

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.08

Соискатель: Щуровский Юрий Михайлович

Тема диссертации: Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД

Специальность: 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации.

На заседании 06 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи создания электроприводной системы смазки для электрифицированного ГТД, имеющей значение для развития авиационного двигателестроения, присудить Щуровскому Ю.М. учёную степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета д. техн.наук, профессор Равикович Юрий Александрович, заместитель председателя диссертационного совета д. техн.наук, ст. научный сотрудник Агульник Алексей Борисович, ученый секретарь д. техн.наук, профессор Зуев Юрий Владимирович, члены диссертационного совета: д. техн.наук, профессор Абашев Виктор Михайлович, д. техн.наук, профессор Демидов Анатолий Семенович, д. техн.наук, ст. научный сотрудник Кочетков Юрий Михайлович, д. техн.наук, доцент Краев Вячеслав Михайлович, д. техн.наук, профессор Кулешов Николай Васильевич, д. техн.наук, профессор Лесневский Леонид Николаевич, д. техн.наук, доцент Молчанов Александр Михайлович, д. техн.наук Надирадзе Андрей Борисович, д. техн.наук, профессор Назаренко Игорь Петрович, д. техн.наук, профессор Ненарокомов Алексей Владимирович, д. техн.наук, профессор Никитин Петр Васильевич, д. техн.наук, академик РАН Попов Гарри Алексеевич, д. техн.наук, доцент Силуянова Марина Владимировна, д. техн.наук, профессор Тазетдинов Рустем Галятьдинович, д. техн.наук Тимушев Сергей Федорович.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.08, д.т.н., профессор



Ю.В. Зуев

Начальник отдела УДС М

Т.А. Аникина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.12.2021 г. № 22

О присуждении Щуровскому Юрию Михайловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование особенностей построения и выбора характеристик регулируемых электроприводных систем смазки ГТД» по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» принята к защите 04.10.2021 г. (протокол заседания № 14) диссертационным советом Д 212.125.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4; приказ Минобрнауки РФ о создании диссертационного совета – № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Щуровский Юрий Михайлович, 11 мая 1988 года рождения, работает ведущим инженером в Государственном научном центре Российской Федерации, федеральном автономном учреждении «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

В 2011 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». В 2019 году окончил аспирантуру Государственного научного центра Российской Федерации, федерального автономного учреждения «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова».

Диссертация выполнена в исследовательском центре «Системы автоматического управления» Государственного научного центра Российской Федерации, федерального автономного учреждения «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Гуревич Оскар Соломонович, Государственный научный центр Российской Федерации, федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова», исследовательский центр «Системы автоматического управления», заместитель генерального директора – директор исследовательского центра «Системы автоматического управления».

Официальные оппоненты:

Кретинин Геннадий Валентинович, доктор технических наук, профессор, Опытно-конструкторское бюро имени А. Люльки – филиал Публичного акционерного общества «ОДК – Уфимское моторостроительное производственное объединение», служба главного конструктора по перспективным разработкам и специальным характеристикам, главный специалист по перспективным разработкам;

Вавилов Вячеслав Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», кафедра «Электромеханика», доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – акционерное общество «Объединенная двигателестроительная корпорация – Авиадвигатель», г. Пермь, в своём положительном отзыве, подписанном Лисовиным И.Г., кандидатом технических наук, начальником отделения систем автоматического управления, Полуляхом А.И., кандидатом технических наук, начальником отдела расчетно-экспериментальных работ и проектирования САУ, Саженовым А.Н., кандидатом технических наук, ученым секретарем НТС и утверждённом Иноземцевым А.А., доктором технических наук, профессором, член-корреспондентом РАН, заместителем генерального директора АО «ОДК» по управлению НПК «Пермские моторы», управляющим директором – генеральным конструктором АО «ОДК-Авиадвигатель», указала, что разработанные автором методы построения, расчётного и экспериментального исследования электроприводных систем смазки ГТД с учётом двухфазности рабочей среды позволяют выполнить разработку систем смазки для двигателей различного назначения, осуществить выбор их характеристик и конструкционных параметров, сократить сроки на предпроектные исследования и затраты на доводку системы. Их эффективность подтверждена при создании и испытаниях демонстрационной электроприводной системы смазки. Они использованы при разработке технического задания на электроприводную систему смазки перспективного ГРДД большой тяги (№ 133-79-20-00-01ТЗ). Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, 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».

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 11,12 п.л., из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, получены 2 патента на изобретения. Из 25 публикаций 7 – статьи в научных журналах, 2 – патенты, 16 – тезисы докладов на конференциях; 6 работ написано самостоятельно, остальные в соавторстве.

Публикации посвящены определению принципов построения электроприводных систем смазки (ЭСС); расчетно-экспериментальному исследованию особенностей влияния двухфазной рабочей среды на характеристики системы; описанию разработанной методики выбора характеристик электропривода насосов ЭСС; описанию разработанной динамической математической модели ЭСС, учитывающей влияние двухфазности рабочей среды на характеристики системы; определению способов управления электроприводными насосами системы смазки.

Авторский вклад соискателя заключается в проведении экспериментальных исследований особенностей течения двухфазной рабочей среды; выполнении математического описания течения сжимаемой двухфазной смеси в гидравлических трактах с шестерённым насосом; разработке математической модели системы ЭСС и программы ее расчета на ЭВМ; проведении расчетных исследований характеристик электроприводных систем смазки; обработке и интерпретации полученных расчетных и экспериментальных данных.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы:

1. Гулиенко А.И., Яновский Л.С., Щуровский Ю.М., Молоканов А.А. Математическое моделирование масляной полости опоры газотурбинного двигателя // Авиационная промышленность. 2019. № 1. С. 25–34.

2. Гулиенко А.И., Щуровский Ю.М. Экспериментальное исследование свойств маслотовоздушной смеси систем смазки ГТД // Вестник Московского авиационного института. 2018. Т. 25. № 3. С. 124–133.

3. Щуровский Ю.М. Особенности математического моделирования системы смазки газотурбинных двигателей // Труды МАИ. 2017. № 92.

URL: http://mai.ru/upload/iblock/d53/shchurovskiy-_rus.pdf (дата обращения 13.04.2017).

4. Гулиенко А.И., Щуровский Ю.М. Исследование гидродинамических процессов в системе смазки газотурбинного двигателя // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2015. Т. 14. № 3, Ч. 1. С. 250–261.

5. Патент на полезную модель №135365 РФ, МПК F02C 7/00. Система смазки газотурбинного двигателя / Гуревич О.С., Гулиенко А.И., Щуровский Ю.М. Заявитель и правообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова». – № 2013126442/06; заяв. 10.06.2013; опубл. 10.12.2013; Бюл. № 34 – 2с.

6. Патент на полезную модель №152854 РФ, МПК G01N 9/36. Устройство для измерения истинного объёмного газосодержания газожидкостной смеси в трубопроводной сети / Гулиенко А.И., Щуровский Ю.М. Заявитель и правообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова». – № 2015105484/28; заяв. 18.02.2015; опубл. 20.06.2015; Бюл. № 17 – 2с.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

Отзыв на диссертацию официального оппонента Кренина Г.В., доктора технических наук, профессора, содержит замечания:

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 приводится 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.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Вавилова В.Е., кандидата технических наук, доцента, содержит замечания:

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. В выражении (98) диссертации нарушена физическая связь. Частота электрической сети измеряется в Гц, а напряжение в В. Скорее всего автор имел ввиду диапазон выбора напряжения питания.

3. Очевидно, что при исследованиях электроприводных систем смазки 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 электроприводных системах смазки 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) и т.д.

Отзыв на диссертацию ведущей организации - акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация – Авиадвигатель», содержит замечания:

1. Для предлагаемых в работе схем электроприводной системы смазки ГТД магистрального самолета не приведена оценка их массы и надежности.

