

Коптев А.Н., Кириллов А.В.

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Современное состояние и развитие систем пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) показывает, что надёжность их функционирования в первую очередь обеспечивается на этапе производства летательных аппаратов (ЛА).

На каждом этапе производства необходимо выполнение определённого комплекса работ, связанных с контролем и диагностикой и, как следствие, оценкой технического состояния.

Одним из существенных этапов их производства является «непрерывный» контроль и при необходимости диагностика. Комплексование этих процессов является необходимым условием управления технологическим обеспечением заданного уровня качества.

Производственный контроль осуществляется через целенаправленные управляющие воздействия на управляемый объект. Обязательной частью любого процесса управления является задача получения и обработки информации о состоянии управляемого объекта с целью обнаружения событий, определяющих управляющие воздействия [1, 2].

Среди характеристик качества одно из главных мест занимает надёжность, с уровнем которой связаны безотказность в работе и долговечность изделий. Однако обеспечить требуемый уровень надёжности изделий (как простых, так и сложных) невозможно без проверки и восстановления их технического состояния в условиях производства, эксплуатации или хранения. Проверка и восстановление составляют суть управления техническим состоянием изделий, устройств и систем. Эффективная организация такого управления является главной целью технической диагностики, которая, таким образом, выступает как одно из средств улучшения надёжности.

Повышение надёжности является основной областью применения технической диагностики. Как правило, область, охватываемая технической диагностикой, связана с задачами по определению технического состояния объектов проверки в процессе производства.

Обзор и анализ работ по математической теории автоматического контроля советских и зарубежных авторов П. И. Кузнецова, С. Ю. Рудермана, Л. А. Пчелинцева, А. В. Мозголевского, И. Н. Блинова, Р. Беллмана, И. Д. Брюле, Р. А. Джонсона,

В. И. Перова, И. М. Синдеева и др. показывает, что в них решён ряд принципиальных задач, но многие вопросы ещё недостаточно исследованы, особенно не решены задачи построения систем контроля сложных многофункциональных систем.

Вопросам контроля бортовых комплексов оборудования, его эффективности и достоверности в периодической отечественной и зарубежной литературе уделяется достаточно много внимания. Следует отметить в этом направлении ряд работ: В. П. Балашова, А. С. Касаткина, И. М. Синдеева, В. И. Перова, П. И. Кузнецова, К. Б. Карандеева, А. В. Мозгалевского, Т. Д. Жолковера.

Однако число работ, посвящённых производственному контролю, как составной части всех технологических процессов изготовления самолётов, невелико. К ним относятся труды А. Н. Контева, В. А. Прилепского, Д. В. Гольдена, В. И. Сагунова, Г. М. Загруднинова, Б. Г. Соловьёва.

Анализ проблемы показывает, что в серийном производстве отсутствуют достаточно эффективные автоматизированные средства контроля, которые могли бы применяться на всех этапах производства от входного контроля до лётно-испытательной станции и в процессе эксплуатации без предъявления специальных требований к борту самолёта.

Осуществление в процессе производства ЛА постоянного контроля позволяет избежать значительных затрат, которые, в случае пропущенной неисправности, могут возникнуть на более поздних этапах производства, где её устранение потребует больших материально-трудовых ресурсов. При этом пропущенная неисправность может косвенно являться причиной новой неисправности смежной системы, что порождает проблему поиска неисправностей в сложных многотактовых автоматах. В настоящее время трудоёмкость процессов контроля составляет 20-40 % от общей трудоёмкости изготовления ЛА и постоянно возрастает. Контроль и диагностика проводится на всех этапах жизненного цикла ЛА, начиная с проверки исходных комплектующих материалов и заканчивая запуском и эксплуатацией.

Технология контроля при создании ЛА подразделяется на три основных этапа:

- входной контроль комплектующих изделий;
- проверка систем в цехе окончательной сборки;
- проверка ЛА на лётно-испытательной станции (лётные испытания)

На входном контроле проверяется продукция поставщика, поступившая на предприятие и предназначенная для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции. Для этих целей на территории предприятия существует спе-

специализированный цех входного контроля. Задача данного подразделения заключается в том, чтобы в лабораторных условиях выполнить проверку всех комплектующих изделий и систем на работоспособность перед установкой их на борт ЛА.

Входному контролю подвергается большое разнообразие готовых изделий, начиная от ламп освещения салона, концевых выключателей и заканчивая силовыми электромеханизмами, сложными вычислительными комплексами, гидроагрегатами. Поэтому в состав цеха входят внутренние подразделения – лаборатории, специализирующиеся каждая на своих типах готовых изделий. Каждая лаборатория оснащена необходимым для её работы специальным стендовым и контрольно-проверочным оборудованием.

Недостатком технологии входного контроля является то, что не всегда возможно полностью воссоздать условия эксплуатации изделия. Например, при проверке на работоспособность бортовой аппаратуры спутниковой навигации не представляется возможным перемещать её со скоростью полёта самолёта для отработки изменения текущих координат во времени. Можно получить только статическое их значение, то есть географическое местоположение комплекта аппаратуры на момент проверки. В таких случаях ограничиваются проверкой системой встроенного тест-контроля. При этом полная проверка изделия осуществляется на этапе лётных испытаний.

