

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.428.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 мая 2022 г. № 10

О присуждении Жилиной Валерии Анатольевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Математическое моделирование процесса гидроочистки дизельного топлива от серусодержащих примесей» по специальности 2.6.13. – «Процессы и аппараты химических технологий» принята к защите 9 марта 2022 г., протокол № 3 диссертационным советом 24.2.428.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ (450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, приказ № 105/нк от 11 апреля 2012 г.).

Соискатель Жилина Валерия Анатольевна 1993 года рождения.

В 2015 году окончила специалитет ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» с присуждением квалификации инженера по специальности «Химическая технология органических веществ».

В 2021 году окончила аспирантуру очной формы обучения при ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология».

Работает в ООО «Научно-исследовательский проектный институт нефти и газа «Петон» в должности инженера 1 категории по патентно-изобретательской работе Патентного бюро Департамента технологии и науки.

Диссертация выполнена на кафедре «Нефтехимия и химическая технология» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Самойлов Наум Александрович, ООО «Научно-исследовательский проектный институт нефти и газа «Петон», ведущий научный сотрудник Патентного бюро Департамента технологии и науки. Патентного бюро Департамента технологии и науки.

Официальные оппоненты:

Ивашкина Елена Николаевна – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор отделения химической инженерии;

Чернышева Елена Александровна – кандидат химических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», профессор кафедры технологии переработки нефти

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой «Химическая технология переработки нефти и газа» д.т.н., доцентом Тыщенко Владимиром Александровичем и доцентом кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа» к.х.н., доцентом Максимовым Николаем Михайловичем, указала, что автор диссертационной работы Жилина В.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13. – «Процессы и аппараты химических технологий».

Соискатель имеет 30 научных работ, все по теме диссертации, общим объемом 10,557 п.л. (доля автора 5,097 п.л.), в том числе 7 статей опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки РФ (из них 1 статья в журнале, индексируемом в международной базе Scopus), общим объемом 5,51 п.л. (доля автора 2,97 п.л.), 17 работ опубликовано в материалах различных научных конференций, общим объемом 1,665 п.л. (доля автора 1,175 п.л.), получено 2 патента РФ общим объемом 2,772 п.л. (доля автора 0,832 стр.), получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Самойлов, Н.А. Анализ эксплуатационных свойств промышленного Со-Мо катализатора гидроочистки/ Н.А. Самойлов, М.С. Мельгунов, В.А. Жилина // Катализ в промышленности. – 2019. – Т. 19. – № 5. – С. 345-350.

2. Самойлов, Н.А. Некоторые проблемы математического моделирования процесса гидроочистки дизельного топлива / Н.А. Самойлов, И.Б. Грудников, В.А. Жилина // Башкирский химический журнал. – 2019. – Т. 26. – №. 3. – С. 26-33.

3. Мельгунов, М.С. Изменение свойств Со-Мо катализатора гидроочистки при двухлетней промышленной эксплуатации / М.С. Мельгунов, Н.А. Самойлов, В.А. Жилина // Башкирский химический журнал. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 36-43.

4. Самойлов, Н.А. Принципы формирования сераорганических псевдокомпонентов при расчете процесса гидроочистки дизельного топлива / Н.А. Самойлов, В.А. Жилина // Башкирский химический журнал. – 2020. – Т. 27. – №. 4. – С. 42-48.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы из следующих организаций:

1. Филиал ТИУ в г. Тобольске, подписан доцентом кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин, к.т.н. Александровой И.В.

(При большом объеме выполненной работы раздел по исследованию физико-химических свойств катализатора можно было исключить для акцентирования на анализе результатов математического моделирования процесса);

2. Общество с ограниченной ответственностью «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ», подписан президентом общества, к.т.н., научным сотрудником Астановским Д.Л. (В автореферате недостаточно отражены вопросы влияния неравномерного распределения реакционной среды по зернистому слою на эффективность использования загруженного катализатора. Автор в тексте автореферата не достаточно уделяет внимание влиянию условий растворимости водорода в исходном сырье на проведение процесса гидроочистки. В автореферате Жилиной В.А. не в полной мере указаны причины выпадения углерода в порах катализатора);

