

ГЛАВА 7

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Описание	4
2.	ссылочные документы.....	4
3.	ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
3.1.	Определения.....	4
3.2.	Перечень сокращений	6
4.	Функциональные требования	7
5.	ТРЕБОВАНИЯ МИССИИ.....	7
6.	ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРФЕЙСАМ	8
6.1.	Телеметрия (ТМ).....	8
6.2.	Прочие интерфейсы	8
7.	ТРЕБОВАНИЯ к внешним воздействиям	8
8.	ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	9
9.	ТРЕБОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ	9
10.	ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКЕ	9
11.	ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ	10
12.	ГАРАНТИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ	10
13.	ТРЕБОВАНИЯ К КОНФИГУРАЦИИ	10
14.	проектные ТРЕБОВАНИЯ	10
15.	ТРЕБОВАНИЯ ПО подтверждению	10
15.1.	Общие положения	10
15.2.	подтверждение испытанием	11
15.2.1.	Квалификация двигателей СОС на двухкомпонентном топливе	11
15.2.2.	Квалификационные испытания апогейных двигателей, работающих на двухкомпонентном топливе	11
15.2.3.	Квалификационные испытания электродвигателей	12
15.3.	Подтверждение анализом.....	14
15.3.1.	Двигатели СОС, работающие на двухкомпонентном топливе	15
15.3.1.1.	Рабочая область.....	15
15.3.1.2.	Характеристики.....	15
15.3.2.	Апогейные двигатели, работающие на двухкомпонентном топливе	15
15.3.2.1.	Рабочая область.....	15
15.3.2.2.	Рабочие параметры.....	16
15.3.3.	Электродвигатели (как применимо).....	16
15.3.3.1.	Рабочая область.....	16
15.3.3.2.	Рабочие параметры.....	16
15.4.	подтверждение проектным рассмотрением.....	17
15.5.	подтверждение осмотром	17

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

15.6.	Матрицы функциональной проверки.....	17
15.6.1.	Эксплуатационные требования.....	17
15.6.2.	Требования к полету.....	17
15.6.3.	Требования к интерфейсу	17
15.6.4.	Экологические требования.....	18
15.6.5.	Эксплуатационные требования.....	18
15.6.6.	Требования, связанные с человеческим фактором.....	18
15.6.7.	Требования к материально-техническому обеспечению.....	18
15.6.8.	Физические требования.....	18
15.6.9.	Требования к качеству продукта.....	19
15.6.10.	Требования к конфигурации	19
15.6.11.	Требования к конструкции	19
15.7.	Test Matrices / Требования по испытаниям и проверочные матрицы.....	19

1. ОПИСАНИЕ

В этой Главе определяются общие требования к двигательной системе.

В состав Двигательной системы входят все оборудование, сборки, топливо и жидкости, имеющие отношение к созданию тяги, ориентации вектора тяги, контролю, хранению, подаче топлива, которые необходимы для изменения угловой и/или линейной скорости КА в любое время в течение САС.

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

зарезервировано

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Примесь

Нежелательное вещество, присутствующее в Двигательной установке в любое время в течение срока жизни

Слив

Удаление жидкого содержимого из емкости

Электродвигатель

Движительное устройство, в котором электричество используется для создания или увеличения движущей силы

Давление на входе двигателя

Необходимое давление топлива на входе двигателя

Область действия

Набор физических данных, в пределах которых предполагается эксплуатация ДУ, ее подсистемы или компоненты. *Примечание 1: Также называется доменом. Примечание 2: В проекте к двигательным установкам применяется концепция оперативной области действия.*

Жидкостной удар

См. Гидроудар

Промывка

Пропускание жидкости через емкость с целью удаления любых остатков других жидкостей из этой емкости

Горючее (Топливо)

Топливо, которое используется для химического возгорания или разложения для получения энергии для производства движущей силы, напр., монометилгидразин (ММН), несимметричный диметилгидразин (УДМН), гидразин и т.д.

Самовоспламеняющиеся виды топлива

Виды топлива, которые воспламеняются спонтанно, вступив в контакт друг с другом

Импульс тяги

Интеграл силы по времени, вырабатываемой управляющим двигателем за определенный интервал времени. *Примечание: Импульс тяги выражается в ньютонсекундах.*

Запал

Первый элемент в детонационной цепи, который, при получении соответствующего

От Подрядчика

От ГПКС

командного импульса, инициирует мгновенную вспышку или детонацию. *Примечание: этот импульс может подаваться путем механического, электрического, оптического воздействия.*

Жидкостный ракетный двигатель

Химический ракетный двигатель, использующий только жидкое топливо

Минимальный импульс тяги

Минимальное значение импульса, производимого управляющим двигателем при заданном уровне воспроизводимости в результате поданной команды *Примечание: Минимальный импульс тяги выражается в ньютонсекундах.*

Коэффициент состава топлива

Отношение массовых расходов окислителя и топлива

Сопло

Устройство для ускорения скорости истечения жидкостей из ракетного двигателя

Окислитель (топливный компонент)

Компонент топлива, который может использоваться в сочетании с горючим веществом для химического возгорания и получения энергии для производства движущей силы, напр., тетраоксид азота (NTO), смесь окислов азота (MON), и т.д.

Вытесняющая жидкость

Жидкость, используемая для нагнетания в системе или подсистеме

Коэффициент перепада давления

Коэффициент, который выражает перепад давления покомпонентно

Заправка

Операция заполнения емкости жидкостью, как первый этап рабочего процесса

Топливный компонент

Материал или материалы, входящие в состав вещества, которое, будучи выведено из своего исходного состояния, выбрасывается из движителя для производства движущей силы

Замер топлива

Определение неизрасходованного количества топлива на борту в заданный момент полета

Двигательная установка

Система, создающая движущую силу (тягу) *Примечание: В состав двигательной установки входят все компоненты, связанные с выполнением полетного задания, в частности, рулевые двигатели, топливные компоненты, клапаны, фильтры, пиротехнические устройства, подсистемы нагнетания, подающая система, резервуары и компоненты электрической системы.*

Очистка

Удаление жидкости из емкости, содержащей жидкие вещества и газы

Повторяемость

Способность повторять действие при тех же входных командах

Заменитель (топливный компонент)

Жидкое вещество, которым заменяется рабочая жидкость для проведения конкретных испытаний *Примечание 1: Заменитель выбирается таким образом, чтобы его характеристики были близки к характеристикам рабочей жидкости, воздействие которой подвергается оценке в испытаниях системы, подсистемы или узла. Примечание 2: Заменитель выбирается таким образом, чтобы он соответствовал требованиям совместимости с конкретными системой, подсистемой или узлом.*

Тяга

Сила, произведенная благодаря ускорению и выбросу вещества

Несимметричность тяги

Разница между фактическим и предполагаемым направлением вектора движущей силы

Общий импульс

Интеграл по времени силы, вырабатываемой рулевым двигателем или движущей системой за время работы. *Примечание: Общий импульс выражается в ньютонсекундах.*

Балансировка

Регулировка рабочей точки (коэффициент смеси и уровня тяги) с помощью устройств управления

Объем газовой подушки

Часть объема резервуара, не занятого жидкими топливными компонентами, оборудованием и трубопроводами, находящимися в резервуаре

Вырабатываемое топливо

Топливный компонент, гарантированно получаемый из систем хранения и подачи для производства движущей силы

Время срабатывания клапана

Время, за которое клапан переходит из исходного оговоренного положения в окончательное оговоренное положение

Время отклика клапана

Время между подачей команды на изменение положения клапана и началом движения клапана

Сброс

Открытие закрытой емкости для выброса содержимого в окружающее пространство с целью снижения давления в емкости

Гидроудар

Скачок давления или волна, вызванная кинетической энергией движущейся жидкости при вынужденной остановке или внезапном изменении направления движения. *Примечание: Также обобщенно именуется жидкостным ударом (см. выше)*

Заправляемая масса

Сумма масс топливных компонентов, вытесняющей жидкости и других жидкостей непосредственно перед запуском двигательной установки

Масса топливного компонента

Сумма массы главного ТК, ТК газогенератора и пускателя, ТК для управления ориентацией и ТК зажигающего

