



АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ МОНТМОРИЛЛОНИТОВ В РАСТВОРАХ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Еримбатова Дилноза Нуруллаевна

Магистрант 1-го курса магистратуры по специальности «Химия»
Каракалпакский государственный университет имени Бердака

Аннотация: В данной работе исследуются адсорбционные свойства интеркалированных монтмориллонитов в водных растворах органических красителей. Рассмотрены особенности структуры монтмориллонита, влияние модификации на эффективность адсорбции, а также определены параметры, влияющие на степень удаления красителей из растворов. Полученные данные могут быть использованы при разработке эффективных адсорбентов для очистки сточных вод.

Ключевые слова: монтмориллонит, интеркаляция, органические красители, адсорбция, модификация, очистка воды

Загрязнение водных ресурсов органическими красителями, широко применяемыми в текстильной, кожевенной и пищевой промышленности, является одной из актуальных экологических проблем. Органические красители обладают высокой устойчивостью к свету, температуре и биологическому разложению, что затрудняет их удаление традиционными методами.

Монтмориллонит — это слоистый алюмосиликат с высокой удельной поверхностью и хорошими сорбционными свойствами. Интеркаляция органическими веществами позволяет модифицировать структуру монтмориллонита и повысить его адсорбционную способность к органическим соединениям. Целью настоящей работы является изучение влияния интеркаляции на эффективность адсорбции органических красителей.

В качестве сорбента использовался природный монтмориллонит, подвергнутый интеркаляции различными органическими соединениями (например, четвертичными аммониевыми солями). Подготовленные образцы были охарактеризованы с помощью рентгенофазового анализа (XRD), ИК-спектроскопии и анализа ВЕТ.

Растворы органических красителей (метиленовый синий, малахитовый зелёный) готовились в дистиллированной воде с известной концентрацией. Адсорбционные свойства определялись по снижению концентрации красителя в растворе с использованием спектрофотометрии при соответствующей длине волны.

Изучались следующие параметры:

- влияние времени контакта;



- влияние pH раствора;
- влияние начальной концентрации красителя;
- влияние дозы адсорбента.

Исследования показали, что интеркалированные монтмориллониты обладают значительно более высокой адсорбционной способностью по сравнению с немодифицированным образцом. Повышение удельной поверхности и увеличение расстояния между слоями после модификации способствовало более эффективному взаимодействию с молекулами красителей.

Оптимальное значение pH для адсорбции метиленового синего находилось в диапазоне 6–8, тогда как для малахитового зелёного — в более кислой среде (pH 4–6). На эффективность адсорбции также значительное влияние оказывало время контакта: равновесие достигалось в течение 60–90 минут.

Изотермы адсорбции соответствовали модели Ленгмюра, что свидетельствует о монослойной адсорбции на гомогенной поверхности. Также была определена высокая термодинамическая устойчивость сорбционного взаимодействия.

Анализ ИК-спектров подтвердил успешную интеркаляцию органических молекул в межслоевые пространства монтмориллонита. После модификации наблюдались характерные полосы поглощения, соответствующие функциональным группам используемых интеркалантов ($-\text{CH}_3$, $-\text{NH}_4^+$), что свидетельствует об изменении химической природы поверхности сорбента.

Рентгенофазовый анализ показал увеличение межплоскостного расстояния d_{001} , что является прямым доказательством внедрения органических молекул в структуру глинистого минерала. Это структурное расширение способствует лучшему проникновению молекул красителя внутрь слоев, повышая ёмкость сорбции.

Проведённые кинетические исследования показали, что процесс адсорбции соответствует модели псевдо-второго порядка, что указывает на хемосорбционный механизм взаимодействия между активными центрами сорбента и молекулами красителей. Это подтверждается также данными термодинамического анализа, где значение ΔH^0 имело положительное значение, что указывает на эндотермический характер процесса.

Сравнительный анализ между различными типами интеркалантов выявил, что наилучшие результаты адсорбции достигались при использовании катионных ПАВ (поверхностно-активных веществ), особенно четвертичных аммониевых солей. Это объясняется улучшенным сродством катионных интеркалированных слоев к анионным или нейтральным молекулам красителей.

Изучение регенерации сорбентов показало, что интеркалированные монтмориллониты сохраняют свою адсорбционную способность в течение нескольких циклов десорбции/реадсорбции, что делает их перспективными с



точки зрения многоразового применения и устойчивости в реальных условиях эксплуатации.

Таким образом, полученные результаты подтверждают высокую эффективность интеркалированных монтмориллонитов в качестве сорбентов для удаления органических красителей из водных растворов. Их использование может стать эффективной и экономически оправданной альтернативой в процессах очистки сточных вод, особенно в текстильной и химической промышленности.

Проведённые исследования показали, что интеркалированные монтмориллониты являются перспективными адсорбентами для удаления органических красителей из водных растворов. Модификация монтмориллонита органическими соединениями позволяет значительно повысить его сорбционные свойства. Результаты работы могут быть использованы при создании эффективных фильтрационных материалов и технологий очистки сточных вод.

Список литературы

1. Гусев Б.В. Коллоидная химия. — М.: Высшая школа, 2010.
2. Шестаков А.Ф. Глины и их применение в химической технологии. — СПб.: Химия, 2007.
3. Wang, S., & Zhu, Z.H. (2006). Characterisation and environmental application of an Australian natural zeolite for basic dye removal from aqueous solution. *Journal of Hazardous Materials*, 136(3), 946–952.
4. Sposito, G. (1989). *The Chemistry of Soils*. Oxford University Press.
5. Singh, K.P., Mohan, D., & Sinha, S. (2003). Color removal from wastewater using low-cost adsorbents. *Environmental Science & Technology*, 37(9), 2024–2031.