



АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ИМ. С.В. ИЛЬЮШИНА

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ИЛ-76МД-90А.**

1 Цель работы.

Целью работы является разработка структуры новой системы управления самолета Ил-76МД-90А и его дальнейших модификаций, которая позволила бы выполнить требования АП-25. Кроме того, система управления должна быть максимально унифицирована с системой управления проектируемого самолета МТС.

2 Обоснование необходимости модернизации системы управления Ил-76МД-90А.

Проведенная ранее оценка характеристик устойчивости и управляемости Ил-76МД-90А и его модификаций показала, что система управления самолета Ил-76 в целом и ее грузочные устройства, спроектированные под нормы ОТТ ВВС 1965 года, по сути, не могут (и не должны) соответствовать современным нормам (АП-25), которые требуют обеспечить легкое управление с линейными характеристиками загрузки.

Не могут быть выполнены пункты АП-25: 25.143 (b), (c) (f), 25.145 (a*,b), п. 25.207(b). Эта проблема усугубляется для Ил-76МД-90А по сравнению с Ил-76МД из-за того, что максимальная взлетная масса увеличилась от 190т до 210т, а предельно-передняя центровка изменилась от 20% до 15%. Также вызывает сомнение возможность использования в качестве резервной системы управления механической безбустерной системы управления, переход на которую предусмотрен при отказе АРМ-62. Поэтому необходимо провести анализ соответствия существующей системы управления современным требованиям по отказобезопасности.

Помимо, прямого невыполнения норм АП-25, следует иметь в виду, что практически на всех современных самолетах используется комплексная система управления (КСУ), которая частично включает в себя функции, присущие автопилоту, такие как стабилизация траекторных параметров, а также функции предотвращающие попадание самолета в опасное пространственное положение (ограничение по углу атаки и крена).

Простые решения, типа уменьшения градиента загрузки на пружине не позволит решить задачу выполнения норм АП. Требуется серьезная регулировка коэффициентов передачи от рычагов управления к органам управления и загрузки в зависимости от режимов полета, которая невозможна в рамках существующей системы. Необходима, также, модернизация системы сигнализации о приближении к сваливанию.

3 Возможные пути модернизации системы управления Ил-76МД-90А.

В 2010-2011 г. отделом 111 и отделением 220 были предложены два варианта модернизации системы управления:

1. Первый прорабатывался еще в 90-е годы. Была предложена структура СУ, близкая к системе управления самолета Ил-96-300(400Т) с заменой вычислительной части на более современную. Однако такой подход вряд ли можно назвать модернизацией, т.к. от прежней системы остаются только рулевые привода АРМ-62. Требуется замена проводки управления на тросовую, установка системы автоматической загрузки (вычислители и привода) и доработка гидравлической системы для питания приводов САЗ. Необходима также разработка алгоритмов вычислительной части системы. При такой модернизации ограничены возможности автоматизации штурвального управления для выполнения требований Заказчиков к современному транспортному самолету (стабилизация угловых и траекторных положений самолета, недопущение выхода за эксплуатационные ограничения и т.п.).

2. Второй вариант предполагает модернизацию автономных приводов АРМ-62 путем добавления модуля электрического входа для управления приводом электрическими сигналами от системы дистанционного управления. Таким образом, фактически предлагается СДУ с механическим резервом и автономными приводами. Следовательно, потребуется разработка архитектуры вычислительной части системы, алгоритмов функционирования и т.д., это, как и в первом варианте, новая система управления. При таком подходе возможна реализация практически любых алгоритмов

автоматизации штурвального управления, но проблема использования в качестве резервной системы механической безбустерной системы управления остается. Для модернизации АРМ-62 потребуется проведение соответствующей НИОКР на ОАО «ПМЗ ВОСХОД».

Оба варианта потребуют создания полунатурного стенда для отработки системы.

Предложенные варианты модернизации СУ в определенном смысле являются полумерами, в особенности первый, и оставляют многие проблемы нерешенными, в частности, проблему резервирования системы путем перехода на безбустерное управление. Также, сохранение пружинных сервокомпенсаторов на руле направления и элеронах делают проблематичным реализацию режима автоматического захода на посадку по 3-ей категории. В тоже время оба варианта требуют проведения большого объема исследовательских и проектно-конструкторских, соизмеримого с объемом работ для создания новой системы управления, поэтому было бы целесообразно разработать принципиально новую систему управления, максимально унифицированную с системой управления самолета МТС (МТА). Это позволит сократить расходы на ее разработку, в том числе и за счет создания унифицированного полунатурного стенда.

С начала проектирования МТС (МТА) начаты работы по созданию комплексной электродистанционной системы управления (КСУ) для этого самолета. На настоящий момент прорабатываются два основных варианта системы:

1. КСУ с механическим резервом. Требуется три гидросистемы для функционирования электрогидравлических приводов основной системы и гидромеханических приводов для резервной системы.

2. КСУ без механического резерва. Требуется три гидросистемы. Подобные системы используются на SSJ-100 и MC-21.

Шарнирные моменты на органах управления Ил-76 не превышают моменты у МТА из-за большой осевой компенсации, поэтому возможно применение одинаковых исполнительных агрегатов (приводов) на самолетах МТС и ИЛ-76, также вычислительная часть и структура алгоритмов функций

СДУ могут быть практически идентичными. Потребуется только настройка алгоритмов под характеристики Ил-76МД-90А.

