

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»

Актуальность работы

Несмотря на то, что в настоящее время активно развиваются концепции «более электрического самолета» (БЭС) и «полностью электрического самолета» (ПЭС), подразумевающие переход к интеграции бортовых систем и агрегатов с одним типом энергии – электрической – в случае БЭС, и применение единой централизованной системой электроснабжения – в случае ПЭС, гидравлическая система остается основным источником энергии для рулевых приводов системы управления. В концепциях БЭС и ПЭС предполагается переход к рулевым приводам, получающим энергию от системы электроснабжения самолета – автономным электрогидравлическим и электромеханическим приводам. Ключевым недостатком первых является значительное выделение тепла при работе, что в настоящее время препятствует их активному внедрению. Тепловыделения характерны для гидроприводов с дроссельным регулированием вообще, особенно для приводов систем управления самолетов военного назначения, характеризующихся значительными развиваемыми усилиями и скоростями выходных звеньев. Рост тепловой нагрузки на рабочую жидкость, выполняющую функции теплоносителя в гидросистеме, влечет за собой нежелательное увеличение массы теплообменных аппаратов. В связи с этим весьма актуальной является разработка конструктивных способов снижения тепловой напряженности гидроприводов, которые были бы применимы как к приводам с централизованным гидроснабжением, так и к приводам с автономным питанием от встроенного гидронасоса.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

25.09.2024 г.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы Чулкова М.В. может быть сформулирована в тезисах:

- разработана новая структура золотникового распределителя, изменяемая автоматически в зависимости от величины и направления внешней нагрузки на привод, и алгоритм управления приводом;
- разработана новая математическая модель теплового состояния гидросистемы, в которой учтена зависимость тепловыделений от режима работы насоса и от нагрузки на рулевые приводы;
- разработан алгоритм адаптивного регулирования характеристики насоса, входящего в состав автономного рулевого гидропривода, в зависимости от усилия, нагружающего привод.

Практическая значимость работы

Разработана методика расчета температуры жидкости в гидросистеме на базе решения системы дифференциальных уравнений теплового баланса, в которой предусмотрена возможность задавать в качестве исходных параметров характеристики профиля полета, скорости и углы отклонения рулевых поверхностей самолета, режим работы двигателя и варьировать их значения в зависимости от времени полета. Достаточно простая программная реализация расчета позволяет получить результат в кратчайшие сроки, что важно при предварительном проектировании гидросистемы самолета.

Соискатель доказал расчетным путем, что для самолета Ил-96-300 применение локальных гидросистем, заявленное в ряде публикаций как один из способов снижения массы самолета, нецелесообразно и приводит к обратному эффекту. Разработанная соискателем методика расчета массы локальных гидросистем с автономными блоками питания на базе насосных станций универсальна и применима к различным структурам системы энергообеспечения рулевых приводов.

Разработанный соискателем алгоритм управления характеристикой насоса переменной подачи, предназначенный для адаптации к нагрузке рулевого автономного гидропривода, в комплексе с изменяемой структурой золотникового гидрораспределителя позволяет существенно снизить потери на дросселирование рабочей жидкости, которые переходят в ее нагрев. Следовательно, решается одна из главных проблем, задерживающих внедрение автономных рулевых гидроприводов в авиационной технике.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным применением аналитических методов расчета, а также валидацией математической модели теплового состояния гидросистемы по данным летных испытаний самолета Су-35-2 и стендовых испытаний насоса, применяемого в составе гидросистемы данного самолета.

Публикации. Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 11 научно-технических конференциях, опубликованы в 12 трудах, в том числе в 2 статьях в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, и 1 статье, индексируемой в международной системе цитирования Scopus.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 162 страницы, 66 рисунков, 19 таблиц.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. В главе 1, пункт 1.7, приведены ссылки на 7 публикаций, посвященных проблеме тепловой напряженности автономных приводов, однако не раскрыто их содержание, упомянуты только типы рассматриваемых приводов и методы исследования.

2. В диссертации не указано, как связана представленная в главе 2 математическая модель дроссельного гидропривода с исследованиями, проведенными соискателем.

3. Работоспособность предложенной соискателем структуры гидропривода проверялась для небольшого количества расчетных случаев. В

частности, для синусоидального входного сигнала проверка выполнялась только на одной частоте и амплитуде.

4. Не приведены требования к амплитудно-фазовым частотным характеристикам гидропривода-прототипа, а также не исследовано, в какой степени модифицированная конструкция привода будет им удовлетворять.

5. В части 3.2 главы 3 не исследовано, будет ли обоснованной с точки зрения отказобезопасности системы управления полетом установка 3 локальных гидросистем вместо 4 и каким в этом случае будет изменение массы самолета.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации. Тема диссертации соответствует заявленной специальности, а полученные результаты соответствуют поставленной цели и задачам работы. Диссертация выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической ценностью, является самостоятельной и законченной научно-исследовательской работой. В диссертации предложены и обоснованы несколько вариантов решения важной задачи по снижению тепловыделений в гидросистемах летательных аппаратов, что позволит повысить их энергетическую эффективность.

Автореферат в достаточной степени отражает содержание диссертации и раскрывает ее основные положения.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Чулков Максим Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Официальный оппонент, профессор кафедры «Гидромеханика,
гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
доктор технических наук



Труханов Кирилл Алексеевич

18.09.2024

Телефон: 8-916-210-24-77

Полное наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)»

Почтовый адрес организации:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, с.1

Адрес официального сайта организации в сети Интернет: bmstu.ru

Адрес электронной почты организации: bauman@bmstu.ru

Телефон: 8 (499) 263-63-91

Подпись Труханова Кирилла Алексеевича удостоверяю. **ВЕРНО**

СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ

**КАДРОВОЕ
АДМИНИСТРИРОВАНИЕ**

ШИРОВА ОЛЕСЯ СЕРГЕЕВНА

65-07



С отзывами ознакомлен.

Чуков / Чуков М.В.

25.09.2024