

12.Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 26.07.2018) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

УДК 66.06 : 66.067.8.081.3

Атаманова О.В., д-р техн. наук, проф.,

Подоксенов А.А.

(СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия)

АДСОРБИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ *o*-ФЕНИЛЕНДИАМИНА ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ БЕНТОНИТАМИ

*Адсорбция является перспективным и востребованным методом очистки воды. В последнее время одними из наиболее эффективных адсорбентов признаются модифицированные бентониты. Проведенные исследования адсорбционной активности разных модификаций бентонита при различной температуре и разной скорости перемешивания раствора по отношению к *o*-фенилендиамину позволили получить новые результаты. Установлен уровень воздействия каждого из рассматриваемых факторов на эффективность адсорбционного извлечения *o*-фенилендиамина из модельных растворов.*

*Ключевые слова: сорбционные материалы, модифицированные бентониты, адсорбция, очистка воды, *o*-фенилендиамин.*

Учеными установлено [1], что поверхностные водоемы достаточно часто подвергаются антропогенной нагрузке со стороны промышленных производств, которые сбрасывают в воду свои не достаточно очищенные стоки, содержащие разные токсианты, включая аминосоединения. Опасность проникновения ароматических аминосоединений в природные водоемы, являющиеся источниками водоснабжения, достаточно велика [1, 2].

Такие аминосоединения, как *o*-фенилендиамин не редко встречаются в сточных водах химических и фармацевтических производств [3, 4]. Сточные воды производств данных индустрий должны проходить тщательную и качественную очистку, прежде чем их сбросят в природный водоем или городскую канализацию.

Современный опыт разработки методов очистки сточных вод [3, 5] признает в качестве одного из самых эффективных метод адсорбционного извлечения из растворов загрязняющих веществ. Особую популярность в последнее время в качестве адсорбентов приобретают природные глинистые материалы.

Природные глинистые материалы для целей очистки воды от загрязняющих веществ применяются не только в натуральном виде, но

и после модифицированной разными способами обработки, которая проводится для активации их адсорбционных свойств [6-9].

Цель настоящей работы состояла в установлении адсорбционной способности модифицированных бентонитов по отношению к *o*-фенилендиамину при разных температурных и гидродинамических условиях.

Задачи исследований включали:

- изучить особенности адсорбционного извлечения *o*-фенилендиамина модифицированными бентонитами при разных режимах перемешивания и разных температурах модельных растворов;
- проанализировать влияние температурного изменения и гидродинамического режима на эффективность процесса адсорбции *o*-фенилендиамина.

Работа проведена в рамках Госзадания МНиВО РФ по заявке 5.39.22.2017/ПЧ.

Материалы и методы. Лабораторные испытания проводились на базе Испытательно-лабораторного центра ЭкоВС Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

При проведении исследований адсорбционной способности модифицированных бентонитов реализован метод качественного капельного анализа (по Ф. Файглю) [10].

Экспериментально исследовались следующие бентонитовые сорбционные материалы:

- сорбционный материал № 1 – бентонит, после обжига при 550° С;
- сорбционный материал № 2 – бентонит, после обжига при 550° С;
- сорбционный материал № 3 – бентонит, после обжига при 550° С;
- сорбционный материал № 4 – бентонит, после обжига при 570° С;
- сорбционный материал № 5 – бентонит, после обжига при 570° С;
- сорбционный материал № 6 – бентонит, после обжига при 570° С;
- сорбционный материал № 7 – бентонит, модифицированный гидроокисью магния, после обжига при 570° С;
- сорбционный материал № 8 – бентонит, модифицированный гидроокисью магния, после обжига при 570° С;
- сорбционный материал № 9 – бентонит, модифицированный гидроокисью магния, после обжига при 570° С.

Результаты. По результатам лабораторных экспериментов были построены графические зависимости, отображающие изменение сорбционной активности изучаемых сорбционных материалов от температуры раствора и изменения режимов перемешивания раствора (рисунок 1).

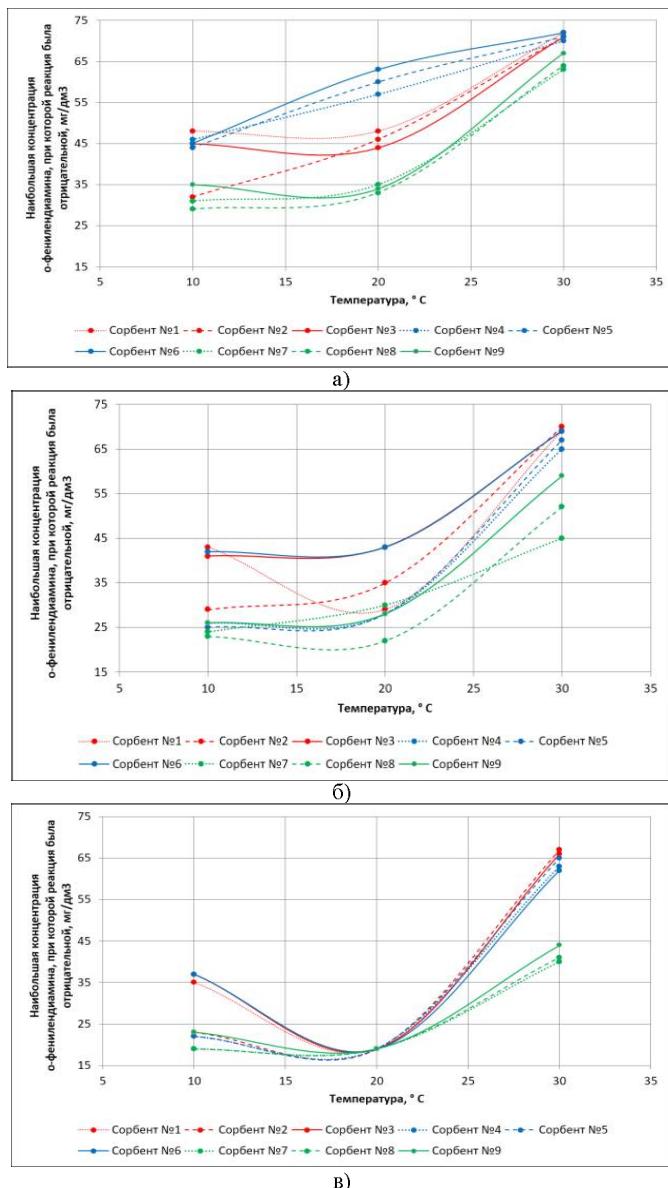


Рис. 1 - Изменение адсорбционной активности модифицированных бентонитов по отношению к *o*-фенилендиамину при перемешивании: а) один раз в 5 мин.; б) один раз в 10 мин., в) один раз в 15 мин.

Проведенный эксперимент показал, что сорбционные материалы, которые получены обжигом бентонита при температуре 570 °C, активированные гидроокисью магния (сорбционные материалы №№ 7-9), хуже по проявляемой сорбционной активности, чем остальные адсорбенты.

Установлено, что изменение скорости перемешивания раствора, также как и изменение температуры процесса, способствуют изменению адсорбционной активности бентонитов по отношению к *o*-фенилендиамину. При большей скорости перемешивания разница между сорбционной активностью бентонитов проявляется более отчетливо. Можно предположить, что хемосорбция в этом случае начинается при меньших температурах среды, чем при более медленном перемешивании раствора.

Заключение. При повышении температуры раствора происходит возрастание адсорбционной активности бентонита, однако, для каждого изученного сорбционного материала это возрастание протекает с разной скоростью. Сказанное дает возможность сделать предположение о том, что на всех сорбционных материалах *o*-фенилендиамин адсорбируется главным образом за счет хемосорбции.

При температурах процесса 10 °C и 20 °C скорость перемешивания с разной степенью оказывает влияние на процесс адсорбции всех исследованных образцов, а при температуре 30 °C – значимое влияние скорость перемешивания оказывает только на сорбционную способность адсорбентов, активированных гидроокисью магния. Это говорит о том, что при температурах 10 °C и 20 °C лимитирующей стадией адсорбции для всех адсорбентов является внешний массоперенос, а при 30 °C – скорость адсорбции лимитируется внешним массопереносом только для адсорбентов, активированных гидроокисью магния, относительно остальных можно считать, что скорость адсорбции лимитируется внутренним массопереносом в этих температурных условиях.

Наиболее перспективными образцами из всех исследованных сорбционных материалов на основе модифицированного бентонита по отношению к представителю ароматических аминов – *o*-фенилендиамину можно назвать бентонит, обожженный при температуре 550° C, и бентонит, обожженный при температуре 570° C (сорбционные материалы №№ 4-6).

Библиографический список

1. Истрапкина, М. В. Результаты мониторинга загрязнения поверхностных вод Саратовской области органическими веществами / М.В. Истрапкина, О.В.

Атаманова, Р.Н. Толеуова // Актуальные вопросы охраны окружающей среды: сб. докл. Всероссийск. науч.-техн. конф., Белгород, 17–19 сент., 2018 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – С. 325-332.

2. Беркман, Б. Е. Промышленный синтез ароматических соединений и аминов / Б. Е. Беркман. – М.: Химия, 1964 – 344 с.

3.Истрашкина, М.В. Особенности адсорбции ароматических аминосоединений на различных вариантах модифицированного бентонита / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова // Известия Самарского научного центра РАН, 2016. –Т. 18, № 2(2). – С. 381-384.

4. Яковлев, С.В. Очистка сточных вод предприятий химико-фармацевтической промышленности / С. В. Яковлев [и др]. – М.: Стройиздат, 1985. – 252 с.

5.Kasymbekov, Zh. K. Hydro-electrostation of hydrocyclone type of small power for local energy supply / Zh. K. Kasymbekov, O. V. Atamanova, G. Zh. Kasymbekov // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. - Volume 5. - № 375 (2018). - Pp. 48-54.

6.Совершенствование сорбционных методов очистки загрязненных природных и сточных вод: коллективная монография / Под ред. д.б.н., проф. Е.И. Тихомировой. – Саратов: СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2017. – 154 с.

7.Атаманова, О.В. Адсорбция нитро- и аминопроизводных бензола на модифицированных бентонитах в динамических условиях / О.В. Атаманова, М.В. Истрашкина // Экологические проблемы промышленных городов: сб.науч.тр. по материалам 9-й Международной науч.-практ. конф. - Саратов: СГТУ, 2019. – С.365-369.

8.Тихомирова, Е.И. Исследование механизма адсорбции орто-фенилендиамина на бентонитах в статических условиях / Е.И. Тихомирова, М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова и др. // Фундаментальные исследования, 2018. - № 1. – С.18-23.

9.Tikhomirova, E.I. The use of multicomponent adsorption filters in water purification systems and luminescent control of ecotoxicant content / E.I. Tikhomirova, O.A. Plotnikova, O.V. Atamanova, M.V. Istrashkina, A.V. Koshelev, A.L. Podolsky // Theoretical and Applied Ecology, 2019. - No. 1. - Pp. 73-81.

10. Файгль, Ф. Капельный анализ неорганических веществ: в 2-х кн. / Ф. Файгль, В. Ангер. – М., Мир, 1976. – Кн. 1. – 390 с. – Кн. 2. – 320 с.