

ГЛАВА 10

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

1.	описание	4
2.	ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	4
3.	ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
3.1.	Определения.....	4
3.2.	Перечень сокращений	4
4.	Функциональные ТРЕБОВАНИЯ	4
5.	ТРЕБОВАНИЯ МИССИИ.....	4
6.	ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРФЕЙСАМ	5
7.	ТРЕБОВАНИЯ на внешние воздействия.....	5
8.	ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	5
9.	ТРЕБОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ	5
10.	ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКЕ	5
11.	ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ	5
12.	требования по гарантии качества.....	5
13.	ТРЕБОВАНИЯ К КОНФИГУРАЦИИ	5
14.	проектные ТРЕБОВАНИЯ	6
14.1.	Общие положения	6
14.2.	Элементы конструкции из композитных материалов и со сваренными стыковыми соединениями	6
14.3.	Материалы с низкой изломостойкостью и резервуары высокого давления	7
15.	требования по подтверждению	7
15.1.	Общие положения	7
15.2.	подтверждение испытанием	7
15.3.	подтверждение анализом	7
15.3.1.	Общие положения.....	7
15.3.2.	Математическая модель	8
15.3.3.	Отчет об анализе конструкции	8
15.4.	подтверждение рассмотрением проекта	9
15.5.	Проверка осмотром.....	9
15.6.	Матрицы функциональной проверки.....	9
15.6.1.	Функциональные требования.....	9
15.6.2.	Требования к полету.....	9
15.6.3.	Требования к интерфейсу	9
15.6.4.	Экологические требования.....	9
15.6.5.	Эксплуатационные требования.....	10
15.6.6.	Требования, связанные с человеческим фактором.....	10
15.6.7.	Требования к материально-техническому обеспечению.....	10
	От Подрядчика	От ГПКС

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

15.6.8.	Физические требования.....	10
15.6.9.	Требования к качеству продукта.....	11
15.6.10.	Требования к конфигурации	11
15.6.11.	Требования к конструкции	11
15.7.	Требования по испытаниям и проверочные матрицы.....	11

1. ОПИСАНИЕ

В этой Главе определяются общие требования к конструкции КА. Рассматриваются основные рабочие характеристики и требования к проекту по всем его разделам.

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

зарезервировано

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Класс допустимости "А"

Класс допустимости "А" означает, что балл "А" присваивается таким прочностным показателям, при которых как минимум 99% всех значений предположительно имеет степень надежности 95%.

Предельные нагрузки (также Летные предельные нагрузки)

Максимальная ожидаемая нагрузка или сочетание нагрузок, которую предположительно будет нести конструкция при выполнении конкретной миссии в конкретной окружающей среде

Математическая модель

Модель конечных элементов или упрощенная модель

3.2. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

CLA Анализ связанных нагрузок (ACH)

4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Конструкция КА должна обеспечивать механическую поддержку прочим подсистемам в конфигурации, которая соответствует всем требованиям систем КА, в частности, системе температурного контроля, массовым свойствам, центровке, интерфейсу с ракетой-носителем (РН), условиям сборки, интеграции и испытаний и т.д.

В течение всех этапов миссии конструкция КА должна сохранять стабильность размеров и регулировку соединений, требуемую для разрешения всех функциональных операций КА и его систем.

Конструкция должна также обеспечивать защиту других подсистемы от избыточных нагрузок во время испытаний на внешние воздействия, погрузочно-разгрузочных работ на Земле, перевозке КА, запуска и орбитальных маневрах.

5. ТРЕБОВАНИЯ МИССИИ

Конструкция КА должна гарантировать, что прочность, жесткость и устойчивость КА соответствовать требованиям миссии для:

- всех наземных, предстартовых и стартовых работ, а также этапу пассивного полета ракеты-носителя (если применимо);
- всех этапов полета от отделения от ракеты-носителя до маневров перевода на орбиту захоронения и отключения двигательной установки (ДУ).

От Подрядчика

От ГПКС

6. ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРФЕЙСАМ

Конструкция КА должна соответствовать требованиям к интерфейсам, определенным в руководствах пользователя ракеты-носителя, см. Гл. 2

7. ТРЕБОВАНИЯ НА ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Требования на внешние воздействия, определяются в Главе 12 настоящих Технических требований.

