

## ОТЗЫВ

официального оппонента Кумыкова Руслана Машевича  
на диссертационную работу Инаркиевой Зареты Идрисовны «Ароматические  
полиэфиркетоны на основе гидрохинона и бисфенолов различного  
химического строения», представленной на соискание ученой степени  
кандидата химических наук по специальности  
02.00.06-высокомолекулярные соединения

### Актуальность темы диссертации

Современные наукоемкие технологии предъявляют все более высокие требования к применяемым в них полимерам. В связи с этим, довольно широко ведутся исследования в области синтеза термо- и хемостойких полимеров. Одним из путей удовлетворения все более жестких требований, предъявляемых к термо- и хемостойким полимерам и материалам на их основе, которые применяются в различных отраслях современной техники, является создание их на основе полиариленэфиркетонов. В ряду последних наибольшее внимание исследователей привлекли ароматические полиэфиркетоны и сополиэфиркетоны, обладающие одним из лучших комплексов эксплуатационных характеристик, таких как деформационная теплостойкость, термостойкость, огнестойкость, низкое водопоглощение, химическая стойкость. Получению таких современных конструкционных материалов и посвящена работа Инаркиевой З.И. Поиск новых мономеров для их синтеза логично predetermined интерес автора к простейшим ароматическим производным хлораля, учитывая комплекс возможностей, которые заложены в использовании этого соединения в химии и технологии полимеров. Не менее актуальным является создание новых сополимеров на основе разнообразных по своим строениям мономеров. Совокупность этих факторов, а также отсутствие простых и удобных методов синтеза ароматических полиэфиркетонов обуславливает актуальность исследований, выполненных в диссертационной работе З.И. Инаркиевой.

В то же время их широкое использование сдерживается тем, что известные полиариленэфиркетоны, выпускаемые в промышленности, базируются на сравнительно дорогостоящем сырье, кроме того характеризуются плохой растворимостью в органических растворителях. Следует также отметить, что промышленное производство таких полимеров в России отсутствует, что ведет к необходимости закупать их за рубежом. Эти факторы обуславливают необходимость проведения исследований, направленные на разработку новых технологических методов синтеза полиэфиркетонов, сочетающие высокие термические и прочностные характеристики с повышенной растворимостью, а, следовательно, и перерабатываемостью в изделия, с использованием доступных мономеров.

На основании вышеизложенного и принимая во внимание то, что исследования в этой области развиваются как одна из ведущих тенденций в технологии создания современных конструкционных материалов, можно без сомнения отметить актуальность темы диссертационной работы З.И. Инаркиевой.

#### **Новизна проведенных исследований и полученных результатов**

К элементам научной новизны рецензируемой работы следует отнести развитие теоретических представлений и подходов к созданию новых полиэфиркетонов с использованием как традиционных, так и совершенно новых мономеров. Приоритет разработок автора в данной области подтверждается охранными документами в виде патента на новые полимеры и способы их получения.

К числу наиболее существенных результатов диссертации следует отнести:

- теоретическое и экспериментальное обоснование условий высокотемпературного синтеза новых полиэфиркетонов и сополиэфиркетонов на основе гидрохинона в зависимости от состава и строения используемых мономеров;

-введение в структуру полиэфиркетонов остатков 4,4'-диоксифенилпропана, 1,1-дихлор-2,2-бис(4-оксифенил)этилена, 1,1-дихлор-2,2-бис(3,5-дибром-4-оксифенил)этилена, 2,2-бис[4,4'-{1'1'-дихлор-2'(4''-оксифенил)этиленил}фенилкарбонат]пропана и 2,2-бис[4,4'-{1,1'-дихлор-2'(4'-окси-3'',5''-дибромфенил)этиленил}-2',6'-дибромфеноксифенилкарбонат]пропана без существенных изменений других эксплуатационных характеристик позволяет получить полиэфиркетоны, растворимые в органических растворителях;

-получение новых галогенсодержащих диоксисоединений, которые проявляют высокую активность как в условиях акцепторно-каталитической, так и высокотемпературной поликонденсации.

