

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

**Докучаева Игоря Станиславовича**

«Химические превращения тяжелых нефтяных остатков в условиях термического крекинга в присутствии регенерированных катализаторов гидроочистки и доноров водорода», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия

### **Актуальность темы диссертации**

В связи с постоянным спросом на нефть истощаются запасы легкой и средней нефти, что приводит к возрастанию внимания к добыче тяжелой нефти. Переработка тяжелых нефтяных остатков затруднительна, так как они характеризуются высокой плотностью и вязкостью, содержанием асфальто-смолистых углеводородов, в которых присутствует значительное количество серы, азота, кислорода и металлов.

Актуальной задачей нефтеперерабатывающей промышленности является разработка технологий по облагораживанию и переработке тяжелой нефти и нефтяных остатков. Эффективность перераспределения водорода между продуктами может быть повышена при использовании бифункциональных катализаторов, что обуславливает актуальность исследований, проведенных в работе Докучаева Игоря Станиславовича, в которой использован регенерированный катализатор гидроочистки.

### **Научная новизна и практическая значимость работы.**

Представленная работа характеризуется новизной проводимых исследований, поскольку впервые систематически рассматривает химические превращения тяжелых нефтяных остатков в присутствии регенерированных катализаторов гидроочистки и доноров водорода.

Полученные данные могут быть использованы при реконструкции установок термического крекинга, висбрекинга, а также в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов по специальностям 18.03.01, 18.04.01, 18.06.01, 04.06.01. Результаты исследований, отраженные в

диссертации, могут стать основой для оптимизации существующих процессов и разработки новых способов переработки тяжелого нефтяного сырья.

### **Достоверность полученных результатов.**

Результаты научных исследований диссертанта опубликованы в 43 работах, в том числе в 8 статьях в российских журналах, включенных в перечень ВАК и в 35 сборниках докладов на международных и российских конференциях. В диссертации детально описаны методики проведения процессов крекинга, приведены схемы установок, имеются ссылки на стандарты и аттестованные методики проводимых физико-химических анализов. Достоверность экспериментальных результатов подтверждается тем, что они получены на современном оборудовании широко апробированными методами, такими как газовая хроматография, в том числе с масс-спектрометрией, высокоэффективная жидкостная хроматография, рентгенофлуоресцентный анализ и другими, по методикам ГОСТ. Полученные данные взаимно дополняют друг друга и не противоречат существующим признанным представлениям о химии термических процессов.

### **Общая оценка диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературных источников из 201 наименования. Материал работы изложен на 107 страницах, включает 30 таблиц и 21 рисунок.

Введение включает обоснование актуальности, цели и задачи работы, основные научные результаты и их практическую значимость.

В работе была сформулирована следующая цель: Установление закономерностей химических превращений тяжелых нефтяных остатков в процессе термического крекинга в присутствии регенерированного катализатора гидроочистки и доноров водорода

Для достижения цели автором были решены следующие задачи:

1. Исследование превращения модельных смесей в условиях крекинга с использованием регенерированного катализатора гидроочистки с использованием лабораторной установки проточного типа;
2. Исследование превращения мазута в присутствии регенерированного катализатора гидроочистки в условиях автоклава;
3. Исследование превращения гудрона в присутствии регенерированного катализатора гидроочистки в условиях автоклава;
4. Исследование превращения гудрона в присутствии регенерированного катализатора гидроочистки и растворителей-доноров водорода (нефтяные фракции) в условиях автоклава;
5. Исследование превращения гудрона в присутствии регенерированного катализатора гидроочистки и полимерных отходов в качестве доноров водорода в условиях автоклава.

**В первой главе** детально рассмотрен химический состав тяжелых нефтяных остатков, химические превращения компонентов тяжелого нефтяного сырья, существующие термодеструктивные процессы переработки, катализаторы данных процессов. Сделан вывод о необходимости введения в систему катализатора, способствующего трансферу водорода, и доноров водорода, в качестве которых предложены нефтяные фракции и образцы полимеров.

**Во второй главе** представлены объекты и методы исследования. Использована установка проточного типа для определения каталитической активности регенерированного катализатора гидроочистки в условиях крекинга модельного нефтяного сырья. Исследования крекинга тяжелого нефтяного сырья в присутствии доноров водорода проведены в условиях автоклава. Приведены методы определения физико-химических свойств образцов катализаторов, сырья и полученных продуктов.

**В третьей главе** содержатся сведения о результатах экспериментов по крекингу компонентов модельных систем «н-додекан – толуол» и «декалин –

толуол–н–гексан». Определено, что парафиновые углеводороды, представителем которых является н–додекан, вступают в реакции крекинга, изомеризации и уплотнения. Рассчитаны выходы продуктов реакций по выделенным направлениям.

Полученные результаты доказывают перспективность применения регенерированного отработанного катализатора гидроочистки в качестве катализатора термодеструктивных процессов переработки тяжелых нефтяных остатков из-за его способности крекирования, изомеризации и дегидрирования, что позволит инициировать перераспределение водорода в системе.

**Четвертая глава** посвящена обсуждению результатов экспериментов по крекингу нефтяных фракций в присутствии катализатора и доноров водорода, представленных фракциями гидрированного легкого газойля каталитического крекинга и образцами полимеров (ПНД, ПВД, ПП, БК). Выполнено сравнение материальных балансов наиболее эффективных процессов крекинга гудрона в присутствии регенерированного катализатора гидроочистки и доноров–водорода. Наблюдается значительное снижение выхода кокса на 7,3–10,3 % масс. при наиболее эффективных вариантах исполнения процесса.

#### **Вопросы и замечания**

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. С точки зрения принятой терминологии, представляется спорным называть фракции нк-180<sup>0</sup>С, 180-350<sup>0</sup>С и 350<sup>0</sup>С-кк – узкими
2. Хотелось бы иметь более подробную информацию о фракциях нк-180<sup>0</sup>С и 180-350<sup>0</sup>С, получаемых в описанном процессе крекинга и о возможном отличии в компонентном составе в зависимости от присутствия в процессе катализатора.
3. Почему как основной компонент для получения донора водорода выбран именно легкий газойль каталитического крекинга?

4. Представляется спорным вывод из таблицы 4.10 и рис.4.5 о том, что наиболее эффективной является концентрация катализатора в количестве 0,1%, поскольку разница в выходе светлых продуктов в 0,4% не является существенной.
5. Не рассмотрены последствия наличия остатков катализатора в продуктах крекинга при дальнейшей их обработке. Требуется ли их удаление.
6. Возможно, стоило опробовать не только алюмокобальтмолибденовые образцы катализаторов, но и алюмоникельмолибденовые.

### **Заключение**

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы, которая представляет собой законченное научное исследование. В работе обобщен и проанализирован большой объем экспериментальных данных, полученных при ее выполнении. Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертация соответствует паспорту заявленной специальности 1.4.12. Нефтехимия. Диссертационная работа выполнена в полном объеме и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно п.9-11, 13, 14 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Докучаев И.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Официальный оппонент:

д.т.н., директор ООО  
«Объединенный центр  
исследований и разработок»

*Подпись Рудяк К.Б. Зверев*  
*119333, г. Москва*  
*Ленинское шоссе, 55/1, стр. 2.*  
*+7 (495) 730-61-01*  
*research-center@cn-rdc.ru*

*[Handwritten signature]*

Рудяк К.Б.

*10.02.2026*

А.А. АЗЬНИК, ДЕКАН  
ПЕРСОНАЛУ СОЦИАЛЬНЫМ  
ПРОГРАММАМ  
СОЛОВЬЕВ

