Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Левчук Иван Владимирович

Исследование вентильного электропривода для самолетных энергосистем

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Никитина
Елена Николаевна
Проверено
18.03.2021 Зачтено Библиотека

2021

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель	кандидат технических наук, доцент кафедры Дерюжкова Нелли Егоровна
Рецензент	кандидат технических наук, главный инженер ООО «Одиссей-ДВ» Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится «12» марта 2021 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 06 марта 2020 г.

Секретарь ГЭК Д.О. Савельев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Разработка электропривода систем управления самолетом - сложная техническая задача, на решение которой накладываются многочисленные, часто взаимоисключающие требования к динамическим и статическим характеристикам, энергопотреблению, длительности непрерывной работы, массе, габаритам, особенностям компоновки и другим параметрам.

Важность и сложность функций, выполняемых устройствами летательного аппарата, предопределяет основное требование, предъявляемое к ним - надежность и безотказность работы. При создании самолетов нового поколения требования к наработке на отказ должны составлять не менее 50000 часов налета. Для выполнения этого требования часто необходимо использовать специальные конструкции и материалы, специальные принципы проектирования системы в целом. И иметь в виду, что при разработке электрооборудования летательного аппарата на первом месте стоит не дешевизна, а обеспечение заданных параметров.

Среди многообразия других требований, предъявляемых к ЭП систем управления самолета, можно выделить два основных: оптимальные массоэнергетические показатели, высокие динамические показатели.

Основным звеном, определяющим параметры электропривода (диапазон регулирования частоты вращения, перегрузочную способность, массоэнергетические и динамические показатели) является электродвигатель. Из сравнительного анализа различных приводов по указанным критериям наиболее перспективным в электроприводе органов управления самолетом, является авиационный электропривод, выполненный на базе вентильного двигателя с высокоэнергетическими постоянными магнитами. Реализация системы автоматического управления электропривода с использованием возросших возможностей микроконтроллеров, организующих взаимодействие с автоматической системой штурвального управления и выполняющих функции координирующего, контролирующего и

корректирующего звена между всеми бортовыми системами, позволяет выполнить требования по надежности и массоэнергетическим показателям, превышающим требования, обеспечиваемые гидравлическим приводом.

Цель работы.

Целью данной работы является разработка и дальнейшее исследование вентильного электропривода для системы управления флаперонами в режиме закрылков. Для этого необходимо выполнить следующие задачи:

1. Разработка математической модели вентильного электропривода.

2. Разработка структурной схем системы управления флаперонами в режиме закрылков.

3. Исследование динамических характеристик управления флаперонами в системе с гидроусилителем.

4. Исследование динамических характеристик в системе с замкнутым гидравлическим контуром .

Объектом исследования в этой работе выступает имитационная модель вентильного электропривода для устройства управления флаперонами в режиме закрылков.

Методы исследований.

В качестве решения поставленных задач было выбран метод:

1. Моделирование в среде MatLab.

К защите предоставляются следующие основные положения:

1. Реализация электропривода закрылков на базе вентильного двигателя.

2. Результаты исследования динамических характеристик вентильного электропривода закрылков во вращающейся системе координат и на эквивалентной модели двигателя постоянного тока.

3. Результаты исследования динамических характеристик системы управления флаперонами в режиме закрылков.

Научная новизна.

1. Разработка вентильного электропривода закрылков высокой надежности, с минимальными массой и габаритами, с высоким качеством переходных процессов.

2. Разработка имитационных моделей вентильного электропривода для исследования динамических характеристик.

Практическая ценность работы заключается:

В повышении надежности системы управления флаперонами за счет отсутствия в исполнительном двигателе щеточно-коллекторного узла, и как следствие повышение безопасности выполнения взлета-посадки на различных углах атаки и увеличение межремонтного интервала в процессе эксплуатации изделия.

Публикации.

Основные содержания диссертационной работы опубликованы в материалах 3-ей Всероссийской национальной конференции молодых ученых и международном научном журнале «Образование и наука в России и за рубежом».

Апробация результатов.

Результаты исследований, включённые в работу, докладывались на 3-ей Всероссийской национальной конференции молодых ученых (Комсомольск-на-Амуре 2020 г. КнАГУ) и международном научном журнале «Образование и наука в России и за рубежом» выпуск №77 (Москва 2021 г.)

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 20 наименований. Работа изложена на 81 странице, содержит 29 рисунков и 5 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В ведении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования.

В первой главе выполнен обзор существующих самолетных энергосистем и показано, что применение вентильного электропривода позволит заменить в самолетных энергосистемах гидро и пневмоприводы на электроприводы с меньшей массой и повышенной надежностью.

Во второй главе рассмотрены условия работы летательных аппаратов, которые характеризуются широким изменением параметров окружающей среды, вибрационными и ударными нагрузками, влиянием внешних воздействий. Сформулированы общие требования к авиационному электроприводу и специальные требования, определяемые конкретным назначением электропривода.

В третьей главе рассмотрены конструктивные особенности механизма закрылков, произведен расчет мощности исполнительного двигателя механизма и выполнена разработка сервопривода на базе бесщеточного электродвигателя Faulhaber 2250 024 BX4 S.

В четвертой главе выполнено исследование вентильного электропривода во вращающейся системе координат и эквивалентной системе с двигателем постоянного тока. Разработана математическая модель для исследования динамических характеристик системы регулирования скорости вентильного электропривода. Дана оценка качества переходных процессов одноконтурной системы регулирования скорости.

В пятой главе представлена функциональная схема системы управления флаперонами в режиме закрылков, определены передаточные функции гидроусилителей. Разработана и исследована математическая модель с замкнутой гидравлической системой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Доказана перспективность применения вентильного электропривода в системах механизации крыла для обеспечения надежности и улучшения массогабаритных показателей авиационного электропривода ;
2. Разработан сервопривод закрылков на базе вентильного двигателя с высокими динамическими показателями;
3. Проведены исследования динамических характеристик вентильного электропривода во вращающейся системе координат и на эквивалентной модели двигателя постоянного тока, на основании которых установлено, что как динамическое звено, вентильная машина эквивалентна двигателю постоянного тока;
4. Разработана модель системы управления флаперонами в режиме закрылков с настроенным ПИД-регулятором;
5. Выполнено исследование динамических характеристик системы управления флаперонами в режиме закрылков с настроенным ПИД-регулятором. Проведенный анализ показал, что система обладает высокими показателями качества регулирования.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1 Дерюжкова, Н.Е. Исследование динамических характеристик системы управления флаперонами в режиме закрылков. / Н.Е.Дерюжкова, И.В Левчук // Молодежь и наука: Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований №1: Материалы III Всероссийской национальной конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020.- С. 297-299.

2 Левчук, И.В. Моделирование нечеткой системы регулирования электропривода закрылков / И. В. Левчук, // Международный научный журнал.: « Образование и наука в России и за рубежом», №1 от 25 января 2021 г, выпуск 77– Москва: 2021. – С. 62-66.