

**ОТЗЫВ**  
официального оппонента на диссертационную работу  
Ивановой Альбины Ильдаровны  
«ЭПОКСИДИРОВАНИЕ АЛКЕНОВ В ПРИСУТСТВИИ НОВЫХ  
МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности

2.6.10 – Технология органических веществ

Окись пропилена является ценным продуктом основного органического синтеза, который находит широкое применение в различных отраслях химической промышленности. Одним из путей её получения является окисление пропилена гидропероксидом этилбензола с использованием комплексного катализатора на основе молибдена. Известно, что данный катализатор обладает рядом существенных недостатков: повышенное потребление окисляющего агента на синтез катализатора и на сам процесс, низкая концентрация растворенного металла в каталитической системе и нестабильность при хранении и эпоксидировании. Все вышеизложенное обуславливает **актуальность** диссертационного исследования, направленного на разработку новых ресурсосберегающих способов получения эффективных гомогенных молибденсодержащих катализаторов.

В работе впервые установлено, что в процессе синтеза комплексного молибденового катализатора в присутствии этанола вода обеспечивает его высокую активность и селективность. Предложен и обоснован механизм растворения металлического молибдена в водном этаноле. Впервые показано, что при растворении металлического молибдена в перокксосодержащих сточных водах производства стирола и окиси пропилена в присутствии 8-оксихинолина преимущественно образуются соединения Mo (VI), которые отвечают структуре оксихинолината молибдена. Все это составляет **научную новизну** работы.

**Практическая значимость** результатов исследования заключается в том, что синтезированные катализаторы по своей эффективности не уступают комплексному молибденовому катализатору, применяемому на ПАО «Нижнекамскнефтехим». Также в работе представлена качественная и количественная оценка ресурсного потенциала сточных вод, образующихся на стадии эпоксидирования совместного производства стирола и окиси пропилена. Полученные в диссертационной работе Ивановой А.И. результаты вполне могут стать основой для создания новой технологии получения эффективных гомогенных молибденсодержащих катализаторов.

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом экспериментальных данных и использованием современных физико-химических методов анализа, что не оставляет сомнений в обоснованности научных положений и выводов, сформулированных при обсуждении результатов.

Основные результаты работы по тематике диссертационного исследования изложены в 12 публикациях, из них 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, и 9 тезисов докладов в сборниках научных трудов и материалах конференций. Апробация основных результатов работы является достаточной.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертационной работы.

**Общая характеристика работы.** Диссертация состоит из введения, литературного обзора (глава 1), экспериментальной части (глава 2), раздела обсуждения результатов (глава 3), раздела оценки потенциала сточных вод (глава 4), заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложения. Материал работы изложен на 127 страницах, включает 30 таблиц и 33 рисунка. Библиографический указатель состоит из 120 наименований. Работа построена по классической схеме.

Во введении показана актуальность исследований в области эпоксидирования алканов и создания новых способов получения эффективных гомогенных молибденсодержащих катализаторов, используемых в данном процессе. Приведены положения, выносимые на защиту, а также сведения о публикациях и апробации работы.

Первая глава (*Литературный обзор*) содержит достаточно полный и актуальный материал, посвященный различным технологиям эпоксидирования пропилена гидропероксидом этилбензола, а также каталитическим системам, которые применяются в процессе эпоксидирования олефинов. Проведенный анализ литературы позволил автору поставить цель, определить основные задачи и выбрать вектор исследований диссертационной работы.

Во второй главе, которая называется «Экспериментальная часть», представлены характеристики объектов исследования и исходных веществ, методики синтеза комплексного молибденового катализатора, эпоксидирования октена-1, эпоксидирования пропилена органическими гидропероксидами. Также приведены методики используемых в работе методов анализа: определение концентрации пероксидов, определение содержания молибдена и массовой доли окиси олефина в эпоксидах титrimетрическими методами; хроматографическое определение состава

эпоксида и сточных вод; ИК-спектроскопия. Стоит отметить, что в данной главе диссертационной работы представлен расчет погрешности измерения на примере определения концентрации молибдена в катализаторном растворе.

Третья глава (Результаты и их обсуждение) состоит из нескольких разделов. Первый раздел посвящен изучению влияния воды на каталитические свойства молибденового катализатора в реакции эпоксидирования октена-1. Результаты исследований показали, что вода оказывает существенное влияние на конверсию молибдена при синтезе катализатора и способствует повышению селективности эпоксидирования. Второй и третий разделы содержат результаты исследований влияния воды на растворимость молибдена и на активность полученного катализатора. В четвертом разделе представлены экспериментальные данные по изучению закономерностей эпоксидирования октена-1 гидропероксидом этилбензола в присутствии полученных катализаторов, а также обсужден механизм процесса. Пятый раздел содержит результаты исследований стабильности приготовленных катализаторов. Установлено, что данные системы устойчивы в течение достаточно продолжительного времени.