3. АО Научный центр «Малотоннажная химия», подписан заместителем директора по науке, д.т.н., профессором Бессарабовым А.М. (В числе крупных зарубежных исследователей гидроочистки не указаны G. Shuit, B. Gates. При моделировании работы реакторов установки гидроочистки на различном сырье в модели не учитывалось выделение тепла гидрогенолиза. Желательно было бы провести эксперименты по гидроочистке не только на свежем и регенерированном образцах катализатора, но и на отработанном);

4. ФКБОУ ВО «ИРНИТУ», подписан заведующей кафедрой Химической технологии им. Н.И. Ярополова, д.х.н., профессором Дьячковой С.Г. (Упоминание в автореферате Программ и Фондов, которыми были поддержаны исследования, выполненные в рамках настоящей диссертации, являлось бы дополнительным подтверждением актуальности выбранной темы и несомненным украшением автореферата. В таблице 6 автореферата приводится коэффициент снижения затрат при уменьшении загрузки катализатора гидроочистки. Однако это не может являться отражением экономической эффективности всего предложенного автором процесса гидроочистки с предварительным фракционированием сырья. Следовало бы привести насколько изменятся суммарные затраты по гидроочистке, с учетом аппаратного оформления и энергетических потерь стадии предварительной ректификации дизельной фракции. Одной из задач диссертации является «Критический анализ существующих технологий и предложенных

математических моделей процесса гидроочистки дизельного топлива». Возможно, эта задача раскрывается в литературном обзоре диссертации (глава I). Однако в автореферате результаты достижения этой задачи не раскрыты. Верификация модели выполнена путем сопоставления результатов расчетов с литературными данными по гидроочистке дизельного топлива в трехреакторном блоке установки Рязанского НПЗ (Рисунок 2, а), эквивалентном единичному реактору, с очисткой 136 м³/ч исходного сырья. Предложенная автором схема предполагает 2 фракции сырья и соответственно 2 реактора (рис. 2, б). В связи с этим было бы целесообразно привести в таблице 3 расчетные данные по двум реакторам);

5. ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», подписан профессором кафедры процессов и аппаратов химических и пищевых производств, д.т.н., профессором Голованчиковым А.Б. (Расширить перечень регионов, в которых проводится апробация результатов. Они того стоят! Написать монографию и учебное пособие. Сколько циклов регенерации реально выдерживает отработанный катализатор? Как его утилизировать или восстанавливать? Что нового сделано в двух программах для ЭВМ? Можно ли их адаптировать и как полученные результаты влияют на очистку от серосодержащих примесей сырой нефти, газа, бензина и керосина? В выводах и заключении не надо срываться на язык аннотаций (№№ 2, 3 и 7 на стр. 22). Их надо усиливать количественными величинами (как это сделано в №№ 4, 5, 6 и 8);

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет», подписан профессором кафедры «Технология неорганических веществ», д.т.н., доцентом Ильиным А.А. (На рисунке 5 приведены кривые распределения объемов мезопор по размерам. Автором некорректно сформулировано название. Изотермы адсорбции-десорбции азота не представлены. Рисунки 6, 7, 8, приведенные в автореферате не проанализированы и носят формальный характер. В процессе работы катализатора происходит изменение его фазового состава, но в автореферате этого не отражено. По данным элементного анализа автором сделано заключение, что происходит снижение доли активных компонентов, но при этом приводит далеко не полный химический состав катализатора);

7. ООО «Газпром добыча Астрахань», подписан заместителем начальника технического отдела администрации, д.т.н., профессором Каратун О.Н. (Осуществление гидроочистки дизельной фракции с предварительной разбивкой на узкие фракции приводит в промышленных условиях к увеличению капиталоемкости производства, так как потребует два и более реакторных устройств для осуществления процесса, причем для оптимизации гидроочистки узких фракций потребуются изменение в каждом из реакторных устройств технологических параметров. Математические модели, полученные для процесса гидроочистки узких дизельных фракций не будут иметь все необходимые критерии адекватности при применении для расчета процесса гидроочистки широкой дизельной фракции. При создании математической модели процесса гидроочистки дизельной фракции автор сделала упор на удаление серусодержащих соединений, хотя в процессе гидроочистки происходит удаление из дизельной фракции и других гетероатомов, что в свою очередь будет оказывать влияние и на процесс удаления серы);

8. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», подписан заведующим кафедрой «Переработка нефти и газа», к.т.н., доцентом Мозыревым А.Г. (Замечаний к работе нет);

9. Дальневосточный Федеральный университет, подписан профессором департамента нефтегазовых технологий и нефтехимии, д.т.н., профессором Кривошеевым В.П. (К замечанию по автореферату можно отнести не информативное оформление таблицы 1, стр. 8. Результаты исследований по глубине обессеривания при свежем катализаторе и при регенерированном катализаторе приведены при неидентичных исходных данных);

10. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», подписан главным специалистом института дополнительного профессионального образования, д.т.н., доцентом Елизаровым Д.В. (По данным табл. 5 автореферата загрузка катализатора в два реактора составляет 200-300 м³ – выпускает ли наша промышленность аппараты высокого давления такого объема? Представленные прогнозы по увеличению производительности действующих установок гидроочистки недостаточно убедительны в силу необходимости

замены всего остального оборудования и могут быть рекомендованы для вновь проектируемых или модернизации действующих установок, работающих на уменьшенной производительности для обеспечения глубины очистки дизтоплива. В уравнениях (4) допущены некоторые опечатки);

11. Институт нефтехимии и катализа – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии науки, подписан заведующим лабораторией математической химии, д.ф.-м.н., профессором Губайдуллиным И.М. (В автореферате, на странице 10, в системе уравнений (4) математического описания, в правых частях предпоследних двух уравнений есть опечатки. Знак дифференциала «d» лишний. Система уравнений (4) – это задача Коши. Поэтому, для полноты математического описания, необходимо надо было бы указать и начальные условия при $\tau=0$. В списке публикаций имеется два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Однако, в автореферате не указывается, каким численным методом решено математическое описание и на каком программном языке реализовано?);

12. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», подписан ведущим научным сотрудником, д.т.н. Загоруйко А.Н. (На стр. 9 реферата утверждается, что была обоснована возможность использования уравнения первого порядка для описания скорости реакции гидрообессеривания (т.е. принятия $n=1$ в уравнении (1)), однако, аргументы в поддержку такого обоснования не приведены. Кроме того, в работе показано, что процесс гидроочистки при температуре $\sim 350^\circ\text{C}$ и выше идет в диффузионной области. Это важный вывод, и он заслуживает детального рассмотрения в такой работе, в частности количественного анализа сравнительного влияния внутренних и внешних диффузионных торможений, в том числе в применении к различным узким фракциям сырья. Однако такой анализ в реферате отсутствует. В современных мировых и отечественных работах по кинетике реакций гидрообессеривания тяжелых нефтяных фракций достаточно широко принят подход с делением всех сернистых соединений на 4 типа в зависимости от их реакционной способности (меркаптаны, тиофены, дибензотиофены, диметилдобензотиофены). В данной работе

предложено деление на фракции в зависимости от содержания серы. Это оригинальный метод, однако, в реферате отсутствует его сопоставление с вышеописанным подходом, не обсуждаются их сравнительные достоинства и недостатки. Кроме того, в реферате не описана процедура определения значений кинетических параметров для системы уравнений (4), не приведены и никак не обсуждаются значения кинетических констант K_i для различных узких фракций).

Выбор официальных оппонентов обосновывается наличием высоких компетенций в данной отрасли науки – изучении и моделировании каталитических процессов нефтепереработки, что подтверждается имеющимися у них публикациями в сфере исследований соискателя, ведущая организация широко известна своими достижениями в области кинетики реакций гидродесульфуризации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

изложены и обобщены основные недостатки оформления реакторных блоков существующих установок гидроочистки и используемых для их описания известных математических моделей процесса гидроочистки дизельного топлива;

разработана и теоретически обоснована математическая модель процесса гидроочистки дизельного топлива от серусодержащих примесей с представлением исходного сырья в виде нескольких узких фракций, в каждой из которых совокупность сернистых соединений рассматривается как псевдокомпонент, характеризуемый содержанием общей серы;

проведена оценка влияния фракционного состава исходного сырья и распределения в нем сернистых соединений на расчетный проектный объем загружаемого катализатора для разных способов оформления реакторного блока установки гидроочистки с определением эффективного варианта;

доказана экономическая эффективность проведения предварительного разделения исходного сырья гидроочистки на две широкие фракции с их последующим отдельным гидрированием;

