

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

« А Э Р О С И Л А »

(АО «НПП «Аэросила»)

ул. Жданова, 6, з. Ступино
Московская область 142800

Тел.: (496) 642-33-30, 642-80-85

Факс: (496) 642-04-24

Телеграф «Винт», Телетайп 846865,

e-mail: vint@aerosila.ru, <http://www.aerosila.ru>

ОГРН 1025005917023 ИНН 5045002261



JOINT-STOCK COMPANY
«SCIENTIFIC - PRODUCTION ENTERPRISE

« A E R O S I L A »

(JSC SPE « A E R O S I L A »)

6, Zhdanov Str., Stupino,
Moscow region 142800

Tel.: (496) 642-33-30, 642-80-85

Fax (496) 642-04-24

Telegraph Vint, Teletype 846865

e-mail: vint@aerosila.ru, <http://www.aerosila.ru>

OGRN 1025005917023 TIN 5045002261

№ 170-345 от 23.11.2021

На № 010/17 от 21.10.2021

Об отзыве на автореферат диссертации
Щуровского Ю.М.

Ученому секретарю диссертационного совета
Д 212.125.08 на базе Московского
авиационного института (национального
исследовательского университета),
доктору технических наук, профессору
Зуеву Ю.В.

МАИ, Волоколамское ш., д. 4,
г. Москва, 125993
тел.: +7 (499) 158-43-33
факс: +7 (499) 158-29-77
e-mail: mai@mai.ru

Уважаемый Юрий Владимирович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Щуровского Юрия Михайловича «Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Приложение – Отзыв (подлинник) в 2-х экземплярах на 5-ти листах.

С уважением,
Заместитель генерального директора
Главный конструктор по ВСУ



А.А. Астахов

Исполнитель Иванов Артем Викторович
Тел. +7 (496) 642-80-85 доб.4-12

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 3 » 12 2021

23.11.2021

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора –
Главный конструктор по ВСУ
АО «НПП «Аэросила»



А.А. Астахов

2021 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Щуровского Юрия Михайловича на тему «Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертационной работы

Применение электроприводных масляных и топливных насосов в системах авиационных ГТД в настоящее время является злободневным вопросом, решение которого дает ряд преимуществ перед существующими системами:

- возможность снижения массы двигателя за счет исключения редуктора и коробки приводов;
- обеспечение достаточной подачи масла для смазки опор в процессе запуска двигателя;
- обеспечение охлаждения опор двигателя на остановленном и остывающем двигателе;
- предварительный (перед запуском двигателя) разогрев масла циркуляцией в условиях отрицательных температур;
- возможность минимизировать потребляемую качающими узлами мощность на пониженных режимах работы.

На основании вышеизложенного работа Щуровского Ю.М. является безусловно актуальной.

Научная новизна

Научная новизна заключается в предложенных автором математических моделях, позволяющих учесть двухфазность рабочей среды, а также в предложенных способах управления электроприводными маслоагрегатами.

Практическая значимость

Предложенные автором методы построения маслосистемы ГТД имеют практическую значимость, позволяя определять характеристики и параметры проектируемой системы.

Достоверность положений, выносимых на защиту

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается:

- корректным применением фундаментальных законов физики и основных физических уравнений;
- результатами экспериментальных исследований, подтверждающих достоверность применяемых математических моделей.

Общие сведения о диссертационной работе

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка условных обозначений, списка литературы. Объем диссертации составляет 131 страницу, список литературы включает 139 наименований.

Во **введении** обоснованы: актуальность научной работы, достоверность результатов проведенных исследований; сформулированы цели и задачи исследования; показаны: научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы; сформулированы положения, выносимые на защиту; приведены результаты апробации работы; кратко описаны структура и содержание работы.

В **первой главе** дано описание рабочего процесса в системе смазки, произведен обзор существующих методов экспериментального исследования систем смазки и обзор существующих математических моделей систем смазки, рассмотрены применяемые в настоящее время схемы маслосистем ГТД на примере двигателей ТВЗ-117ВМ, CFM-56 и Trent 500, показаны преимущества и недостатки маслосистем различных схем.

Во **второй главе** подробно расписаны принципы построения электроприводной системы смазки, представлен вариант такой схемы для современного ТРДД магистральных самолетов, описаны варианты резервирования компонентов схемы.

В **третьей главе** проведено исследование влияния двухфазной рабочей среды (масло и воздух) на характеристики маслосистемы, дана классификация структур двухфазных потоков, рассмотрены расчетные и эмпирические методы анализа течения двухфазной среды.

Четвертая глава посвящена методике выбора характеристик электроприводов маслосистемы, приводятся формулы для расчета основных

параметров электроприводов с учетом типового полетного цикла двигателя, задаются требования по обеспечению отказоустойчивости.

В пятой главе описан процесс разработки и верификации математической модели системы смазки, учитывающей двухфазность рабочей среды и позволяющей рассчитывать переходные процессы.

В шестой главе описан процесс разработки демонстрационной системы смазки с применением электроприводных масляных агрегатов, приводится обоснование и выбор законов управления электроприводами маслонасосов подачи, откачки и суфлера, описывается алгоритм контроля функционирования электропривода.

