УДК 389.001

ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

© 2014 М.И. Шевченко, Л.Ф. Моисеев

«МАТИ» - РГТУ имени К.Э. Циолковского, г. Москва

Поступила в редакцию 21.03.2014

Рассматриваются основные вопросы метрологического обеспечения испытаний авиационной техники, а также методические подходы к процессу испытания авиационной техники с целью обеспечения достоверной измерительной информации об условиях и контролируемых параметрах испытания объекта.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, авиационная техника, качество, испытания, аттестация, метрологическая экспертиза

Рассматривая испытание как экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний при его функционировании, при воздействии на него, при моделировании объекта и (или) воздействий, можно из всего многообразия процессов испытаний выделить случай экспериментального определения характеристик объекта при наличии или моделировании воздействий на него. Этот случай является наиболее общим с точки зрения обеспечения достоверности измерительной информации, получаемой при проведении испытаний. В общем случае процесс испытания включает в себя следующие процедуры: формирование программы и методики испытаний; проведение испытаний образцов продукции в соответствии с установленными требованиями; обработка результатов испытаний.

Вопрос о соответствии условий испытаний реальным условиям эксплуатации объекта является одним из основных, при планировании испытаний. Схема формирования требований к режимам лабораторных (стендовых) испытаний приведена на рис.1, при этом необходимо отметить принципиальную трудность сравнения реальных условий эксплуатации объекта и условий испытаний. Она заключается в том, что информация об условиях испытаний всегда более достоверна, чем информация об условиях эксплуатации объекта, получаемая по результатам его натурных испытаний или эксплуатации. Если в первом случае она получена специально (целенаправленно), то во втором, даже при подконтрольной эксплуатации, её получение не является главной задачей, из-за чего она нередко носит случайный и малодостоверный характер. Точность средств измерений и полнота регистрации воздействий и режимов функционирования при эксплуатации обычно также ниже, чем при стендовых испытаниях. Функции системы метрологического обеспечения на этом этапе сводятся, в основном, к обеспечению требуемой точности измерений параметров факторов воздействующих на объект в реальных условиях эксплуатации. Другой, не менее важной задачей при планировании испытаний является определение номенклатуры контролируемых параметров и объёма испытаний. Эта задача решается разработчиками продукции с учётом данных по результатам эксплуатации аналогичной продукции и результатов исследовательских испытаний.

Основной задачей метрологического обеспечения испытаний является обеспечение достоверной измерительной информации об условиях испытаний и контролируемых параметрах объекта испытания. Типовая блок-схема испытания при наличии воздействий на испытуемый образец приведена на рис. 2. За результат испытания образца принимается результат измерения параметра, определяемого при испытании, при фактически установленных значениях параметров условий и испытаний. Результат испытания должен сопровождаться указанием погрешности его определения, а так же номинальных значений параметров условий испытаний и (действительных или допускаемых) характеристик погрешности задания этих параметров (или статистических оценок характеристик), или ссылкой на документ, где они указаны. За погрешность испытания образца принимается разность между результатом измерения параметра, определяемого при испытании образца продукции, полученным при фактических условиях испытания, и истинным значением определяемого параметра, которое он имел бы при условиях испытания, точно равных номинальным значениям или тем значениям, при которых требуется определить параметры образца.

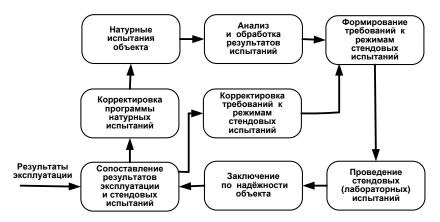


Рис. 1. Схема формирования требований к режимам стендовых (лабораторных) испытаний

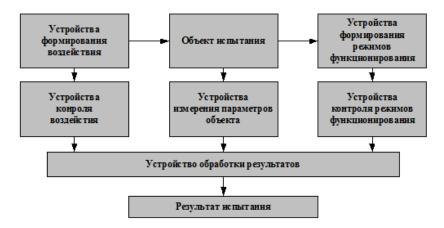


Рис. 2. Блок-схема испытаний

В соответствии с этим определением, погрешность испытания может быть вычислена по формуле:

$$\Delta_{\text{\tiny UCII}} = \Delta_{\text{\tiny USM}} * \Delta_1 \cdot F'_{1N}(\xi_1) * \dots * \Delta_m \cdot F'_{mN}(\xi_m),$$

где: $\Delta_{\text{изм}}$ — погрешность измерения параметра образца; Δ_{i} — погрешность воспроизведения или измерения і-го параметра ξ_{i} условий испытаний; $F'_{iN}(\xi_{i})$ — производная функция зависимости параметра, определяемого при испытании, от параметра ξ_{i} в точке ξ_{i} = $\xi_{i,N}$; $\xi_{i,N}$ — номинальное значение параметра ξ_{i} * — символ суммирования случайных величин; m — количество учитываемых условий испытания.

Качество результатов испытаний характеризуется точностью (правильностью и прецизионностью) [1]. Прецизионность, в свою очередь, включает понятия повторяемости и воспроизводимости. Точность результатов испытаний зависит от целого ряда факторов, первую очередь от: состояния средств испытаний и их способности обеспечивать воспроизведение условий испытаний и результатов измерений с заданной точностью; компетентности операторов (специалистов, проводящих испытания); стабильности характеристик испытуемого образца; наличия не-

обходимых нормативно-методических материалов и выполнения их требований.

В процессе проведения испытаний в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2, используются средства испытаний, которые с точки зрения метрологического обеспечения могут быть классифицированы следующим образом (рис. 3). К испытательному оборудованию отнесены также специальные стенды, трассы, испытательные дороги, искусственные сооружения и другие устройства для воспроизведения нормированных воздействующих факторов и нагрузок, а также нормированных режимов функционирования.

Средства измерений, используемые при проведении испытаний должны в процессе эксплуатации подвергаться периодической поверке или калибровке. Поверка средств измерений, встроенных в оборудование, может проводиться в процессе аттестации испытательного оборудования по соответствующим аттестованным методикам. Метрологическое обеспечение испытательного оборудования включает следующие элементы: метрологическую экспертизу технического задания (ТЗ); метрологической экспертизу конструкторской и технологической документации на него; аттестацию испытательного

оборудования. При проведении метрологической экспертизы необходимо исходить из общих требовании к проведению экспертизы конструкторской и технологической документации [2] с учётом специфики испытательного оборудования.

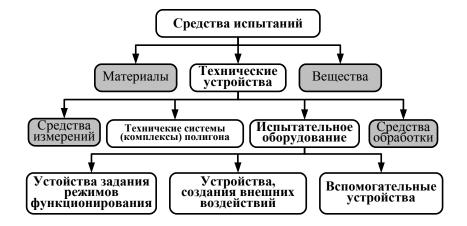


Рис. 3. Классификация испытательного оборудования

При проведении метрологической экспертизы ТЗ на испытательное оборудование, которая проводится в форме его согласования с метрологическим органом и испытательными службами, необходимо дополнительно к [2] проверить: соответствие метрологических и точностных характеристик испытательного оборудования требованиям к режимам испытаний, регламентированным стандартами и техническими условиями на продукцию; возможность применения стандартизованных методов и средств измерения для контроля характеристик испытательного оборудования (в случае невозможности их использования в ТЗ необходимо включать требования к разработке необходимых средств и методов); оптимальность номенклатуры нормируемых точностных характеристик и обоснованность требований к ним по точности; правильность выражения допускаемых отклонений на задаваемые параметры; требования к эффективности системы контроля характеристик.

