

УДК 621.313.323

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕЗЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Л. И. Левченко¹, И. И. Ямалов²

¹levchenko.li@ugatu.su, ²yamalov.i.i@mail.ru

^{1,2} ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

Аннотация. в статье приведено обоснование развития резервных систем электроснабжения летательных аппаратов. Проведён анализ проблем при проектировании этих систем. Проведён анализ проблем проектирования систем управления генераторами. Сделаны выводы из проведённого анализа.

Ключевые слова: более электрическая авиация; системы электроснабжения летательных аппаратов; электрические генераторы; системы управления.

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергия занимает все более значимую роль в авиации, принося новые технологии и инновации. На сегодняшний день электрификация в авиации является перспективным направлением отрасли. Необходимость процесса внедрения электрических систем и технологий в авиацию с целью повышения эффективности, безопасности и экологичности авиационной техники проявилась в 1970-х годах и с каждым годом работы в этой области становятся все более актуальными. Развитие более электрической авиации имеет ряд преимуществ, таких как повышение эффективности и снижение затрат на эксплуатацию авиационной техники вследствие уменьшения веса и размера оборудования. Это приводит к снижению затрат на обслуживание и эксплуатацию авиационной техники. Электрические системы также более точны и надёжны, что способствует снижению вероятности ошибок и аварий, а уменьшение выбросов улучшает экологическую ситуацию. В настоящее время электрификация в авиации развивается в нескольких направлениях: использование электрических двигателей, применение аккумуляторных батарей, внедрение полностью электрических систем управления и контроля.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЗЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

При работе в направлении электрификации в первую очередь обращают внимание на системы электроснабжения летательных аппаратов. Это объясняется тем, основная задача бортовой системы электроснабжения – обеспечение надежного и безопасного функционирования летательного аппарата во время полета [1]. Она также должна обеспечивать оптимальное использование энергии и управление энергопотреблением на борту. Создание бортовой системы электроснабжения — это сложный и многогранный процесс, который включает в себя множество технологий и методов. При разработке такой системы необходимо учитывать множество факторов, таких как вес и габариты, эффективность использования энергии, надёжность и безопасность. Благодаря применению новых технологий современные системы электроснабжения становятся всё более эффективными и компактными. Это позволяет увеличить дальность полёта, снизить массу самолёта и улучшить его топливную экономичность.

Рассматривая бортовую систему электроснабжения, нельзя не упомянуть о резервной системе электроснабжения. Она является значимой составляющей электрической системы летательного аппарата и служит для обеспечения непрерывного питания бортовых потребителей

при отказе основных источников электроэнергии. Резервная система используется для снабжения энергией систем навигации, связи, управления полётом и других важных систем, необходимых для безопасной эксплуатации воздушного судна. С увеличением энерговооруженности воздушных судов, количество и суммарная мощность критичных потребителей значительно увеличивается и требуется увеличение мощности резервной системы электроснабжения летательного аппарата [2]. Вследствие этого необходимо проектировать улучшенные резервные системы электроснабжения. Примером может служить разработка преобразователя частоты ПЧ-ПСПЧ-Д(Д1) для дополнительной системы генерирования переменного тока типа ПСПЧ (переменная скорость постоянная частота) мощностью 30 кВА для изделия 411. Разработка проводилась до 2006 года, а в 2007 году была изготовлена промышленная партия из 10 образцов системы. Система имела две модификации, индексированные Д и Д1. Заказчиком разработки выступил ПАО «Туполев», исполнителем – ОАО АКБ «Якорь». В двухканальную систему в состав одного канала системы СГ-ПСПЧ-Д(Д1) входят: магнитоэлектрический генератор ГС-ПСПЧ-Д (Д1) и преобразователь ПЧ-ПСПЧ-Д (Д1). [3]

Именно поэтому эти системы продолжают развиваться и совершенствоваться, чтобы обеспечить более высокую эффективность, надежность и безопасность полетов. Для этого требуются новые технологии и решения, которые позволят еще больше улучшить эти системы и сделать их еще более эффективными и надежными. Основные направления новых технических решений в области авиационного электроснабжения включают использование литий-ионных аккумуляторов, которые обладают высокой энергоёмкостью и быстро заряжаются, а также разработку высокоэффективных генераторов, потребляющих меньше топлива и производящих больше электроэнергии. Кроме того, проводятся исследования по применению альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы, для питания самолётных систем. Наиболее приоритетным направлением является разработка высокоэффективных генераторов. Они являются неотъемлемой частью любого летательного аппарата, поэтому к ним предъявляются высокие требования, как и ко всей системе электроснабжения. Генераторы на летательных аппаратах постоянно совершенствуются с целью повышения их эффективности, надёжности и долговечности.

Большую роль в работе генератора играет система управления. Она включает в себя системы мониторинга, которые следят за параметрами генераторов, такими как температура, напряжение и ток, а также системы защиты от перегрузок и коротких замыканий. Система управления также обеспечивает переключение между источниками электроэнергии, например, между основными и резервными генераторами или между различными бортовыми аккумуляторными батареями. Технические решения, примененные при создании этой системы, обязательно влияют на работу всей системы электроснабжения. По этой причине вопросу разработки и конструирования систем управления необходимо уделять повышенное внимание.

