

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ГАЗОВОЙ И ПЫЛЕВОЙ КОМПОНЕНТЫ МЕТЕОРНО-ТЕХНОГЕННОГО ОКРУЖЕНИЯ

Мясников С.В., Маркелова Е.С.

В связи с нарастающим загрязнением околоземного космического пространства особую важность приобретают методы измерения физико-химических характеристик метеорно-техногенного окружения. Из всех существующих на сегодняшний день методов наиболее точный анализ химического состава частиц достигается при использовании масс-спектрометра. Выбор времяпролетной схемы обусловлен удобством со-вмещения в данной конструкции пылевой и газовой части анализатора.

Детальный анализ характеристик анализатора предлагаемой конструкции путем аналитического решения системы уравнений движения весьма трудоемок и без дополнительных ограничений невозможен, что снижает точность полученной модели. Избежать этого можно путем создания программного обеспечения для анализа конструкции с помощью компьютера численным методом. Кроме того, предлагаемый способ анализа позволяет моделировать различные варианты конструкции масс-спектрометра, не прибегая к дорогостоящим в условиях космической эксплуатации натурным экспериментам.

Разрабатываемая в настоящее время программа предназначена для расчета и оптимизации масс-спектрометра по выбранным параметрам оптимизации: разрешающая способность, коэффициент сбора, массогабаритный показатель.

Графический интерфейс программы позволяет создавать различные варианты конструкции при помощи библиотеки элементарных конструктивов. Имеется возможность добавления элементов конструкции пользователя.

Модель масс-спектрометра, полученная с помощью графической оболочки, преобразуется в описание конструкции на макроязыке программы. Расчет распределения потенциала в элементах конструкции производится по экстраполяционному методу Либмана, для которого потенциал в точке с координатами (h, k) определяется из выражения:

$$A_{h,k}^{n+1} = A_{h,k}^n + \frac{\alpha}{4} (A_{h+1,k}^n + A_{h,k+1}^n + A_{h-1,k}^n + A_{h,k-1}^n + h^2 W - 4A_{h,k}^n),$$

где α - коэффициент сходимости ($1 \leq \alpha \leq 2$).

Программа была применена при расчете конструкции анализатора изображенного на рис. 1 (на рисунке: 1 - мишень пылеударного масс-спектрометра; 2 - электростатическое фокусирующее зеркало; 3 - параболический отражатель; 4 - 4' - приемник ионов; 5 - источник ионов; 6 -

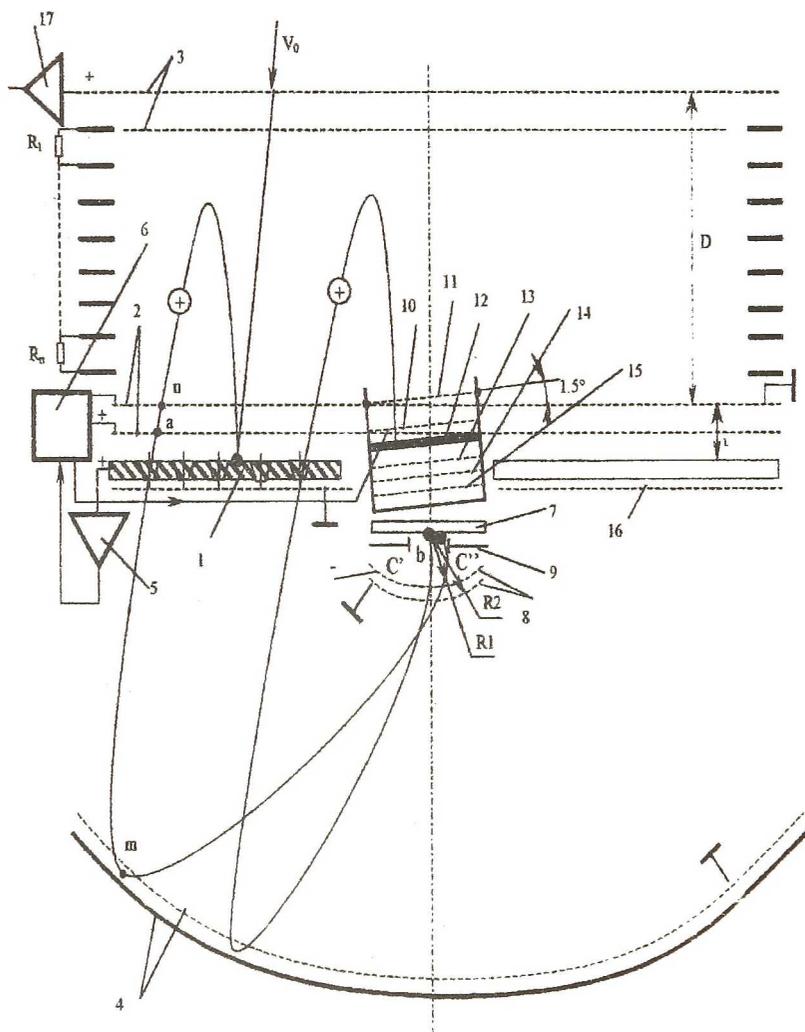


Рис. 1. Схема газопылевого масс-спектрометра

зарядочувствительный усилитель; 7 - генератор изменяемого во времени импульсного напряжения).

Схема источника ионов представлена на рис. 2.

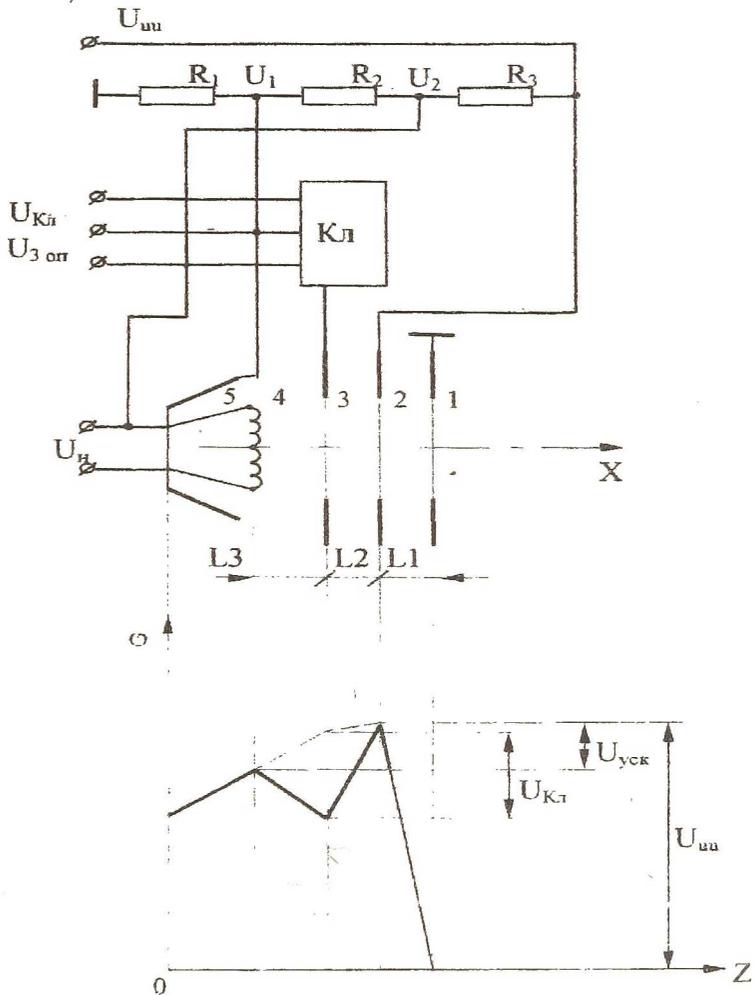


Рис. 2. Принципиальная схема источника тока

С целью повышения разрешающей способности в анализаторе применяется фокусирующая система в виде масс-рефлектрона с нелинейным электростатическим полем, которое можно записать как:

$$z = \frac{1}{\pi} \left\{ t_0 \alpha \sqrt{\tilde{\varphi}} - L_0 \arcsin \sqrt{\frac{\tilde{\varphi}}{1+\tilde{\varphi}}} - L_1 \left[\sqrt{\tilde{\varphi}} + (1+\tilde{\varphi}) \cdot \arcsin \sqrt{\frac{\tilde{\varphi}}{1+\tilde{\varphi}}} - \frac{\pi}{2} \tilde{\varphi} \right] \right\}$$

где $\tilde{\varphi} = \frac{\varphi}{-\varphi_1}$ - безразмерный потенциал;
 $\alpha = \sqrt{-\frac{2e}{m} \varphi_1}$ - скорость частицы после участка 0-1.

Результаты моделирования анализатора частиц при $\Delta x = 1 \text{ мм}$, $n/\Delta x = 1$; $V_0 = V_t = 200 \text{ В}$; $d = 5 \text{ см}$; $l = 0.5 \text{ см}$; $D = 25 \text{ см}$; $\tau = 3 \text{ мкс}$; $N = 500$ показаны на рис. 3. (зависимости разрешающей способности от базовой массы).

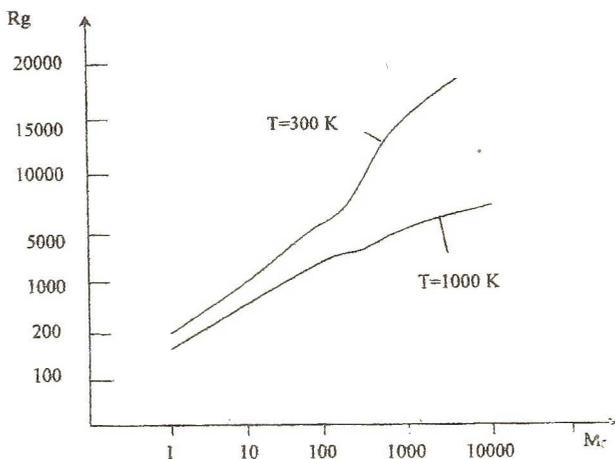


Рис. 3. Зависимость разрешающей способности от базовой массы.

КОНТРОЛЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ ПО М- ПАРАМЕТРУ

Кариин А.Н., Пиганов М.Н., Бабин С.А.

Эффективным средством повышения качества и надежности радиоэлектронной аппаратуры является отбраковка потенциально ненадежных электрорадиоизделий по результатам диагностического неразрушающего контроля [1,2]. В качестве информативного параметра при контроле диодов может быть использован m - параметр вольтамперной характеристики. Вольтамперная характеристика "идеального" диода описывается уравнением Шокли: