

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO, Prima BT

Назначение средства измерений

Масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO, Prima BT (далее - масс-спектрометры) предназначены для количественного определения компонентного состава газа как в потоке, так и в отобранных пробах.

Описание средства измерений

Масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO, Prima BT являются автоматизированными анализаторами на основе магнитно-секторного масс-спектрометра. Переменное магнитное поле обеспечивается электромагнитом, с многослойным сердечником, позволяющим осуществлять скоростной и стабильный анализ широкой номенклатуры газов.

Прибор разработан для непрерывной работы в технологических условиях и сконструирован для легкого обслуживания и простоты операций. За исключением управляющего компьютера, все компоненты монтируются внутри корпуса или на металлическом каркасе и представляют собой модульную сборку для простоты замены.

Все управление масс-спектрометров осуществляется через интегральный процессор, расположенный внутри корпуса, который также обеспечивает связь с управляющим компьютером, АСУТП и т.д.

Основными компонентами масс-спектрометров являются блок электроники, который обеспечивает подачу требуемого питания, магнитный секторный анализатор масс, в состав которого входит ионный источник, электромагнит и блок детектора. В состав масс-спектрометра входят так же форвакуумный насос для вакуумирования масс-спектрометра и обеспечения прокачки системы ввода и турбомолекулярный насос.

Проба газа ионизируется бомбардировкой электронами. Электроны затягиваются в источник положительным потенциалом и затем проходят через апертуры (отверстия) источника с другой его стороны и захватываются электродом, называемым электронной ловушкой. Ленточный пучок электронов соударяется с некоторыми молекулами в источнике и формирует в камере источника облако ионов.

Применяемый ионный источник закрытого типа обеспечивает высокую чувствительность, защиту от фоновых помех и максимальную устойчивость к загрязнению. При попадании ионов в магнитное поле под воздействием магнитных сил ионы движутся по круговым орбитам. Радиус орбиты зависит от скорости иона, его массы, сил магнитного поля и заряда частицы. Разделение ионов, в зависимости от отношения массы к заряду, осуществляется с помощью сканирующего магнитного сектора, который позволяет осуществлять быстрое сканирование спектра. Регистрация сигнала осуществляется с помощью детектора Фарадея и/или вторичного электронного умножителя MCP SEM (одинарного или сдвоенного). Последний представляет собой дополнительную микроканальную пластину (MCP), используемую для увеличения динамического диапазона прибора, позволяя измерять компоненты в низких (ppm и ниже) концентрациях. MCP представляет собой массив из миллионов стеклянных капилляров, каждый из которых действует как вторичный электронный умножитель для формирования большого массива вторичного электронного умножителя.

Ионная оптика полностью управляется компьютером, что устраняет необходимость ручной настройки анализатора масс. Возможно использование ионных источников, как для одинарного, так и для двойного детектора.

Если на выходе из электромагнита в фиксированной позиции расположен ионный детектор, масса иона, попадающего на детектор, будет выбираться изменением магнитного поля. Система сконфигурирована так, что сигнал от детектора для определенного иона пропорционален концентрации соответствующего компонента пробы газа.

Масс-спектрометры для ввода пробы комплектуются скоростным многопоточным пробоотборником (Rapid Multistream Sampler - RMS). Этот блок выбирает единственный газовый поток из числа входящих калибровочных или анализируемых газовых потоков, и выбранный газовый поток поступает в масс-спектрометр для анализа. Время установления потока зависит от аналитической задачи и полностью настраивается пользователем. Газовые пробы, соединенные с портами, поступают в камеру RMS. Для проб технологического газа обычно допускается непрерывная подача пробы, чтобы минимизировать время отклика прибора между точкой технологического забора и RMS. Калибровочные газы подаются при необходимости. Приборы могут комплектоваться несколькими системами пробоотбора RMS. Также этот блок может быть непосредственно присоединен к прибору или вынесен на панель отдельно.

Пробоотборник RMS включает в себя цифровую запись расхода пробы для каждого выбранного потока. Это может использоваться для подачи сигнала тревоги в случае падения расхода пробы, например, из-за заблокированного фильтра в пробоотборной линии. В это устройство входит электроника, которая обеспечивает управление шаговым двигателем, калибровочной панелью и температурой пробоотборника RMS. Положение селектора потока кодируется оптически, чтобы обеспечить надежный, управляемый компьютером выбор потока. Сигналы управления передаются по сети, которая обслуживает множество систем ввода на одном анализаторе.

Система ввода присоединена к монтажной плите, которая в свою очередь образует часть стенки корпуса прибора. Все газовые соединения находятся вне корпуса, тогда как все электрические, электронные и движущиеся механические части являются внутренними.

