



Extorr Inc.
307 Columbia Road
New Kensington, PA 15068
724-337-3000
Fax 724-337-8322

Примечание по применению номер 8: Что на самом деле показывают эти пики RGA?

Краткий обзор: В основном пик RGA показывает ионный ток, принимаемый при настройке масс-спектрометра на одну атомную единицу массы к заряду электрона. Для чего это делается, описано в настоящем примечании.

Все масс-спектрометры, а, следовательно, и все анализаторы остаточных газов (RGA), измеряют ток, который получается либо напрямую благодаря ионам, в случае электронного умножителя, либо из ионов, производимых в источнике и отбираемых некоторыми массами для зарядки устройства отбора. При осторожном обращении с этими токами и понимании процессов их образования можно получить огромное количество информации о содержании остаточного газа в вакуумной системе. И наоборот, понимание этих токов отображает ограничения такого устройства.

Остаточные газы в вакуумной камере могут поступать из ряда источников, однако их можно классифицировать, как газы, поступающие из начального содержания газа, газ эмиссии из стенок камеры или течи снаружи камеры. Каждая из этих классификаций может иметь подклассы, такие как возможные течи, происходящие в системе до откачки из-за исходного газа. Некоторые классификации могут быть взаимосвязаны, как вода в исходном газе, впитавшегося, казалось бы, навсегда в стенки камеры, и, следовательно, выделяющего воду из поверхности стенок.

Но, если эти остаточные молекулы попадают в систему, их невозможно измерять, пока рабочее давление RGA не будет таким, что средний свободный пробег между остаточными молекулами будет намного больше пробега молекул, который они совершают, проходя через RGA. Поскольку средний свободный пробег азота составляет 5 см при давлении в миллиторр, понятие “намного” можно рассматривать как множитель 100, и можно было бы ожидать, что RGA будет работать нормально при давлении 10^{-5} торр. И это действительно так.

Поскольку эти молекулы проходят через объем вакуумной камеры, некоторые из них будут проходить через проводящую сетку с заданным фиксированным напряжением. За пределами сетки находится разогреваемый катод с напряжением 70 вольт, что обычно ниже напряжения сетки. Некоторые из этих электронов, вероятно один на тысячу, попадут в молекулу и ионизируют ее. Полученный ион направляется электростатическими полями в сетке к массе для зарядки устройства отбора. Для RGA обычно это квадруполь, настроенный на напряжение высокой частоты и напряжение постоянного тока при частоте, погрешность которой не превышает эталонно допустимую. Если эти напряжения и частота верны для отношения массы к заряду иона, он пройдет по всей длине стержня и будет обнаружен как ток на чувствительном электрометре.

Величина тока на определенных массах (единичный заряд обычно предполагается) зависит от ряда разных факторов. Таких как:

Вероятность того, что электрон вызовет ионизацию, которая получается из сечения ионизации.

Вероятность того, что отдельная часть молекулы высвободит ион. Вероятность того, что полученный таким образом ион дойдет до квадруполя.

Вероятность того, что ион пройдет через квадруполь и будет обнаружен.

Пример: Какой будет относительная высота пиков азота и H_2S ?

Первое, что необходимо сделать, - это проверить их сечения ионизации. На сайте Национального института стандартов и технологий США (NIST) http://physics.nist.gov/PhysRefData/Ionization/EII_table.html представлено несколько видов сечений ионизации.

При 70 эВ H_2S имеет сечение 3.96 кв. ангстремов, а N_2 - 2.5 кв. ангстремов. Таким образом, H_2S производит в два раза больше ионов, чем N_2 . И это еще не все, поскольку нужно знать модель фрагментации N_2 и H_2S . Опять же, эта информация есть на сайте NIST. H_2S дает пики на массах 32, 33 и 34, причем пики 32 и 33 составляют примерно 40% от пика 34. Азот дает пики на массах 28 и 14 (около 7% от пика 28). Соединив обе эти единицы информации, получим пик 34 примерно такого же размера, как и пик 28, если оба газа присутствуют в равном объеме.

Такой расчет может дать только первое приближение относительных высот пиков. Некоторые общеизвестные спектры, получаемые с помощью магнитных, а не квадрупольных приборов, и даже спектры, получаемые с помощью квадрупольных приборов, часто полностью отличаются друг от друга в зависимости прибора. Если необходима точность, следует выполнить калибровку, соблюдая высоты пиков благодаря использованию в камере тщательно смешанных газов.

Обычно анализаторы остаточных газов просто не регистрируют высоты пиков по току. Парциальное давление измеряется в торрах, миллибарах или паскалях. Поскольку сечения ионизации невозможно предсказать для произвольной массы, анализаторы калибруются для всех пиков, создаваемых в произвольном сечении азота. Обычно это хорошо в пределах нескольких десятых процента, но иногда может отличаться в два или более раз.