

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук **Вильданова Азата Фаридовича**

на диссертационную работу Карпова Андрея Николаевича

«Взаимное влияние свойств узких керосиновых фракций

на увеличение выхода реактивного топлива»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 1.4.12. Нефтехимия

Диссертационная работа Карпова А.Н. посвящена изучению взаимного влияния свойств узких керосиновых фракций различного происхождения с целью увеличения производства высококачественного реактивного топлива. В ходе работы выявлена и обоснована эффективность компаундирования керосиновых фракций процессов гидродемеркаптанзации (ГДМ) и гидрокрекинга (ГК) для увеличения выпуска реактивного топлива марки ТС-1. Полученные данные о взаимосвязи распределения меркаптанов в узких фракциях прямогонного (ПГ) керосина и исходной нефти позволили разработать несколько вариантов усовершенствования традиционных процессов атмосферной перегонки (АТ) на основе изменения технологического режима при минимальных капитальных затратах, что может быть актуально как для действующих производств, так и для вновь проектируемых.

В настоящее время одной из главных задач нефтехимии и нефтепереработки является получение качественных реактивных топлив и рост объемов их производства. Исследования в рамках данной тематики имеют большое значение для развития и обороны страны, что связано с увеличением авиационной подвижности населения, освоением Арктики, повышением скорости и дальности полетов, применением в отечественной гражданской и военной авиации.

Наблюдаемый рост спроса на высококачественное авиационное топливо оказывает значительное давление на нефтеперерабатывающую промышленность, что неизбежно влияет на формирование ценовых трендов на рынке. Существенный рост стоимости авиационного топлива с начала 2024 года, на фоне неизменных ставок акцизов с 2018 года, создает заметный диссонанс по сравнению с политикой акцизов на бензин. Следовательно, для поддержания стабильности рынка и стимулирования дальнейшего развития отрасли, в частности производства авиационного топлива, актуальной задачей является разработка новых технологий производства, позволяющих снизить себестоимость, поэтому вопросы, рассмотренные в данной работе, несомненно, являются **актуальными**.

Структура и объем работы. Диссертация Карпова А.Н. изложена на 142 страницах и включает введение, литературный обзор (глава первая), объекты и методы исследования (глава вторая), обсуждение результатов (главы 3-7). Третья глава посвящена изучению физико-химических свойств узких керосиновых фракций различного происхождения. Четвертая глава рассматривает технологии повышения выхода первичного продукта при существующей промышленной инфраструктуре. Пятая глава представляет глубокое исследование природы меркаптанов, присутствующих в составе прямогонного керосина. Шестая глава устанавливает наиболее эффективные режимы процесса каталитического гидрогенолиза тяжелых меркаптанов в компонентах авиационного топлива. Седьмая глава предлагает новые подходы к увеличению производства высококачественного реактивного топлива марки ТС-1 путем смешивания компонентов разного состава. Диссертация также содержит заключение, список литературы из 86 источников и 2 приложения.

В **первой главе** (литературный обзор) представлен обзор научной литературы, посвященный изучению особенностей качественных характеристик реактивных топлив различных марок в зависимости от методов их производства; научно-прикладным аспектам известных методов очистки керосиновых фракций. Описаны физико-химические свойства реактивных топлив и их компонентов. Рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов демеркаптанизации керосинов. Приведены статистические данные по выпуску реактивного топлива на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) России.

Во **второй главе** описаны объекты и методы исследования. Объектом исследования служила трубопроводная нефть, характерная для НПЗ центра Европейской части России, выпускающих основной объем реактивных топлив, а также полученные из этой нефти прямогонная керосиновая фракция, гидродемеркаптанизованная керосиновая фракция и керосиновая фракция, полученная в процессе гидрокрекинга вакуумного дистиллята при давлении водорода 150 ати.

Разгонка керосиновых фракций на узкие 10-градусные фракции осуществлялась на лабораторных установках AUTOMAX 9100 и Pilodist по ASTM D 2892. Физико-химические свойства и состав керосиновых фракций и реактивных топлив на их основе определялись в соответствии с действующими стандартами ГОСТ 10227-86 и ASTM D 5442.

В **третьей главе** приведены данные анализа физико-химических свойств и состава узких керосиновых фракций, полученных в процессах атмосферной перегонки нефти, ГК вакуумного дистиллята и ГДМ прямогонной керосиновой фракции. На основании полученных данных был

скомпаундирован экспериментальный образец прямогонного керосина с максимально возможным отбором 16,57 % масс.

В **четвертой главе** показано, как на практике может быть реализовано увеличение выхода реактивного топлива из прямогонного керосина. В работе предложено два способа модернизации производств: новое строительство или реконструкция установок атмосферной перегонки. В случае нового строительства необходимо предусмотреть изменение параметров технологического режима, конструкции и введение дополнительного оборудования.

Внедрение одного из вариантов из этих схем позволит увеличить выход реактивного топлива на 5,3 % и повысить объем производимого реактивного топлива ТС-1 на действующих НПЗ с 11,17 % до 16,57 % за счет увеличения выхода ПГ керосиновых фракций.

В **пятой главе** представлены результаты исследования содержания меркаптанов в узких керосиновых фракциях исходной трубопроводной нефти, прямогонной керосиновой фракции с установки АТ. Показано, что содержание меркаптанов в узких керосиновых фракциях с установки АТ (~172 ppm), в 1,5 раза больше, чем в соответствующих фракциях исходной нефти (~122 ppm). Таким образом, существует возможность снижения содержания меркаптановой серы на 30 % от их исходного количества в керосиновой фракции ПГ за счет повышения температуры в печи П-1 и кубе колонн К-1 установок АТ.

В **шестой главе** представлены результаты исследования очистки керосиновой фракции ПГ от меркаптанов в процессе гидродемеркаптанизации, которые в настоящее время реализованы в ПАО «Славнефть-ЯНОС» и ООО «Нижегороднефтеоргсинтез». Актуальным для этих производств является замена импортного катализатора «СК-400» на отечественный катализатор «ГПК 302» с оценкой возможности получения реактивного топлива ТС-1 и его зарубежного аналога Джет А-1.

В **седьмой главе**, основываясь на том, что вклад в эксплуатационные свойства реактивного топлива обеспечивается фракциями керосина ГДМ, а плотность и низкотемпературные свойства — фракциями керосина ГК, разработан подход к увеличению выхода реактивного топлива ТС-1. В оптимальной композиции, за счет высокого содержания алканов, гидродемеркаптанизированный керосин улучшает низшую теплоту сгорания и высоту некопящего пламени. В свою очередь керосин гидрокрекинга, ввиду низкого содержания н-алканов, улучшает температуру начала кристаллизации.

Завершает работу **заключение**, в котором сформулированы основные выводы проведенного диссертационного исследования. Выводы в полной мере отражают достигнутые в ходе исследования результаты.

Научная новизна исследований и полученных результатов определяется совокупностью представленных данных, на основании которых можно сделать вывод, что впервые выявлены отличительные особенности в составе узких дистиллятных фракций керосинов, полученных в результате различных процессов переработки, влияющие на критические свойства реактивных топлив. Установлены зависимости содержания н-алканов, определяющих температуру начала кристаллизации, и аренов, определяющих такие показатели, как высота некоптящего пламени и низшая теплота сгорания, от утяжеления фракционного состава, позволяющие увеличивать объем выпускаемого реактивного топлива.

Установлено превышение содержания меркаптановой серы в узких фракциях прямогонного керосина над содержанием меркаптановой серы в соответствующих фракциях термически необработанной нефти, что позволяет сделать вывод о том, что порядка 70 % меркаптановой серы приходит из нефти, а порядка 30 % образуются в результате термического разложения сернистых соединений в процессах первичной переработки нефти.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в выявлении закономерностей процесса гидрогенолиза меркаптанов, зависимости изменения содержания н-алканов, аренов, меркаптановой и общей серы в узких фракциях керосинов различного происхождения, определяющие ряд основных физико-химических свойств реактивного топлива. Показано, что для нефтей, характерных для НПЗ центральных регионов России, возможно нарастить отбор прямогонного керосина с 11,17 до 16,57 %, с помощью вовлечения бензиновых фракций в производство реактивных топлив. Предложены технологические схемы строительства новых установок и реконструкции действующих, для достижения выявленного отбора. Предложен метод снижения содержания меркаптановой серы в прямогонной керосиновой фракции за счет увеличения температуры в печах и кубе колонны К-1 блока атмосферной перегонки, позволяющий снизить содержание меркаптановой серы на 30 % от исходной концентрации. Выработан подход по оптимальному компаундированию керосинов разного происхождения для увеличения выпуска реактивного топлива на основе особенности их физико-химических свойств, позволяющий увеличить выпуск реактивного топлива до 20,15 %. Определены оптимальные технологические параметры применения нового отечественного катализатора «ГПК 302» для получения реактивных топлив марок ТС-1 и Джет А-1 в процессе ГДМ.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения и выводы диссертации обоснованы и достоверны, благодаря использованию стандартных методик, современных методов анализа, методов статистической обработки данных, большого объема экспериментальных данных и их сопоставимости с литературными источниками.

В целом, работа написана хорошим научным языком, легко читается. Все главы диссертационной работы взаимосвязаны и дополняют друг друга, создавая впечатление о работе как о целостном законченном научном исследовании. Следует отметить, что в диссертации проанализирован большой объем экспериментального материала, полученного различными физико-химическими методами, что потребовало от диссертанта наряду с навыками хорошего экспериментатора показать высокий уровень теоретической подготовленности и специальных знаний для интерпретации данных, полученных различными методами. Работа хорошо оформлена и проиллюстрирована рисунками и таблицами.

По материалам работы опубликовано 9 работ, в том числе 7 статей в российских рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 1 статья в других изданиях и 1 патент Российской Федерации.

Автореферат полностью отражает положения и результаты, представленные в диссертации, ее основное содержание, новизну и практическую значимость.

При прочтении диссертационной работы возникли следующие **замечания и предложения:**

1. В представленном литературном обзоре отсутствует подробное описание процесса окислительной демеркаптанализации. Кроме этого, не представлена информация о системе солевой осушки.

2. В главе «Объекты и методы исследования» отсутствует описание лабораторных установок AUTOMAXX 9100 и Pilodist.

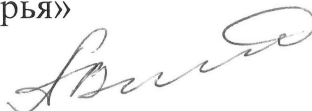
3. В работе не изучен гидрогенолиз высококипящих меркаптанов, выкипающих выше 320 °С.

4. В работе установлено, что основным фактором, ограничивающим вовлечение прямогонных демеркаптанализированных фракций 190-250 °С в реактивное топливо ТС-1 является высокое содержание в них н-алканов, которые кристаллизуются в первую очередь, что может привести к браку по показателю «температура начала кристаллизации». Следовало бы рассмотреть вопрос о применении процесса изодепарафинизации для увеличения выпуска реактивного топлива.

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку работы и не ставят под сомнение ее основные выводы.

Считаю, что диссертационная работа «Взаимное влияние свойств узких керосиновых фракций на увеличение выхода реактивного топлива» по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. В научно-квалификационной работе решена актуальная задача нефтехимии, заключающаяся в увеличении объемов производства реактивного топлива марки ТС-1. Автор диссертационной работы, Карпов Андрей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Официальный оппонент,
доктор технических наук
(05.17.04 (2.6.10) – Технология органических веществ),
Директор Акционерного общества
«Волжский научно-исследовательский
институт углеводородного сырья»



Вильданов Азат Фаридович

19.01.2026

Почтовый адрес: 420061, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Николая Ершова, д. 35А
Тел.: +7 (843) 272-72-99
E-mail: vniius@mail.ru

Подпись Вильданова А.Ф. удостоверяю

Начальник отдела кадров

АО «ВНИИУС»

Г.Р. Исмагилова



Вход. № 05-8787
26 01 2026 г.
Исмагилова