

**Отзыв официального оппонента**  
**на диссертационную работу Востриковой Юлии Владимировны, на тему**  
**«Разработка реагентов для снижения коксообразования в печи висбрекинга» на**  
**соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности**  
**2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».**

**Актуальность темы диссертации.**

Диссертационная работа Востриковой Ю.В. посвящена разработке реагентов для снижения коксообразования в печи висбрекинга. Изучаемая тема является актуальной в нефтеперерабатывающей отрасли, поскольку в настоящее время наблюдается вовлечение тяжелых остатков в переработку нефти с получением высококачественных компонентов для судового и котельного топлива. Что приводит к ужесточению условий эксплуатации оборудования установок висбрекинга, сокращению межремонтного цикла работы установок снижению выработки товарной продукции, значительному увеличению эксплуатационных затрат, а также дополнительной нагрузке на окружающую среду вследствие увеличения объема отходов производства.

Внедрение химико-технологической защиты с использованием комплекса функциональных соединений: пассиватора, ингибитора коксообразования и дисперганта, позволяют снизить адгезию кокса на поверхности металла технологического оборудования, лимитировать процесс агрегации и когезии коксовых структур. Таким образом, комплекс реагентов способствует ингибированию процессов образования кокса и позволяет существенно улучшить условия эксплуатации теплонапряженного оборудования: колонн и змеевиков печей и повлиять на продуктивность процесса.

Дефицит отечественных разработок в области химико-технологической защиты обосновывает выбор направления исследований, сделанный в настоящей диссертационной работе.

**Достоверность и новизна результатов диссертации.**

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждена обширным объемом экспериментов, проведенных на современном оборудовании с использованием стандартных физико-химических методов анализа в соответствие с нормами и положениями №102-ФЗ.

**Новизна работы** заключается в следующем:

- Разработан отечественный пакет реагентов (ингибитор коксообразования, диспергант, пассиватор) для комплексной химико-технологической защиты оборудования висбрекинга; выявлены основные закономерности и найдены оптимальные условия его применения.
- Выявлены условия синтеза, структура присадок, условия их воздействия на формирование кокса в конвертируемых продуктах установок висбрекинга.
- Показана зависимость размера образования коксовых частиц от дозировки ингибитора коксообразования. Разработан метод оценки эффективности ингибитора

на основе распределения по размеру коксовых частиц в висбрекинг-остатке, а также «экспресс-метод» оценки эффективности пассиватора и дисперганта в лабораторных условиях.

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

Диссертационная работа изложена на 180 страницах (русская версия) и включает 43 таблицы и 81 рисунок. Диссертация состоит из титульного листа, оглавления, введения, литературного обзора, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов и списка литературы, включающего 113 наименований.

**Во введении** отображены актуальность, степень разработанности темы диссертации, изложены цель и задачи работы, научная новизна, выделены теоретическая и практическая значимость.

**Первая глава** является подробным обзором научно технической литературы по процессу висбрекинга гудрона. Также приведены химизм и механизм превращения сырья и процесса коксообразования при термическом крекинге. Проведен обзор методов очистки оборудования от коксовых отложений и проанализирован отечественный рынок реагентов для борьбы с коксообразованием.

**Во второй главе** описаны объекты и методы исследования, а именно в качестве объекта исследования были выбраны гудроны с установок АТ-ВБ Производства № 1 АО «Газпромнефть — МНПЗ», «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», ООО «Газпром нефтехим Салават». Представлены физико-химические характеристики исследуемого сырья. Приведены схемы лабораторной установки жидкофазного термического крекинга в реакторе, пилотной установки висбрекинга.

Описаны методики определения оптимальных параметров лабораторных исследований висбрекинга гудронов, периодического коксования гудронов, а также способы и методы определения физико-химических свойств висбрекинг-остатка и анализа и обработки экспериментальных данных.

**В третьей главе** приводятся результаты исследований разработанных реагентов (пассиватор, ингибитор коксообразования и диспергант) для защиты от коксообразования установки висбрекинга. Представлен синтез активных веществ для разрабатываемых реагентов. Композиции пассиватора были подобраны на основе неорганических и органических серо- и фосфорсодержащих соединений. Композиции присадки ингибитора коксообразования выбраны исходя из свойств солей неорганических соединений выделены группы элементов. Проведена разработка дисперганта на основе алкенилсукцинимидов.