Остаточная масса

Масса ТК, оставшаяся в двигательной установке после работы

3.2. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

Для целей настоящего документа используются следующие сокращения

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

ACS	Attitude Control System	Система ориентацией и стабилизацией (СОС)
AOCS	Attitude and Orbit Control System	Система ориентации и орбитального маневрирования (СООМ)
BOL	Beginning-Of-Life	Начало срока активного существования
DRD	Document Requirements Definition	Определение требований к документам
EIDP	End Item Data Package	Паспорт готового изделия
EMC	Electromagnetic Compatibility	Электромагнитная совместимость (ЭМС)
EMI	Electromagnetic Interference	Электромагнитное влияние
EOL	End-Of-Life	Конец срока активного существования
FMECA	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis	Анализ режимов, последствий и критичности отказа
GEO	Geostationary Orbit	Геостационарная орбита
GSE	Ground Support Equipment	Наземное оборудование
GSO	Geosynchronous Orbit	Геосинхронная орбита
MEOP	Maximum Expected Operating Pressure	Максимальное расчетное рабочее давление
MLI	Multi Layer Insulation	Многослойная изоляция
MMH	Monomethyl Hydrazine	Монометилгидразин
MON	Mixed Oxides of Nitrogen	Смесь окислов азота
NDI	Non-Destructive Inspection	Неразрушающий контроль
NTO	Nitrogen Tetroxide	тетроксид азота
PMD	Propellant Management Device	Устройство распределения топлива
RCS	Reaction Control System	Реактивная система управления (РСУ)
TCA	Thrust Chamber Assembly	Сборка камеры сгорания
TM/TC	Telemetry/Telecommand	Телеметрия/телекоманды
TS	Technical Specification	Техническая спецификация
UDMH	Unsymmetrical-Dimethylhydrazine	несимметричный диметилгидразин
VCD	Verification Control Document	Документ контроля подтверждения

4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Двигательная система должна обеспечивать требуемый полной импульс, соответствующий требованиям к миссии КА.^(07/4-1)

Двигательная система должна обеспечивать величины тяги и кинетический момент, определяемых СОС.^(07/4-2)

Двигательная система должна работать во всех режимах работы, которые определяет СОС.^(07/4-3) *Примечание: т.е., выключение, ожидание, циклы, тяга в стационарной фазе, импульсная тяга.*

Двигательная система должна обеспечивать средства для управления вектором тяги, определяемым СОС.^(07/4-4)

Двигательная система должна обеспечивать средства для измерения остатка топлива во время полета.^(07/4-5)

5. ТРЕБОВАНИЯ МИССИИ

Двигательная система должна соответствовать полетным требованиям КА, включая^(07/5-1)

От Подрядчика

От ГПКС

- наземные операции (включая функциональный контроль, испытания, топливо, имитация заправки и транспортировку КА);^(07/5-2)
- предстартовые и стартовые работы вплоть до отделения (в том числе сборку, хранение, старение и транспортировку);^(07/5-3)
- все этапы полета от отделения от ракеты-носителя до маневров окончательного перевода на орбиту захоронения и отключения двигательной системы.^(07/5-4)

6. ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРФЕЙСАМ

6.1. ТЕЛЕМЕТРИЯ (ТМ)

Система телеметрии КА должна включать следующие параметры двигательной системы:

- значения давления в топливных баках;^(07/6-1)
- значение температур на выходном отверстии топливного бака;^(07/6-2)
- значения температур на входном отверстии топливного бака;^(07/6-3)
- значения температур на входе и выходе топливного фильтра;^(07/6-4)
- параметры, необходимые для измерений расхода топлива с нужной точностью для выполнения требований Гл. 8;^(07/6-5)
- температура запала пиропатрона^(07/6-6)
- параметры, позволяющие подтвердить работу пиротехнических или изолирующих клапанов;^(07/6-7)
- значение температур клапана двигателя и камеры и/или жиклера;^(07/6-8)
- совокупное время работы и количество импульсов для каждого двигателя.
Примечание: такие данные телеметрии должны сохраняться и не обнуляться в случае реконфигурации бортовых данных;^(07/6-9)
- состояние всех замковых клапанов;^(07/6-10)
- параметры электрического двигателя; напряжение и токи анода и катода, токи нагревателя (при наличии таковых);^(07/6-11)
- значение температур на выходе регулятора давления;^(07/6-12)
- значение давления в баке вытеснителя;^(07/6-13)
- значение температуры давления на выходе бака вытеснителя;^(07/6-14)
- параметры ориентирующих механизмов электрических двигателей: положение, ток и состояние работоспособности (если применимо);^(07/6-15)
- потребляемая мощность и состояние двигателей.^(07/6-16)

6.2. ПРОЧИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

В состав двигательной системы должны входить интерфейсы для проведения наземной заправки топлива и вытеснителя, работы по сливу и осушению.^(07/6-17)

