ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 56519— 2015**

# АППАРАТЫ КОСМИЧЕСКИЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ. ТЕПЛОВАКУУМНАЯ ОТРАБОТКА

## Общие требования

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП «ЦНИИмаш»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 321 «Ракетно-космическая техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 июля 2015 г. № 890-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)*

© Стандартинформ, оформление, 2015, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Сокращения . . . 3
5 Общие положения . . . 4
6 Требования к расчетно-теоретическим, проектно-конструкторским работам сопровождения тепловакуумной отработки . . . 5
7 Требования к тепловакуумным испытаниям . . . 6
8 Требования к электротермовакуумным испытаниям . . . 7
9 Требования к организационно-техническому обеспечению наземной экспериментальной тепловакуумной отработки . . . 8
10 Отчетность . . . 11
Приложение А (обязательное) Состав тепловакуумной отработки автоматических космических аппаратов негерметичного исполнения . . . 12
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендации к измерению характеристик аксиальных и контурных тепловых труб при тепловакуумных испытаниях . . . 13
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендации к проведению тепловакуумных испытаний автоматических космических аппаратов негерметичного исполнения . . . 14
Приложение Г (рекомендуемое) Рекомендации по составлению программы и методики (инструкции) проведения электротермовакуумных испытаний . . . 15
Приложение Д (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию технического задания на тепловакуумные испытания . . . 16
Приложение Е (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию программы тепловакуумных испытаний . . . 17
Приложение Ж (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию методики (инструкции) тепловакуумных испытаний . . . 18
Приложение И (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию программы измерений . . . 19
Приложение К (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию технического задания на экспериментальную установку . . . 21
Приложение Л (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию технического задания на объект испытаний . . . 22
Приложение М (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию программы управления . . . 24
Приложение Н (обязательное) Порядок разработки, согласования и утверждения документации по тепловакуумным испытаниям . . . 25
Приложение П (рекомендуемое) Рекомендации к содержанию технического отчета по тепловакуумным испытаниям . . . 27
Библиография . . . 27

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# АППАРАТЫ КОСМИЧЕСКИЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ. ТЕПЛОВАКУУМНАЯ ОТРАБОТКА

**Общие требования**

Automatic spacecrafts. Thermal vacuum treatment. General requirements

**Дата введения — 2016—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на автоматические космические аппараты, непосещаемые человеком, бортовая аппаратура которых преимущественно работает в вакууме (космические аппараты негерметичного исполнения), их технологические блоки и модули.

Настоящий стандарт устанавливает виды, методы и средства тепловакуумной отработки, порядок подготовки и проведения отработки, требования к наземным приемо-сдаточным испытаниям космического аппарата, а также требования к организационно-техническому обеспечению наземной тепловакуумной отработки.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.103 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки

ГОСТ 2.106 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы

ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ Р 8.563—2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 51672 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения

ГОСТ Р 53802 Системы и комплексы космические. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

**Издание официальное**

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, ГОСТ Р 53802, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аксиальная тепловая труба:** Тепловая труба, представляющая собой ампулизированную герметизированную конструкцию в форме цилиндрической трубки с канавками-капиллярами на внутренней поверхности трубки.

3.2 **головная организация:** Организация отрасли, проводящая анализ результатов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и выдающая заключения на их допуск к летным испытаниям.

3.3 **доводочные испытания:** Исследовательские испытания, проводимые при разработке продукции с целью оценки влияния вносимых в нее изменений для достижения заданных значений показателей ее качества.

3.4 **имитатор инфракрасного излучения:** Система тепловакуумной камеры, представляющая собой источник инфракрасного излучения, предназначенный для имитации суммарных падающих лучистых потоков на поверхность объекта испытаний: собственного излучения планеты и отраженного от ее поверхности солнечного излучения, собственного излучения конструкции отсутствующих частей космического аппарата, или для имитации общих суммарных поглощенных лучистых потоков от Солнца, планеты и отсутствующих частей аппарата.

3.5 **имитатор солнечного излучения:** Система тепловакуумной камеры, предназначенная для создания в рабочей зоне камеры поля лучистого потока, близкого к солнечному по спектральной плотности, энергетической яркости, равномерности и расходимости лучей.

3.6 **контрольные испытания:** Испытания, проводимые для контроля качества объекта.

3.7 **квалификационные испытания:** Контрольные испытания для оценки готовности организации к выпуску продукции.

3.8 **комплексные тепловакуумные испытания:** Совокупность видов испытаний автоматических космических аппаратов, определенных комплексной программой экспериментальной отработки и проводимых при экспериментальной отработке и проверке механически собранного космического аппарата в тепловакуумной камере при условиях, близких к реальным условиям эксплуатации.

3.9 **контурная тепловая труба:** Тепловая труба с капиллярным пористым телом (тепловым насосом) в зоне испарения и радиационным теплообменником-конденсатором в зоне сброса тепла в космическое пространство.

3.10 **предварительные испытания:** Контрольные испытания опытных образцов с целью определения возможности их предъявления на приемо-сдаточные испытания.

3.11 **приборно-агрегатное оборудование:** Совокупность бортовой служебной, целевой аппаратуры и оборудования бортовых систем космических аппаратов.

3.12 **приемо-сдаточные испытания:** Контрольные испытания продукции при приемочном контроле.

3.13 **радиационный теплообменник-конденсатор:** Конденсационное устройство, представляющее собой сотопанель, внутри которой проходит парожидкостная магистраль, а наружная поверхность является излучателем, как правило, с терморегулирующим покрытием типа солнечный отражатель.

3.14 **система обеспечения теплового режима космического аппарата:** Совокупность бортовых устройств и элементов конструкции, предназначенная для обеспечения требуемого теплового режима.

3.15 **система терморегулирования автоматического космического аппарата:** Обеспечивающая бортовая система автоматического космического аппарата, являющаяся частью системы обеспечения теплового режима космического аппарата и использующая активные средства для регулирования температуры, позволяющие менять условия внутреннего и внешнего теплообмена.

3.16 **тепловакуумная камера:** Вакуумная камера, оснащенная имитаторами воздействия основных факторов и характеристик открытого космического пространства.

3.17 **тепловакуумная отработка космических аппаратов:** Совокупность проектно-конструкторских, расчетно-теоретических и экспериментальных работ, проводимых с целью обеспечения заданных в техническом задании на систему обеспечения теплового режима космического аппарата (или в технических условиях на космический аппарат) технических и эксплуатационных характеристик системы обеспечения теплового режима и обеспечения требуемого теплового режима космического аппарата на всех этапах его эксплуатации, в том числе при аварийных ситуациях.

3.18 **тепловакуумные испытания космических аппаратов:** Испытания, проводимые с целью экспериментальных исследований, определения и подтверждения соответствия требованиям технического задания тактико-технических характеристик, технических характеристик активных и пассивных средств обеспечения теплового режима космического аппарата, количественных и качественных характеристик тепломассообмена и теплового состояния конструкции в вакууме при имитации тепловых условий функционирования.

Примечание — Допускается для данного вида испытаний использовать наименование «термовакуумные испытания», тождественное в рамках применения настоящего стандарта.

3.19 **тепловая сотопанель:** Высокоэффективное теплопередающее устройство автоматического космического аппарата, представляющее собой трехслойную конструкцию, выполненную из двух пластин, разделенных сотовой конструкцией, внутри которой проложены тепловые трубы.

3.20 **тепловая сотопанель приборно-агрегатного оборудования:** Тепловая сотопанель, на поверхности которой устанавливается приборно-агрегатное оборудование.

3.21 **тепловая сотопанель радиационного теплообменника:** Тепловая сотопанель, наружная поверхность которой используется как излучатель с терморегулирующим покрытием.

3.22 **тепловая труба:** Испарительно-конденсационное устройство автоматического космического аппарата, предназначенное для передачи теплоты между элементами конструкции и приборами космического аппарата (от горячей зоны испарения к холодной зоне конденсации), работающее без затрат электроэнергии за счет движения теплоносителя под действием капиллярных сил.

3.23 **тепловое состояние космического аппарата:** Состояние космического аппарата, характеризуемое в определенный момент времени и реальных тепловых условиях функционирования совокупностью теплофизических свойств конструкции, параметров температурных полей в объемах конструкции, бортового оборудования, аппаратуры, рабочих жидкостей и теплоносителей, скоростью движения и расходами теплоносителей, величинами конвективных, кондуктивных и лучистых тепловых связей между элементами космического аппарата, а также значениями параметров системы обеспечения теплового режима.

3.24 **тепловой макет:** Изделие, изготовленное по конструкторской документации организации-разработчика и обеспечивающее воспроизведение технических и эксплуатационных характеристик системы обеспечения теплового режима и (или) автономного средства обеспечения теплового режима и параметров обеспечиваемого ими теплового режима космического аппарата, соответствующих эксплуатационным.

3.25 **тепловой режим космического аппарата:** Распределения по времени и в пространстве величин температур теплоносителей, конструкции и приборно-агрегатного оборудования, параметров теплообмена космического аппарата, определенных в техническом задании и обеспечивающих при заданных условиях функционирования выполнение целевой программы полета.

3.26 **тепловые условия функционирования космических аппаратов:** Совокупность изменяющихся во времени и пространстве по траектории полета внешних и внутренних тепловых нагрузок.

3.27 **терморегулирующее покрытие:** Покрытие, наносимое на поверхность космического аппарата или на поверхности его отдельных элементов с целью обеспечения заданных радиационных характеристик этой поверхности.

3.28 **штатное изделие:** Изделие, полностью выполненное по конструкторской документации с литерой 0 или 01 и предназначенное для летных испытаний и эксплуатации.

3.29 **электротермовакуумные испытания:** Проверка электрических характеристик оборудования и функционирования систем космического аппарата в условиях вакуума при экстремальных значениях температур в условиях эксплуатации.