При проведении метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации на испытательное оборудование проверяют: обоснованность выбора параметров подлежащих контролю в процессе изготовления, приемки и эксплуатации, а также диапазонов их изменений; правильность выбора методов и средств контроля, возможность применения унифицированных средств измерений и стандартизованных или аттестованных методик измерений; наличие рекомендаций по периодичности контроля характеристик; установление обоснованности требований к точности определения характеристик; соответствие эксплуатационной документации действующим государственным и отраслевым стандартам; правильность применения встроенных средств измерений,

унификацию; наличие методик и программ аттестации и проверки испытательного оборудования при выпуске из производства и в процессе эксплуатации; эффективность системы контроля точностных характеристик с учетом временных затрат.

Аттестация испытательного оборудования должна проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568-97 [3]. Основной целью аттестации испытательного оборудования является установление его возможности стабильно воспроизводить требуемых условий испытаний. Предусмотрены первичная (при вводе в эксплуатацию), периодическая (в процессе эксплуатации) и повторная аттестации испытательного оборудования. В процессе первичной аттестации устанавливают: возможность воспроизведения внешних воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объектов испытаний, установленных в документах на методики испытаний конкретных видов продукции; предельные отклонения значений параметров воспроизводимых условий испытаний от нормированных значений; обеспечение безопасности персонала при работе с оборудованием и отсутствие вредного воздействия на окружающую среду; перечень характеристик испытательного оборудования, которые проверяют при периодической аттестации оборудования, методы, средства и периодичность ее проведения; требования к квалификации персонала, обслуживающего оборудование и проводящего периодическую аттестацию. Результаты первичной аттестации оформляются протоколом и в случае положительных результатов выдаётся аттестат.

Периодическую аттестацию испытательного оборудования в процессе его эксплуатации проводят в объеме, необходимом

для подтверждения соответствия его характеристик требованиям нормативных документов на методики испытаний и эксплуатационных документов на оборудование и пригодности его к дальнейшему использованию. Номенклатуру определяемых характеристик испытательного оборудования и объем операций при его периодической аттестации устанавливают при первичной аттестации оборудования, исходя из нормированных точностных характеристик оборудования и тех характеристик конкретной продукции, которые определяют при испытаниях. Результаты периодической аттестации оформляются протоколом, утверждаемым руководителем предприятия. Повторная аттестация испытательного оборудования проводится после его ремонта, в случае возникновения сомнений в его исправности, по требованию органов власти, суда, прокуратуры и т. п. Порядок проведения повторной аттестации аналогичен порядку проведения периодической аттестации.

Руководство предприятия должно определить ответственность и полномочия персонала испытательных подразделений, в том числе и в области обеспечения качества. Для каждого специалиста должна иметься должностная инструкция, устанавливающая функции, обязанности, права и ответственность, квалификационные требования к образованию, техническим знаниям, навыкам и опыту работы. Персонал, занятый подготовкой и проведением испытаний, должен быть компетентным в следующих областях знаний и видах деятельности: требования по метрологическому обеспечению к объектам испытаний; особенности разрабатываемой и изготавливаемой продукции; характеристики и правила эксплуатации средств измерений, испытательного оборудования и контрольно-проверочной аппаратуры; требования по обеспечению единообразия средств измерений и обеспечению единства измерений, а также по аттестации испытательного оборудования; выполнения измерений в соответствии с программами и методиками испытаний, обработки их результатов; анализа результатов измерений и испытаний; ведения документации.

При планировании потребностей в обучении и подготовки работников необходимо учитывать изменения, вызванные характером, культурой организации и степенью подготовленности работников. Персонал должен периодически проходить аттестацию в установленном на предприятии порядке. В определении метрологической квалификации (компетентности) сотрудников должны участвовать представители метрологической службы организации. Данные касающиеся квалификации персонала, программ

(планов) подготовки и обучения, результатов подготовки и переподготовки персонала, должны регистрироваться в порядке, установленном в организации. Результаты аттестации должны храниться в личных делах персонала бессрочно.

