

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Чулкова М.В. на тему «Разработка новых конструктивных решений для повышения энергетической эффективности электрогидравлических рулевых приводов и гидросистем летательных аппаратов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Тема диссертационной работы Чулкова Максима Викторовича является, несомненно, **актуальной**. Она направлена на разработку конструктивных мероприятий по сокращению непроизводительных потерь энергии, переходящих в тепло, в гидравлических системах летательных аппаратов применительно к электрогидравлическим рулевым приводам. Необходимость в данных мероприятиях обусловлена тем, что по мере развития современных сверхманевренных боевых самолетов на них устанавливается большое количество рулевых гидроприводов дроссельного типа, развивающих значительные усилия. В связи с этим требуется увеличение мощности основных гидронасосов, что приводит к закономерному росту их массы. Одновременно с этим существует проблема отвода тепла от конструкции гидросистемы в условиях сверхзвукового полета, когда из-за аэродинамического нагрева обшивки среда, окружающая гидросистему, имеет температуру, превышающую допустимую для применяемых жидкостей. Конвективный теплообмен для поддержания заданной температуры жидкости в таком случае невозможен, а увеличение производительности теплообменных аппаратов гидросистемы приводит к росту их массы. Таким образом, целесообразной становится разработка конструктивных модификаций электрогидравлических приводов, предназначенных для минимизации их тепловыделений.

Научная новизна диссертационной работы Чулкова М.В. заключается в следующем:

1. разработка новой структурной схемы золотникового распределителя рулевого гидропривода и алгоритма управления им. Снижение тепловыделений достигается при нагрузке, совпадающей по направлению действия с направлением движения штока привода, за счет изменения

Вх.№:		МАИ
« 18 »	09	2024 г.
Кол-во листов док-та		_____
Приложения		_____

- структуры распределителя и кольцевания жидкости в линии нагнетания посредством перепускного клапана;
2. разработка новой модели теплового баланса гидросистемы самолета, где, в отличие от существующих моделей, учтено изменение КПД насоса в зависимости от оборотов его вала и от величины подачи, а также нагрев жидкости при дросселировании в рулевых приводах, при этом учитывается переменный характер нагружения приводов;
 3. разработка нового алгоритма адаптивного управления характеристикой насоса переменной подачи, входящего в состав блока питания автономного рулевого гидропривода. Адаптивность заключается в установке посредством регулятора с электромагнитным клапаном уровня давления нагнетания, соответствующего действующей на привод фактической нагрузке.

Практическая значимость работы

Важным для практики результатом диссертационной работы является методика расчета температуры жидкости в гидросистеме на основе математической модели теплового баланса, применение которой позволит выполнить предварительную количественную оценку тепловой напряженности гидросистемы в течение полета по заданному профилю. В качестве исходных данных используются геометрические и объемно-массовые характеристики гидросистемы, параметры профиля полета, углы и скорости отклонения рулевых поверхностей самолета. В ходе расчета вычисляются шарнирные моменты рулевых поверхностей и нагрузка на гидроприводы системы управления, как итог, определяется нагрев рабочей жидкости гидросистемы при ее дросселировании в золотниковых распределителях приводов. Применение данной методики в процессе проектирования гидросистем самолетов даст возможность конструктору определить потребные характеристики теплообменных аппаратов и выделить самые нагруженные с точки зрения тепловыделений режимы работы гидросистемы и профили полета.

Следующим практически значимым результатом диссертационной работы является сравнение двух структур системы энергообеспечения рулевых приводов хвостового оперения самолета Ил-96-300, которое показало, что применение локальных гидросистем на данном самолете невыгодно с точки зрения массы.

Достоверность полученных результатов обосновывается сопоставлением результатов расчетов с данными летных испытаний самолета Су-35-2, что показало удовлетворительную сходимость, а также применением сертифицированного программного обеспечения для имитационного моделирования.

К тексту диссертации можно сделать следующие **замечания**:

1. В главе 1 в одной из представленных структур силовой системы управления установлены приводы с комбинированным питанием как от локальной гидросистемы, так и от встроенного электроприводного насоса. При анализе применимости локальных гидросистем на Ил-96-300 соискателем не были рассмотрены подобные структуры системы управления, сравнение вариантов их исполнения между собой и с существующей структурой питания от централизованных гидросистем было бы более информативным.
2. В главе 3 не приведена укрупненная структура имитационной Simulink-модели блока питания автономного привода с адаптивностью, а также блока задания внешней нагрузки.
3. Отсутствует обоснование приведенных в главе 3 параметров передаточной функции линейного электродвигателя управления золотником первого каскада усиления привода.
4. В п.3.3 главы 3 не приведены величины усилий, развиваемых моделируемым автономным гидроприводом, а также его максимальный потребляемый расход жидкости.

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Тема диссертации соответствует заявленной специальности. В соответствии с Постановлением о присуждении ученых степеней, соискатель в диссертационной работе представил решение **важной научно-технической задачи** по повышению энергетической эффективности гидросистем летательных аппаратов.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и раскрывает ее основные положения.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 трудах, в том числе в двух статьях в журналах перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Чулков Максим Викторович, заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Официальный оппонент, профессор кафедры аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов МГТУ ГА, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор



Ципенко Владимир Григорьевич
17.09.2024

Телефон: 8-964-510-99-85

Адрес электронной почты: avas38@yandex.ru

Полное наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации»

Почтовый адрес организации:

125993, г. Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Адрес официального сайта организации в сети Интернет:

<https://www.mstuca.ru/>

Адрес электронной почты организации: info@mstuca.aero

Телефон: 8-499-458-75-47; 8-499-459-07-41

Подпись проф. Ципенко Владимира Григорьевича удостоверяю.

Проректор МГТУ ГА по научной работе и Инновациям

(должность)

Д.т.н. проф.

Воробьев В.В.

(подпись)

(Ф.И.О.)



С ответами ознакомлен.

муз 18.09.24