Цельнокомпозитное крыло с элементами адаптивной взлётно-посадочной механизации

Сегодня региональной авиации принадлежит особая роль в обеспечении доступности населенных пунктов России, но одним из препятствий на пути возрождения региональной авиации и местного авиасообщения является проблема производства современных ВС.

В настоящее время проводятся комплексные исследования по созданию перспективных воздушных судов для региональных и местных авиаперевозок, направленные на синтез и интеграцию инновационных технологий в области аэродинамики, прочности, проектирования и изготовления авиационных конструкций из ПКМ, имеющих более низкую стоимость, а также более высокие лётно-технические и эксплуатационные характеристики, топливную эффективность и т.д. по сравнению с существующими аналогами.

Одной из таких технологий, внедряемой на опытных самолетах, является технология адаптивного крыла — крыла, профиль которого принимает форму, близкую к оптимальной на каждом заданном режиме полёта (в том числе при маневрировании).

Как известно, современные самолеты для управления подъемной силой крыла используют несколько подвижных механических элементов, включая элероны, закрылки и отклоняемые носки. Эти элементы не являются единым целым с крылом и при отклонении образуют множество щелей. Они, в свою очередь, ухудшают аэродинамическое качество крыла.

В частности, выпуск закрылков увеличивает аэродинамическое сопротивление крыла, отнимая при этом часть тяги двигателей при взлете. Кроме того, при выпуске закрылков изменяется продольная балансировка самолета и возникает пикирующий момент, из-за чего осложняется управление летательным аппаратом.

Улучшить характеристики крыла можно, выполнив его механические части в виде единых с ним элементов. В нем носовые и хвостовые части выполняются отклоняемыми без образования щелей. При этом места сгиба остаются гладкими, не создавая возмущений в ламинарном потоке и не ухудшая аэродинамического качества крыла.

Таким образом, адаптивное крыло обеспечивает непрерывность аэродинамических производных во всем диапазоне параметров, в отличие от крыла, оснащённого механизацией, допускающей только их разрывное (ступенчатое) изменение. Важным отличительным свойством такого крыла является сохранение гладкости его профилей при деформации срединной поверхности.

Среди преимуществ адаптивных крыльев следует отметить:

- экономию топлива, за счет выигрыша в аэродинамическом качестве;
- снижение шума летательного аппарата из-за отсутствия щелей в механизации;
- высокую надежность, за счет отсутствия подвижных частей в механизме изменения формы;
- снижение веса (масса самого крыла снижается за счет отказа от большого количества приводов);
- снижение механических перенапряжений в управляющих приводах, за счет применения упругих материалов;
- высокую эффективность управления аэродинамическими плоскостями при помощи электроприводов.

В рамках создания перспективного 19-местного самолёта для МВЛ выполнена работа по формированию научно-технического задела в области адаптивного крыла, в частности, проведены исследования по проектированию цельнокомпозитного крыла с элементами адаптивной взлётно-посадочной механизации (поворотный отклоняемым закрылком с синхронно отклоняемым вниз интерцептором). Максимальный коэффициент подъёмной силы C_y данного механизированного крыла выше на 0,1...0,15 единицы по сравнению с традиционным подходом и достигает величины порядка 2,6, что позволяет достичь требуемой посадочной скорости с запасом. На рисунке 1 показано обтекание данного варианта механизации на угле атаки 12° .

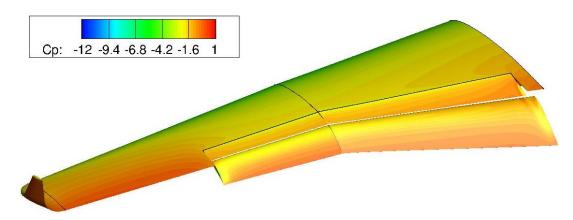


Рисунок 1 — Поле давлений на механизированном крыле; M = 0.15; $Re = 11.2 \cdot 10^6$; $\alpha = 12^\circ$

По результатам аэродинамических расчётов проведена конструктивная проработка закрылков, интерцепторов (щитков), проведён кинематический анализ и разработана рабочая конструкторская документация для изготовления и установки на крыло самолёта-демонстратора механизации крыла в составе закрылков, интерцепторов (щитков), рельсов закрылков и обтекателей рельсов.

