

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и  
стратегическим проектам  
ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Томский  
политехнический университет»  
канд. физ-мат. наук



Гоголев А.С.

« 27 » 09 2024г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) на диссертационную работу Бурангулова Данияра Загировича: «Макрокинетические закономерности процессов формирования игольчатого кокса из ароматических углеводородных фракций», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

#### 1. Актуальность темы выполненной работы

Важное значение в ряду технических углеродных материалов занимает игольчатый кокс, который необходим для производства графитированных электродов в электрометаллургии. К игольчатому коксу марки Premium и Superpremium предъявляются высокие требования: высокая степень анизотропии, малый коэффициент термического расширения, незначительное содержание серы. Высокая значимость производства игольчатого кокса в России обуславливается тем, что почти вся потребность в нем покрывается импортом. Помимо решения глобальных стратегических задач производство игольчатого кокса способствует углублению переработки тяжелых нефтяных остатков.

Для улучшения качества и повышения выхода игольчатого кокса необходим подбор оптимальных параметров процесса коксования,

способствующих достижению высокой степени анизотропии структуры материала. Одним из инструментов оптимизации процесса коксования является макрокинетическая модель термолиза углеводородного сырья, учитывающая общую скорость процесса коксования при изменении температурно-временных режимов.

Несмотря на значительное количество работ в данной области, кинетика выхода дистиллята при термолизе мезогенного сырья практически не изучена.

## **2. Значимость для науки результатов диссертационного исследования, полученных автором**

Доказана связь изменения физико-химических свойств во времени с процессом формирования углеродной мезофазы. Изложены доказательства адекватности макрокинетических моделей. Раскрыты закономерности формирования микроструктуры мезофазы игольчатого кокса с температурно-временными режимами и физико-химическими свойствами дистиллятов термолиза. Изучены физико-химические свойства сырья, дистиллятов и твердых продуктов коксования.

Результаты исследований внедрены в учебный процесс Технологического факультета ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» и используются при выполнении ВКР студентами по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химия и технология функциональных углеродных материалов».

## **3. Значимость для производства результатов диссертационного исследования, полученных автором**

Практическая значимость заключается в следующем:

1) проведена модернизация технологической схемы замедленного коксования с получением игольчатого кокса;

2) предложены макрокинетические параметры термолиза, которые являются базой для подбора оптимальных температурно-временных режимов формирования мезофазных пеков и игольчатого кокса;

3) разработан способ оценки потенциальной пригодности сырья для получения игольчатого кокса, а также способ контроля качества сырья в



условиях НПЗ на основе результатов исследований сырья коксования методом феноменологической электронной спектроскопии;

4) предложенная методика оценки качества сырья и исследования макрокинетики внедрена в лаборатории технологии перспективных углеродных материалов кафедры «Технология нефти и газа» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»;

5) результаты исследований внедрены в учебный процесс Технологического факультета ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» и используются в лабораторных практикумах студентами по программам магистратуры.

#### **4. Основное содержание диссертации**

*Структура и объем диссертации.* Диссертационная работа изложена на 206 страницах машинописного текста, содержит 50 таблиц, 17 формул, 74 рисунка и 3 приложения и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 225 наименований.

*Во введении* автором обоснована актуальность выбранной темы, сформулирована научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, сформулированы цели и задачи диссертационного исследования.

*В первой главе* выполнен обзор существующих процессов термолитиза тяжелого нефтяного сырья. Исследована история становления процессов получения коксов, особенности получения игольчатого кокса из нефтяного сырья, дана оценка современного состояния процессов замедленного коксования в России и за рубежом. Описаны закономерности процесса карбонизации многокомпонентных углеводородных систем, а также влияние индивидуальных компонентов на образование высокоструктурированных углеродов. Описаны существующие методики оценки качества игольчатого кокса и условия получения высококачественных графитированных электродов на основе игольчатого кокса.

*Во второй главе* описаны объекты и методы исследования.

Объектом исследования являются образцы тяжелого газойля каталитического крекинга (ТГКК) и его фракций. Исследование образцов проводилось стандартными методами.

Исследование термолита проводили на лабораторной микроампульной установке термолита.

Для исследования жидких продуктов (дистиллятов) термолита применялись инструментальные методы: ИК-спектроскопия с Фурье-преобразованием на ИК-спектрофотометре «IR Affinity – 1S», электронная феноменологическая спектроскопия на спектрофотометре «СФ-2000» с базой данных спектров многокомпонентных систем, спектроскопия электронного парамагнитного резонанса на ЭПР-спектрометре «ESR-5000».

Твердые продукты термолита исследовались на поляризационном микроскопе Carl Zeiss Axio Observer. Степень анизотропии твердых продуктов термолита оценивалась по ГОСТ 26132-84.

