

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СОВРЕМЕННЫХ САМОЛЕТОВ

д. т. н. Ю. В. Попов

В вопросах выбора системы технического обслуживания и ремонта современных самолетов важное место отводится контролепригодности. При объединении всех систем контроля в информационно-диагностическую систему возникает задача по управлению техническим состоянием самолета. Особенность такого управления состоит в том, что принятие управляющих решений выполняется в ситуациях достаточно глубокой неопределенности.

Система технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) оказывает непосредственное влияние на безопасность и регулярность полетов. Материальные затраты на ТО и Р самолета за весь период его жизни в несколько раз больше, чем первоначальная стоимость самолета. Существенное снижение эксплуатационных расходов достигается в результате применения новых методов ТО и Р. Важнейшей особенностью современной системы ТО и Р является стратегия эксплуатации по техническому состоянию.

Целью введения ТО и Р по техническому состоянию – обеспечение высокого уровня надежности и безопасности полетов самолетов при значительном снижении материальных, временных и трудовых затрат. Для современных самолетов конструкторы стремятся достигнуть такого положения, когда обслуживание будет заключаться только в дозаправке самолетов. На современных самолетах для обеспечения эксплуатации по техническому состоянию предусматривают следующие мероприятия:

- конструкция самолета, силовая установка и оборудования самолета контролепригодны и обеспечивают возможность проведения дискретного или непрерывного контроля параметров, характеризующих техническое состояние;
- конструкция самолета и его функциональные системы обладают высоким уровнем эксплуатационной технологичности;
- определены режимы диагностики конструкции самолета, функциональных систем, силовой установки (определены контролируемые параметры, их предельные и предкритические уровни, периодичность проверок);
- разработаны эффективные методы и средства технической диагностики, а также методы сбора и обработки информации о техническом состоянии самолета;
- установлены периодичность и объем контроля технического состояния силовых узлов и элементов конструкции планера;
- силовые узлы и элементы конструкции планера контролепригодны, позволяют обеспечивать применение физических методов контроля и обладают высоким уровнем эксплуатационной технологичности;
- все ремонтные работы, операции по замене изделий, контролю силовых узлов и элементов конструкции проводятся в зависимости от наработки и их технического состояния;
- конструкция планера приспособлена к замене агрегатов и узлов без выполнения подготовительных работ и с минимальным объемом регулировочных работ и с возможностью использования обменного фонда узлов и агрегатов.

В вопросах выбора системы технического обслуживания важное место отводится бортовым средствам встроенного контроля, наличие которых позволяет сократить число обслуживающего персонала. В настоящее время разработаны разветвленные бортовые системы встроенного контроля, контроля и регистрации полетной информации и

информационно-диагностические системы (ИДС), которые обеспечивают количественный контроль состояния современного самолета. Данные системы и созданные математические модели обработки измеряемой информации позволяют осуществлять эксплуатацию по техническому состоянию.

Предложенные методы дают возможность оперативно выдавать обязательные рекомендации для проведения тех или иных работ по обслуживанию самолета.

Современные системы контроля и регистрации полетной информации, предназначены для автономной проверки всех подсистем самолета в полете и на земле и реализовывают следующие задачи:

- выявляют, отключают и определяют вышедшие из строя блоки оборудования для целей обслуживания и ремонта;

- обеспечивают экипажу самолета индикацию данных о неисправностях подсистем самолета для оценки возможности выполнения поставленной цели полета.

Анализ полученных результатов оперативного контроля, выполненного на борту, обеспечивает необходимыми данными для принятия решения о возможности выполнения очередного полета.

Наземные устройства обработки предназначены для приема, хранения и обработки информации с бортовой системы контроля и регистрации полетной информации. Передача зарегистрированной на борту параметрической и звуковой информации, а также результатов оперативного контроля в комплекс наземной обработки осуществляется с помощью эксплуатационного бортового накопителя с легкоъемной кассетой электронной FLASH-памяти или по каналу связи. Программное обеспечение наземного устройства обработки позволяет осуществлять сбор и комплексную обработку информации. Обработка осуществляется в целях оценки изменений технического состояния самолета, имевших место за определенный период эксплуатации.

При анализе контролепригодности современного самолета необходимо обращать внимание, что при проектировании решены следующие задачи:

- осуществлен выбор параметров, адекватно описывающих состояние систем самолета;

- установлены области допустимых значений этих параметров, обеспечивающих нормальное функционирование систем самолета.

Для перехода к стратегии обслуживания по фактическому состоянию необходимо решить следующие задачи:

- построить математические модели деградации изменений выбранных параметров при эксплуатации самолета;

- разработать алгоритмы прогнозирования состояния систем самолета на заданный интервал;

- разработать алгоритмы принятия решения о продолжении летной эксплуатации самолета или снятия его с эксплуатации для обслуживания.

Решение перечисленных задач позволяет сократить число обслуживающего персонала современного самолета при проведении оперативных видов подготовки. Анализ работ, проводимых при проведении оперативных видов подготовки, а также контролепригодности ВС показывают, что подготовку самолета к полету могут осуществлять два специалиста.

Первый специалист осуществляет осмотр самолета, который проводится в строго определенной последовательности по замкнутому маршруту, а также выполняет заправку или дозаправку топливом, смазочными материалами, специальными техническими жидкостями, заряжает и дозаряжает газам.

Второй специалист, находясь в кабине, осуществляет контроль работоспособности систем и оборудования самолета, поиск неисправностей и отказов:

- по результатам контроля систем и оборудования с использованием системы встроенного контроля;

- по результатам анализа полетной информации;
- по замечаниям экипажа, отмеченным в полетном листе.

На данном этапе эксплуатации самолета решаются задачи:

- передачи данных о результатах оперативного контроля и зарегистрированной информации для проведения специального контроля;
- посистемного анализа всех отказов и их влияния на каждую систему по отдельности;
- анализа плановых мероприятий, имеющих место в системе обслуживания;
- выявления эффективных мероприятий по статистическим данным.

В интересах управления работами по техническому обслуживанию самолетов из ЭВМ, объединенных в единую сеть, формируется информационно-диагностическая система (ИДС). Составной частью ИДС является наземное устройство обработки. Программное обеспечение ИДС в интересах технического обслуживания может состоять из шести блоков, а именно:

- 1) сбора и анализа показателей качества технического состояния планера самолета, систем, агрегатов и блоков силовой установки, бортового оборудования и систем самолета;
- 2) расчета ресурса;
- 3) прогноза технического состояния;
- 4) диагностики;
- 5) расчета показателей надежности;
- 6) статистических данных.

В первом блоке проводится сбор и анализ данных о надежности отдельных элементов и агрегатов, о наработке изделий, о результатах оперативного контроля на борту самолета и зарегистрированной информации. Бортовым устройством регистрации (БУР) данные распределяются по соответствующим БД технического состояния АТ. Формирование БД является одной из основных задач, так как избыточная информация приводит к увеличению ее стоимости в эксплуатации. При формировании БД в первом блоке выполняются следующие функции:

1. Сбор и отображение исходных данных.
2. Сортировка (классификация) информации.
3. Вычисление по заданным алгоритмам интегральных оценок технического состояния контролируемых систем и индивидуальный подбор коэффициентов для модели контролируемой системы и последующий трендовый анализ этих коэффициентов.
4. Обобщение данных для получения итогового результата о проведении периодических работ.
5. Хранение данных.
6. Поиск информации.
7. Размножение данных (копирование).
8. Передача информации между различными блоками в ИДС.

Итоговый результат выдается по требованию в виде справки руководящему составу инженерно-авиационной службы, по которому принимается решение о проведении периодических работ. Таким образом, такая система обслуживания относится к организационным системам, которые создаются для реализации интересов. В таких системах мотивация активности и управляющих действий основывается на стремлении эксплуатировать самолет по техническому состоянию. Поэтому такую систему можно отнести к «интересоориентированной» [1].

Проблема управления техническим состоянием самолета в явном виде не связана с автоматическим процессом. Управление техническим состоянием самолета можно связать с принятием решений. Особенность такого управления состоит в том, что принятие управляющих решений выполняется в ситуациях достаточно глубокой неопределенности. Природа такой неопределенности связана с тем обстоятельством, что динамика систем

порождается внутренними стохастическими процессами, которые, как правило, недоступны непосредственному наблюдению, и наблюдаются лишь их внешние проявления в виде выбранных параметров. Поэтому необходимо построить модели деградации выбранных параметров при эксплуатации самолета и выбрать правила принятия решения.

Динамика состояния систем самолета определяется его структурой. Поэтому структурные альтернативы должны выбираться в качестве общего для состояний и ситуаций параметра, определяющего закономерность динамики состояний.

В соответствии с принятыми правилами эксплуатации самолета определяется информационная структура I . Особенность структуры I состоит в том, что в ее составе предполагается задание одновременно состояний и ситуаций, при этом управляющие воздействия, направленные на выработку плановых мероприятий по ТО и Р, зависят от ситуаций, которые могут быть спрогнозированы.

Таким образом, информационную структуру можно представить набором следующих формальных объектов:

$$I = \{S, \beta_0(S), X[X_s \text{ M } X, s \in S], Y[Y_x \text{ H } Y, x \in X], G, q^g(S | S \text{ r } Y), w^g(Y \text{ r } (S \text{ r } X)), g \in G\},$$

где S – множество состояний;

$\beta_0(S)$ – априорное распределение на множестве состояний;

X – множество ситуаций;

X_s – ограничения на допустимость ситуаций в роли альтернатив диагностики в зависимости от состояний $s \in S$;

Y – множество управляющих альтернатив;

$Y_x \text{ H } Y$ – ограничения на допустимость управляющих альтернатив в зависимости от ситуаций $x \in X$;

G – множество структурных альтернатив;

$q^g(S | S \times Y)$ – переходная функция из $S \times Y$ в S ;

$w^g(Y \times (S \times X))$ – функция полезности, представляющая априорные предпочтения на альтернативах $y \in Y$ в зависимости от состояния $s \in S$, ситуаций $x \in X$ и структурных альтернатив $g \in G$.

В результате оператору поступает информация, которая позволяет:

- предотвращать снижение уровней надежности и безопасности самолета и его систем, заложенных при проектировании;
- восстанавливать расчетные уровни надежности и безопасности в случае их понижения;
- располагать технической информацией, указывающей на необходимость доработки тех агрегатов и элементов конструкции планера, уровень надежности которых не соответствует расчетному.

Техническое обслуживание, реализующее перечисленные цели, включает в себя два вида работ: регламентные и контрольно-восстановительные. Их цель - предотвращать снижение расчетных уровней надежности и безопасности самолета и его систем.

Главной особенностью регламентных и контрольно-восстановительных работ является их гибкость, которая достигается за счет использования результатов, полученных с учетом реальных условий эксплуатации. Учет реальных условий эксплуатации позволяет рассчитывать ресурс планера и систем самолета, отдельных модулей и всего двигателя в целом в зависимости от действительной нагруженности.

Необходимо отметить, что ИДС так же выполняет функцию управления расходом материальных ценностей:

- составление заявок и прочей документации на приобретение имущества;
- автоматическое составление заказов и контроль их исполнения;
- ведение каталогов находящегося на снабжении имущества;
- контроль за движением агрегатов в системе снабжения;

- ведение перечней деталей и агрегатов, которые могут использоваться для замены при капитальном ремонте планера и систем самолета и авиационных двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баранов В. В.* Процессы принятия управляющих решений, мотивированных интересами. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.