В общем виде в конструкторской документации разработана конструкция механизации крыла, представленная на схеме (рис. 2); путём синхронного управления

закрылком и интерцептором (щитком) соблюдены минимальные разрывы в сечении крыла при выпуске механизации (щель - 1,1...1,2% хорды; перекрытие - 1,1...1,2% хорды).

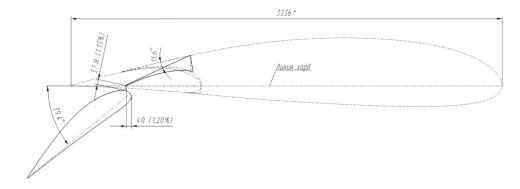


Рисунок 2 — Механизация крыла в убранном и выпущенном положении

В соответствии с конструктивными особенностями механизации крыла разработана электрогидравлическая система управления закрылками с гидромотором в качестве привода системы управления, механизмами выпуска/уборки закрылков в качестве исполнительных механизмов и карданношлицевых валов трансмиссии (рис.3).

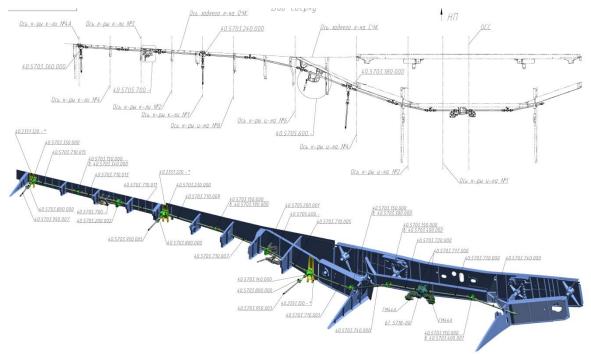


Рисунок 3 — Общий вид электрогидравлической системы управления закрылками и шитками

В качестве механизма отклонения щитков служит система тяг и качалок, интегрированных в систему выпуска/уборки закрылков через редуктор. На улучшенную механизацию крыла самолета-демонстратора СТР-40 в Государственный реестр изобретений Российской Федерации была подана заявка на изобретение (рег. №2018128049 от 01.08.2018г., «Механизация задней кромки крыла самолётов местных и региональных линий»). Задачей изобретения является создание простой и

надежной следящей системы, которая обеспечивает постоянный размер профилированной аэродинамической щели при выдвижении закрылка.

Технический результат достигается за счет интеграции устройства отклонения щитка в систему управления закрылками. Таким образом достигается возможность отслеживания щитком положение закрылка, тем самым сохраняя необходимую профилированную щель между закрылком и щитком, а так же увеличение надежности и уменьшение массы устройства отклонения щитка.

Решение указанной задачи достигается тем, что устройство отклонения щитка связано механически с валом трансмиссии системы выпуска\уборки закрылка через редуктор (рис.4).

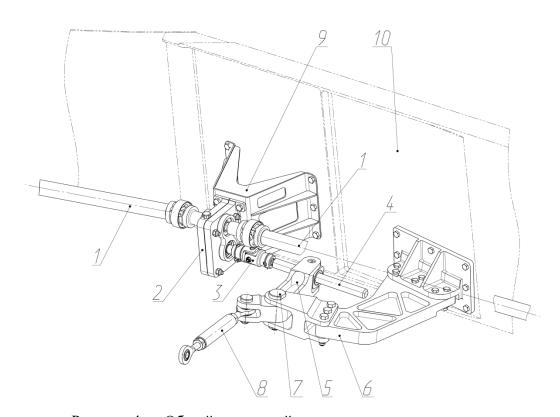


Рисунок 4 — Общий вид устройства отклонения щитка

1 — вал трансмиссии системы выпуска\уборки закрылка; 2 — редуктор; 3 — карданный узел; 4 — винт; 5 — качалка с ходовой гайкой; 6 — кронштейн; 7 — ось вращения качалки; 8 — тяга отклоняющая щиток; 9 — опора редуктора; 10 — задний лонжерон крыла

Устройство работает следующим образом.

Вращение вала трансмиссии 1 системы управления закрылками приводит в движение редуктор 2, крутящий момент с которого передается через карданный узел 3 на винт 4 и преобразуется в поступательное перемещение ходовой гайки на качалке 5, смещая вокруг оси 7 тягу 8, которая отклонят щиток, тем самым сохраняя необходимую профилированную щель между закрылком и щитком.

