

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы **Кулайшина Станислава Андреевича «Адсорбция 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты на активированных углях различного генезиса»**, представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия.

Растущая потребность в сорбционных материалах заставляет искать новые источники сырья. Адсорбция является одним из эффективных методов очистки водной среды от загрязнителей органического и неорганического типа. Наиболее эффективными адсорбентами до сих пор остаются углеродсодержащие материалы.

В данной работе исследователем подробно изучен процесс и кинетические параметры адсорбции 2,4-Д и феноксиуксусной кислоты на материалах с различной пористой структурой. Прежде всего, исследована кинетика адсорбции 2,4-Д на микропористых образцах АУ, синтезированных из скорлупы кокосового ореха (АУКО), из ископаемого сырья (ГАУ) и мезопористых образцах АУ, синтезированных на поливинилхлориде и Сибунит, а также на мезопористых наносферических углеродных материалах (МНУМ). На примере образца Сибунит установлено, что вероятным механизмом взаимодействия адсорбент-адсорбат является  $\pi$ - $\pi$  взаимодействие с плоской ориентацией бензольного ядра 2,4-Д к поверхности углеродных слоев.

Отдельно проведена большая работа по изучению кинетики адсорбции 2,4-Д на MOF семейства MIL. Установлено, что подвижность каркаса, наблюдаемая у MIL-53ас (активированный), а также наличие микро и мезопор, позволяет достичь извлечение 2,4-Д из водной среды за время сопоставимое с временем адсорбции на мезопористых образцах (УА), при этом адсорбционная емкость сравнима с микропористым образцом АУКО. Изученные образцы MOF оказались устойчивыми в водной среде при pH (2-3) и сохранили свою структуру после достижения адсорбционного равновесия.

Подробно рассмотрено влияние pH среды на адсорбционную емкость углеродных адсорбентов и образца MOF (ML2R). Дополнительно автором установлена взаимосвязь между адсорбционными показателями и текстурой образцов.

Автор диссертации Кулайшин Станислав Андреевич осуществлял поиск и анализ научной литературы по адсорбции замещенных ароматических молекул и гербицидов на АУ, проводил эксперименты по адсорбции, обрабатывал результаты анализов, полученных физико-химическими методами, проводил математические расчеты по установлению кинетических параметров адсорбции, представлял полученные результаты в виде стендовых и устных докладов на российских конференциях и конференциях с международным участием. Участвовал в подготовке публикаций в рецензируемых научных журналах.



Автореферат работы грамотно изложен, а также хорошо иллюстрирован табличным и графическим материалом, что значительно облегчает восприятие материала.

Однако по работе возникают следующие вопросы и замечания:

1. Отсутствуют данные по текстурным параметрам для микропористых образцов АУКО и ГАУ, поэтому трудно установить закономерность между адсорбцией 2,4-Д и текстурой образцов в сравнении с другими адсорбентами (раздел 1 и выводы).
2. Какая конкретная марка технического углерода была использована при синтезе образцов Сибунит, МНУМ-1 и МНУМ-2, так как именно размер частицы в дальнейшем определяет пористость материала. Также непонятно, как проводилась активация, по времени или по степени обгара (раздел 3). Отсутствуют данные о том, с какой скоростью нагрева были синтезированы образцы на основе поливинилхлорида (стр.11, раздел 2).
3. Какой метод расчета диаметра пор автор использует для образцов МНУМ-1, МНУМ-2 и Сибунит (табл. 5).
4. Проводились ли исследования по оценке влияния рН среды на процесс адсорбции 2,4-Д для МНУМ-1 и МНУМ-2?

В целом изложенные в автореферате сведения указывают на то, что диссертационная работа Кулайшина Станислава Андреевича является законченным научным исследованием. Полученные соискателем результаты представляют интерес для специалистов, работающих в области адсорбции, синтеза углеродных материалов и каркасных структур металл-органического типа, а также по экологическому направлению. Работа выполнена на высоком экспериментальном уровне, с использованием широкого спектра современного аналитического оборудования.

Таким образом, Кулайшин Станислав Андреевич проявил себя сложившимся научным работником и заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия.

Н.с. отдела каталитических процессов  
ЦНХТ ИК СО РАН, к.х.н.



О.И. Кривонос

Подпись О.И. Кривонос заверяю  
Ученый секретарь ЦНХТ ИК СО РАН, к.х.н.



А.В. Сырьева