

техногенных частиц на солнечные батареи космических аппаратов // Космические исследования, 2016. Т. 54. № 5. С. 1–10.

Родина Ангелина Владимировна, студент группы 6175-110403D.  
E-mail: rodina.av@saau.ru.

УДК 621.317.799

## **ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

А.В. Ионов, Д.М. Рязанов

«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва», г. Самара

На сегодняшний день наличие собственной внешней атмосферы (СВА) космических аппаратов (КА) является одной из основных проблем, которые возникают при их эксплуатации. Наличие СВА приводит к рассеянию света относительно крупными частицами, снижению электрической прочности оборудования КА, окислению и коррозии поверхностей и, наконец, к загрязнению поверхности продуктами СВА. Последнее явление стоит отметить особо, т.к. оно содержит в себе целый ряд негативных воздействий: снижение КПД солнечных батарей, нарушение теплообмена с окружающей средой из-за воздействия продуктов СВА на терморегулирующие покрытия; загрязнение оптических поверхностей, таких как стёкла иллюминаторов и телескопов, что может мешать проведению качественных наблюдений.

Для учета указанного воздействия в процессе орбитального полета и выработки мероприятий по его минимизации целесообразно проведение экспериментальных исследований с использованием специализированной аппаратуры - измерителя загрязнения поверхности КА.

В основе предлагаемого нами устройства лежит применение метода кварцевого микровзвешивания. Структурная схема кварцевых микровесов (КМВ) приведена на рисунке 1. В каждом измерительном блоке такого устройства содержится 2 идентичных кварцевых автогенератора (экспериментальный и опорный), настроенные на одинаковую частоту. Кварц опорного автогенератора (АГ) защищён от внешних воздействий, в то время как поверхность экспериментального кварцевого резонатора открыта для процессов оседания продуктов СВА. При внесении добавочной массы, происходит уменьшение частоты колебаний, вырабатываемых экспериментальным генератором. Соответственно, на выходе выделителя разностной частоты (ВРЧ) появляется сигнал, в частоте которого будет заключаться информации о внесённой добавочной массе [1]. Данная структура измерения уже применялась в составе научной аппаратуры ДЧ-01 на нашем спутнике АИСТ-2. Одна из ставившихся задач - контроль

уноса массы с покрытия, в качестве которого выступала плёнка полиамида с различным процентным содержанием наполнителя.

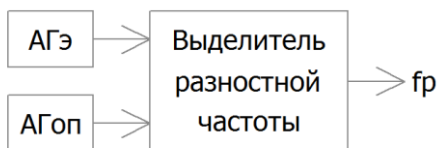


Рисунок 1 - Структурная схема КМВ

В результате проведённых экспериментов модуль ДЧ-КВАРЦ показал высокий унос массы с поверхности всех исследуемых образцов. Доказана зависимость скорости уноса массы полиамидной пленки от процентного содержания наполнителя. Однако в процессе проведения эксперимента зафиксирован значительный диапазон воздействующих на прибор температур и их влияние на результаты измерений. Для увеличения точности измерений и надёжности устройства были спроектированы модернизированные КМВ, структурная схема которых представлена на рисунке 2:

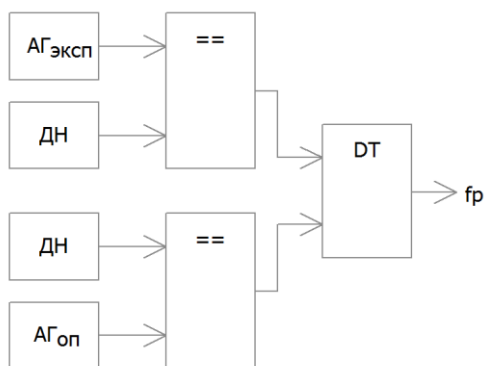


Рисунок 2 - Структурная схема модернизированных КМВ

Доработка заключается в изменении схем АГ, введении компараторов, которые сразу преобразуют сигнал в цифровую форму и обеспечивают переменный порог срабатывания (гистерезис), что позволяет устранить их ложные переключения из-за шумов. Опорное напряжение компараторов формируется посредством делителя напряжения (ДН). В качестве ВРЧ используется D-триггер, после которого сигнал идёт на микроконтроллер, подсчитывающий количество импульсов за определённый интервал времени и вычисляющий тем самым разностную частоту.

При проектировании АГ основное внимание уделялось стабилизации режимов работы и выбору номиналов используемых элементов [2]. Проведено моделирование схем в программе Мисосар 12. Изготовлен рабочий макет АГ двух типов базового (АГ1) и вновь разработанного (АГ2). Выполнены их экспериментальные исследования. Результаты - температурно-частотные характеристики (ТЧХ), изображены на рисунке 3.

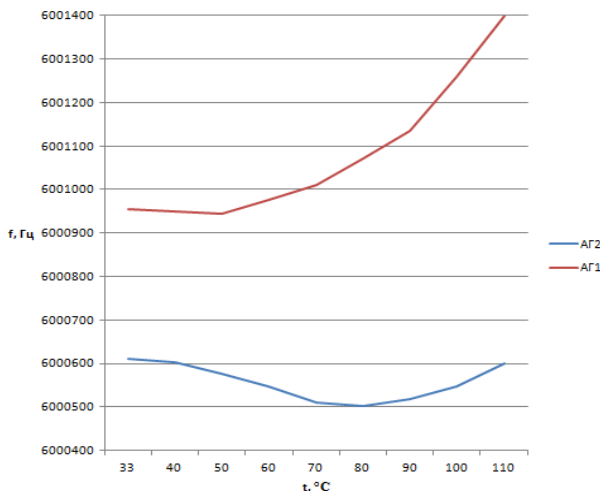


Рисунок 3 - ТЧХ автогенераторов

Из данных графиков видно, что новый АГ обладает куда большей стабильностью частоты от температуры, а значит и результаты измерений устройства, построенного на его основе будут гораздо меньше зависеть от данного внешнего фактора.

Спроектированные КМВ позволят расширить и уточнить экспериментальные данные, собранные аппаратурой ДЧ-01 относительно уноса материалов с покрытий КА, а также исследовать СВА КА.

#### Список использованных источников

1. Малов В.В. Пьезорезонансные датчики [Текст]:-М, энергоатомиздат, 1989. - 272с.
2. Грановская Р.А. Расчёт кварцевых генераторов [Текст]:учеб. пособие для вузов -М, изд-во МАИ, 1999. - 87с.