## 4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АКА — автоматический космический аппарат;

АТТ — аксиальная тепловая труба;

БА — бортовая аппаратура;

БВ — блок выведения;

ИКИ — имитатор инфракрасного излучения;

ИСИ — имитатор солнечного излучения;

КА — космический аппарат;
КБ — конструкторское бюро;
КД — конструкторская документация;
КДИ — конструкторско-доводочные испытания;
КП — компенсационная полость;
КПЭО — комплексная программа экспериментальной отработки;
КТТ — контурная тепловая труба;
КЦА — комплекс целевой аппаратуры;
ЛИ — летные испытания;
ЛОИ — лабораторно-отработочные испытания;
НТД — нормативно-техническая документация;
НЭО — наземная экспериментальная отработка;
ОИ — объект испытаний;
ОТК — отдел технического контроля;
ПАО — приборно-агрегатное оборудование;
ПМ — программа и методика;
ПО — программное обеспечение;
ПОБ — программа обеспечения безопасности;
ПОН — программа обеспечения надежности;
ПрИ — предварительные испытания;
ПСИ — приемо-сдаточные испытания;
РБ — разгонный блок;
РД — рабочая документация;
РКД — рабочая конструкторская документация;
РТО — радиационный теплообменник;
СБ — солнечная батарея;
СОТР — система обеспечения теплового режима;
СТР — система терморегулирования (жидкостная и газовая);
ТВИ — тепловакуумные испытания;
ТВК — тепловакуумная камера;
ТВО — тепловакуумная отработка;
ТЗ — техническое задание;
ТСП — тепловая сотопанель;
ТТ — тепловая труба;
ТУ — технические условия;
ЭВМ — электронно-вычислительная машина;
ЭТВИ — электротермовакуумные испытания.

## 5 Общие положения

5.1 В основе создания и отработки АКА лежит учет особенностей функционирования изделия в космосе, программы полета и целевых задач АКА.

ТВО является частью отработки АКА, выполнение которой должно обеспечить качество и надежность решения целевых задач АКА по параметрам теплового режима в течение заданного срока эксплуатации изделия.

В ТВО АКА функционально входят контрольные проверочные испытания служебных и бортовых систем АКА при ЭТВИ как этап ПСИ по параметрам теплового режима и стойкости АКА к тепловым воздействующим факторам космического пространства.

ЭТВИ АКА предшествуют этапу проверок изделия при ЛИ.

5.2 В обеспечение организации и сопровождения ТВО АКА проводятся следующие работы:

- ТВИ АКА, его модулей служебных систем и КЦА;
- расчетно-теоретические и проектно-конструкторские работы;
- автономные испытания оборудования СОТР.

Состав ТВО АКА приведен на рисунке А.1 (приложение А).

Примечание — Перечень испытаний, объем и задачи каждого вида испытаний ТВО АКА определяются в ПОН и КПЭО АКА.

5.3 ЛИ проводятся с целью всесторонней проверки и подтверждения характеристик АКА заданных в ТЗ в реальных условиях функционирования изделия.

5.4 Экспериментальная ТВО АКА носит иерархический характер, сначала проводятся поагрегатные ТВИ СОТР с последующим укрупнением испытуемых фрагментов вплоть до крупных сборок и по возможности ТВИ полностью собранного АКА.

5.5 В обеспечение проектирования и отработки СОТР необходимо согласовать тепловые, электрические и механические интерфейсы (связи) СОТР и бортовой служебной и целевой аппаратуры, которые могут разрабатываться разными организациями.

5.6 Методология ТВО АКА негерметичного исполнения должна разрабатываться с учетом влияния гравитации на работу элементов СОТР.

5.7 ТВИ АКА могут проводиться с частично собранным изделием, т. е. с изделием, от которого отсоединены некоторые его внешние элементы (антенны, панели СБ и т.п.), или с изделием, расчлененным на части, отдельные блоки и фрагменты (поблочные и пофрагментные ТВИ) при условии методического обоснования возможности переноса результатов испытаний составных частей АКА на изделие в целом.

5.8 По результатам наземных ТВИ и ЭТВИ организация — разработчик АКА выдает заключение в головную организацию о соответствии испытуемых характеристик АКА требуемым в части тепловых режимов и работоспособности ПАО.

5.9 Организация — исполнитель ТВИ должна выдать заключение организации — разработчику АКА о полноте выполнения программы испытаний и корректности воспроизведения внешних условий.

5.10 Объем экспериментальной тепловакуумной отработки считается полным, если АКА и его составные части прошли с положительными результатами в полном объеме ПОБ, ПОН и КПЭО.

5.11 По представленной организацией — разработчиком АКА документации: расчет тепловых режимов АКА, отчет и заключение по наземной отработке АКА головная организация на основе анализа этой документаций выдает общее заключение на допуск АКА к ЛИ, в том числе в части тепловых режимов АКА.

Примечание — При выдаче общего заключения о допуске АКА к ЛИ в дополнение к результатам ЭТВИ, как этапу ПСИ на стойкость АКА к тепловакуумным условиям космического пространства, головная организация рассматривает результаты ПСИ АКА на стойкость к механическим нагружениям, на электромагнитную совместимость и др.

## 6 Требования к расчетно-теоретическим, проектно-конструкторским работам сопровождения тепловакуумной отработки

6.1 Тепловая НЭО АКА носит расчетно-экспериментальный характер, связанный с ограниченными размерами ТВК, погрешностями имитаций внешних тепловых нагрузок, необходимости пересчета результатов ТВИ на натурные условия.

6.2 На этапе технических предложений и эскизного проекта должна быть определена экспериментальная база для ТВИ АКА, а затем на этапе технического проекта выбраны изделия для ТВИ и экспериментальные установки для испытаний.

6.3 При проведении расчетных работ определяется вариант рационального с точки зрения теплообмена размещения ПАО, проводятся исследования их взаимного теплового влияния.

6.4 Проектная документация КПЭО, ПОН и ПОБ, включающая вопросы ТВО, разрабатывается организацией — разработчиком АКА и представляется на экспертизу в головную организацию.

6.5 До стадии ТВИ организация — разработчик АКА выполняет следующие работы:

а) определяет проектно-конструкторские работы по составу и числу экспериментальных сборок;

б) выпускает КД экспериментальных сборок для ТВИ, оснастки для размещения ОИ в выбранной ТВК, контрольно-поверочной аппаратуры;

в) изготавливает экспериментальные сборки, оснастку и контрольно-поверочную аппаратуру;

г) разрабатывает компьютерные модели для математического моделирования теплового режима:

1) АКА (или его фрагментов) при натурной эксплуатации;

2) ОИ в условиях ТВК.

6.6 Документация на оснастку и контрольно-поверочную аппаратуру согласуется организацией — разработчиком АКА с организацией — исполнителем ТВИ.

6.7 Расчетными работами определяются внешние тепловые нагрузки от Солнца и Земли (планет) в реальных условиях эксплуатации АКА (орбитальный полет, межпланетный перелет, пребывание

на поверхности планеты) и от имитаторов внешних тепловых потоков в условиях ТВИ. Рассчитываются поля температур по конструкции АКА и по приборам полезной нагрузки, определяются максимальные и минимальные температуры по элементам.

6.8 В связи с неопределенностями исходных данных и погрешностью расчетов расширяется проектный температурный диапазон элементов конструкции и оборудования не менее чем на ± 5 °С по сравнению с расчетным диапазоном. Для регулируемого диапазона СТР расчетный диапазон должен быть уже проектного не менее чем на ± 10 %.

6.9 При поблочных ТВИ крупногабаритных изделий, не размещаемых в ТВК, и при пофрагментных ТВИ АКА учитывается тепловое влияние отсутствующих частей изделия на испытуемый блок АКА.

6.10 По результатам ТВИ проводятся доработки конструкции АКА (при необходимости) и осуществляется идентификация математической модели теплового режима ОИ при ТВИ и тепловой математической модели ОИ при его функционировании в составе АКА.

По разработанным моделям должен быть выпущен тепловой расчет АКА (или его фрагмента) при натурной эксплуатации.

## 7 Требования к тепловакуумным испытаниям

7.1 ТВИ АКА являются обязательными для вновь создаваемых и модернизируемых АКА и должны завершать этап их тепловакуумной отработки.

7.2 ТВИ АКА должны проводиться в следующих целях:

- экспериментального исследования тепловых режимов, тактико-технических, технических характеристик СОТР, количественных и качественных характеристик тепломассообмена АКА (ОИ) при различных режимах эксплуатации, максимально приближенных к полетным;
- подтверждения выполнения требований ТЗ на СОТР (или ТЗ на КА) в части температур конструкции КА, мест установки приборов и температур ПАО в режимах с экстремальными внутренними и внешними тепловыми нагрузками.

7.3 Задачи ТВИ должны включать:

- испытания СОТР на всех этапах эксплуатации изделия;
- экспериментальное определение и проверку соответствия фактических значений характеристик СОТР требованиям ТЗ на СОТР (или ТЗ на КА), включая характеристики агрегатов, диапазоны регулирования и др.;
- исследование динамики работы агрегатов и электронагревателей, среднего энергопотребления СОТР;
- определение температурных запасов;
- экспериментальное определение распределения температур по конструкции, системам, агрегатам и приборам АКА;
- экспериментальное определение теплового режима АКА при имитации вероятных нештатных ситуаций и проверку эффективности мероприятий по ликвидации их влияния;
- получение исходных данных для уточнения математической модели тепловых режимов АКА;
- определение исходных данных по объемам и режимам испытаний для проведения ЭТВИ штатного изделия (ограничения в части величин внешней и внутренней тепловых нагрузок);
- подтверждение достаточности объема измерений приЛИ для оценки теплового режима АКА.

