

УДК: 628.31

РАЗРАБОТКА СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Заремба Арин Юрьевна, Волкова Виктория Дмитриевна

ГАУ АО ДО «Эколого-биологический центр», г. Астрахань,

Астраханская область, astrajunnat@mail.ru

Аннотация. В ходе исследования проанализированы существующие сорбенты, используемые для очистки сточных вод, оценены сорбционные свойства рисовой шелухи и продуктов ее активации. Установлено, что сорбционная активность рисовой шелухи по отношению к метиленовому синему имеет максимальные значения после обработки кислотой. Полученные результаты определяют актуальность изучения сорбционных свойств рисовой шелухи и разработку новых модификаций сорбента на ее основе.

Ключевые слова: сорбент, сточные воды, очистка воды.

DEVELOPMENT OF A SORBENT FOR WASTEWATER

TREATMENT

Annotation. In the course of the study, the existing sorbents used for wastewater treatment were analyzed, the sorption properties of rice husk and its activation products were evaluated. It was found that the sorption activity of rice husks in relation to methylene blue has maximum values after acid treatment. The results obtained determine the relevance of studying the sorption properties of rice husk and the development of new sorbent modifications based on it.

Keywords: sorbent, waste water, water purification.

Разработка новых эффективных способов очистки воды от загрязняющих веществ является актуальным направлением современной науки на стыке экологии, химии, физики. Сорбенты на основе природного сырья и отходов производства (рисовая шелуха – отходы производства риса) позволяют с наименьшими затратами, при минимальной степени воздействия на окружающую среду очистить сточную воду.

Цель работы – получение нового сорбента для очистки воды, отличающегося высокой сорбционной способностью и обеспечивающим защиту экосистем от воздействия продуктов предприятий химических и фармацевтических отраслей промышленности.

В качестве объекта исследования нами выбраны отходы рисового производства – рисовая шелуха.

Для достижения этой цели нами были решены следующие задачи:

1. Проанализировать существующие сорбенты, используемые для очистки сточных вод.
2. Оценить сорбционных свойств рисовой шелухи и продуктов ее активации.
3. Определить область применения сорбента.

Выводы

1. Проработана литература о сорбентах, используемых для очистки сточных вод. Показано преимущество сорбентов на основе природного сырья.
2. Оценена сорбционная емкость сорбента на основе рисовой шелухи и продуктов его активации (обработка кислотой и щелочью). Установлено, что сорбционная активность рисовой шелухи по отношению к метиленовому синему имеет высокие значения (степень сорбции 36%). Сорбент, модифицированный кислотой, имеет степень сорбции выше, по сравнению с нативным сорбентом (39%), которая сохраняется в течение суток.
3. Сорбент из рисовой шелухи может применяться для очистки сточных вод химических и фармацевтических производств.

1. Применение сорбентов для очистки воды

Развитие разных направлений промышленности, применение высоких технологичных процессов требует соблюдения определенных правил, направленных на сохранение природных ресурсов. Соблюдении норм и правил эксплуатации техники, оборудования, применение современных технологий, направленных на сохранение окружающей среды, а также контроль за качеством используемых и вновь отданных природе компонентов (воздух, вода, почва) позволят при росте производительности и развитии промышленности снизить риски, связанные с воздействием на природу, что в свою очередь прямым образом влияет на состояние здоровья и благополучие людей.

Вода является необходимой для всей органической жизни на Земле. Она используется во всех производствах.

Сорбентами могут быть твёрдые тела или жидкости, избирательно поглощающие из окружающей среды газы, пары или растворённые вещества. В зависимости от характера сорбции различают абсорбенты (тела, поглощающие вещество всем объемом) и адсорбенты (тела, поглощающие вещество на своей поверхности). Отдельную группу составляют ионообменные сорбенты, поглощающие из растворов ионы одного типа с выделением в раствор эквивалентного количества ионов другого типа.

К основным видам промышленных адсорбентов с заданной пористой структурой относят активные угли, силикагели, активный оксид алюминия, цеолиты (природные и синтетические), пористые стекла, природные глинистые материалы, а также смешанные адсорбенты.

В современном мире сорбенты повсеместно употребляются в практической деятельности человека – для очистки и дезинфекции воды, в химическом производстве, в медицине.

Сорбенты применяются в качестве штатных средств для экологической безопасности – например, на АЗС, для очистки технической воды, применяемой в промышленности. Кроме того, сорбенты используют для устранения последствий нефтеразливов.

Углеродные молекулярные сита из сорбентов используются в промышленности в установках для разделения газов, работающих по методу короткоциклового безнагревной адсорбции. В промышленности наиболее распространено применение следующих сорбентов: силикагели; цеолиты; алюмогели (альмагель, маалокс); алюмосиликаты; ионообменные материалы; органоминеральные и композиционные сорбенты; органические синтетические и природные сорбенты (полисорбы, энтеродез, энтеросорб; лигнины в различных модификациях — полифепан; хитин, хитозан; целлюлоза), пектин; окись алюминия; кизельгур.

По химической структуре сорбенты делятся на:

- энтеросорбенты — природные смолы, снижающие активность вредоносных бактерий;
- углеродные — на основе активированного угля, углеродных элементов;
- кремнийсодержащие — имеют большую сорбционную поверхность. Обладают обволакивающими и адсорбционными свойствами. К таким сорбентам относится, например, белая глина (каолин).

Сорбентами природного происхождения являются и пищевые волокна. Они не перевариваются пищеварительными ферментами и не усваиваются организмом человека. Важное свойство пищевых волокон заключается в способности притягивать и удерживать воду, бактериальные токсины, канцерогены и др.

Сорбенты на основе природного сырья и отходов производства (рисовая шелуха – отходы производства риса) позволяют с наименьшими затратами, при минимальной степени воздействия на окружающую среду очистить сточную воду.

2 Экспериментальная часть и результаты исследования

Исследование сорбционной емкости рисовой шелухи было проведено в период ноябрь 2021-февраль 2022 года.

Для получения сорбента из рисовой шелухи, природный отсев, полученный при переработке риса, отмывали от пыли и механических загрязнений, высушивали до постоянной массы. Предварительно высушенная рисовая шелуха сожжена в муфельной печи при температуре 800⁰С.

Полученный таким образом сорбент делили на 3 части. Одну оставляли без изменений, другую обрабатывали кислотой хлороводородной (заливали 1% раствором кислоты хлороводородной на 1 час, после кислоту удаляли, сорбент высушивали), третью часть обрабатывали раствором 1% аммиака (заливали сорбент 1% раствором гидроксида аммония на 1 час, после щелочь удаляли, сорбент высушивали).

Исследования сорбционной емкости сорбента проводили спектрофотометрическим методом. Для этого нами был выбран индикатор метиленовый синий - металлохромный индикатор для определения Mg, Ca, Cd, Co (II), Ni, Zn при pH 10; окислительно-восстановительный индикатор; реагент для обнаружения некоторых анионов, например, перхлората. Темно-зеленый кристаллический порошок или темно-зеленые с бронзовым блеском кристаллы. Трудно растворим в воде (1:30), мало растворим в спирте, нерастворим в эфире. Водные растворы имеют синий цвет.

Для изучения сорбционных процессов предварительно определяли оптимальную длину волны раствора метиленового синего. Для этого методом разбавления получали раствор с концентрацией $5 \cdot 10^{-4}$ М. Далее снимали оптическую плотность раствора индикатора на спектрофотометре ПЭ-5400ВИ в диапазонах длин волн от 320 до 680 нм, строили спектр светопоглощения (график зависимости оптической плотности от длины волны). Спектр светопоглощения метиленового синего представлен на рисунке 1.

