

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН  
Научный совет РАН по физической химии

## VII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Актуальные проблемы теории и практики  
гетерогенных катализаторов и адсорбентов»

### МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

28 июня – 1 июля 2023 года

г. Суздаль, Владимирская область  
2023



Катализаторы и Адсорбенты



том на основе хитозана является экзотермической. Получено распределение изостерических теплот сорбции от изменения величины сорбции. Показано, что полученный сорбент обладает энергетически неоднородной поверхностью близкой к линейному типу, что коррелирует с применимостью модели Темкина для описания термодинамических параметров процесса.

Полученный сорбент на основе хитозана является перспективным сорбционным материалом для извлечения d-металлов из сточных вод различного происхождения, например, переработки углеводов и гальваники, и может быть использован для глубокой доочистки указанных отходов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010).*

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

#### Литература

- [1] Rehman M., Liu L., Wang Q., Saleem M.H., Bashir S., Ullah S., Peng D. // *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. V. 26. P. 18003–18016.
- [2] Фуфаева В.А., Никифорова Т.Е., Разговоров П.Б., Игнатьев А.А. // *Экология и промышленность России*. 2022. Т. 26. № 12. С. 22–27.
- [3] Фуфаева В.А., Никифорова Т.Е. // *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2022. Т. 58. № 2. С. 163–169.
- [4] Филиппов Д.В., Фуфаева В.А., Шепелев М.В. // *Журнал неорганической химии*. 2022. Т. 67. № 3. С. 397–402.

## **ВЛИЯНИЕ ФТОРИРОВАНИЯ АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА НА СОСТОЯНИЕ АКТИВНОГО КОМПОНЕНТА И СВОЙСТВА В РЕАКЦИИ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА В ИЗОБУТИЛЕН**

**Гизятуллов Р.Н., Егорова С.Р., Ламберов А.А.,  
Ермолаев Р.В., Курбангалеева А.З.**

*Казанский федеральный университет, Россия, г. Казань*

*E-mail: gramil.03@mail.ru.*

Микросферические катализаторы кипящего слоя находят широкое применение в нефтехимических процессах окислительного хлорирования этилена и дегидрирования низкомолекулярных углеводов. Процесс

дегидрирования углеводородов с участием алюмохромовых катализаторов проводят с целью получения низкомолекулярных олефинов, используемых в производстве волокон, синтетических каучуков и добавок к топливам. Недостатком катализаторов дегидрирования является протекание побочных реакций изомеризации углеводородов, коксообразования и формирования длинноцепочечных отложений, что снижает выход целевого продукта. Каталитические свойства алюмохромовых катализаторов зависят от характеристик кислородных соединений хрома, закрепленных на поверхности носителя.

Актуальной задачей является повышение выхода целевого продукта и термической стабильности катализатора в процессе дегидрирования низших парафинов, что возможно решить модифицированием активного компонента на поверхности алюмохромового катализатора. В настоящей работе в качестве модификатора и фторирующего реагента использовали фторид аммония, сочетающий в себе высокую химическую активность при сравнительно низких температурах реакции и комплексообразующие свойства. При  $T > 168\text{ }^\circ\text{C}$   $\text{NH}_4\text{F}$  разлагается до  $\text{NH}_4\text{HF}_2$ , который в свою очередь энергично взаимодействует с гидроксидами и оксидами алюминия и хрома с образованием соответствующих фторометаллатов аммония или оксифторидов. Конечными продуктами разложения последних на воздухе являются модифицированные оксиды алюминия и хрома. Известно, что при малых (менее 1 % масс.) концентрациях модификатора образующиеся при синтезе катализатора поверхностные оксифториды алюминия влияют на распределение и силу кислотных и основных центров на поверхности оксида алюминия. Появляются дополнительные сильные льюисовские кислотные центры, исчезают основные центры. При этом не изменяются параметры пористой системы и фазовый состав оксида алюминия.

Целью работы являлось исследование влияния фторирования алюмохромовых катализаторов на состояние активного компонента оксида хрома (III) и каталитические показатели в процессе дегидрирования изобутана в изобутилен в кипящем слое.

Объектами исследования являлись микросферические алюмохромовые катализаторы с размером гранул 40–150 мкм. Для их синтеза использовали промышленные алюмооксидные носители бемитной структуры. Катализаторы готовили последовательной пропиткой бемитного носителя водным раствором  $\text{NH}_4\text{F}$ , хромовой кислоты и карбоната калия с последующей сушкой в вакууме и термоактивацией в муфельной печи в течение 4 ч при  $750\text{ }^\circ\text{C}$ . Содержание хрома и калия в образцах составляло 8,5 и 0,9 % масс соответственно. Удельная площадь поверхности катализаторов –  $41\text{ м}^2/\text{г}$ .

С увеличением содержания  $\text{NH}_4\text{F}$  до 0,9 % масс. отмечено снижение активности катализатора с 51 до 48 %. Селективность по изобутилену при добавлении  $\text{NH}_4\text{F}$  до 0,6 % масс. напротив возрастала с 87 до 90 % вследствие увеличения доли растворимых форм хрома Cr(VI) и полимеризации

части монохроматов в ди – три – полихроматы по данным УФ-вид спектроскопии. В интервале концентраций  $\text{NH}_4\text{F}$  от 0,6 до 0,9 % масс. селективность по изобутилену снижалась.

*«Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»)».*

## **ВЛИЯНИЕ МЕТОДА АКТИВАЦИИ НА АДСОРБЦИОННО-СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕМИНЕРАЛЬНЫХ АДСОРБЕНТОВ**

**Глазунова И.В.**

*ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет, Россия,  
г. Липецк. E-mail: glazunova-iv@yandex.ru.*

Во многих областях промышленности востребованы углеродные адсорбенты. Успешное решение практических задач определяется подбором адсорбентов с наиболее оптимальными для конкретной задачи пористой структурой и адсорбционными свойствами. Адсорбенты получали парогазовой активацией диоксидом углерода и химической активацией гидроксидом калия.

В первом случае основной компонент – торф, алюмосиликатную добавку (каолинит) и связующее (каменный уголь) подвергали карбонизации-обжигу при высокой температуре в инертной атмосфере без доступа воздуха. Совместная карбонизация происходит в муфельной печи при  $T = 700\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 0,25 часа. В результате получали карбонизат, который подвергали активации. Парогазовая активация проводилась в кварцевом реакторе диоксидом углерода, температура процесса  $750\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 10 мин. В строго контролируемых условиях. Далее охлаждение и рассев на более мелкую фракцию [1, 2]. Адсорбент ТАУ –  $\text{CO}_2$ .

Во втором случае, в качестве активирующего агента использовали гидроксид калия. Навеску пропитывали 50 % гидроксидом калия при  $T = 22\text{ }^\circ\text{C}$  и выдерживали 24 часа. После этого нагревали в муфельной печи при  $T = 750\text{ }^\circ\text{C}$ , изотермическая выдержка составляла 1 ч. Спекшиеся адсорбенты последовательно отмывали от щелочи дистиллированной водой и 0,1 н раствором соляной кислоты, после чего высушивали до постоянной массы [3]. Адсорбент ТАУ – КОН.