

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО «Челябинский  
государственный университет»,

доктор физико-математических  
наук, профессор

Игорь Валерьевич Бычков



*(Handwritten signature)*

2023 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Челябинский государственный университет» о диссертации Найферт Сергея Александровича «Структура и особенности термоллиза бутадириновых и полициклических ароматических соединений», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. «Физическая химия»

### 1. Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационное исследование Найферт Сергея Александровича направлено на установление структур, выявление физико-химических особенностей процесса термоллиза перспективных прекурсоров новых углеродных материалов. Углеродные материалы, а также материал на основе углерода востребованы в различных отраслях промышленности, таких как авиастроение, ракетостроение, медицина, электроника, машиностроение, в различных отраслях металлургии. Автором изучено большое количество соединений, для основной части которых впервые были определены физико-химические характеристики и выявлены закономерности термоллиза. Поэтому тематика диссертационного исследования, цели и задачи, которые ставит автор, являются актуальными как с прикладной, так и с фундаментальной точки зрения.

## 2. Структура и основные результаты работы

Диссертационная работа изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 93 рисунка, 2 таблицы и 10 приложений. Библиографический список содержит 132 наименования.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования. А также представлены научная новизна и практическая значимость результатов, положения, выносимые на защиту, описана методология и методы исследования, приведена апробация работы и личный вклад автора.

В первой главе рассматриваются кристаллические и рентгеноаморфные аллотропные формы углерода. Уделено внимание органическому синтезу, методам термолиза и расчётным методам квантовой химии для гипотетических форм углерода. Предложены соединения, термолиз которых может привести к получению углеродных материалов, имеющих кристаллическую структуру.

Во второй главе описаны объекты исследования, методы их получения, а также методы исследования, применяемые в данной диссертационной работе. Глава состоит из трёх разделов. В первом разделе подробно описаны физико-химические методы исследования, использованные в работе. Во втором разделе представлены методы получения монокристаллов полициклических ароматических соединений, описаны впервые полученные структуры полициклических хинонов. Также представлена впервые полученная фазовая диаграмма состояния «2,3-7,8-дибензпирен-1,6-хинон – пирен». Определена перспектива использования пирена для выращивания и перекристаллизации полициклических ароматических соединений. В третьем разделе описан синтез, структуры и свойства этинильных и бутадиеновых соединений.

В третьей главе рассмотрены и представлены результаты процесса термолиза соединений, синтез которых описан в предыдущей главе. Приводятся выявленные особенности термолиза полициклических

ароматических соединений, которые подробно описаны на примере 4,10-дибромантантрона. Также рассмотрен термолиз бутадииновых соединений, особенностью которого является полимеризация с раскрытием тройной связи. Для большинства исследованных соединений термолиз проходит с плавлением и полимеризацией в расплаве, что приводит к получению аморфного углеродного материала. Показаны и описаны особенности термолиза этинильных производных полициклических ароматических соединений. Автором на основании полученных результатов сделано соответствующие выводы и предложены перспективные направления развития данной тематики.

В заключении сделаны выводы и обобщены полученные результаты по диссертационной работе.

### **3. Научная новизна и практическая значимость полученных результатов**

В работе получены следующие новые результаты:

- 1) Впервые установлены структуры пяти полициклических ароматических соединений и их производных и трёх бутадиинновых производных ароматических соединений;
- 2) Выявлены закономерности термолиза 34 соединений и установлена взаимосвязь структуры с термолизом и физико-химическими характеристиками;
- 3) Впервые построены диаграммы состояния «2,3-7,8-добензпирен-1,6-хинон – пирен».

Таким образом, в диссертационном исследовании выявлены закономерности термолиза полициклических и бутадииновых ароматических соединений, полученные сведения о температурах и теплотах плавления и полимеризации, а также предложенные пути получения новых углеродных материалов представляют прикладной интерес. Результаты проведенного

исследования могут быть востребованы в научных и производственных предприятиях в сфере углеродных материалов.

#### **4. Публикация результатов**

Основные результаты диссертационного исследования были апробированы на двух научных конференциях. Также опубликовано 11 работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, опубликовано 9 работ.

#### **5. Соответствие работы заявленной научной специальности**

Согласно паспорту специальности 1.4.4 Физическая химия полученные Найферт С.А. научные результаты соответствуют пунктам:

п.2. Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов.

п.3. Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях.

п.9. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции.

п.12. Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов.

#### **6. Замечания по работе**

1. В диссертационной работе отмечено, что впервые установлены закономерности термоллиза 21 соединения и уточнены особенности термического поведения 13 соединений, однако далее из текста

- диссертации не понятно, почему выбраны именно эти соединения и что их объединяет?
2. С какой целью были введены триметилсилильные заместители при синтезе некоторых этинильных и бутадиеновых соединений (стр. 69, 71, 74, 75)?
  3. Для термограмм на рис. 3.5, 3.6, 3.7 наблюдаются экзотермические эффекты на кривых ДТА, появление которых автор связывает с полимеризацией, однако доказательств этому факту, кроме ссылок на похожие в литературе научные работы, нет.
  4. В экспериментальной части работы не для всех образцов приведены масс-спектры летучих продуктов термолитиза, что затрудняет понимание механизма термолитиза рассматриваемых соединений.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления о выполненной диссертационной работе. В работе представлен большой объем экспериментального материала. Диссертация и автореферат написаны грамотно. Автореферат диссертации в достаточной степени отражает общее содержание диссертационной работы.

## **5. Заключение**

На основании рассмотрения материала диссертации, автореферата и выступления соискателя на научном семинаре ведущая организация считает, что диссертационная работа Найферт Сергея Александровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на соответствующем экспериментальном и теоретическом уровне.

По актуальности, новизне, практической значимости и уровню проведенных исследований диссертационная работа соответствует критериям, установленным пунктами 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 26.09.2022 № 1690), а ее автор, Найферт Сергей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. «Физическая химия».

Диссертационная работа и отзыв одобрены на заседании кафедры «Химия твердого тела и нанопроцессов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Челябинский государственный университет» (от 05 июня 2023 г., протокол №11).

Отзыв составлен:

к.х.н., доцент,  
заведующий кафедрой химии твердого тела и нанопроцессов  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Челябинский государственный университет»  
Белая Елена Александровна  
wea.csu@gmail.com

Дата составления отзыва: «13» июня 2023 года

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Челябинский государственный университет».  
Адрес организации: 454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129  
телефон: +7 (351) 799-71-01  
e-mail: [odou@csu.ru](mailto:odou@csu.ru)  
официальный сайт в сети Интернет: [www.csu.ru](http://www.csu.ru)

Подпись удостоверяю