*В третьей главе* представлены результаты исследования макрокинетики процессов термолита исходного ТГКК и его фракций 350-400, 400-450 и 450+ °С. Эксперимент вели при температурах 450, 480 и 500 °С при атмосферном давлении. Полученные макрокинетические параметры выхода дистиллята сопоставляли с результатами определения анизотропии твердых продуктов термолита. Изучена кинетика изменения среднечисловой молекулярной массы, коксумости и концентрации парамагнитных центров в дистиллятах, которые также сопоставлялись с формирования с анизотропной структуры углеродных продуктов.

*В четвертой главе* проанализирована возможность получения игольчатого кокса из высококипящих фракций ТГКК. Установлено, что фракции 400+ °С обеспечивают больший выход высококачественного кокса с балльностью до 7. На основе этого предложена принципиальная технологическая схема процесса коксования. Приведена разработанная при участии автора спектроскопическая методика оценки потенциальной пригодности сырья для получения игольчатого кокса.

*Выводы*, сделанные на основании результатов исследований, соответствуют научным положениям, целям и задачам диссертационной работы.

**5. Публикации автора.** Основные результаты диссертационной работы представлены в 11 научных публикациях, в том числе, 2 статьи в журналах, индексируемых Scopus, 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных



ВАК, 5 работ, опубликованных в материалах научных конференций. 1 патент на изобретение отражает практическую ценность работы.

**6. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.** Автореферат диссертации по своей структуре и содержанию соответствует диссертации и достаточно полно её отражает.

**7. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Теоретические положения диссертации о кинетике формирования мезофазы в игольчатом коксе могут быть использованы при проведении лекционных и практических занятий в ВУЗах соответствующих специальностей, например, «Химическая технология» (18.03.01). Разработанная технология получения игольчатого кокса представляет интерес для нефтеперерабатывающих предприятий ПАО «Газпром нефть», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «ЛУКОЙЛ» и других.

Предложенная технологическая схема и параметры процесса могут представлять интерес для проектных организаций. Спектроскопический способ оценки потенциальной пригодности сырья для получения игольчатого кокса может быть использован на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности, поставляющих сырье на установки замедленного коксования.

## **8. Замечания к диссертационной работе**

1. При обосновании актуальности темы диссертации следовало бы сослаться и привести результаты последних научных исследований в данной области. При этом важно было бы обозначить актуальную научную проблему, а также то, почему она не была решена до сих пор.

2. В сформулированной научной новизне работы следовало бы привести конкретные впервые установленные макрокинетические закономерности вместо фразы «Впервые исследована макрокинетика...». В чем конкретно заключаются установленные макрокинетические закономерности?

3. Четко не сформулирована теоретическая значимость работы. Какие новые теоретические знания получены соискателем?

4. Не учитывается повышенное давление в реакторе. В промышленном процессе замедленного коксования оно составляет 0,3–0,4 МПа. Эксперименты проводятся при атмосферном давлении.

5. Не учитывается кинетика выхода отдельных компонентов дистиллятов и газов.

6. В тексте диссертации и автореферате присутствуют опечатки, технические ошибки.

Приведенные замечания не ставят под сомнение защищаемые положения и основные выводы диссертации, не снижают значимость полученных при выполнении диссертационной работы результатов.

### **9. Заключение**

Диссертационная работа Бурангулова Д.З. является целостной и завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком теоретическом и практическом уровне. Полученные результаты представляют интерес для оптимизации существующих и разработке новых технологий и имеют важное практическое значение.

Диссертация выполнена на актуальную тему, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения. Сделанные соискателем выводы в полной мере соответствуют полученным результатам. Автореферат и публикации отражают основное содержание диссертационной работы. Представленная диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор – Бурангулов Д.З. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Бурангулова Д.З. подготовлен д.т.н., профессором отделения химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов ФГАОУ ВО «НИ ТПУ» Ивашкиной Е.Н., обсужден и одобрен на заседании отделения химической инженерии



Инженерной школы природных ресурсов, протокол № 2 от 12 сентября 2024 года.

Ивашкина Елена Николаевна  
доктор технических наук (05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий),  
профессор, профессор Отделения химической инженерии  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»  
Россия, 634050, г. Томск,  
пр. Ленина, д. 43а; учебный корпус № 2 ТПУ, офис 135  
Телефон +7 (3822) 606337.  
Эл. почта: [ivashkinaen@tpu.ru](mailto:ivashkinaen@tpu.ru)

 \_\_\_\_\_ Е.Н. Ивашкина

Подпись доктора технических наук  
Ивашкиной Е.Н. удостоверяю

И.о. Ученого секретаря ТПУ

 \_\_\_\_\_ В.Д. Новикова

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Томский политехнический университет»**

**Краткое наименование: ФГАОУ ВО НИ ТПУ**

**634050, Томская область, город Томск, проспект Ленина, д. 30**

**Веб-сайт: <http://tpu.ru>**

**E-mail: [tpu@tpu.ru](mailto:tpu@tpu.ru)**

**Телефон/факс: +7 (3822) 60-63-33/ 60-64-44**



*Ивашкиной Е.Н.*

*26.09.2024*

*Новиковой В.Д.*

*26.09.2024*