**В четвертой главе** приведены результаты исследований эффективности реагентов ХТЗ на лабораторной установке периодического коксования. Изучены дисперсный, количественный состав ВБ-остатков, кинетика коксообразования на поверхности металлической пластинки в процессе висбрекинга.

Полученные результаты воздействия ХТЗ согласуются с положениями теории Сюняева З.И. - коагуляция молекул дисперсной фазы при эффективном воздействии не происходит ( $r_{\min}$ ,  $h_{\max}$ ).

**В пятой главе** приведены результаты промышленных испытаний на установке АТ-ВБ цеха № 1 АО «Газпромнефть — МНПЗ».

#### **Ценность для науки и практики результатов работы.**

– Выделены и определены свойства органических и неорганических соединений, способных выполнять роль ингибиторов, ПАВ, препятствующих образованию и росту и коагуляции коксовых частиц, изменяющих их строение, адгезионные и когезионные свойства. Проанализированы составы предлагаемых на рынке реагентов для защиты оборудования от коксообразования с целью сравнения с разрабатываемыми аналогами. Синтезированы ингибитор, пассиватор и диспергант, способные конкурировать в процессах импортозамещения.

– Данные экспериментальной оценки эффективности использования ХТЗ с использованием пассиватора указывают на снижение показателей адгезии и массы кокса к поверхности металла и увеличение его пористости.

– Показано, что применение ингибитора коксообразования и дисперганта в оптимальном содержании в сырье препятствует гомо-адгезии, когезии, агломерации коксовых частиц, снижению их размера, и выхода кокса, увеличению подвижности дисперсной фазы в оборудовании.

– Подтверждена эффективность применение разработанных реагентов в промышленном масштабе на установке АТВБ цеха № 1 АО «Газпромнефть — МНПЗ» показали свою эффективность.

#### **Публикация и апробация результатов диссертации.**

Основные положения и результаты материалов диссертации опубликованы в 7 печатных работах, в том числе 3 в журналах, рецензируемых ВАК. Результаты исследований прошли необходимую апробацию, докладывались и опубликованы в виде 4 научных тезисов в сборниках материалов отраслевых российских и международных конференций.

Основное содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

#### **Замечания по работе.**

В ходе изучения по содержанию диссертационной работы возникли ряд вопросов и замечаний:

1. При значительном объеме, полученных новых, научных данных, автором в рамках работы не сформулированы и не разработаны материалы по защите объектов интеллектуальной собственности.

2. В диссертации в недостаточной степени освещены разделы, направленные на инжиниринговую разработку комплекса ХТЗ на этапах:

- Промышленного применения на установках висбрекинга (технологии, технологической схемы, мониторинга эффективности и управления ХТЗ).

- На стадии производства товарных форм пассиватора, ингибитора коксообразования, дисперганта (сырьевая база, технология производства и предполагаемый ассортимент товарных реагентов, допустимость их пакетного использования, классификация химической безопасности).

3. В содержании диссертации следовало бы отразить прогнозные оценки технико-экономической эффективности применения разработанного комплекса химико-технологической защиты.

#### **Заключение.**

Диссертационное исследование Востриковой Юлии Владимировны, на тему «Разработка реагентов для снижения коксообразования в печи висбрекинга» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научных задач по исследованию процесса коксообразования, разработке реагентов для защиты оборудования и разработке методов мониторинга и контроля процесса коксоотложения, имеющей важное значение для изучения поведения тяжелых остатков при термической деструкции. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН протокол №УС-12 от 03.07.2023г., а её автор, Вострикова Юлия Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

#### **Официальный оппонент:**

Томин Виктор Петрович, ведущий научный сотрудник лаборатории химии углеводов №4, доктор технических наук по специальности 2.6.9. (05.17.03) - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, профессор



Томин В.П.

Дата составления: 29.11.2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской Академии Наук. Почтовый адрес: 119991, г. Москва, пр-т Ленинский, д. 29. E-mail: tominvp@mail.ru, тел.: +7 (495) 954-22-92.

*Подпись Томина В.П. удостоверяю:  
Ученый секретарь ИНХС РАН, д.х.н.,  
доцент*



Ю. В. Костина