

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Шкуропатова Александра Валентиновича  
«Алкилирование бензола пропиленом на иерархических  
цеолитах со структурой MWW»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата химических наук  
по специальности 1.4.4 (02.00.04) – Физическая химия

Диссертационная работа Шкуропатова А.В. посвящена разработке новых эффективных катализаторов алкилирования бензола пропиленом. Автор совершенно справедливо отмечает промышленную важность этого процесса, поскольку продукт реакции кумол является, в свою очередь, сырьем для получения многих других ценных продуктов. **Актуальность** темы диссертационного исследования Шкуропатова А.В., направленного на создание современных эффективных отечественных катализаторов, не вызывает сомнения.

Обращает на себя внимание значительный объем экспериментальных исследований, выполненных автором работы. Аккумулирован фактический материал по особенностям синтеза микро- и нанокристаллических цеолитов типа MWW, их рекристаллизации для получения иерархических цеолитов, влиянию на свойства продуктов нескольких различных факторов, каталитической активности перечисленных видов цеолитов в процессе алкилирования бензола кумолом, влиянию связующего на каталитические свойства образцов.

При охарактеризовании катализаторов автор использовал современные физико-химические методы исследования: рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенофазовый анализ, малоугловую рентгеновскую дифракцию, сканирующую электронную микроскопию, спектроскопию ЯМР ВМУ, термогравиметрический анализ и дифференциальную сканирующую калориметрию и др. Анализ продуктов каталитических процессов осуществлялся методами газожидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии.

Поскольку все заключения и выводы автора основаны на экспериментальном материале большого объема и хорошего качества, полученном разнообразными современными методами, есть все основания для вывода о **надежности** и **достоверности** результатов работы Шкуропатова А.В.

К наиболее значимым для теории и практики физической химии можно отнести следующие полученные в работе Шкуропатова А.В. результаты:

1. Предложена методика рекристаллизации цеолитов типа MWW в растворах оснований для получения иерархических цеолитов. Установлен характер влияния природы и концентрации основания на пористость и кислотные свойства получаемых цеолитов.

2. Выявлены особенности протекания процесса алкилирования бензола пропиленом в присутствии микрокристаллических, нанокристаллических цеолитов MWW и иерархических цеолитов, полученных на их основе. Показано, что можно добиться увеличения конверсии пропилена либо путем снижения размеров кристаллитов цеолита, либо созданием системы вторичных мезопор.

3. Выполнена оценка возможности использования различных связующих, и предложен вариант использования бемита, не снижающего эффективность катализатора и обладающего достаточной механической прочностью. Необходимо отметить, что в каталитических работах далеко не всегда авторы уделяют внимание формированию реального катализатора. Для рецензируемой работы это является несомненным достоинством.

Все перечисленные результаты **обладают новизной**, получены лично автором либо при его непосредственном участии.

К достижениям соискателя необходимо отнести и проведение пилотных испытаний разработанного катализатора. Результаты пилотных испытаний продемонстрировали высокую эффективность катализатора. Данный раздел диссертации выгодно подчеркивает **практическую значимость** работы.

По тексту диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

При обсуждении кислотных свойств протонных форм образцов M-MWW

и H-MWW (стр. 77, таблица 3.2 диссертации и стр. 9 автореферата) отмечается, что образец M-MWW обладает большей концентрацией сильных кислотных центров, что связано с более низким соотношением Si/Al, и приводится ссылка на таблицу. Однако в соответствующей таблице мольное соотношение Si/Al для образца M-MWW больше, чем для H-MWW. Возникает вопрос: что из этих суждений и фактов является опечаткой – информация о более низком соотношении Si/Al в тексте или численное значение Si/Al в таблице?

В разделе, посвященном исследованию влияния вторичной мезопористости на каталитические свойства иерархических цеолитов MWW, автор констатирует увеличение селективности по нежелательным побочным продуктам после рекристаллизации цеолита MWW в растворе гидроксида натрия и делает предположение, что «деструктивная способность гидроксида натрия» приводит к увеличению концентрации льюисовских кислотных центров. Это предположение противоречит общепринятым представлениям и требует пояснения; обычно полагают, что, напротив, наличие катионов натрия в системе приводит к замещению ими катионных позиций, что делает невозможным дальнейшее дегидроксилирование с образованием льюисовских кислотных центров – координационно-ненасыщенных ионов алюминия.

В разделе, посвященном влиянию связующего на каталитические свойства цеолитов MWW, отмечается, что в качестве связующего использовались бемит, гидроксид алюминия и др. Строго говоря, бемит – это одна из модификаций гидроксида алюминия, и такая формулировка названий веществ, по меньшей мере, спорна. Какой модификации в таком случае было вещество, названное просто «гидроксид алюминия»? В разделе 2.1 (Использованные реагенты) связующие не упомянуты и не охарактеризованы.

Работа в целом написана грамотно, логично и стилистически корректно, содержит минимальное количество опечаток (например, стр. 23, 32, 40 и др.).

Высказанные вопросы и возникшие замечания не снижают общей высокой оценки работы Шкуропатова А.В.

Автореферат и опубликованные работы соответствуют содержанию

диссертации и достаточно полно отражают его.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.4 (02.00.04) – Физическая химия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертация оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Шкуропатов Александр Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 (02.00.04) - «Физическая химия».

Заведующий кафедрой общей химии  
Федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
«Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет», доктор химических наук,  
профессор

Лебедева Ольга Евгеньевна

*17.06.2022*

Контактные данные:

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:  
02.00.15 – Катализ

Адрес места работы:

ФГАОУ ВО «Белгородский  
государственный национальный исследовательский университет» (НИУ  
«БелГУ»), Институт фармации, химии и биологии  
Тел: