

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Ахмадуллина Рената Маратовича
«Стабилизаторы и катализаторы на основе производных хинона: синтез,
свойства и применение», представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 2.6.10. Технология органических
веществ**

Рецензируемая работа относится к числу исследований, в которых химия функциональных органических соединений последовательно доведена до уровня технологического решения. Ее объединяющей идеей является использование хинонных и фенольных структур не как разрозненных объектов синтеза, а как взаимосвязанной платформы для создания стабилизаторов, восстановителей и каталитических систем. Такой подход позволил автору охватить путь от выявления закономерностей окислительно-восстановительных превращений до пилотного масштабирования и промышленной эксплуатации разработанного катализатора.

Актуальность исследования определяется одновременно несколькими обстоятельствами. К ним относятся потребность в отечественных технологиях получения пространственно затрудненных фенольных антиоксидантов и 4,4'-бифенола, необходимость сокращения расхода стехиометрических окислителей и образования отходов, а также повышение эффективности очистки углеводородного сырья от меркаптановых соединений. Особенно важно, что в диссертации ставка сделана на молекулярный кислород, гетерогенные катализаторы, возврат маточных растворов и многократное использование активной фазы. Тем самым решаемые задачи непосредственно связаны с ресурсосбережением, экологизацией органического синтеза и технологической независимостью отечественных производств.

Цель работы сформулирована как разработка, исследование и масштабирование гетерогенно-каталитических процессов окисления и окислительного дегидрирования пространственно затрудненных фенолов, а также процессов окисления меркаптанов с применением олигокатехолатных систем. Поставленные девять задач образуют логичную последовательность: от установления роли состава и морфологии катализатора - к кинетике, материальным балансам, созданию технологических схем и промышленной апробации. Автореферат показывает, что эти задачи решены в рамках единой научно-технологической концепции.

Научную новизну работы определяет прежде всего развитие принципов конструирования гетерогенных щелочных катализаторов. Для водно-щелочной системы КОФ показана многофункциональная роль кислородсодержащих

сероорганических компонентов, благодаря которым окисление 2,6-ди-трет-бутилфенола протекает без индукционного периода. Для катализаторов на основе твердого гидроксида натрия, модифицированного оксидами титана и кобальта, реализован иной принцип: формирование неорганического каркаса и гидрофобизированной поверхности, устойчивой в реакционной среде. Установление связи между фазовым состоянием, природой оксидного модификатора и активностью катализатора представляет самостоятельный научный результат.

Существенным достоинством является кинетическое обоснование отдельных стадий цепочки $\text{ДТБФ} \rightarrow \text{ТТБДФХ} \rightarrow \text{ТТББФ} \rightarrow 4,4'\text{-бифенол}$. Полученные значения порядков реакций и энергий активации использованы не только для описания механизма, но и для выбора температурных режимов и продолжительности технологических операций. Показано, что при возврате фильтратов и рециркуляции непрореагировавшего ДТБФ суммарная конверсия сырья превышает 95 %, а общий выход 4,4'-бифенола составляет около 65,6 %. Выполненная наработка опытных партий ТТБДФХ, ТТББФ и 4,4'-бифенола массой 100, 100 и 20 кг соответственно подтверждает воспроизводимость процесса при переходе от лабораторного реактора к пилотному оборудованию.

Отдельный интерес представляет предложенный вариант селективного восстановления ТТБДФХ двухатомными фенолами и 1,4-бензохиноном через образование олигохинонных продуктов. Выявленное отклонение от простой стехиометрической схемы в присутствии воды и железосодержащих компонентов открывает дополнительный аспект химии стерически затрудненных хинонов. Автор корректно рассматривает полученные данные как основание для уточнения механизма, а не только как способ повышения выхода ТТББФ. Это усиливает фундаментальную составляющую технологической работы.

