

Рис. 1.

(1 – корпус, 2 – Диэлектрическое кольцо, 3 – изолятор, 4 – диафрагма, 5 – отражатель, 6,7 – держатели сеток.)

Недостатком большинства ионных источников с электронным ударом является малый срок службы катода электронной пушки, что вызывает необходимость его замены. Особенностью предложенной конструкции является дублирование электронных излучателей, для увеличения надежности и продления срока службы. При выходе из строя (перегорании, уменьшении эмиссии электронов и.т.д.) одного термокатода, автоматически в работе используется один из резервных. Таким образом, срок службы увеличивается в 3 раза.

ПЫЛЕУДАРНЫЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА МИКРОМЕТЕОРОИДОВ

Д.В. Родин¹, И.В. Пияков²
(¹Самара, СГАУ, rodin.ssau@gmail.com,
²Самара, СГАУ, pijakov@mail.ru)

DUST IMPACT MASS SPECTROMETER FOR INVESTIGATION OF MICROMETEOROIDS COMPOSITION

D.V. Rodin, I.V. Piyakov

Времяпролетные масс-спектрометры находят широкое применение для решения ряда задач при проведении космических экспериментов, для изучения химического состава космической пыли, космического мусора, собственной атмосферы космических аппаратов, грунта космических объектов, газопылевых хвостов комет и т.д.

Так, например, пылеударные масс-спектрометры используются для анализа микрометеоридных потоков [1, 2, 3]. В таких масс-спектрометрах, ввиду большого энергетического разброса ионов, возникающих в результате ударного взаимодействия частицы-ударника и

мишени, как правило, достаточно высокую разрешающую способность получают путем использования больших ускоряющих напряжений (порядка $1 \div 1,5$ кВ) [1, 2, 3, 4].

Ввиду малой вероятности ударных взаимодействий пылевых частиц с мишенью прибора, рабочая площадь чувствительной поверхности пылеударного масс-спектрометра должна быть как можно большей при сохранении характеристик прибора. Конструкция прибора должна удовлетворять следующим требованиям:

- минимизация зависимости выходных характеристик от места соударения;
- высокая разрешающая способность при высокой чувствительности;
- минимизация габаритно-массовых характеристик спектрометра.

На основе вышеприведенных требований, предъявляемым к приборам, которые используются при проведении космических экспериментов была разработана конструкция пылеударного масс-спектрометра, приведенная на рис. 1. В традиционных конструкциях масс-спектрометров бесполовое пространство располагается перед мишенью [5, 6]. В предлагаемой конструкции масс-спектрометра в мишени выполнены прорезы, пропускающие ионы из одной части конструкции в другую. Особенности конструкции является мишень с системой равномерно расположенных отверстий, минимизирующая эффект затенения приемника, а также свойство параболоида: длина каждой траектории, параллельной оси Z , не зависит от места соударения частицы ударника и мишени, рефлектрон рассчитан в соответствии с методикой приведенной в [7].

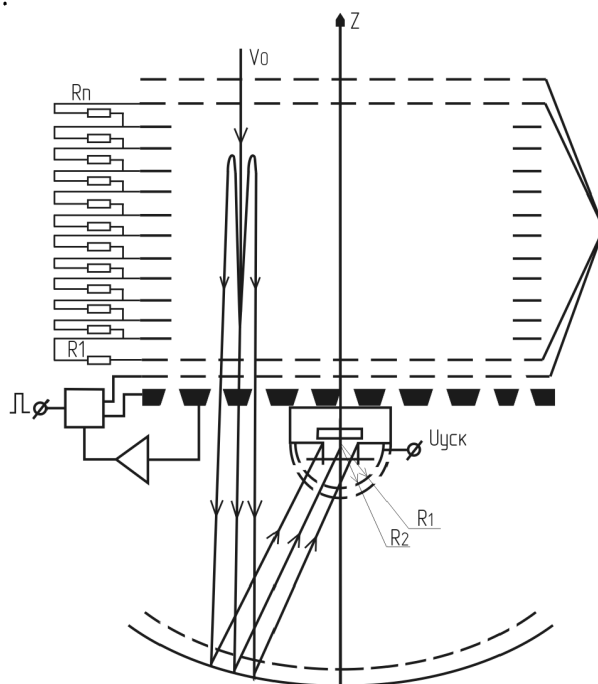


Рис. 1

Радиусы сеток R_1 и R_2 выбираются с учетом соотношения:

$$0,1 < \frac{R_1 - R_2}{R_1} < 1.$$

Результаты моделирования зависимости разрешения конструкции от массы и координаты удара приведены на рис. 2 а и рис. 2 б соответственно. Штриховой линией обозначен случай с диаметром отверстия диафрагмы, равным 10 мм, сплошной – 7мм.

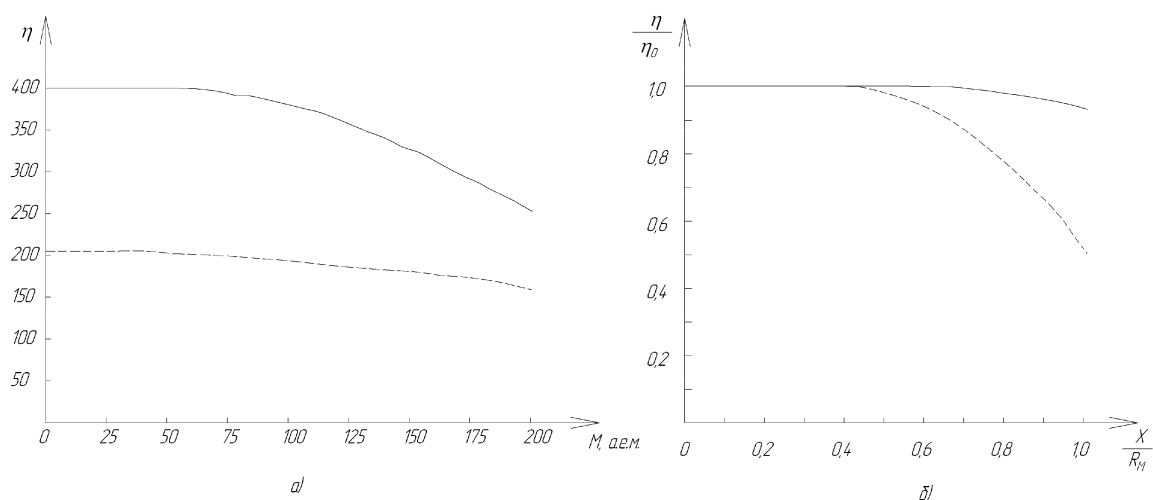


Рис. 2

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что применение параболического отражателя в масс-рефлектроне позволяет значительно уменьшить зависимость масс-спектров от места соударения частицы и мишени. Для достижения этого результата, однако, требуется диафрагмирование приемника, вызывающее некоторое падение коэффициента сбора ионов.

Проверка конструкции была проведена с помощью электродинамического усилителя и генератора Ван де Граафа. Прибор показал работоспособность в широком диапазоне скоростей частиц, а также соответствие результатов численного моделирования параметрам конструкции, полученным экспериментально.

Литература

1. Balsiger H., Altwegg K., Bochslerrosina P. Rosetta orbiter spectrometer for ion and neutral analysis // *Space Science Reviews*. 2007. № 128. Pp. 745–801.
2. Austin D.E., Ahrens T.J., Beauchamp J. L. Dustbuster: a compact impact-ionization time-of-flight mass spectrometer for in situ analysis of cosmic dust // *Review of scientific instruments*. 2002. Vol. 73, № 1. Pp. 185–189.
3. Auer S., Grün E., Srama R., Kempf S., Auer, R. The charge and velocity detector of the cosmic dust analyzer on Cassini // *Planetary and Space Science*. 2002. № 50 (7-8). Pp. 773–779.
4. Goldsworthy B.J., Burchell M.J., Cole M.J., Armes S.P., Khan M.A., Lascelles S.F., Green S.F., McDonnell J.A.M., Srama R., Bigger S.W. Time of flight mass spectra of ions in plasmas produced by hypervelocity impacts of organic and mineralogical microparticles on a cosmic dust analyser // *Astronomy and Astrophysics*. 2003. № 409(3). Pp. 1151–1167.
5. Ahrens T.J., Gupta S.C., Jyoti G. Mass spectrometer calibration of cosmic dust analyzer // *Journal of geophysical research*. 2003. Vol. 108. Pp. 1–10.
6. Анучина Н.Н., Волков В.И., Евланов Е.Н., Елсуков В.П., Еськов Н.С. Расчетно-теоретические исследования масс-спектрометрических измерений состава пылевых частиц кометы галлея в экспериментах «Вега» // *Физика горения и взрыва*. 2004. Т. 40, №3. С. 77–86.
7. Глащенко В.П., Семкин Н.Д., Сысоев А.А., Олейников В.А., Татур В.Ю. Расширение энергетического диапазона фокусируемых ионов во времяпролетном масс-спектрометре. // *ЖТФ*. 1985. Т55, вып.5. С. 904–907.