

**LEYBOLD INFICON**

ТЕХНИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Показания парциального и полного давлений анализатора остаточных газов с открытым источником

Анализаторы остаточных газов используются в вакуумных исследовательских приложениях уже в течение 25 лет. За последние 10 лет их роль изменилась, и они эволюционировали из исключительно исследовательского прибора в производственный инструмент. Применение анализатора остаточных газов на производстве может способствовать повышению производительности, увеличению выпуска годных изделий, пропускной способности и снижению издержек, а в итоге – увеличению прибыли.

Однако пользователь самостоятельно должен определить, как прибор наилучшим образом может удовлетворить потребностям конкретного приложения. В данном техническом документе рассмотрены показания парциального и полного давлений анализатора остаточных газов.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗАТОРА ОСТАТОЧНЫХ ГАЗОВ

В процессе работы многих производственных вакуумных систем используются два разных диапазона давления. Одно из давлений, обычно называемое базовым, используется для очистки вакуумной камеры и её компонентов перед началом техпроцесса. Если базовое давление в вакуумной системе меньше $1E-4$ торр, тогда в системе можно установить анализатор остаточных газов стандартного исполнения для контроля базового давления. Другое, рабочее давление (давление технологической среды), как правило на несколько декад выше и создаётся подачей различных газов, используемых в определённом техпроцессе.

При использовании анализатора остаточных газов для количественных измерений необходимо понимать физические ограничения возможностей прибора и работать в этих пределах. Согласно закону парциальных давлений газов Дальтона: полное давление смеси газов равно сумме давлений отдельных компонентов смеси ($P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_x$). Результаты измерения анализатором остаточных газов не точно соответствуют этому закону, поэтому необходимо вносить поправки, учитывающие вероятности ионизации, коэффициенты фрагментации и пропускания.

ПОЛНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Значение полного давления, измеренное анализатором остаточных газов Leybold Inficon, получается в результате измерения полного давления пластиной, установленной в источнике ионов датчика как показано на рис. 1. Эта пластина измеряет ток, создаваемый ионами в результате столкновения с пластиной на пути к анализатору квадрупольного датчика. Измерение полного давления

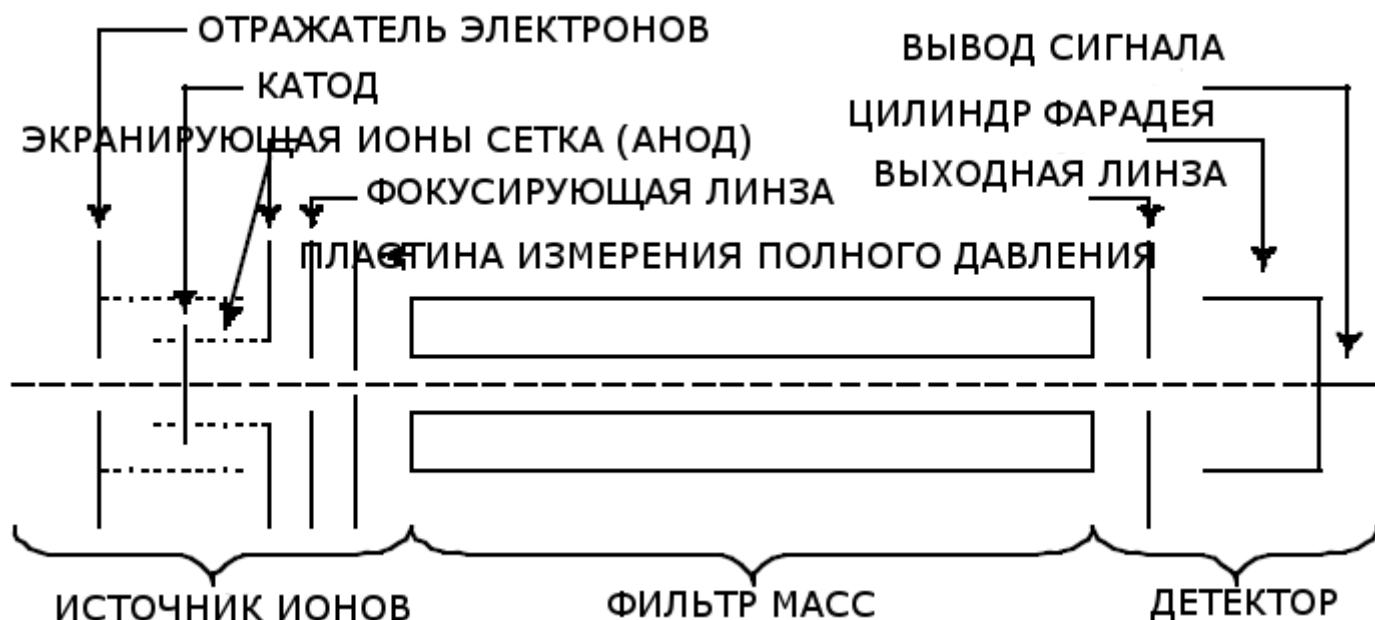


Рис. 1. На схеме анализатора остаточных газов показана пластина измерения полного давления

таким способом обеспечивает непрерывное отображение значения полного давления и постоянную защиту от превышения давления в датчике. Показание полного давления является приближённым значением фактического полного давления. Ионизационный датчик более точно измеряет значение полного давления, которое можно отобразить в ПО анализатора остаточных газов.

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

В режиме измерения парциального давления отображается абсолютное давление отдельного компонента газовой смеси или относительное количество каждого газа в смеси, выраженное в процентах от полного давления. К сожалению высота пика также зависит и от других параметров: вероятности ионизации (насколько легко происходит ионизация), коэффициента фрагментации (сколько фрагментов образуется и амплитуды, создаваемых ими пиков, при образовании иона), коэффициента пропускания (сколько ионов фактически попадают в детектор) и, наконец, чувствительности детектора. Для определения парциального давления используется алгоритм, особый для каждого газа. Формула для вычисления парциального давления газа А по пику, соответствующему массе В, даётся уравнениями 1 и 2.

Необходимо отметить, что вычисление основано на токе, создаваемом ионами одного газа определённой молекулярной массы. Если имеет место наложение пиков, например в случае присутствия в среде угарного газа (СО) и азота (N₂) с одинаковой молекулярной массой 28 а.е.м., тогда вычисление ещё больше усложняется. Кроме того необходимо учитывать чувствительность при определении парциальных давлений газов. Поскольку чувствительность анализатора остаточных газов может меняться со временем, очень важно своевременно и регулярно выполнять калибровку датчика. Также необходимо отметить, что чувствительность анализатора остаточных газов обычно значительно повышается при использовании ВЭУ вместо цилиндра Фарадея, поэтому значение чувствительности необходимо изменить соответствующим образом в этом случае. Наконец настройка разрешающей способности анализатора остаточных газов также играет ключевую роль в обеспечении точности вычислений и измерений парциального давления.

Уравнение 1:

$$PP_A = (I_{AB}) \times (FF_{N28}) / [(FF_{AB}) \times (XF_A) \times (TF_B) \times (DF) \times (S)]$$

где

PP_A	Парциальное давление газа А
I_{AB}	Ток для пика массой В, созданный ионами газа А (высота пика в амперах)
FF_{N28}	Коэффициент фрагментации для азота (28 а.е.м.) (обычно принимают равным 1,0)
FF_{AB}	Коэффициент фрагментации для газа А для пика, соответствующего массе В (табличное значение, например из таблицы А)
XF_A	Вероятность ионизации элемента А (табличное значение, например из таблицы А)
TF_B	Коэффициент пропускания для элемента массой В (предварительно задан в ПО)
DF	Коэффициент регистрации или относительный ток на ион (обычно принимают равным 1,0)
S	Чувствительность для азота (28 а.е.м.) в А/торр (по результату калибровки прибора)

Это уравнение можно упростить, подставив значение 1,0 вместо FF_{N28} и DF и убрав коэффициент пропускания TF_B, в результате получаем уравнение 2.

Уравнение 2:

$$PP_A = (I_{AB}) / [(FF_{AB}) \times (XF_A) \times (S)]$$

ТАБЛИЦА А КОЭФФИЦИЕНТЫ ФРАГМЕНТАЦИИ И ВЕРОЯТНОСТИ ИОНИЗАЦИИ ДЛЯ РАСПРОСТРАНЁННЫХ ГАЗОВ

Вещество	Вероятность ионизации	Самый интенсивный пик	Коэффициент фрагментации	Вещество	Вероятность ионизации	Самый интенсивный пик	Коэффициент фрагментации
АЦЕТОН	3,6	43	0,58	ВОДОРОД	0,44	2	0,98
ВОЗДУХ	1,0	28	0,71	СЕРОВОДОРОД	2,2	34	0,52
АММИАК	1,3	17	0,53	КРИПТОН	1,7	84	0,57
АРГОН	1,2	40	0,88	МЕТАН	1,6	16	0,46
БЕНЗОЛ	5,9	78	0,53	МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ	1,8	31	0,43
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ	1,4	44	0,85	НЕОН	0,23	20	0,90
УГАРНЫЙ ГАЗ	1,05	28	0,91	АЗОТ	1,0	28	0,94
ТЕТРАХЛОРИД УГЛЕРОДА	6,0	117	0,28	КИСЛОРОД	1,0	32	0,95
ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ	3,6	31	0,49	ТОЛУОЛ	6,8	91	0,53
ГАЛОИДОУГЛЕРОД 12	2,7	85	0,62	ВОДА	1,0	18	0,75
ГЕЛИЙ	0,14	4	1,00	КСЕНОН	3,0	132	0,27
ГЕКСАН	6,6	41	0,21				



LEYBOLD INFICON

The Instrumental Difference™

Two Technology Place
East Syracuse, NY 13057 **США**
(315) 434-1100
ТЕЛЕФАКС: (315) 437-3803
Эл. почта: reachus@inficon.com

P.O. Box 1000
FL-9496 Balzers, **ЛИХТЕНШТЕЙН**
(+41) 75-388-4525
ТЕЛЕФАКС: (+41) 75-388-5431
Эл. почта: reachkh@bi.balzers.net

Bonner Strasse 498
D-50968 Cologne, **ГЕРМАНИЯ**
(+49) 221347-0
ТЕЛЕФАКС: (+49) 221-347-1250
Эл. почта: reachus@leyboldvac.de

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