Двигательная система должна позволять записывать на земле электрические характеристики любого оборудования с электромагнитным запуском во время проведения испытаний на уровне под сборки двигательной системы и всей системы КА без действий, приводящих к обратным шагам в последовательности проверок.^(07/6-18)

7. ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Требования внешних воздействий определены в Гл. 12 настоящей спецификации

Технических требований. ^(07/7-1)

Двигательная установка должна быть устойчива к воздействию собственной внутренней окружающей среды на протяжении всего САС (напр., действию коррозионной среды, гидроудара, пироудара, действия продуктов выделения двигателя, и т.д.). ^(07/7-2)

8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Двигательная установка должна обеспечивать возможность оценки количества используемого топлива без каких-либо эксплуатационных ограничений. ^(07/8-1)

Примечание: могут использоваться простые телеметрические процедуры.

Точность оценки количества используемого топлива, представленного в терминах САС должна составлять: ^(07/8-2)

САС (в месяцах)	Точность (в месяцах)
менее 2	2
более 2 , но менее 60	линейная интерполяция
более 60	5

Двигательная установка должна доставку топливо из системы хранения к любому сочетанию двигателей без предварительной подготовки (напр., температура и давления или заполнения топливнозаборного устройства или трубопроводов). ^(07/8-3)

Двигательная установка должна позволять выполнять миссию КА при помощи управляющих двигателей ориентации и стабилизации при отказе апогейного двигателя. ^(07/8-4)

Двигательная установка должна обеспечивать динамические операции без любых ограничений по условиям окружающей среды включая те, которые возникают от термической реактивной струи после любых операций. ^(07/8-5)

Двигательная установка должна обеспечивать динамические операции без любых ограничений к или от соответствующим операциям с полезной нагрузкой, условия внешней среды КА, которые возникают от теплового внешнего воздействия, доступности мощности и любой электромагнитной совместимости. ^(07/8-6)

9. ТРЕБОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ

зарезервировано

10. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКЕ

Двигательная установка должна обеспечивать возможность производить работы по взятию образцов, загрузке, разгрузке, обеззараживанию, сливу и осушке топлива или заменителей топлива при помощи соответствующего наземного вспомогательного оборудования предоставленного Подрядчиком. ^(07/10-1)

Двигательная установка должна быть рассчитана на хранение полностью заправленного КА **в течение 6 месяцев** без ухудшения его приемочной готовности. ^(07/10-2)

11. ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

зарезервировано

12. ГАРАНТИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Двигательная установка должна соответствовать требованиям техники безопасности, которые предъявляются в соответствующих нормативных документах как национальных, так и уполномоченного органа производителя РН.^(07/12-1)

Примечание: напр., требованиям, имеющим отношение к риску нанесения травм, разрушению стартового комплекса (СК).

13. ТРЕБОВАНИЯ К КОНФИГУРАЦИИ

зарезервировано

14. ПРОЕКТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Двигательная установка (включая цепи датчиков и приводов) должна быть не толерантной к одиночным отказам.^(07/14-1)

Примечание: любые исключения должны быть оговорены в перечне точек единичного отказа в Дополнении 2 к настоящему Приложению В.

Двигательная установка должна предоставлять возможность провести прочностные испытания любой из своих секций на полностью собранном КА.^(07/14-2)

Двигательная установка должна предоставлять возможность изолировать каждый отдельно взятый двигатель от подачи топлива, не ограничивая подачу топлива ко всем другим двигателям.^(07/14-3)

Двигательная установка должна предоставлять возможность выбора любого сочетания двигателей для действий на орбите.^(07/14-4)

Двигательная установка должна обеспечить подачу топлива к любому из двигателей на протяжении всего САС КА, включая режимы потери ориентации/ восстановления ориентации, и перевода на орбиту захоронения, при соблюдении необходимой скорости подачи топлива и времени работы двигателя.^(07/14-5)

Двигательная установка должна быть устойчива к воздействию внутренних примесей.^(07/14-6)

Двигательная установка должна быть устойчива к попаданию установленных доз внешних примесей.^(07/14-7)

Двигательная установка должна препятствовать рискам, связанные с утечками.^(07/14-8)

Двигательная установка (в частности, конструкция, структура и ориентация двигателей) должна предотвращать осаждение примесей на элементах конструкции, чувствительных к загрязнению.^(07/14-9)

15. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ

15.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Процесс подтверждению должен удовлетворять требованиям, изложенным в главе 6

От Подрядчика

От ГПКС

Содержания работ.

