

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию ЩИГОЛЕВА Александра Александровича на тему: «Исследование влияния магнитных и электростатических полей на теплоотдачу и осадкообразование в моторных маслах авиационных двигателей и энергоустановок», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности: 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

### Структура, объём и содержание работы

Диссертация изложена на 175 стр. машинописного текста и приложения на 98 стр. (всего на 273 стр.), и состоит из списка сокращений и условных обозначений, введения, 4 глав, заключения, списка используемых источников 224 наименований, а также приложения с рисунками и таблицами. Диссертация содержит 8 таблиц, 43 рисунка в основном тексте и 10 таблиц и 81 рисунок в приложении.

**Во введении** соискатель обосновал актуальность темы диссертационной работы, сформулировал цель и задачи исследования, отразил научную новизну и практическую значимость полученных результатов, привёл основные положения, вынесенные на защиту, кратко изложил структуру диссертационной работы.

**В первой главе** представлены: обзор научно-технической и патентно-лицензионной литературы по теме исследования; тепловые режимы двигателей и энергоустановок летательных аппаратов и их систем смазки; подробное описание эксплуатационных характеристик авиационных моторных масел. Показано необходимость борьбы с осадкообразованием нагретых участков двигателя. Проведен анализ современного состояния организации систем смазок авиационных двигателей. Рассмотрены результаты исследований магнитных и электростатических полей в касторовом, подсолнечном, трансформаторном маслах. В результате анализа литературных источников диссертант приходит к выводу о необходимости исследования влияния магнитных и электростатических полей на образование осадков в авиационных моторных маслах.

**Во второй главе** приведены схемы и описания экспериментальных установок, разработанные диссертантом, для исследования теплоотдачи к авиационным моторным маслам и осадкообразования в условиях естественной конвекции, а также при наложении магнитных и электростатических полей. Приведены схема и описание экспериментальной оптиче-



ской установки, основанной на методе Теплера. Изложена методика проведения экспериментов и обработки результатов измерений.

**В третьей главе** приведены результаты экспериментальных исследований влияния магнитных и электростатических полей на теплоотдачу и осадкообразование при естественной конвекции авиационных моторных масел марок МС-20, МС-8П, ВНИИ НП 50-1-4У, а также методы учёта этого влияния. В ходе экспериментов соискателем было обнаружено, что магнитные поля очень слабо влияют на интенсификацию теплоотдачи к моторным маслам и практически не влияют на процесс осадкообразования, а электростатические поля, наоборот, оказывают существенное влияние на все теплообменные процессы в авиационных моторных маслах. Показаны возможности использования электростатических полей для интенсификации теплоотдачи и борьбе с осадкообразованием в авиационных моторных маслах в условиях естественной конвекции. Соискателем предложен ряд технических решений по предотвращению осадка, по ограничению роста осадка и по замедлению роста осадка в авиационных моторных маслах.

**В четвёртой главе** приведены практические предложения и рекомендации по повышению ресурса масляных систем двигателей и энергоустановок летательных аппаратов. Показаны пути модернизации существующих и разработки новых конструктивных схем масляных каналов, форсунок, фильтров, теплообменников, датчиков и систем контроля и управления тепловыми процессами систем смазки двигателей и энергоустановок летательных аппаратов.

#### **Актуальность темы**

Исследования, направленные на повышение эффективности систем смазки двигателей и энергоустановок являются актуальными. Диссертационная работа соискателя Щиголева А.А. посвящена на решение такой важной технической задачи. При работе энергоустановок происходит образование твердых осадков в холодных и нагретых участках системы смазки двигателя. Этот процесс приводит к повышенному износу и преждевременному выходу из строя двигателей и энергоустановок. Существующие способы борьбы с осадкообразованием являются малоэффективными. Эти методы основаны на использовании различных присадок, либо на применении масел на синтетической основе. Диссертант предложил использовать влияние магнитных и электростатических полей на теплоотдачу и осадкообразование в авиационных моторных маслах, такие исследования в то время отсутствовали.

