

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.383.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 12.12.2024 г. № 27

О присуждении Ахмад Марии, гражданке Сирийской Арабской Республики, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка основ экстракционной технологии обогащения газойлей висбрекинга и замедленного коксования для получения компонентов малосернистых судовых топлив» по специальности 2.6.12. «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» принята к защите 3 октября 2024 г. (протокол заседания № 26) диссертационным советом 24.2.383.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 24–26/49 литера А), утверждённым приказом Минобрнауки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Ахмад Мария, 1993 года рождения.

В 2020 году соискатель окончила магистратуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». В 2024 году окончила очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Диссертация выполнена на кафедре технологии нефтехимических и углехимических производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский

государственный технологический институт (технический университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Гайле Александр Александрович работает профессором на кафедре технологии нефтехимических и углехимических производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Теляшев Эльшад Гумерович, доктор технических наук, профессор, чл.-корр. АН Республики Башкортостан, заслуженный деятель науки Российской Федерации, Республики Казахстан, Республики Башкортостан, Акционерное общество «Институт нефтехимпереработки», г. Уфа, научный руководитель – заместитель генерального директора;

Рудко Вячеслав Алексеевич, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург, Научный центр «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов», исполнительный директор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Общество с ограниченной ответственностью Научно-Исследовательский и Проектный Институт «ПЕГАЗ», г. Уфа, в своём положительном отзыве, принятом на заседании Научного-технического совета ООО НИПИ «ПЕГАЗ» под председательством первого заместителя генерального директора по науке и технологиям Акулова Сергея Васильевича (протокол № 1/11 от 01 ноября 2024 г.), подписанном Курочкиным Андреем Владиславовичем, кандидатом химических наук, главным технологом ООО НИПИ «ПЕГАЗ», ООО «ПЕГАЗ ИНЖИНИРИНГ», заместителем генерального директора по научной работе, утверждённом Чирковой Аленой Геннадиевной, доктором технических наук, профессором, генеральным директором ООО Научно-Исследовательский и Проектный Институт «ПЕГАЗ», указала, что диссертация Ахмад Марии на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения для производства экологически чистых судовых топлив из газойлей процессов замедленного коксования и висбрекинга с использованием процесса экстракционного

облагораживания. По мнению ведущей организации, данная диссертация соответствует критериям, установленным пп. 9–14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями), и Ахмад Мария заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук. Диссертационная работа Ахмад М. посвящена получению компонентов судового топлива, в которых содержание серы снижено до 0,5% мас., выбору эффективных экстрагентов и параметров экстракции, позволяющих добиться этого важнейшего требования, что является актуальной научной и практической задачей. Важное практическое значение для нефтепереработки имеют результаты диссертационной работы М. Ахмад, свидетельствующие о возможности получения судовых топлив с содержанием серы не более 0,5% мас. из низкокачественных газойлей высокотемпературных процессов переработки нефтяных остатков при низких соотношениях N,N-диметилформамида или N-метилпирролидона к сырью (0,5-1):1. Предложены и направления применения получающихся при экстракции экстрактов, из которых наиболее рентабельным представляется производство с их использованием полимерно-битумных вяжущих, потребность в которых для дорожных битумов в России возросла за последнее десятилетие в 4 раза. Ароматические экстракты, применяющиеся также для производства битумов, технического углерода, пластификаторов, становятся дефицитными из-за снижения доли смазочных масел, получаемых по традиционной технологии со стадией селективной очистки, и увеличения доли масел гидрокрекинга. Результаты и выводы диссертационной работы Марии Ахмад представляют практический интерес для нефтяных компаний и нефтеперерабатывающих предприятий, имеющих установки замедленного коксования и висбрекинга, на которых целесообразно внедрение экстракционного процесса облагораживания газойлей высокотемпературных процессов переработки нефтяных остатков, в том числе для ПАО «Газпром нефть», ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез», Омский НПЗ, ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», ООО «Роснефть-Комсомольский» НПЗ, ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез», ОАО «ТАНЕКО» и других. Результаты диссертационной работы М. Ахмад представляют интерес для высших учебных заведений, выпускающих специалистов для нефтеперерабатывающих заводов, а также для Холдинга «Оргхим» и для предприятий, производящих технический углерод и полимер-битумные вяжущие, а также для нефтеперерабатывающих предприятий Сирийской Арабской Республики.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 2 статьи в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных «Web of Science» и «Scopus», 7 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК РФ и 7 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях. Авторский вклад соискателя заключается в сборе и анализе литературных данных по теме исследования, организации и проведении испытаний объектов исследования, подготовке статей и докладов по теме диссертации. Автором определены эффективные экстрагенты и параметры процесса экстракции, позволяющие снижать содержание гетероатомных компонентов и полиароматических углеводородов в газойлях термических процессов висбрекинга и замедленного коксования до уровня, соответствующего международным требованиям для судовых топлив для судов, плавающих в открытых акваториях.

