



Перспективные направления развития системы управления самолетом

С.Е. Постников

инженер 1й категории НИО-101 Московского авиационного института (НИУ); Москва

e-mail: postnikov.sergey007@yandex.ru

А.А. Трофимов

инженер НИО-101 Московского авиационного института (НИУ); Москва

Аннотация. Разработка систем управления перспективных самолетов является сложным и многоитерационным процессом, требующим обеспечения высокого качества проектирования и производства.

Только качественный подход к процессам проектирования позволяет обеспечить разработку системы управления с должным уровнем надежности и отказобезопасности.

В связи с ужесточением требований авиационных властей к современным самолетам в целом и системам их управления в частности, а так же повышения конкурентных преимуществ разрабатываемой техники проектирование бортовых систем необходимо осуществлять с применением передовых технологий.

Статья посвящена обзору передовых конструкторских решений при проектировании системы управления перспективных самолетов и оценке эффективности их применения.

Ключевые слова: система управления самолетом, качество процессов проектирования, электрификация бортовых систем.

Авиастроение традиционно является одной из самых наукоемких областей промышленности и концентрирует в себе большинство передовых технологий с целью обеспечения высокого уровня надежности и безопасности при осуществлении авиационных перевозок. Одним из основных путей достижения высоких показателей безопасности полетов, а также обеспечения конкурентных преимуществ современных самолетов является высокое качество на всех этапах жизненного цикла изделия.

При разработке нового перспективного самолета необходимо обеспечить его преимущества в летных характеристиках и топливной эффективности и высокий уровень надежности и отказобезопасности. Одним из перспективных направлений раз-

вития современной авиационной техники является постепенное повышение уровня электрификации ключевых бортовых систем (применение концепции «более электрический самолет» – БЭС). Применение концепции БЭС приводит к необходимости разработки новых архитектурных решений при построении комплекса бортовых систем, а также новых типов компонентов.

Основными системами, повышение уровня электрификации которых может быть эффективно, являются: система кондиционирования воздуха, система управления самолетом в комплексе с гидравлической системой и системой шасси, противообледенительная система. Эти системы в той или иной мере осуществляют отбор мощности от силовой установки, а постепенная замена компонентов систем на компоненты, использующие электрическое питание, позволит сократить и/или оптимизировать отбор мощности.

Главной задачей для конструкторов является обеспечение наращивания уровня электрификации при неизменном уровне качества бортовых систем или агрегатов [1]. В рамках системы управления самолетом перспективным направлением развития является уменьшение числа потребителей гидравлической энергии, замена электрогидравлических рулевых приводов (ЭГРП) на электрогидростатические и/или электромеханические приводы (ЭМП). Замена ЭГРП на электрогидростатические началась с 1950-х гг., но внедрение данного типа приводов на воздушных судах было приостановлено из-за ряда проблем, начиная от недостаточной надежности заканчивая значительными габаритами. Впоследствии ряд существенных недостатков получилось устранить.

Компания Airbus успешно внедрила данный тип привода в архитектуре СУ самолетов A380 и A350. Замена ЭГРП на электромеханические приводы (ЭМП) началась с системы перемещения механизации крыла (СПМК) и механизмов перестановки стабилизатора (МПС). Данная замена стала возможной, поскольку приводы МПС и СПМК не участвуют в высокодинамическом управлении самолетом и применяются короткое время, на этапах взлета и посадки, что примерно составляет 10% от продолжительности полета.

Из-за отказов приводов МПС или СПМК возникает невозможность перемещения вторичных аэродинамических поверхностей, что не приводит

к возникновению катастрофической ситуации. Это позволило разработчикам создать ряд технологий и отработать процессы проектирования и производства ЭМП.

С каждым поколением ЛА уменьшается число потребителей гидросистемы, однако замена ЭГРП основных поверхностей управления на ЭМП на данный момент не представляется возможной с точки зрения надежности и отказобезопасности. В нашей стране разработка новых типов приводов для СУ была приостановлена на время из-за недостатка финансирования авиационной отрасли. Информация сайта «Библиотека диссертаций» [2] позволяет заключить, что в середине 2000-х появились работы по анализу возможности электрификации систем управления самолетов, которые проводились в ЦАГИ, ОКБ «Родина», ОАО «ПМЗ «Восход»», ОАО «Электропривод», МАИ и других НИИ и ОКБ. В частности, в ЦАГИ и ОКБ «Родина» был создан и испытан демонстрационный образец автономного рулевого привода объемного регулирования. Целью данной работы стало создание научно-технического задела для разработки нового поколения отечественных самолетов с полностью или частично электрифицированным оборудованием, отработка технологий и создание аппаратуры для перехода к перспективной структуре энергетического обеспечения самолетного бортового оборудования, которое использует для функционирования преимущественно электрическую энергию.

Помимо проектирования различных типов рулевых приводов, проводятся работы по созданию новых архитектурных решений в системе управления. Одно из таких решений – это разработка удаленного электронного блока управления рулевым приводом.