В седьмой главе представлены результаты экспериментальных исследования системы смазки с электроприводными агрегатами на полунатурном стенде ФАУ «ЦИАМ» и на двигателе-демонстраторе АИ-25ТЛ.

В заключении диссертационной работы автор приводит полученные результаты.

Замечания по диссертационной работе

По оформлению автореферата имеются следующие замечания.

1 При описании четвертой главы диссертации в последнем абзаце единицы измерения удельной массы электропривода обозначены как «кВт» вместо «кг/кВт».

2 При описании пятой главы в термине «акустическая емкость», на наш взгляд, некорректно применяется слово «акустическая», т.к. оно связывает физическое свойство сжимаемости в заданном объеме (емкости) с частотной характеристикой звуковой волны (акустика), однако, частотная характеристика гидравлических систем может выходить за пределы общепринятого диапазона для звуковой волны.

3 В пятой главе в формуле (7) для обозначения плотности масловоздушной смеси на входе в насос используется обозначение « $\rho_{см.вх}$ », ниже по тексту используется обозначение « $\rho_{см}$ ».

По существу можно сделать следующие замечания.

1 В диссертационной работе не представлена методика рационального определения количества подающих и откачивающих насосов, а также количества их электроприводов (один на насос, один на два насоса и т.д.).

2 Предложенная в Главе 2 схема отказоустойчивой электроприводной системы смазки ТРДД (Рисунок 1) нуждается в дополнительном анализе с точки зрения массовой эффективности – масса пяти клапанов (32, 33, 34) и дополнительных трубопроводов может превышать массу дублирующего электропривода подающего насоса. Также необходимо рассмотреть вопрос

резервирования электропривода подающего насоса за счет дополнительных (резервных) обмоток.

3 Предложенная в Главе 2 схема отказоустойчивой электроприводной системы смазки ТРДД (Рисунок 1) не учитывает отказ электропривода центробежного суфлера.

4 Предложенная в Главе 2 схема отказоустойчивой электроприводной системы смазки ТРДД (Рисунок 1) имеет функциональный недочет. При отказе маслонасосов 14 (или электропривода 15) вступают в работу маслонасосы 12 с электроприводом 13 (повышается частота вращения). При этом будет возникать переток масла с выхода насосов 12 на их вход через магистраль откачки насосов 14 (через насосы 14). Для исключения такого перетока линии откачки за насосами 14 необходимо отсечь от линий откачки за насосами 12 дополнительным клапаном.

5 В рассмотренных автором программных комплексах отсутствует Simcenter Amesim, позволяющий моделировать динамические процессы в гидравлических системах без применения ресурсозатратных конечно-элементных методов расчета.

6 При описании в пятой главе метода расчета дифференциальных не представлено обоснование выбранного метода интегрирования и шага интегрирования 0.000025 с.

7 При описании алгоритма защиты электроприводов от перегрузки по току (шестая глава) отмечено, что в случае достижения предельно-допустимого значения тока производится снижение частоты вращения при этом в зоне всасывания увеличивается время пребывания межзубовых впадин, что улучшает всасывающую способность насоса. Однако не сказано, чем технически обеспечивается увеличение времени пребывания межзубовых впадин в зоне всасывания (дополнительные датчики фазы, и др).

В целом можно сказать, что указанные замечания не снижают ценность диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа посвящена исследованию электроприводных систем смазки ГТД и соответствует специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Диссертация Щуровского Ю.М. является законченной и самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача определения характеристик электроприводных систем смазки ГТД, имеющая значение для развития авиационного двигателестроения. Диссертация изложена технически грамотным языком, логически структурирована по главам. Публикации и автореферат в полном объеме отражают содержание и основные результаты выполненной работы.

Диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от

24.09.2013 №842, а ее автор, Щуровский Юрий Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Начальник расчетно-конструкторского отдела,
канд. техн. наук


А.В. Иванов

Инженер-конструктор III категории конструкторского
отдела вспомогательных силовых установок


Д.В. Булычев

Сведения о организации:

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Аэросила» (АО «НПП «Аэросила»), 142800, Московская обл., г. Ступино, ул. Жданова, 6; тел.: +7 (496) 642-33-30; e-mail: vint@aerosila.ru; адрес официального сайта в сети «Интернет»: www.aerosila.ru

Сведения об авторах отзыва

Иванов Артем Викторович

Наименование организации: публичное акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Аэросила»

Должность: начальник расчетно-конструкторского отдела

Почтовый адрес: 142800, Московская обл., г. Ступино, ул. Жданова, вл. 6

Тел.: + 7 (496) 642-80-85 доб. 4-12, e-mail: vint@aerosila.ru

Булычев Дмитрий Владимирович

Наименование организации: публичное акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Аэросила»

Должность: Инженер-конструктор III категории

Почтовый адрес: 142800, Московская обл., г. Ступино, ул. Жданова, вл. 6

Тел.: + 7 (496) 642-80-85 доб. 2-48, e-mail: vint@aerosila.ru