Согласно разработанной РКД цельнокомпозитное крыло с элементами адаптивной механизации и системой выпуска/уборки было изготовлено и установлено на самолётдемонстратор (рис. 5).



Рисунок 5 — Цельнокомпозитное крыло с элементами адаптивной механизации

4 декабря 2018 года демонстратор технологий СТР-40ДТ, оснащённый композитным крылом с элементами адаптивной взлётно-посадочной механизации выполнил первый полёт (рис. 6).



Рисунок 6 — СТР-40ДТ в воздухе

В дальнейшем предполагается выполнение ряда испытательных полётов, направленных на подтверждение расчётных характеристик.

Результаты работы, достигнутые ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» в 2018 году

1. Создан опытный образец скоростного самолёта-демонстратора технологий лля МВЛ на 19 мест.



- Сформирован облик конструктивно-технологической платформы унифицированного семейства перспективных самолётов вместимостью 19 мест следующего поколения, в том числе грузопассажирских для местных воздушных линий и региональных перевозок.
- Получен научно-технический задел в области аэродинамики самолётов следующего поколения, обеспечивающий проектирование и разработку

конфигураций планера с высоким уровнем аэродинамического совершенства, снижение веса, повышение прочностных и ресурсных характеристик конструкции, а также инновационные подходы к снижению шума (УГТ = 4).

- Создан научно-технический задел в области статической, усталостной и динамической прочности перспективных самолётов следующего поколения, формирования высокоресурсных элементов конструкции и снижения веса конструкции за счёт инновационных технологий производства и использования интеллектуальных полимерных композиционных материалов, в т.ч. наномодифицированных (УГТ = 4).
- Произведена экспериментальная отработка аддитивных и гибридных технологий изготовления деталей воздушных судов из композиционных материалов на основе углеродного волокна и титановых сплавов.
- Выполнена демонстрация инновационных технологий, в том числе аддитивных и гибридных технологий изготовления деталей воздушных судов из композиционных материалов на основе углеродного волокна и титановых сплавов, обеспечивающих существенное улучшение весовой эффективности перспективных воздушных судов.
- Разработана РКД на опытный скоростной самолёт-демонстратор для МВЛ на 19 мест (УГТ=6).
- Создан опытный образец скоростного самолёта-демонстратора технологий вместимостью 19 мест (УГТ=6).
- Получены результаты исследований в обеспечение разработки инновационных компоновок воздушных судов «малой авиации» с учётом интеграции перспективных силовых установок (распределенные, гибридные, электрические).
- Сформированы технические требования к самолёту-демонстратору для МВЛ с гибридной силовой установкой (УГТ=5).
- Создан модельный образец гибридной силовой установки заданной мощности (этап 2 НИР);

На созданных в процессе работы образцах, полезных моделях, элементах конструкции планера демонстратора технологий — опытного самолёта на 19 мест для местных и региональных авиалиний, продемонстрированы новые и перспективные решения уровня технологий 2020-2025 годов, обеспечивающие возможность разработки и производства конкурентоспособных летательных аппаратов в России на ближайшие годы и дальнюю перспективу.

Проведенный комплекс работ обеспечивает создание опытного образца скоростного самолёта с себестоимостью перевозок пассажиров и грузов не менее чем на 15% ниже по сравнению с Российскими и зарубежными аналогами, возможностями безангарного базирования и осуществления полётов с грунтовых ВПП длиной 1500 м и прочностью грунта 7 кг/см² (при максимальной взлётной массе).

2. Основные результаты по Госконтрактам, в том числе:

> По СТР-40ДТ:

- испытана в АДТ универсальная параметрическая модель.
- изготовлены элементы оснастки и детали самолета.
- проведены наземные статические и частотные испытания 10 крупных фрагментов и узлов самолета.
 - уточнена РКД на самолет (УГТ=6).
 - создан опытный образец самолета (УГТ=6).
 - проведен комплекс лётных натурных испытаний.

> По гибридной СУ:

- изготовлена летающая лаборатория на базе планера Л-13 «Бланик».
- проведены лётные испытания ГСУ на летающей лаборатории.
- **Создан макет системы мониторинга** состояния конструкции самолёта на основе оптоволоконных и беспроводных технологий.