Электронные блоки обеспечивают управление рулевыми приводами по сигналам от основных вычислителей, таким образом, блок управления должен реализовывать замыкание контура управления и осуществлять контроль состояния компонентов привода. Интеграция электронного блока в конструкцию привода позволяет сократить количество проводов до 90%, поскольку обмен информацией осуществляется по цифровой линии данных вместо аналоговых линий связи. Данное архитектурное решение позволяет значительно сократить вес самолетной кабельной сети. В перспективе в блоках управления рулевым приводом можно реализовать резервный канал управления аэродинамической поверхностью и обеспечить реализацию обособленного контроля привода для упрощения алгоритмов основных вычислителей.

Еще одним архитектурным нововведением является изменение принципа обмена информацией между компонентами системы управления. Внедрение в конструкцию самолета оптоволоконной линии связи позволяет увеличить объемы передаваемой информации и значительно повысить безопасность информационного обмена. В отличие от медных кабелей, оптоволокно не излучает и не воспринимает электромагнитные волны. Замена медных кабелей на оптоволоконные позволяет уменьшить вес самолетной кабельной сети и обеспечить прокладку одного жгута по самолету. Замена традиционной кабельной сети истребителя А-7 на оптоволоконную позволила сэкономить более 38 кг веса [3], а в конструкции самолета *Boeing 787* имеется уже 110 оптоволоконных соединений и 1,7 км оптического кабеля [4].

Также перспективным направлением развития СУ является повышение комфорта управления. Это достигается путем реализации следящих органов управления в кабине экипажа. Развитие электроники способствует увеличению степени электрификации органов управления, снабжению их малоразмерными электродвигателями и управляющей электроникой, которая обеспечивает отклонение рукояток органов управления по сигналам автопилота. Следящие органы управления позволяют обеспечить включение летчика в контур управления для корректировок автопилота при отсутствии серьезных забросов в управлении. Использование микроэлектроники в качестве элементной базы для основных вычислителей значительно сокращает габариты, увеличивает вычислительные мощности, а также дает возможность реализовать концепцию разнородности, что обеспечивает повышение надежности системы управления.

Соответствие современным требованиям качества и надежности, высокие весовые характеристики для перспективных самолетов достигаются при грамотном сочетании перспективных технологий. По экспертной оценке, использование новых технологий при разработке системы управления позволит обеспечить выигрыш в массе для ближнемагистрального самолета от 12% до 16%, а для дальнемагистрального от 14% до 18%. При этом необходимо учитывать, что перспективные самолеты являются сложной и высоко интегрированной структурой. Несмотря на оптимистичные оценки, при изменении системы управления необходим комплексный анализ всех систем, поскольку это может значительно сократить уровень эффективности электрификации системы управления.



Ни одно из перспективных направлений развития СУ не сможет быть внедрено в бортовую систему без соблюдения требований надежности и отказобезопасности новых компонентов и агрегатов. Соответствие требуемым уровням надежности и отказобезопасности достигается постоянным увеличением требований к качеству продукции, соблюдением процессов проектирования и требований по производству элементов и агрегатов.

Литература

1. Воронович С., Каргопольцев В., Кутахов В. Электрический самолет //Авиапанорама. 2009, № 2. С. 23–27.
2. Алексеенков А.С. Улучшение динамических свойств и исследование рабочих процессов авиационного рулевого гидропривода с комбинированным регулированием скорости при увеличении внешней нагрузки// Дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02. Л., 2014. 150 с.
3. Семенов Ю.А. Telecommunication technologies – телекоммуникационные технологии (3.2 Оптоволоконные каналы и беспроводные оптические связи). ИТЭФ-МФТИ. 2014. 548 с.
4. Репин А.В. Волоконная оптика в авиации: наступившее завтра // Национальная оборона. 2016, № 1. С. 14–16.

Perspective Direction of Development of a Control System of Plane

S.E. Postnikov, engineer of the 1st category of national research department (NRD)-101 of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

e-mail: postnikov.sergey007@yandex.ru

A.A. Trofimov, engineer of national research department (NRD)-101 of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

Summary. Development of systems of management of perspective planes is the difficult and multiiterative process demanding quality ensuring design and production.

Only high-quality approach to a designing process allows to provide development of the system of management with the due level of reliability and fail-safety.

Due to the toughening of requirements of the aviation authorities to modern planes in general and to the systems of their management in particular, and also increases in competitive advantages of the developed equipment design of onboard systems need to be carried out with application of advanced technologies.

Article is devoted to the review of the advanced design decisions at design of a control system of perspective planes and assessment of efficiency of their application.

Keywords: control system of plane, quality of a designing process, electrification of onboard systems.

References:

1. Voronovich S., Kargopoltsev V., Kutakhov V. The electric plane. *Aviapanorama magazine*. 2009. No. 2. Pp. 23–27.
2. Alekseenkov A.S. Improvement of dynamic properties and a research of working processes of an aviation steering hydraulic actuator with the combined regulation of speed at increase in external loading. *Thesis of candidate of technical sciences: 05.02.02*. 2014. 150 p.
3. Semenov Yu.A. Telecommunication technologies – telecommunication technologies (3.2 Fibre-optical channels and wireless optical communications). *Institute of theoretical and experimental physics – Moscow Institute of Physics and Technology*. 2014. 548 p.
4. Repin A.V. «Fiber optics in aircraft: come tomorrow». *National defense magazine*. 2016. No. 1. Pp. 14–16.