

УДК 55.49.29

## **ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ ПРИ НАЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ**

**Сарбаева Диана Серікқызы**

*diana\_9696@bk.ru*

Студенты 4-курса кафедры «Космическая техника и технологии» ЕНУ им.

Л.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан,

Научный руководитель – Д. Калманова

Рассматривается одно из направлений повышения качества солнечной батареи космического аппарата, связанное с экспериментальным подтверждением заданных характеристик на этапах наземных испытаний. Приводится состав стенда имитатора конструкции КА и описывается их совместное функционирование при раскрытии панелей солнечных батарей. Перечисляются направления оптимизации наземной отработки системы «Солнечная батарея + Стенд сборки».

Данная статья посвящена проблеме наземной эксплуатации солнечных батарей (СБ) и повышению качества СБ для космического аппарата (КА) на этапе наземной эксплуатации. СБ представляет собой составную часть КА, основной задачей которой является её способность функционировать в космическом пространстве с целью обеспечения электроэнергией бортовой аппаратуры КА во время его штатного функционирования на орбите. Именно в способности являться бесперебойным источником электроэнергии, удовлетворяющим многочисленным запросам потребителей этой электроэнергии в составе КА, и заключается главное качество СБ.

Как основной источник электропитания в составе КА, СБ является критичным элементом, что влечёт за собой организацию контроля её качества на всех этапах жизненного цикла существования (ЖЦС). Любая задача, связанная с повышением качества СБ, становится актуальной.

Не вызывает сомнений тот факт, что изготовление опытных образцов и наземная экспериментальная отработка (НЭО) узлов, агрегатов КА и его составных частей (в том числе – СБ) является одним из важнейших этапов ЖЦС КА, а также основным элементом системы разработки и гарантирования качества КА. НЭО и проверки бортовых систем КА и входящего в его состав наземного оборудования должны обеспечивать их максимальный объём с целью подтверждения заданных характеристик в условиях, приближённых к штатным условиям эксплуатации с необходимыми запасами. В этом случае испытания и проверки, проводимые при НЭО, будут давать уверенность в том, что при штатной эксплуатации заданное качество будет обеспечено.

Наземные испытания максимально возможно имитируют внешние воздействия. Основными задачами наземных испытаний являются:

- подтверждение работоспособности и прочности устройства в условиях, близких к эксплуатационным;
- подтверждение обработанности технологического процесса изготовления устройства;
- определение возможности допуска устройства к испытаниям следующего уровня.

Практически всегда не представляется возможным проводить испытания устройства на полностью представительной модели спутника. Поэтому разрабатывается имитатор, учитывающий характеристики конструкции спутника, на котором устанавливается и испытывается механическое устройство.

Полный цикл объема испытаний механического устройства солнечной батареи включает:

- входной контроль МУ СБ;
- полное раскрытие МУ СБ в нормальных условиях от собственных пиросредств;
- испытания на воздействие транспортировочных нагрузок;
- частотные испытания и испытания на выборочность;
- испытания на воздействие квазистатических нагрузок;
- полное раскрытие МУ СБ в нормальных условиях от собственных пиросредств (испытания на воздействие ударных нагрузок от срабатывания собственных пиросредств);
- проверка срабатывания замков зачеховки (выход панелей из узлов зачеховки) в вакууме и максимальной положительной температуре при срабатывании одной пирочеки;
- проверка срабатывания замков зачеховки (выход панелей из узлов зачеховки) в вакууме и максимальной отрицательной температуре при срабатывании одной пирочеки;
- полное раскрытие МУ СБ в нормальных условиях от собственных пиросредств;
- ресурсные испытания;
- определение силы протяжки тросов в тягах от пироузла к замкам зачеховки;
- дефектация.

Для сборки механического устройства СБ был применен имитатор конструкции (рисунок 1):

- имитатор изготовлен в виде плоской рамы из соединенных сваркой профилей. На имитаторе выполнены все необходимые элементы для установки механического устройства СБ;
- для повышения жесткости при динамических испытаниях рама укреплялась фермой.

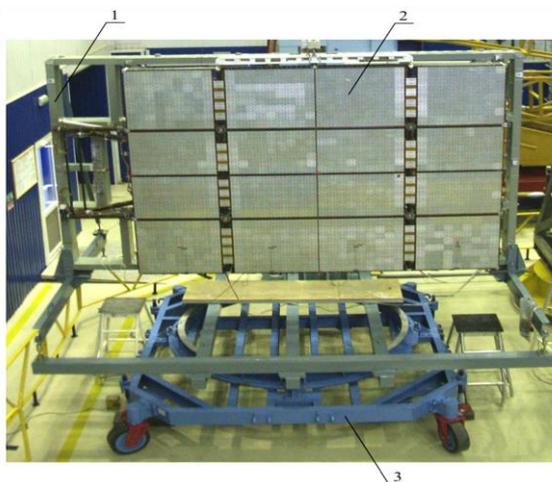


Рисунок 1 – МУ СБ, установленное на имитатор конструкции спутника: 1 - имитатор конструкции спутника; 2 - EQM МУ СБ; 3 - технологическая подставка

При внешнем осмотре фиксируются состояние изготовленного объекта испытаний, наличие и правильность оформления сопроводительных документов изготовления, отметки о выполнении всех запланированных процедур изготовления.

В дальнейшем после каждого этапа испытаний проводился внешний осмотр.

Для проверки функционирования все элементы крыла обезвешивались. Для проверок раскрытия использован стенд сборки.

На рисунках 2.1 – 2.5 приведены схемы испытаний.

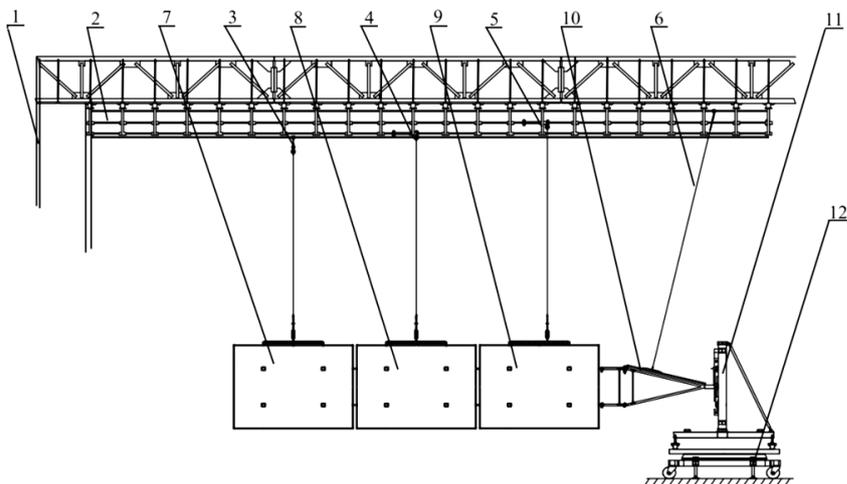


Рисунок 2 – Схема полной проверки раскрытия МУ СБ в нормальных условиях: 1 - силовая колонна; 2 - двойные направляющие; 3 - каретка концевой панели; 4 – каретка промежуточной панели; 5 - каретка корневой панели; 6 - косая вывеска штанги; 7 - концевая панель; 8 - промежуточная панель; 9 - корневая панель; 10 - рама; 11 - имитатор корпуса спутника; 12 - технологическая подставка



Рисунок 3 – Проведение транспортировочных испытаний

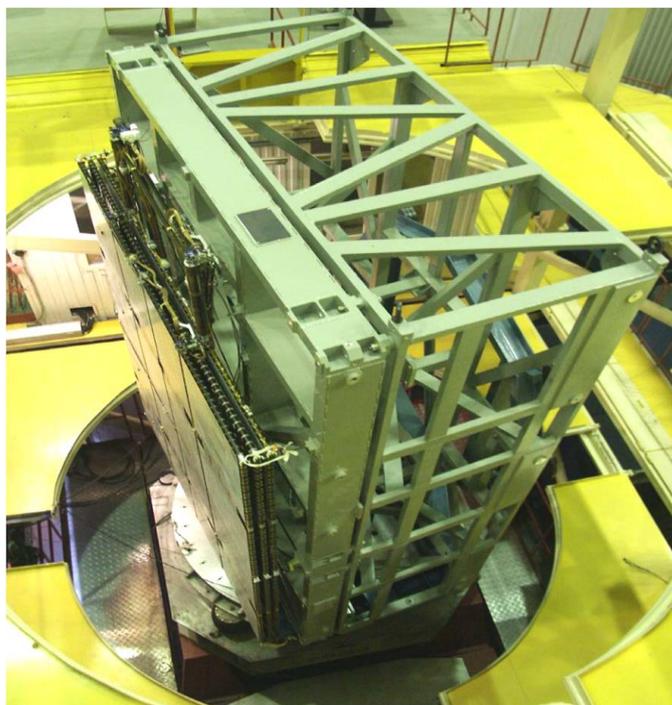


Рисунок 4 – Проведение частотных испытаний и испытаний на вибропрочность



Рисунок 5 – Проведение испытаний на воздействие квазистатических нагрузок

В данной статье были рассмотрены испытания мехатронных устройств солнечной батареи при наземной отработке. До начала испытаний проводится анализ применяемых узлов, компоновка узлов в устройстве, степень их отработки. По результатам анализа прорабатывается и утверждается объем испытаний.

Испытания максимально возможно имитируют внешние воздействия. Изменение параметров воздействий в обеспечение возможностей испытательного оборудования и оснастки анализируется и принимается в сторону увеличения запасов работоспособности механического устройства.



Рисунок 6 – Проведение испытаний по проверке срабатывания замков зачеховки (выход панелей из узлов зачеховки) в вакууме и экстремальных температурах при срабатывании одной пирочки

На наземных испытаниях всегда стараются обеспечить такие нагрузки и условия, которые возникают при реальной эксплуатации. Основными задачами, решаемыми при наземных испытаниях, являются: подтверждение работоспособности и прочности устройства в условиях, близких к эксплуатационным, подтверждение отработанности технологического процесса изготовления устройства, а также определение возможности допуска устройства к испытаниям следующего уровня.

#### **Список использованных источников**

1. ГОСТ Р 51143-98. Комплексы стартовые и технические ракетнокосмических комплексов. Общие требования к испытаниям и приёмке//– М., ГОССТАНДАРТ РОССИИ, – 1998. – С.205-236.
2. Тестоедов Н. А. Технология производства космических аппаратов: учебник для вузов // Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, – 2009. – С.352.
3. Чеботарев В. Е., Косенко В. Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: учеб. пособие // Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, – 2011. – С.488.
4. Михалкин В.М., Романенко И.В. Анализ применимости системы обезвешивания пассивного типа для крупногабаритного крыла батареи солнечной // Материалы XVII международной научной конференции «Решетнёвские чтения». Красноярск, Россия, 14 ноября – 2013, – Ч.1, – С.88–89.
5. Амельченко А.Н. Устройство для исследования статических и динамических характеристик солнечных батарей // Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов СибГАУ. -Красноярск, – 2006. – С.122-123.
6. Безручко К.В., Губин С.В. Обзор и анализ имитаторов солнечных батарей // Электротехника, – 1991. – № 3. – С.52-55.