

## ТРАНСПОРТ ИОНОВ В УЗКИХ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ КАНАЛАХ

Рассмотрены эффективные ионно-транспортные устройства в виде узких каналов, которые существенно уменьшают газовую нагрузку на насосы в интерфейсах масс-спектрометров.

S.S. POTESHIN, D.D. ODINTSOV

National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

## ION TRANSPORT IN NARROW GAS-FILLED CHANNELS

Ion transport devices in the form of narrow channels, which significantly reduce the gas load on pumps in mass spectrometer interfaces, are considered.

Чувствительность проведения анализа является одной из самых важных характеристик масс-спектрометра (МС). Если источник ионов МС работает при атмосферном давлении, для транспорта ионов в камеру масс-анализатора используют интерфейс дифференциальной откачки (ИДО). Соответственно, коэффициент пропускания ионов через ИДО будет во многом определять чувствительность прибора.

Газовая нагрузка на средства откачки определяется параметрами диафрагм между камерами ИДО. Чтобы уменьшить эту нагрузку, следует увеличивать длину каналов, которые связывают камеры ИДО. Произведем сравнительную оценку проводимости длинного прямоугольного канала и отверстия. Для канала проводимость можно оценить по формуле  $U_{chan}=865 \cdot 4.5 a \cdot b^3 \cdot P_{mid}/L$ , где  $a$  и  $b$  – размер длинной и короткой стороны канала,  $P_{mid}$  – среднее давление в канале,  $L$  – длина канала. Проводимость диафрагмы –  $U_{hol}=160 d_{hol}^2$ , где  $d_{hol}$  – диаметр диафрагмы. Если взять канал с сечением 1х6 мм и длиной  $L=100$  мм и если взять диафрагму с аналогичной площадью апертуры, то поток через нее будет примерно в 10 раз выше. Т.е. в случае применения канала, можно использовать насос со скоростью откачки в 10 раз меньшей, чем для диафрагмы.

Для транспорта ионов в ИДО обычно используются различные мультипольные устройства с радиочастотным питанием, например, такие как квадруполи, ионные воронки. Но для транспорта ионов в каналах очень удобно использовать поле бегущей волны, когда на последовательность электродов вдоль канала подается радиочастотное питание со сдвигом фаз. В качестве удерживающего и транспортирующего ионы поля используется поле бегущей волны. Свойства таких полей были всесторонне исследованы Бердниковым А.С. [1]. Поле бегущей волны, при определенном режиме питания, формирует эффективное удерживающее и транспортирующее поле. Нами предлагается устройство для транспорта ионов в канале [1], которое показано на *Рис. 1*. Был проведен цикл моделирования движения ионов с учетом газового потока в канале с целью поиска оптимальной конфигурации электродов и их параметров питания. В итоге, были выбраны следующие параметры: сечение канала 0.8х5 мм, шаг электродов 0.4 мм, длина – 100 мм. Электроды объединены в 4 группы. Оптимальное питание, найденное в результате моделирования, которое обеспечивает 100% прохождения ионов в диапазоне 70..1000 M/Z, - амплитуда  $V_{pp}=30...80$  В, частота  $f=2..5$  МГц.

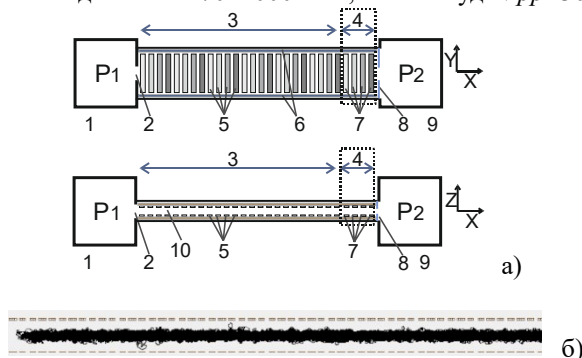


Рис. 1. Устройство для транспорта ионов в виде узкого канала с полем бегущей волны (а) и смоделированные траектории в канале в программе SIMION.

В настоящее время проводится экспериментальная проверка работы подобных канальных ионно-транспортных систем. Первичные результаты измерения прохождения ионных токов показали значения в районе 70-90% пропускания для ионов с разными M/Z.

## Список литературы

1. Бердников А.С. // Научное приборостроение, 2011, том 21 Ч1-4.
2. Потешин С.С. // патент RU2824941C1.