

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Кренина Геннадия Валентиновича на диссертационную работу Щуровского Юрия Михайловича «Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Современные газотурбинные двигатели представляют собой сложные технические системы, в развитии которых достигнут высокий уровень газодинамического и технологического совершенства. Каждый дальнейший шаг в направлении повышения эффективности таких систем требует проведения обширных экспериментальных и расчетных исследований, основанных на использовании современных численных методов моделирования рабочего процесса.

Одним из перспективных направлений развития авиации является электрификация систем летательных аппаратов и газотурбинных двигателей. Важной составной частью «электрического» ГТД является электроприводная система смазки. Применение в системе смазки регулируемых электроприводных насосов, вместе с электрификацией других систем двигателя, позволит улучшить характеристики системы для всех условий эксплуатации двигателя и будет способствовать повышению топливной экономичности.

Диссертационная работа Щуровского Ю.М. посвящена исследованию таких важных особенностей регулируемых электроприводных систем смазки ГТД, как общая структура системы смазки; выбор количества электроприводов и их характеристик; формирование законов управления. В настоящее время известно лишь небольшое количество работ, направленных на комплексные исследования и разработку электроприводных систем

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 17 » 11 20 21 г.

смазки, и поэтому тема диссертационной работы Щуровского Ю.М. является **весьма актуальной**.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и двух приложений. Общий объем работы составляет 131 страницу. Работа включает 54 рисунка, 13 таблиц и 139 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обосновывается актуальность работы, раскрываются научная новизна и практическая значимость. Целью работы автор ставит разработку принципов построения, методов исследования и выбора характеристик электроприводных систем смазки ГТД, позволяющих создавать такие системы для перспективных электрифицированных ГТД.

В первой главе выполнен обзор схем систем смазки ГТД с приводом от коробки приводов агрегатов и с электрическим приводом. Показаны преимущества электроприводных систем. Из обзора следует, что примеров существующих электроприводных систем смазки не так много и большая часть из них имеет статус демонстрационных. При этом они различаются по количеству используемых электроприводов, что отражается на их массе, надежности и функциональных характеристиках. По результатам главы сформулированы задачи исследования.

Во второй главе на базе проведенного обзора сформулированы основные принципы построения электроприводной системы смазки для двигателей магистральных самолетов. С использованием этих принципов предложена схема электроприводной системы смазки, в которой нагнетающий насос, суфлер и каждая пара откачивающих насосов приводятся от отдельных электроприводов. Предложены способы повышения отказоустойчивости, в том числе приведен вариант схемы с реконфигурацией работы насосов при отказах.

В третьей главе изложены результаты экспериментальных исследований влияния двухфазности рабочей среды на характеристики узлов электроприводной системы смазки. В частности, отмечены случаи

увеличения потребляемой мощности насоса с увеличением объемного газосодержания в смеси на его входе. Показано, что переходные процессы в трактах нагнетания и откачки существенно отличаются друг от друга из-за того, что рабочим телом является двухфазная смесь. По результатам исследований установлено, что на основных режимах работы такая смесь обладает свойствами упругой сплошной среды, что является важным фактом при создании математической модели системы.

В четвертой главе представлена методика выбора характеристик электроприводов системы смазки. Ключевым моментом в этой методике является учет возможности работы электропривода в режиме перегрузки по мощности. Номинальную мощность электропривода для насосов системы смазки предлагается выбирать применительно к наиболее длительному участку полетного цикла, а на кратковременных участках, таких как режим взлета и набора высоты, где требуется большая мощность, обеспечивать работу электропривода в режиме перегрузки по мощности.

В пятой главе разработана динамическая математическая модель электроприводной системы смазки, учитывающая влияние двухфазности рабочей смеси. Модель построена по модульному принципу. В гидравлических трактах системы используется гипотеза одномерного двухфазного гомогенного течения смеси. Математическая модель системы верифицирована по результатам испытаний.