Опубликованные работы полностью отражают основные положения диссертационного исследования, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации:

1. Камешков, А.В. Экстракционная очистка газойля висбрекинга ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» N,N-диметилформамидом / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, В.Н. Клементьев, А.Р. Воробьева, П.Ю. Башмаков // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2021. - № 2. - С. 9-13.
2. Камешков, А.В. Многоступенчатая экстракционная очистка газойля висбрекинга N,N-диметилформамидом / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, А.Р. Воробьева, П.Ю. Башмаков // ЖПХ. - 2021. - Т. 94. - № 8. - С.1079-1085.
3. Камешков, А.В. Экстракционная очистка тяжелого газойля установки замедленного коксования N-метилпирролидоном / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, А.Р. Воробьева // ЖПХ. - 2021. - Т. 94. - № 12. - С. 1383-1389.
4. Камешков, А.В. Экстракционная очистка тяжелого газойля установки замедленного коксования диметилформамидом / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, А.Р. Воробьева, А.В. Газзаева // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2021. - № 10. - С. 3-7.
5. Камешков, А.В. Экстракционная очистка тяжелого газойля замедленного коксования N-метилпирролидоном / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, А.Р. Воробьева, А.Э. Петрова, А.В. Утемов // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2021. - № 6. - С. 33-36.

6. Камешков, А.В. Экстракционная очистка тяжёлого газойля замедленного коксования системой "N,N-диметилформамид - гептан" / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, П.Ю. Башмаков, А.В. Газзаева // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. - 2022. - № 10. - С. 24-27.
7. Камешков, А.В. Экстракционная очистка тяжелого газойля замедленного коксования с использованием экстракционной системы N-метилпирролидон – гептан / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, В.С. Карнаух, Д.С. Акамов // Известия СПбГТИ(ТУ). - 2023. - № 64 (90). - С. 13-17.
8. Камешков, А.В. Экстракционная очистка тяжелой фракции газойля висбрекинга смесями N,N – диметилформамида с N – метилморфолином – 3 и легкой фракции N,N – диметилформамидом / А.В. Камешков, А.А. Гайле, М. Ахмад, П.Ю. Башмаков, А.В. Газзаева // Известия СПбГТИ(ТУ). - 2023. - № 65 (91). - С. 16-22.
9. Гайле, А.А. Сравнительная эффективность экстракционной очистки прямогонных нефтяных фракций и газойлей вторичных процессов нефтепереработки для получения судовых топлив / А. А. Гайле, А. В. Камешков, В. С. Карнаух, М. Ахмад, М. В. Шаврова // ТОХТ. - 2024. - № 2. – С. 156-162.

На автореферат отзывы прислали:

1. Де Векки Андрей Васильевич, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры общей и медицинской химии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, г. Санкт-Петербург;
2. Максимов Николай Михайлович, доктор химических наук, доцент, профессор кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», г. Самара;
3. Яковлев Сергей Павлович, доктор технических наук, генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «ВОКСТЭК», г. Москва;
4. Фролова Алла Константиновна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и технологии основного органического синтеза МИТХТ имени М.В. Ломоносова федерального государственного

- бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва;
5. Овчинников Кирилл Александрович, кандидат химических наук, заместитель генерального директора по НИОКР ООО «Газпромнефть – Промышленные инновации», г. Санкт-Петербург;
 6. Юсевич Андрей Иосифович, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры нефтегазопереработки и нефтехимии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск;
 7. Рудяк Константин Борисович, доктор технических наук, генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «Объединенный центр исследований и разработок» (ООО «РН-ЦИР»), г. Москва;
 8. Жагфаров Фирдавес Гаптелфартович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой газохимии, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», г. Москва.