Важным результатом является синтез ранее неописанных олигопирокатехолатов Cu, Ni, Co, Fe и Mn и установление зависимости их каталитических свойств от состава и строения. На этой основе создан гетерогенный катализатор ОПК-Cu/ПЭВП для окисления меркаптидов в водно-щелочной среде. Его активность и устойчивость подтверждены многократными циклами, а затем промышленной эксплуатацией на блоке демеркаптанзации сжиженных углеводородных газов. Указанные в автореферате показатели - степень регенерации щелочи свыше 90 %, остаточное содержание меркаптанов не более 11 ppm и экономический эффект 160,9 млн рублей за 2023-2024 гг. - убедительно демонстрируют практическую состоятельность разработки.

С позиций химии полимерных материалов заслуживает внимания использование олигохинононсодержащих соединений в качестве функциональных

добавок к полифениленсульфиду и полипропилену. Показано сохранение реологических характеристик полифениленсульфида при термическом воздействии и снижение деструкции полипропилена при электронном облучении на 75 %, то есть до уровня промышленного антиоксиданта Anox BB021. В данном фрагменте работа выходит за рамки традиционной оценки антиоксидантной активности: хинонные системы рассматриваются как компоненты, способные целенаправленно изменять комплекс эксплуатационных свойств полимерной матрицы.

Достоверность выводов обеспечена сочетанием взаимодополняющих методов. Строение и состояние полученных веществ и материалов исследованы методами ЯМР-, ИК- и ЭПР-спектроскопии, ЭЯДР, масс-спектрометрии MALDI-TOF, порошковой рентгенодифракции, электронной микроскопии, хроматографии и элементного анализа. Экспериментальные данные дополнены кинетическими расчетами, материальными балансами, пилотными испытаниями и результатами промышленной эксплуатации. Основные результаты отражены в 17 статьях, включая публикации в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science, и защищены тремя патентами Российской Федерации.

Автореферат составлен содержательно и дает целостное представление о структуре диссертации, примененных методах, научных положениях и достигнутых практических результатах. Вместе с тем по его тексту возникают отдельные вопросы и пожелания.

1. При обсуждении стабилизации полифениленсульфида и полипропилена основное внимание уделено изменению показателя текучести расплава и устойчивости к облучению. Для более полного раскрытия связи «строение добавки - структура матрицы - свойство» было бы полезно отчетливее разделить собственно антиоксидантный эффект и возможное влияние олигохинона на фазовую организацию, подвижность макромолекул либо процессы сшивания и деструкции.

2. Упомянутые в автореферате данные ДСК желательно было бы сопоставить с результатами длительного термоокислительного старения или с изменением молекулярно-массовых характеристик полимера.

Отмеченные вопросы имеют дискуссионный характер и не снижают научной и практической ценности выполненного исследования. Напротив, они указывают на перспективы дальнейшего развития созданных материалов и технологий.

В целом диссертация Ахмадуллина Рената Маратовича «Стабилизаторы и катализаторы на основе производных хинона: синтез, свойства и применение» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны научно обоснованные технологические решения по получению и применению хинонных стабилизаторов

и катализаторов, имеющие существенное значение для развития технологии органических веществ. По актуальности, научной новизне, достоверности, практической значимости и объему выполненных исследований работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Ахмадуллин Ренат Маратович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.10. Технология органических веществ.

доктор химических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник лаборатории мембранного материаловедения
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева
Российской академии наук

Алентьев Александр Юрьевич
«10» сентября 2026 г.

Контактные данные:

тел.: +7 (495) 6475927(*210); +7(916) 2016855;

e-mail: Alentiev@ips.ac.ru;

доктор химических наук по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранные технологии, химические науки.

Адрес места работы:

119991, Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, дом 29

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева Российской академии наук

Тел. +7(495) 954-42-67 ; e-mail: tips@ips.ac.ru

Подпись д.х.н., профессора Александра Юрьевича Алентьева удостоверяю

Ученый секретарь ИНХС РАН
д.х.н., доц. Ю.В. Костина



Вход. № 05-9158
« 22 » 09 2026 г.
подпись