-вклад автора в разработку новых технологичных способов получения полиэфиркетонов;

-обоснование возможных областей применения синтезированных мономеров и полимеров на основании комплексной оценки их эксплуатационных характеристик.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность**

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в рецензируемой диссертационной работе, подтверждается корректным использованием современных средств и методов исследования, анализа и идентификации. Достоверность полученных результатов также подтверждается сравнением данных, полученных соискателем, с данными других авторов, которые концептуально согласуются между собой. В пользу достоверности свидетельствует и тот факт, что основные результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых журналах (прошли обязательное рецензирование ведущими специалистами), а также широко обсуждались на конференциях различного уровня.

#### **Практическая значимость результатов работы**

С точки зрения полимерного материаловедения важным является то, что путем использования различных методов синтеза и мономеров различного строения соискателем получены новые типы полиэфиркетонов. Применительно ко всем впервые синтезированным сополиэфиркетонам автором проведены исследования, раскрывающие взаимосвязь состав-структура-свойства. Установлено, что полиэфиркетоны, в зависимости от состава имеют аморфную либо частично кристаллическую структуру. Выявлены температуры стеклования, степень кристалличности, исследована термоокислительная стойкость и огнестойкость, определены упруго-прочностные характеристики. Синтезированные полиэфиркетоны обладают термо-, тепло- и огнестойкостью, а также высокими деформационно-прочностными характеристиками. Хорошая растворимость некоторых полиэфиркетонов в ряде органических растворителей является предпосылкой их эффективного использования на практике в качестве пленочных материалов, покрытий и клеев.

Таким образом, практическая значимость результатов работы состоит в том, что их использование может способствовать решению проблемы промышленного получения ароматических полиэфиркетонов российского производства и снижения зависимости от импорта за счет внедрения в промышленное производство экономичных способов получения ароматических сополиэфиркетонов с использованием доступных исходных реагентов. Эти аспекты можно выделить в качестве конкретных рекомендаций по использованию результатов и выводов диссертации.

### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа изложена на 139 страницах, состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов, списка литературы (216 наименований).

*Во введении* автор обосновывает актуальность, научную и практическую ценность работы, определяет объект и цели исследования и приводит основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе работы сделан подробный критический анализ литературы, где рассмотрены основные способы получения, физические и химические свойства, основные области применения полиариленэфиркетонов и композитов на их основе. Большое внимание уделено химически и физически модифицированным полиэфиркетонам, среди которых, особенно большой интерес представляют сополиэфиркетоны. Из проведенного анализа литературы автор обосновано делает вывод, что ароматические полиэфиркетоны – это класс полимеров, обладающих уникальными свойствами, благодаря чему находят широкое применение в различных областях, в том числе в электротехнической, автомобильной, космической, авиационной и медицинской промышленности. В обзоре полно и критически освещены все рассматриваемые в нем вопросы, что позволяет оценить научную и прикладную перспективность выбранного автором направления исследований.

Во второй главе диссертации подробно представлены методики получения исходных мономеров и полимеров. Исследование полученных структур проводилось с использованием таких современных методов как ИК-спектроскопия, дифференциальная сканирующая калориметрия, термогравиметрический анализ, турбидиметрическое титрование, рентгеноструктурный анализ и ряда других. Применение комплексных исследований и современных методик обработки данных позволяет считать полученные результаты достоверными и обоснованными.

В третьей главе, состоящей из трех частей, обсуждаются методы получения и основные характеристики сополиэфиркетонов на основе гидрохинона и различных мономеров, таких как 1,1-дихлор-2,2-бис(4-оксифенил)этилена(С-2), 1,1-дихлор-2,2-бис(3,5-дибром-4-оксифенил)этилена (ТБС-2), 2,2-бис[4,4'-(1,1'-дихлор-2'-(4''-оксифенил)этиленил)фенилкарбонат]пропана, 2,2-бис[4,4'-(1,1'-дихлор-2'-(4''-окси-3'',5''-дибромфенил)этиленил)2',6'-дибромфеноксифенилкарбонат]пропана и 4,4'-дифтордифенилкетона. Многообразие полимеров обуславливает широкий спектр их свойств.