7.4 ТВИ АКА должны проводиться одним из регламентируемых методов имитации внешних тепловых условий:

- методом воспроизведения расчетных граничных температур на внешних поверхностях объекта, который может реализовываться с помощью поверхностных нагревателей;
- методом моделирования падающих внешних потоков, которые обычно воспроизводятся с помощью ИСИ и ИКИ;
- методом моделирования поглощенных потоков внешней поверхностью АКА, воспроизводимых с помощью ИКИ;
- методом комбинированного моделирования.

7.5 Режимы ТВИ АКА:

- экстремальные тепловые режимы (так называемые «горячий» и «холодный» режимы) орбитального полета АКА. В этих режимах проверяется работа СОТР АКА при минимальных и максимальных внешних и внутренних тепловых нагрузках;

- переходные тепловые режимы. В этих условиях проверяются работа СОТР при изменении тепловых нагрузок, процессы запуска ТТ, работа регулирующих устройств;
- режимы определения тепловых запасов СОТР при расширенных температурных пределах работоспособности бортового ПАО (квалификационные испытания);
- аварийные режимы работы СОТР АКА. Сюда могут входить проверки возможности СОТР выполнять свои функции при выходе из строя отдельных элементов СОТР АКА негерметичного исполнения (термоэлектрических микрохолодильников ТТ, электронагревателей, жалюзи, регуляторов расходов СТР и др.).

7.6 При ТВИ орбитальных АКА должны последовательно воспроизводиться:
- режим выведения АКА для заатмосферного участка полета;
- начальные режимы работы АКА;
- режим установки АКА в рабочую точку орбиты;
- режим эксплуатации АКА на орбите.

Для автоматических межпланетных станций при ТВИ должны воспроизводиться:
- режим выведения АКА для заатмосферного участка полета;
- начальные режимы работы АКА;
- режим межпланетного перелета;
- орбитальный полет около планеты;
- пребывание на поверхности планеты.

Конкретные режимы эксплуатации АКА, отрабатываемые на ТВИ, определяются программами испытаний.

7.7 Допускается следующая комплектация элементов ПАО экспериментальных сборочных единиц для ТВИ:
- тепловыми эквивалентами блоков ПАО;
- технологическими образцами ПАО;
- штатными образцами ПАО.

Допускается совместная комплектация сборочных единиц для ТВИ штатными образцами и тепловыми эквивалентами ПАО.

7.8 При ТВИ число штатных и технологических датчиков измерений температур должно позволить провести анализ теплового режима ПАО и элементов конструкции, а также параметров СОТР. Для измерения температур используются аттестованные средства измерения.

7.9 Для измерения характеристик АТТ и КТТ при ТВИ АКА даны рекомендации, приведенные в приложении Б, по измеряемым параметрам. Рекомендации по проведению ТВИ АКА негерметичного исполнения приведены в приложении В.

7.10 В объем измеряемых параметров должны входить:
- потребляемая мощность элементов ПАО и циклограмма их работы;
- показания датчиков тепловых потоков от ИСИ и/или ИКИ, падающие на радиаторы и внешние поверхности ОИ.

7.11 Измеряемые параметры жидкостных СТР включают значения температур, расходов теплоносителей и положения регулирующих органов.

Расход теплоносителя допускается определять косвенно по перепадам давления на гидроблоках с учетом их расходных характеристик.

## 8 Требования к электротермовакуумным испытаниям

8.1 ЭТВИ относятся к НЭО АКА функционально, являясь завершающим этапом ПСИ АКА.

8.2 ЭТВИ являются контрольными испытаниями на уровне собранного КА по проверке функционирования в вакууме конструкций и ПАО изделия. ЭТВИ подтверждают обеспечение работоспособности АКА при воздействии факторов космического пространства для заданной программы полета.

8.3 ЭТВИ предшествуют заводские контрольные электрические испытания на уровне собранного КА в атмосферных условиях как этап предварительных ПСИ АКА, разрешающий переход к ЭТВИ.

8.4 ЭТВИ АКА проводятся в отличие от ТВИ АКА не только для первого изделия, но и для последующих изготовляемых экземпляров АКА. ЭТВИ АКА проводятся при термоциклировании, при ступенчатом изменении температур посадочных мест ПАО от близких к минимально допустимым значениям («нижняя» полка) до близких к максимальным («верхняя» полка) в течение обычно от трех до пяти циклов с предварительной дегазацией изделия (см. 8.10).

8.5 При ЭТВИ проводятся проверки на функционирование бортовой аппаратуры основных и резервных экземпляров при термоциклировании.

8.6 Обеспечение тепловых условий при ЭТВИ в ТВК может проводиться одним из двух способов:

- когда «верхняя» полка создается при имитации внешних тепловых потоков на «витке» подогревом плоскости посадки ПАО электронагревом (или наземной жидкостной СОТР для АКА с СТР), а «нижняя» полка — отключением имитатора и уменьшением электронагрева (или его отключением);
- когда внешние тепловые потоки не воспроизводятся, «верхняя» и «нижняя» полка мест посадки ПАО обеспечивается дополнительными инфракрасными нагревателями (или наземной жидкостной СОТР для АКА с СТР).

Способ проведения ЭТВИ определяет главный конструктор организации — разработчика АКА.

Примечание — При проведении ЭТВИ КА негерметичного исполнения с СТР допускается использовать наземную жидкостную систему термостатирования для обеспечения в ТВК «верхней» и «нижней» полок при термоциклировании.

8.7 При проведении ЭТВИ штатного образца на функционирование АКА при циклических температурных воздействиях в вакууме выявляются имеющиеся дефекты полной сборки изделия в части тепловых контактов, электрических соединений, термомеханических воздействий, взаимного влияния приборов и конструкции, электромагнитной совместимости и работы ПАО АКА, а также ПО.

8.8 В программе и методике проверок функционирования (прогона) приборов и аппаратуры должны быть указаны цель, задачи и критерии ее выполнения для каждого прибора или дана ссылка на документацию, содержащую требуемые параметры.

Программа и методика проверок функционирования приборов и аппаратуру при ЭТВИ может оформляться в виде инструкций.

8.9 При ЭТВИ воспроизводятся режимы эксплуатации АКА, заданные в программе испытаний АКА.

При ЭТВИ БА функционирует в соответствии со штатными циклограммами работы на соответствующих режимах эксплуатации.

8.10 Проведению испытаний БА при термоциклировании должна предшествовать дегазация изделия в ТВК, которая должна проводиться при максимальных температурах с выключенным оборудованием, критичным к давлению окружающей среды до достижения давления в ТВК и внутри ОИ не более $5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст.

8.11 Рекомендации по составлению программы и методики (инструкции) ЭТВИ приведены в приложении Г.

## 9 Требования к организационно-техническому обеспечению наземной экспериментальной тепловакуумной отработки

### 9.1 Требования к программно-методическому обеспечению ТВИ

9.1.1 Программу и методику ТВИ разрабатывают на основании ТЗ на подготовку и проведение ТВИ, КД на АКА и оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106 и настоящего стандарта.

Рекомендации к содержанию ТЗ на ТВИ приведены в приложении Д.

Программу и методику ТВИ АКА разрабатывает и утверждает организация — разработчик изделия. Программу и методику ТВИ АКА согласовывают с организацией — исполнителем ТВИ.

Программу и методику ТВИ сборочных единиц, а также решения, принимаемые в процессе подготовки и проведения испытаний, утверждает организация — разработчик изделия. Программу и методику ТВИ сборочных единиц согласовывают с организацией — исполнителем ТВИ.

Программу и методику ТВИ допускается выпускать единым документом.

9.1.2 Программа ТВИ должна содержать следующие разделы:

- введение;
- цели и задачи испытаний;
- объект испытаний;
- объем и последовательность испытаний;
- программа управления;
- условия проведения испытаний;
- программа измерений;
- материально-техническое обеспечение;

- требования по безопасности;
- обеспечение защиты государственной тайны;
- отчетность по испытаниям.

9.1.3 Содержание разделов программы ТВИ определяют в соответствии с целями и задачами ТВИ конкретного изделия и конструктивными особенностями ОИ.

Требования к содержанию программы ТВИ приведены в приложении Е.

9.1.4 Методика ТВИ должна содержать следующие разделы:

- ОИ;
- цель испытаний;
- общие положения;
- оцениваемые показатели, расчетные соотношения и математические модели теплового состояния в случае решения задач по их уточнению;
- условия и порядок проведения испытаний;
- обработка, анализ и оценка результатов испытаний;
- отчетность.

Требования к содержанию методики ТВИ приведены в приложении Ж.

9.1.5 Изделие для ТВИ должно поставляться на испытания в полной штатной комплектации. Допускается замена ПАО на их тепловые эквиваленты (см. 9.6.3).

При невозможности в условиях ТВК провести проверку работоспособности отдельного оборудования это оборудование должно быть заменено технологическими эквивалентами.

При проведении ТВИ изделия с неполным комплектом бортового ПАО, а также с конструктивными отличиями от штатного изделия перечень этого ПАО и конструктивных отличий должны быть приведены в программе испытаний.

### 9.2 Требования к метрологическому обеспечению ТВИ

9.2.1 Целью метрологического обеспечения ТВИ является обеспечение единства и достоверности измерений, проводимых при испытаниях, а также контроль качества измерений в ходе проведения ТВИ в соответствии с требованиями [1] и подтверждения соответствия по ГОСТ Р 51672.

9.2.2 Основным организационно-техническим документом, определяющим требования к метрологическому обеспечению ТВИ, является программа измерений.

9.2.3 Программа измерений является составной частью программы и методики ТВИ. Рекомендации по содержанию программы измерений приведены в приложении И.

Допускается программу измерений выпускать в виде отдельного документа.