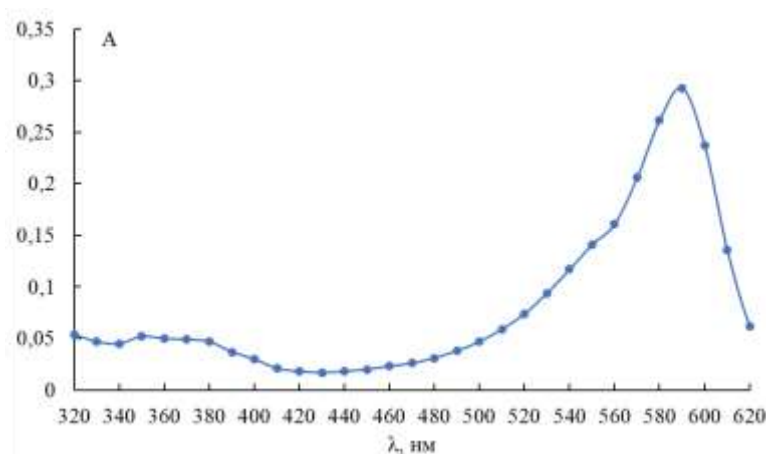


Рис. 1. Спектр светопоглощения метиленового синего

На основании спектра светопоглощения метиленового синего можно заключить, что оптимальная длина волны для изучения сорбции 590 нм.

Для определения сорбционной емкости изучаемых сорбентов по отношению к метиленовому синему к раствору индикатора объемом 10 мл добавляли 0,1 г сорбента. Тщательно перемешивали и встряхивали в течении 20 минут до установления сорбционного равновесия, далее центрифугировали в течение 5 минут при 3000 оборотах. Измеряли оптическую плотность полученного центрифугата при 590 нм. После измерения, центрифугат переливали обратно в пробирки, перемешивали с сорбентом и оставляли на 1 сутки. После чего повторяли измерение оптической плотности при той же длине волны. По экспериментальным значениям оптических плотностей с использованием закона Бугера-Ламберта-Бера рассчитывали исходную и равновесную концентрации индикатора и сорбционную емкость. Сорбционную емкость определяли по формуле:

$$S = \frac{C_0 - C_{ind}}{C_0} \cdot 100\%$$

где C_{ind} – концентрация индикатора в момент равновесия, (моль/л); C_0 – исходная концентрация индикатора $5 \cdot 10^{-4}$ М.

Результаты определения сорбционной емкости представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1.

Степень сорбции метиленового синего нативным и модифицированным сорбентом, полученным из рисовой шелухи.

Степень сорбции	Без обработки	Обработан NH_4OH	Обработан HCl
Через 30 мин	36%	3,75%	39%
Через сутки	35%	3,75%	44%

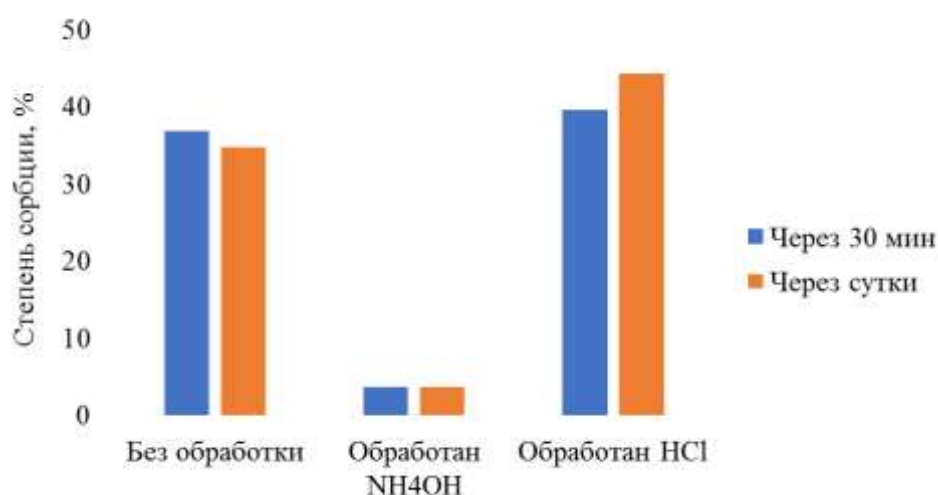


Рисунок 2. Степень сорбции метиленового синего

Из полученных данных видно, что степень сорбции нативного сорбента из рисовой шелухи, достаточно высокая и составляет 36%, равновесие в системе устанавливается в течении 30 минут и сохраняется постоянным в течение суток. За этот период десорбция индикатора с поверхности сорбента не происходит.