В шестой главе приведено описание разработанной демонстрационной электроприводной системы смазки. Расчетным путем были получены параметры электроприводов и показано, что при прокачке электроприводным насосом двухфазной смеси происходит увеличение гидравлической мощности насоса. Исходя из этого, выбраны законы управления электроприводами, а также разработан алгоритм защиты электроприводов от перегрузки по мощности.

В седьмой главе представлены результаты испытаний демонстрационной электроприводной системы смазки на полунатурном

стенде с имитатором масляной полости и натурном стенде с двигателем-демонстратором. Показаны расчетно-экспериментальные процессы увеличения мощности электропривода откачивающего насоса с увеличением газосодержания и срабатывания алгоритма защиты.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Научную новизну содержат следующие результаты выполненной диссертационной работы:

– сформулированы принципы и схемное построение электроприводных систем смазки для ГТД магистральных самолётов;

– исследованы особенности влияния двухфазности рабочей среды на характеристики электроприводной системы смазки;

– создана методика выбора характеристик электропривода насосов системы смазки с учётом двухфазности рабочей среды, полётного цикла летательного аппарата и возможности работы электропривода в режиме перегрузки;

– разработана динамическая математическая модель электроприводной системы смазки, учитывающая влияние двухфазности рабочей среды на характеристики системы;

– выбраны способы управления электроприводными насосами системы смазки.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что разработанный аппарат математического моделирования и результаты экспериментальных исследований позволяют лучше понять сложные физические процессы, протекающие в существующих и перспективных системах смазки газотурбинных двигателей.

Практическая значимость работы заключается в том, что сформулированные принципы построения электроприводных систем смазки, методики выбора характеристик и способов управления, а также созданные математические модели могут быть использованы при разработке систем

смазки для перспективных электрифицированных газотурбинных двигателей, что позволит улучшить их характеристики, сократить временные и материальные затраты на доводку таких систем.

Достоверность полученных автором результатов основывается на результатах математического моделирования с помощью разработанной и верифицированной математической модели системы смазки, проведении экспериментальных исследований на аттестованных стендах и удовлетворительной сходимости расчета и эксперимента.

Вместе с тем, по диссертации следует сделать ряд замечаний.

1. В работе отмечается, что в настоящее время для расчета элементов гидравлических систем широко используются современные программные комплексы типа ANSYS Fluent, CFX, STAR-CD и др., но не приведен подробный анализ о возможности их использования для моделирования системы смазки.

2. Одной из главных задач системы смазки является охлаждение узлов трения и, следовательно, вопросы подвода и отвода теплоты в различных элементах системы смазки имеют большое значение. В разработанной модели масляной полости подвод теплоты описывается источником членом и при этом не приводятся никаких методик его оценки.

3. В работе представлены результаты испытаний тракта нагнетания демонстрационной системы смазки на двигателе-демонстраторе. Однако, основные проблемы работы такой системы могут возникать в трактах откачки, а результаты таких испытаний в работе не показаны.

В целом, несмотря на отмеченные в работе недостатки, считаю, что диссертационная работа Щуровского Юрия Михайловича выполнена на высоком научном уровне, отвечает критериям актуальности, научной новизны, практической и теоретической значимости и является законченной научно-квалификационной работой. Текст автореферата диссертации полностью отражает содержание диссертационной работы. Тема и

содержание диссертации соответствуют специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Считаю, что диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук, 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».

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
главный специалист по перспективным
разработкам ОКБ им. А. Люльки –
филиал ПАО «ОДК-УМПО»

«29» октября 2021 г.  Кретинин Геннадий Валентинович

Адрес организации: Российская Федерация, 29301,

г. Москва, ул. Касаткина, д. 13

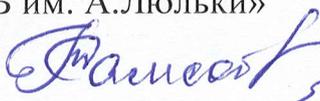
Телефон: 8 (495) 783-00-77

Адрес эл. почты: okb@okb.umpro.ru

Подпись Кретинина Геннадия Валентиновича удостоверяю.

Начальник отдела кадров «ОКБ им. А.Люльки»

филиал ПАО «ОДК-УМПО»



Самсонова Т.Г.

«29» октября 2021 г.



С отрывком ознакомлен 17.11.21г. 