### Научная новизна и достоверность результатов исследований

Новизна результатов исследований заключается в том, что эти работы являются пионерскими, их сопоставить и сравнить то не с кем и не с чем. Для краткости перечислим основные результаты:

1. Проведены экспериментальные исследования по влиянию магнитных и электростатических полей на теплоотдачу и осадкообразование в авиационных моторных маслах;

2. Экспериментально установлено, что в условиях естественной конвекции моторных масел магнитные поля не влияют на интенсификацию теплоотдачи и уменьшение осадкообразования, а электростатические оказывают значительное влияние на эти процессы;

3. При применении электростатических полей определены максимально возможные значения коэффициентов теплоотдачи;

4. Определены значения возможной интенсификации теплоотдачи  $\alpha$  и возможной защиты площади рабочей пластины от осадкообразования  $D$ , а также их предельные значения от электростатического напряжения  $E$  – установлены максимальные значения  $\alpha$  и  $D$  в зоне насыщения  $E$ ;

5. Установлено, что импульсное включение электростатических полей с интервалом (0,5-5) секунд (без смены и со сменой полярностей на рабочих иглах) не приводит к интенсификации теплоотдачи (т.к. «электрический ветер» не успевает выйти на режим релаксации);

6. Определено, что давление не влияет на интенсификацию теплоотдачи и на снижение осадкообразования;

7. При помощи визуализации установлена граница начала зоны насыщения; выявлено, что динамика «электрического ветра» от двух электродов системы «игла-игла» турбулизует моторное масло на всей рабочей пластине, а замедление осадкообразования происходит только в зоне прохождения силовых линий;

8. Предложены новые способы борьбы с осадкообразованием, новые конструктивные схемы масляных каналов, форсунок, фильтров в системах смазки двигателей и энергоустановок летательных аппаратов.

Нет оснований сомневаться в достоверности представленных к защите результатов. Экспериментальные измерения проведены с использованием аттестованных средств и аппаратуры. Все экспериментальные измерения и последующая их обработка выполнены при трехкратном повторении.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных результатов**

Диссертационная работа Щиголева А.А. представляет результаты экспериментальных исследований малоизученных на сегодняшний момент явлений – влияния электрических и магнитных полей на процессы теплоотдачи и образование осадков в поршневых и газотурбинных двигателях.

Почти вся история развития науки представляет подведение теоретической базы экспериментально установленным фактам, явлениям. Сначала падает яблоко на голову гения, затем появляется закон всемирного тяготения. Исключение составляет редчайшие случаи научного предвидения, когда человеческий мозг начинает генерировать самостоятельно (тоже опираясь на практический опыт предыдущих поколений) новые положения, подходы, закономерности. Примерами являются гениальные положения квантовой теории, установленные Максом Планком, закономерности таблицы элементов Д. Менделеева.

Поэтому, несмотря на изъяны и недостатки теоретических подходов к объяснению самого факта исследований, диссертационный совет и ВАК должны поддержать данную, экспериментально подтвержденную многочисленными опытами работу Щиголева А.А.

Использование результатов, а также дальнейшие исследования в этом направлении будут способствовать созданию новых систем смазки перспективных двигателей и энергоустановок не только для летательных аппаратов оборонного назначения, но и для двигателей транспортных энергоустановок и стационарных газотурбинных, парогазовых установок, предназначенных для генерации электрической и тепловой энергии.

### **Соответствие работы паспорту специальности**

Данная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов по п.п. 2, 6, 12, 17, 18, 19.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В списке сокращений и условных обозначений (Д,7) не все используемые сокращения расшифрованы, например: ЦПГ, МГР, Ra, ВВТ, ЧШМГ. Чтобы исключить возможность вольной интерпретаций весьма желательно было привести выражение для критерия Релея.  
(Ради сокращения объема текста отзыва нами использованы обозначения типа: Д,Х; Ав,К, которые соответствуют – диссертация, стр.Х, или автореферат диссертации, стр. К)

2. В ходе экспериментов контролировалась температура опытного участка – металлической пластинки из диамагнитного материала, нержавеющей стали 1X18H9T, при этом не контролировалась температура самого масла. Будут ли при изменении температуры масла выполняться установленные диссертантом закономерности теплообмена и образования осадков? В этом полной уверенности нет, более того, с увеличением температуры среды эффекты роста  $\alpha$  под действием электрического напряжения  $E$  могут и снижаться.

3. Не оказывает ли влияние вид материала на процессы осадкообразования, ведь не все детали двигателей изготавливаются из нержавеющей сталей, не оказывает ли влияние на процессы магнитные свойства материалов? На эти вопросы, к сожалению, нет ответа и в диссертации и в автореферате.