9.2.4 К ТВИ допускают информационно-измерительные системы, средства измерения и оборудования, прошедшие аттестацию в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568. Исключение составляют кремниевые фотопреобразователи светового потока для измерения освещенности, не внесенные в Государственный реестр средств измерений.

9.2.5 Все измерения в процессе ТВИ должны проводиться по аттестованным методикам в соответствии с ГОСТ Р 8.563—2009 (раздел 6) с учетом технических характеристик информационно-измерительных систем ТВК.

9.2.6 Отчетная документация по ТВИ должна содержать сведения об аттестации информационно-измерительных систем с оценкой погрешностей измерительных каналов.

### 9.3 Требования к материально-техническому обеспечению ТВИ

9.3.1 Требования к материально-техническому обеспечению ТВИ определяют главный конструктор организации — разработчика АКА, руководитель организации — исполнителя ТВИ и заказчик.

9.3.2 ТВИ должны быть обеспечены необходимым учтенным комплектом КД, ЭД, НТД, справочными материалами, рабочими местами, средствами испытаний, оборудованием для испытаний и др., а также обслуживающим персоналом, транспортными средствами, охраной материальной части и пр.

9.3.3 Состав КД и НТД, по которой осуществляется изготовление ОИ, а также состав РКД, используемой при подготовке и проведении ТВИ, определяется ТЗ на ТВИ.

9.3.4 Сроки поставки и перечень КД и НТД определяют организация-разработчик, организация-изготовитель и организация — исполнитель ТВИ по взаимному согласованию, но не позднее чем за шесть месяцев до начала работ по изготовлению ОИ и двух месяцев до начала работ по подготовке и проведению ТВИ.

9.3.5 Транспортировку ОИ к месту проведения ТВИ и обратно осуществляет организация-изготовитель.

9.3.6 Все транспортировочные работы, в том числе работы, связанные с разгрузкой ОИ, а также с его установкой и съемом со стенда осуществляет организация — исполнитель ТВИ.

9.3.7 Ответственность за сохранность ОИ и технологической оснастки после поставки несет организация — исполнитель ТВИ.

9.3.8 При проведении ТВИ необходимое материально-техническое обеспечение производят организации-исполнители средствами, имеющимися в их распоряжении.

9.3.9 Поставку материально-технических средств, а также средств технического обслуживания, которыми не в состоянии обеспечить организация — исполнитель ТВИ, но предусмотренных программой и методикой ТВИ, организует (обеспечивает) организация — разработчик АКА, если иной порядок не регламентирован контрактом (договором) или совместным решением участвующих в испытаниях сторон.

### 9.4 Требования к ТВК

9.4.1 ТВК должна быть оснащена в соответствии с требованиями ТЗ на экспериментальную установку и обеспечивать решение целей и задач, изложенных в программе и методике ТВИ.

9.4.2 Испытательное оборудование ТВК допускается к проведению ТВИ при наличии аттестации по ГОСТ Р 8.568. Рекомендации по содержанию ТЗ на экспериментальную установку приведены в приложении К.

### 9.5 Требования к объекту ТВИ

9.5.1 К ТВИ допускают ОИ, принятые ОТК организации-изготовителя при наличии заключения организации-изготовителя и его ОТК, а также заключения организации-разработчика о допуске к работам по программе и методике ТВИ. Рекомендации по содержанию ТЗ на ОИ приведены в приложении Л.

9.5.2 ОИ для ТВИ и входящие в их состав сборочные единицы должны соответствовать эксплуатационным характеристикам по:

- конструкции корпуса, пневмогидросхем, бортовой кабельной сети;
- конструкции и комплектации активных и пассивных средств обеспечения теплового режима и их функциональных параметров;
- размерам, массам теплоемкости сборочных узлов;
- материалам, покрытиям, их теплофизическим, оптическим и радиационным свойствам;
- внутреннему наружному монтажу и интерьеру;
- герметичности и газовыделению;
- метрологическим характеристикам каналов измерения и управления.

9.5.3 Тепловые и массогабаритные тепловые эквиваленты БА, систем, элементов конструкции, технических средств и рабочих жидкостей, входящих в состав ОИ, должны соответствовать штатной БА по:

- габаритным характеристикам;
- массе и теплофизическим характеристикам;
- величине и распределению тепловыделений;
- оптическим и радиационным характеристикам и обработке наружных и внутренних поверхностей;
- конструкции посадочных мест и величине термических сопротивлений в местах крепления;
- гидравлическому сопротивлению магистралей теплоносителя;
- эффективным значениям теплофизических характеристик тепловой изоляции.

9.5.4 Отступления от требований 9.6.2 и 9.6.3 должны быть отражены в программе и методике ТВИ АКА.

9.5.5 Тепловые и массогабаритные эквиваленты БА должны обеспечивать реализацию эксплуатационной циклограммы тепловыделений.

9.5.6 Бортовая кабельная сеть и пневмогидравлическая система должны обеспечивать подключение ОИ к стендовой пневмогидравлической системе, в том числе и через специальные пульты организации-разработчика.

9.5.7 Конструкция элементов крепления ОИ к стенду должна обеспечивать минимальные перетоки тепла между ОИ и элементами испытательной оснастки или иметь охранные нагреватели.

9.5.8 Требования к системе измерения ОИ устанавливают в программе и методике на ТВИ.

9.5.9 Система измерений ОИ включает в себя датчиковую и другую аппаратуру, при необходимости эксплуатационную кабельную сеть, средства стыковки кабельной сети со стендовой системой измерения.

9.5.10 Система измерений ОИ должна обеспечивать измерения с требуемой точностью и дискретностью в соответствии с программой измерения. Системы измерения ОИ и ТВК должны быть взаимно увязаны в части объема, номенклатуры и точности регистрируемых параметров.

9.5.11 В случае использования при ТВИ нестандартных информационно-измерительных систем, методик измерения и обработки информации рабочие каналы информационно-измерительных систем (первичный измеритель-преобразователь, линии связи, устройства сбора и регистрации информации, аналого-цифровые преобразователи и вычислительные средства) совместно с математическим обеспечением аттестовывают по метрологическим характеристикам.

9.5.12 Система управления ОИ должна обеспечивать управление, непрерывный контроль и регистрацию выполнения операций агрегатами СОТР, тепловыми и массогабаритными эквивалентами БА, элементами автоматики бортовых систем, дополнительными имитаторами внешних тепловых воздействий, имитаторами отсеченных частей изделия по заданной циклограмме с требуемой точностью на протяжении всего цикла испытаний.

9.5.13 Система управления включает в себя элементы автоматики и электромеханические агрегаты СТР, штатную управляющую аппаратуру изделия (при необходимости), бортовую кабельную сеть и средства ее стыковки с системой управления ТВК, выносные пульты управления и визуального контроля.

Требования к содержанию программы управления приведены в приложении М.

9.5.14 Система управления ОИ должна быть увязана с системой управления ТВК в части объема, номенклатуры и точности реализации управляющих воздействий, а также параметров электрических цепей и каналов управления.

9.5.15 Система управления должна обеспечивать возможность автоматизации управления ОИ, обработки и представления данных измерений и контроля выполнения управляющих воздействий в процессе испытаний.

9.5.16 Программа управления является составной частью программы ТВИ.

Допускается программу управления выпускать в виде отдельного документа. В этом случае программа управления совместно с программой и методикой ТВИ представляется на согласование организации — исполнителю ТВИ.

9.5.17 Порядок разработки, согласования и утверждения ТЗ на ОИ, ТЗ на экспериментальную установку и другой технической документации на ТВИ в соответствии с приложением Н.

## 10 Отчетность

10.1 В обеспечение проведения ТВО должны быть выпущены и утверждены следующие документы:

- ТЗ на СОТР АКА или температурные условия функционирования АКА;
- КПЭО СОТР или раздел КПЭО АКА в части ТВИ;
- ПОН КА в части ТВИ;
- методика ТВИ (см. приложение Ж);
- программа ТВИ (см. приложение Е);
- методика — инструкция проведения ЭТВИ, содержащая последовательность испытания БА при термоциклировании (см. приложение Г);
- тепловой расчет изделия для условий полета и ТВИ;
- технический отчет по результатам ТВИ. Рекомендации к содержанию технического отчета по ТВИ приведены в приложение П.

10.2 По результатам ТВО для выдачи заключения головной организации на допуск изделия к ЛИ должны быть выпущены и утверждены:

- итоговый отчет по НЭО АКА (раздел в части ТВИ), подтверждающий завершение намеченного цикла НЭО и готовность изделия к ЛИ;
- отчет по результатам ЭТВИ, содержащий результаты подтверждения работоспособности БА в вакууме при термоциклировании.

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Состав тепловакуумной отработки автоматических космических аппаратов негерметичного исполнения

А.1 Состав тепловакуумной отработки автоматических космических аппаратов негерметичного исполнения приведен на рисунке А.1.