15.2. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ИСПЫТАНИЕМ

Гидравлические переходные и стационарные характеристики ДУ проверяются имитацией испытаний на расход.

Термодинамическое поведение бака вытеснительной системы должны быть проверены в испытаниях (наземных и орбитальных) на данном или подобном КА.

Общая герметичность и чистота внутренних поверхностей ДУ проверяется при приемке и после испытаний на внешние воздействия КА.

Квалификация тепловых интерфейсов двигателей малой тяги и апогейного двигателя с КА должны быть проведены с помощью летных образцов термо аппаратуры при огневых испытаниях.

Характеристики всех электромеханических компонентов (за исключением запуска пироклапанов) ДУ проверяется при интеграции КА и на космодроме.

Устройство управления топливом в топливном баке должно быть проверено в ходе испытаний на критические проблемы.

15.2.1. Квалификация двигателей СОС на двухкомпонентном топливе

Квалификационный интервал должен продемонстрировать запасы по отношению к ожидаемым эксплуатационным диапазонам.

В рамках этого интервала в работе двигателей не должно быть ограничения по значениям следующих параметров: рабочий цикл, длительность цикла и длина серии импульсов, включая работу в непрерывном режиме.

Квалификация должна быть продемонстрирована для типовых лётных условий: значения давления на входе, значения температуры на входе, насыщение газами топлива (если применимо) и летные образцы термозащиты.

Каждый отдельный двигатель СОС должен быть квалифицирован, продемонстрировав последовательность операций его особую функцию, которая может стать необходимой, если один двигатель (напр., резервный) утрачивает работоспособность с момента отделения КА от ракеты-носителя до окончания срока жизни.

Квалификация должна включать запас равный **1.5** величинам общего импульса и расчетного количества импульсов требуемых от поставляемого оборудования на конец САС.

15.2.2. Квалификационные испытания апогейных двигателей, работающих на двухкомпонентном топливе

Квалификационный интервал должен продемонстрировать запасы по отношению к ожидаемым эксплуатационным диапазонам.

В рамках этого интервала в работе двигателей не должно быть ограничения по значениям следующих параметров: рабочий цикл, длительность цикла и длина серии

импульсов, включая работу в непрерывном режиме.

Квалификация должна быть продемонстрирована для типовых лётных условий: значения давления на входе, значения температуры на входе, насыщение газами топлива (если применимо) и летные образцы термозащиты.

Квалификация должна включать запас равный **1.5** величинам общего импульса и расчетного количества импульсов требуемых от поставляемого оборудования на конец операций LEOP.

15.2.3. Квалификационные испытания электродвигателей

Квалификационный интервал должен продемонстрировать запасы по отношению к ожидаемым эксплуатационным диапазонам.

В рамках этого интервала в работе двигателей не должно быть ограничения по значениям следующих параметров: рабочий цикл, длительность цикла и длина серии импульсов, включая работу в непрерывном режиме.

Квалификация должна быть продемонстрирована для типовых лётных условий: значения давления на входе, значения температуры на входе, насыщение газами топлива (если применимо) и летные образцы термозащиты.

Каждый отдельный двигатель СОС должен быть квалифицирован, продемонстрировав последовательность операций его особую функцию, которая может стать необходимой, если один двигатель (напр., резервный) утрачивает работоспособность с момента отделения КА от ракеты-носителя до окончания срока жизни.

Квалификация должна включать запас равный **1.5** величинам общего импульса и расчетного количества импульсов требуемых от поставляемого оборудования на конец САС.

Следующие параметры ДУ, как минимум, должны быть проверены для основных и резервных узлов для всех расчетных условий эксплуатации на орбите:

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

Параметры	Оборудование
Электрические характеристики бортовых приводов: <ul style="list-style-type: none"> • I(t)/ток от времени • сопротивление катушки • статус индикатора положения 	Все электромеханическое оборудование
внутренняя течь	<ul style="list-style-type: none"> • двигатель СОС • регулятор давления • фиксирующий клапан • Тестовые порты, клапаны залива и слива для закрытой и открытой конфигураций • клапан сброса давления (*)
давление закрытия регулятора давления	Регулятор давления
давление удержания	предохранительный клапан
Калибровка и/или подтверждение работоспособности в рамках диапазона давлений, согласованного между Сторонами;	датчик давления
Давление сброса (*)	Клапан сброса давления (*)
Давление открытия	Невозвратный клапан
Сохранность, чистота и сухость топливозаборного устройства	баки

(*) если является частью конструкции ДУ.