2. Характеристики рабочей среды в гидравлических трактах системы смазки и ее структуры потока, полученные при исследованиях на автономном и полунатурном стенде с имитатором масляной полости, не уточнены при испытаниях на двигателе-демонстраторе.

3. Приведенные результаты испытаний демонстрационной системы смазки на двигателе-демонстраторе не в полном объеме раскрывают преимущества электроприводной системы смазки по сравнению с системой смазки, приводимой от коробки приводов агрегатов.

4. Выбор откачивающих электроприводных насосов требует уточнения в части их типа и характеристик.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников АО «Электропривод», Власова А.И., кандидата технических наук, генерального директора – главного конструктора, Опалева А.Г., кандидата технических наук, ведущего конструктора – руководителя проекта и Панихина М.В., кандидата технических наук, инженера конструктора 1 категории содержит следующие замечания:

1. Не ясно каким образом оценивались показатели надёжности и проводилась ли такая оценка демонстрационной ЭСС?

2. В главе 4 перечислены требования к характеристикам электроприводов ЭСС, однако не указан порядок требуемой мощности,

соответствие частоты вращения участку полетного цикла, не указаны условия охлаждения электропривода и не оценена необходимость интегрированного исполнения электродвигателя и полупроводникового блока управления с точки зрения обеспечения прочностных характеристик корпусных элементов.

3. В главе 4 сформировано предложение по использованию электропривода вентильного типа с постоянными магнитами, однако в главах 5, 6 использован электропривод вентильного типа на основе асинхронного электродвигателя.

4. В автореферате отражено, что существенное влияние на работу агрегатов систем смазки оказывает наличие воздуха в масле (двухфазность рабочей среды), особенно, в тракте откачки, где газосодержание составляет до 70%. Известно, что при наличии газовых пустот в насосах возникает шум, а также вибрация, причем чем больше габариты насоса, тем эти показатели будут больше. В этой связи необходимо оценивать и подбирать подшипники электродвигателя, работающие в условиях дополнительной вибрации и ударных нагрузках. Как правило, подшипники, работающие в условиях дополнительной вибрации, выбираются большим типоразмером, а это ведет к увеличению конструктивных элементов электродвигателя. Исходя из сказанного, достижение удельных характеристик электропривода, указанных в главе 4, на уровне 0,5...0,7 кг/кВт может оказаться труднодостижимым. Требуется дополнительные исследования по этому вопросу.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников ОАО «НПП «Темп» им. Ф.Короткова» Белукова А.А., кандидата технических наук, ведущего инженера конструктора и Пашкова С.П., заместителя генерального директора по научно-исследовательской работе содержит следующие замечания:

1. Для предлагаемой электроприводной системы смазки ТРД не проведена сравнительная оценка массы традиционной системы и электроприводной, которая требует установки дополнительных агрегатов.

2. Предложенный закон управления электроприводом откачивающего насоса не является оптимальным во всех условиях эксплуатации, т.к. он связан с параметрами нагнетающего насоса.

Отзыв на автореферат диссертации производственного комплекса «Салют» акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация», составленный Мельниковой Н.С., доктором технических наук, заместителем главного конструктора и утвержденный Добрянским Г.В., доктором технических наук, главным конструктором САУ АД и ГТУ, содержит следующие замечания:

1. Не приведена оценка влияния объёма масляной полости опор двигателя на переходные процессы в системе.

2. Не дано обоснование использования только турбулентного режима течения при описании инерционного движения газа в трубопроводах.

3. Отсутствует блок-схема динамической математической модели гидравлических процессов в агрегатах системы смазки с учетом двухфазности рабочей среды.

Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «ОДК-Кузнецов», составленный Кочеровым Е.П., кандидатом технических наук, экспертом ОКБ, Гришановым О.А., экспертом отдела масляных систем ОКБ и утвержденный Чупиным П.В., кандидатом технических наук, генеральным конструктором, содержит следующее замечание:

- Разработанная динамическая математическая модель масляной системы практически не учитывает влияния системы суфлирования. Простая оценка показывает, что массовый расход воздухомасляной смеси по системе суфлирования в несколько раз превышает расход масловоздушной смеси по системе откачки, ограниченный производительностью насоса. Это соотношение характерно для многовальных двигателей и масляных полостей небольших объёмов (например, для опоры турбины). В этих полостях образующаяся масловоздушная смесь по структуре близка к гомогенной и практически однородна по высоте. При этом такая масляная полость имеет

несколько уплотнений и, соответственно, относительно высокий расход воздуха через систему суфлирования. Возможно, влияние системы суфлирования на предложенную модель требует отдельного исследования.

Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «ОДК-Сатурн», составленный Лисициным А.Н., кандидатом технических наук, ведущим инженером-конструктором отдела систем инженерного анализа и утвержденный Храминим Р.В., генеральным конструктором, содержит следующие замечания:

1. На странице 8 автореферата указано, что разработанная схема электроприводной системы смазки ТРДД является «отказоустойчивой», однако не приведено обоснование ее «отказоустойчивости».

2. В автореферате отсутствует изображение и описание экспериментального стенда, а также отсутствует методика проведения испытаний.

3. На странице 9 автореферата представлены переходные процессы в подводящих и откачивающих магистралях маслососа, однако не описана методика перехода от минимальной до максимальной прокачки на входе и не понятно как связан с этим переход в системе откачки.

4. При анализе результатов экспериментальных исследований нигде не сказано, какое количество воздуха поступало в масляные полости и измерялось ли оно вообще.

5. Поскольку неясно какое количество воздуха смешивалось с маслом, для получения корректных результатов одномерных расчетов необходимо проведение дополнительных экспериментальных исследований по определению плотности смеси, либо проведению 3D расчета.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудника федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Макарьянца Г.М., доктора технических

наук, доцента, профессора кафедры автоматических систем энергетических установок содержит следующие замечания:

1. Из текста автореферата сразу не ясно о какой размерности двигателя идет речь, что затрудняет понимание требований к исследуемой системе смазки. Эта информация появляется только на 18 странице.

2. В тексте автореферата не приведено сравнение разработанных методов выбора характеристик ЭСС ГТД с существующими, что доказывало бы новизну результатов исследования.

3. Мелкие подписи рисунков, в частности рис. 3, 4, 5, 6, 7.

4. В заключении отсутствуют рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследований, которые необходимо было привести согласно ГОСТ Р 7.0.11-2011, п.9.2.3.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников акционерного общества «ОДК-Климов» Пушкарева А.Д., кандидата технических наук, ведущего инженера-конструктора и Кузнецова А.А., ведущего конструктора – менеджера проекта содержит следующее замечание:

- Автор при выборе характеристик электроприводов заранее задал удельную массу электроприводов на уровне не более 0,5-0,7 кг/кВт, что с учетом предполагаемого количества электроприводов – на один нагнетающий, два откачивающих насоса и на центробежный суфлер, кажется довольно массивной реализацией электроприводной системы смазки. При этом не приведен сравнительный анализ суммарного массогабаритного показателя и надежности ЭСС и КПА, позволяющий определить сферу применимости ЭСС для летательных аппаратов разных типов. Однако автор справедливо указал, что данная методика разработана для магистрального самолета гражданского применения с ГТД большого диаметра.

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Аэросила», составленный Ивановым А.В., кандидатом технических наук, начальником расчетно-конструкторского отдела, Булычевым Д.В., инженером-конструктором 3 категории

конструкторского отдела вспомогательных силовых установок и утвержденный Астаховым А.А., заместителем генерального конструктора – главным конструктором по ВСУ, содержит 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 линии 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 уравнений 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.).

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

9. 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.

10. 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 « $\rho_{см}$ ».

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Уфимское научно-производственное предприятие «Молния», составленный Назаровым А.Ш., кандидатом технических наук, ведущим инженером-конструктором, Халитовым А.Ш., инженером-конструктором 1 категории и утвержденный Юсуповым Р.З., заместителем генерального директора – главным конструктором по системам автоматики и электроприводной технике, содержит следующие замечания:

1. В автореферате диссертации представлены выбранные законы управления электроприводами системы смазки, но не представлено их обоснование.

