

Одним из методов, которым можно решить поставленную задачу является метод разделения заряда. Для осуществления данного метода предполагается использовать мишень квадратной формы из резистивного материала (Рисунок 1).

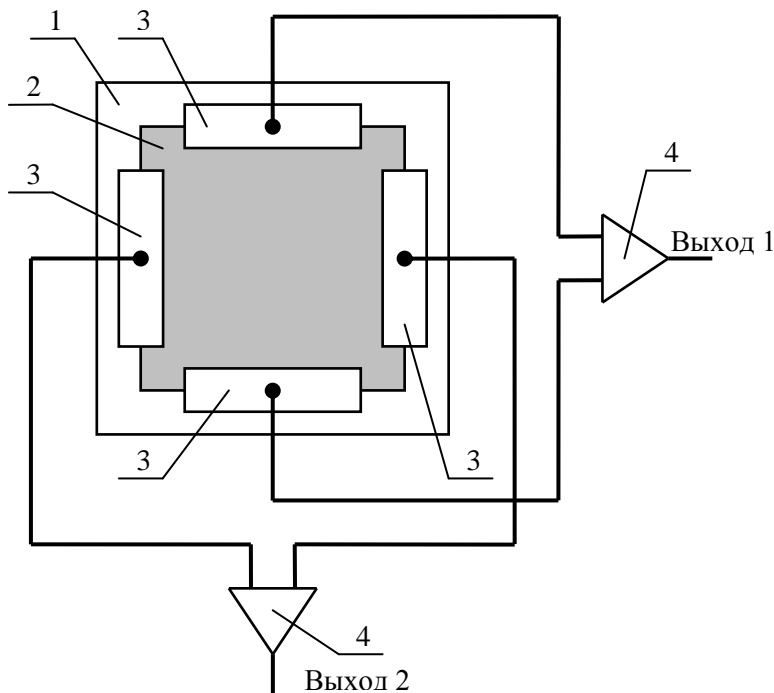


Рисунок 1. Мишень для устройства измерения плотности частиц по сечению тракта ускорителя.

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: 1 – ситалловая подложка, 2 – металлические контактные площадки, 3 – резистивный слой, 4 – зарядочувствительный усилитель.

Заряженная частица попадает в мишень, сообщая в точку попадания свой заряд, который делится резистивным слоем и усиливается зарядочувствительными усилителями. Как показало моделирование такой мишени, амплитуды сигналов на выходах 1 и 2 являются функциями от координат попадания частицы в резистивный слой. Таким образом, зная заряд частицы можно определить координату столкновения ее с мишенью, а тем самым получить картину плотности частиц по сечению ускорителя.

УДК 669.713.7

МАСС-СПЕКТРОМЕТР С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОРОИДАЛЬНЫХ ДЕФЛЕКТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОМЕТЕОРОИТОВ И ЧАСТИЦ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Пияков И.В., Родин Д.В.

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

Возрастающая активность в космическом пространстве многих стран приводит к его интенсивному загрязнению фрагментами ракетно-космической техники и появлению нового класса – техногенных пылевых частиц. По оценкам американских учёных общая масса объектов искусственного происхождения (космического мусора) на околоземных орбитах превысила 3 тысячи тонн. По результатам многочисленных исследований на высотах от 300

до 1600 км наблюдается наиболее высокая их концентрация, по уровню уже значительно превосходящая плотность потока частиц естественного метеороидного фона. Поэтому исследование твёрдой составляющей межпланетной среды и её взаимодействия с атмосферой Земли, различными телами солнечной системы и солнечным излучением имеет важное значение при решении как целого ряда научных задач – астрономических, геофизических, так и прикладных задач: прогнозирование метеорной опасности для космических аппаратов и воздействие большого числа ударов очень мелких пылинок на незащищённые оптические, светочувствительные и другие поверхности аппаратуры и элементов конструкций. Регистрация ударов метеорных тел с помощью датчиков, установленных на космических аппаратах, позволяет изучать плотность потока очень мелких частиц с массами 10^{-6} - 10^{-15} грамм. В отличие от преобразователей ионизационного типа, масс-спектрометрический преобразователь в состоянии провести регистрацию элементного состава микро- или наночастицы, ударившейся о мишень. Недостатком большинства таких приборов является малая достоверность измерений, вызванная зависимостью результатов измерений от места удара микрометеорита с мишенью, что типично для пылеударных масс-спектрометров. Поставленная задача, разработать пылеударный масс-спектрометр с высокой достоверностью измерений, позволяющей расширить функциональные возможности, повысить чистоту эксперимента по определению состава пылевых частиц привела к масс-спектрометру изображенному на рисунке 1.

