

Утверждаю

Директор Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения «Федеральный  
исследовательский центр угля и углекислоты  
Сибирского отделения Российской академии наук»,  
кандидат технических наук

Валерий Николаевич Кочетков

«20» 02 2018 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Сафарова Леонида Фаридовича «Термический сольволиз поликарбоната в каменноугольном пеке», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.04 – Технология органических веществ

#### **Актуальность работы**

В мире ежегодно производится более 3,3 миллионов тонн поликарбоната, и его производство с каждым годом увеличивается на 7%, поэтому утилизация изделий из поликарбоната становится актуальной проблемой. Перспективным методом переработки отработанных полимеров является пиролиз. В качестве растворителя для пиролиза полимеров (поливинилхлорида, полистирола, полиэтилена) применяется остаток дистилляции каменноугольной смолы – каменноугольный пек. В диссертации Л.Ф. Сафарова изучено применение каменноугольного пека в качестве растворителя для пиролиза поликарбоната. В связи с возросшим производством и потреблением поликарбоната исследование термического сольволиза отработанного поликарбоната в среде каменноугольного пека является актуальным и своевременным.

Об актуальности диссертационной работы свидетельствует то, что работа Л.Ф. Сафарова является частью плановых научно-исследовательских работ, проводимых в Институте органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН по теме «Создание универсальных подходов к переработке техногенных и полимерных отходов как способов их обезвреживания и получения на их основе пригодных для техники материалов» (гос. рег. № 115030310084), и по проектам государственного задания «Термический сольволиз терморезистивных полимеров с фенольными структурами в высококипящих растворителях» (гос. рег. № АААА-А16-116051110066-4).

## **Научная новизна, практическая значимость, достоверность экспериментальных результатов и выводов**

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что в работе Л.Ф. Сафарова установлено, что проведение пиролиза поликарбоната в среде каменноугольного пека при атмосферном давлении изменяет механизм термической деструкции полимера. Показано, что перенос водорода от каменноугольного пека стабилизирует продукты термической деструкции поликарбоната с образованием фенольных соединений и приводит к увеличению степени конденсированности каменноугольного пека. Проведение пиролиза поликарбоната в среде каменноугольного пека при атмосферном давлении позволяет снизить температуру деструкции полимера. Практическая значимость работы заключается в том, что:

в работе предложен способ пиролитической утилизации поликарбоната в среде каменноугольного пека при атмосферном давлении. Показана возможность частичной замены синтетического фенола для получения фенолформальдегидных смол на фенольные продукты деструкции поликарбоната. Показана возможность получения изотропного кокса из модифицированного каменноугольного пека. Разработан способ получения углеродных сорбентов из модифицированного каменноугольного пека.

Достоверность экспериментальных результатов и выводов обеспечена применением современных методов исследования. Анализ состава полученных продуктов термического сольволиза осуществлялся на сертифицированных и поверенных приборах Центра коллективного пользования «Спектроскопия и анализ органических соединений» Института органического синтеза УрО РАН.

### **Апробация работы. Публикации**

Материалы диссертации апробированы на 9 конференциях (Пермь, 2012, 2014, 2016; Кемерово, 2013, 2014, 2015; Екатеринбург, 2013; Москва, 2014; Сыктывкар, 2013).

### **Публикации**

Основное содержание диссертационной работы и ее результаты полностью опубликовано, в том числе в 3 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для размещения материалов диссертаций. Получен 1 патент РФ на изобретение.

## Объем и структура работы

Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, выводов, списка литературы из 142 ссылок на литературные источники и 2 приложений. Работа изложена на 122 страницах, содержит 22 рисунка, 20 таблиц и 17 схем.

Основное содержание диссертации Сафарова Л.Ф.

