

ИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

И.В. Пяиков, Д.В. Родин, М.А. Родина

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский
университет)»

При разработке бортовых ионных источников необходимо выполнять требования минимизации массогабаритных характеристик и энергопотребления, а также обеспечения высокой надежности функционирования и длительного срока безотказной работы.

Вероятность ионизации исследуемого вещества

Сечение ионизации атомов или молекул анализируемого вещества электронами, эмитируемым катодом ионного источника, определяется с помощью аппроксимационной формулы Лотца-Дрэвина:

$$\sigma = 2,66 \cdot \pi \cdot a_0^2 \cdot l \cdot \frac{Rd^2}{U_i^2} \cdot \beta_1 \cdot \frac{(U/U_i) - 1}{(U/U_i)^2} \ln(1,25 \cdot \beta_2 \cdot U/U_i),$$

где a_0 – радиус первой бортовой орбиты атома водорода; l – число валентных электронов на внешней оболочке ионизируемого атома; Rd – потенциал ионизации атома водорода по Ридбергу; U – энергия ионизирующих электронов; U_i – потенциал ионизации атома или молекулы; β_1 и β_2 – аппроксимирующие коэффициенты.

Вероятности ионизации для гелия, азота и углекислого газа, рассчитанные по формуле (1), приведены на рисунке 1.

Разброс ионов по энергиям существенно зависит от конструкции ионного источника и способа получения ионов.

Конструкция ионного источника

Была предложена конструкция ионного источника, схематическое изображение которой показано на рисунке 2.

Для времяпролетного масс-спектрометра, предназначенного для установки на борту малого космического аппарата «АИСТ №2», был разработан источник ионов с пятикратным резервированием канала ионизации (рисунок 3). Его конструкция соответствует рисунку 2 и обладает высокой вероятностью ионизации исследуемого газа при относительно малом ионном потоке вследствие наличия малого окна.

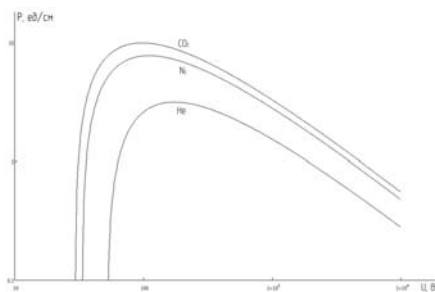
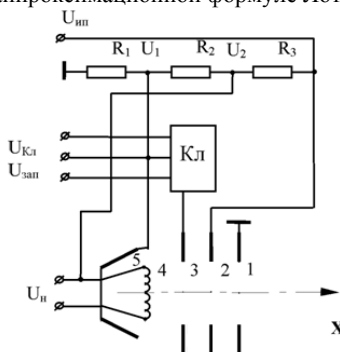


Рисунок 1 – Вероятность ионизации в зависимости от напряжения согласно аппроксимационной формуле Лютца-Дрэвина



1 – выходная сетка источника ионов; 2 – ускоряющая сетка, формирующая зону ионизации; 3 – управляющая сетка; 4 – нить накала; 5 – отражатель электронов; КЛ – ключ, управляющий запирающей сеткой; $U_{ип}$ – источник питания ионной пушки; $U_{кл}$ – источник питания управляющей сетки; $U_{зап}$ – запускающий импульс; $U_{н}$ – питание нити накала; $U_{уск}$ – ускоряющая разность потенциалов; U_1 – опорное напряжение ключа; U_2 – опорное напряжение накала.

Рисунок 2 – Предложенный ионный источник

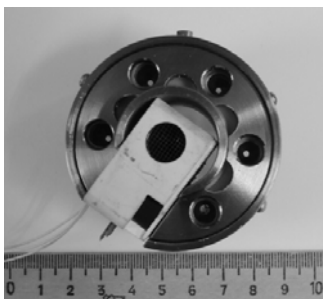


Рисунок 3 – Ионный источник с пятикратным резервированием

Благодаря дублированию электронных излучателей увеличивается надежность и срок службы предложенного ионного источника. Это объясняется тем, что при прекращении корректной работы термокатода начинает использоваться один из резервных. Пятикратное резервирование канала ионизации позволяет продлить срок службы источника ионов в пять раз.

УДК 53.072.8

БЛОК ЭЛЕКТРОНИКИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ ВСПЫШКИ

А.М.Телегин, Е. Э. Кривобоков

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

Предлагается функциональная схема микроконтроллерного модуля регистрации параметров световых явлений, вызванных высокоскоростным ударом микрочастиц о конструкцию космических аппаратов. Исследование имеет прикладной характер. Полученные данные о высокоскоростном соударении микрометеороидов с космическим аппаратом (КА) позволяют понять механизм воздействия возникающего электромагнитного излучения на оборудование КА, построить эффективную защиту КА от данного вида излучения.

Структурная схема прибора для регистрации микрометеороидов представлена на рисунке 1.

Проектируемый модуль строится на основе ускорителя. Ускоритель необходим для разгона частиц. Система включает в себя три канала. Это позволит наблюдать процесс соударения с разных точек обзора. В качестве первичного преобразователя используется ФЭУ. Он позволяет получить информацию о световой вспышке после соударения частицы с мишенью. Мишень с помощью шагового двигателя может менять свое положение. Кроме того, можно использовать мишени с различными покрытиями, что позволяет произвести дополнительное исследование соответствия полученных данных с ФЭУ с параметрами кратеров в элементах конструкции космических аппаратов, используемых в качестве мишени.

Выходной сигнал ФЭУ нуждается в предварительном усилении, его необходимо подать на усилитель. Усиленный сигнал подвергается фильтрации. Отфильтрованный сигнал из аналоговой формы преобразуется в цифровую с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Далее полученный цифровой сигнал записывается в память структуры FIFO.