

УДК 629.735.083(045)

В. И. Бурлаков, Ясер Ханан, Жихад Мансур

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Рассмотрены основные ошибки технического персонала при техническом обслуживании сложных авиационных систем, приведшие к летным происшествиям и инцидентам и их классификация. Представлены распределения ошибок технического персонала в зависимости от исследуемых факторов и дано математическое выражение оценки надежности системы воздушного судна в полете в зависимости от качества выполнения операций технического обслуживания.

С усложнением конструкции воздушных судов, интенсификацией производственных процессов, применением новых средств и методов контроля технического состояния изделий авиационной техники качество технического обслуживания все в большей степени стало зависеть от обслуживающего персонала.

Управление процессом технической эксплуатации воздушного судна включает в себя решение многих научных проблем, к которым относят математическое обеспечение технического обслуживания авиационной техники, методы определения периодичности и сложности регламентных работ, разработку мероприятий по техническому обслуживанию воздушного судна, адаптированных к реальным условиям эксплуатации, учет психофизиологической и эмоциональной напряженности авиационных специалистов и пр.

Для совершенствования процессов эксплуатации сложных систем авиационной техники, сохранения летной годности воздушных судов и обеспечения качества технического обслуживания в соответствии с международными стандартами ISO серии 9000 необходима разработка моделей, методов, методик оптимизации процессов технического обслуживания авиационной техники, с учетом возможностей инженерно-авиационной службы.

Система управления качеством технического обслуживания и ремонта авиационной техники представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую сохранение летной годности авиационной техники в процессе эксплуатации, и охватывает как материально-технические объекты (требования к изделиям авиационной техники, наземному оборудованию, технологической оснастке, инструментам), так и организационно-методическое управление производственными процессами (информационное обеспечение, методы управления техническим состоянием, оценку эффективности качества процессов технического обслуживания и ремонта, программы обучения и подготовки кадров и другие сферы человеческой деятельности).

Стратегическими направлениями обеспечения качества процессов технического обслуживания являются:

- развитие основных принципов и элементов системы управления качеством на основе внедрения требований международных стандартов ISO серии 9000;
- установление правил сертификации, контроля и инспектирования эксплуатантов и организаций;
- создание требований к взаимодействию различных организаций, участвующих в реализации функций технического обслуживания и ремонта авиационной техники;
- совершенствование технологических процессов технического обслуживания и ремонта, обеспечивающих работоспособность и стабильность качества изделий авиационной техники в процессе эксплуатации воздушного судна и др.

В научных работах, посвященных исследованию человеческого фактора, большее внимание уделено анализу деятельности летного состава и значительно в меньшей степени рассмотрены вопросы, связанные с деятельностью обслуживающего технического персонала. В силу специфических особенностей ошибки технического персонала при техническом обслуживании воздушных судов проявляются в форме, отличной от той, в какой это происходит в кабине летного экипажа.

Возросшая сложность воздушных судов, многократное резервирование систем и их автоматизация уменьшают нагрузку на летный экипаж, но повышают требования к техническим специалистам, обслуживающим воздушные суда. Это приводит к перераспределению ошибок от одной категории людей к другой, что создает потенциальную возможность авиационных происшествий из-за сочетания процедурных или технических отказов с ошибками эксплуатационного персонала, которое может привести к снижению уровня безопасности полетов.

Математические модели профилактических работ позволяют оценивать влияние мероприятий по управлению системы только на отдельные характеристики и свойства технических устройств при допущениях, которые не полностью отражают условия эксплуатации изделий авиационной техники. Так, во многих случаях характеристики безотказности систем и элементов определяют функции только одной периодичности выполнения технического обслуживания (профилактики). При этом полнота технического обслуживания, эффективность контроля и качество работ не учитываются. При многоэтапном техническом обслуживании изделий авиационной техники, когда профилактические мероприятия выполняются многократно, имеют разные виды и номенклатуру работ, каждый вид отличается своим значением полноты восстановления и периодичностью выполнения технического обслуживания.

Технический персонал представляет собой часть системы, которая должна быть учтена при выработке общей концепции технического обслуживания авиационной техники. Совместное изучение конструктивных свойств объектов эксплуатации и качества технического обслуживания способствует разработке и формированию оптимальных программ технического обслуживания и ремонта.

В противоположность “реально-временному” характеру ошибки летного экипажа ошибка при техническом обслуживании очень часто не проявляется во время ее совершения. В некоторых случаях техник, обслуживающий самолет, никогда не узнает о допущенной ошибке, потому что ее выявление может произойти через несколько дней, месяцев или несколько лет. Предполагаемая ошибка при инспекции самолета DC-10 авиакомпании “Су-Сити”, была допущена за семнадцать месяцев до отказа диска двигателя, произошедшая в 1989 году.

