

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный
технический университет», доктор
технических наук, доцент



Еремин А.В.

«19» января 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Самарский
государственный технический университет»
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

Актуальность темы исследования

Диссертация Карпова А.Н. посвящена изучению влияния свойств различных узких керосиновых фракций на увеличение производства реактивного топлива марки ТС-1. В работе доказана эффективность комбинирования фракций после гидродемеркаптанизации и гидрокрекинга для роста выпуска ТС-1. Полученные данные о связи содержания меркаптанов в узких фракциях керосина с аналогичным показателем в исходной нефти позволили предложить несколько вариантов модернизации стандартной схемы атмосферной перегонки. Эти предложения, основанные на изменении технологических режимов при минимальных капиталовложениях, актуальны для действующих и новых производств.

Повышение спроса на высококачественное авиационное топливо существенно воздействует на функционирование нефтеперерабатывающей отрасли, оказывая взаимное и значимое влияние на формирование ценового уровня рынка.

Наблюдаемое с начала 2024 года повышение цен на авиационное топливо при сохранении неизменности ставок акциза с 2018 года обуславливает финансовую заинтересованность предприятий в увеличении выпуска реактивного топлива марки ТС-1 за счет бензина и дизельного топлива. В условиях необходимости поддержания ценовой стабильности рынка и содействия развитию сектора нефтепереработки, особенно касающегося авиационных видов топлива, особо значимым становится внедрение новых технологий, способствующих увеличению объемов производства топлива марки ТС-1. Таким образом, проблема, рассматриваемая в рамках диссертационной работы, приобретает высокую актуальность.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые были выявлены уникальные характеристики состава узких фракций керосина, полученных различными методами переработки. Показано, что эти характеристики оказывают существенное влияние на ключевые параметры, определяющие качество реактивного топлива.

Были установлены зависимости содержания н-алканов и ароматических углеводородов от фракционного состава керосиновых фракций различного происхождения, которые оказывают существенное влияние на важнейшие параметры реактивного топлива, такие как: высота некоптящего пламени, низшая теплота сгорания, плотность, температура начала кристаллизации. Данные показатели были проанализированы в контексте утяжеления фракционного состава, что открывает возможности для увеличения объемов производства реактивного топлива.

Кроме этого, автором установлено, что содержание меркаптановой серы в узких фракциях прямогонного керосина, полученного непосредственно из нефти, превышает ее уровень в аналогичных фракциях сырой нефти, подвергнутой термической обработке. Проведенное исследование позволяет сформулировать вывод о том, что приблизительно 70% меркаптановой серы в продукте обусловлено ее содержанием в исходной сырой нефти, тогда как оставшиеся около 30% образуются вследствие термической деструкции

сернистых соединений непосредственно в ходе процесса первичной переработки нефтяного сырья. Эта особенность может быть положена в основу реконструкции схем существующих производств.

Практическая значимость работы диссертационной работы состоит в установлении закономерностей гидрогенолиза меркаптанов. Исследована зависимость состава узких фракций керосина различного происхождения, включая содержание н-алканов, аренов, меркаптановой и общей серы, от условий процесса. Эти компоненты определяют ключевые физико-химические характеристики реактивного топлива. Было продемонстрировано, что для нефтей, типичных для нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) центральных областей Российской Федерации, существует потенциал для увеличения выхода прямогонного керосина с 11,17 % до 16,57 %. Это достигается путем включения бензиновых фракций в процесс производства реактивных топлив. В связи с этим, были разработаны предложения по проектированию новых установок и модернизации существующих, чтобы реализовать выявленный потенциал увеличения выхода. Предложен метод уменьшения содержания меркаптановой серы в прямогонной керосиновой фракции, который заключается в повышении температуры в печах и в кубе колонны К-1 блока атмосферной перегонки, и позволяет снизить концентрацию меркаптановой серы на 30 % от первоначального уровня. Разработан подход к оптимальному смешиванию керосиновых фракций различного происхождения, базирующийся на анализе их физико-химических свойств, который позволяет повысить общий выход реактивного топлива до 20,15 %. Уточнены оптимальные технологические параметры применения нового отечественного катализатора для производства реактивных топлив марок ТС-1 и Джет А-1 в процессе гидродемеркаптанизации.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов не вызывают сомнений и подтверждаются достаточным объемом экспериментального материала, сопоставительным анализом данных, полученных с привлечением различных современных методов исследования.

Основное содержание и общая характеристика диссертационной работы.

Диссертация Карпова А.Н. имеет традиционную структуру и состоит из введения, литературного обзора (первая глава), описания методов и объектов исследования (вторая глава); обсуждения собственных результатов (главы 3-7). Данные главы посвящены систематическому изучению физико-химических свойств узких керосиновых фракций различного происхождения (третья глава); разработке технологий повышения выхода первичного продукта при существующей промышленной инфраструктуре (четвертая глава); глубокому исследованию природы меркаптанов, присутствующих в составе прямогонного керосина (пятая глава); установлению наиболее эффективных режимов процесса каталитического гидрогенолиза тяжелых меркаптанов в компонентах авиационного топлива (шестая глава); предложению новых подходов к увеличению производства высококачественного реактивного топлива марки ТС-1 посредством смешивания компонентов разного состава (седьмая глава). Завершается работа заключением и списком использованной литературы, содержащим 86 библиографических ссылок на зарубежные и отечественные источники, а также двумя приложениями. Работа изложена на 143 страницах печатного текста, содержит 42 рисунка и 25 таблиц.

Во введении представлено обоснование актуальности исследования, определены его цель и задачи. Раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен литературный обзор, детально рассматривающий как различные методы производства влияют на качественные характеристики реактивных топлив разных марок. Особое внимание уделено научно-прикладным аспектам существующих технологий очистки керосиновых фракций. В обзоре изложены физико-химические свойства реактивных топлив и их составляющих, а также представлены

результаты теоретических и экспериментальных работ, посвященных процессам удаления меркаптанов из керосинов. Приведена статистическая информация о производстве реактивного топлива марки ТС-1 на НПЗ Российской Федерации.

Вторая глава посвящена описанию используемых материалов и примененных методов исследования. В качестве основного объекта изучения была выбрана сырая трубопроводная нефть, типичная для нефтеперерабатывающих заводов, расположенных в центральных регионах европейской части России, которые являются ключевыми производителями авиационного топлива. Исследованию также подверглись продукты, выделенные из этой нефти: прямогонный керосин, керосин после гидродемеркаптанизации, а также керосиновая фракция, полученная путем гидрокрекинга вакуумного дистиллята при давлении водорода в 150 атмосфер.

Для более детального анализа керосиновые фракции были разделены на узкие 10-ти градусные фракции с использованием лабораторного оборудования AUTOMAX 9100 и Pilodist. Определение физико-химических характеристик и компонентного состава как исходных керосиновых фракций, так и получаемых на их основе авиационных топлив проводилось согласно требованиям действующих нормативных документов ГОСТ 10227-86 и ASTM D 5442.

В третьей главе проведен детальный анализ физико-химических свойств и состава различных керосиновых фракций. Эти фракции были получены в ходе атмосферной перегонки нефти (АТ), гидрокрекинга (ГК) вакуумного дистиллята и переработки прямогонной керосиновой фракции на установках гидродемеркаптанизации (ГДМ). На основе полученных результатов был создан экспериментальный образец прямогонного керосина с максимальным выходом 16,57 % по массе.

Четвертая глава посвящена практической реализации увеличения выхода реактивного топлива из прямогонного керосина. Предложены два варианта модернизации: строительство новых установок или реконструкция существующих установок АТ.

В обоих случаях модернизации производства, увеличение выхода реактивного топлива достигается за счет уменьшения выхода бензина и, в некоторой степени, дизельного топлива. Использование фракций 130-180 °С в качестве компонента керосина способствует общему росту выхода светлых нефтепродуктов, так как выход бензина после риформинга не превышает 87 %, а из прямогонного керосина получается почти 100 % реактивного топлива. Внедрение предложенных схем позволит повысить выход реактивного топлива. Это означает, что на действующих НПЗ в европейской части России производство реактивного топлива ТС-1 увеличится с 11,17 % до 16,57 % за счет расширения объемов прямогонных керосиновых фракций.

В пятой главе представлены результаты анализа содержания меркаптанов в узких керосиновых фракциях. Исследовались фракции исходной трубопроводной нефти и прямогонного керосина с установки АТ. Было установлено, что содержание меркаптанов в узких керосиновых фракциях с установки АТ (~172 ppm) примерно в 1,5 раза выше, чем в соответствующих фракциях исходной нефти (~122 ppm). Данные результаты обусловлены тем, что около 70 % меркаптанов в прямогонной керосиновой фракции поступают из нефти, а оставшиеся 30 % образуются в результате разложения термически нестабильных сернистых соединений при нагреве в печах и кубах колонн установок АТ.

Автором показано, что существует возможность снизить содержание меркаптановой серы на 30 % от ее первоначального уровня в прямогонной керосиновой фракции путем повышения температуры в печи П-1 и кубе колонн К-1 установок АТ.

Шестая глава содержит результаты исследования процесса очистки прямогонной керосиновой фракции от меркаптанов методом гидродемеркаптанизации. Эти процессы уже применяются на предприятиях ПАО «Славнефть-ЯНОС» и ООО «Нижегороднефтеоргсинтез». Особое внимание уделяется возможности замены импортного катализатора «СК-400» на отечественный аналог «ГПК 302». Также оценивается перспектива получения реактивного топлива ТС-1 и его зарубежного аналога Джет А-1,

отличающегося более широким фракционным составом.

В седьмой главе предложен подход к увеличению выхода реактивного топлива ТС-1, основанный на том, что эксплуатационные характеристики реактивного топлива обеспечиваются за счет фракций керосина ГДМ, а показатели плотности и низкотемпературные свойства – за счет фракций керосина ГК. С учетом критических показателей узких керосиновых фракций ГДМ и ГК, таких как температура начала кристаллизации, содержание аренов и температура вспышки, определен оптимальный вариант с максимальным суммарным выходом 20,15 %. Таким образом, смешение керосина ГДМ и керосина ГК обеспечивает аддитивный эффект, позволяя расширить фракционный состав обоих компонентов и увеличить общий выход реактивного топлива.

В заключении сформулированы основные выводы, отражающие ключевые результаты работы.

Содержание глав полностью соответствует выносимым на защиту положениям.

Рекомендации по использованию результатов работы.

На основе материалов диссертации в ПАО «Славнефть-ЯНОС» были внесены изменения в существующую «Технологию производства топлива для реактивных двигателей марки ТС-1 по ГОСТ 10227». Полученные результаты могут быть полезны производственным и научным организациям, а также учебным учреждениям, специализирующимся на исследованиях, направленных на повышение качества и увеличение производства реактивных топлив.

Представленные в работе данные могут быть полезны для следующих организаций: Акционерное общество «Газпромнефть - Омский НПЗ», Акционерное общество «Газпромнефть - Московский НПЗ», АО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания», Государственный научный центр, федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного

моторостроения имени П.И. Баранова», Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации».

Результаты, полученные в ходе проведенных Карповым А.Н. исследований, могут найти применение в работе научных коллективов следующих организаций: Институт энергетики и перспективных технологий – структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», а также других университетов и исследовательских центров, работающих в сфере изучения жидких углеводородных топлив.

К диссертационной работе имеются следующие пожелания, вопросы и замечания:

1. После внедрения предложенных автором мероприятий, поток прямогонного бензина существенно сократится, каким образом автор будет собирать бензиновый пул завода? Хватит ли мощности водородной установки для компенсации недополученного с риформинга водородсодержащего газа?

2. Как предложенный метод снижения содержания меркаптанов в прямогонном керосине за счет изменения температурного режима установок первичной переработки нефти скажется на коррозии колонного оборудования

АВТ?

3. Страница 41, литературный обзор. «При охлаждении в резервуарных парках растворимость воды в керосине падает, что приводит к расслоению фаз». Почему автор считает это недостатком? Подтоварную воду можно сдренировать.

4. Страница 131. В разделе условных сокращений присутствует аббревиатура АСКТ, которая не используется по тексту.

5. Страница 95. Фракция 90-130 °С выводится боковым погоном, при этом стриппинг и рибойлер отсутствуют. Насколько такая схема будет работоспособна?

Указанные замечания не снижают ценности и значимости выполненных исследований.

Диссертационная работа Карпова Андрея Николаевича «Взаимное влияние свойств узких керосиновых фракций на выход реактивного топлива» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача нефтехимии – изучение состава и свойств узких фракций нефти, керосиновых фракций процессов первичной и вторичной переработки нефти для разработки новых подходов к увеличению выпуска реактивного топлива. Работа имеет важное фундаментальное и практическое значение.

Основное содержание работы изложено в 9 работах, включая 7 статей в журналах из списка, рекомендованного ВАК Министерства науки и высшего образования России, 1 публикацию в прочих рецензируемых изданиях, 1 патент Российской Федерации. Количество и структура публикаций соответствуют пункту 13 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. в действующей редакции).

Автореферат диссертации Карпова А.Н. отвечает требованиям пункта 25 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. в действующей

редакции).

Диссертационная работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. в действующей редакции), предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Карпов Андрей Николаевич заслуживает присуждения данной ученой степени по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры химической технологии переработки нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «СамГТУ»), протокол №6 от 14 января 2026 г.

Заведующий кафедрой химической технологии
переработки нефти и газа
ФГБОУ ВО СамГТУ,
доктор технических наук
(05.17.07 – Химия и технология топлив
и специальных продуктов),
профессор



Тыщенко
Владимир
Александрович

15.01.2026

дата

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский государственный технический
университет»

Тел.: 8 (846) 278-44-82,
E-mail: chtogr@samgtu.ru
Сайт: <https://samgtu.ru>

Подпись заведующего кафедрой «Химическая технология переработки нефти и газа», профессора Тыщенко Владимира Александровича заверяю,

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «СамГТУ»



Малиновская Ю.А.