Все отзывы положительные.

В отзывах указывается, что диссертационная работа выполнена по актуальной тематике, обладает научной новизной и практической значимостью, в автореферате отражена суть исследования, осуществлён выбор эффективных экстрагентов и параметров экстракции, позволяющих получать малосернистые судовые топлива с содержанием серы 0,5% мас. из низкокачественных газойлей замедленного коксования и висбрекинга, автор работы заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие замечания критического характера:

1. Неясно, как сопряжение неподеленных пар электронов атомов серы с двойными связями тиофенового цикла способствует облегчению экстракции. Говоря точнее, такие электроны только придают ароматический характер тиофену и его гомологам в рамках теории Хюккеля. Однако «чистые» арены образуют менее стабильные π -комплексы с молекулами ДМФА, и хуже экстрагируются. Может быть, объяснение надо искать в менее выраженном ароматическом характере производных тиофена, и как следствие, в большей доступности его электронов для образования π -комплексов? (из отзыва Де Векки А. В.)

2. Возможно ли проведение процесса экстракции для смеси газойлей вторичного происхождения близкого фракционного состава, например легкого газойля каталитического крекинга и легкого газойля замедленного коксования с целью получения компонента судового топлива? (из отзыва Максимова Н. М.)
3. Проводил ли автор сопоставление (с привлечением литературных данных) технико-экономических показателей процесса очистки методами экстракции, термоадсорбционной очистки и гидроочистки для выбранных объектов? (из отзыва Максимова Н. М.)
4. В качестве замечания можно отметить, что желательно было бы исследовать эффективность экстрагентов, не содержащих атомов азота. Используемые в работе N-метилпирролидон и N,N-диметилформамид при регенерации могут в виде примесей оставаться в рафинатах, что осложнит получение судовых топлив с содержанием серы 0,1% мас., требующихся в районах с жестким контролем, последующей гидроочисткой. (из отзыва Яковлева С. П.)
5. В автореферате отсутствуют обоснование выбора условий экстракции (температуры), соотношения компонентов в бинарном экстрагенте, а также объяснение причин проявления синергетического эффекта от использования двух растворителей. (из отзыва Фролковой А. К.)
6. Результаты разделов 3.4 и 3.5 (принципиальную технологическую схему очистки, параметры работы ее аппаратов, способ и условия регенерации экстрагентов, а также данные технико-экономического обоснования) следовало бы представить более подробно. (из отзыва Фролковой А. К.)
7. Цель диссертационной работы сформулирована в неявном виде вместе с задачами исследования (стр. 4 автореферата). (из отзыва Фролковой А. К.)
8. Не представлено сравнение эффективности экстракционной очистки нефтепродуктов с другими подходами. (из отзыва Овчинникова К. А.)
9. Не приводится объяснение синергетического эффекта от использования двух растворителей. (из отзыва Овчинникова К. А.)
10. Не совсем понятно, имеет ли выявленная закономерность изменения эффективности обессеривания различных нефтепродуктов общий характер, либо она соблюдается только для исследованных образцов газойлей. Если закономерность общая, то целесообразно указать пределы выкипания перечисленных фракций, т.к. они могут варьироваться от установки к

установке, что очевидно, будет влиять на эффективность экстракционной очистки. Если закономерность частная, то следовало бы указать тип нефти и экстрагенты, для которых она справедлива. (из отзыва Юсевича А.И.)

11. В автореферате не приведена принципиальная технологическая схема экстракционного облагораживания газойлей замедленного коксования и висбрекинга, хотя она выносится на защиту. (из отзыва Юсевича А.И.)

12. Использование продуктов очистки в качестве МСТ в чистом виде представляется маловероятным. Но допустимо в составе смесей с другими компонентами. Поэтому недостатком работы является отсутствие конкретных рецептур смесей на основе очищенных продуктов висбрекинга и замедленного коксования, отвечающих по качеству судовым топливам по ГОСТ 32510-2013. (из отзыва Рудяка К.Б.)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан научно обоснованный способ получения основы судовых топлив, удовлетворяющих требованиям по содержанию серосодержащих компонентов, с использованием в качестве сырья низкокачественных газойлей замедленного коксования и висбрекинга, которые трудно подвергаются гидрогенизационному обессериванию и деазотированию;

предложены селективные растворители и экстракционные системы, позволяющие снизить содержание серы в рафинатах до уровня 0,5% мас., содержание азотистых соединений и полиароматических углеводородов в очищенных газойлях – на порядок и повысить цетановый индекс на 10-15 единиц;

показано, что одинаковая степень извлечения сернистых компонентов при экстракционной очистке газойлей замедленного коксования с использованием N-метилпирролидона достигается при массовом соотношении к сырью в 6 раз меньшем, чем при экстракции пряmogонных вакуумных газойлей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказана сравнительная эффективность экстракционной очистки различных пряmogонных фракций и повышенная эффективность очистки газойлей термических

процессов, при получении которых вследствие невысокой энергии разрыва алифатических C–C и C–S связей происходит деструкция насыщенных сернистых компонентов нефтяных остатков и алкильных заместителей, а остающиеся гетероциклические соединения ароматического характера и полиароматические углеводороды легко экстрагируются полярными селективными растворителями;

определен ряд экстрагируемых компонентов по степени извлечения при экстракции апротонными растворителями (N,N-диметилформамидом, N-метилпирролидоном), обоснованный с учетом их специфических взаимодействий – образования π -комплексов с молекулами компонентов ароматического характера и олефинами, а также водородных связей с производными пиррола, индола и карбазола;

предложена смесь N,N-диметилформамида с более селективным растворителем N-метилморфолином-3, позволяющая повысить выход рафинатов экстракционной очистки газойлей термических процессов, что показано на примере тяжелой фракции висбрекинга.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

разработан метод экстракционной очистки газойлей замедленного коксования и висбрекинга, с получением малосернистых судовых топлив, не требующий в отличие от гидрогенизационного облагораживания высоких давления и температуры, большого расхода водорода, предварительного смешения газойлей с прямогонными дизельными фракциями;

предложены направления использования ароматических экстрактов, ставших дефицитными из-за увеличения доли смазочных масел, получаемых гидрокрекингом, для производства полимер-битумных вяжущих композиций, ароматических масел-мягчителей при изготовлении автомобильных шин, для получения технического углерода.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность сформулированных научных положений и выводов обеспечивается корректным использованием методик экспериментальных исследований и согласованностью полученных результатов в зависимости от соотношений экстрагентов к сырью и от числа теоретических ступеней экстракции;

теория базируется на использовании известных энергий разрыва связей алифатических и ароматических атомов углерода с гетероатомами серы и азота гетероатомных соединений, влияющих на состав газойлей термических процессов

переработки нефтяных остатков, а также на физико-химических представлениях о степени неидеальности растворов неэлектролитов, зависящей от межмолекулярных специфических и неспецифических взаимодействий разделяемых компонентов с полярными селективными экстрагентами;

идея базируется на критическом анализе отечественных и зарубежных литературных источников по тематике исследования, свидетельствующих о том, что в газойлях термических процессов деструкции нефтяных остатков при 450-500°C остаются преимущественно термически стабильные голоядерные и метилзамещенные гетероциклические сера – и азотсодержащие компоненты, а также би- и три+-арены с короткими алкильными группами, которые должны легко экстрагироваться селективными растворителями;

использованы известные и соответствующие решаемым задачам методы обработки экспериментальных данных;

установлена значительно более высокая эффективность экстракционной очистки газойлей термических процессов, в особенности газойлей замедленного коксования нефтяных остатков, подвергающихся многочасовым высокотемпературным воздействиям, по сравнению с экстракционными результатами обессеривания прямогонного сырья, полученными другими авторами и в данном исследовании;

использованы современные методы и импортные приборы – жидкостной хроматограф, анализаторы серы и азота, стандартные методики анализа состава образцов сырья и полученных рафинатов.

Личный вклад соискателя состоит в проведении поиска и анализа литературы по тематике диссертации, составлении совместно с научным руководителем плана исследований, проведении комплекса экспериментальных исследований, обработке полученных результатов и подготовке публикаций

В ходе защиты диссертации были заданы следующие вопросы:

1. В чем состоит теоретическая значимость Вашей работы?
2. На слайде 15 всего 4 точки и нет ни одной точки до соотношения экстрагента к сырью 0,4:1. Может быть, на этом участке зависимость нелинейная?
3. Как выбирали температурный режим для процесса?
4. Сколько теоретических ступеней экстрактора Вы рекомендуете в промышленности?
5. Какой материальный баланс получается?

