

где F_p – расчетное значение коэффициента Фишера.

Так как $F_p < F_{кр}$, то уравнение регрессии является адекватным.

Методом дробного факторного эксперимента построена математическая модель процесса формирования паяного соединения, с помощью которой осуществлен выбор оптимальных режимов этой технологической операции. Было осуществлено движение по поверхности отклика в направлении градиента линейного приближения. При этом достигнуто увеличение критерия качества на 47 %

УДК 629.78

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАСТРОЙКИ ИОННЫХ ЗЕРКАЛ МАСС-СПЕКТРОМЕТРОВ

А.К. Казанцев

Самарский университет, г. Самара

Введение

Уникальными преимуществами времяпролётных масс-спектрометров является скорость, с которой регистрируется масс-спектр за несколько микросекунд. Второе свойство времяпролётных масс-спектрометров заключается в возможности записать весь масс-спектр в течение каждого ускоряющего импульса, что дает возможность высокоточных измерений относительной интенсивности ионов. Третье важным преимуществом времяпролётных масс-спектрометров является в том, что их точность больше зависит от электрических цепей, нежели от точности механического изготовления и от получения высокооднородных и стабильных магнитных полей. Масс-спектрометры с магнитным разделением ионов довольно громоздки из-за магнитных систем или не способны работать в диапазоне больших масс при малых магнитах. В масс-спектрометрах такой конструкции [1] разделение происходит в пространстве, то есть частицы разных масс регистрируются разными приёмниками (или в режиме сепарации одним приёмником, передвигаемым по оси). Но не во всех случаях можно применять такие системы, так как даже небольшие приборы имеют большую массу [1].

Цели и задачи

Расширение диапазона масс исследуемых компонент газа во времяпролётном преобразователе газовых частиц, исследование возможности регистрации утечки газа из модулей космических аппаратов и уменьшение массогабаритных характеристик времяпролётного преобразователя газовых частиц.

Методы исследования

Авторами [2] показано, что усовершенствования масс-спектрометров времяпролетного типа возможно в нескольких направлениях: применение ионных зеркал, выталкивающих импульсов специальной формы, прямоугольных управляющих импульсов в масс-спектрометрах. Наиболее радикальным способом названо применение нелинейных ионных зеркал.

На рисунке 1 показана структурная схема такого масс-спектрометра.

В [3] авторами предложен метод расчёта масс-спектрометра с нелинейным зеркалом, зависимость потенциала от координат в котором определяется из уравнения:

$$z = \frac{1}{\pi} \left\{ t_0 \sqrt{-\frac{2e}{m} \varphi_1} \sqrt{\tilde{\varphi}} - L_0 \arcsin \sqrt{\frac{\tilde{\varphi}}{1+\tilde{\varphi}}} - L_1 \left[\sqrt{\tilde{\varphi}} + (1+\tilde{\varphi}) \times \arcsin \sqrt{\frac{\tilde{\varphi}}{1+\tilde{\varphi}}} - \frac{\pi}{2} \tilde{\varphi} \right] \right\}, \quad (1)$$

где: $\tilde{\varphi} = \frac{\varphi}{-\varphi_1}$ – безмерный потенциал; L_1 – длина пути в однородном поле; φ_1 – потенциал выталкивающего поля.

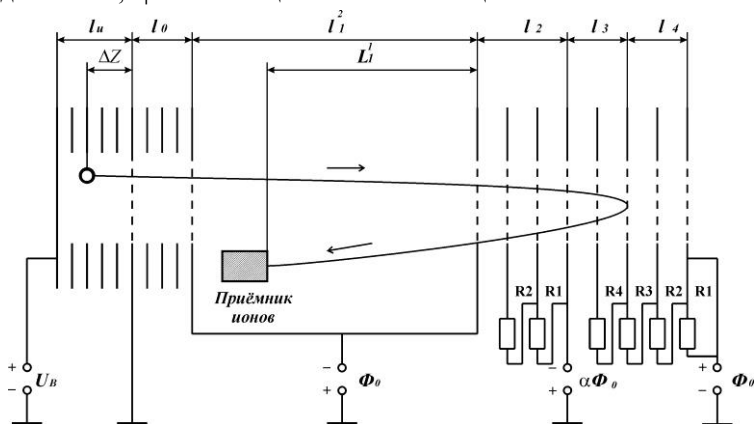


Рисунок 1 - Оптическая схема времяпролётного масс-спектрометра с ионным зеркалом

Такая схема предполагает, что ионы дважды проходят бесполовое пространство, что в итоге даёт возможность уменьшить габариты масс-спектрометра. К тому же нелинейное ионное зеркало способствует фокусировке ионных пакетов, что в значительной мере исключает влияние начального энергетического разброса. При отражении в ионном зеркале ионы с большей энергией имеют большую длину пути в нём, соответственно и большее время пролёта. Увеличение времени пролёта в ионном зеркале компенсирует разницу времён пролёта ионов с меньшей и большей массами и, соответственно, большей и меньшей скоростями. Следует отметить, что нелинейность можно обеспечить путём подачи на сетки зеркала различных по величине напряжений

либо сетки расположить в пространстве на разном расстоянии друг от друга. В обоих случаях на этапе реализации возникают трудности с точным расчётом на полезающих элементах, что в какой то мере связано и с неточности воспроизведения геометрических размеров при их изготовлении. Для решения данной задаче предполагается создание устройства, которое могло бы изменять потенциалы в широком диапазоне сразу на всех полезающих электродах.

В основу проектируемого устройства положено многоканальное высоковольтное ЦАП компании Analog Devices AD5535. Данный элемент может менять напряжение на 32 каналах (электродах) в диапазоне от 50 до 200 В с разрядностью 14 бит. Даже простым перебором представляется возможным подобрать оптимальную конфигурацию поля на зеркале.

Вывод

Построение устройства, моделирующего напряжения на электродах ионного зеркала позволит нивелировать влияние погрешностей геометрических размеров полезающих элементов и увеличить разрешающую способность времяпролётных масс-спектрометров, имеющих в конструкции ионное зеркало.

Список использованных источников

1. Вересов Л.П., Вересов О.Л., Дзкуя М.И. и др. // ЖТФ, 2000, том 70, №3, стр. 66.
2. Перспективы развития времяпролётных масс-спектрометров для анализа газовых и пылевых частиц / Н.Д. Семкин, И.В. Пияков, К.Е. Воронов, Р.А. Помельников // Прикладная физика, N 2, 2002 с. 124-142
3. Семкин Н.Д., Воронов К.Е., Мясников С.В. Аналитический расчёт распределения электростатического нелинейного масс-рефлектора / ВИНТИ, Деп.; №3225-В97 от 31.10.97.
4. Семкин Н.Д., Д.В. Родин, И.В. Пияков Бортовой пылеударный масс-спектрометр для исследования элементного состава микрометеороидов// Научное приборостроение, 2012, том 22, № 3, с. 13–20.

УДК 533.9:621.039.6

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОДОВ ИСТОЧНИКА ПЛАЗМЫ НА ОСНОВЕ ВГР

А.В. Николаев, А.Ю. Каманин, Маркушин М.А., В.А. Колпаков, С. В. Кричевский
Самарский университет, г. Самара

В настоящей работе предложена модель, позволяющая осуществлять расчет траекторий движения заряженных частиц в высоковольтном газовом разряде возбуждаемом источником плазмы [1].

Модель кинетического расчета электронов включает в себя уравнения:

- позволяющие определять координаты распределения силовых линий и линий равного потенциала [1], где C – постоянный коэффициент, V – напряжение на электродах