

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию аспиранта ЧУЛКОВА Максима Викторовича

«Разработка новых конструктивных решений для повышения энергетической эффективности электрогидравлических рулевых приводов и гидросистем летательных аппаратов»,

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Аспирант кафедры 101 МАИ «Проектирование и сертификация авиационной техники» Чулков Максим Викторович, 1996 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», специализация «Системы оборудования летательных аппаратов» на базе кафедры 103. В 2020 году М.В. Чулков поступил в аспирантуру МАИ по кафедре 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники». За период обучения в аспирантуре им была подготовлена диссертационная работа на тему «Разработка новых конструктивных решений для повышения энергетической эффективности электрогидравлических рулевых приводов и гидросистем летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена непрерывным ростом числа потребителей гидравлической энергии на борту современных самолетов, что приводит к необходимости увеличивать установочную мощность блоков питания гидросистем и влечет за собой увеличение массы гидросистемы и снижение топливной эффективности самолета вследствие роста мощности, отбираемой от силовой установки. Особенно это актуально для маневренных самолетов с неустойчивой аэродинамической компоновкой, к рулевым приводам которых предъявляются требования высокой скорости перемещения выходных звеньев и значительных развиваемых усилий, а, следовательно, высокой потребляемой мощности. Главным направлением повышения энергетической эффективности гидросистем является снижение непроизводительных потерь мощности, вырабатываемой блоком питания и переходящих в нагрев рабочей жидкости. Основными источниками тепловыделений в гидросистеме являются насосы и гидравлические приводы с дроссельным регулированием. В связи с этим возникает необходимость изыскания способов повышения энергетической эффективности гидроприводов, что позволило бы снизить установочную мощность и массу блока питания гидросистемы.

Целью диссертационной работы аспиранта являлась разработка новых конструктивных решений для повышения энергетической эффективности

электрогидравлических рулевых приводов и гидросистем летательных аппаратов; выбор структуры и основных параметров исполнительных агрегатов, обеспечивающих минимизацию тепловыделений с целью снижения установочной мощности и массы гидросистемы.

Научная новизна диссертационной работы М.В. Чулкова:

– разработана новая математическая модель тепловых процессов в гидросистеме самолета с учетом изменения нагружения гидроприводов системы управления полетом при различных углах и скоростях отклонения рулевых поверхностей, при изменении высоты и скорости полета и с учетом режима работы блока питания гидросистемы;

– разработан алгоритм функционирования блока управления приводом рулевой поверхности и изменения структуры золотникового гидрораспределителя в зависимости от величины и направления нагрузки, действующей на выходное звено привода, и от давления нагнетания;

– разработан алгоритм управления режимом работы гидравлического блока питания автономного гидропривода с адаптивностью под внешнюю нагрузку.

По итогам выполнения диссертационной работы соискателем получены следующие результаты:

– Алгоритм управления соотношением проводимости дросселирующих элементов и изменения структуры гидропривода в зависимости от величины и знака внешней нагрузки позволил существенно снизить нагрев рабочей жидкости при ее дросселировании в золотниковом распределителе. Обратная связь по нагрузке на привод реализована через датчики давления в полостях гидроцилиндра. При помощи имитационного моделирования динамических процессов доказана работоспособность предложенного способа снижения тепловыделений в гидроприводе с дроссельным регулированием скорости. При этом полностью обеспечивается выполнение требований к энергетическим характеристикам привода – к усилию торможения и скорости холостого хода.

– Результаты имитационного моделирования показали работоспособность предложенной структуры автономного гидропривода, содержащего блок питания с адаптивной подстройкой режима его работы к внешней нагрузке на привод.

– Разработана и валидирована по результатам летных испытаний самолета Су-35 математическая модель тепловых процессов в гидросистеме на базе дифференциальных уравнений теплового баланса гидросистемы как сосредоточенной емкости и соответствующая инженерная методика оценки изменения температуры жидкости в гидросистеме в течение полета. Модель учитывает параметры окружающей среды, внешнюю нагрузку на приводы, скорости и углы отклонения рулевых поверхностей, изменение КПД насоса в зависимости от режима работы двигателя, дросселирование жидкости в золотниковых распределителях, объемное расширение жидкости при прохождении через них. Результаты моделирования показали, что расчетная кривая

изменения температуры рабочей жидкости с учетом ее объемного расширения близка к данным летных испытаний с погрешностью $\pm 2,6..3$ %.

– Разработана методика расчета массы смешанной структуры энергопитания гидроприводов рулевых поверхностей хвостового оперения тяжелого дальнемагистрального самолета, источниками гидропитания в которой являются электроприводные насосные станции. Проведенные расчеты показывают, что применение для энергопитания приводов секций руля высоты и руля направления тяжелого магистрального самолета локальных гидросистем с источниками питания на основе электроприводных насосных станций с насосом переменной подачи приводит к увеличению массы систем самолета по сравнению с существующей структурой гидропитания приводов от централизованных гидросистем.

– Разработанные решения для повышения энергетической эффективности электрогидравлических рулевых приводов позволят снизить массу теплообменных аппаратов гидросистемы самолета на 15,5 %, а массу основных насосов – на 10 %.

Основные положения диссертационной работы опубликованы автором в 12 трудах, в их числе: две статьи в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России, индексируемых в РИНЦ; одна статья в иностранном журнале, индексируемом в международной системе цитирования Scopus; одна статья в сборнике материалов конференции, индексируемом в международной системе цитирования Scopus; 8 тезисов докладов научных конференций в сборниках, индексируемых в РИНЦ. Положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 11 отечественных и международных научных конференциях. М.В. Чулков проявил хорошие навыки выступлений с докладами на научно-технических конференциях различного уровня и публикации научных статей на русском и английском языках.

В период обучения в аспирантуре М.В. Чулков принимал участие в учебном процессе кафедры: проводил лабораторные работы по курсам «Проектирование энергосистем летательных аппаратов», «Проектирование систем кондиционирования воздуха», «Проектирование индивидуальных систем обеспечения жизнедеятельности»; вел руководство курсовым и дипломным проектированием; разработал учебные пособия к лабораторным работам «Проверка малогабаритных датчиков давления типа МД-Т» и «Проверка работоспособности кислородных масок КМ-32, КМ-34, КМ-35М при помощи установки КУ-8» и внедрил учебно-материальную базу для проведения данных работ; читал курс лекций и практических занятий по дисциплинам «Проектирование энергосистем летательных аппаратов» и «Приводы систем управления летательных аппаратов».

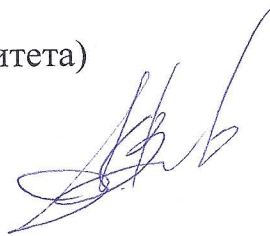
М.В. Чулкова можно охарактеризовать как сложившегося научно-технического специалиста, его диссертационная работа представляет собой решение актуальной и практически значимой научно-технической задачи и отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на

соискание ученой степени кандидата технических наук. Считаю, что Чулков Максим Викторович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Научный руководитель:

Доцент кафедры «Проектирование
и сертификация авиационной техники»
Московского авиационного института
(национального исследовательского университета)
кандидат технических наук

« 5 » 06 2024 г.



А.А. Волков

Подпись Волкова А.А. удостоверяю:

Зам. начальника управления по работе с персоналом
Московского авиационного института
(национального исследовательского университета)



М.А. Иванов

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
Кафедра «Проектирование и сертификация
авиационной техники»
125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 4