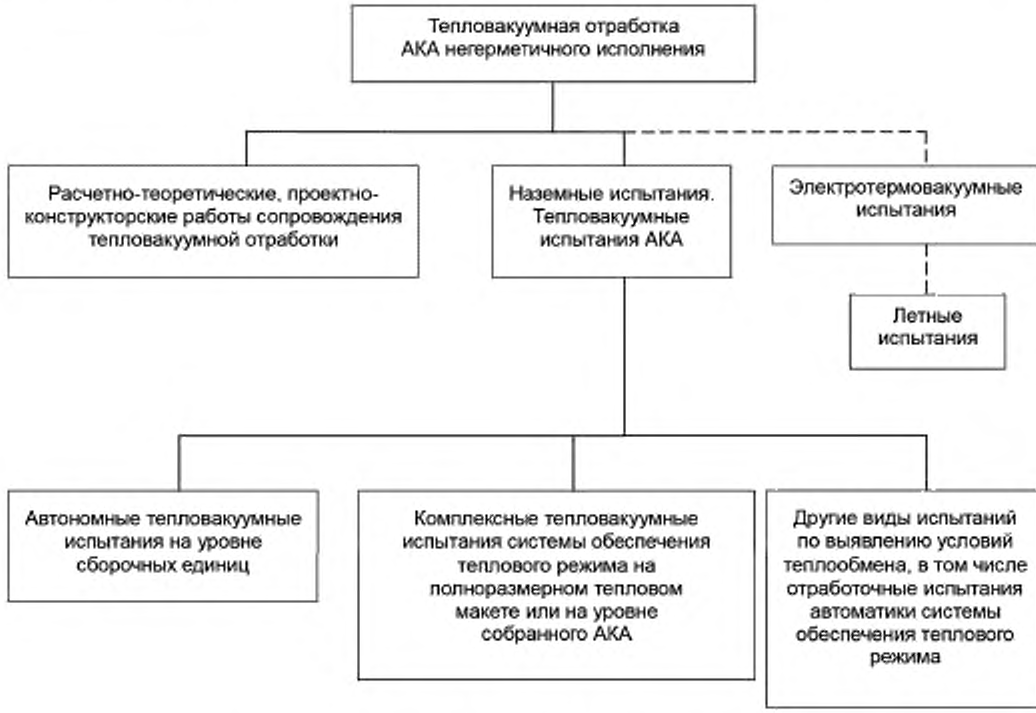


Рисунок А.1

Примечание — Пунктирной линией показаны испытания, функционально связанные с наземной тепловакуумной отработкой АКА.

**Приложение Б**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к измерению характеристик аксиальных и контурных тепловых труб при тепловакуумных испытаниях

При ТВИ АКА с ТТ температура АТТ должна измеряться как минимум в трех точках: на обоих концах АТТ и в центре АТТ (в зоне испарителя КТТ).

При автономной отработке КТТ в систему измерений температур КТТ должны входить как минимум следующие технологические датчики:

- от двух до четырех датчиков температуры на испарителе;
- два датчика температуры на корпусе КП (в зоне входа байпасного трубопровода и в зоне стыковки КП с испарителем);
- один датчик на сильфонном клапане;
- три датчика на байпасном трубопроводе (в зоне выхода из клапана, посередине трубопровода и в зоне входа в КП);
- датчики на паропроводе раслолагаются на расстоянии приблизительно 0,5 м друг от друга, в том числе в зоне выхода из клапана и в зоне входа в конденсатор;
- датчики на конденсатопроводе располагаются на расстоянии приблизительно 0,6 м друг от друга, в том числе в зоне выхода из конденсатора и в зоне входа в КП;
- датчики на каждой трубке конденсатора располагаются на рабочей поверхности излучающей пластины на расстоянии приблизительно 0,5 м друг от друга, в том числе в зоне входа в конденсатор и в зоне выхода из конденсатора.

Примечание — Расстояния между датчиками приведены для АТТ длиной от полутора до двух метров.

**Приложение В**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к проведению тепловакуумных испытаний автоматических космических аппаратов негерметичного исполнения

В.1 Для проведения ТВИ АКА и отработки СОТР изготавливается по РД макет для ТВИ, имеющий штатную СОТР и тепловые макеты ПАО АКА. При пофрагментном построении АКА и СОТР с ТТ изготавливаются тепловые макеты по РД для каждого фрагмента АКА.

В.2 На тепловых макетах отрабатывается хладопроизводительность РТО и температуры посадочных мест ПАО каждого фрагмента АКА. Если в СОТР АКА используются только АТТ и их можно при ТВИ расположить горизонтально, то удается использовать сборку СОТР АКА в виде одного теплового макета.

В.3 При использовании в СОТР АКА угловых, коллекторных и АТТ, не лежащих горизонтально, должна быть обеспечена возможность проводить при ТВИ развертку СОТР АКА в одной горизонтальной плоскости. Такая развертка проводится при пофрагментном построении АКА.

В.4 При расположении в компоновке СОТР с КТТ, лежащих в разных плоскостях, необходимо предусмотреть возможность проведения испытаний фрагментов с единой плоскостью расположения зон испарений и конденсаций ТТ. Испытания фрагмента должны проводить также для штатной компоновки СОТР с целью определения ограничений при проведении ЭТВИ.

В.5 Результаты ТВИ АКА фрагмента при штатной компоновке используются для проведения ЭТВИ. Результаты при развороте КТТ используются как зачетные испытания фрагмента СОТР.

В.6 На опытном образце СОТР, фрагменте СОТР или штатном изделии при ТВИ АКА должны выполняться:

- исследование фактического поля температур в конструкции АКА и местах установки ПАО;
- проверка работы ПАО КА (при использовании штатных единиц) в условиях нестационарных градиентов температуры (в переходных режимах эксплуатации);
- проверка эффективности работы СОТР АКА в условиях, максимально приближающихся к натурным;
- исследование работоспособности СОТР в условиях аварийной ситуации, т. е. при отказе тех или иных блоков и датчиков, нарушении герметичности, изменении внутреннего тепловыделения и т. д.;
- отработка рационального (с точки зрения охлаждения) размещения тепловыделяющих и нетепловыделяющих приборов и исследование их взаимного теплового влияния;
- определение средних теплофизических параметров конструкции;
- сравнение расчетных данных теплового режима АКА и элементов конструкции с экспериментальными данными и уточнение математической модели СОТР;
- исследование температурных деформаций конструкции АКА.

В.7 При ТВИ СОТР АКА исследуются следующие режимы испытаний:

- экстремальные тепловые режимы (так называемые «горячий» и «холодный» режимы). В этих режимах определяются температуры посадочных мест ПАО АКА при минимальных и максимальных внешних и внутренних тепловых нагрузках;
- переходные тепловые режимы. В этих условиях проверяются эффективность работы СОТР при изменении тепловых нагрузок, процессы запуска ТТ, работа регулирующих устройств;
- аварийные режимы работы СОТР АКА. Сюда входит проверка возможности СОТР выполнять свои функции при выходе из строя элементов СОТР (в данном случае сильфонных клапанов, термоэлектрических микрохолодильников, электронагревателей).

**Приложение Г**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации по составлению программы и методики (инструкции) проведения электротермовакуумных испытаний

Г.1 Целью ЭТВИ являются:

- проверка и подтверждение тактико-технических и эксплуатационных характеристик опытного образца изделия требованиям ТЗ на АКА в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации;
- проверка и подтверждение работоспособности контрольно-измерительной и преобразующей аппаратуры и ее программного обеспечения;
- проверка правильности принятых конструкторских и технологических решений при разработке изделия;
- оценка качества технологии изготовления.

Г.2 Задачами ЭТВИ являются:

- проверка качества функционирования служебной и целевой аппаратуры;
- проверка правильности электрической стыковки ПАО изделия;
- оценка взаимовлияния и электромагнитной совместимости бортовых систем;
- проверка и подтверждение правильности логики работы программно-вычислительного комплекса в соответствии с программой полета и при предполагаемых нештатных ситуациях;
- проверка правильности эксплуатационной документации.

Г.3 ОИ ЭТВИ является изделие, изготовленное по документации генерального конструктора организации — разработчика АКА. ПМ (инструкция) разрабатывается организацией — разработчиком АКА и согласуется с организацией — исполнителем ТВИ.

Г.4 ПМ (инструкция) может оформляться в виде двух разделов единой методики или двух методик:

- по работе обеспечивающих систем СОТР с подсистемой нагревателей и подсистемой ТВК (наземной жидкостной СОТР для АКА с СТР);
- по проверке работы ПАО при термоциклировании.

Г.5 В ПМ (инструкции) следует привести объем, последовательность и порядок действий операторов. ПМ (инструкция) должна составляться в соответствии с 8.8 настоящего стандарта.

Г.5.1 ЭТВИ АКА состоят из следующих этапов:

а) вакуумирование ТВК и захолаживание криогенных экранов (ориентировочная продолжительность 10 ч);

б) дегазация изделия (ориентировочная продолжительность от 48 до 72 ч);

в) испытания на термоциклирование (ЭТВИ) — функционирование изделия проверяется на «верхней» и «нижней» температурных полках после набора заданной температуры в нужных зонах, а также при температурных переходах между температурными полками (суммарная ориентировочная продолжительность для трех термоциклов составляет 120 ч):

1) переход на «верхнюю» полку температур (необходимо поддерживать уровень температур ближе к максимальному значению, ориентировочная продолжительность 4 ч);

2) переход на «нижнюю» полку температур (необходимо поддерживать уровень температур ближе к минимальному значению, ориентировочная продолжительность 4 ч);

3) испытания на «верхней» и на «нижней» полках температур (ориентировочная продолжительность на каждой из полок 16 ч);

4) отогрев и развакуумирование ТВК (ориентировочная продолжительность 18 ч).

Примечание — Термоциклирование может начинаться с «верхней» или «нижней» полки.

Г.5.2 При проведении проверок функционирования ПАО в соответствии с 8.5 настоящего стандарта испытания всего проверяемого оборудования располагаются по временной шкале на принятом числе термоциклов ЭТВИ с реализацией работы оборудования с учетом эксплуатационных режимов (в том числе режимов ориентации на Землю, режим орбитальной ориентации, режим солнечной ориентации).

Г.5.3 Следует указать порядок действия операторов, начиная с готовности ОИ к ЭТВИ (когда ОИ размещен в ТВК в выключенном состоянии) до разгерметизации камеры после ЭВТИ. Действия операторов должны проводиться в соответствии с утвержденным перечнем директив (команд), используемых в ПМ (инструкции). Перечень директив оформляется как приложение к ПМ (инструкции).

Г.6 В ПМ (инструкции) для всех температурных датчиков посадочных мест приборов следует указать диапазон температурных параметров, поставляемых в автоматизированный измерительный комплекс для дежурного контроля режима обеспечения «верхней» и «нижней» полок температур, которые включаются в приложение ПМ (инструкции) ЭТВИ.