В масс-спектрометре Prima VT, выбранный газ проходит по петле, целиком размещенной внутри пробоотборной линии. Небольшая часть этого газа в петле отбирается капиллярной системой и затем поступает в устройство ввода пробы масс-спектрометра. Температурный контроль пробоотборной линии обеспечивает стабильный поток газа в капилляре, с минимальной зависимостью от температуры окружающей среды.

Система ввода может быть нагрета до плюс 80 °С, чтобы предотвратить конденсацию и полимеризацию анализируемой пробы. Требуется два нагревателя для нагрева основного корпуса и периферийных частей системы ввода.

В масс-спектрометре Prima PRO газ проходит через микрокапилляр в устройстве выбора потока (RMS, электромагнитный клапан или одиночный ввод), проходит по линии транспортировки газа в устройство ввода в ионный источник и через обводную линию поступает в роторный насос. В устройстве ввода в ионный источник небольшая порция газа через специальный накататель, обеспечивающий молекулярный поток, поступает в ионный источник. Остальная проба сбрасывается через роторный насос.

В масс-спектрометре Sentinel PRO проба газа вводится под атмосферным давлением через мембранный ввод. Мембрана установлена на конце системы ввода пробы в ионный источник и заменяет накататель, используемый в масс-спектрометре Prima PRO. Конец этого стального зонда ввода пробы доходит до ионного источника и изолируется керамической прокладкой.

Выбранный поток пробы газа поступает от пробоотборника RMS в зонд ввода пробы и мембрану, и затем возвращается обратно в пробоотборник для сброса. Эта петля работает при пониженном давлении, обычно около 0,8 бар (абс.), создаваемом мощным циркуляционным насосом, подключенным к клапану RMS для подачи пробы в прибор.

Мембранный ввод используется для того, чтобы обеспечить преимущественное перемещение органических соединений, а не основных составляющих воздуха. Содержание органических соединений, поступающих в ионный источник, увеличивается с 10 до 100 раз, что дает значительное улучшение пределов обнаружения этих компонентов, по сравнению со стандартным капиллярным вводом.

Масс-спектрометр Sentinel PRO может контролировать 100 и более точек отбора проб в течение 15 минут. Масс-спектрометр Sentinel PRO обеспечивает выполнение анализа, продолжительность которого измеряется в секундах, имея при этом широкий динамический диапазон. Прибор позволяет проводить точный количественный анализ воздуха рабочей зоны и мониторинг рабочего пространства на наличие органических летучих веществ.

Промышленный масс-спектрометр Prima PRO обеспечивает выполнение анализа, продолжительность которого измеряется в секундах, при этом имеется возможность измерения содержания как органических, так и неорганических соединений в широком динамическом диапазоне. Масс-спектрометр Prima Pro позволяет провести точный количественный анализ состава газового потока.

Настольный масс-спектрометр Prima VT разработан для непрерывного контроля химических и других процессов в режиме онлайн. Прибор может использоваться в лабораториях, занимающихся разработкой технологических процессов. Масс-спектрометр имеет магнитный секторный анализатор, работающий по сканирующей технологии. Для автоматической калибровки прибора предусмотрен порт, подающий одновременно до шести и более потоков. Поскольку прибор является настольным аналогом масс-спектрометра Prima PRO, применяемого для онлайн-контроля в производстве материалов и экологическом мониторинге, он обеспечивает столь же высокую точность, производительность и стабильность измерений.

Масс-спектрометры Prima PRO и Sentinel PRO изготавливаются как в общепромышленном, так и во взрывобезопасном исполнении (Prima PRO Ex и Sentinel PRO Ex).

Масс-спектрометр Prima VT изготавливается только в общепромышленном исполнении.

Настройку и программирование масс-спектрометров проводят с помощью программного обеспечения GasWorks на рабочем компьютере.

Локальный процессор предназначен для точного автономного управления всеми функциями масс-спектрометра. Локальная сеть обеспечивает управление всем вспомогательным оборудованием. Для подключения к ПК предусмотрен последовательный порт, а для дистанционной связи предусмотрены еще три дополнительных настраиваемых последовательных порта. В качестве стандартного протокола предоставляется протокол связи Modbus (RTU или ASCII, как регистрация данных, так и внешнее управление).

Полученные результаты измерений передаются по выходным интерфейсам:

- доступны различные типы модулей аналогового ввода и вывода, а именно выход от 4 до 20 мА, вход от 4 до 20 мА, выход от 0 до 10 В и вход от 0 до 10 В. Выходные сигналы на выходах могут быть преобразованы как в единицы, характеризующие содержание анализируемого газа, так и производные значения. Примерами производных значений являются расчетные (например, теплотворная способность и индекс Воббе) и системные параметры (например, температура в шкафу и ток нитей накаливания);

- последовательные порты (RS-232C, RS-422 или RS-485) могут использоваться как для регистрации данных, так и для управления прибором и могут взаимозаменяться в случае необходимости;

- поддерживаемые протоколы VGCP, простой ASCII, Siemens 3964, Modbus, OPC.

Масс-спектрометры могут крепиться на монтажной раме с вакуумным насосом, расположенным в основании рамы (Prima PRO) и с вакуумным насосом, расположенным в основании рамы и выносным ротационным насосом (Sentinel PRO).

Общий вид масс-спектрометров Prima VT, Prima PRO, Prima PRO Ex, Sentinel PRO, Sentinel PRO Ex, а также масс-спектрометры в открытом виде представлены на рисунках 1 – 10.

Пломбирование масс-спектрометров Prima VT, Prima PRO, Prima PRO Ex, Sentinel PRO, Sentinel PRO Ex не предусмотрено.



Рисунок 1 - Общий вид масс-спектрометра Prima VT

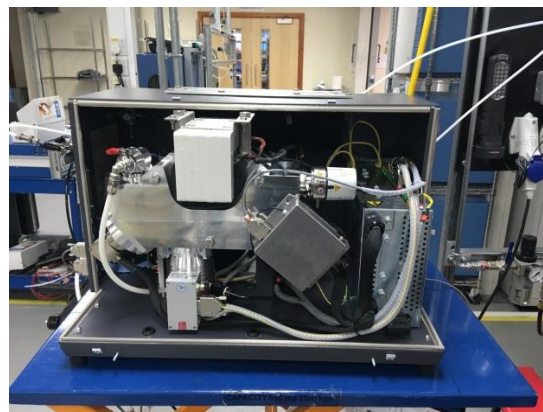


Рисунок 2 - Общий вид масс-спектрометра Prima VT в открытом виде



Рисунок 3 - Общий вид масс-спектрометра Prima PRO



Рисунок 4 - Общий вид масс-спектрометра Prima PRO в открытом виде



Рисунок 5 - Общий вид масс-спектрометра Prima PRO Ex

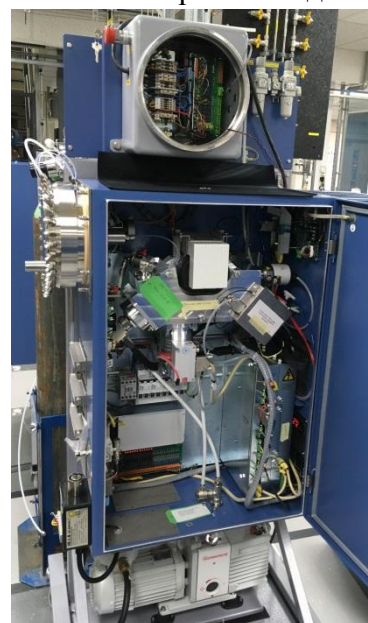


Рисунок 6 - Общий вид масс-спектрометра Prima PRO Ex в открытом виде



Рисунок 7 - Общий вид масс-спектрометра Sentinel PRO



Рисунок 8 - Общий вид масс-спектрометра Sentinel PRO в открытом виде

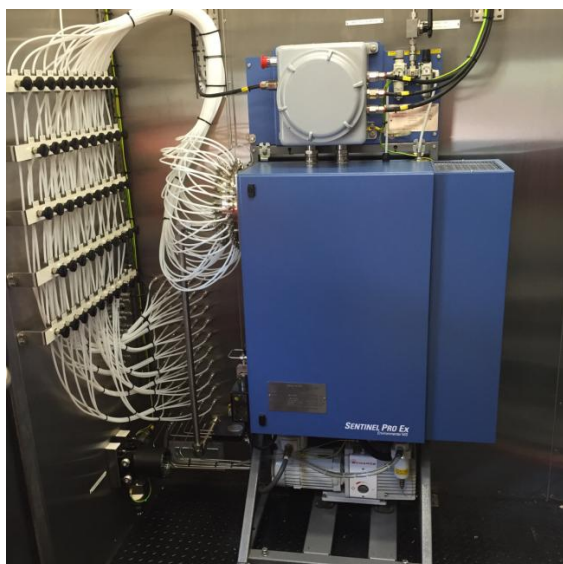


Рисунок 9 - Общий вид масс-спектрометра Sentinel PRO Ex



Рисунок 10 – Общий вид масс-спектрометра Sentinel PRO Ex в открытом виде

Программное обеспечение

Масс-спектрометры Prima BT, Prima PRO, Sentinel PRO управляются с помощью программного обеспечения Thermo Scientific GasWorks, установленного на компьютере с ОС Windows ®. Для подключения к компьютеру необходим один последовательный порт, который подключается к 'HOST' порту прибора. Если необходимо, может быть использован USB-последовательный адаптер.

