

ТЕХНИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Вычисление чувствительности для парциальных давлений анализатора остаточных газов

Для обеспечения стабильности, сравнимости показаний разных датчиков и точности измерения парциального давления анализаторами остаточных газов Transpector[®] 2 компании INFICON, необходимо знать действительное значение чувствительности прибора с цилиндром Фарадея или ВЭУ в качестве детектора. Математическое значение чувствительности определяется как отношение сигнального тока (в амперах) к значению давления с вычетом фона. Предположим, что вклад фона пренебрежимо мал, тогда формула вычисления чувствительности примет вид:

$$S \text{ (чувствительность)} = \text{Сигнальный ток (А)} / \text{Давление (торр)}^*$$

*) В эту формулу также можно подставлять значение давления в мбар или Па.

Использование номинальных значений чувствительности недостаточно для работы в режиме определения парциального давления. Кроме того, непрерывное снижение чувствительности, которое происходит естественным образом с течением времени в связи со старением датчика, может указывать на необходимость профилактического техобслуживания или замены датчика.

ВЫЧИСЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ ГАЗОВ

Ниже приведены рекомендации по использованию анализатора остаточных газов для точных измерений чувствительности и характеристик:

- Уровень фона в системе должен не превышать 10 % амплитуды сигнала при измерении чувствительности. Например, для измерения в диапазоне 1E-5 торр, давление фона должно быть меньше 1E-6 торр.
- Ввиду особенностей, присущих конструкции квадрупольного датчика, зависимость чувствительности будет более линейной при меньшем давлении. Диапазон оптимального рабочего давления для анализатора остаточных газов составляет от 1E-6 до 1E-5 торр.
- Вакуумную систему и датчик необходимо эксплуатировать в типичном режиме техпроцесса. Это позволит выполнять все измерения чувствительности в диапазоне рабочего давления техпроцесса или в условиях, при которых важно знать значение парциального давления.
- Чтобы предотвратить загрязнение и чрезмерное повышение уровня фона, необходимо регулярно выполнять процедуру прогрева датчика в процессе эксплуатации.
- Для контроля достоверности значений давления необходимо использовать калиброванный вакуумметр.

- Для получения точных результатов анализатор остаточных газов необходимо прогревать не менее 30 минут перед началом его эксплуатации.
- Прежде чем выполнять любые измерения необходимо проверить настройку разрешающей способности датчика и позиций пиков по массам.
- Для выполнения измерений чувствительности рекомендуется использовать чистый осушенный азот. Тем не менее, можно использовать и другие газы, но при этом, возможно, при вычислениях потребуются вносить поправки в показания измерений в зависимости от типа используемого газа.

ИЗМЕРЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДАТЧИКОВ С ЦИЛИНДРОМ ФАРАДЕЯ

Чувствительность следует вычислять при использовании азота и давлении фона менее $3,0E-7$ торр. Подайте в систему азот, чтобы давление увеличилось до значения $1E-5$ торр. В ПО прибора Transpector выберите режим избирательных пиков и измерьте ток, создаваемый ионами массой 28 а.е.м. (в амперах). Используя приведённое выше уравнение, чувствительность ЦФ вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Чувствительность ЦФ} = \text{ток ионов массой 28 а.е.м (А)} / 1E-5 \text{ торр (давление азота)}$$

Данная формула предполагает, что ток, создаваемый фоном, вносит пренебрежимо малый вклад в сигнальный ток пика ионов массой 28 а.е.м. Если вклад фона составляет 1 % от амплитуды пика ионов массой 28 а.е.м. или более в присутствии азота, необходимо использовать следующую формулу:

$$\text{Чувствительность ЦФ} = \text{ток ионов массой 28 а.е.м (А)} - \text{тока фона в пике ионов массой 28 а.е.м.} / 1E-5 \text{ торр (давление азота)}$$

Например, если ток ионов массой 28 а.е.м. составляет $2,5E-9$ А после подачи азота и увеличения давления до $1E-5$ торр в системе, чувствительность такого датчика с ЦФ при несущественном вкладе фона, будет:

$$\text{Чувствительность ЦФ} = 2,5E-9 \text{ А} / 1E-5 \text{ торр} = 2,5E-4 \text{ А/торр}$$

Если чувствительность датчика не соответствует предъявляемым техническим требованиям, опытные пользователи могут настроить фокусирующее напряжение для повышения чувствительности. Если не удаётся повысить чувствительность, может потребоваться прогрев датчика (см. технический документ компании INFICON: «Нагревающие рубашки могут улучшить эксплуатационные характеристики анализатора остаточных газов»). Если чувствительность прибора не повысилась и после прогрева, могут потребоваться меры профилактического техобслуживания, например замена источника ионов или датчика.

ИЗМЕРЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДАТЧИКОВ С ВЭУ

Прежде чем измерять чувствительность датчика с ВЭУ в качестве детектора, необходимо проверить, что давление фона менее $3,0E-7$ торр. Подайте в систему азот, чтобы давление увеличилось до значения $1E-5$ торр. На ВЭУ подайте напряжение 1 КВ для прибора High Performance Transpector (650 В для моделей Compact и Transpector XPR). Измерьте и запишите ток ионов массой 28 а.е.м., а также ток ионов массой 7 а.е.м. Амплитуда пика, соответствующего ионам массой 7 а.е.м., будет значительно меньше амплитуды пика, соответствующего ионам массой 28 а.е.м. Чтобы измерить этот слабый ток выберите режим избирательных пиков (Selected Peaks) в ПО прибора Transpector.

Например, если при напряжении 1 КВ на ВЭУ ионы массой 28 а.е.м. создают ток 4,3Е-8 А, то ионы массой 7 а.е.м. могут создавать ток 3,2Е-11 А.

Имея два пика с такими амплитудами, отношение амплитуд пиков 28/7 можно вычислить по следующей формуле:

$$\text{отношение } 28/7 = \text{ток ионов массой } 28 \text{ а.е.м} / \text{ток ионов массой } 7 \text{ а.е.м.}$$

В данном примере отношение амплитуд пиков 28/7 будет таким:

$$\text{отношение } 28/7 = 4,3\text{E-}8 \text{ А} / 3,2\text{E-}11 \text{ А} = 1344$$

Теперь увеличьте напряжение на ВЭУ до 3 КВ для прибора High Performance Transpector или 1150 В для моделей Compact или Transpector XPR (или меньше, если ток ионов массой 7 а.е.м. превышает 1Е-6 А и приводит к насыщению ВЭУ). Запишите зарегистрированный ток ионов массой 7 а.е.м. при напряжении 3 КВ и вычислите чувствительность ВЭУ по следующей формуле:

$$\text{Чувствительность ВЭУ} = (\text{ток ионов массой } 7 \text{ а.е.м}) \times (\text{отношение } 28/7) / \text{давление}$$

В данном примере после увеличения напряжения на ВЭУ до 3 КВ, предположим, что ток ионов массой 7 а.е.м. увеличился до 2,1Е-7 А, тогда:

$$\text{Чувствительность ВЭУ} = (2,1\text{E-}7 \text{ А}) \times 1344 / 1\text{E-}5 \text{ торр} = 28,2 \text{ А/торр}$$

Измерение чувствительности рекомендуется выполнять первоначально, а затем регулярно для каждого датчика. В отдельных случаях для пользователя может иметь важное значение поддержание стабильной чувствительности при определённом давлении технологической среды. В случае изменения чувствительности при постоянном давлении газа, может потребоваться подстройка напряжения, подаваемого на ВЭУ. Если пики, характерные для определенного процесса, отсутствуют или наблюдаются только при увеличении коэффициента усиления раз за разом, возможно датчик загрязнён, истёк его срок службы или требуется профилактическое техобслуживание. Начните с процедуры прогрева датчика согласно указаниям, приведённым в соответствующем руководстве. Если чувствительность прибора по-прежнему снижается, могут потребоваться меры профилактического техобслуживания или замена датчика.

$$\text{отношение } 28/7 = \text{ток ионов массой } 28 \text{ а.е.м} / \text{ток ионов массой } 7 \text{ а.е.м.}$$

За дополнительной информацией или технической поддержкой обращайтесь по телефону: +1.315.434.1100.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЛАВНЫЙ ОФИС: Two Technology Place, East Syracuse, NY 13057 USA (США)

Тел.: +1.315.434.1100

Факс: +1.315.437.3803

Эл. почта: reachus@inficon.com

США ФРАНЦИЯ ГЕРМАНИЯ ЛИХТЕНШТЕЙН ШВЕЙЦАРИЯ ВЕЛИКОБРИТАНИЯ
КИТАЙ ЯПОНИЯ КОРЕЯ СИНГАПУР ТАЙВАНЬ

Контактную информацию и сведения о представительствах нашей компании в других регионах мира см. на нашем веб-сайте:
www.inficon.com

Transpector является зарегистрированным торговым знаком, а FabGuard является торговым знаком компании INFICON.