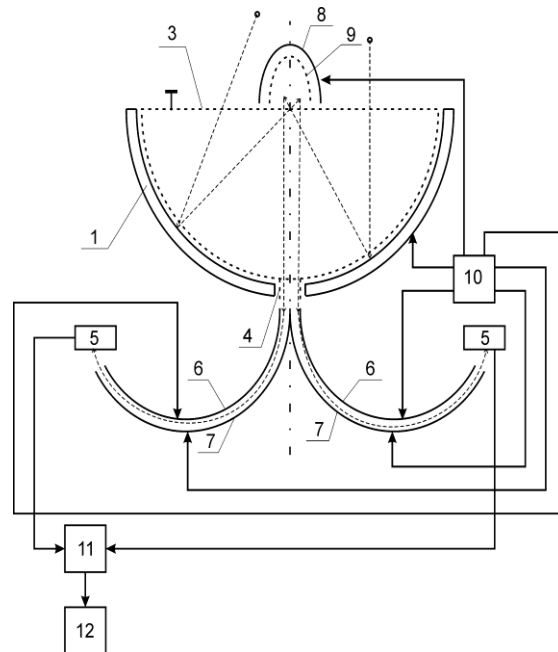


Рисунок 1. Пылеударный масс-спектрометр

Микрометеорит или пылевая частица соударяется с внутренней стороной полусферической мишени 1 и в результате ударной ионизации превращается в слабоионизированный газ. Под действием электрического поля между полусферической мишенью 1 и полусферической сеткой 2 ионы газа ускоряются в направлении к центру полусферической мишени. В пространстве, ограниченном полусферической сеткой 2 и заземленной сеткой 3 ионы движутся равномерно. Поскольку фокус параболического отражателя 8 совпадает с центрами полусферической мишени 1 и полусферической сетки 2, то расстояние от любой точки поверхности мишени до фокуса параболического отражателя 8 одинаково и все ионы пройдут через фокус параболического отражателя 8, образовав при отражении коллинеарный поток, направленный в отверстие полусферической мишени 1. Далее ионы попадают в один из четырех тороидальных дефлекторов, образованных внутренними отклоняющими электродами 6 и внешними отклоняющими электродами 7 и пройдя через них фиксируются приемниками ионов. Каждый тороидальный дефлектор

настроен на свой диапазон масс, что обеспечивает более широкий динамический диапазон исследуемых масс ионов. Спектры от отдельных приемников ионов 5 поступают в устройство обработки сигналов 11 и отображаются блоком индикации 12.

Поскольку ионы проходят сквозь полусферическую мишень 1 одним сфокусированным потоком, большая площадь полусферической мишени 1 является рабочей, что обеспечивает большой коэффициент сбора ионов, а, следовательно, увеличивает чувствительность пылеударного масс-спектрометра. Путь, пройденный ионами от любой точки соударения микрометеорита с полусферической мишенью 1 до одного из приемников ионов 5 постоянен, что устраняет зависимость результатов измерений от места соударения и обеспечивает увеличение достоверности результатов работы пылеударного масс-спектрометра.

Тороидальные дефлекторы дополнительно фокусируют ионные пакеты, увеличивая разрешающую способность (разрешающая способность достигает 500). К тому же каждый из тороидальных дефлекторов настроен на свой диапазон масс, внутри которого разрешающая способность максимальна. Таким образом удаётся избежать уменьшения разрешающей способности на больших массах. Такое деление диапазона положительно сказывается на увеличении общей разрешающей способности масс-спектрометра.

Настройка тороидальных дефлекторов осуществляется посредством изменения геометрических параметров R2 и R1 (рисунок 5) внешнего и внутреннего электродов и расстояния между ними, а также изменением напряжений на электродах. Угол φ , исходя из условий фокусировки вычисляется:

$$\varphi = \arctg \frac{R_{OTP} + L}{R_{OTP} L + 1},$$

где R_{OTP} – эффективный радиус иммерсионной линзы, L – расстояние от выхода тороидального дефлектора до соответствующего приёмника ионов.

Список литературы

1. Пылеударный масс-спектрометр. Патент Р.Ф. №2326465. Бюл. 16 от 10.06.2008г. Н.Д. Семкин, К.Е. Воронов, А.В.Пияков, И.В. Пияков, Р. А. Помельников.
2. Пылеударный масс-спектрометр. Патент Р.Ф № 2235386, Бюл.24 от 27.08.2004г. Н.Д. Семкин, К.Е. Воронов, Пияков И.В., Р. А. Помельников.

УДК 629.7.064

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Потудинский А.А., Кудрявцев И.А.

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

Интенсивное развитие современной космической техники диктует особые требования к качеству используемых различных технологических жидкостей, в том числе, горюче-смазочных материалов (ГСМ), от которых зависит безаварийная эксплуатация и долговечность работы. Одним из основных критериев пригодности жидкостей для использования при подготовке и в работе космической техники является концентрация воды.

Для автоматического контроля микроконцентраций гигроскопической, сорбированной и кристаллизационной воды в жидкостях предлагается использовать метод кулонометрического титрования реактивом Фишера, который реализован в аппарате «АКВА-901», разработанном в ОНИЛ-16 СГАУ.