

## **ОТЗЫВ** официального оппонента

на диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук

**Дубиняка Андрея Максимовича**

на тему: «**Гидропревращение соединений-компонентов бионефти на катализаторах на основе пористых ароматических каркасов**»

по специальности 1.4.12. Нефтехимия

**Актуальность темы исследования.** В условиях глобального энергетического перехода и необходимости снижения антропогенного воздействия на окружающую среду, поиск возобновляемых источников углеродсодержащего сырья является одной из приоритетных задач нефтехимии. Лигноцеллюлозная биомасса - перспективная альтернатива ископаемому сырью, однако продукты её первичной переработки (бионефть) характеризуются высоким содержанием кислорода и короткой углеродной цепью.

Диссертационная работа А.М. Дубиняка посвящена разработке новых каталитических систем на основе пористых ароматических каркасов (ПАК) для селективного гидрирования и tandemных процессов алкилирования-гидрирования компонентов бионефти, таких как левулиновая кислота и производные фурана. Использование ПАК в качестве носителей является крайне актуальным благодаря их исключительной химической и термической стабильности, в том числе в водных средах, где традиционные неорганические носители часто дезактивируются.

**Степень обоснованности научных положений и выводов.** Научные положения и выводы диссертации базируются на значительном объеме экспериментальных данных, полученных с использованием комплекса современных физико-химических методов исследования. Автором успешно применены методы просвечивающей электронной микроскопии,

рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, ИК-спектроскопии, атомно-эмиссионной спектрометрии и низкотемпературной адсорбции азота.

Каталитические испытания проводились в реакторах периодического действия с тщательным анализом продуктов методами ГХ и ГХ-МС. Обоснованность выводов также подтверждается проведением теоретических расчетов методом теории функционала плотности для оценки термодинамической стабильности продуктов алкилирования, что позволило подтвердить экспериментальные результаты.

**Достоверность и новизна исследований.** Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые показана взаимосвязь между строением пористых органических полимеров, методом синтеза рутениевых катализаторов и их каталитическими свойствами в реакции гидрирования левулиновой кислоты. Автором впервые установлена корреляция между селективностью в гидрировании фурфурола, составом катализаторов и природой растворителя. Также впервые были синтезированы и изучены бифункциональные катализаторы на основе ПАК с кислотными группами для тандемного процесса алкилирования-гидрирования соединений целлюлозной и лигнинной частей бионефти.

**Практическая и теоретическая значимость** диссертации состоит в доказательстве влияния структуры полимерного носителя и распределения наночастиц металла на активность и стабильность систем в процессах гидрирования. Разработанные бифункциональные катализаторы позволяют преобразовывать фурановые и фенольные соединения в смесь оксигенатных длинноцепочечных соединений, являющихся потенциальными добавками к топливам. Результаты исследования могут быть востребованы в таких организациях, как Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина и Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН.

Диссертация объемом 157 страниц включает 66 рисунков, 27 таблиц и список литературы из 224 наименований.

Несмотря на общую высокую оценку работы, по диссертации имеются следующие замечания:

1. Согласно методикам синтеза, введение рутения, платины и палладия осуществлялось методом пропитки в избытке раствора. При этом в работе отсутствуют данные по материальному балансу: не совсем ясно, какая доля активного металла от первоначально взятой навески соли в итоге закрепляется на носителе.

2. В разделе 3.4 при описании методики ТПД-NH<sub>3</sub> определения кислотности указано, что удаление физически адсорбированного аммиака проводилось после насыщения при 50°C. Однако в тексте не зафиксирована конкретная температура, при которой происходила стадия десорбции физически связанного аммиака перед началом аналитического нагрева.

3. Фракционный состав катализаторов. В экспериментальной части и при обсуждении результатов не приводится информация о фракционном составе (размере гранул или частиц) используемых полимерных носителей и готовых катализаторов. Учитывая пористую природу РАФ и возможный вклад диффузионных ограничений, на которые указывает сам автор в ряде экспериментов, учет геометрических параметров частиц является критически важным для корректной интерпретации каталитической активности.

4. На представленных графиках (Рисунки 22 и 24) наблюдается несовпадение ветвей адсорбции и десорбции в области низких относительных давлений ( $P/P_0$  от 0.0 до 0.4). Чем, по мнению автора, обусловлен подобный характер гистерезиса для данных полимерных материалов?

5. В разделе 4.5 отмечается дезактивация платиновых центров в тандемных процессах, вызванная полимеризацией фурановых субстратов.

Изучалась ли автором принципиальная возможность регенерации таких катализаторов (например, отмывка олигомеров растворителями или мягкое окислительное выжигание)?

6. Почему для углубленного изучения влияния условий tandemного процесса (температура, давление, время) были выбраны именно платиновые системы (Pt-PAF-30-SO<sub>3</sub>H), в то время как палладиевые катализаторы также продемонстрировали высокую активность в превращении фуранового кольца?

Данные замечания не снижают научную ценность работы и носят дискуссионный характер.

Диссертация Дубиняка Андрея Максимовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача установления взаимосвязи между строением катализаторов на основе пористых органических полимеров и их каталитическими свойствами в реакциях гидрирования и алкилирования компонентов бионефти, имеющая важное значение для нефтехимии.

Диссертация «Гидропревращение соединений-компонентов бионефти на катализаторах на основе пористых ароматических каркасов» Дубиняка Андрея Максимовича отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.12. Нефтехимия (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. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Дубиняк Андрей Максимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

**Официальный оппонент:**

кандидат химических наук, доцент,  
старший научный сотрудник, заведующий лабораторией молекулярно-ситовых бифункциональных каталитических систем для получения низкозастывающих дизельных топлив Института нефтехимии и катализа – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Аглиуллин Марат Радикович *подпись*

18.02.2026

Контактные данные:

Тел.: +7(937) , e-mail: @mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 02.00.15 – Кинетика и катализ

Адрес места работы:

450075, г. Уфа, Республика Башкортостан, проспект Октября, д. 141; ИНК УФИЦ РАН;

Тел.: +7(937) , e-mail: @mail.ru

Подпись сотрудника ИНК УФИЦ РАН к.х.н., доц. Аглиуллина М.Р. удостоверяю:

Главный ученый секретарь УФИЦ РАН

к.э.н. Фаттахова Р.Х. печать, *подпись*