4. Весьма неясными остаются картины визуализации развития «электрического ветра» на электродах вблизи опытного участка – нержавеющей пластинки, поскольку отсутствует динамика развития (временная картина возникновения и установления) процесса. Отсутствие такой картины возникновения, развития, установления «электрического ветра» порождает ряд дополнительных вопросов, имеющих принципиальный характер, например:

а) отсутствие эффекта увеличения  $K_E$  при подаче напряжения на электроды (иглы) с интервалом, или при изменении полярности. Естественно полагать, что при этом не успевают устанавливаться электрическое поле равномерных параметров (свойств) в объеме масла. Масло представляет реологическую среду особенно при низких температурах. При увеличении температуры масла за счет снижения вязкости и, как утверждает диссертант, появления проводимости (появления заряженных частиц), возможно, параметры электрического поля («электрического ветра») будут устанавливаться с меньшей задержкой, а может быть мгновенно, как и ему полагается по законам электродинамики;

б) опыты проведены в неподвижной масляной среде (при естественном конвективном теплообмене). Как будут развиваться процессы при вынужденной конвекции, когда осадкообразование происходит в циркулирующем масле, где теплообмен происходит в движущемся потоке? На эти вопросы, видимо, на сегодняшний день нет ответа.

5. В зависимостях относительного обобщенного коэффициента теплоотдачи от критерия Релея  $Nu_E(Ra)$  (Ав.10) имеется точка перегиба как в отсутствии напряжения, так и в графиках под действием  $E$ . Было бы полезным дать этим зависимостям научное объяснение.

6. Не все параметры экспериментальных установок описаны достаточно подробно, например: не приведены величины магнитной индукции использованных магнитов; было ли стабилизированным электростатическое поле; «отдающая игла», что она отдает, по схеме (Д,76) она имеет положительный заряд; режим релаксации – сколько же по времени занимает этот период и не изменится ли картина при смене полярности; по схеме (Д,76) нагрев пластинки проводится переменным током, не взаимодействует ли электромагнитное поле пластинки с электростатическим полем игл? К сожалению, на эти вопросы в диссертации и в автореферата нет ответа.

7. Диссертация представляет исследования влияния Н и Е на теплоотдачу и осадкообразование. Пристегивать сюда не относящиеся к предмету защиты, не доказанные, спорные, не обсужденные в диссертационной работе вопросы, такие как: при помощи Е провести гомогенизацию и восстановление свойств масел, осуществить вынужденную конвекцию и т.д. не только нежелательно, но и не допустимо. К таковым относятся также часть материалов 4 – главы: раздел 4.1.5.; 4.2.;4.2.2.; 4.3.;4.4.;4.5.;4.6.

8. В ходе изложения материала в тексте диссертации не было ни слова о влиянии на исследуемые процессы положения опытного участка в пространстве, в выводах неожиданно появляется подобное заключение. Это противоречит теоретическим постулатам, поскольку в расчетных формулах используется критерий Грасгофа.

9. Когда элементарные ошибки повторяются в Д и Ав. (формула 3.7 везде плотность теплового потока размерностью  $вт/м^2$ ?) трудно объяснить это орфографическими упущениями и небрежностью.

10. Нетрадиционный порядок изложения материала, цели и задачи исследований представлены в завершение первой главы Д.68–69.

11. Неизбежность допущения грамматических и орфографических ошибок при оформлении столь объемистого труда (диссертации) можно еще понять, внимательно не просмотреть автореферат диссертации, который становится достоянием научной общественности всей страны весьма не желательно.

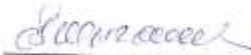
Перечисленные замечания по диссертационной работе и автореферату диссертации являются пожеланиями и, надеюсь, будут полезными ориентирами для дальнейших исследований диссертанта и его научного руководителя. Как было отмечено выше, диссертационная работа Щиголева А.А. является пионерской, открывает широкие перспективы для практического использования результатов в двигателестроении.

### Заключение

Диссертационная работа Щиголева А.А. является законченным научно-квалификационным трудом, отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утверждённого постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Объем выполненных экспериментальных исследований, анализ и научное обобщение результатов, перечень публикаций, ознакомление и обсуждение различных этапов работы научную общественность подтверждают соответствие представленной диссертационной работы требованиям ВАК, соискатель Щиголов Александр Александрович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05– Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Официальный оппонент профессор кафедры «Энергетическое машиностроение» ФГБОУ ВО Казанского государственного энергетического университета, профессор, доктор технических наук



Шигапов Айрат Багаутдинович

«12» ноября 2016 г.

