

## ОТЗЫВ

официального оппонента **Ахметова Арслана Фаритовича**, доктора технических наук, заведующего кафедрой «Технология нефти и газа», профессора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на диссертационную работу **Лавровой Анны Сергеевны** на тему:

«Исследование процесса получения игольчатого кокса из нефтяного сырья», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Диссертационная работа Лавровой А.С. посвящена актуальной и важной задаче промышленности – получению игольчатого кокса из различного вида нефтяного сырья. Игольчатый кокс необходим для получения графитированных электродов сверхвысокой мощности, используемых для выплавки стали в электросталеплавильных печах. Данный углеродный материал является импортозависимым в нашей стране. Прогнозный рост игольчатого кокса в РФ до 100 тыс. тонн в год. В настоящий момент в России данный продукт получается только в рамках опытно-промышленных пробегов на АО «Газпромнефть – Омский нефтеперерабатывающий завод». Автором осуществлён подбор параметров коксования, обеспечивающих получение игольчатого кокса из трёх видов нефтяного сырья. Проведённые исследования позволяют диверсифицировать сырьевую базу игольчатого кокса, что является актуальной задачей нефтеперерабатывающей и электродной отраслей промышленности. Высокая актуальность и значимость данной работы подтверждаются финансовой поддержкой Российского научного фонда (РНФ, грант №21-79-30029).

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

Научные положения, выводы и рекомендации, отраженные в диссертации, подтверждаются детальным исследованием и полученными достоверными результатами, которые достаточно полно изложены и обоснованы в работе. Представленные в работе характеристики продуктов коксования получены с использованием стандартных методик на аттестованном оборудовании. Всё это подтверждает обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

**Достоверность научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертации, подтверждена их воспроизводимостью, применением**

современных физико-химических методов анализа, использованием стандартизированных методик, соответствием результатов международному уровню знаний в исследуемой области науки и техники.

По теме диссертации опубликованы 6 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в базах данных Scopus. Все статьи и 7 докладов на всероссийских и международных конференциях сделаны по специальности защищаемой диссертации.

**Научная новизна** работы состоит в том, что установлена экстремальная зависимость микроструктуры кокса от давления в диапазоне (0,1-2,5) МПа; выявлено изменение химического состава дистиллята коксования с ростом температуры в процессе коксования для нефтяного сырья; показана возможность получения кокса из дистиллята коксования с высокой оценкой микроструктуры. Разработана эмпирическая модель, описывающая зависимость выхода и качества кокса от свойств нефтяного сырья и давления коксования.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Результатом работы явилось установление давления коксования, обеспечивающего получение игольчатого кокса из трех видов нефтяного сырья – тяжелого газойля каталитического крекинга, гудрона, тяжелой смолы пиролиза и создание эмпирической модели зависимости выхода и микроструктуры кокса от свойств нефтяного сырья и давления коксования. Результаты исследования позволяют использовать полученные данные для прогнозирования выхода и качества кокса из нефтяного сырья, что сократит временные и экономические затраты на поиск сырья и определение параметров коксования для получения кокса с необходимыми свойствами. Прогнозирование выхода и микроструктуры коксов является важной задачей промышленности.

#### **Структура и объём диссертации**

Диссертационная работа изложена на 117 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков, 47 таблиц, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 120 наименований.

Во **введении** приведены обоснование актуальности темы диссертации, степень разработанности темы, поставлены цели и задачи исследования, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

Целью работы является установление закономерностей процесса коксования, обеспечивающего получение игольчатого кокса, и создание эмпирической модели зависимости выхода и качества кокса от свойств нефтяного сырья и давления коксования.

В **первой главе** представлен обзор литературных данных по современному состоянию производства игольчатого кокса в РФ и за рубежом с обоснованием потребности в анизотропном и малосернистом видах кокса. Также представлен химизм процесса коксообразования, стадии формирования игольчатого кокса при различном давлении, технологии и способы получения игольчатого кокса, основные виды сырья для его производства.

Во **второй главе** описаны объекты исследования, методики коксования – с порционным и суммарным отборами дистиллята коксования, показаны методы испытаний нефтяного сырья и продуктов коксования, приведена методика определения углеводородного состава газов коксования, представлен метод расчёта статистических критериев для количественной оценки адекватности математических моделей.

В **третьей главе** представлены результаты коксования тяжёлого газойля каталитического крекинга, дистиллятов коксования тяжёлого газойля каталитического крекинга (ТГКК), гудрона и тяжёлой смолы пиролиза при различном давлении. Приведены физико-химические показатели и групповой углеводородный состав сырья, полученный хромато-масс-спектрометрией, материальные балансы коксования исследуемых видов нефтяного сырья в диапазоне давлений (0,10-2,50) МПа. Приведены разработанные уравнения зависимостей выхода кокса от давления коксования с коэффициентами детерминации в диапазоне (0,95-0,99). Показан экстремальный характер микроструктуры кокса от давления коксования для каждого вида исследуемого нефтяного сырья. Приведены составы газов коксования и физико-химические свойства дистиллятов коксования, материальные балансы коксования дистиллятов.

**Четвертая глава** посвящена разработке многофакторной модели зависимости выхода кокса от свойств сырья и давления коксования. Экспериментальные данные для исследования зависимости выхода и микроструктуры кокса от свойств сырья и давления коксования были получены в ходе 59 опытов по коксованию различного нефтяного сырья. При разработке модели входными параметрами являлись следующие показатели сырья: плотность, содержание фракции, выкипающей выше 350°, содержание асфальтенов и давление коксования.

В **заключении** в обобщенном виде изложены результаты работы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, результаты проведенных исследований, выводы и публикации автора по теме диссертации.

Таким образом, все научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, научно обоснованы, достоверность и новизна полученных результатов не вызывает сомнений, результаты прошли апробацию в виде публикаций в рецензируемых

журналах и докладах на научных конференциях.

Несмотря на общее благоприятное впечатление от диссертационной работы по ней **имеются следующие вопросы и замечания:**

1. Автор проводит исследования на лабораторной установке с использованием автоклава, время реакции при этом составляет 4-5 часов. А в реакторе коксования время пребывания реакционной смеси измеряется минутами. Поэтому проводимый автором эксперимент совмещает в себе два процесса: термополиконденсацию сырья с последующим коксованием.

Следовало бы провести исследования на установке коксования в динамическом режиме.

2. Было бы целесообразно провести кинетические исследования протекающих реакций уплотнения.

Указанные вопросы и замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

#### **Общая оценка содержания диссертации**

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, с использованием широкого набора методов физико-химического анализа, результаты работы изложены последовательно, сопровождаются понятным иллюстративным материалом. Поставленные в работе цель и задачи выполнены.

Диссертационная работа Лавровой А.С. на тему: «Исследование процесса получения игольчатого кокса из нефтяного сырья» соответствует паспорту специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в п.1 «Общие научные основы и закономерности физико-химической технологии нефти и газа. Молекулярное строение нефти и нефтяных систем, физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем, их коллоидно-химические свойства и методы исследования» и п.2 «Технологии и схемы процессов переработки нефтяного, газового и газоконденсатного сырья, попутного нефтяного газа на компоненты. Конструктивное оформление технологий и основные показатели аппаратуры установок для переработки сырья. Технологии подготовки указанного сырья к переработке. Разработка энергосберегающих технологий. Технологии приготовления товарных нефтепродуктов» направлений исследований.

#### **Заключение**

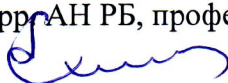
Диссертационная работа Лавровой Анны Сергеевны на тему: «Исследование процесса получения игольчатого кокса из нефтяного сырья» отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановление Правительства РФ от 24.09.2013 №842 в последней редакции), выдвигаемым к работам, представляемым

на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В соответствии с п. 9 диссертационная работа Лавровой Анны Сергеевны является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения, имеющие существенное значения для развития страны, в частности.

Таким образом, диссертационная работа, представленная к защите, имеет новизну и практическую значимость в части отдельных результатов исследования, а соискатель Лаврова Анна Сергеевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Заведующий кафедрой «Технология нефти и газа» ФГБОУ ВО «УГНТУ», доктор технических наук по специальности 05.17.07 — Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, член-корр. АН РБ, профессор



Ахметов Арслан Фаритович

Подпись д.т.н. Ахметова А.Ф. заверяю,  
начальник отдела по работе с персоналом

Дадаян Ольга Анатольевна



24.05.2024

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО «УГНТУ»)

Почтовый адрес: 450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

Телефон: +7(347)243-15-35, +7(347)242-07-12

Адрес электронной почты: [tngrosoil@mail.ru](mailto:tngrosoil@mail.ru)

Адрес официального сайта в сети: <https://rusoil.net/>

