

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., доцент, профессор каф. РЭС,
zelenskiy.va@ssau.ru

Овакимян Давид Николович, директор Центра беспилотных систем
Самарского университета, dd55@bk.ru

Кириллов Владимир Сергеевич, магистрант гр. 6231-110403D,
vskirilov2015@yandex.ru

Домбровский Данила Валерьевич, студент гр. 6404-090301D,
dombrovskiy.dv@ssau.ru

УДК 520.6.07

РАЗРАБОТКА НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ПЛЁНОК НА ПОВЕРХНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

А.С. Кирюшкина, М.П. Калаев
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: космический аппарат, загрязнение, Quartz Crystal Microbalance.

Загрязнение поверхности космического аппарата (КА) является одной из важнейших проблем, ограничивающих время его полета. Например, ухудшение характеристик космического телескопа из-за конденсации на поверхности зеркала выделяющихся газов сокращает разрешающую способность.

Чаще всего уделяют внимание молекулярному загрязнению, хотя выбросы химических веществ, например от двигателей, тоже являются источниками загрязнений.

Зависимость частоты круглого кварцевого резонатора вместе с нанесенным на пластину веществом (рассматривается случай равномерного распределения вещества по кварцевому резонатору) количественно выражается через уравнение Зауэрбрея:

$$\Delta f = \frac{-2 \times f_0^2}{B \times \sqrt{\rho_q \times \mu_q}} \times \Delta h \times p_m \times \pi \times r^2, \quad (1)$$

где Δf – изменение частоты, МГц; f_0 – резонансная частота, МГц; Δh – изменение толщины исследуемого материала, см; B – активная колебательная зона, см²; μ_q – модуль сдвига кварца, г/(см×с²); ρ_q – плотность кварца, г/см³; p_m – плотность материала, г/см³; r – радиус кварцевой пластины, см.

В качестве примера аппаратуры для исследования загрязнения поверхности КА можно привести кварцево-кристаллические микровесы (QCM, Quartz Crystal Microbalance) [1]. QCM состоит из кристалла АТ-

среза и генераторной схемы. Если температура кристалла стабильна, осаждение чего-либо на поверхность кристалла вызывает резонансное отклонение частоты, пропорциональное отклонению массы кристалла. QCM настолько чувствителен, что можно обнаружить однослойное покрытие из каких-либо атомов или молекул.

Модуль аналогового генератора состоит из кристалла и генератора. Кристалл может быть дополнительно покрыт полиимидной пленкой для измерения потери массы атомарным кислородом на низких околоземных орбитах.

Каждый QCM имеет два модуля аналоговых генераторов: открытый для измерения и скрытый для эталонной самокомпенсации температурной зависимости. Эталонный QCM генерирует тактовые импульсы для счетчика частоты, реализованного с помощью программируемой вентиляционной матрицы (FPGA). Один кристалл выставлен снаружи в качестве датчика, а другой хранится при температуре, близкой к температуре датчика, и спрятан внутри корпуса в качестве эталона.

Внешний вид предлагаемого устройства на основе QCM изображен на рисунке 1.

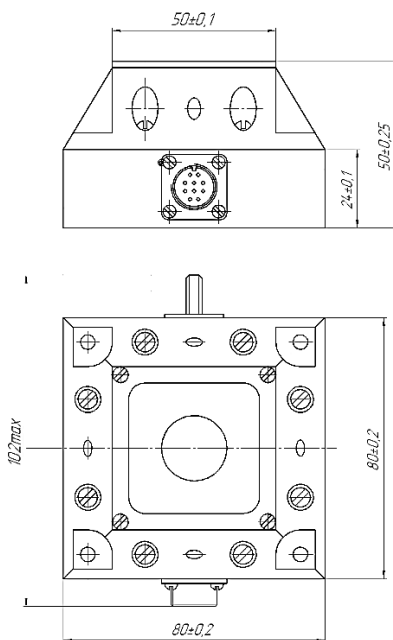


Рисунок 1 – Внешний вид устройства

Разработанный датчик может быть установлен на поверхности различных космических аппаратов, в том числе малых спутников. Полученные данные позволят повысить точность прогнозирования срока

службы аппаратов, а также проводить исследования по воздействию факторов космической среды на различные материалы.

Список использованных источников

1. K. Nishiyama, H. Kuninaka. Development and Flight Experiment of a Space QCM in Small Demonstration Satellite-4 // Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan Vol. 12, No. ists29, 2014 - pp. Tr_19-Tr_25;

2. Калаев М.П., Рязанов Д.М. Устройство для контроля толщины покрытий на поверхности космического аппарата [Текст] // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, — 2014. — № Т. 17, № 2. — С. 44-48

Кирюшкина Анастасия Сергеевна, магистр гр. 3131-110403D, kiryushkina.as@ssau.ru.

Калаев Михаил Павлович, доцент каф. РЭС, с.н.с. ИКП-214, kalaev.mp@ssau.ru.

УДК 62-9

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНООБРАЗОВАНИЯ В ПЫЛЕУДАРНОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРЕ

И.В. Пияков, А.В. Зайцева

Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева, г. Самара

Ключевые слова: масс-спектрометр, ионообразование, высокоскоростного взаимодействия.

Принцип работы пылеударного масс-спектрометра основан на зависимости движения ионов в электрических полях, образованных в результате высокоскоростного взаимодействия от их массы. При соударении частицы с мишенью при скорости более 3-5 км/с у поверхности мишени возникает облако плазмы, состоящее в общем случае из ионов частицы и мишени. Количество ионов и распределение их скоростей в пространстве является функцией массы и скорости соударения частицы с мишенью.

Устройство работает следующим образом, при приложении ускоряющего напряжения между мишенью и сеткой такого, которое в достаточной степени уравнивает энергию образованных при ударе ионов и, далее, эти ионы пустить в бесполеное пространство, то на выходе приемника, установленного на фиксированном расстоянии, можно наблюдать спектр масс в виде импульсов, положение которых на временной оси соответствует номерам химических элементов [1].

Целью данной работы является разработка устройства для исследования ионообразования в пылеударном масс-спектрометре.

Для достижения поставленной цели была разработана плата устройства, представленная на рисунке 1. В данном устройстве двойной тип питания, оно помещено в корпус, материал которого был выбран из