Следствием ошибок личного состава инженерно-авиационной службы являются неисправности авиационной техники, обусловленные неполным и некачественным выполнением регламентов технического обслуживания, неполным или некачественным устранением выявленных дефектов, некачественным ремонтом авиационной техники и т.д. Информация об ошибках инженерно-авиационной службы исходит из актов расследования, карточек учета неисправностей, записей средств объективного контроля, прочих документов, содержащих сведения о причинах возникновения отказов авиационной техники, приводящих к авиационным происшествиям или инцидентам.

Ошибки авиационного персонала нами классифицированы по следующим технологическим операциям (рис. 1):

- не обнаружена неисправность;
- внесен посторонний предмет;
- неправильно собран, установлен (не установлен) агрегат, узел, деталь, заглушка;
- установлен агрегат (деталь), не соответствующий техническим условиям;

- не промыт агрегат, узел, деталь, не продуты трубки;
- не дотянуто (перетянута) соединение;
- не законтрено соединение;
- не закрыты замки, краны, крышки;
- неправильно отрегулирован агрегат;
- поврежден (поломан) агрегат, узел, деталь при техническом обслуживании;
- не дозавравлена система, не смазан агрегат, не проверен отстой и качество горюче-смазочных материалов;
- не выполнен бюллетень, указание, инструкция.



Рис. 1. Распределение условной вероятности в зависимости от технологических ошибок исполнителей

Для разработки мероприятий по повышению качества технического обслуживания технологические ошибки технического персонала сгруппированы в три вида в зависимости от их влияния на эксплуатационную надежность технической системы воздушного судна (рис.2).

Математическое выражение оценки надежности системы воздушного судна в полете в зависимости от качества выполнения операций технического обслуживания имеет следующий вид:

$$P_{эс}(t) = [(P_c(t) + (1 - P_c(t)) P_{он}) (P_{ун} + (1 - P_{ун}) P_{оо})] (P_{нн} + (1 - P_{нн}) P_{оо}).$$

Обслуживающий технический персонал часто работает при значительном дефиците времени в связи с увеличением интенсивности использования воздушных судов, необходимостью обслуживания парка "стареющих" воздушных судов. В то же время парк многих авиатранспортных компаний мира пополняется воздушными судами нового поколения, в которых воплощены такие технические достижения, как силовые элементы из композитных материалов, "прозрачные кабины", высокоавтоматизированные системы, встроенное диагностическое и поверочное оборудование. Необходимость одновременного обслуживания парка новых и старых воздушных судов требует от специалистов, выполняющих техническое обслуживание, более обширных знаний и большего умения.

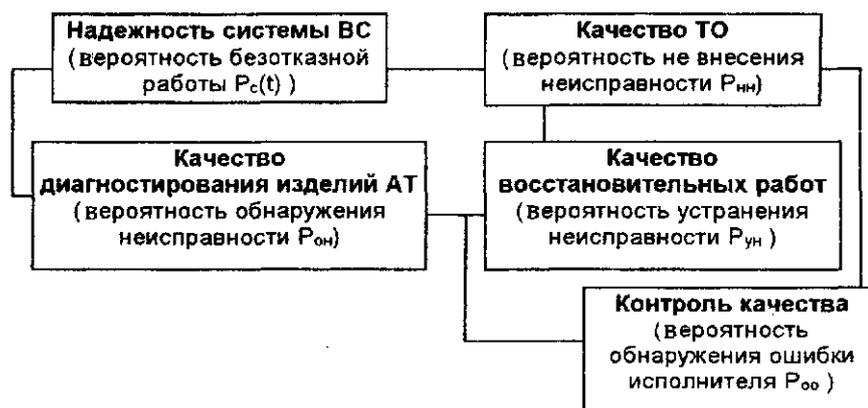


Рис.2. Схема влияния ошибок технического персонала на эксплуатационную надежность системы воздушного судна:

ВС – воздушное судно; ТО – техническое обслуживание;
АТ – авиационная техника

В обслуживании авиационной техники занято большое число людей различных специальностей и различного уровня квалификации. Каждый из них выполняет вполне определенный комплекс работ, предусмотренный технологическим графиком подготовки или графиком контроля выполнения работ. Таким образом, все специалисты, участвующие в техническом обслуживании, взаимодействуют не только с авиационной техникой, но и между собой.

Работа персонала, подготавливающего современную авиационную технику к полетам, имеет ряд специфических особенностей, обусловленных большим разнообразием выполняемых функций.

