

## 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.

Диссертационная работа Файзуллина А.В. посвящена актуальной проблеме современной нефтехимии и катализа - разработке научно обоснованных подходов к синтезу молекулярных сит SAPO-11 с заданными физико-химическими и каталитическими свойствами. Актуальность темы не вызывает сомнений, поскольку катализаторы на основе SAPO-11 широко востребованы в процессах гидроизомеризации *n*-парафинов и получения капролактама, а поиск способов управления их морфологией без использования дорогостоящих органических темплатов является важной практической задачей.

Научная новизна работы заключается в установлении фундаментальных взаимосвязей между природой источника алюминия (бемит или изопророксид алюминия), условиями приготовления реакционных смесей (порядок смешения, температура старения) и свойствами образующихся промежуточных фаз. Автором впервые детально исследовано влияние промежуточных фаз (аморфных, слоистых, кристаллических типа  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) на формирование вторичной пористой структуры и морфологии кристаллов SAPO-11.

Практическая значимость исследования состоит в разработке способов синтеза SAPO-11 с иерархической пористой структурой без применения специальных модификаторов роста кристаллов. Полученные материалы продемонстрировали высокую эффективность в процессе парофазной изомеризации циклогексаноноксима в капролактаме, обеспечивая селективность до 95% при полной конверсии сырья.

Оценка содержания работы:

Работа выполнена на высоком методическом уровне с применением комплекса современных физико-химических методов (РФА, ВМУ ЯМР  $^{27}\text{Al}$  и  $^{31}\text{P}$ , Рамановская спектроскопия, СЭМ, ПЭМ).

Автором показано, что использование изопророксида алюминия способствует образованию аморфных алюмофосфатов с развитой системой связей  $\text{Al}-\text{O}-\text{P}$ , в то время как применение бемита ведет к формированию гетерофазных смесей. Установлено, что варьирование температуры старения гелей позволяет целенаправленно получать промежуточные фазы, определяющие конечную морфологию катализатора - от пластинчатых и игольчатых кристаллов до агрегатов типа «колесо». Особый интерес представляют данные о том, что образец с морфологией «колеса» (SAPO-11- $i\text{Al}$ -130) обладает наилучшими текстурными характеристиками и каталитической активностью за счет доступности устьев  $10\text{R}$  каналов.



Несмотря на высокую общую оценку работы, к автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

В автореферате упоминается формирование «слоистой фазы» при старении гелей при температурах 120–140 °С, структура которой близка к SAPO-11. Идентифицирована ли эта фаза как известное соединение (согласно базам данных PDF/ICDD) или она является новым структурным образованием? Какова ее термическая стабильность до начала кристаллизации в SAPO-11?

При обсуждении каталитических свойств (Рис. 17 автореферата) приводится зависимость конверсии и селективности от времени. Для образца SAPO-11-SB-130 отмечена дезактивация вследствие блокировки центров продуктами уплотнения. Проводились ли исследования стабильности работы лучшего образца (SAPO-11-iAl-130) в течение более длительного времени (более 5-6 часов, представленных на графике) и изучалась ли возможность его регенерации?

Указанные замечания не снижают научной ценности диссертационного исследования.

Заключение: Судя по автореферату, диссертация Файзуллина А.В. является завершенной научно-квалификационной работой, которая содержит решение важной задачи управления свойствами молекулярных сит SAPO-11 для каталитических процессов. Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Файзуллин Айдар Вильданович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ.

Кандидат химических наук, старший  
научный сотрудник лаборатории №4  
«Химии углеводов» ФГБУН  
Институт нефтехимического синтеза  
им. А.В. Топчиева РАН

Наранов Евгений Русланович

23.01.2026

Подпись Наранова Е.Р. заверяю

Ученый секретарь ИНХС РАН  
д.х.н., доцент



Костина Юлия Вадимовна