойчивого развития 6: Чистая вода и санитария):
2. Очистка воздуха (Цель устойчивого развития 13: Борьба с изменением климата): адсорбция помогает улавливать вредные газы, такие как диоксид серы (SO_2), оксиды азота (NO_x), летучие органические соединения (ЛОС) и углекислый газ (CO_2).
3. Энергоэффективность (Цель устойчивого развития 7: Недорогостоящая и чистая энергия): адсорбционные технологии применяются для хранения энергии (например, адсорбционные тепловые насосы) и разделения газов (например, кислорода и азота) с меньшими энергозатратами.
4. Переработка отходов (Цель устойчивого развития 12: Ответственное потребление и производство): адсорбция позволяет извлекать ценные материалы (например, драгоценные металлы) из промышленных отходов и утилизировать токсичные вещества.
5. Сельское хозяйство (Цель устойчивого развития 2: Ликвидация голода): адсорбенты используются для улучшения качества почвы, удержания влаги и очистки воды для орошения.

3. Выводы

Адсорбционные методы имеют важнейшее значение в охране окружающей среды, обеспечивая эффективную очистку воздуха и воды от загрязняющих веществ. Их использование способствует развитию безотходных производственных процессов и уменьшению вредного влияния промышленности на экосистемы. Для обеспечения устойчивого развития необходимо продолжать научные исследования, внедрять инновационные технологии и строго придерживаться установленных нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК).

Список литературы

1. Мануйко, Г.В. Кинетическая неоднородность неодимовой каталитической системы, модифицированной метилалюмоксаном / Г.В. Мануйко, Г.А. Аминова, Г.С. Дьяконов, И.Г. Ахметов, В.В. Бронская // Теоретические основы химической технологии. – 2015. – Т. 49. – № 3. – С. 261.
2. Багиров, Р.А. Адсорбционные процессы осушки, очистки и разделения газов / Р.А. Багиров // Обз. информ. сер.: Подготовка и переработка газа и газового конденсата. – М.: ВНИИЭгазпром, 1983. – Т. 7. – 44 с.
3. Дегтярева, О. Г. Методы и технические средства по охране окружающей среды при разливе нефтепродуктов / О.Г. Дегтярева, Т.И. Сафронова, Г.В. Дегтярев // Научный журнал КубГАУ. – 2005. – № 9.
4. Ефимович, Д.О. Оптимизация адсорбционной осушки углеводородных газов / Д.О. Ефимович // Научный электронный журнал «Матрица научного познания». – 2018. – № 7. – С. 6-7.
5. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
6. Калыгин, А. В. Промышленная экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. В. Калыгин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 432 с.