

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации Файзуллина Айдара Вильдановича

«Управление кислотными и каталитическими свойствами молекулярного сита SAPO-11 изменением характеристик реакционных гелей и промежуточных фаз», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ

**Актуальность темы диссертационного исследования** А.В. Файзуллина не вызывает сомнений. Силикоалюмофосфатные молекулярные сита SAPO-11 широко востребованы в нефтехимии и нефтепереработке как эффективные катализаторы процессов изомеризации углеводородов. Особое значение приобретает разработка методов управления дисперсными и кислотными свойствами для получения иерархических структур, обеспечивающих эффективный перенос вещества в объеме материала. В настоящее время актуальной задачей является поиск способов синтеза цеолитоподобных материалов без использования дорогостоящих органических темплатов и модификаторов роста, что и составляет суть рецензируемой работы.

### **Научная новизна и значимость полученных результатов**

Автором впервые выявлены различия в составе промежуточных продуктов кристаллизации при использовании двух источников алюминия: бемита и изопропоксида алюминия, а также при различных условиях старения гелей. Установлено, что изопропоксид алюминия проявляет высокую реакционную способность, образуя аморфные алюмофосфаты на ранних стадиях, тогда как бемит требует термической активации для образования кристаллического предшественника  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Важным научным достижением является идентификация четырех типов промежуточных фаз (аморфные, слоистые, кристаллические), образующихся при старении гелей в диапазоне 90–140 °С. Показано, что выбор конкретной промежуточной фазы позволяет направленно регулировать морфологию кристаллов SAPO-11 (от нанопластин до сферических агрегатов и «колес») и, как следствие, доступность активных центров.

### **Практическая значимость работы**

Практический интерес представляет разработанный способ получения высокодисперсного SAPO-11 с иерархической пористой структурой без использования вторичных темплатов. Полученные катализаторы, в частности образец SAPO-11-iAl-130 с морфологией частиц типа «колесо», продемонстрировали высокую эффективность в процессе парофазной изомеризации циклогексаноноксима в капролактаме, обеспечивая селективность до 95%. Это открывает перспективы для создания отечественных технологий получения капролактама.

### **Замечания и вопросы**

К проведенной большой экспериментальной работе А.В. Файзуллина замечаний нет, как и сомнений в его высокой квалификации, однако возникли следующие вопросы:

1. Оценивалось ли влияние условий старения геля на механизм вхождения кремния в кристаллическую решетку (замещение по типу SM2 или SM3), и как распределение кремния коррелирует с наблюдаемой селективностью образования капролактама?

2. Автор указывает, что изменение порядка смешения реагентов (от добавления изопропоксида алюминия к водному раствору фосфорной кислоты к добавлению изопропоксида алюминия к предварительно синтезированному фосфату ди-н-пропиламина) приводит к уменьшению размера частиц промежуточных продуктов с 5-10 нм до менее 5 нм и увеличению внешней удельной поверхности продукта. Каков предполагаемый механизм влияния предварительного синтеза фосфата DPA на скорость зародышеобразования SAPO-11?

3. Учитывая склонность реакции изомеризации циклогексаноноксима к коксообразованию, исследовалась ли возможность окислительной регенерации катализатора и насколько полно восстанавливаются его свойства после выжигания углеродистых отложений?

#### **Заключение**

Представленные вопросы не затрагивают и не снижают высокой научной ценности проведенного исследования. Судя по автореферату, диссертация Файзуллина Айдар Вильдановича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение важной задачи управления свойствами силикоалюмофосфата SAPO-11. По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ.

**Пархомчук Екатерина Васильевна, к.х.н.,**

Ведущий научный сотрудник, руководитель НТК «Темплатный синтез» Отдела нетрадиционных каталитических процессов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук»

630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 5

Тел.: +7(383) 330-87-67

E-mail: [www@catalysis.ru](mailto:www@catalysis.ru)

Сайт: <http://www.catalysis.ru>

Пархомчук Е.В., 03.02.2026