2. В автореферате не приведена оценка работы рассматриваемой электроприводной системы смазки ГТД при отрицательных температурах окружающей среды.

3. Отсутствуют рекомендации по дальнейшей разработке темы исследования.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Щуровского Ю.М., что подтверждается их научными публикациями в данной области.

Выбор Кренина Г.В., доктора технических наук, профессора, в качестве официального оппонента обосновывается его широкой известностью и компетентностью в вопросах теории и расчета газотурбинных двигателей. За последние 5 лет Крениным Г.В. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 6 статей по профилю диссертации.

Выбор Вавилова В.Е., кандидата технических наук, доцента в качестве официального оппонента обосновывается его большим опытом в области разработки электрических приводов авиационного применения. Компетентность Вавилова В.Е. подтверждается его публикациями и изобретательской деятельностью в области электрических машин. За последние 5 лет Вавиловым В.Е. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах более 15 статей по профилю диссертации.

Выбор ведущей организации - акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация – Авиадвигатель» обусловлен тем, что эта организация на сегодняшний день является лидером по электрификации систем газотурбинного двигателя для магистрального самолета. В ведущей

организации накоплен большой опыт по проектированию и расчету систем смазки для газотурбинных двигателей различного назначения, что подтверждается публикациями по теме диссертации статей в рецензируемых научных журналах и патентов. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают опытом разработки электроприводных систем газотурбинного двигателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- определены принципы и предложено схемное построение электроприводной системы смазки (ЭСС) для перспективных электрифицированных ГТД;

- разработана методика выбора характеристик электропривода насосов ЭСС;

- разработана динамическая математическая модель гидравлических процессов в агрегатах системы смазки, позволяющая учитывать в расчетах двухфазность рабочей среды;

- предложены способы управления электроприводными насосами системы смазки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- изучены особенности влияния двухфазности рабочей среды на характеристики ЭСС;

- доказана необходимость учета двухфазности рабочей среды при выборе мощности электроприводов;

- предложены уравнения течения двухфазной сжимаемой смеси в трубопроводе, формирования и течения масловоздушной и воздушно-масляной смеси в масляной полости, заполнения двухфазной рабочей средой межзубовых впадин на входе шестеренного насоса и потребляемой насосом гидравлической мощности при перекачке двухфазной среды, позволившие рассчитывать динамические процессы в системе смазки без ограничения уровня газосодержания.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- предложено схемное построение ЭСС ГТД;
- разработаны методы расчетного и экспериментального исследования систем смазки ГТД, применение которых позволит выполнить разработку систем смазки для перспективных электрифицированных ГТД;
- представлены рекомендации по схемному построению ЭСС для перспективных электрифицированных ГТД и выбору характеристик электроприводов такой системы.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

- при выборе характеристик системы использовалась разработанная математическая модель, валидированная по результатам проведенных испытаний;
- разработанные предложения по построению ЭСС подтверждены экспериментальными исследованиями разработанной демонстрационной системы;
- экспериментальные исследования проводились на аттестованных стендах.

Личный вклад соискателя состоит в:

- экспериментальном исследовании особенностей течения двухфазной рабочей среды;
- выполнении математического описания течения сжимаемой двухфазной смеси в гидравлических трактах с шестерённым насосом;
- разработке математической модели системы ЭСС и программы ее расчета на ЭВМ;
- проведении расчетных исследований характеристик электроприводных систем смазки;
- обработке и интерпретации полученных расчетных и экспериментальных данных.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Щуровский Ю.М. ответил обстоятельно и аргументированно на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 06 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи создания электроприводной системы смазки для электрифицированного ГТД, имеющей значение для развития авиационного двигателестроения, присудить Щуровскому Ю.М. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор

 Зуев Юрий Владимирович

06 декабря 2021 г.