

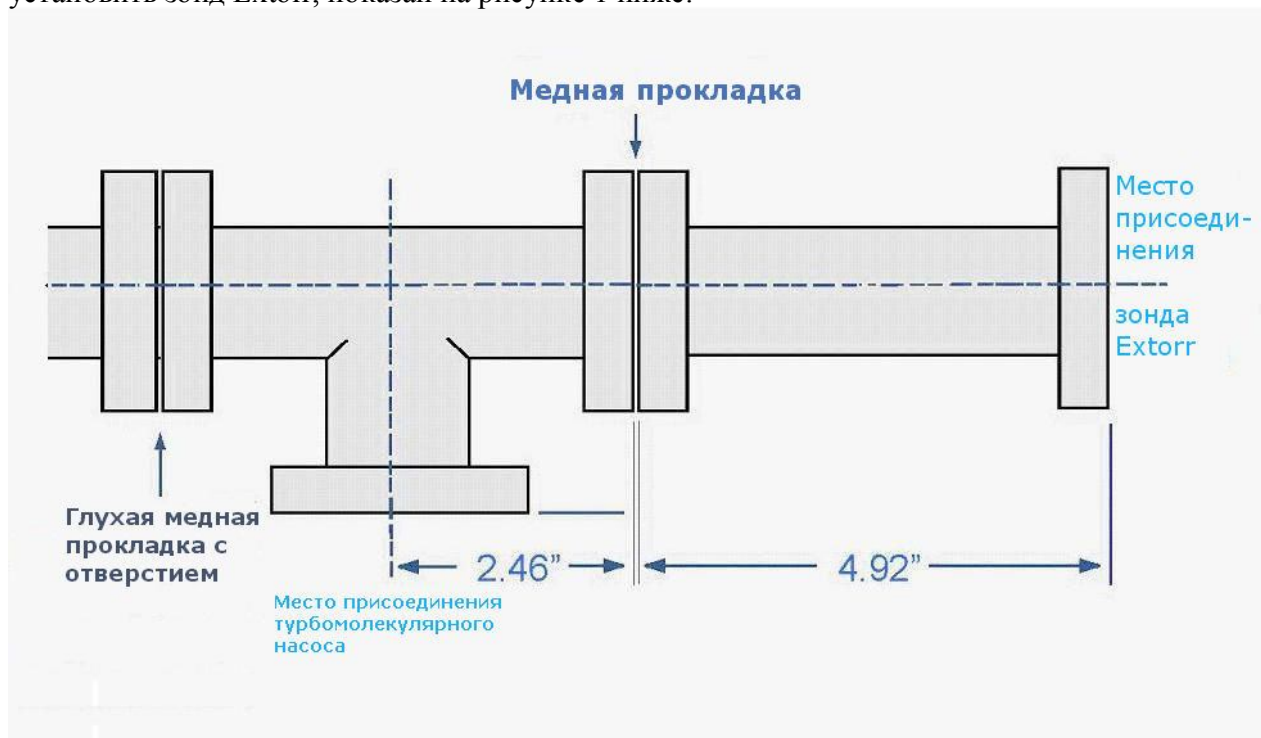
## Примечание по применению номер 5: Системы понижения давления I

**Краткий обзор:** Давление вакуумной среды для измерения парциального давления не должно превышать  $10^{-5}$  торр. Если в процессе требуется давление на порядок выше этого, необходима система понижения давления. В данном примечании описываются самые простые системы понижения давления.

Хотя квадрупольный масс-фильтр Extorr может работать при давлении выше  $10^{-4}$  торр, видимые пики можно получить не только с помощью столкновению одиночных электронов, но и с помощью ионно-молекулярного обмена зарядами и рассеяния. Информация, полученная из этих пиков, будучи качественно полезной, настолько зависит от условий основной массы газа, что она дает ограниченную количественную информацию.

Для проведения измерений на газах в процессах с давлением выше  $10^{-5}$  торр, необходима система понижения давления.

Пример простой вакуумной камеры с системой понижения давления, в которую можно установить зонд Extorr, показан на рисунке 1 ниже.



**Рисунок 1 Трубопровод системы понижения давления**

Вакуумная система состоит из вакуумного штуцера с фланцем CF размером  $2\frac{3}{4}$  дюйма и тройника. Эти детали изготавливаются на оборудовании с компьютерным управлением и имеют очень жесткие допуски. Большинство поставщиков вакуумного оборудования придерживаются этих допусков, а Ваши общие расходы будут менее \$250. Турбомолекулярный насос, конечно же, будет дороже. Здесь достаточно будет маленького турбомолекулярного насоса производительностью 50 л/с, подсоединенного к фланцу CF  $2\frac{3}{4}$  дюйма. Для поддержки турбомолекулярного насоса понадобится вспомогательный насос. Фактическое нагнетание на зонде составит около 30 л/с.

Ограничителем для подачи газа в эту камеру является отверстие в глухой медной прокладке. Эта прокладка похожа на обычные уплотнительные прокладки CF без выреза по центру. Прокладка отделяет камеру понижения давления от рабочей камеры.

Теперь рассчитаем размер отверстия, которое необходимо сделать в медной прокладке. Если мы хотим, чтобы давление на зонде не превышало  $10^{-5}$  торр, впускное давление со стороны камеры пользователя не должно превышать  $30 \times 10^{-5}$  торр л/с. Воздух (чаще всего азот) будет ударяться о поверхность со скоростью около  $11.6$  л/с-см<sup>2</sup>. Хотя это абсолютно верно только для зоны с давлением молекулярного потока, этот расчет довольно хорошо работает и для давления до одной атмосферы. Сопоставив поток в пробозаборной камере с потоком вне камеры, можно рассчитать площадь и диаметр круглого отверстия.

**Пример: Какое отверстие необходимо для измерения газов во время процесса при давлении 10 миллиторр?**

Сопоставив поток внутри и вне камеры, получим

$$11.6 \text{ л/с} \times 10^{-2} \text{ торр} \times A = 30 \text{ л/с} \times 10^{-5} \text{ торр}, \text{ где } A \text{ площадь отверстия в см}^2.$$

Решив уравнение для  $A$ , получим  $A = 2.6 \times 10^{-3}$  см<sup>2</sup>. Если умножить это значение на 4 и разделить на  $\pi$ , а затем извлечь квадратный корень, получим диаметр отверстия примерно 0,6 мм.

В примере выше это отверстие достаточно велико, чтобы просверлить его вручную. Отверстия меньшего размера можно сделать с помощью лазера.

Преимущества такой системы в том, что можно действительно проводить измерения газов при более высоком давлении. Система реагирует очень быстро.

Если снизить рабочее давление системы до базового давления, система отбора проб будет заполнена газами, которые поступают из системы отбора проб, а не из рабочей камеры. К системе отбора проб можно было бы добавить трубопровод высокой проводимости, но дополнительные расходы будут сопоставимы со стоимостью второго RGA.

Всегда возникает вопрос о возможности обнаружения газов в небольшом диапазоне частот на миллион. Ответ: и да, и нет.

Если Вам нужен газ, который испускает ион с отношением массы к заряду, нехарактерным для типичных фоновых газов, ответ будет "да". Если Вам нужны газы, которые обычно поступают из фона камеры или от нити накаливания ионизатора, такие как CO, CO<sub>2</sub> или водяной пар, ответ - "нет".