Влияние программного обеспечения на метрологические характеристики анализаторов учтено при проведении испытаний.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р.50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	GasWorks, Wizard
Номер версии (идентификационный номер ПО)	-
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	Prima BT	Prima PRO	Sentinel PRO
Диапазон регистрируемых масс, а.е.м.	от 1 до 200 при напряжении ускорения ионов 1000 эВ	от 1 до 150 при напряжении ускорения ионов 1000 эВ	
		от 1 до 300 при напряжении ускорения ионов 500 эВ	
Разрешающая способность (детектор Фарадея), не менее	60 М/ΔМ на уровне 5% от максимальной интенсивности пика m/z 28	80 М/ΔМ на уровне 5% от максимальной интенсивности пика m/z 28	
Предел допускаемого СКО выходного сигнала, молярная доля, не более:			
	N ₂ (28)*	0,2 %	-
O ₂ (32)*	0,04 %	-	
толуол (92)** (вторичный электронный умножитель MCP SEM)	-		0,04 млн ⁻¹
* С использованием детектора Фарадея.			
** С использованием вторичного электронного умножителя (MCP SEM).			

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания:	
– напряжение переменного тока, В	220 ⁺²² ₋₃₃
– частота переменного тока, Гц	50±1
Потребляемая мощность, ВА, не более	
Габаритные размеры, мм, не более:	
- масс-спектрометр Prima BT:	
- высота	500
- ширина	800
- глубина	560
- масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO:	
- высота	1500
- ширина	700
- глубина	650
- масс- спектрометры Prima PRO Ex, Sentinel PRO Ex:	
- высота	1800
- ширина	700
- глубина	650

Наименование характеристики	Значение
Масса, кг, не более: - масс-спектрометр Prima BT - масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO - масс-спектрометры Prima PRO Ex, Sentinel PRO Ex	120 300 350
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO масс-спектрометр Prima BT - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа	от +12 до +40 от +12 до +30 от 30 до 90 от 84,0 до 106,7
Средний срок службы, лет, не менее	10
Степень защиты масс-спектрометров Prima PRO и Sentinel PRO по ГОСТ 14254-96	не ниже IP 40
Маркировка взрывозащиты: - масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO с маркировкой Ex на корпусе	1Ex рх IIC T3 Gb или 1Ex op pr рх IIC T3 Gb X

Знак утверждения типа

наносится на корпус анализатора в виде клеевой этикетки и на эксплуатационную документацию типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Масс-спектрометр	Prima PRO Sentinel PRO Prima PRO Ex Sentinel PRO Ex Prima BT	1 шт. (по заказу)
Комплект запасных частей	-	по заказу
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Паспорт	-	1 экз.
Методика поверки	МП 205-14-2018	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу МП 205-14-2018 «Масс-спектрометры Prima PRO, Sentinel PRO, Prima BT. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 10.08.2018 г.

Основные средства поверки:

- ГСО 10534-2014 состава кислорода в азоте;
- ГСО 10539-2014 состава метилбензола (толуола) в азоте.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в паспорт анализатора (первичная) или на свидетельство о поверке (периодическая).

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к масс-спектрометрам Prima PRO, Sentinel PRO, Prima BT

Техническая документация фирмы-изготовителя «Thermo Fisher Scientific», Соединенное Королевство

Изготовитель

Фирма «Thermo Fisher Scientific», Соединенное Королевство
Адрес: Ion Path, Road Three, Winsford, Cheshire, CW7 3GA, UK

Заявитель

Московское представительство «ИНТЕРТЕК ТРЕЙДИНГ КОРПОРЕЙШН» (США)
ИНН 9909004658
Юридический адрес: 107078, г. Москва, ул. Новая Басманная, д. 20, стр. 2
Адрес: 119049, г. Москва, Крымский вал, д. 3, стр. 2
Телефон/факс: +7 (495) 232-42-25
E-mail: info@intertech-corp.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46
Телефон/факс: +7 (495) 437-55-77/+7 (495) 437-56-66
E-mail: office@vniims.ru
Web-сайт: www.vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 29.03.2018 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « ____ » _____ 2019 г.