Качество обслуживания воздушного судна и устранения неисправностей зависит от многих причин и определяется рядом таких факторов, как интерес к работе, моральное состояние, дефицит времени, загруженность информацией и т.д. Среди основных причин ошибок человека можно выделить:

- неудовлетворительную подготовку или низкую квалификацию обслуживающего персонала;
- неудовлетворительные процедуры технического обслуживания или эксплуатации;
- плохие условия работы, связанные, например, с плохой доступностью к оборудованию, теснотой рабочего помещения или чрезмерно высокой (низкой) температурой;
- неудовлетворительное оснащение необходимой аппаратурой и инструментами;
- недостаточное стимулирование специалистов по техническому обслуживанию, не позволяющее достигнуть оптимального уровня качества их работы и пр.

На рис.3 показано распределение ошибок технического персонала в зависимости от исследуемых факторов, полученное методами корреляционного анализа.

Таким образом в результате исследования надежности эргатических систем разработаны методы оценки надежности технических систем с учетом деятельности технического персонала по сохранению летной годности воздушных судов в процессе эксплуатации. На основе анализа статистических данных о результатах эксплуатации изделий авиационной техники предложена классификация основных ошибок технического персонала при техническом обслуживании и ремонте сложных авиационных систем в зависимости от влияния ошибок человека на безопасность полетов. В качестве основного классификационного признака принята информация о летных происшествиях и инцидентах, отражающая свойства сложных систем воздушного судна, условия их применения, свойства обслуживающего персонала.

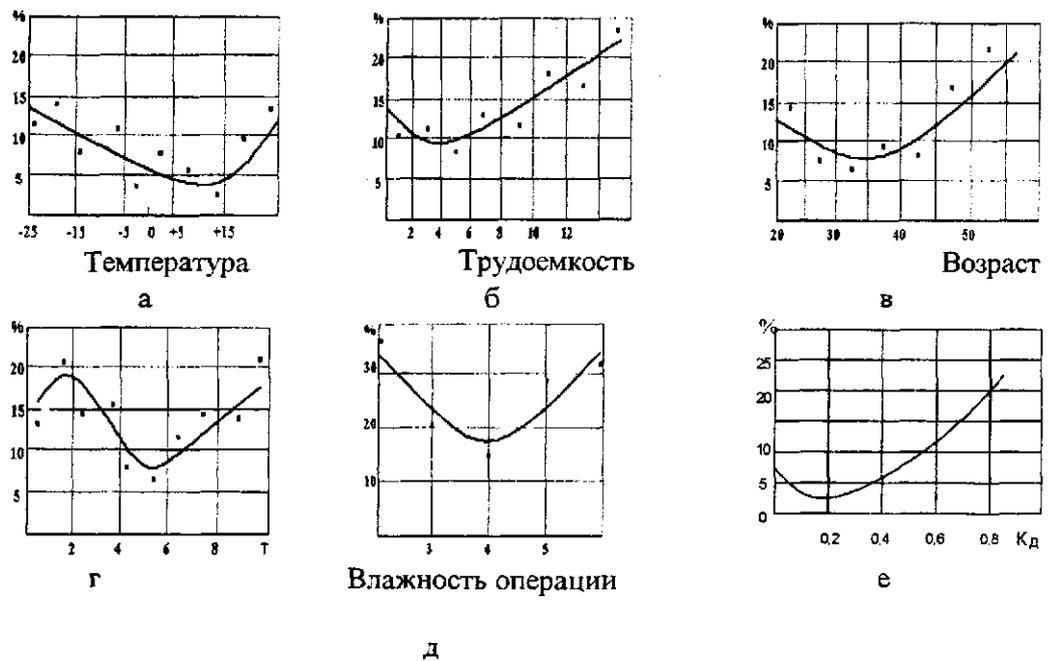


Рис.3. Зависимость ошибок технического персонала от исследуемых факторов:
a – изменение ошибок технического персонала от температуры наружного воздуха;
б – зависимость приведенного числа ошибок на один человекочас от трудоемкости работы; *в* – распределение ошибок технического персонала по возрасту;
г – распределение ошибок технического персонала по часам работы в смене *T*;
д – зависимость ошибок исполнителей от сложности операции технического обслуживания; *е* – зависимость ошибок исполнителей от коэффициента доступности K_d

Прикладной характер и основные особенности результатов исследований могут быть использованы при совершенствовании программ технического обслуживания воздушных судов и управления качеством технического обслуживания авиационной техники как инструмента создания систем технического обслуживания и ремонта авиационной техники для обеспечения требуемого качества технического обслуживания и сохранения летной годности воздушного судна в эксплуатации.

Стаття надійшла до редакції 27 вересня 1999 року.