Методика испытаний представляет собой документ, обязательный к выполнению, включающий метод испытаний, средства и условия испытаний, отбора проб, алгоритмы выполнения операций по определению одной или нескольких взаимосвязанных характеристик свойств объекта, формы представления данных и оценивания точности, достоверности результатов, требования технической безопасности и охраны окружающей среды и другие сведения. Методика испытаний может быть оформлена в виде самостоятельного организационно-методического документа под тем же названием (программа и методика испытания), который входит в комплект конструкторской документации и используется при проведении приемо-сдаточных испытаний. Методики, как и технология проведения испытаний, могут быть и составной частью другого документа (разделом технических условий, общих технических требований и т.п.).

Несмотря на различие в детализации и конкретизации требований (в частности, по отношению к характеристикам средств испытаний), требования к содержанию типовых и рабочих методик испытаний одинаковы. В частности, программы и методики испытаний должны содержать раздел «Метрологическое обеспечение», устанавливающий: требования к средствам измерений, испытательному оборудованию, условиям и процедуре испытаний, влияющим на результаты измерений и контроля параметров объекта испытаний; указания по применению методов и средств измерений, по использованию методик измерений; правила обработки результатов измерений; другие требования по метрологическому обеспечению, установленные государственными и ведомственными нормативными документами, а также специальными положениями заказчика, распространяющимися на конкретный объект испытаний. Программа должна содержать требование о форме представления погрешности результатов измерений и испытаний в соответствии с [4], а также использования только аттестованных в соответствии с законом РФ «Об обеспечении единства измерений» и ГОСТ Р 8.563-2009 [5] методик (методов) измерений.

Метрологический надзор за состоянием и применением средств измерений, испытательного оборудования, за применением аттестованных МВИ, программами и методиками испытаний, за соблюдением метрологических правил и норм,

обязательных при проведении испытаний, осуществляет метрологическая служба организации. Метрологический надзор должен проводится в соответствии с установленным в организации порядком и включать в себя проверку: наличия и соответствия состояния средств испытаний программам и методикам испытаний; соответствия аттестованного испытательного оборудования, а также метрологической квалификации персонала требованиям, установленным технической документацией на продукцию, программами и методиками её испытаний; соблюдения сроков поверки средств измерений и аттестации испытательного оборудования; наличия актуализированного фонда нормативных и методических материалов по метрологическому обеспечению; наличия документов об аттестации МВИ; наличия заключений о проведении метрологической экспертизе методик аттестации испытательного оборудования, программ и методик испытаний ВВТ, образцов ВВТ (составных частей) на предыдущих этапах разработки, производства и испытаний. Организация, проведение и оформление результатов метрологического надзора должны проводиться с учетом рекомендаций МИ 2304-94 [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.
- РМГ 63-03 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
- ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
- ПМГ 696-2009 ГСИ. Результаты и характеристики качества измерений.
- 5. ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) измерений.
- МИ2304-08 ГСИ. Метрологический надзор, осуществляемый метрологическими службами юридических лиц. Общие положения.

QUESTIONS OF METROLOGICAL SUPPORTS THE AVIATION TECHNIQUE TESTS

© 2014 M.I. Shevchenko, L.F. Moiseev

"MATI" - Russian State Technical University named after K.E. Tsiolkovsky, Moscow

The main questions of metrological ensuring the aviation tests, and also methodical approaches to process the aviation tests for the purpose of providing reliable measuring information about conditions and controlled parameters of testing object are considered.

Key words: metrological providing, aviation technology, quality, tests, certification, metrological examination

Mikhail Shevchenko, Head of the Department of Methodological Support. E-mail: shevchenkomi@mati.ru

Leonid Moiseev, Candidate of Technical Sciences, Deputy Main

Technologist. E-mail: E-mail moiseevlf@gosniias.ru