Г.7 По результатам ЭТВИ следует представить материалы:

- первичные учетные документы о ходе и доработках программы испытаний;
- отчет по результатам испытаний.

Отчетные документы утверждаются организацией — разработчиком изделия, согласуются организацией — исполнителем ТВИ.

**Приложение Д**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию технического задания на тепловакуумные испытания

Д.1 ТЗ на ТВИ содержит следующие разделы:
- основание к разработке ТЗ на ТВИ;
- назначение, основные технические характеристики СОТР и условия эксплуатации;
- цели и задачи испытаний;
- требования к объекту испытаний;
- условия проведения испытаний и требования к экспериментальной установке.

Д.2 В разделе «Основание к разработке ТЗ на ТВИ» следует указать перечень документов, служащих основанием для разработки ТЗ.

Д.3 В разделе «Назначение, основные технические характеристики СОТР и условия эксплуатации» следует указать основные сведения о назначении, составе, весовые и габаритные характеристики, условия эксплуатации, определяющие тепловое состояние, а также основные технические характеристики, подлежащие отработке в соответствии с ТЗ на СОТР.

Д.4 Раздел «Цели и задачи испытаний» должен быть изложен согласно 7.2—7.3.

Д.5 В разделе «Требования к объекту испытаний» следует изложить требования к составу и техническим характеристикам ОИ, требования по проверке функционирования его систем при имитации условий эксплуатации, требования к его системам измерения и управления, требования к необходимой технологической оснастке.

Д.6 В разделе «Условия проведения испытаний и требования к экспериментальной установке» следует привести требования к составу и основным техническим характеристикам экспериментальной установки, условия проведения испытаний, требования к системам имитации ТВК и ориентации ОИ относительно источников теплового изучения ТВК, требования к системам измерения и управления, требования к информационно-вычислительному комплексу.

Д.7 В зависимости от особенностей АКА разделы ТЗ на ТВИ допускается объединять или исключать, а также вводить новые.

**Приложение Е**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию программы тепловакуумных испытаний

Е.1 Программа ТВИ должна содержать разделы в соответствии с 9.1.2.

Е.2 В разделе «Введение» следует указать:

- назначение программы испытаний (что определяет программа: объем, порядок проведения, методику ТВИ и т. д.);
- перечень РД, на основании которых проводят ТВИ;
- место и продолжительность проведения ТВИ;
- организации, участвующие в проведении ТВИ;
- перечень ранее проведенных испытаний, подтверждающих состояние отработки СОТР АКА;
- перечень представляемых на ТВИ документов (технические паспорта, схемы, акты приемки и т. д.).

Е.3 Раздел «Цели и задачи тепловакуумных испытаний» должен быть изложен согласно 7.2—7.3.

Е.4 В разделе «Объект испытаний» следует указать:

- полное наименование ОИ, его индекс и обозначение по чертежу;
- назначение и комплектность ОИ;
- требования к СОТР ОИ, подлежащие проверке и отработке при ТВИ;
- отличия ОИ от изделия, предназначенного для эксплуатации.

Е.5 В разделе «Объем и последовательность проведения тепловакуумных испытаний» следует привести:

- порядок проведения и обеспечения испытаний и распределения ответственности между организациями, участвующими в ТВИ;
- перечень и последовательность режимов ТВИ и их задачи, циклограммы работы имитаторов тепловых воздействий, дополнительных тепловых имитаторов, алгоритмы функционирования элементов ОИ и представления информации в процессе режимов ТВИ;
- длительность режимов ТВИ;
- условия начала и завершения режимов ТВИ;
- перечень и диапазон допустимых изменений параметров, характеризующих выполнение требований по соответствию параметров СОТР, условий теплообмена и теплового состояния ОИ требованиям ТЗ;
- перечень проверок при ТВИ, количественные и качественные характеристики, подлежащие оценке;
- требования по форме учета замечаний;
- понятие отказа и порядок действий ответственных за проведение испытаний при возникновении отказа;
- порядок разработки дополнений к «Программе и методике тепловакуумных испытаний» для исследования причин возникновения отказа.

Е.6 В разделе «Программа управления» должны быть указаны требования в соответствии с 9.6.13.

Е.7 В разделе «Условия проведения испытаний» следует привести: номенклатуру основных воздействующих факторов космического пространства, их количественные характеристики и диапазоны изменения, допустимые значения отклонений условий испытаний от заданных требований по поддержанию заданных условий в ходе испытаний.

Е.8 В разделе «Программа измерений» следует изложить требования в соответствии с И.1 (приложение И).

В разделе следует привести перечень мероприятий по метрологическому обеспечению испытаний с распределением задач и ответственности организаций, участвующих в ТВИ.

Е.9 В разделе «Материально-техническое обеспечение испытаний» в соответствии с 9.4 и «Планом подготовки тепловакуумных испытаний», «Ведомостью испытательного оборудования и расходных материалов» и «Спецификацией экспериментальной установки» следует указать:

- состав технических средств с указанием их названий и шифров;
- перечень необходимой КД, технологической и эксплуатационной документации;
- состав имитирующих и моделирующих средств с указанием наименований, шифров и количества;
- перечень и количество материалов, в том числе расходуемых, необходимых для проведения испытаний.

Е.10 В разделе «Условия проведения испытаний» следует указать основные требования, методы и средства по обеспечению безопасности проведения испытаний в соответствии с требованиями инструкций, КД, стандартов системы безопасности и другой НТД по технике безопасности.

Е.11 В разделе «Обеспечение защиты государственной тайны» следует указать требования по обеспечению скрытности и секретности в процессе подготовки и проведения ТВИ.

Е.12 В разделе «Отчетность по испытаниям» следует привести перечень документов, выпускаемых в процессе испытаний и по их завершении с указанием организаций, разрабатывающих, согласовывающих и утверждающих их, и сроки оформления этих документов; перечень рассылки отчетной документации; порядок и место хранения первичной документации.

**Приложение Ж**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию методики (инструкции) тепловакуумных испытаний

Ж.1 Методика ТВИ должна содержать разделы в соответствии с 9.1.4.

Ж.2 В разделе «Объект испытаний» следует указать наименование, индекс и состав ОИ, а также особенности его функционирования, существенные для выполнения целей и задач ТВИ.

Ж.3 Раздел «Цели и задачи испытаний» должен быть изложен согласно 7.2—7.3.

Ж.4 В разделе «Общие положения» следует привести:

- поясняющие сведения, относящиеся к ОИ;
- определения проверяемой характеристики, если она не определена НТД, регламентирующей терминологию;
- обоснование избранного метода испытаний.

Ж.5 В разделе «Оцениваемые показатели, расчетные соотношения и математические модели теплообмена» следует привести:

- перечень показателей, количественно выражающих оцениваемую характеристику;
- расчетные соотношения и формулы, по которым рассчитывают оцениваемые показатели (приводят в конечном виде, без выходов с объяснением символов, обозначений и коэффициентов), при наличии качественной характеристики указывают метод ее оценки;
- математическую модель теплообмена и метод ее уточнения (в случае решения задач по ее уточнению).

Ж.6 В разделе «Условия и порядок проведения испытаний» следует указать:

- условия проведения испытаний;
- продолжительность, периодичность и цикличность испытаний;
- последовательность воспроизведения внешних воздействий;
- алгоритм функционирования испытываемых и привлекаемых к испытаниям средств, порядок их взаимодействия;
- последовательность выполнения операций при проверках с указанием контрольных точек, перечень измеряемых параметров и используемых средств измерений;
- объем информации и способы ее регистрации;
- принцип, порядок и метод проверки совместимости результатов моделирования с результатами испытаний, в случае использования метода моделирования.

Ж.7 В разделе «Обработка, анализ и оценка результатов испытаний» следует указать:

- объем обрабатываемой информации;
- порядок и последовательность проведения анализа результатов, полученных на выходе системы обработки, также экспресс-анализ;
- требования к точности обработки информации;
- требования к виду представления обработанной информации;
- алгоритмы обработки информации с указанием их места в процессе обработки;
- объем исходных данных, необходимых для оценки результатов испытаний;
- способ сравнения полученных данных с требованиями, заданными в программе испытаний;
- критерии, при выполнении которых ОИ считается выдержавшим испытания.

Ж.8 В разделе «Отчетность» приводят требования к объему сведений, подлежащих отражению в протоколах испытаний по данному пункту методики испытаний.

Ж.9 В случае оформления программы и методики ТВИ в виде единого документа из методики испытаний допускается исключать вопросы, дублирующие аналогичные разделы (пункты) программы испытаний.

**Приложение И**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию программы измерений

И.1 Программа измерения содержит следующие разделы:
- требования к системе измерений (см. 9.6.8);
- требования к средствам измерений;
- требования к метрологическому обеспечению (см. 9.2);
- требования к обработке и представлению результатов измерений;
- требования к технической документации.

И.2 В разделе «Требования к системе измерений» указывают требования, выполнение которых необходимо для получения надежной и достоверной информации по результатам измерений, в том числе:
- по числу первичных измерительных преобразователей;
- по максимальному числу используемых при испытаниях каналов промежуточных преобразователей раздельно с выходами по напряжению и току;
- по циклограмме регистрации;
- по интервалу устранения (числу опросов);
- по временной привязке записей на регистраторах, подключаемых после начала работы ОИ;
- по контролю калибровочных уровней каналов и напряжения питания первичных измерительных преобразователей до, в процессе и после окончания работы ОИ;
- по частоте опроса при применении дискретных регистраторов;
- по скорости протяжки носителя информации при применении аналоговых регистраторов;
- по частоте меток времени;
- по компоновке параметров на один носитель информации.