В четвертой главе, которая называется «Ресурсный потенциал сточных вод», доказана возможность выделения молибдена из сточных вод производства стирола и оксида пропилена. Определено содержание органических компонентов сточных вод, которые могут быть использованы в качестве сырья для указанного выше производства. Также представлены результаты исследований по разработке способа получения молибденового катализатора с использованием пероксисодержащих сточных вод.

В заключении представлены выводы по работе. Они полностью отражают содержание работы и являются обоснованными.

Также в работе содержатся список сокращений и условных обозначений, список литературы и приложение.

#### Замечания по диссертации

- Замечания по оформлению:

1. В тексте диссертации имеются неточности, грамматические ошибки и опечатки.

2. Главу 4 логичнее было бы включить в раздел «Обсуждение результатов» (глава 3).

- Замечания общего характера:

1. Неясно, почему в процессе приготовления катализатора для реакции эпоксидирования октена-1 была использована дистиллированная вода. Были ли проведены эксперименты с неподготовленной водой?

**2.** Чем обусловлен выбор октена-1 для изучения процесса эпоксидирования с использованием получаемых катализитических систем?

**3.** В диссертации работе неоднократно отмечалось, что важное значение имеет стабильность катализатора. Однако в разделе 3.5, посвященном изучению этого вопроса, отсутствует описание условий хранения приготовленного катализатора. Следовало бы изучить устойчивость катализатора, приготовленного с использованием сточных вод.

**4.** Насколько предлагаемая технология приготовления катализатора может быть адаптирована под использование сточных вод с иными характеристиками.

**5.** В работе следовало бы указать состав используемых оксидатов этилбензола и изопропилбензола. Какое влияние могут оказывать примеси, содержащиеся в них, на процессы приготовления катализаторов и эпоксидирование?

**6.** В работе определена селективность процесса эпоксидирования, но нет никакой информации о том, какие побочные продукты образуются в результате реакции.

Перечисленные выше замечания не являются принципиальными и в определенной части носят рекомендательный характер.

### Заключение

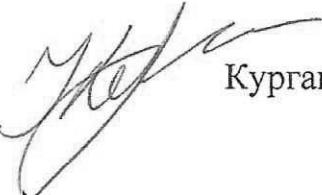
Общее содержание диссертации, уровень выполнения ее разделов и полученные результаты позволяют считать, что она является завершенной научно-квалификационной работой, которая соответствует паспорту специальности 2.6.10 – Технология органических веществ, по п. 2 в части «Разработка физико-химических основ и технологических принципов научноемких химических технологий, позволяющих решать проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности», по п. 5 «Создание новых катализитических систем и технологий производства органических продуктов на их основе».

Считаю, что по актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Ивановой А.И. «Эпоксидирование алканов в присутствии новых молибденсодержащих катализитических систем» соответствует всем требованиям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. В ней на основании выполненных автором исследований решена научно-практическая задача, имеющая важное народнохозяйственное

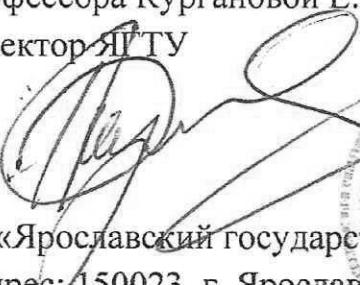
значение, заключающаяся в создании научных и технологических основ новых способов получения эффективных гомогенных молибденсодержащих катализаторов, используемых в процессах эпоксидирования алkenов, а ее автор, Иванова Альбина Ильдаровна, заслуживает присуждения ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 2.6.10 – Технология органических веществ.

Официальный оппонент  
профессор кафедры «Общая и физическая химия»,  
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный  
технический университет»,  
доктор химических наук (05.17.04 – Технология  
органических веществ), доцент

«7 » декабря 2023 г.

 Курганова Екатерина Анатольевна

Подпись профессора Кургановой Е.А. заверяю  
первый проректор ЯГТУ

 Наумов Денис Владимирович

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»  
Почтовый адрес: 150023, г. Ярославль, Московский пр-т, 88  
Телефон: 8-903-646-7814  
e-mail: kurganovaea@ystu.ru

Вход. № 05-4820  
«08» 12 2023г.  
подпись 