

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук
Шакирова Искандера Ильгизовича
на тему: «**Дезактивация тяжелых металлов на катализаторах
крекинга**»
по специальности 1.4.12. Нефтехимия

Каталитический крекинг (КК) является одним из ключевых процессов современной нефтепереработки, обеспечивающих производство компонентов моторных топлив и сырья для нефтехимической промышленности. В условиях общемировой тенденции к ухудшению качества сырьевой базы и постепенному вовлечению в переработку тяжелого нефтяного сырья (мазуты, углубленные вакуумные газойли), содержащих повышенные концентрации металлов, проблема отравления катализаторов крекинга тяжелыми металлами приобретает особую значимость. Основными отравляющими металлами принято считать никель и ванадий. Ванадий в условиях каталитического крекинга разрушает кристаллическую структуру цеолита катализатора. Никель, будучи катализатором дегидрирования, значительно снижает выходы светлых фракций, увеличивает выходы побочных продуктов – кокса и водорода. Несмотря на высокую эффективность в удалении металлов современных технологий предварительного облагораживания тяжелого нефтяного сырья, полностью исключить отравляющее действие никеля и ванадия в условиях каталитического крекинга зачастую не удается. В связи с этим, разработка эффективных пассиваторов тяжелых металлов для повышения эффективности каталитического крекинга тяжелого нефтяного сырья является, безусловно, **актуальной** и востребованной как с научной, так и с практической точки зрения задач.

Научная новизна работы заключается в проведенном систематическом исследовании влияния пассивации тяжелых металлов борсодержащими соединениями на характеристики каталитического крекинга. В работе изучен механизм процессов дезактивации никеля и ванадия борсодержащими соединениями на катализаторах крекинга. Методами рентгенофотоэлектронной спектроскопии и температурно-программируемого восстановления водородом показано, что пассивация металлов борсодержащими соединениями способствует переводу никеля из активной в условиях крекинга оксидной фазы в трудновосстанавливаемые шпинельные и/или силикатные структуры, а также снижает дегидрирующую активность ванадия. Показано, что применение маслорастворимого борсодержащего пассиватора в сравнении с пассивацией металлов соединениями на основе сурьмы характеризуется пониженным образованием оксидов азота в газах, образующихся в процессе регенерации катализатора.

Практическая значимость работы подтверждается апробацией полученной маслорастворимой борсодержащей добавки в качестве пассиватора никеля на пилотной установке каталитического крекинга с лифт-реактором и циркуляцией катализатора. Показано, что введение пассиватора совместно с углеводородным сырьем в процессе крекинга в присутствии отравленного никелем катализатора позволяет увеличить выход бензиновой фракции на 2.6 мас.% и снизить выходы кокса и водорода на 6 и 10 отн.%.

Диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 1.4.12. Нефтехимия (химические науки), а именно пункту 2. – «Термические, каталитические и плазмохимические превращения углеводородов нефти. Разработка научных основ процессов синтеза, изучение механизмов реакций, роли гетероатомных компонентов нефти в превращениях углеводородов. Разработка катализаторов».

Диссертационная работа изложена хорошим научным языком и представляет собой целостный, научный труд, оформленный в соответствии с нормами и требованиями к кандидатским диссертациям и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, заключения и списка литературы.

Во введении сформулирована проблема исследования и обоснована ее актуальность, поставлены цель и задачи, методология и методы исследования, представлены положения, выносимые на защиту, отражены новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Здесь же приведены сведения о публикациях по теме диссертации, данные об апробации и личном вкладе соискателя.

В обзоре литературы автором проведен детальный анализ современного состояния проблемы отравления катализаторов крекинга тяжелыми металлами. Рассмотрены способы дезактивации металлов, методы оценки активности катализаторов крекинга и существующие промышленные решения. Материал изложен критически, с выявлением недостатков существующих способов дезактивации отравляющих металлов на катализаторах крекинга, что обосновывает выбор направления исследования.

Экспериментальная часть содержит данные об использованных в работе реагентах, методиках пассивации тяжелых металлов и отравления микросферических цеолитсодержащих катализаторов крекинга, процедуре проведения каталитических экспериментов, анализа их результатов, а также использованных в работе физико-химических методах анализа катализаторов и реакционных смесей.

В главе «Обсуждение результатов» представлены основные результаты диссертационной работы. Из наиболее важных результатов работы можно выделить следующие:

- Определены оптимальные характеристики пассивации никеля в присутствии ванадия борсодержащими соединениями
- Показана возможность реактивации равновесного катализатора крекинга, содержащего никель и ванадий в количестве 2000 ppm, при пассивации металлов борсодержащими соединениями
- Установлена активность полученных в работе маслорастворимых борсодержащих соединений в дезактивации никеля на микросферических катализаторах крекинга в условиях пилотной установки каталитического крекинга с лифт-реактором и циркуляцией катализатора.

Достоверность научных положений и выводов базируется на использовании современного комплекса физико-химических методов исследования. Экспериментальные данные получены на оборудовании с использованием стандартных методик (ASTM), а их воспроизводимость подтверждена статистической обработкой.

Научные выводы и положения, сформулированные в диссертационной работе, **обоснованы**, находятся в соответствии с содержащимися в тексте диссертации экспериментальными данными, а полученные результаты не противоречат общенаучным теориям и фактам.

В качестве замечаний по диссертации можно отметить следующие:

1. Какое минимальное количество металлов должно присутствовать на равновесном катализаторе крекинга для использования полученного борсодержащего пассиватора?

2. В работе сделан упор на использовании маслорастворимых соединений бора в качестве пассиваторов тяжелых металлов. В чем заключается преимущество маслорастворимой формы?

3. На основании полученных экспериментальных данных следовало бы сделать прогноз по расходу пассиватора при переработке тяжелого нефтяного сырья?

4. В исследовании значительное внимание уделено пассивации никеля в присутствии ванадия. В чем заключается принципиальная сложность пассивации никеля при наличии ванадия на катализаторе?

Отмеченные замечания не влияют на общую высокую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация Шакирова Искандера Ильгизовича является законченной научно-квалификационной работой, а задачи, связанные с повышением эффективности каталитического крекинга углеводородного сырья при использовании маслорастворимых борсодержащих пассиваторов тяжелых металлов, которые были решены в ходе проводимого исследования, несомненно, имеют важное значение для нефтепереработки и нефтехимии.

Диссертация «Дезактивация тяжелых металлов на катализаторах крекинга» Шакирова Искандера Ильгизовича отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.12. Нефтехимия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Шакиров Искандер Ильгизович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой технологии переработки нефти Факультета химической технологии и экологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Капустин Владимир Михайлович

11.02.2026

Контактные данные:

Тел.: +7 (499) 507-85-98; e-mail: kafedratpn@gubkin.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Адрес места работы:

119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1: ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», Факультет химической технологии и экологии;

Тел.: +7 (499) 507-85-98, e-mail: kafedratpn@gubkin.ru

Подпись сотрудника ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» д.т.н., проф. Капустина В.М. удостоверяю: