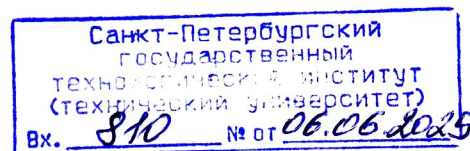


ОТЗЫВ



официального оппонента на кандидатскую диссертацию

Гуровой Елены Игоревны

**«Прогнозирование стабильности свойств гидравлических масел при
применении в авиационной технике»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и

высокоэнергетических веществ

Актуальность темы

Разработка новых видов авиационной техники и гидравлических систем, применяемых в ней требует разработки новых гидравлических масел с новыми эксплуатационными свойствами. При разработке новых марок гидравлических масел меняется сырьевая составляющая, требуется применение новых синтетических базовых компонентов, более эффективных антиокислительных, противоизносных и загущающих присадок. Актуальным является разработка новых методов испытания гидравлических масел. Для оценки новых марок масел проводятся испытания в несколько этапов – оценка физико-химических характеристик, стендовые испытания и окончательный этап – эксплуатация под наблюдением. Испытания новых масел в условиях эксплуатации крайне дороги и длительны. К тому же в условиях реальной эксплуатации масла человеческий фактор и возможные технические неисправности иногда не позволяют оценить реальные свойства масла. Для оперативной оценки эксплуатационных свойств масел и ресурса их работы в гидравлической системе стендовые испытания являются оптимальным методом, поскольку позволяют быстро, беспристрастно и с наименьшими затратами провести оценку свойств масла в модельных условиях, максимально приближенным к реальным условиям эксплуатации и при необходимости осуществлять корректировку состава. Разработка и внедрение методов

экспресс-оценки позволят значительно сократить сроки от разработки до внедрения нового масла в эксплуатацию.

Актуальность диссертационной работы Гуровой Елены Игоревны подтверждена и обоснована.

Целью диссертационной работы является прогнозирование ресурса работы гидравлического масла до замены в гидравлической системе авиационной техники методом, разработанным на основе физического и математического моделирования процесса деградации основных показателей масла, ответственных за его эксплуатационные свойств.

Научная новизна исследования и полученных результатов

В работе представлен метод прогнозирования срока применения загущенного масла до замены в гидросистеме авиационной техники, заключающийся в установлении в модельных условиях количественных зависимостей, характеризующих деградацию эксплуатационных свойств гидравлических масел при применении в гидравлической системе авиационной техники, и разработке на их основе метода прогнозирования срока их применения до замены. Автор Гурова Е.И. подробно обосновала условия подобия химмотологических процессов изменения стабильности свойств гидравлического масла при его применении в гидросистеме авиационной техники, учитывая параметры работы гидросистемы и ее конструктивные особенности.

На созданном испытательном стенде исследованы зависимости изменения свойств гидравлических масел разных производителей и разного состава, рассчитаны критерии гидродинамического подобия методом анализа размерностей для реальной гидросистемы самолета и ее физической модели, обоснован выбор критериев и приведены числовые данные в диапазоне. По результатам исследований определены прогнозные сроки применения авиационных масел до замены.

Высокую теоретическую значимость имеют полученные прогнозные модели изменения показателей стабильности свойств масла АМГ-10

(кинематической вязкости при 50 °С и перепада давления) при его применении в гидросистеме авиационной техники в виде полиномов второй степени.

Практическая значимость работы

Практическая значимость работы связана, прежде всего, с разработкой метода стендовой оценки стабильности свойств гидравлических масел при применении в авиационной технике. С его помощью получена возможность экспресс прогнозирования сроков применения масла АМГ-10 с различными по молекулярной массе полиметакрилатными присадками в гидросистеме Ил-76 до его замены. Кроме того, автором предложен комплексный критерий оценки стойкости к деструкции загущающей присадки, позволяющий на основе молекулярно-массовых характеристик и однородности состава полимера подобрать оптимальный загуститель для гидравлического масла. Далее обоснована технико-экономическая эффективность нового метода прогнозирования стабильности свойств гидравлических масел с применением стенда, заключающаяся в сокращении времени проведения стендовых испытаний и снижении временных и денежных затрат при квалификационной оценке гидравлических масел.

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 130 источников, списка иллюстративного материала (34 рисунка и 46 таблиц), 4 приложений. В целом, работа изложена на 170 страницах.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, определены научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, указаны методы и методология исследования, перечислены цель и задачи научного исследования.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу существующих методов оценки эксплуатационных свойств гидравлических масел для авиационной техники. Представлены номенклатура, состав и технологии производства масел, применяемых сегодня в гидросистемах

самолетов, проанализированы условия их применения. Прототипом гидросистемы автор определил гидравлическую систему самолета Ил-76, как одного из основных воздушных судов транспортной авиации в России.

По результатам анализа гидравлических масел, условий их применения и существующих методов оценки качества соискатель отмечает необходимость в разработке на базе существующих нового, высокоинформативного метода прогнозирования стабильности свойств гидравлических масел. В завершении первой главы представлена структурная схема исследования, являющаяся наглядной моделью и планом диссертационной работы.

Во второй главе работы описываются объекты и методы исследования. Основным объектом исследования выбрано масло АМГ-10 различного компонентного состава. В табличном виде представлены значения физико-химических показателей масла АМГ-10 в объеме ГОСТ 6794-2017. Приведены объекты исследования, определенные для разработки гидравлического масла с улучшенными вязкостно-температурными и низкотемпературными свойствами, высокой стабильностью вязкости к механической деструкции.

Методами исследования определены: показатели в объеме ГОСТ 6794-2017, метод ИК-спектроскопии, гель-проникающая хроматография и определение термической стабильности, а также новый стендовый метод прогнозирования стабильности свойств гидравлических масел.

В третьей главе обсуждаются результаты проведенного исследования. Представлены результаты физико-химических исследований образцов для разработки перспективного гидравлического масла. Исследованы основы масла АМГ-10 различных производителей, отличающихся структурно-групповым составом. Автором показано, что на стабильность вязкости масла АМГ-10 не влияет природа основы масла, а устойчивость к механической деструкции зависит от загущающей присадки.

Получены зависимости изменения кинематической вязкости при 50 °С масла АМГ-10 при различных условиях эксплуатации гидросистемы на основе

испытаний в гидравлическом стенде. Представлены уравнения регрессии для кинематической вязкости при 50 °С и перепада давления масла АМГ-10. Для зависимостей проведена проверка адекватности полученных уравнений экспериментальным данным с помощью дисперсионного анализа. Построены поверхности отклика, позволяющие анализировать изменение показателей стабильности масла АМГ-10 от условий его применения в гидросистеме летательного аппарата.

Представлены результаты исследований методом ИК-спектроскопии и гель-проникающей хроматографии. Проведены испытания образцов масла АМГ-10 трех отечественных производителей с различными загущающими присадками и синтетического масла АСГИМ. Автор показал, что отечественная вязкостная присадка в составе масла АМГ-10 устойчивее к деградации по сравнению с зарубежными. Основным результатом являются установленные прогнозные сроки применения масла АМГ-10 с различными присадками в гидросистеме самолета до замены: с Максойл ВЗ-011 – 1973 ± 52 ч, с IRGAFLO 6000 V – 1606 ± 42 ч, с Viscoplex 7-610 – 1376 ± 36 ч; масла АСГИМ – 4404 ± 116 ч.

Четвертая глава содержит технико-экономическую оценку результатов исследования. Обоснована целесообразность включения нового метода прогнозирования стабильности свойств гидравлических масел с использованием гидравлического стенда в перечень квалификационных испытаний для масла АМГ-10.

В заключительной части представлены основные выводы, приведен список литературных источников, приложения к диссертационной работе.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов

Достоверность полученных результатов подтверждается экспериментальными исследованиями, проведенными в аккредитованных лабораториях; результаты после стендовых испытаний образцов

гидравлических масел коррелируют с результатами, полученными при эксплуатации масел на бортах самолетов Ил-76. Научные результаты опубликованы в рецензируемых журналах и представлены в рамках докладов на международных и российских конференциях.

Замечания и рекомендации по работе:

1. Для оценки уровня конкурентоспособности отечественных гидравлических масел желательно было провести их сравнительную оценку как по физико-химическим свойствам, так и на стенде с зарубежными маслами - аналогами (FH-51, AeroShell Fluid 41, Mobil Aero HF).

2. По какому принципу выбирались для исследований образцы базовых масел?

3. Какой физический смысл вывода: «Скорость снижения кинематической вязкости возрастает при постоянной температуре с ростом давления и при постоянном давлении со снижением температуры? Каким образом это согласуется с классическими законами физики?

4. Каков физический смысл рисунка 20 на стр. 102 «Скорости изменения кинематической вязкости при 50 °С масла АМГ-10 с различными загустителями при испытании в ф-модели в условиях $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P=21\text{ МПа}$ »?

5. При подборе новых синтетических базовых компонентов (в том числе ДОТФ) необходимо учитывать их вязкостно-температурные характеристики, а также возможность воздействия на резиновые уплотнения в гидравлических системах.

6. Имеются незначительные недочеты в оформлении таблиц (таблица 13 – сместились наименования показателей в графе «кинематическая вязкость», таблица 14 – значения плотности по ДОТФ и ДБС не соответствуют обозначенной размерности).

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Гуровой Елены Игоревны. Полученные результаты соответствуют высокому научному уровню, имеют важное теоретическое и практическое значение.

Заключение

Основные положения диссертационной работы Гуровой Е.И. отражены в опубликованных работах. Непосредственно по теме диссертации опубликованы 3 работы в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертационная работа Гуровой Елены Игоревны «Прогнозирование стабильности свойств гидравлических масел при применении в авиационной технике», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне, в которой получены сведения с использованием современных теоретических и экспериментальных методов исследования.

Научные положения, выводы, сформулированные автором, не вызывают сомнений. Результаты диссертационной работы оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью. Большая часть результатов отражена в публикациях и апробирована на профильных конференциях. Автореферат по форме, содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Диссертация Гуровой Елены Игоревны является законченной научно-квалификационной работой, имеющей важное практическое и теоретическое значение для оценки качества гидравлических масел для авиационной техники, отвечает всем требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, автореферат и опубликованные работы автора полностью соответствуют содержанию диссертации и достаточно полно отражают ее. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту

специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Таким образом, соискатель Гурова Елена Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Официальный оппонент:

Мойкин Алексей Анатольевич, Заместитель директора по развитию ООО ««Научно-производственное предприятие КВАЛИТЕТ», кандидат химических наук по специальности 02.00.03 - органическая химия, 02.00.06 – высокомолекулярные соединения

Дата: 22 мая 2025 г.

Контактные данные: ООО «НПП КВАЛИТЕТ»

Почтовый адрес: 140000, Московская обл., г. Люберцы, Котельнический проезд, 4В, ком. 2.

e-mail: moykin@npp-qualitet.ru, тел.: 8 (495) 679-86-27.

Заместитель директора по развитию

ООО «НПП КВАЛИТЕТ», к.х.н.

 Мойкин А.А.

Подпись Заместителя директора по развитию ООО «НПП КВАЛИТЕТ» к.х.н., Мойкина Алексея Анатольевича заверяю, начальник отдела управления персоналом ООО «НПП КВАЛИТЕТ»



 Пискарева М.В.