В настоящее время для систем управления генераторами летательных аппаратов используются современные технические решения, такие как микропроцессорные системы управления, позволяющие контролировать и регулировать работу генераторов с высокой точностью и надежностью [4]. Также используются системы автоматического управления, которые могут самостоятельно переключать источники электроэнергии в зависимости от нагрузки и других параметров системы. Также рассматриваются различные схмотехнические решения, а также алгоритмы управления авиационными генераторами. Например, в работе “Dynamic Programming Algorithm for Management of Aircraft Power Supply System” [5] создана модель высоковольтной системы выработки электроэнергии постоянного тока, а также предложена технология регулятора напряжения с двойной обратной связью с обратной связью, основанная на прямой связи по току возбуждения и обратной связи по напряжению нагрузки. Данный алгоритм управления позволяет ускорить расчёт программы, тем самым увеличивая быстродействие и энергоэффективность системы управления. Также не стоит забывать и об выборе электронных компонентов, которые будут использоваться при создании системы управления. Например, для уменьшения массогабаритов системы можно увеличить частоту переключения

силовых ключей, отвечающих за преобразование электрической энергией, однако это приведет к увеличению потерь при переключении. Поэтому необходимо разрабатывать алгоритм на основе использования методов мягкого переключения. Однако, чтобы существенно увеличить частоту требуется использование транзисторов на основе полупроводников SiC и GaN. При таком решении можно добиться частоты до 10^8 Гц [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из вышеописанного следует, что проектирование системы электроснабжения (в том числе и резервной) является комплексной задачей, требующей внимания от начала работы над созданием нового летательного аппарата и заканчивая летными испытаниями. Важно подчеркнуть, что работы над созданием системы управления электроснабжением занимают весомую часть этой задачи, требующие комплексного междисциплинарного подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы электроснабжения летательных аппаратов (Учебник) / под ред. С.П. Халютина. — М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2010. — 428 с.
2. **M. A. Khoroshev, D. V. Makarov, I. V. ZaeV and V. E. Sidorov**, "Development of a Mathematical Model of Variable-Voltage Variable-Frequency Aircrafts Electric Power System," 2018 19th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM), Erlagol, Russia, 2018, pp. 6403-6408, doi: 10.1109/EDM.2018.8434992.
3. «Разработка преобразователя частоты ПЧ-ПСЧ-Д(Д1) для дополнительной системы генерирования переменного тока типа ПСЧ (переменная скорость постоянная частота) мощностью 30 кВА для изделия 411. (ОАО АКБ «Якорь»).» [Электронный ресурс]. – URL: https://ipe.nstu.ru/?page_id=580 (дата обращения: 02.05.2024).
4. **M. A. Zharkov, R. Y. Sarakhanova, A. A. Salvasser and M. A. Khoroshev**, "Synthesis of the Control System for the Voltage Stabilization Unit of the Three-Stage Synchronous Generator," 2021 XV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems Of Electronic Instrument Engineering (APEIE), Novosibirsk, Russian Federation, 2021, pp. 175-180, doi: 10.1109/APEIE52976.2021.9647566.
5. **M. Wang, L. Li, J. Liu, A. Zhang and Y. Guo**, "A Sensorless Control Strategy of Permanent Magnet Starter/Generator under All Working Conditions," 2023 26th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), Zhuhai, China, 2023, pp. 876-881, doi: 10.1109/ICEMS59686.2023.10417854.
6. **A. Barzkar and M. Ghassemi**, "Electric Power Systems in More and All Electric Aircraft: A Review," in IEEE Access, vol. 8, pp. 169314-169332, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3024168.

ОБ АВТОРАХ

ЛЕВЧЕНКО Лев Игоревич, аспирант ПИШ «Моторы будущего» Уфимский университет науки и технологий.

ЯМАЛОВ Ильнар Илдарович, канд. техн. наук, доцент ПИШ «Моторы будущего» Уфимский университет науки и технологий.

METADATA

Title: On the issue of designing a backup power supply system.

Authors: L. I. Levchenko¹, I. I. Yamalov²

Affiliation:

¹²Ufa University of science and technology (UUST), Russia.

Email: ¹levchenko.li@ugatu.su, ²yamalov.i.i@mail.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 2 (31), pp. 83-85, 2024. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The article provides a rationale for the development of backup power supply systems for aircraft. An analysis of the problems in designing these systems is conducted. An analysis of the problems in designing generator control systems is conducted. Conclusions are drawn from the analysis.

Key words: more electric aviation; aircraft electrical power systems; electrical generators; control systems.

About authors:

LEVCHENKO Lev Igorevich, postgraduate student, AES «Motors of the Future».

YAMALOV Ilnar Ildarovich, Candidate of Technical Sciences. Associate Professor of AES «Motors of the Future».