6. Какие именно сернистые, азотистые соединения Вы экстрагируете?
7. Влияет ли фракционный состав на эффективности экстракции?
8. На слайде 9 одна зависимость линейная, а вторая нелинейная. Есть какое-нибудь теоретическое объяснение?
9. Результаты определения составов имеют определенную точность. Какова погрешность определения содержания серы, азота?
10. Возможно ли теоретическое предсказание результатов экстракционной очистки исследованных газойлей?

Соискатель Ахмад Мария ответила на задаваемые ей вопросы и привела собственную аргументацию:

1. Теоретическая значимость и научная новизна – близкие понятия. Три пункта научной новизны сформулированы в работе и представлены на слайде 4.
2. В газойле замедленного коксования сера содержится в молекулах бензотиофена, дибензотиофена и их метильных производных, которые легко экстрагируются, поэтому на начальном участке зависимость практически линейная.
3. Основные выбранные экстрагенты - N-метилпирролидон и N,N-диметилформамид проявляют высокую растворяющую способность по отношению к экстрагируемым гетероциклическим компонентам и ароматическим углеводородам, поэтому их применение не требует высоких температур процесса. Повышение температуры приводит к снижению стабильности π -комплексов и водородных связей, к снижению селективности растворителей. В экстракционную фазу будут переходить и моноароматические углеводороды, что нежелательно: снизится выход рафината, смазывающая способность переочищенного судового топлива. Однако и снижение температуры ниже 40°C осложнит использование аппаратов воздушного охлаждения или вода в качестве хладагента горячего потока регенерированного ректификацией экстрагента.
4. Достаточно 4-5 теоретических ступеней экстракции. При использовании двух-трехступенчатой экстракции степень извлечения экстрагируемых компонентов существенно повышается, но при последующем увеличении числа теоретических ступеней она изменяется незначительно.
5. Выход рафинатов в процентах на сырье указан в таблицах для каждого опыта. Выход рафинатов и экстрактов зависит от содержания

экстрагируемых удаляемых компонентов в газойлях – сернистых и азотистых соединений, полиароматических углеводородов.

6. Сернистые компоненты – в основном гомологи бензотиофена и дибензотиофена, азотистые – гомологи индола, карбазола, хинолина, полиароматические – трициклоарены.
7. Да, чем более узкокипящая фракция используется в качестве сырья, тем выше степень извлечения нежелательных компонентов. Для фракций с широкими пределами кипения коэффициенты активности высококипящих экстрагируемых гомологов увеличиваются и они плохо экстрагируются селективными растворителями.
8. Зависимость степени извлечения азотсодержащих соединений от соотношения экстрагента к сырью нелинейная, так как гомологи индола и карбазола образуют с N-метилпирролидоном не только π -комплексы, но и водородные связи, поэтому они легко экстрагируются, зависимость сначала близка к линейной, а гомологи пиридина, хинолина не имеют подвижных водородных атомов, не способны образовывать водородные связи, хуже экстрагируются, зависимость становится нелинейной.
А сернистые соединения в газойлях замедленного коксования в основном тиофенового характера, они все хорошо экстрагируются благодаря образованию π -комплексов с экстрагентом.
9. Проводились параллельные определения, повторяемость результатов описывается уравнениями, представленными в диссертации и на слайде, она зависит от содержания серы в образце. Относительная погрешность определения – около 2%, при низких содержаниях серы она несколько увеличивается.
10. Нет, состав газойлей очень сложный, покомпонентный состав неизвестен.

Диссертация Ахмад Марии представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным пп. 9–14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с последующими изменениями).

На заседании 12 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технические и технологические решения в области разработки экстракционного метода получения малосернистых судовых топлив из

низкокачественных газойлей замедленного коксования и висбрекинга, имеющие существенное значение для развития теории и практики экстракционных процессов нефтепереработки, присудить Ахмад М. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Мазур Андрей Семёнович

Учёный секретарь
диссертационного совета

Клементьев Василий Николаевич

12 декабря 2024 года

