

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Тарасова Ильи Витальевича

«СИНТЕЗ и СВОЙСТВА ФОСФАЗЕНСОДЕРЖАЩИХ  
БЕНЗОКСАЗИНОВЫХ МОНОМЕРОВ и ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности:  
1.4.7 – Высокомолекулярные соединения.

В течение уже длительного времени одним из важных направлений в области высокомолекулярных соединений является создания полимеров и материалов на их основе с заданным комплексом свойств. При этом прогресс инновационных технологий ставит перед исследователями задачи создания новых полимерных композиционных материалов с улучшенными свойствами, по сравнению с существующими материалами.

В связи с этим все больше внимания уделяется синтезу специальных мономеров, в том числе фосфазенсодержащих бензоксазиновых мономеров, и эпоксидных смол, которые дают возможность получать материалы с высокими механическими и термическими характеристиками.

Однако, несмотря на активные работы в области синтеза фосфазенсодержащих эпоксидных смол, многие вопросы остаются еще мало изученными. Таким образом, исследования направленные на усовершенствование методов синтеза бензоксазиновых мономеров и эпоксидных смол фосфазеновой природы; изучение их взаимного влияния на технологические свойства связующих и физико-механические и термические свойства материалов, получаемых на их основе, являются перспективными и актуальными.

Диссертационная работа Тарасова И.В. посвящена разработке методик синтеза фосфазенсодержащих эпоксидных и бензоксазиновых мономеров, позволяющих повысить технологичность процесса их получения, а также ре-

гулировать функциональность получаемых специальных мономеров; и изучению физико-механических и термических свойств полученных продуктов.

Диссертационная работа Тарасова И.В. изложена на 136 страницах машинописного текста, работа имеет традиционно принятую компоновку и содержит: введение, обзор литературы, экспериментальную часть, обсуждение результатов, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы (насчитывающий 102 ссылки на работы отечественных и зарубежных авторов).

В обзоре литературы рассмотрены и проанализированы результаты опубликованных работ, посвященных методам синтеза эпоксидных смол и способам их модификации; вопросам применения эпоксидных смол; вопросам применения бензоксазиновых связующих, а также методам синтеза и модификации бензоксазинов. Содержание литературного обзора соответствует тематике диссертационного исследования Тарасова И.В.

На основании проведенного анализа литературы Тарасов И.В. делает заключение, что в опубликованных к настоящему времени научных материалах еще не был рассмотрен ряд методов получения фосфазенсодержащих эпоксидных и бензоксазиновых мономеров, способных повысить эффективность их получения, и дополнительно позволяющих регулировать их степень функциональности, а также в недостаточной мере уделено внимание свойствам композиций на основе сочетания фосфазенсодержащих бензоксазинов и эпоксидных смол. В связи с чем, проведение исследований в области модифицированных фосфазенсодержащих бензоксазиновых мономеров и эпоксидных смол является актуальной задачей.

Диссертационная работа Тарасова И.В. представляет собой большое по объему систематическое исследование, обладающее научной новизной и практической значимостью. Результаты ее подтвердили перспективность выбранного направления исследований, обоснованность его стратегии и методологии. **Наиболее важные достижения автора позволили создать целостное**

представление о проведенных исследованиях и сформулировать основные выводы работы.

В начале своей диссертационной работы Тарасов И.В. разработал новые методики синтеза фосфазенсодержащих бензоксазинов, позволяющие регулировать их функциональность. Полученные бензоксазиновые мономеры были охарактеризованы с привлечением современных физико-химических методов исследований.

Далее диссертантом были разработаны новые методики синтеза фосфазенсодержащих эпоксидных смол, с применением которых были получены фосфазенсодержащие эпоксидные смолы на основе бисфенола F с содержанием эпоксидных групп 15.2–22.8 %, фосфора 1.5–3.9 %. При этом наиболее успешно по эффективности показали себя образцы с соотношением исходных реагентов ГХФ:БФФ 1:12–1:24.

Полученные результаты позволили диссертанту успешно осуществить масштабирование процесса синтеза фосфазенсодержащих эпоксидных смол на основе бисфенола А одностадийным методом, разработать схему установки получения диановой фосфазенсодержащей эпоксидной смолы и создать опытную установку с реактором да 10 л, что подтверждается сходящейся воспроизводимостью качества продукта. Выпущенные опытные партии фосфазенсодержащих эпоксидных смол были переданы для испытаний в качестве компонента полимерных композиционных материалов с повышенной термостойкостью.

Обращает на себя внимание комплексность подхода данного диссертационного исследования, поскольку оно включает в себя синтез, характеристику, анализ свойств и испытания композиций, что обеспечивает высокую степень достоверности результатов.

Диссертационная работа Тарасова И.В. содержит значительный объем экспериментального материала, который наглядно проиллюстрирован схемами реакций, таблицами, рисунками. В экспериментальной части даны характеристики исходных реагентов, приведены подробные методики и описа-



ния проводимых синтезов, перечислены методы анализов и испытаний, а также сформулированы условия их проведения.

Диссертационная работа Тарасова И.В. выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне с использованием современных физико-химических методов исследований, включая: ИК-спектроскопию; спектроскопию ядерного магнитного резонанса ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{31}\text{P}$ ; MALDI-TOF масс-спектрометрию; рентгенофлуоресцентную спектрометрию.

Автореферат диссертации изложен на 22 страницах, текст автореферата отражает основное содержание и выводы диссертационной работы, а также публикации по ее тематике.

Следует отметить, что в тексте как самой диссертации, так и автореферата встречается ряд неточностей и опечаток.

При ознакомлении с диссертационной работой возникли некоторые вопросы и замечания:

1. В диссертационной работе арилоксифосфазены синтезируются в среде ацетонитрила в присутствии карбоната калия, что обеспечивает полноту протекания реакции по сравнению с другими методами, описанными в литературе, при этом не рассматриваются возможности ускорения процесса синтеза и применения катализа.
2. На рисунке 3.24 диссертации приведены ПМР-спектры фосфазенсодержащих эпоксидных смол на основе бисфенола F, однако не приведены обозначения для сигналов, расшифровка спектра в тексте даётся без них и со ссылкой на аналогичные спектры в другой части работы, что усложняет интерпретацию спектров.
3. В таблице 3.22 диссертации разным частотам привода мешалки соответствуют различные эпоксидные числа, при этом не проводится анализ возможных причин, вызывающих данное явление.
4. Во введении диссертант обращает внимание на перспективы применения совмещённых эпоксидно-бензоксазиновых связующих, однако в работе не

были проведены исследования физико-химических свойств совмещённых композиций.

5. В разделе «Обзор литературы» описывается, что органофосфазены зарекомендовали себя в качестве добавок, улучшающих огнестойкость, однако в работе не были проведены такие исследования.

6. В разделе «Обзор литературы» отсутствует заключение как по всему литературному обзору, так и практически всем его разделам.

7. В разделе 3.3 диссертации констатируется, что проведены исследования физико-механических и термических свойств отверждённых композиций на основе ФЭС-1; проведены исследования влияния введения ФЭС-1 в смолу ЭД-20 на КЛТР и сдвиговую адгезионную прочность связующих и оценены перспективы применения ФЭС-1 для получения армированных полимерных композиционных материалов; проведены испытания для оценки остаточных напряжений в зависимости от содержания эпоксифосфазена в композиции. Однако, результаты проведенных исследований и испытаний, а также их анализ в тексте диссертации не приводятся. Диссертант ограничивается лишь ссылками на литературные источники [100-102].

8. В «Цели работы» одним из намерений является «повысить технологичность процесса получения». Однако, никаких явных критериев понятия «технологичность процесса» диссертант не приводит.

9. В разделе «Обсуждение результатов» дана нумерация схем химических реакций, но, также как и в разделе «Экспериментальная часть», не указаны шифры используемых и получаемых соединений.

10. «Вывод 2» занимает практически половину страницы и представляется излишне объемным и содержащим излишне описательную информацию.

Однако вышеперечисленные замечания не носят принципиального характера, и не влияют на научную и практическую значимость и высокую оценку диссертационной работы Тарасова И.В.

Основные положения диссертации опубликованы в 3 российских и зарубежных химических журналах рецензируемых в международных базах дан-



ных, 1 химическом рецензируемом (ВАК) журнале и 10 раз доложены на российских и международных научных конференциях.

Заявленная Тарасовым И.В. в диссертации «СИНТЕЗ и СВОЙСТВА ФОСФАЗЕНСОДЕРЖАЩИХ БЕНЗОКСАЗИНОВЫХ МОНОМЕРОВ и ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ» научная новизна является обоснованным фактом, выводы достаточно четко сформулированы и строго доказаны.

Рецензируемая диссертационная работа выполнена на современном научном уровне и является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования.

Диссертационная работа Тарасова Ильи Витальевича соответствует паспорту научной специальности 1.4.7. Высокмолекулярные соединения в частях: 2. «Синтез олигомеров, в том числе специальных мономеров, связь их строения и реакционной способности. Катализ и механизмы реакций полимеризации, сополимеризации и поликонденсации с применением радикальных, ионных и ионно-координационных инициаторов, их кинетика и динамика. Разработка новых и усовершенствование существующих методов синтеза полимеров и полимерных форм.» и 3. «Основные признаки и физические свойства линейных, разветвленных, в том числе сверхразветвленных, и сетчатых полимеров, их конфигурация (на уровнях: звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Учет влияния факторов, определяющих конформационные переходы. Роль межфазных границ. Надмолекулярная структура и структурная модификация полимеров.»

Представленные в диссертационной работе результаты принадлежат Тарасову Илье Витальевичу и характеризуются оригинальностью, достоверностью, научной новизной и практической значимостью.

Таким образом, с учётом научной зрелости автора диссертации «СИНТЕЗ и СВОЙСТВА ФОСФАЗЕНСОДЕРЖАЩИХ БЕНЗОКСАЗИНОВЫХ МОНОМЕРОВ и ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ», актуальности, науч-

ной новизны и практической значимости работы, а также её соответствия требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата химических наук, Положения о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», автор диссертации **Тарасов Илья Витальевич** заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент:  
доктор химических наук, профессор  
кафедры химии и технологии  
переработки пластмасс и  
полимерных композитов  
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский  
технологический университет»

Белова Лия Олеговна

Подпись Беловой Л.О. заверяю  
Первый проректор  
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский  
технологический университет»  
доктор химических наук, профессо



Н.И. Прокопов

Адрес места работы:  
119571, Россия,  
Москва, пр-т Вернадского, д. 86  
belova.lya@inbox.ru,  
8(495) 246 05 55 доб. 469.