Обработка нативного сорбента гидроксидом аммония уменьшает степень сорбции метиленового синего не зависимо от времени воздействия. При модификации сорбента кислотой хлороводородной степень сорбции через 30 минут увеличивается на 3%, и через сутки - на 9%.

Таким образом, модифицированный сорбент на основе рисовой шелухи хорошо поглощает метиленовый синий, что позволяет ожидать хорошие

показатели сорбции и для других веществ со сходной с ним структурой. Химическая структура метиленового синего представлена на рисунке 3.

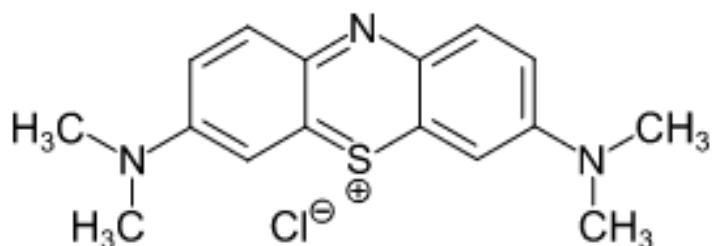


Рисунок 3. Химическая структура метиленового синего

В структуре метиленового синего имеются третичные атомы азота, которые придают ему основные свойства, что объясняет хорошие результаты в эксперименте с кислой модификацией. Вероятно, и другие органические вещества основного характера и сходной структуры будут хорошо сорбироваться кислой модификацией сорбента на основе рисовой шелухи.

Отсутствие сорбции метиленового синего основной модификацией сорбента можно объяснить сходным химическим характером сорбента и индикатора (основный-основный). Вероятно, сорбент, обработанный щелочью, будет хорошо сорбировать органические вещества кислотного характера.

Полученные результаты определяют актуальность дальнейших исследований сорбционных свойств данного сорбента и разработку новых модификаций на его основе.

Выводы

1. Проработана литература о сорбентах, используемых для очистки сточных вод. Показано преимущество сорбентов на основе природного сырья.

2. Оценена сорбционная емкость сорбента на основе рисовой шелухи и продуктов его активации (обработка кислотой и щелочью). Установлено, что сорбционная активность рисовой шелухи по отношению к метиленовому синему имеет высокие значения (степень сорбции 36%). Сорбент, модифицированный кислотой, имеет степень сорбции выше, по сравнению с нативным сорбентом (39%), которая сохраняется в течение суток.

3. Сорбент из рисовой шелухи может применяться для очистки сточных вод химических и фармацевтических производств.

Библиография

1. Котова Д.Л., Сокрюкина А.И., Крысанова Т.А. Равновесная сорбция метиленового голубого на клиноптилолите // Сорбционные и хроматографические процессы. 2019. Т. 19. №2. С. 174-178
2. Смальченко Д.Е. Получение сорбционных материалов из растительного сырья // Физическая и коллоидная химия – основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения Харина С.Е. / под общ. ред. проф. Кучменко Т.А.; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2016. – С. 379.
3. Швиденко И.Г., Вениг С.Б., Чернова Р.К., Селифонова Е.И., Шаповал О.Г., Наумова Г.Н., Сержантов В.Г., Селифонов А.А., Сплюхин В.П. Изучение сорбции метиленового синего глауконитом // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 91-97. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-1-91-97.
4. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение: пер. с нем. Т. Б. Сергеевой. Л : Химия. Ленингр. отд-ние, 1984. 216 с.
5. Шевелева И.В., Холомейдик А.Н., Земнухова Л.А., Федорищева Г.А., Куриленко Л.Н. Сорбенты на основе рисовой шелухи и продуктов ее переработки // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: Материалы II Всерос. конф. Барнаул, 2005. Кн. 1. С. 672-675.