Разработка КСУ для Ил-76МД-90А аналогичной КСУ для МТС позволит:

1. Создать современную систему управления и сертифицировать самолет по современным нормам АП и выполнить требования Заказчиков,
2. Сократить время и затраты на разработку системы,
3. Реализовать современный подход к подготовке летного состава, при котором не потребуется значительное время на переучивание экипажей для МТС или ИЛ-76 с новой системой управления.

Однако потребуется и модернизация гидросистемы самолета. Так сейчас на самолете Ил-76МД-90А гидравлическая система самолета делится на две самостоятельные, независимые одна от другой системы № 1 и № 2. Имеющиеся гидросистемы не рассчитаны для использования в системе управления (за исключением спойлеров).

Рассматриваются два основных варианта архитектурного построения системы управления Ил-76МД-90А:

Система 1 это цифровая электродистанционная система с традиционным построением силовой системы (ЗН), с использованием электрогидравлических приводов (ЭГРП) для управления основными поверхностями управления (руль высоты, элероны, руль направления и многофункциональные спойлеры) и с сохранением аварийного механического управления на руль высоты, элероны и руль направления. Очень важным вопросом для данной структуры является реализация аварийного управления. В самом деле, в штатном режиме аэродинамические органы отклоняются электрогидравлическими приводами в соответствии с законами основного контура. Аварийный гидромеханический привод не должен мешать работе приводов ЭГРП, т.е. должен быть в режиме закольцован. Вместе с тем, поскольку в процессе управления самолетом происходит отклонение штурвала и педалей, то эти действия не должны оказывать влияние на режим работы аварийного ГМРП.

При полном отказе электродистанционного управления должна активироваться связь «рычаг управления - механическая проводка управления – золотник привода ГМРП», а сам ГМРП должен выйти из режима кольцевания в рабочий режим. Одновременно с этим приводы ЭГРП электродистанционного управления должны перейти в пассивное состояние, т.е. переключиться в режим кольцевания. Таким образом, в данной структуре необходимо электрическое устройство, которое переводит привод ГМРП из режима кольцевания в активное состояние и активирует управление золотником ГМРП от штурвала (педалей) через механическую проводку. Реализация такой системы требует наличия **трех независимых гидросистем**.

Рассмотрим эту структуру поканально:

Продольный канал управления.

Для работы основного и резервного каналов управления на каждой секции руля устанавливается по два электрогидравлических привода (ЭГРП), но управление осуществляется с помощью одного, второй в режиме кольцевания или демпфирования, в следующем полете наоборот. При переходе на аварийное управление включается гидромеханический привод (ГМРП) на левой секции руля высоты, ЭГРП закольцованы.

Этот вариант структурной схемы предполагает использование пары строенных вычислителей и использование датчиков усилий, возможно применение трех сдвоенных вычислителей и датчиков перемещений. В продольном канале управления предполагается сохранить флетнер для уменьшения эксплуатационных шарнирных моментов.

Путевой канал управления.

В путевом канале управления целесообразно избавиться от пружинного сервокомпенсатора, усложняющего решение задачи автоматического управления. Кроме того для того, чтобы исключить возможность полного заклинивания руля направления, целесообразно разделить руль направления на две секции. При этом наличие осевой компенсации позволяет иметь умеренные нагрузки на рулевой привод

Поперечный канал управления.

По аналогии с рулем направления удаление пружинного сервокомпенсатора целесообразно для решения задач автоматизации.

При этом существенно меньшие габариты элерона, заметно снижают величины нагрузок даже при больших скоростных напорах. В случае необходимости также может быть применен кинематический сервокомпенсатор.

Система 2. В данной системе возможно использование в качестве аварийных автономных гидравлических приводов вместо ГМРП. В этом случае не требуется 3-я гидросистема. Однако, имеющиеся сейчас АРМ-62, имеют максимальное усилие на штоке 600 кГ, что недостаточно для путевого и поперечного управления и поэтому потребует сохранения кинематических компенсаторов.

Система 3. Возможно сохранение в качестве аварийной, имеющейся сейчас чисто ручной системы управления, в этом случае необходимо сохранить пружинные сервокомпенсаторы в путевом и поперечном каналах управления. Но такое решение сохранит проблемы с реализацией автоматических режимов управления, а также потребует дополнительного подтверждения возможности завершения полета при аварийном управлении.

4 Выводы

1. Рассмотрены различные варианты модернизации системы управления самолета Ил-76МД-90А, позволяющие обеспечить выполнение требований АП-25.

2. Наиболее предпочтительным вариантом представляется, применение комплексной системы управления (КСУ), унифицированной с КСУ проектируемого самолета МТС.

3. Применение КСУ, полностью аналогичной КСУ МТС, потребует трех независимых гидросистем (сейчас на самолете имеются только две). В тоже время, это позволит снять один канал механической поводки, заменить устаревшие и достаточно тяжелые АРМ на современные ЭГРМ и ГМРМ и отказаться от пружинных сервокомпенсаторов в поперечном и путевом

каналах управления. Возможны, также, варианты КСУ, с аварийной системой на АРМ или без них, в этом случае достаточно двух гидросистем, но требуется сохранение компенсаторов.

4. Оценка шарнирных моментов на органах управления, показавшая допустимость использования одинаковых силовых приводов (ЭГРП и ГМРП) на Ил-76МД-90А и МТС.