8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

зарезервировано

9. ТРЕБОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ

зарезервировано

10. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКЕ

зарезервировано

11. ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

зарезервировано

12. ТРЕБОВАНИЯ ПО ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА

зарезервировано

13. ТРЕБОВАНИЯ К КОНФИГУРАЦИИ

зарезервировано

14. ПРОЕКТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

14.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Конструкция КА должна выдерживать все прямые и обобщенные комбинации с нарастающим итогом статические и динамические нагрузки во время квалификации, испытаний, наземных погрузочных работ, транспортировки, запуска и орбитальных маневров без необратимых деформаций.

Конструкция КА должна быть спроектирована по предельным полетным проектным нагрузкам, полученным из комплексных данных об условиях нагрузок от внешних воздействий связанных с проектными требованиями РН, как определено в Гл. 2.

Владелец РН должен провести динамический анализ пары космический аппарат/ракета-носитель из которого должны быть определены предельные нагрузки.

Элементы конструкции должны быть спроектированы, исходя из значений предельных нагрузок (т.е. предельных нагрузок, помноженных на коэффициент надежности).

Элементы конструкции должны демонстрировать запас надежности, превышающим:

- **0,1** (10%) для предела напряжения сдвига;
- **0,25** (25%) для разрушающего напряжения;
- **0,25** (25%) для упругого изгиба.

Требуются следующие коэффициенты надежности:

- **1.3** - основная конструкция, которая прошла испытания на прочность;
- **1.4** – основная конструкция;
- **1.5** – панели оборудования, вторичная конструкция, внешнее оборудование и оборудование;
- **1.5** – все ремонтные работы.

Приемлемые критерии отказа основаны на классе допустимости "А" или аналогичном значении, согласованном с ГПКС.

Конструкции разрабатываются с учетом подверженности трёхкратным усталостным нагрузкам в программе испытаний плюс внешние воздействия при запуске.

Структурно механический проект подсистем должен учитывать требования по соединениям и механическим зазорам для всех подсистем, включая тепловую деформация, гидроэластическая деформирующая ползучесть, остаточная текучесть и снятие напряжения с соединений.

В отношении всех элементов конструкции, на которые оказывают воздействие циклические изменения температуры, влажность, растрескивание, старение и радиация, например, сваренных стыковых соединений, прессованных сварных соединений или композитных материалов следует указать запасы должны быть продемонстрированы после того, как их проектная прочность и устойчивость к деформации были надлежащим образом установлены с учётом указанных эффектов.

14.2. ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СО

От Подрядчика

От ГПКС

СВАРЕННЫМИ СТЫКОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Эти элементы должны быть сконструированы таким образом, чтобы минимальный запас прочности 0,25 (25%) был по отношению к аварийной разрушающей проектной нагрузке.

При определении напряжений учитываются остаточные напряжения, связанные с охлаждением ниже температуры твердения.

Требуемые запасы должны соответствовать относительно фактических данных о свойствах материалов, которые получены из испытаний проведенных на конкретных образцах каждого выхода из строя.

14.3. МАТЕРИАЛЫ С НИЗКОЙ ИЗЛОМОСТОЙКОСТЬЮ И РЕЗЕРВУАРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

В отношении конструкций, выполненных из материалов с низкой разрушительной способностью, и резервуаров высокого давления Подрядчик, разрабатывающий КА, должен выпустить план диагностики разрушения, в котором должен установить формальные критерии приемлемости по дефектам и разрушениям на основе анализа распространения дефектов, порогов ударных разрушения и соответствующих методик проведения инспекций и испытаний, для гарантии согласования с требованиями Подрядчика РН.

15. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ

15.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Процесс подтверждения должен соответствовать требованиям, изложенным в главе 6 Содержания работ.

15.2. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ИСПЫТАНИЕМ

Для квалификационных испытаний, испытания на статическую нагрузку должны быть выполнены на основной конструкции КА.

Уровни нагрузки должны в **1,25** раза превышать предельные нагрузки, но не вызывать излома элементов конструкции.

В любом случае применение статической нагрузки должно соответствовать требованиям к квалификационным испытаниям КА, приведенным в руководстве пользователя РН.

Квалификационные испытания можно проводить на различных фрагментах основной конструкции КА, чтобы подтвердить конструктивную целостность таких элементов в условиях комплексной нагрузки, для которой рассчитывался проект конструкции.

Калибровка средств измерений деформации для контроля частот вырезания при проведении виброиспытаний может быть выполнена во время этих испытаний.

Основная конструкция используемая для статических испытаний может быть использована для построения структурной модели КА.

15.3. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ АНАЛИЗОМ

15.3.1. Общие положения

От Подрядчика

От ГПКС

Подрядчик должен выполнить анализы в которых все основные структурные элементы, включая рефлектора антенн, механизмы и солнечные батареи будут исследованы.