предложено два варианта предварительного разделения исходного сырья гидроочистки на две широкие фракции: использование атмосферной колонны установки АВТ или фракционирование на установке гидроочистки в дополнительной колонне.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **предложен** новый подход к моделированию процесса гидроочистки дизельного топлива на основе использования концепции псевдокомпонентов для характеристики исходного сырья и серусодержащих примесей;

– **доказано** существование оптимальной температурной границы деления исходного сырья на две широкие фракции, обеспечивающей последующую отдельную гидроочистку этих фракций при минимизации загрузки катализатора в реакционный блок;

– **научно обоснована** перспективность реализации процесса гидроочистки дизельного топлива с отдельным гидрированием легкой и тяжелой фракций предварительно фракционированного сырья, позволяющей существенно увеличить производительность установок гидроочистки без дополнительных затрат на катализатор.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– **разработана** математическая модель для проектирования новых и модернизации действующих установок гидроочистки с минимизацией объема загружаемого в реакторный блок катализатора или увеличением производительности установок гидроочистки при сохранении загрузки катализатора;

– **разработаны** программы для расчета на ЭВМ двухреакторной схемы гидроочистки моторных топлив с предварительным фракционированием исходного сырья и поиска экстремума многофакторной целевой функции симплексным методом;

– **разработаны** способ гидроочистки дизельного топлива с раздельным гидрированием двух фракций предварительно разделенного исходного сырья и каталитический реактор с отводом тепла из реакционной зоны;

– **представленные предложения** по совершенствованию процесса гидроочистки дизельного топлива решено использовать ООО «НИПИ НГ «Петон» при проектировании установок гидроочистки дизельного топлива.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **экспериментальные данные** получены с помощью современного лабораторного оборудования;

– **применение** стандартизированных и современных физико-химических методов исследования, позволяющих выполнять эксперимент с высокой точностью;

– **теория**, изложенная в диссертации, построена на известных проверяемых данных и фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме работы, а также по смежным отраслям;

– **математическая модель** базируется на анализе практики и обобщении передового опыта отечественных и иностранных исследователей;

– **результаты параллельных серий экспериментов** оценивались с помощью статистической обработки;

– **результаты компьютерных расчетов** получены на основе математической модели гидроочистки дизельного топлива, адекватной реальному процессу;

– **использованы** современные методики сбора, обработки и обобщения исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении экспериментальных данных по исследованию кинетики гидроочистки фракции дизельного топлива, отработке анализов физико-химических свойств свежего и отработанного кобальт-молибденового катализатора и

определения содержания серы в образцах, получении теоретической и практической информации, подготовке публикаций в рецензируемых научных журналах и апробации результатов работы на научно-технических конференциях, разработке и регистрации программ ЭВМ для расчета двухреакторной схемы гидроочистки моторных топлив с предварительным фракционированием исходного сырья и поиска экстремума многофакторной целевой функции симплексным методом. Соискатель принимал непосредственное участие в постановке задач, планировании экспериментов и проведении цифрового моделирования различных вариантов реализации процесса гидроочистки дизельного топлива с учетом ряда моделей условного сырья.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной цели через ряд теоретических, вычислительных и экспериментальных задач и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана, охватывающим все аспекты исследований, связанные с определением кинетических закономерностей гидродесульфуризации серусодержащих примесей для их использования в описывающей процесс гидроочистки математической модели, позволяющей проводить расчеты по оптимизации процесса с учетом вариативности качественного и количественного состава исходного сырья.

Диссертация «Математическое моделирование процесса гидроочистки дизельного топлива от серусодержащих примесей» соответствует критериям п. 9 – п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобразования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. В диссертации не используется заимствованный материал без ссылки на автора и источник заимствования.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

На заседании 11 мая 2022 г. диссертационный совет принял решение за разработку новых научно обоснованных технических и технологических решений и разработок, имеющих существенное значение для развития страны в области нефтепереработки, на основе способа гидроочистки дизельного топлива с отдельным гидрированием легкой и тяжелой фракций исходного сырья с целью повышения энергоэффективности, ресурсосбережения, а также снижения капитальных затрат присудить Жилиной В.А. ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.13. – «Процессы и аппараты химических технологий».

При проведении тайного голосования членов совета с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

11 мая 2022 г.



Ибрагимов Ильдус Гамирович

Бадикова Альбина Дарисовна