Адрес: 420066, г. Казань,  
ул. Красносельская, д. 51.  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
энергетический университет»

Тел.: 89172952014  
E-mail: Shigapov38@vail.ru



## СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ\

### Шигапов Айрат Багаутдинович

по диссертационной работе Щиголева Александра Александровича на тему: «Исследование влияния магнитных и электростатических полей на теплоотдачу и осадкообразование в моторных маслах авиационных двигателей и энергоустановок» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

№	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Сведения о работе		Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (но не более 15 публикаций)
			Полное наименование организации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Должность с указанием структурного подразделения *	
1/1	2	3	4	5	
1	Шигапов Айрат Багаутдинович	Доктор технических наук, профессор	420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51 ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»  Тел.: 8(843) 519-42-02; 89843) 519-42-20  E-mail: kgeu@kgeu.ru	Профессор кафедры «Энергетическое машиностроение»	1. Шигапов А.Б. Стационарные газотурбинные установки тепловых электрических станций. Учеб. Пособие. Министерство образования и науки РФ. Казань: Изд-во Казанский гос. энергетический ун-т, 2009. 415 с. 2. Шигапов А.Б., Гирфанов А.А., Ширманов М.В. Распределение радиационных тепловых потоков к поверхностям стенок толки котла // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2012. №3. С. 17-20. 3. Шигапов А.Б., Гирфанов А.А., Калимуллин А.В. Граничные условия радиационного теплообмена в ламбертовом приближении в топках котлов // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2012. №1/2. С. 19-22. 4. Шигапов А.Б., Шигапов А.А., Зиннатуллин М.Х. Расчётное исследование влияния впрыска воды в проточную часть компрессора газотурбинной установки // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2012. №3/4. С. 113-118. 5. Шигапов А.Б., Хасанов Н.Г. Влияние реальных свойств воздуха на показатели стационарных газотурбинных установок. Изв. вузов. Проблемы энергетики, 2014, № 9-10. С. 11-20. 6. Шигапов А.Б., Хасанов Н.Г. Влияние реальных свойств воздуха на показатели стационарных газотурбинных установок. Изв. вузов. Проблемы энергетики, 2014, № 9-10. С. 11-20. 7. Шигапов А.Б., Хасанов Н.Г. Влияние реальных свойств продуктов сгорания на показатели стационарных газотурбинных установок. Изв. вузов. Проблемы



				<p>энергетики, 2014, № 11-12, С. 10-21</p> <p>8. Шигапов А.Б. Система впрыска воды осевого многоступенчатого компрессора // Патент на изобретение РФ №2524594. Опубл. 27.07.2014 г.</p> <p>9. Шигапов А.Б., Кутлубаев И.Т. Расчётные формулы основных показателей парогазовых блоков с учётом реальных параметров рабочих тел // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2015. №1/2. С. 26-32.</p> <p>10. Хасанов Н.Г., Шигапов А.Б. Оценка осреднённой эффективной теплоёмкости рабочих тел газотурбинной установки с промежуточным охлаждением воздуха в компрессоре // Матер. докл. «10 Тинчуринские чтения». Секция №3: «Тепловые электростанции». Казань: Изд-во Казанского гос. энергетического ун-та, 2015. С. 45-46.</p> <p>11. Шигапов А.Б., Хасанов Н.Г. Непрерывный учёт действительных термодинамических свойств рабочих тел при тепловом расчёте адиабатических процессов газотурбинной установки // Матер. докл. Международной конф. «9 Семинар вузов по теплофизике и энергетике». Секция №1: «Теплофизика: тепломассообмен, гидрогазодинамика, горение, моделирование». Казань: Изд-во Казанского гос. энергетического ун-та, 2015. С. 89-93.</p> <p>12. Низамов С.И., Шигапов А.Б. Учёт недогарания в стационарных газотурбинных установках // Матер. докл. «11 Тинчуринские чтения». Секция №1: «Фундаментальные основы теплоэнергетики». Казань: Изд-во Казанского гос. энергетического ун-та, 2016. С. 78-79.</p> <p>13. Шигапов А.Б. Способ повышения эффективности работы осевого многоступенчатого компрессора. Патент на изобретение РФ № 2529289. Зарегистрирован 2014 г.</p>
--	--	--	--	---

Автор: Шигапов А.Б. Шигапов

Список верен:

Заведующий кафедрой ЭМС

Г.Р. Мингалева

Ученый секретарь Ученого совета КГЭУ

Э.Р. Зверева

