

# ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ УСТРОЙСТВА ЗАПРАВКИ РАБОЧИМ ТЕЛОМ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Горшаков А.А., Корнеев С.С., Боровик В.М.  
Самарский университет, г. Самара, skorneev1993@mail.ru

*Ключевые слова:* предварительные испытания, устройство заправки, бортовые системы.

Для функционирования двигательных установок летательных аппаратов на их борту необходимо запасать определенное количество рабочего тела. Для летательных аппаратов, использующих ионные двигатели, таким рабочим телом могут выступать ксенон или криптон.

На рис. 1 представлена принципиальная схема устройства заправки рабочим телом бортовых систем летательных аппаратов.



Рис. 1. Устройство заправки рабочим телом бортовых систем летательных аппаратов

Важным этапом жизненного цикла любого изделия является прохождением им различных видов испытаний с целью подтверждения его работоспособности и целесообразности постановки на производство. Первым видом испытаний после изготовления устройства заправки рабочим телом бортовых систем летательных аппаратов являются предварительные испытания необходимые для подтверждения работоспособности его составных частей и допуска к приемочным испытаниям.

Для проведения испытаний была разработана программа и методика, описывающая цели и задачи испытаний, а также последовательность необходимых действий, включая:

- Проверку герметичности.
- Проверку работоспособности компрессионного устройства.
- Проверку работоспособности весоизмерительной системы для осуществления весового контроля заправляемой массы рабочего тела.
- Проверку работоспособности блока подготовки системы к заправке.
- Проверку работоспособности системы управления и контроля рабочих параметров.
- Проверку работоспособности блока контроля качества рабочего тела.

Первым этапом предварительных испытаний является проверка герметичности для исключения утечек из системы устройства. Для газовых испытаний на герметичность могут применяться манометрический, масс-спектрометрический и пузырьковый методы [1].

Манометрический метод основан на регистрации изменения показаний манометра или вакуумметра, обусловленного проникновением воздуха или пробного вещества через сквозные дефекты контролируемого объекта. Данный метод разделяется по способу реализации на компрессионный и вакуумный

Масс-спектрометрический метод основан на регистрации ионов пробного газа, проникающего через сквозные дефекты контролируемого объекта. Для испытания на герметичность устройства заправки ксенона данным методом могут быть применены способы «обдува» или «щупа» [2].

Пузырьковый метод основан на регистрации пузырьков пробного газа, проникающего через сквозные дефекты контролируемого объекта. Реализуется данный метод испытаний при помощи способа «обмыливания» [3].

Далее проводится исследование работоспособности компрессионного устройства, которое заключается в проверках обеспечения заданных массовых производительностей, давления и температуры газа на выходе из компрессора. Для определения производительности необходимо осуществить перекачку рабочего тела в баллон-имитатор с помощью компрессора. При этом следует регистрировать массы перекаченного газа в течении заданного времени с помощью весоизмерительной системы. Во время этого процесса также нужно регистрировать значения давления и температуры газа на выходе из компрессора с помощью датчиков, установленных в системе устройства.

Проверку работоспособности весоизмерительной системы для осуществления весового контроля заправляемой массы рабочего тела необходимо проводить посредством определения разницы показаний между массой, взятой из исходного баллона, и массой газа, перекаченного устройством в баллон-имитатор. Разница значений должна находиться в допускаемом диапазоне значений.

Проверка работоспособности блока подготовки системы к заправке в зависимости от его конструкции может заключаться в проверке теплообменного аппарата и вакуумных насосов.

При осуществлении проверки работоспособности компрессора производится испытание теплообменного аппарата для охлаждения рабочего тела перед подачей в баллон-имитатор. При этом необходимо осуществлять подачу теплоносителя через теплообменный аппарат для охлаждения рабочего тела. Максимальная температура не должна превышать заданное значение.

Для обеспечения требуемой чистоты перекачиваемого рабочего тела необходимо осуществлять процесс очистки внутренних полостей устройства заправки от различных примесей на этапе подготовки системы к заправке. Для этих целей должно быть предусмотрено наличие вакуумного насоса, который должен обеспечивать заданное давление вакуумирования. В ходе проведения испытаний необходимо контролировать уровень достигнутого давления, которое должно соответствовать значению, заданному на этапе проектирования.

Необходимо провести проверку работоспособности системы управления и контроля рабочих параметров установки. Работоспособность системы управления осуществляется посредством поочередного включения каждого исполнительного элемента. При этом они должны функционировать в заданном диапазоне параметров, которые регистрируются поверенными в установленном порядке датчиками, входящими в состав установки.

Проверка работоспособности блока контроля качества рабочего тела заключается в подаче модельного газа в данную систему и проведение последующего анализа с целью определения состава пробы и наличия загрязняющих примесей.

## **Заключение**

В ходе выполнения предварительных испытаний установки заправки рабочего тела для бортовых систем летательных аппаратов необходимо осуществлять проверки работоспособности всех элементов системы. Результаты каждого испытания, выполненного согласно программе и методике испытаний, должны показывать соответствие всех рабочих характеристик изделия заданным параметрам. На основании успешного выполнения всех задач испытаний и прохождения предварительных испытаний устройство заправки может быть допущено к проведению приёмочных испытаний, целью которых будет являться

подтверждение работоспособности изделия на всех рабочих режимах с учетом всех операций по подготовке к заправке, а также контроля качества рабочего тела.

Результаты работы получены при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № FSSS-2024-0017).

### **Список литературы**

1. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
2. ГОСТ 24054-80. Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования.
3. ОСТ 92-4291-75. Методы гидравлических и пневматических испытаний изделий на прочность и герметичность. Общие положения.

### **Сведения об авторах**

Горшаков Алексей Александрович, старший преподаватель кафедры ТиТД, старший научный сотрудник НОЦ ГДИ - 209. Область научных интересов: холодильная и криогенная техника.

Корнеев Сергей Сергеевич, аспирант кафедры ТиТД, научный сотрудник НОЦ ГДИ - 209. Область научных интересов: холодильная и криогенная техника.

Боровик Владислав Михайлович, магистрант кафедры ТиТД, инженер-конструктор НОЦ ГДИ-209. Область научных интересов: холодильная и криогенная техника.

## **PROGRAM AND METHODOLOGY OF PRELIMINARY TESTS OF THE DEVICE FOR REFILLING THE WORKING FUEL OF ON-BOARD SYSTEMS OF AIRCRAFT**

Gorshkalev A.A., Kornev S.S., Borovik V.M.

<sup>1</sup>Samara University, Samara, Russia skornev1993@mail.ru

*Keywords: preliminary tests, refueling device, on-board systems.*

The article describes the program and methodology for conducting preliminary tests of a device for filling the onboard systems of aircraft with a working fluid to determine its operability.