15.3. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ АНАЛИЗОМ

Подрядчик должен провести серию всесторонних функциональных, рабочих, проектных и интерфейсных анализов и предоставить аналитическую документацию по следующим вопросам:

- 1) требования к чистоте и проверка чистоты;
- 2) Температурный анализ ДУ на всех этапах времени жизни КА;
- 3) Бюджет давления;
- 4) допустимые перепады давления в системе питания;
- 5) термодинамическое описание поведения вытеснительной системы во время инициализации и апогейных маневров;
- 6) структурной/силовой и разрушающий механические анализы (по необходимости) для критического оборудования, испытывающее нагрузочное давление (напр., топливных и вытеснительных баков);
- 7) анализ рабочих параметров двигателя на всех фазах жизни КА (на уровне оборудования и системном уровне);
- 8) подробные данные о рабочих параметрах двигателя;
- 9) работоспособность двигателя СОС и оценка его рабочих параметров при всасывании газа;
- 10) анализ модели струи двигателя СОС и отраженных эффектов;
- 11) анализ колебаний топлива на всех фазах жизни КА;
- 12) Проектные ограничения по эксплуатации топливных баков;
- 13) Анализы эффективности подачи топлива из баков и остатков топлива;
- 14) обоснование максимального коэффициента заполнения резервуара;
- 15) анализ неопределенностей характеристик компонент топливной системы в бюджете топлива;
- 16) анализ точности методики измерения массы топлива;
- 17) стратегия и анализ использования топлива на конец срока жизни;
- 18) требования к управлению ориентацией с помощью ДУ;
- 19) анализ изменения давления жидкости и газа при активации ДУ, анализ взаимодействия компонентов в процессе эксплуатации;
- 20) анализ и демонстрация совместимости материалов с имитаторами топлива и вытесняющими жидкостями;
- 21) должен быть представлен детальный бюджет об утечках, который должен продемонстрировать, каким образом будут проконтролированы отдельно взятые компоненты оборудования и соединения, включая швы (с точки зрения

От Подрядчика

От ГПКС

спецификаций и проверки уровней внутренних и внешних течей);

22) рабочие параметры системы подачи для всех этапов времени жизни КА, включая, но не ограничиваясь, перепады давления во всех трубопроводах и элементах оборудования, напоре, поведении в переходном режиме, резких скачках давления.

15.3.1. Двигатели СОС, работающие на двухкомпонентном топливе

15.3.1.1. Рабочая область

Ожидаемая эксплуатационная область должна рассматривать, но не ограничиваясь, следующее:

- воздействие изменений температуры на всех этапах Работы КА, от доставки оборудования до окончания срока жизни,
- одновременная работа двигателей (двигателей СОС, апогейных или электрических двигателей),
- дренаж,
- заправка и очистка, если применимо,
- промывка,
- давления и насыщение газом (если применимо) топлива.

Входные условия для двигателей во время нахождения на орбите следует ясно описать для каждого режима эксплуатации ДУ.

Ожидаемая эксплуатационная область должна сформировать основу для определения области для приемочных испытаний.

15.3.1.2. Характеристики

Изменяемость характеристик от двигателя к двигателю (направления и тяга) должна приниматься в расчёт системных бюджетов, напр., прицеливания, топливном и т.д. ...

Должны быть приведены двигательные характеристики повторяемости и прогнозируемости рабочих параметров с момента доставки оборудования до окончания САС.

Изменение характеристик двигателя на уровне 3 сигма должно быть принято во внимание и размещены в топливных бюджетах и требованиях к СОС.

15.3.2. Апогейные двигатели, работающие на двухкомпонентном топливе

15.3.2.1. Рабочая область

Ожидаемая эксплуатационная область должна принимать во внимание, но неограничиваясь, следующее:

- эффекты изменений температуры во время всех фаз КА, от доставки оборудования до окончания этапа запуска и начальных операций на орбите (LEOP);
- одновременная работа двигателей (двигателей СОС, апогейных или электрических двигателей),
- дренаж,
- заправка и продувка, если применимо,
- чистота,
- значения давления и насыщения газом топлива (если применимо).