Значительный теоретический и практический интерес представляют разработанный автором подход для получения полиэфиркетонов на основе так называемого метода нуклеофильного замещения, обладающего высокой селективностью и возможностью использования широкого круга ароматических бис-фенолов. В результате этого исследования удалось оптимизировать процесс синтеза. Перспективными свойствами обладают полимеры, сочетающие в себе наряду с кето-группами и карбонатные группы. ряд таких полиэфиркетонов обладают хорошей теплостойкостью, высокой термической устойчивостью, повышенными деформационно-прочностными характеристиками и высокой химстойкостью.

Работа заканчивается *выводами*, в которых автор подводит итоги проделанной работы. Выводы и рекомендации автора основаны на анализе обширного литературного и экспериментального материала. Автор критически оценивает границы применения полученных результатов и замечает перспективы их использования.

Результаты диссертационной работы прошли необходимую апробацию. По материалам диссертации опубликовано 12 печатные работы, в том числе в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 5 работ, получены 2 патента на изобретение РФ. Полученные результаты неоднократно докладывались на всероссийских и международных конференциях и симпозиумах.

### **Качество оформления диссертации**

Диссертационная работа Инаркиевой З.И. хорошо написана, аккуратно оформлена и оставляет хорошее впечатление. Автореферат полно отражает содержание диссертационной работы.

### **По диссертации имеются следующие замечания:**

1. Оценка огнестойкости только по значениям кислородного индекса не корректна. Известно, что галогенсодержащие соединения потенциально

представляют большую опасность как источник диоксина, образующегося при их горении. Поэтому нужно было исследовать летучие продукты горения и коксовый остаток, чтобы оценить их токсичность.

2. В работе, особенно в литературном обзоре, используется достаточно большое количество аббревиатур. Было бы целесообразно вынести их расшифровку в виде условных сокращений и обозначений.

3. В качестве замечаний по литературному обзору, выполненному в целом на высоком информативном уровне, отмечу, что он занимает слишком большой объем (45 стр.).

4. Можно было бы часть рисунков, не носящих особой функциональной нагрузки не приводить в работе или вынести в приложение.

5. К сожалению, в списке использованных источников нет ни одного сетевого источника, хотя Интернет содержит значительные и быстро растущие объемы информации, доступные и важные для исследования и использования.

Сделанные замечания не снижают высокий уровень диссертации и не влияют на основные выводы работы, ее научную и практическую значимость.

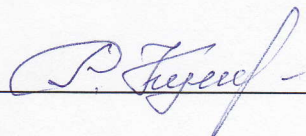
Диссертация представляет существенный интерес как для исследователей, работающих в области химии и физико-химии полимеров, так и для химиков-технологов, связанных с получением термо-, огне- и хемостойких полимеров и материалов на их основе.

### **Заключение**

В целом диссертационная работа Инаркиевой Зареты Идрисовны «Ароматические полиэфиркетоны на основе гидрохинона и бисфенолов различного химического строения», является завершенной научной работой и полностью отвечает требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. По уровню выполненных экспериментальных и теоретических исследований, их

достоверности и убедительности, актуальности, научной и практической важности полученных результатов, диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

**Официальный оппонент** доктор химических наук (02.00.06 – высокомолекулярные соединения), доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»,



Р.М. Кумыков

360030, г. Нальчик, пр. им. В.И. Ленина, 1в

Тел. 8(8662) 47-17-40

E-mail: [kumykov.pga@mail.ru](mailto:kumykov.pga@mail.ru)

Подпись Р.М. Кумыкова заверяю:

Подпись гр. Р.М. Кумыкова  
**ЗАВЕРЯЮ**  
Начальник управления правового и кадрового обеспечения  
Ашхотова М.Р.  
09» 12 20 16

