

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

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

### Актуальность темы

Повышение степени электрификации авиационного газотурбинного двигателя (ГТД) является одной из важнейших и актуальных задач его развития. Решение данной задачи позволяет значительно повысить его топливную эффективность и экологичность. Одним из направлений электрификации ГТД является реализация его системы смазки с применением перспективных электроприводов. Именно решению данной задачи посвящена кандидатская диссертация Щуровского Ю. М., целью которой является разработка принципов построения, методов исследования и выбора характеристик электроприводных систем смазки газотурбинных двигателей, что позволит разработать такие системы в обеспечение создания электрифицированного ГТД и «электрического» самолёта с двигателем реактивной тяги.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка условных обозначений, списка литературы из 139 наименований и приложения. Основное содержание работы изложено на 131 странице (включает 54 рисунка, 13 таблиц и 2 приложения).

**В первой главе** дано описание рабочего процесса в системе смазки. Выполнен обзор схем систем смазки с приводом насосов с электрическим приводом, методов экспериментального исследования, математических моделей.

Сформулированы задачи исследования.

**Во второй главе** сформулированы принципы построения системы смазки ГТД с электроприводом для магистральных самолётов. Приведены общие рекомендации по обеспечению отказоустойчивости системы смазки ГТД с электроприводом.

**В третьей главе** представлены результаты экспериментальной части работы на автономном стенде по исследованию влияния двухфазности рабочей среды на характеристики узлов электроприводной системы смазки (ЭСС). Приведено описание стенда, использованных средств измерений, методики и объекта испытаний. Описан метод визуально-спектрального анализа течения двухфазной смеси при экспериментальных исследованиях ЭСС

**В четвертой главе** представлена разработанная методика выбора характеристик электроприводов ЭСС. Сформированы требования к характеристикам электроприводов ЭСС для ГТД магистральных самолётов, которые могут в дальнейшем являться основой для создания подобных электроприводов.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

18. 11 2021г.



**В пятой главе** приведен обзор существующих математических моделей системы смазки, представлена динамическая математическая модель ЭСС в сосредоточенных параметрах, которая позволяет рассчитывать, как установившиеся, так и переходные режимы работы.

**В шестой главе** приведено описание разработанной демонстрационной электроприводной системы смазки с электроприводными откачивающими и нагнетающим шестерёнными маслососами.

Показано, что прокачка электроприводными насосами двухфазной смеси на режиме работы с неполным заполнением межзубовых впадин шестерён во время их пребывания в зоне всасывания сопровождается увеличением гидравлической мощности насоса, а, следовательно, и тока в обмотках электродвигателя. Исследования, приведенные в шестой главе, позволили автору сформулировать законы управления электроприводом ЭСС.

**В седьмой главе** изложены результаты испытания ЭСС на стендах ЦИАМ: полунатурном стенде У-375 с имитатором масляной полости и натурном стенде У-7М с двигателем-демонстратором электрических технологий АИ-25ТЛ.

Методом визуально-спектрального анализа течения смеси в тракте откачки экспериментально подтверждены характерные для работы системы смазки ГТД структуры потока – дисперсный и расслоенный.

Отмечено, что на режимах работы ЭСС с прокачкой масловоздушной смеси с максимальным (в условиях стенда) объёмным газосодержанием (45...50%) имели место случаи отключения электропривода откачивающего насоса по сигналу «перегрузка по току» из-за увеличения гидравлической мощности насоса.

**В заключении** диссертации приведены основные результаты и выводы, отражающие содержание работы.

**Научная новизна и теоретическая значимость представленной работы определяется тем,** что приведены принципы и схемное построение ЭСС для ГТД магистральных самолётов. Разработана методика выбора характеристик электропривода насосов ЭСС с учётом двухфазности рабочей среды, полётного цикла летательного аппарата, возможности работы электропривода в режиме перегрузки. Разработана динамическая математическая модель ЭСС, учитывающая влияние двухфазности рабочей среды на характеристики системы. Разработаны способы управления электроприводными насосами системы смазки.

**Практическая ценность результатов работы** заключается в том, что в диссертации предложена и экспериментально проверена методология построения ЭСС ГТД.