При этом ему следует определить и продемонстрировать проектные факторы или запасы надежности, включая расчетные нагрузки на основную конструкцию.

Конструкция КА подвергается как статическому, так и динамическому анализу, чтобы показать, что:

- все элементы конструкции работают адекватно в условиях предполагаемых нагрузок;
- критически важные элементы конструкции сохраняют необходимую неизменность размеров в орбитальных условиях, не выходя за рамки оговоренных допусков.

Совместимость критически важных элементов конструкции с подсистемой управления ориентацией демонстрируется в анализах переходных состояний, вызванных работой двигателей, или раскрытием выносных конструктивных элементов или нестационарными тепловыми режимами в начале и конце периодов тени.

В анализе механических напряжений рассматриваются характеристики усталости конструкций, ползучести материалов и снятия напряжений. В случае значимости этих факторов, они анализируются подробно и сравниваются с применимыми эмпирическими данными. При отсутствии эмпирических данных Подрядчик должен провести испытания, адекватные задаче подтверждения проекта.

15.3.2. Математическая модель

Математическая модель КА должна коррелироваться с испытаниями, а погрешность модели определяется и применяется по результатам анализа.

В соответствии с требованиями, изложенными в разделе 4, Гл. 7 Приложения А, Подрядчик предоставит ГПКС математическую модель, соответствующую формату, который предъявляет изготовитель РН к анализу совокупной нагрузки КА/РН. *Примечание: на ранних этапах выполнения программы может понадобиться предварительная версия этой модели, при том, что окончательная версия будет предоставлена к моменту окончания изготовления тела и полезной нагрузки КА, но не позднее 4 месяцев до испытания на синусоидальные колебания.*

Анализ динамического отклика, проведенный с помощью математической модели КА, должен продемонстрировать специфицированные запасы по отношению к внешним воздействиям при запуске и выявление возможных проблем во время испытаний на уровне системы и по результатам анализа совокупной нагрузки.

Результаты динамического анализа совокупной нагрузки с учётом коэффициента **25%** должны использоваться Подрядчиком для подтверждения совместимости КА с РН.

15.3.3. Отчет об анализе конструкции

Как минимум, в отчет об анализе конструкции должно входить следующее:

- Подробное описание компьютерной модели, использованной для представления конфигурации конструкции КА при анализе внутренних нагрузок и их динамики, а также при анализе совокупной нагрузки от разгонного блока;
- документальное описание нагрузки с указанием предполагаемых нагрузок и величин ускорения в конкретных узловых точках модели конструкции;
- собственные частоты и виды колебаний конструкции КА в целом и отдельных ее элементов, как, например, разворачиваемые выносные элементы;

От Подрядчика

От ГПКС

- сводная справка о прочности всего КА;
анализ напряжений критически важных элементов конструкции, вызванных стационарными, динамическими и тепловыми нагрузками.

15.4. ПОДВЕРЖДЕНИЕ РАССМОТРЕНИЕМ ПРОЕКТА

зарезервировано

15.5. ПРОВЕРКА ОСМОТРОМ

зарезервировано

15.6. МАТРИЦЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ

15.6.1. Функциональные требования

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.2. Требования к полету

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.3. Требования к интерфейсу

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.4. Экологические требования

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	

От Подрядчика

От ГПКС

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.5. Эксплуатационные требования

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.6. Требования, связанные с человеческим фактором

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.7. Требования к материально-техническому обеспечению

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.8. Физические требования

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

От Подрядчика

От ГПКС

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.9. Требования к качеству продукта

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.10. Требования к конфигурации

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.6.11. Требования к конструкции

Requirements / Требования	Verification Method / Метод проверки				Remark / Замечание
	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					

15.7. ТРЕБОВАНИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ И ПРОВЕРОЧНЫЕ МАТРИЦЫ

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

Test Request Reference / Запрос на испытание Ссылка	Requirements / Требования
Reserved	
Reserved	
Reserved	
Reserved	
Reserved	
Reserved	

Reference Requirements / Ссылка на требования	Module or Sub-assembly / Модуль или узел			Spacecraft / Космический аппарат											Test Request Reference / Запрос на испытание Ссылка			
	T1	T2	T3	T1	EV1			T2	EV2			T3	T4	T5		LP	IO	
					H	C	T		S	A	S							
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved
Reserved																		Reserved

От Подрядчика

От ГПКС