И.3 Раздел «Требования к метрологическому обеспечению» должен быть изложен согласно 9.2 настоящего стандарта.

И.4 В разделе «Требования к средствам измерений» приводят перечень параметров, измеряемых при ТВИ (по этапам испытания), с указанием диапазона измерения применяемой при измерениях аппаратуры. Раздел оформляют в виде таблицы И.1.

Таблица И.1 — Требования к средствам измерений

| Наименование измеряемого параметра | Обозначение параметра | Диапазон измерения параметра | Тип первичного измерительного преобразователя | Тип градуировки первичного измерительного преобразователя | Тип промежуточного измерительного преобразователя | Тип и номер регистратора | Тип градуировки измерительного канала | Номер ламели внешнего коммутатора | Диапазон измерения параметра по измерительному каналу | Приведенная погрешность измерительного канала | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

И.4.1 В графе 1 приводят полное наименование измеряемого параметра с указанием единицы измерения. Наименование должно быть кратким, соответствовать его физическому смыслу и не допускать неправильного толкования.

И.4.2 В графе 2 указывают сокращенное обозначение параметра, в которое включают код и порядковый номер измеряемого параметра.

И.4.3 В графе 3 указывают минимально и максимально возможные значения измерительного параметра.

И.4.4 В графе 4 указывают тип первичного измерительного преобразователя по основному документу.

И.4.5 В графе 5 указывают тип (номер) градуировки первичного измерительного преобразователя.

И.4.6 В графе 6 указывают обозначение промежуточного измерительного преобразователя. Для измерения каналов с преобразователями типа «термометр сопротивления» рекомендуется указать тип программно-коммутационного устройства и тип измерительного моста, для каналов с тензометрическими преобразователями — тип фильтра или частотный диапазон.

И.4.7 В графе 7 указывают тип и номер регистратора.

И.4.8 В графе 8 указывают тип градуировки измерительного канала. При проведении электрической калибровки в графе проставляют букву «К» и уровень калибровки. При проведении комплексной градуировки в графе проставляют буквы «КГ» и градуировочные уровни или шаг градуировки.

Уточнение погрешности измерительного канала, соответствующей конкретным условиям эксплуатации, должно проводиться при переаттестации стендового оборудования и методик измерения.

И.4.9 В графе 9 указывают номер ламелей внешних коммутаторов.

И.4.10 В графе 10 диапазон изменения параметра по измерительному каналу указывают равным диапазону измерения первичного преобразователя, если промежуточный измерительный преобразователь не имеет регулировки по усилению, в противном случае указывают диапазон, наиболее оптимальный для измерения параметра.

И.4.11 В графе 11 указывают приведенную погрешность измерительного канала.

И.5 В разделе «Требования к обработке и представлению результатов измерений» приводят частные методики выполнения измерений параметров и обработки измерительной информации, программы для ЭВМ и инструкции по их эксплуатации.

И.5.1 Методики выполнения измерений параметров систем ТВК разрабатывает организация — исполнитель ТВИ и согласовывает их с организацией — разработчиком ОИ.

И.5.2 Методики первичной обработки (алгоритмы) результатов измерений, программы для ЭВМ разрабатывает организация — разработчик ОИ и согласовывает их с организацией — исполнителем ТВИ.

И.5.3 Методику вторичной обработки результатов измерений разрабатывает организация — разработчик ОИ.

И.5.4 Первичная и вторичная обработка данных должна производиться в соответствии с требованиями программы и методики испытаний.

И.5.5 Исходными данными для проведения первичной обработки данных являются:

- измерительная информация, зарегистрированная на носителе информации;
- данные коммутации параметров;
- градуировочные характеристики измерительных каналов;
- временные интервалы обработки;
- компоновка параметров по графикам и таблицам.

И.5.6 Материалы первичной обработки информации оформляют в виде таблиц и графиков параметров в функции времени.

И.5.7 Исходными для проведения вторичной обработки результатов измерений являются:

- результаты первичной обработки;
- методики определения характеристик;
- дело оперативных работ при испытаниях;
- техническая документация на ОИ.

И.5.8 На всех таблицах, графиках и сигналограммах отмечают выпавшие значения измеряемых параметров, а в случае преждевременного окончания регистрации — время и причину прекращения регистрации.

И.5.9 По результатам каждого испытания организация — исполнитель ТВИ выдает заключение о достоверности фактической погрешности измерений с привлечением результатов дефектации средств измерений. Заключение включают в технический отчет по испытанию.

И.6 В разделе «Требования к технической документации» приводят перечень следующей документации:

- электрические схемы подключения первичных измерительных преобразователей к входным устройствам системы измерения ТВК;
- методика выполнения измерений параметров ОИ;
- схемы расстановки первичных измерительных преобразователей на ОИ и при необходимости на элементах ТВК (указывают принятые условные обозначения преобразователей, ориентацию чувствительного элемента преобразователя).

**Приложение К**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию технического задания на экспериментальную установку

К.1 ТЗ на экспериментальную установку состоит из следующих разделов:
- основание к выполнению разработки;
- цель разработки и назначение экспериментальной установки;
- требования по эксплуатации;
- технические требования;
- стадии и этапы разработки;
- перечень документов;
- приложение.

К.2 В разделе «Основание к выполнению разработки» указывают документ, служащий основанием для разработки ТЗ на экспериментальную установку.

К.3 В разделе «Цель разработки и назначение экспериментальной установки» указывают цель разработки и основные функции экспериментальной установки.

К.4 В разделе «Требования по эксплуатации» следует указать:
- требования к ТВК и ее системам;
- требования по сопряжению ОИ с технологическим оборудованием ТВК, а также требования к технологической оснастке, обеспечивающей закрепление ОИ на опорно-поворотном устройстве и заданное положение ОИ относительно источников теплового излучения;
- требования к системе измерения;
- требования к системе управления;
- требования к информационно-вычислительному комплексу;
- требования к технологическому оборудованию;
- требования безопасности;
- дополнительные требования.

К.5 В подразделе «Технические требования» указывают требования к обеспечению безопасности в процессе эксплуатации и технического обслуживания экспериментальной установки.

К.6 В разделе «Стадии и этапы разработки» устанавливают необходимые стадии разработки и этапы выполнения работ по ГОСТ 2.103.

**Приложение Л**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию технического задания на объект испытаний

Л.1 ТЗ на ОИ составляется в соответствии со следующими разделами:
- основание к выполнению разработки;
- отличие ОИ от штатного изделия и допустимость указанных отличий;
- цель разработки и назначение ОИ;
- состав (комплектность) ОИ;
- технические (тактико-технические) требования;
- стадии и этапы разработки;
- порядок контроля и приемки;
- перечень документов.

В зависимости от особенности разрабатываемого ОИ отдельные разделы ТЗ допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы.

Л.2 В разделе «Основание к выполнению разработки» указывают документ, служащий основанием для разработки ТЗ на ОИ.

Л.3 В разделе «Цель разработки и назначение объекта испытаний» указывают цель разработки и основные функции ОИ.

Л.4 В разделе «Состав (комплектность) объекта испытаний» приводят составные части ОИ. При использовании стандартных изделий в разрабатываемом ОИ в ТЗ дают ссылку на обозначение их по соответствующему стандарту.

Кроме того, указывают требования по сопряжению систем ОИ с системами ТВК.

Л.5 Раздел «Технические (тактико-технические) требования» состоит из следующих подразделов:
- требования к конструкции (конструктивному устройству);
- условия эксплуатации;
- требования к системе измерения ОИ;
- требования к системе управления ОИ;
- требования технологичности;
- требования безопасности;
- требования стандартизации и унификации;
- дополнительные требования.

Л.5.1 Подраздел «Требования к конструкции (конструктивному устройству)» содержит основные конструктивные требования к ОИ и его составным частям (габаритные, установочные, присоединительные размеры, способы крепления, требования к СОТР и т. д.), а также основные технические характеристики ОИ и его составных частей.

Л.5.2 В подразделе «Условия эксплуатации» указывают условия функционирования ОИ в процессе ТВИ, при которых проверяются на соответствие условия ТВИ заданным техническим характеристикам ОИ.

К ним относятся:
- условия испытаний (вакуум, наличие солнечного и планетного излучения, диапазон допустимых температур);
- допустимое воздействие механических нагрузок;
- виды обслуживания.

Л.5.3 В подразделе «Требования к системе измерения объекта испытаний» следует указать номенклатуру, количество и схемы размещения средств измерения, диапазон изменения измеряемых параметров, требования к точности и периодичности измерения, требования к надежности и условиям эксплуатации системы измерения, требования к выносным системам измерения и контроля, а также к бортовой кабельной сети, требования по сопряжению системы измерения ОИ со стендовой системой измерения.

Л.5.4 В подразделе «Требования к системе управления объекта испытаний» указывают перечень имитаторов БА, исполнительных элементов автоматики и номенклатуры регулируемых параметров, подлежащих управлению в процессе ТВИ; диапазоны изменений регулируемых параметров, требования к периодичности и точности отработки управляющих воздействий; алгоритмы (законы) управления, требования к параметрам питающего напряжения, требования к бортовой кабельной сети, требования к средствам измерения в системе контроля и требованию системы управления ОИ со стендовой системой управления, требования по автоматизации процессов управления, требования к надежности и условиям эксплуатации системы управления.

Л.5.5 В подразделе «Требования технологичности» указывают требования к производственной технологичности, определяющей возможность достижения заданных показателей качества ОИ в условиях его изготовления, технического обслуживания и ремонта (доработок) при минимальных затратах (времени, средств и пр.) на выполнение работ.

Л.5.6 В подразделе «Требования безопасности» указывают требования к обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте (доработках) ОИ.

Л.5.7 В подразделе «Требования стандартизации и унификации» указывают требования к использованию стандартных, унифицированных сборочных единиц.