#### **Рекомендации по использованию результатов работы**

Работа имеет практическую направленность и ее результаты позволяют выполнить разработку систем смазки для перспективных электрифицированных ГТД, осуществить выбор их характеристик и конструкционных параметров, сократить сроки на предпроектные исследования и затраты на доводку системы.

#### **Достоверность результатов работы** основывается на:

– корректном использовании математических методов описания работы системы смазки;

– высоком уровне разработанной для проведения исследований математической модели системы и её идентификации;



- экспериментальных исследованиях на аттестованных стендах;
- удовлетворительной сходимости результатов численных расчётов и экспериментальных исследований;
- проверке полученных решений в испытаниях разработанной демонстрационной электроприводной системы смазки.

### **Соответствие паспорту специальности**

Проведенные исследования соответствуют следующим пунктам паспорта научной специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»:

п.17. «Прогнозирование развития конструкции, технологии производства, формирование перспективных уровней электродинамического, термодинамического и эксплуатационно-технологического совершенства двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, а также технико-экономических процессов их создания, производства и эксплуатации. Математические основы формирования требований к перспективным двигателям и энергетическим установкам летательных аппаратов.»

п.28. «Методы и средства экспериментальных способов определения статических и динамических характеристик систем автоматического управления двигателями; способы оптимального построения элементов и контуров систем управления; способы оптимальной передачи информации в системах автоматического управления двигателями.»

### **Апробация диссертации и публикации**

Публикации материалов диссертации в аккредитованных изданиях и рейтинговых научных журналах, а также участие соискателя в международных конференциях говорят о том, что исследования были представлены научному сообществу для анализа и обсуждения основных результатов.

**Автореферат** отражает основное содержание диссертации и дает представление о разработанных моделях и предложенных методиках. Он структурирован и удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям.

### **Вопросы и замечания по работе**

1. Ряд глав диссертации (глава 2, глава 4) имеют малый объем для отдельных глав. Они могли бы быть представлены как разделы в составе других глав.

2. Выражении (98) диссертации. Нарушена физическая связь. Частота электрической сети измеряется в Гц, а напряжение в В. Скорей всего автор имел ввиду диапазон выбора напряжения питания.

3. Очевидно, что при исследованиях ЭСС необходимо принимать во внимание коэффициент полезного действия электрического привода, который будет в значительной степени зависеть от типа электрической машины. Подобных исследований в диссертации не проводилось.

4. Наиболее эффективными с точки зрения достижения минимальных массогабаритных показателей является применение в ЭСС электродвигателей с постоянными магнитами. Так, например, в таблице 4.1, приведен анализ наиболее перспективных электродвигателей, которые являются электродвигателями с постоянными магнитами. При этом в главе 5 при математическом моделировании используется модель асинхронного двигателя.

5. Имеются замечания оформительского характера. Формулы имеют разную размерность шрифтов, например, выражение (100) и выражение (102) т.д.



### Заключение по диссертации

Диссертация Щуровского Юрия Михайловича «Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД» соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук.

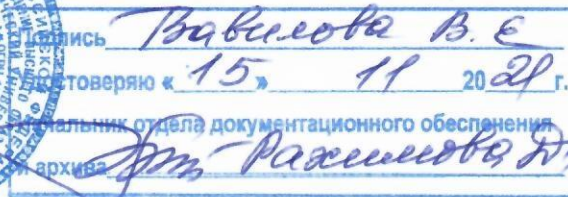
Диссертация Щуровского Юрия Михайловича «Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов отвечает критериям актуальности, научной новизны, практической и теоретической значимости и является законченной научно-квалификационной работой, 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

кандидат технических наук (05.09.03-Электротехнические комплексы и системы), заведующий кафедрой электромеханики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Вавилов Вячеслав Евгеньевич

450008, Российская  
Федерация, Приволжский  
федеральный округ,  
Республика Башкортостан, г.  
Уфа, ул. К. Маркса, д. 12  
Тел: +7 927 346-53-05. E-mail:  
vavilovv@ugatu.su



С отзывом ознакомлен 18.11.21г. 