От Подрядчика

От ГПКС

Входные условия для апогейного двигателя во время нахождения на орбите следует ясно описать для каждого режима эксплуатации ДУ.

Ожидаемая эксплуатационная область должна сформировать основу для определения области для приемочных испытаний.

15.3.2.2. Рабочие параметры

При равных рабочих условиях установившееся значение удельного импульса и тяги в вакууме для каждого летательного прибора может отличаться от квалификационного прибора не более чем на $\pm 3.0\%$.

Показатели повторяемости и прогнозируемости рабочих параметров апогейного двигателя должны оставаться без изменений с момента доставки до окончания этапа запуска и начальных операций на орбите.

Данные об изменении параметров апогейных двигателей на уровне **3 сигма** должны приниматься во внимание и быть размещёнными в бюджетах топлива и в требованиях по управлению ориентации и пространственным положением.

Устойчивость апогейного двигателя к отсутствию утечек должна оставаться без изменений в течение всего САС КА.

15.3.3. Электродвигатели (как применимо)

15.3.3.1. Рабочая область

Ожидаемая эксплуатационная область должна рассматривать, но не ограничиваясь, следующее:

- эффект от изменений температуры на всех фазах работы КА, от доставки оборудования до окончания САС,
- одновременная работа двигателей (двигателей СОС, апогейных или электрических двигателей),
- дренаж,
- заправка и продувка, если применимо,
- чистота,
- давление и насыщение газом топлива (если применимо).

Входные условия для двигателя во время нахождения на орбите следует ясно описать для каждого режима эксплуатации ДУ.

Ожидаемая эксплуатационная область должна сформировать основу для определения области для приемочных испытаний.

15.3.3.2. Рабочие параметры

При равных рабочих условиях установившееся значение удельного импульса и тяги в вакууме для каждого летательного прибора может отличаться от квалификационного прибора не более чем на $\pm 3.0\%$.

Изменение рабочих параметров от двигателя к двигателю (направления и тяга) набора в КА должно быть не более **[ПОДЛЕЖИТ ОБСУЖДЕНИЮ]**% от среднего значения в партии.

Примечание: это изменение следует принять во внимание в системных бюджетах,

напр.: наведения, топливом и т.д....

Показатели повторяемости и прогнозируемости рабочих параметров двигателя малой тяги должны оставаться без изменений с момента доставки до окончания срока жизни.

Данные об изменении параметров двигателей малой тяги на уровне **3 сигма** должны приниматься во внимание и быть размещёнными в бюджетах топлива и в требованиях по управлению ориентации и пространственным положением.

15.4. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРОЕКТНЫМ РАССМОТРЕНИЕМ

зарезервировано

15.5. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ОСМОТРОМ

зарезервировано

15.6. МАТРИЦЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ

15.6.1. 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					

15.6.2. 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					

От Подрядчика

От ГПКС

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

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

15.6.4. Экологические 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					

15.6.5. 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	Verification Method / Метод проверки	Remark /
--------------	--------------------------------------	----------

От Подрядчика

От ГПКС

Приложение В - СПЕЦИФИКАЦИЯ

/ Требования	Test / Испытание	Analysis / Анализ	RoD / Конструкция	Inspection / Осмотр	Замечание
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
Reserved					
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. TEST MATRICES / ТРЕБОВАНИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ И ПРОВЕРОЧНЫЕ МАТРИЦЫ

Обозначения

От Подрядчика

От ГПКС

Уровень модуля или сборочного узла

- T1** подлежит обсуждению
- T2** подлежит обсуждению
- T3** подлежит обсуждению

Уровень КА

- T1** Первоначальная проверка технических характеристик
- EV1** Первая проверка в условиях окружающей среды, напр., вакуум, тепло, холод, переходы
- T2** Промежуточная проверка технических характеристик
- EV2** Вторая проверка в условиях воздействия окружающей среды, напр., механические синусоидальные сигналы, акустика, ударные воздействия
- T3** Окончательная проверка технических характеристик
- T4** ПОДЛЕЖИТ ОБСУЖДЕНИЮ
- T5** EMC/Само-совместимость
- LP** Подготовка к запуску
- ЮТ** Испытания на орбите

TECHNICAL REQUIREMENTS SPECIFICATION

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		
	T1	T2	T3	T1	EV1			T2	EV2			T3	T4	T5	LP	IO	Ссылка
				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