1. Исследованы закономерности пиролиза (термического сольволиза) поликарбоната в каменноугольном пеке в сравнении с пиролизом полимера без растворителя. На основе термогравиметрического анализа показано, что проведение пиролиза поликарбоната в среде каменноугольного пека снижает температуру максимума скорости потери массы полимера с 500 до 380°C. По данным термогравиметрического анализа и ИК – Фурье спектроскопии летучие компоненты фенольного характера при пиролизе смеси поликарбоната и каменноугольного пека появляются при значительно более низких температурах (330°C), чем при пиролизе поликарбоната. Термообработка поликарбоната в каменноугольном пеке при пониженных температурах приводит к образованию более термоустойчивых соединений. На основании данных ИК-спектроскопии высказано предположение о том, что начальной стадией термической деструкции поликарбоната в каменноугольном пеке является реакция карбонатной группы поликарбоната с соединениями, составляющими каменноугольный пек. Предложен механизм термического сольволиза поликарбоната в среде каменноугольного пека.
2. Изучены процессы использования продуктов пиролиза поликарбоната в среде каменноугольного пека для получения:
  - фенолформальдегидных смол из дистиллятных продуктов пиролиза,
  - изотропных коксов из модифицированных каменноугольных пеков,
  - сорбентов из остатков пиролиза и смесей поликарбонат - каменноугольный пек.
3. Рассмотрен пиролиз в среде каменноугольного пека отработанных CD и DVD дисков, основой которых является поликарбонат, для получения фенольного сырья и углеродных сорбентов

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

В работе Л.Ф. Сафарова показана возможность использования жидких продуктов пиролиза для замены 15-25% синтетического фенола при получении фенолформальдегидных смол новолачного типа и твердого остатка

пиролиза модифицированного каменноугольного пека для получения изотропных коксов и сорбентов.

Результаты диссертации могут быть использованы в следующих научных организациях и вузах: институтах (ИУХМ СО РАН, ИОС УрО РАН), вузах (УФУ, КузГТУ).

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. По результатам исследования Л.Ф. Сафарова видно, что проведение пиролиза поликарбоната в среде каменноугольного пека снижает температуру максимума скорости потери массы полимера с 500 до 380°C. Вместе с тем статистический анализ материального баланса продуктов и реагентов пиролиза каменноугольного пека и поликарбоната (стр. 47 диссертации) показывает, что при пиролизе смеси полимеров при 380°C в жидкие продукты превращается только поликарбонат (коэффициент корреляции между выходом жидких продуктов и содержанием поликарбоната в исходной смеси приближается к 1; количество остатка пиролиза в рамках статической погрешности равно количеству каменноугольного пека в исходной смеси). Целесообразно более глубокое изучение механизма термического сольволиза поликарбоната в среде каменноугольного пека.
2. По данным, приведенным в диссертации (таблица 15, стр. 94), поликарбонат снижает формальные показатели (общий объем пор, сорбционную емкость по метиленовому голубому) сорбционных характеристик активированных углей, приготовленных из остатков пиролиза смеси поликарбоната и каменноугольного пека. В перспективе представляют интерес сведения о количестве циклов сорбции-десорбции, окисляемости фильтрата, стабильности сорбционного материала.
3. Вероятно, совершенствование технологии пиролиза отработанных CD дисков в перспективе не актуально.

Сделанные замечания не опровергают защищаемые положения и выводы диссертации, не снижают общей высокой оценки диссертационного исследования Л.Ф. Сафарова.

#### **Заключение**

Диссертация «Термический сольволиз поликарбоната в каменноугольном пеке» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи создания физико-химических основ технологии термического сольволиза поликарбоната в среде каменноугольного пека для

разработки способа утилизации отработанного полимера и получения коммерческих продуктов. Диссертация Сафарова Леонида Фаридовича является завершенным и самостоятельным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, обладает внутренним единством. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации.

По новизне, научной и практической значимости результатов, обоснованности положений и выводов диссертационная работа «Термический сольволиз поликарбоната в каменноугольном пеке», соответствует пунктам 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор - Сафаров Леонид Фаридович - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.04 - Технология органических веществ.

Отзыв на диссертацию обсужден на семинаре Лаборатории супрамолекулярной химии полимеров Института углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН " 20" февраля 2018 г., протокол № 2.

Отзыв подготовили:

Директор Института углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН, доктор химических наук, член-корреспондент РАН

650000, г. Кемерово,  
пр. Советский, 18  
Телефон: +7 (3842)36-55-51,  
E-mail: [zinferl@mail.ru](mailto:zinferl@mail.ru)

Исмагилов Зинфер Ришатович

Заведующий лабораторией супрамолекулярной химии полимеров ФИЦ УУХ СО РАН доктор химических наук, профессор

650000, г. Кемерово,  
пр. Советский, 18  
Телефон: +7 (3842)36-88-04,  
E-mail: [altshulerh@gmail.com](mailto:altshulerh@gmail.com)

Альтшулер Генрих Наумович

Подписи З.Р. Исмагилова и Г.Н. Альтшулера заверяю Ученый секретарь ФИЦ УУХ СО РАН Зиновьев Василий Валентинович