Л.6 В разделе «Стадии и этапы разработки» устанавливают необходимые стадии разработки и этапы выполнения работ по ГОСТ 2.103.

Л.7 В разделе «Порядок контроля и приемки» указывают общие требования к приемке работы по стадиям (этапам) разработки ОИ.

Л.8 В разделе «Перечень документов» указывают документы, разрабатываемые при выполнении ТЗ (рабочие чертежи, схемы, расчеты и т. д.).

**Приложение М**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию программы управления

М.1 Программа управления содержит следующие разделы:
- требования к системе управления;
- требования к средствам управления;
- требования к средствам измерения, контролю и отображению в составе системы управления;
- требования к отработке и представлению результатов измерения;
- требования к технической документации.

М.2 В разделе «Требования к системе управления» излагаются требования, выполнение которых необходимо для обеспечения качественного проведения ТВИ, в том числе:
- по управлению имитаторами внешних воздействий ТВК (по этапам и режимам ТВИ);
- по управлению ОИ (по этапам и режимам ТВИ);
- по количеству исполнительных элементов в системе управления ОИ (по видам) и перечень управляемых элементов;
- по фазовой и временной привязке исполнительных элементов в системе управления ОИ, циклограммы работы исполнительных элементов;
- по точности и скорости выполнения управляющих воздействий.

М.3 В разделе «Требования к средствам управления» в соответствии с формой таблицы Л.1 приводят перечень исполнительных элементов, диапазоны изменения управляющих воздействий, требования по точности выполнения управляющих воздействий, характеристики применяемой аппаратуры.

М.4 В разделе «требования к средствам измерения, контролю и отображению в составе системы управления» в соответствии с формой таблицы приводят значения измеряемых параметров с указанием диапазона изменений параметра, требования по точности характеристики, применяемой при изменениях аппаратуры. Состав таблицы и содержание аналогичны составу и содержанию таблицы программы измерений, требования к содержанию которой приведены в таблице И.1 (см. приложение И).

Таблица М.1 — Требования к средствам управления

| Номер этапа ТВИ | Номер режима ТВИ | Наименование исполнительного элемента | Обозначение исполнительного элемента | Номер канала управления | Время подачи управляющего воздействия | Время снятия управляющего воздействия | Номинальная величина управляющего воздействия | Точность исполнения управляющего воздействия | Способ управления | Обозначение измеряемого параметра | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

М.5 В разделе «Требования к обработке и представлению результатов измерения» следует привести описания способов и алгоритмы управления, методики обработки измерительной информации, программы для ЭВМ и инструкции по их эксплуатации, требования по частоте повторных изменений на установившихся режимах, время измерения на переходных режимах.

М.6 В разделе «Требования к технической документации» приводится перечень следующей документации:
- электрические схемы подключения исполнительных элементов системы управления ОИ к входным устройствам системы управления ТВК;
- электрические схемы подключения первичных измерительных преобразователей к входным устройствам системы управления ТВК;
- методика выполнения измерений;
- описание способов и алгоритмов управления ОИ;
- программы для ЭВМ и конструкции по их эксплуатации;
- схемы расстановки первичных измерительных преобразователей.

М.7 Алгоритмы и программы для ЭВМ, необходимые для управления системами имитации ТВК, разрабатывает организация — исполнитель ТВИ. Программы для ЭВМ, необходимые для управления ОИ, разрабатывает организация — разработчик ОИ и согласовывает с организацией — исполнителем ТВИ.

**Приложение Н**
**(обязательное)**

## Порядок разработки, согласования и утверждения документации по тепловакуумным испытаниям

Таблица Н.1

| Наименование документа | Организация | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| | разрабатывающая документ | согласовывающая документ | утверждающая документ | |
| ТЗ на ТВИ | Организация — разработчик КА, РБ, БВ | Представитель заказчика при организации-разработчике. Головная организация по ТВО | Главный конструктор или заместитель главного конструктора организации-разработчика | Головная организация по ТВО согласовывает разрабатываемую документацию при проведении ТВИ на уровне действующих макетов КА, РБ, БВ |
| ТЗ на экспериментальную установку | То же | Организация-исполнитель | Главный конструктор или заместитель главного конструктора организации-разработчика | |
| ТЗ на ОИ | Организация — разработчик КА, РБ, БВ | Представитель заказчика при организации-разработчике. Организация-исполнитель | Главный конструктор организации-разработчика | |
| Программа и методика ТВИ | То же | Организация-исполнитель. Головная организация по ТВО. Представитель заказчика при организации-изготовителе (при необходимости). Представитель заказчика при организации-разработчике. Представитель заказчика при организации-исполнителе | Главный конструктор организации-разработчика | |
| Приказ о назначении комиссии по проведению ТВИ | Организация-исполнитель | Представитель заказчика при организации-исполнителе. Организация-разработчик | Руководитель организации-исполнителя | Подписывают председатель и члены комиссии по ТВИ |
| Акт о передаче ОИ организации-исполнителю | Организация-разработчик | Представитель заказчика при организации-разработчике (при необходимости). Представитель заказчика при организации-исполнителе | Главный конструктор или заместитель главного конструктора организации-разработчика. Руководитель организации-исполнителя | |
| План подготовки | Организация-разработчик | Организация-исполнитель. Представитель заказчика при организации-разработчике (при необходимости) | Главный конструктор или заместитель главного конструктора организации-разработчика | |

*Окончание таблицы Н.1*

| Наименование документа | Организация | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| | разрабатывающая документ | согласовывающая документ | утверждающая документ | |
| Акт о готовности экспериментальной установки к ТВИ | Организация-исполнитель | Представитель заказчика при организации-исполнителе. Организация-разработчик. Представитель заказчика при организации-разработчике (при необходимости) | Председатель комиссии по ТВИ | Подписывают члены комиссии |
| Акт о завершении ТВИ | Организация-исполнитель | Представитель заказчика при организации-исполнителе. Представитель заказчика при организации-разработчике (при необходимости) | Руководитель организации-исполнителя | Подписывают председатель комиссии и ее члены |
| Технический отчет и отчетная документация | Организация-исполнитель совместно с членами комиссии по ТВИ | Организация-разработчик. Представитель заказчика при организации-разработчике. Представитель заказчика при организации-исполнителе (в случае участия в проведении испытания) | Руководитель организации-исполнителя | Подписывают председатель комиссии и ее члены |

**Приложение П**
**(рекомендуемое)**

## Рекомендации к содержанию технического отчета по тепловакуумным испытаниям

П.1 Технический отчет по ТВИ содержит следующие разделы:

- введение;
- цели и задачи ТВИ;
- описание экспериментальной установки;
- объем, последовательность и методика ТВИ;
- сводный перечень отказов, неисправностей, замечаний, выявленных в ходе ТВИ, и сведения по их устранению и доработке;
- выводы;
- заключение;
- приложение.

В зависимости от целей и задач испытаний допускается уточнять содержание разделов, вводить новые, объединять или исключать отдельные из них.

П.2 Раздел «Введение» содержит полное наименование ОИ, перечень документации, на основании которой проводились испытания, указание места проведения испытаний, календарные сроки проведения испытаний с разбивкой на две части: время, занятое непосредственно на проведение испытаний, и время, занятое на выяснение и устранение дефектов и доработки ОИ.

П.3 В разделе «Цели и задачи тепловакуумных испытаний» указывают цели и конкретные задачи испытаний.

П.4 В разделе «Описание экспериментальной установки» указывают состав и название ОИ, документацию, в соответствии с которой изготовлен ОИ, степень отличия от штатного изделия, перечень документов, предъявляемых вместе с ОИ, описание ТВК, фактические характеристики ее систем.

П.5 В разделе «Объем, последовательность и методика ТВИ» указывают в технологической последовательности план проведения (режимы, этапы) испытаний, их длительность и цикличность, перечень параметров и степень точности воспроизведения условий эксплуатации при испытаниях, допуски на значения задаваемых параметров (для ОИ и воздействующих факторов), методику проведения каждого режима (этапа) испытаний, алгоритмы их уточнения и результаты анализа экспериментальных данных, оценку погрешностей ТВИ.

П.6 В разделе «Сводный перечень отказов, неисправностей, замечаний, выявленных в ходе ТВИ, и сведения по их устранению и доработке» указывают дату и время начала испытаний, дату и время проявления отказа, характеристику отказа или замечания, анализ причин отказа с классификацией (конструкционная, технологическая, эксплуатационная) и приводят рекомендации и мероприятия по устранению причин и последствий отказа с подтверждением их эффективности, наименование и индекс параметров, характеризующих отказ, наименование и индекс или обозначение отказавшего изделия по основному конструкторскому документу.

П.7 В разделе «Выводы» следует привести сведения обо всех основных численных, качественных и других характеристиках, определение, проверка и оценка которых предусматриваются разделом «Цели и задачи тепловакуумных испытаний», а также сравнение их с соответствующими требованиями ТЗ на СОТР.

П.8 В разделе «Заключение» указываются важнейшие данные, вытекающие из результатов испытаний, достижение цели испытаний, порядок устранения замечаний, выявленных при испытаниях и не устраненных к моменту утверждения отчета, рекомендации по целям и объекту последующих испытаний.

П.9 В разделе «Приложение» приводятся в виде таблиц результаты измерений параметров ОИ и систем имитации ТВК в системе единого времени с привязкой к этапам и режимам испытаний.

## Библиография

[1] МИ 1317—2004 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров

УДК 629.78:006.354 ОКС 49.090

Ключевые слова: тепловакуумная отработка, тепловакуумные испытания, система обеспечения теплового режима, электрические термовакуумные испытания, требования к испытаниям

Редактор *Е.И. Мосур*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *А.В. Софейчук*

Сдано в набор 07.10.2019. Подписано в печать 29.11.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru @mail.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru