

12

© 1991

## ПИКИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ВРЕМЯПРОЛЕТНОМ МАСС-РЕФЛЕКТРОНЕ

А.Я. Гусев, В.А. Кочнев,  
Г.Г. Манагадзе

Применение времяпролетных масс-рефлектронов (ВПМР) для анализа нейтральных газов ограничено рядом причин, рассмотренных в работе [1]. Основным недостатком газовых ВПМР остается низкая чувствительность, ограниченная шумами прибора.

Особый интерес вызывает нейтральная составляющая фонового шума ВПМР, которая может быть ослаблена только смещением детектора с оптической оси. Однако такое смещение может привести к ухудшению разрешающей способности [2]. Существуют несколько источников нейтрального шума: резонансная перезарядка (РП) ионов на атомах и молекулах собственного нейтрального газа, отражение ионов от внутренних поверхностей масс-рефлектрона с нейтрализацией или перезарядкой [3].

Целью настоящей работы являлось исследование особенностей образования нейтральных шумов в ВПМР и поиск путей уменьшения их влияния.

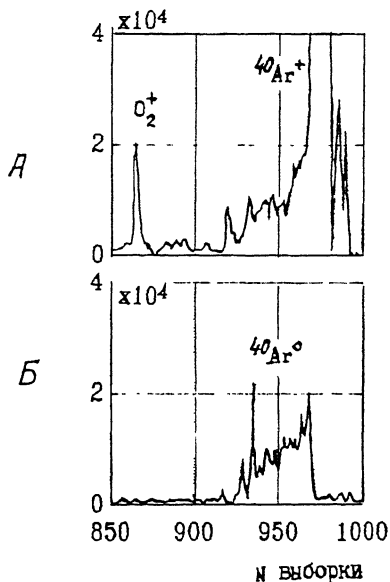
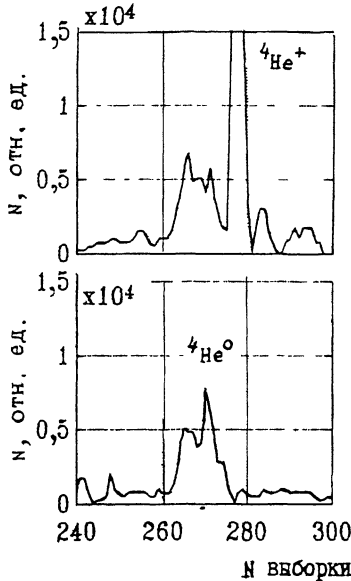
Экспериментально исследованы характеристики ВПМР, описанного в работе [4]. На рисунке показан фрагмент масс-спектра при напуске гелия и аргона. Отдельно показаны масс-спектры, полученные в штатном режиме работы (А) и масс-спектры, полученные при подаче положительного потенциала, превышающего максимальную энергию ионов на сетку перед детектором (Б). Мы предположили, что это нейтральные масс-пики (НМП), образующиеся в результате РП ионов  $A^+$  на нейтральных атомах (молекулах) собственного газа А в пространстве дрейфа после отражения и выхода ионов из ионного зеркала:



Потери энергии при РП, согласно работе [5], чрезвычайно малы, поэтому для нейтралов, как и для ионов, будет соблюдаться условие временной энергетической фокусировки второго порядка:

$$\frac{dE}{dT} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{d^2E}{dT^2} = 0, \quad (2)$$

где  $T$  и  $E$  — время и энергия ионов с определенным отношением массы к заряду.



Полные масс-спектры (А) (ионы и нейтральные частицы) и масс-спектры нейтральных частиц (Б) при напуске гелия и аргона. Парциальное давление гелия  $P=1.5 \cdot 10^{-5}$  Тор, аргона  $P=5 \cdot 10^{-5}$  Тор.

В результате на детекторе должны появиться НМП. Они будут сдвинуты на время  $\Delta t$  по отношению к ионным пикам из-за разного времени прохождения сетки перед детектором. Сдвиг по времени  $\Delta t$  (в наносекундах) для ВПМС [4] можно определить по формуле

$$\Delta t \approx 50 \sqrt{M}, \quad (3)$$

где  $M$  – масса иона в абсолютных единицах массы.

Полный масс-спектр (ионные пики и нейтральные пики) (А), так и коррелированные с ним нейтральные пики (Б) хорошо видны на рисунке. Дополнительным доказательством, что это не случайная помеха, служит тот факт, что, как и следовало ожидать, площадь НМП пропорциональна квадрату давления при работе ионного источника и детектора ВПМС в линейном режиме (до давления  $10^{-5}$  Тор). Нейтральные масс пики, вызванные РП в пространстве дрейфа, можно рассматривать как коррелированную с ионными пиками помеху. Эта „помеха“ уменьшает динамический диапазон прибора в области масс-спектра до ионного пика.

Появление НМП может привести к перегрузке детектора при стробировании с помощью сетки перед детектором, так как НМП может составлять до 15–25 % от площади ионного пика при давлении  $5 \cdot 10^{-5}$  Тор.

Кроме нейтралов, образующихся из-за РП после выхода из ионного зеркала, возможно также появление нейтралов из-за РП в самом

ионном зеркале и из-за взаимодействий с внутренними поверхностями прибора. Эти нейтралы образуют распределенный шум в широком диапазоне масс.

С целью подавления нейтральных помех было уменьшено расстояние от детектора до рефлектора в два раза с помощью введения дополнительного ионного зеркала. В результате наблюдалось пропорциональное уменьшение НМП. Другой способ уменьшения нейтральной помехи состоит в понижении давления в области пролета при одновременном сохранении или увеличении давления в области ионного источника, например, при применении импульсного напуска и дифференциальной откачки.

При проведении количественных измерений НМП могут быть просуммированы с ионными пиками с целью коррекции данных, определяющих процентное содержание различных элементов в пробе.

Таким образом, в данной работе обнаружены и исследованы нейтральные помехи, коррелированные с ионными пиками, и указаны пути их уменьшения.

Авторы выражают благодарность И.Ю. Шутяеву за помощь в проведении измерений.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Гусев А.Я., Кочнев В.А., Манагадзе Г.Г. // Препринт ИКИ АН СССР № 1774. 1991.
- [2] Сагдеев Р.З., Прохоров А.М. и др. В сб.: Фо-бос. Научно-методические аспекты исследований. ИКИ АН СССР. 1986. С. 220-231.
- [3] Васильев Н.К., Галь Л.Н., Кleshков Е.М. и др. // ПТЭ. 1968. № 3. С. 154-157.
- [4] Гусев А.Я., Кочнев В.А., Манагадзе Г.Г. // Препринт ИКИ АН СССР. № 1780. 1991.
- [5] Бархоп Е., Месси Г. Электронные и ионные столкновения. М.: Мир. 1958. 604 с.

Поступило в Редакцию  
6 сентября 1991 г.