Таким образом, ввиду расхождения условий эксплуатации с условиями проверки изделий в лаборатории технология входного контроля при положительном результате проверки не гарантирует безотказную работу готовых изделий в составе комплекса оборудования на борту ЛА.

После прохождения входного контроля все готовые изделия, агрегаты и системы передаются в сборочные цеха для монтажа на борт воздушного судна (ВС) в составе бортовой соединительной сети. Здесь контроль заключается в выявлении дефектов монтажа систем, регулировки отдельных блоков и комплексов и принятии решений о готовности к циклу лётных испытаний. Объём и порядок проверки в сборочном цехе также определяет разработчик технологии проверяемого изделия, системы. Для этого созданы специальные инструкции на каждую систему. Сама проверка значительно ограничена по сравнению с проверкой в лаборатории, так как на борту нет никаких специальных проверочных стендов, и в общем виде состоит из следующих операций:

- прозвонка бортовых жгутов;
- включение системы под ток;
- контроль всех имеющихся индикаторов включения системы;

- контроль на отсутствие какой-либо сигнализации отказа системы, её составляющих;
- проверка встроенным контролем;
- выполнение других операций, предусмотренных инструкцией на конкретную систему.

Создание единого комплекса оборудования в цехе окончательной сборки лишь частично обеспечено аппаратно-техническими средствами контроля, что не позволяет дать полную гарантию исправности всего комплекса бортового радио и электрооборудования. Поэтому объём окончательной отработки бортовых комплексов оборудования ЛА приходится на лётные испытания, что увеличивает финансовые и трудовые затраты авиационного предприятия.

Вследствие этого роль лётных испытаний ЛА весьма значительна в разработке и совершенствовании объективных методов конечной оценки характеристик самолётов и авиационных комплексов. От качества и полноты информации, получаемой при лётных испытаниях самолёта, от чёткости и скорости анализа, поступающих при этом данных во многом зависит своевременное выявление и устранение всех его недостатков, способных в дальнейшем снизить безопасность полётов.

Для качественного и быстрого проведения лётных испытаний ЛА требуется регламентировать условия и методы лётного эксперимента, обеспечить максимальную добротность и информативность каждого опыта, а также иметь хорошее представление как о наиболее вероятных изменениях динамических свойств и управляемости ЛА в различных условиях полёта, так и о допустимых пределах изменения указанных свойств в случаях передачи ЛА в эксплуатацию.

Программа лётных испытаний является основным рабочим и юридическим документом, регламентирующим процедуру проводимых на ЛА экспериментов. Она определяет цели, объём, условия и методы проведения испытаний ЛА как в процессе наземной подготовки испытаний и первого вылета, так и в ходе лётных испытаний. К программе обычно прикладывают указания экипажу о действиях в особых случаях полёта (при возможных отказах силовой установки, отдельных систем, элементов автоматики и т. п.), а также при проявлении тех или иных (ожидаемых) особенностей в динамике и управляемости ЛА.

Лётные испытания ЛА включают в себя следующие этапы:

1. Этап заводских (предварительных) испытаний
2. Этап государственных (приёмочных) испытаний

В ходе заводских испытаний производится серия из нескольких полётов с разными лётными заданиями, при этом отрабатываются все возможные режимы работы

бортовой аппаратуры, а также производится комплексная оценка готовности ЛА и комплектующих его изделий для передачи на государственные испытания. По результатам заводских испытаний принимается решение о возможности передачи ЛА на государственные испытания

Государственные (приёмочные) испытания проводят представители заказчика, по итогам которых составляется акт, содержащий оценку всех характеристик и параметров ЛА. Заключение о пригодности для эксплуатации дают с учётом результатов всех испытаний, проведённых к моменту окончания государственных испытаний.

После положительного завершения всех лётных заданий ЛА считается готовым к передаче в эксплуатацию.

Современная технология производства ЛА не способна обеспечить безотказную сборку и, как правило, после полёта воздушное судно возвращается с определённым набором дефектов. На основании составленного перечня дефектов производятся работы по их устранению, после чего ВС совершает повторный полёт. Большое число испытательных полётов, их высокая стоимость делают лётные испытания весьма затратными для авиационных предприятий. Поскольку лётные испытания являются неотъемлемой частью производства ЛА, то крайне важно стремиться снизить объём внеплановых (повторных) полётов за счёт внедрения более совершенных методов и средств наземной отработки ЛА и его бортовых систем.

Библиографический список

1. Пархоменко, П.П. Теория вопросников [текст] // Автоматика и телемеханика, №4, 1970. – С.140-159.
2. Пархоменко, Л.С. [и др.] Основы технической диагностики (Оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратные средства) [текст] / Л.С. Пархоменко, Е.С. Соколов. - М.: Энергия, 1981 - 320 с
3. Александровская, Л.Н. [и др.] Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем [текст] / Л.Н. Александровская, В.И. Круглов, А.Г. Кузнецов, В.А. Кузнецов, А.А. Кутиц, А.М. Шолом. – М.: Логос, 2003. -- 736 с.