

Руководство пользователя

на прецизионный лабораторный анализатор влажности
S4000

(модификации Remote, Climatic, RS и TRS)

Версия 19 (февраль 2008 года)

Данное руководство описывает работу с модификациями S4000 Remote, Climatic, RS и TRS. Работа с модификацией Integrale описана в отдельном руководстве.

В тексте руководства используется сокращение «ТТР» для обозначения температуры точки росы. Также используется сокращение «ОВ» для относительной влажности. Остальные сокращения соответствуют общепринятым в России («г» — грамм, «м³» — кубический метр и так далее).

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение.....	5
1.1	Приборы серии S4000	5
1.2	Технология измерения	5
1.3	Система ABC	6
1.4	Совместимость с газами	7
2.	Установка прибора и организация пробоотбора.....	8
2.1	Установка прибора	8
2.2	Электрические подключения	8
2.3	Трубные подключения.....	9
2.4	Рекомендации по организации пробоотбора.....	9
3.	Органы управления	10
3.1	Блок электроники	10
3.2	Блок датчика	11
3.3	Дисплеи	12
3.4	Кабельные разъемы.....	13
3.5	Разъем для подключения моста сопротивления.....	15
4.	Работа с анализатором	16
4.1	Включение питания.....	16
4.2	Установка температуры измерительной ячейки	16
4.3	Режимы работы анализатора.....	17
4.4	Измерение давления.....	20
4.5	Балансировка оптической петли	20
5.	Замечания по работе с модификацией S4000 TRS.....	22
6.	Команды интерфейса RS232	23
7.	Микроскоп	24
8.	Техническое обслуживание.....	26
9.	Технические характеристики	27
10.	Контактная информация.....	29

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Приборы серии S4000

Michell Instruments производит приборы, основанные на различных технологиях. Приборы применяются для решения широкого круга задач. Для использования в лабораториях создана специальная серия приборов — S4000. В эту серию входят следующие модификации:

- Integrale (измерение температуры точки росы в диапазоне $-60...+20$ °C);
- Climatic (измерение температуры точки росы в диапазоне $-80...+85$ °C при соответствующем охлаждении/нагреве датчика);
- Remote (измерение температуры точки росы в диапазоне $-80...+20$ °C при соответствующем охлаждении датчика);
- RS (измерение температуры точки росы в диапазоне $-80...+20$ °C);
- TRS (измерение температуры точки росы в диапазоне $-100...+20$ °C).

В основу идеологии серии S4000 положен принцип непрерывного автоматического измерения температуры точки росы газа. Это означает, что при нормальных условиях работы вмешательства оператора в работу прибора не требуется.

Все модификации S4000 основаны на фундаментальной конденсационной технологии, описанной в разделе 1.2 данного руководства. Температура точки росы измеряется непосредственно, что обеспечивает очень высокую точность. Все остальные единицы отображения влажности являются результатом вычислений.

Все приборы серии S4000 отображают влажность в следующих единицах: °C или °F TTP, ppm_v, ppm_w для SF₆, г/м³, г/кг, % относительной влажности.

1.2 Технология измерения

Технология, лежащая в основе приборов серии S4000, позволяет проводить измерения в полностью автоматическом режиме. Ниже приведено краткое описание технологии.

Анализируемый газ поступает в камеру, в нижней части которой расположено миниатюрное зеркало. Зеркало смонтировано на тепловом насосе, работающем на эффекте Пельтье (эффект поглощения либо выделения тепла при прохождении электрического тока через место спайки двух проводников). В зеркало вмонтирована прецизионная термопара, с помощью которой постоянно измеряется температура зеркала. Поверхность зеркала освещается параллельным пучком света, интенсивность отраженного света регистрируется фотоприемником. Пока на поверхность зеркала не выпадет конденсат, интенсивность отраженного света незначительно отличается от интенсивности падающего света. Для измерения температуры точки росы зеркало охлаждается, соответственно, охлаждается и газ, находящийся над зеркалом. В тот момент, когда температура газа становится равной температуре точки росы, на зеркало выпадает конденсат. Падающий свет при этом рассеивается на возникших неровностях и фотоприемник регистрирует снижение интенсивности отраженного света. Температура зеркала, зарегистрированная с помощью термопары в момент снижения интенсивности, и является температурой точки росы анализируемого газа. В случаях, когда требуется особая точность, устанавливается дополнительный приемник для регистрации рассеянного света. Типичная погрешность при использовании одного фотоприемника составляет $\pm 0,2$ °C, при использовании двух фотоприемников погрешность удастся снизить до $\pm 0,1$ °C.

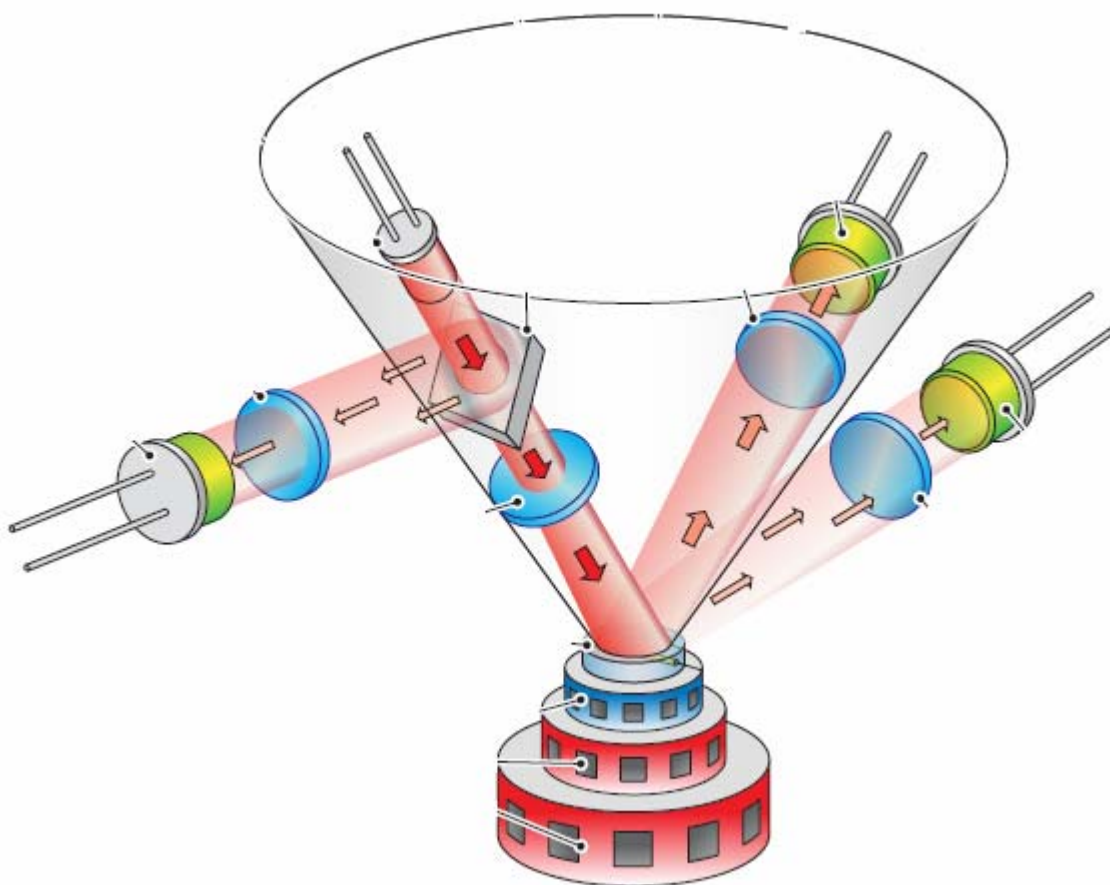


Рис. 1. Устройство измерительной ячейки.

В анализаторах серии S4000 используются два фотоприемника, поэтому собственная погрешность анализатора составляет $\pm 0,1$ °C. Однако, в описании типа (приложении к российскому метрологическому сертификату) указана погрешность $\pm 0,2$ °C.

При температуре зеркала $-20 \dots 0$ °C при определенных условиях конденсат может выпадать в виде капель жидкости, а не кристаллов льда. Суть этого явления достаточно сложна, однако, с практической точки зрения это означает, что в результате измерений может быть привнесена ошибка в $1,5 \dots 2$ °C. Для контроля фазового состояния конденсата предназначен микроскоп, входящий в комплект поставки каждого анализатора S4000.

Другое предназначение микроскопа — контроль качества кристаллизации льда.

При определенных обстоятельствах на зеркале может возникнуть только один центр кристаллизации, вокруг которого формируется значительная масса льда. При этом в измерения вносится существенная погрешность. Для того, чтобы избежать ошибки, необходимо добиться равномерной кристаллизации на поверхности зеркала. Эта процедура описана в главе 7.

1.3 Система ABC

В процессе работы зеркало прибора загрязняется. Это может быть обусловлено рядом факторов, например, недостаточно качественной фильтрацией анализируемого газа. Из описания технологии ясно, что загрязнения на поверхности зеркала могут внести погрешность в измерения.

Для минимизации влияния загрязнений на показания прибора разработана система ABC (automatic balance compensation) — автоматическая балансировка оптической петли.

Суть системы состоит в следующем. Зеркало периодически нагревается и весь конденсат испаряется с его поверхности, после чего измеряется интенсивность отраженного света, но уже при наличии загрязнения. Данное значение интенсивности в последующих измерениях используется в качестве опорного. В случае, если интенсивность отраженного света слишком мала для обеспечения надежных измерений, то система выдает сигнал о необходимости очистки оптики. Процедура очистки описана в главе 8.

1.4 Совместимость с газами

Приборы серии S4000 предназначены для работы с чистыми газами, которые в сочетании с парами воды не приводят к коррозии внутренних элементов анализатора. К подобным газам относятся все инертные газы, элeгаз, большинство углеводородов и т.п. В случае возникновения сомнений в совместимости с тем или иным газом, проконсультируйтесь с техническими специалистами.

Следует понимать, что измерение ТТР со столь малой погрешностью требует продуманного подхода к построению системы подготовки пробы и соответствующей квалификации персонала. Необходимо понимать физику происходящих процессов и обладать специфическими знаниями в области анализа влажности.

Общие рекомендации о построении систем подготовки пробы приведены в разделе 2.4 данного руководства.

2. УСТАНОВКА ПРИБОРА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОБООТБОРА

Аккуратно распакуйте коробку и извлеките из нее прибор и дополнительные принадлежности. В комплект поставки входит следующее оборудование:

- анализатор серии S4000 (блок датчика и блок электроники);
- микроскоп;
- термопара с кабелем;
- соединительные кабели;
- разъем RS232;
- подставки для блока электроники;
- набор для чистки оптики;
- винты крепления прибора к стойке;
- копия сертификата, описания типа и методики поверки;
- свидетельство о первичной поверке;
- руководство пользователя.

2.1 Установка прибора

Анализатор следует устанавливать в помещении, температура в котором лежит в пределах 5...40 °С, относительная влажность не превышает 90%.

Анализаторы модификаций Remote и Climatic состоят из двух блоков — блока электроники и блока датчика. В состав анализаторов модификаций RS и TRS помимо указанных двух блоков входит холодильная установка.

Блок электроники всех модификаций предназначен для установки в приборную стойку; также допускается установка на лабораторный стол (кроме TRS).

Блок датчика модификаций Remote и Climatic предназначен для установки в приборную стойку.

В модификации RS блок датчика и холодильная установка объединены и должны быть установлены в приборную стойку.

В модификации TRS все компоненты объединены. Прибор предполагает как монтаж в стойку, так и напольную установку.

Минимальная глубина приборной стойки должна составлять 600 мм. Для крепления прибора следует использовать винты М6 длиной 15 мм в необходимом количестве. В стойке необходимо предусмотреть горизонтальные опоры для анализатора, которые будут поддерживать его снизу.

Следует обеспечить свободную циркуляцию воздуха в районе вентилятора, расположенного на задней панели прибора. Несоблюдение этого требования может привести к выходу анализатора из строя.

2.2 Электрические подключения

В комплект поставки анализатора входят все необходимые кабели, а именно:

- кабели питания (2 шт.);
- кабели для соединения блока датчика с блоком электроники (3 шт.).

Для всех модификаций, кроме TRS, необходимо соединить блок датчика с блоком электроники и подключить питание ко всем компонентам. Модификация TRS поставляется

с уже соединенными между собой компонентами, поэтому к ней необходимо подключить только кабели питания.

Если в процессе работы потребуется отображать относительную влажность анализируемого газа, следует установить в поток газа термопару, входящую в комплект поставки, и подключить ее к анализатору.

2.3 Трубные подключения

Для подвода и отвода газа во всех модификациях прибора, кроме S4000 TRS, предусмотрены фитинги Swagelok, рассчитанные на подключение трубки внешним диаметром 6 мм. В модификации S4000 TRS для подвода газа предусмотрен фитинг VCR типа Cajon, рассчитанный на трубку внешним диаметром 1/4".

2.4 Рекомендации по организации пробоотбора

При проектировании системы подготовки пробы следует принимать во внимание следующие факторы:

- Импульсные линии должны иметь минимальный внутренний объем. Это означает, во-первых, что линии должны быть минимальной длины; во-вторых, что внутренний диаметр трубок должен быть минимальным. От внутреннего объема зависит время отклика системы.
- Должна обеспечиваться высокая степень фильтрации пробы от механических примесей. Для этого следует, во-первых, размещать точку отбора пробы в верхней части трубопровода; во-вторых, перед анализатором следует установить максимально эффективный фильтр. Выбор фильтра диктуется особенностями задачи.
- Если ожидаемая ТТР ниже $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, то все элементы системы подготовки пробы должны быть из нержавеющей стали.

За консультациями по организации систем подготовки пробы обращайтесь к соответствующим специалистам.

3. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Блок электроники

Лицевая панель блока электроники

Общий вид лицевой панели блока электроники показан на рис. 2. Здесь расположены следующие элементы управления:

- выключатель питания («Power»);
- дисплей и клавиши выбора единиц (см. раздел 3.3);
- переключатель режима работы теплового насоса («Operate/Standby») (см. раздел 4.3.1);
- индикатор режима работы системы балансировки оптической петли («ABC Status») (см. раздел 4.3.2);
- индикатор режима удержания данных («Data Hold») (см. раздел 4.3.3);
- клавиша режима принудительного охлаждения («Max Cool») (см. раздел 4.3.6);
- переключатель режима работы системы балансировки оптической петли («Manual/Auto») (см. разделы 4.3.2 и 4.5);
- клавиша начала цикла балансировки оптической петли («Initiate») (см. разделы 4.3.2 и 4.5);
- ручка и шкала балансировки оптической петли («Optical Balance Control») (см. разделы 4.3.2 и 4.5).

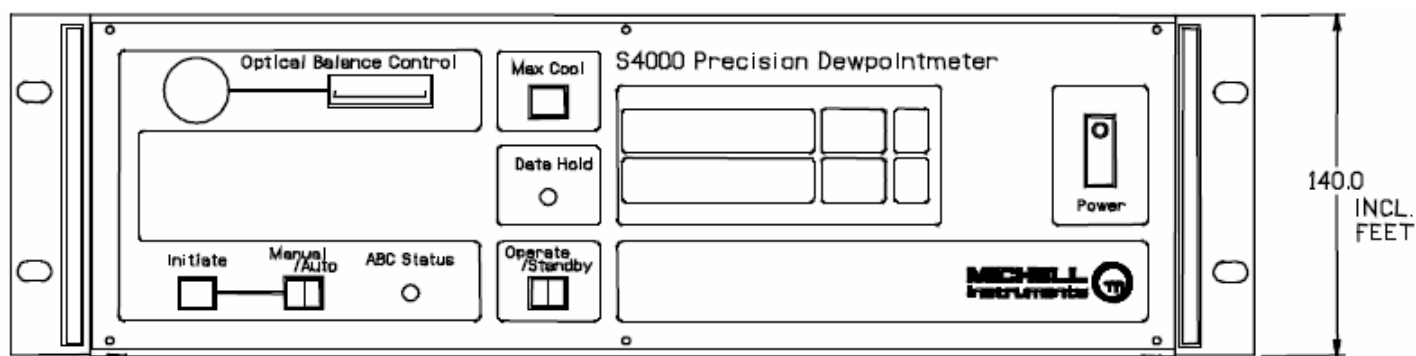


Рис. 2. Лицевая панель блока электроники.

Задняя панель блока электроники

Общий вид задней панели показан на рис. 3.

Здесь расположены следующие элементы (в скобках указано английское обозначение):

- вентилятор;
- разъем кабеля питания («POWER INPUT»);
- предохранитель элемента Пельтье («HEAT PUMP SUPPLY FUSE»);
- SW2 микропереключатели настройки режима удержания данных («DATA HOLD DURATION») (см. раздел 4.3.3);
- SW3 микропереключатели настройки периодичности системы балансировки оптической петли («AUTO ABC FREQUENCY») (см. раздел 4.3.2);
- SW4 настройки длительности цикла балансировки оптической петли («ABC DURATION») (см. раздел 4.3.2);
- три разъема для подключения блока датчика («S4000 SENSOR»);
- разъем для подключения датчика давления («REMOTE PRESSURE») (см. раздел 4.4);
- разъем для подключения внешней термпары («REMOTE TEMPERATURE»);
- разъем интерфейса RS232 («RS232») (см. раздел 3.4 и главу 6);
- разъем для подключения сигнальных и управляющих кабелей («USER I/O») (см. раздел 3.4).

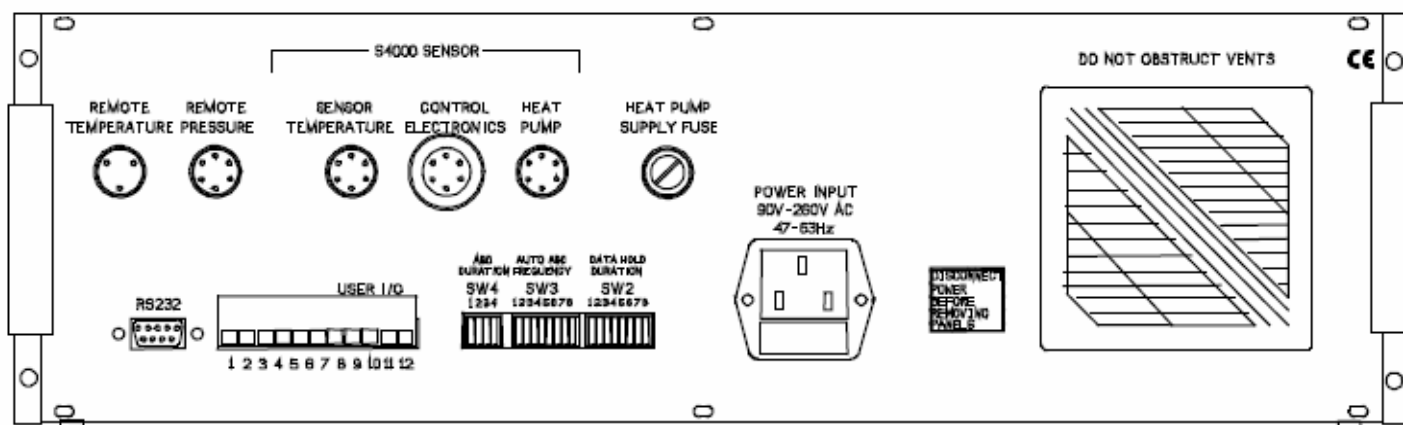


Рис. 3. Задняя панель блока электроники.

3.2 Блок датчика

Лицевая панель блока датчика модификаций Remote и Climatic

На лицевой панели блока датчика (см. рис. 4) модификаций Remote и Climatic расположены порт для подключения микроскопа (1) и ротаметр (2).

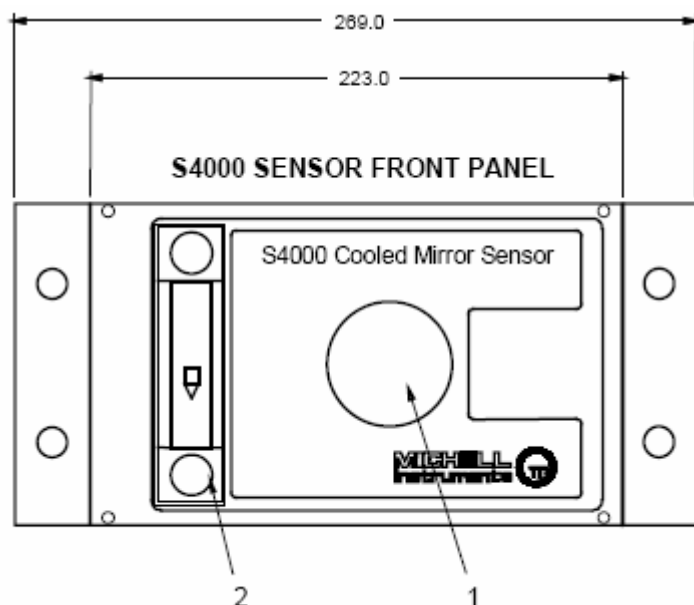


Рис. 4. Лицевая панель блока датчика (модификации Remote и Climatic).

Задняя панель блока датчика (модификации Remote и Climatic)

На задней панели блока датчика (см. рис. 5) расположены фитинги для подвода (6) и отвода (7) анализируемого газа, а также фитинги для подвода (8) и отвода (9) хладагента (только для модификации S4000 Remote). Помимо фитингов, здесь расположены разъемы для подключения кабелей, соединяющих блок датчика с блоком электроники (3, 4, 5).

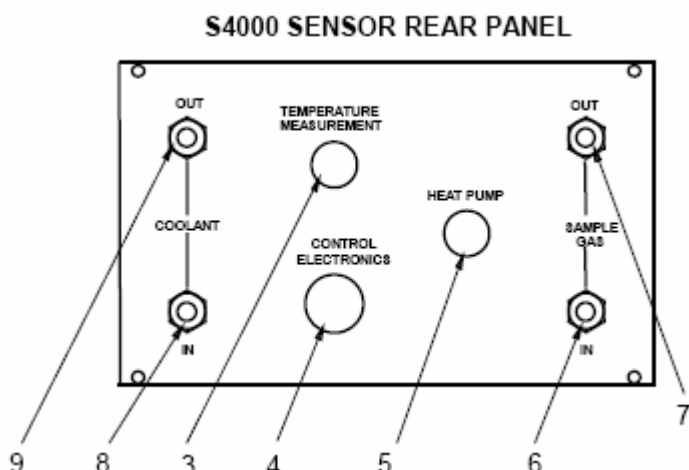


Рис. 5. Задняя панель блока датчика (модификации Remote и Climatic).

Лицевая панель блока датчика (модификация RS)

Отличие лицевой панели блока датчика модификации RS от Remote и Climatic состоит в том, что дополнительно установлен контроллер температуры измерительной ячейки (см. раздел 4.2).

Задняя панель блока датчика (модификация RS)

Отличие задней панели блока датчика модификации RS от Remote и Climatic состоит в том, что фитингов подвода (8) и отвода (9) хладагента в модификации RS нет.

Лицевая панель TRS

Отличие лицевой панели модификации TRS состоит в том, что на ней расположены фитинги подвода и отвода анализируемого газа (на остальных модификациях эти фитинги расположены на задней панели).

Задняя панель TRS

На задней панели модификации TRS расположены только два разъема для подключения питания. Для доступа к остальным органам управления анализатора необходимо снять защитную крышку.

3.3 Дисплеи

Анализатор S4000 имеет два дисплея, расположенных на лицевой панели блока электроники. Рядом с дисплеями расположены клавиши выбора единиц.

Программное обеспечение прибора написано таким образом, что на одном из дисплеев обязательно отображается измеряемая, а не вычисленная величина — температура точки росы или фактическая температура анализируемого газа.

Верхний дисплей

При включении прибора на верхнем дисплее отображается температура точки росы в градусах Цельсия. Если к прибору не подключена внешняя термopара, то нажатием клавиши выбора единиц измерения осуществляется переключение между градусами Цельсия и Фаренгейта. Если термopара подключена, то нажатием клавиши осуществляется выбор между градусами ТТР и процентами относительной влажности. При выборе процентов ОВ на нижнем дисплее автоматически отображается фактическая температура исследуемого газа.

Нижний дисплей

При включении прибора на нижнем дисплее отображается влагосодержание в единицах ppm_v . Клавишей можно выбрать следующие единицы (в скобках указаны их обозначения на дисплее прибора):

- ppm_v (P);
- ppm_w для элегаза (SF);
- г/м^3 (G1);
- г/кг (G2);
- давление (в килопаскалях) (Pr);
- температура анализируемого газа (в градусах Цельсия либо Фаренгейта) (C либо F).

Если внешняя термopapa не подключена, то выбор шкалы отображения температуры точки росы ($^{\circ}\text{C}$ или $^{\circ}\text{F}$) осуществляется клавишей, относящейся к верхнему дисплею. Если термopapa подключена, то выбор шкалы осуществляется клавишей нижнего дисплея. Если внешний датчик давления не подключен, то давление пробы принимается равным атмосферному и на дисплее отображается 101,3.

Во время «заморозки» данных (см. раздел 4.3.3) значения на дисплее также «заморожены» (кроме давления и фактической температуры анализируемого газа).

3.4 Кабельные разъемы

Аналоговые и логические входы и выходы

Для подключения аналоговых и логических входов и выходов используется разъем на задней панели блока электроники. Этот разъем отмечен «User I/O». Назначение контактов описано в следующей таблице:

№ контакта	Назначение (тип)	Диапазон
1	0 В аналоговый	
2	ТТР 4—20 мА (аналоговый выход)	См. главу 9.
3	ТТР 10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$ (аналоговый выход)	$-100 \dots +100 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
4	Температура 4—20 мА (аналоговый выход)	$-50 \dots +50 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
5	Температура 10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$ (аналоговый выход)	$-80 \dots +80 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
6	% ОВ 4—20 мА (аналоговый выход)	0—100 %.
7	% ОВ 10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$ (аналоговый выход)	0—100 %.
8	0 В цифровой	
9	«Заморозка» данных (логический выход)	5 В означает, что данные «заморожены».
10	Балансировка оптической петли (логический выход)	5 В означает, что идет цикл балансировки.
11	Реле необходимости очистки оптики (логический выход)	5 В означает, что требуется очистка оптики.
12	Начало балансировки оптической петли (логический вход)	Для начала балансировки необходимо подать 0 В.

Цифровой интерфейс

RS232

По умолчанию прибор поставляется с цифровым интерфейсом RS232. При необходимости прибор может быть поставлен с интерфейсом RS485 — это следует указывать при заказе.

Для работы с цифровым интерфейсом следует использовать разъем на задней панели, отмеченный «RS232». Его контакты описаны в следующей таблице:

Номер контакта	Назначение
1	Не используется
2	Передача данных (TXD, transmit data)
3	Прием данных (RXD, receive data)
4	Не используется
5	Земля логических сигналов (GND, signal ground)
6	Не используется
7	Готовность к приему (CTS, clear to send)
8	Готовность к передаче (RTS, request to send)
9	Не используется

Используются следующие параметры протокола:

Скорость передачи — 9600 бод.

8 битов данных.

1 стоп-бит.

Без бита четности.

Команды интерфейса описаны в главе 6.

RS485

Если прибор поставляется с интерфейсом RS485, разъем на задней панели имеет маркировку «RS485». Его контакты описаны в следующей таблице:

Номер контакта	Назначение
1	Не используется
2	В
3	А
4	Не используется
5	Земля логических сигналов (GND, signal ground)
6	Не используется
7	Не используется
8	Не используется
9	Не используется

Используются следующие параметры протокола:

Скорость передачи — 9600 бод.

8 битов данных.

1 стоп-бит.

Без бита четности.

Команды интерфейса описаны в главе 6.

3.5 Разъем для подключения моста сопротивления

Температура зеркала может измеряться при помощи внешнего моста сопротивления. Для этого необходимо отключить кабель от разъема «Temperature Measurement», расположенного на задней панели блока *датчика*. К этому разъему следует подключить мост сопротивления. Назначение контактов разъема «Temperature Measurement» описано в следующей таблице:

Номер контакта	Назначение
1	«Горячий» контакт 1
2	«Холодный» контакт 1
3	«Холодный» контакт 2
4	Не используется
5	«Горячий» контакт 2
6	Не используется

4. РАБОТА С АНАЛИЗАТОРОМ

Перед включением прибора необходимо выполнить следующие действия:

- Если прибор давно не использовался, после транспортировки прибора, а также после техобслуживания необходимо произвести очистку оптики (см. главу 8).
- Если микроскоп не используется, убедиться, что заглушка установлена на место. В противном случае в результате измерений может быть внесена существенная ошибка.
- Установить расход газа через датчик в пределах 0,3—0,7 л/мин.
- Желательно продуть анализатор и систему подготовки пробы анализируемым газом.

После этого прибор может быть включен. После включения следует провести балансировку оптической петли в ручном режиме (см. раздел 4.5), а для модификаций RS и TRS также установить температуру измерительной ячейки (см. раздел 4.2).

4.1 Включение питания

Внимание:

Запрещается включать питание холодильной установки ранее, чем через четыре часа после установки прибора. Данный период должен быть увеличен до 12 часов, в случае, если непосредственно перед установкой прибор находился в холодном помещении. Нарушение этого требования может привести к выходу компрессоров холодильной установки из строя.

Модификации RS и TRS имеют два выключателя питания — один управляет питанием блока электроники, второй — питанием блока датчика (и холодильной установки).

Выключатель блока питания датчика модификации RS имеет два положения:

- в верхнем положении питание отключено;
- в нижнем положении питание включено.

Выключатель блока питания датчика модификации S4000 TRS имеет три положения:

- в среднем положении питание отключено;
- в нижнем положении питание включено;
- в верхнем положении питание холодильной установки отключено, однако подается питание на элемент Пельтье. Этот режим предназначен для измерения ТТР в диапазоне 0...+20 °С, а также для технического обслуживания холодильной установки.

Внимание!

В случае, если проводятся измерения ТТР в диапазоне 0...+20 °С, холодильную установку нельзя оставлять включенной более чем на полчаса.

4.2 Установка температуры измерительной ячейки

(Данный раздел относится только к модификациям RS и TRS.)

При проведении измерений необходимо поддерживать температуру измерительной ячейки (сборки зеркала, теплового насоса, фотоэлементов и подводящих трубок) выше ТТР анализируемого газа. В противном случае произойдет выпадение значительного количества конденсата в измерительной камере и газоподводящих трубках.

Поэтому следует иметь в виду, что при переходе к измерению более высокой ТТР необходимо соответствующим образом повысить температуру измерительной ячейки.

Для повышения температуры нажмите и удерживайте клавишу «*», расположенную на термоконтроллере, при этом нажимайте клавиши со стрелками для изменения температуры. После установки температуры следует выждать некоторое время.

В приведенной ниже таблице указаны рекомендуемые значения температуры измерительной ячейки:

Измеряемая ТТР, °C	Температура корпуса датчика, °C	Необходимость использования холодильной установки
–100	–80	Холодильная установка должна быть включена
–90	–70	
–80	–60	
–70	–50	
–60	–40	
–50	–30	
–40	–20	
–30	–10	
–20	0	
–10	0	
0	+21	Холодильная установка должна быть выключена
+10	+21	
+20	+21	

Ячейки, отмеченные **серым цветом**, относятся только к модификации TRS.

Внимание!

Нельзя устанавливать положительную температуру измерительной ячейки более чем на 30 минут при включенной холодильной установке. Несоблюдение этого требования приведет к выходу холодильной установки из строя.

Примечание:

Температуру измерительной ячейки можно быстро повысить следующим образом.

Выключите холодильную установку и повышайте температуру с шагом в 30 °C. Между шагами следует выждать примерно 10 минут.

4.3 Режимы работы анализатора

Анализатор предназначен для автоматического непрерывного измерения влажности газа. Это означает, что в большинстве случаев вмешательства оператора в работу прибора не требуется.

Тем не менее, иногда требуется настроить прибор для максимального соответствия решаемой задачи. Для этого предусмотрены различные режимы работы, описанные ниже.

4.3.1 Режимы работы теплового насоса

При нормальном режиме работы температура зеркала поддерживается примерно равной температуре точки росы исследуемого газа при помощи теплового насоса, работающего на эффекте Пельтье. Этому режиму соответствует положение «Operation» переключателя «Operation/Standby».

Однако, в ряде случаев нежелательно, чтобы температура зеркала значительно отличалась от температуры окружающей среды. Например, при настройке расхода газа в измерительную камеру может попасть окружающий воздух, влажность которого значительно отличается от влажности исследуемого газа и, следовательно, в камере выпадет значительное количество конденсата. В подобных ситуациях переключатель «Operation/Standby» должен быть в положении «Standby» — в этом режиме питание теплового насоса отключено и зеркало находится при температуре окружающей среды.

4.3.2 Режимы работы системы АВС

Предусмотрено два режима работы системы балансировки оптической петли — ручной и автоматический (АВС).

Автоматический режим следует использовать в тех случаях, когда прибор используется для контроля производственных процессов.

Ручной режим следует использовать в тех случаях, когда прибор используется в лабораторных исследованиях и в особенности, когда прибор используется для поверки других гигрометров.

Опыт показывает, что в отлаженных технологических производственных процессах температура точки росы меняется достаточно плавно. Поэтому автоматический запуск системы балансировки оптической петли не приведет к выходу процесса из под контроля.

Иным образом обстоит дело с лабораторными исследованиями. Температура точки росы при лабораторных исследованиях может изменяться достаточно быстро, и запуск системы балансировки приведет к тому, что процесс выйдет из под контроля. Например, в процессе балансировки оптической петли температура точки росы анализируемого газа может повыситься на 5—10 градусов, а затем понизиться до начального значения, но анализатор не отразит это изменение.

Если анализатор S4000 используется для поверки других анализаторов влажности, настоятельно рекомендуется пользоваться системой балансировки оптической петли только в ручном режиме, иначе запуск системы нарушит калибровочный цикл.

Также нежелательна автоматическая балансировка при анализе очень сухих газов (с температурой точки росы $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже).

Специально для описанных выше ситуаций предусмотрена возможность ручной балансировки.

Выбор осуществляется переключателем «Manual/Auto» Позиции «Manual» соответствует ручная балансировка, позиции «Auto» — автоматическая.

Если выбран автоматический режим, то через фиксированный промежуток времени анализатор приостановит измерительный цикл и начнет цикл балансировки (см. раздел 4.5).

Если выбран ручной режим, то измерительный цикл длится до тех пор, пока оператор не нажмет клавишу «Initiate» (см. раздел 4.5).

Длительность цикла балансировки (автоматической и ручной) устанавливается переключателями группы SW4 в соответствии со следующей таблицей:

№ переключателя	Длительность цикла
SW4-1	1 минута
SW4-2	2 минуты
SW4-3	3 минуты
SW4-4	4 минуты

В положении «ON» может находиться только один переключатель. Хотя бы один переключатель должен находиться в положении «ON». В противном случае цикл не завершится.

Периодичность автоматической балансировки устанавливается переключателями группы SW3 в соответствии со следующей таблицей:

№ переключателя	Периодичность
SW3-1	30 минут
SW3-2	1 час
SW3-3	2 часа
SW3-4	4 часа
SW3-5	8 часов
SW3-6	16 часов
SW3-7	32 часа

Переключатель SW3-8 не используется.

В положении «ON» может находиться только один переключатель.

Процедура автоматической балансировки описана в разделе 4.5.

Цикл ручной балансировки может быть запущен одним из следующих способов:

— нажатием клавиши «Initiate» (переключатель «Auto/Manual» должен быть в положении «Manual»);

— сигналом, поступающим с системы управления (в том числе, с компьютера).

Процедура ручной балансировки описана в разделе 4.5.

4.3.3 «Заморозка» результатов измерения

Во время проведения цикла балансировки данные о влажности могут быть «заморожены», то есть, зафиксированы последние измеренные перед началом цикла балансировки значения. Это особенно удобно, если прибор подключен к системе сбора данных или к системе управления. (В течение цикла балансировки температура зеркала изменяется, но это изменение не фиксируется системой управления.)

Если данные «замораживаются», загорается индикатор «Data Hold».

По прошествии установленного периода данные «размораживаются» и действительное значение влажности вновь отображается на дисплее и передается на выходы прибора.

Длительность «заморозки» устанавливается переключателями группы SW2 в соответствии со следующей таблицей:

№ переключателя	Длительность цикла
SW2-1	1 минута
SW2-2	2 минуты
SW2-3	4 минуты
SW2-4	8 минут
SW2-5	16 минут

Переключатели SW2-6 — SW2-8 не используются.

В положении «ON» может находиться только один переключатель.

Рекомендуется устанавливать длительность режима «заморозки» равной двукратной длительности цикла балансировки.

Если не используется «заморозка» данных, то после завершения цикла балансировки следует выждать некоторое время, прежде чем считывать показания.

Если по окончании балансировки (ручной или автоматической) индикатор «ABC Status» загорается красным, это означает, что загрязнение превысило критический уровень и требуется очистка оптики. Эта процедура описана в главе 8.

4.3.4 Режим принудительного снижения температуры зеркала

Этот режим активируется нажатием клавиши «Max Cool» на лицевой панели монитора. При нажатии клавиши «Max Cool» температура зеркала начинает снижаться вне зависимости от температуры точки росы анализируемого газа.

Режим принудительного охлаждения применяется в следующих случаях:

- Для определения минимально достижимой температуры зеркала.
- Для определения, насколько хорошо прибор контролирует температуру зеркала в области ТТР анализируемого газа. Чтобы убедиться, что прибор должным образом контролирует температуру зеркала, следует нажать клавишу «Max Cool» на непродолжительное время, а затем отпустить ее. При нажатой клавише температура зеркала начнет снижаться, это отобразится на дисплее прибора. После того, как клавиша отпущена, показания дисплея начнут «прыгать» в узком диапазоне. По прошествии нескольких минут температура зеркала должна стабилизироваться и вернуться к начальной. Если этого не происходит, следует пересмотреть методику охлаждения датчика.
- Для контроля качества кристаллизации льда на поверхности зеркала (см. главу 7).

4.4 Измерение давления

Некоторые единицы измерения влажности зависят от давления пробы. К таким единицам относятся, например, ppm_v, г/м³ и некоторые другие. Для автоматической коррекции показаний предусмотрен разъем для подключения датчика давления «REMOTE PRESSURE» с диапазоном измерения 0—50 psi. Если требуется другой датчик, необходимо указать его параметры при заказе.

Если внешний датчик давления не используется, то давление пробы принимается равным атмосферному (101,3 кПа).

4.5 Балансировка оптической петли

Перед первым включением прибора переключатель «Auto/Manual» следует перевести в положение «Manual». После включения нажмите клавишу «Initiate» для запуска цикла балансировки.

Вращением ручки «Optical Balance Control» добейтесь, чтобы индикатор находился посередине шкалы. Убедитесь, что индикатор «ABC Status» горит зеленым светом. Если балансировка прошла успешно, индикатор погаснет; в случае некорректного завершения цикла балансировки индикатор загорится красным светом.

При работе анализатора в режиме измерения стрелка потенциометра системы ABC находится в крайнем левом положении (возможно, даже выходит за пределы шкалы). Индикатор «ABC Status» неактивен.

Если предполагается автоматическая балансировка, переключатель «Auto/Manual» следует перевести в положение «Auto». Цикл балансировки будет начинаться автоматически с заданным интервалом.

Если предполагается ручная балансировка, переключатель «Auto/Manual» следует перевести в положение «Manual». Для начала ручной балансировки необходимо нажать клавишу «Initiate».

Автоматическая балансировка (ABC)

При автоматическом запуске системы балансировки оптической петли индикатор «ABC Status» загорится оранжевым светом, а стрелка потенциометра резко сместится в правую часть шкалы (и, возможно, выйдет за пределы шкалы). После этого стрелка начнет

медленно двигаться справа налево. Когда стрелка будет на расстоянии примерно в 70% от левого края шкалы, индикатор «ABC Status» сменит цвет на зеленый. Это означает, что загрязнение оптической системы не критично и электроника анализатора способна компенсировать это загрязнение. Если этого не происходит, то индикатор «ABC Status» изменит цвет на красный. Это означает, что требуется очистка оптической системы.

Ручная балансировка

Балансировка оптической системы в ручном режиме аналогична описанному выше.

Для начала процедуры балансировки необходимо нажать клавишу «Initiate». Как и в случае автоматической балансировки, индикатор резко сместится в правую часть шкалы, а затем начнет медленно смещаться справа налево. Примерно через минуту индикатор остановится. Вращением ручки потенциометра необходимо установить индикатор на середине шкалы. Индикатор «ABC Status» сменит цвет на зеленый.

Если не удастся установить индикатор посередине шкалы, то требуется очистка оптической системы.

Внимание!

Если используется ручная балансировка, то во время проведения измерений не следует вращать ручку балансировки (ручку «Optical Balance Control»), иначе результаты будут недостоверными.

5. ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ С МОДИФИКАЦИЕЙ S4000 TRS

Следует придерживаться следующих рекомендаций:

— При измерениях ТТР ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ холодильная установка всегда должна быть включена. Несоблюдение этого правила может привести к выходу блока датчика из строя.

— Если интервале между измерениями прибор продувается инертным газом (и измерения ТТР при этом не проводятся), то прибор должен быть выключен (это относится как к блоку электроники, так и к блоку датчика).

— Перед проведением измерений следует выполнить следующие действия: а) продуть датчик анализируемым газом, б) включить холодильную установку и настроить температуру корпуса датчика, в) включить блок электроники и провести ручную балансировку оптической петли.

— Если в процессе проведения измерений температура корпуса датчика изменяется более чем на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, следует провести ручную балансировку оптической петли, чтобы адаптировать прибор к новым условиям работы.

6. КОМАНДЫ ИНТЕРФЕЙСА RS232

Посредством цифрового интерфейса могут передаваться следующие параметры:

- ТТР в градусах Цельсия либо Фаренгейта;
- влагосодержание в ppm_v ;
- влагосодержание в ppm_w ;
- влагосодержание в г/м^3 ;
- влагосодержание в к/кг ;
- давление в килопаскалях;
- относительная влажность;
- температура исследуемого газа в градусах Цельсия либо Фаренгейта.

Для начала передачи данных необходимо ввести следующие команды (CR соответствует символу ввода возврата каретки, 13 в ASCII коде).

dpc<CR> или DPC<CR> для считывания ТТР в градусах Цельсия.

dpf<CR> или DPF<CR> для считывания ТТР в градусах Фаренгейта.

ppm<CR> или PPM<CR> для считывания влагосодержания в ppm_v .

sf6<CR> или SF6<CR> для считывания влагосодержания в ppm_w .

gm3<CR> или GM3<CR> для считывания влагосодержания в г/м^3 .

gkg<CR> или GKG<CR> для считывания влагосодержания в г/кг .

prs<CR> или PRS<CR> для считывания давления.

rh<CR> или RH<CR> для считывания относительной влажности.

tpc<CR> или TPC<CR> для считывания температуры исследуемого газа в градусах Цельсия.

tpf<CR> или TPF<CR> для считывания температуры исследуемого газа в градусах Фаренгейта.

Для начала цикла балансировки оптической петли следует ввести abc<CR> или ABC<CR>.

7. МИКРОСКОП

При определенных условиях в диапазоне ТТР $-20 \dots 0$ °С конденсат может выпасть как в виде льда, так и в виде переохлажденной воды. Суть этого феномена достаточно сложна, однако, с практической точки зрения это означает, что в результат измерений может быть внесена существенная погрешность ($1 \dots 2$ °С).

Для визуального контроля фазового состояния конденсата используется микроскоп. Настройка микроскопа на резкость производится вращением его корпуса вокруг оси. Конденсат наблюдается в виде пятен красного цвета. В случае, если на зеркале сконденсировалась вода, пятна имеют округлую форму. При выпадении кристаллов льда пятна имеют угловатую форму. В случае выпадения льда возможны две картины, показанные на рис. 6 и 7.

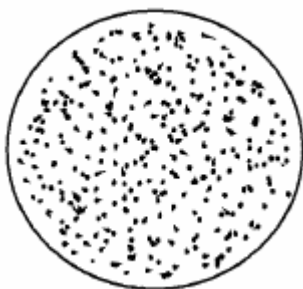


Рис. 6. «Хороший лед».

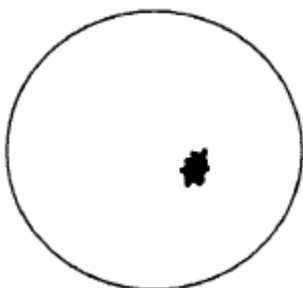


Рис. 7. «Плохой лед».

Из рисунка 6 видно, что кристаллы льда расположены равномерно по всей поверхности зеркала без четко выраженного центра кристаллизации. На рисунке 7 виден локализованный центр кристаллизации. Эти два типа конденсации условно называются «хороший лед» и «плохой лед». Причины этого различия также достаточно сложно описать, однако, с практической точки зрения это означает, что в результат измерений вносится существенная ошибка. Результаты измерений анализатора в случае «плохого льда» отличаются от истинной ТТР примерно на $1,5$ °С.

В случае, если произошло выпадение «плохого льда», может помочь выполнение следующих действий:

- Нажмите клавишу «Max Cool» на 1—2 минуты.
- Отпустите клавишу «Max Cool». Как только ТТР, отображаемая на дисплее прибора, начнет повышаться, несколько раз кратковременно нажмите клавишу «Max Cool». При этом необходимо следить за тем, чтобы температура не понижалась более чем на $1-2$ °С относительно начального значения (при котором произошло выпадение «плохого льда»).
- Предыдущие два пункта следует повторять до тех пор, пока на зеркале не пропадут четко выраженные центры кристаллизации.
- Дайте показаниям стабилизироваться и убедитесь, что произошло выпадение «хорошего льда».

Внимание!

Отсек для установки микроскопа содержит некоторое количество силикагеля для предотвращения выпадения конденсата на окне измерительной ячейки при ее охлаждении. Для того, чтобы силикагель не насыщался и его эффективность не снижалась, в случаях, когда микроскоп не используется, следует всегда устанавливать заглушку на отсек микроскопа.

8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание анализатора S4000 состоит в очистке оптической системы и в периодической проверке.

Проверка может осуществляться только в аккредитованных организациях. Межповерочный интервал для анализаторов S4000 составляет 1 год.

Очистку оптической системы следует проводить, когда электроника прибора выдает сигнал о необходимости данной процедуры (на лицевой панели прибора светодиод «ABC Status» загорается красным). При правильной организации системы подготовки пробы очистка оптической системы может потребоваться всего один—два раза в год. Если сигнал о необходимости чистки подается чаще, следует пересмотреть конструкцию и элементную базу системы подготовки пробы.

Для того, чтобы очистить оптическую систему, выполните следующие действия:

— Убедитесь, что температура зеркала выше температуры замерзания жидкости, используемой для очистки.

— Аккуратно снимите металлическую панель, изолирующую оптическую систему.

Для этого вращайте панель против часовой стрелки. Уделите особое внимание тому, чтобы не повредить уплотнительное кольцо.

— Осмотрите уплотнительное кольцо на предмет механических повреждений.

При необходимости замените его на новое.

— Аккуратно протрите зеркало и остальные элементы оптической системы ватной палочкой, смоченной дистиллированной водой. В случае, если зеркало загрязнено маслом или аналогичным веществом, следует использовать лабораторный растворитель высокой чистоты (изопропиловый спирт, метанол и т.п.) вместо дистиллированной воды.

Категорически запрещается использовать ацетон! Использование ацетона приведет к выходу прибора из строя. После очистки оптической системы на ее элементах не должно остаться никаких капель, разводов, ворсинок и пр.

— Выждите некоторое время, чтобы вся жидкость испарилась, затем установите металлическую панель на место. С особой аккуратностью установите уплотнительное кольцо.

— В завершение процедуры установите переключатель «Auto/Manual» в положение «Manual», нажмите клавишу «Initiate» и проведите балансировку оптической петли (см. раздел 4.5).

Холодильная установка прибора не требует иного обслуживания, кроме удаления пыли и грязи с ее поверхности. Делать это следует сухой тряпкой.

9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Общие

Оптическая система: широкополосный светодиод и два фотодетектора (для регистрации отраженного и рассеянного света). Светодиод и фотоприемники изолированы от анализируемого газа кварцевым стеклом.

Покрытие зеркала: медь.

Охлаждение зеркала: трехступенчатый тепловой насос, основанный на эффекте Пельтье

Измерение температуры зеркала: 4-проводной платиновый термометр 1/10 DIN.

Для измерения температуры может также использоваться внешний мост Уитстона.

Средняя скорость охлаждения зеркала: 0,5 °C/с.

Измерение температуры газа: 3-проводная платиновый термометр 1/10 DIN.

Дисплей: 8-символьные светодиодные.

Метрологические

Измеряемый параметр: температура точки росы (ТТР).

Диапазон измерения:

Remote: -75...+20 °C (при соответствующей системе охлаждения).

Climatic: -75...+80 °C (при соответствующей системе охлаждения или нагрева).

RS: -80...+20 °C.

TRS: -100...+20 °C.

Погрешность измерения: $\pm 0,1$ °C (собственная погрешность); $\pm 0,2$ °C (в соответствии с описанием типа средств измерений — приложением к сертификату о внесении в Госреестр GB.C.31.001A № 23058).

Повторяемость: 0,1 °C ТТР.

Чувствительность: 0,01 °C.

Погрешность измерения температуры газа: $\pm 0,2$ °C.

Единицы отображения влажности: °C и °F ТТР, ppm_v, ppm_w для элегаза (SF₆), г/м³, кг, % ОВ (используются таблицы Зонга ITS-90).

Другие единицы отображения: °C и °F температуры исследуемого газа, давление анализируемого газа (в кПа).

Разрешение:

ТТР: 0,01;

ppm_v или ppm_w: 0,01;

г/м³: 0,01;

кг: 0,01;

кПа: 0,1;

%ОВ: 0,1.

Требования к анализируемому газу

Температура: -80...+80 °C.

Давление: до 10 бар.

Расход: 0,1—0,7 л/мин (желательно 0,3—0,7 л/мин).

Степень фильтрации: 2 мкм.

Входы и выходы

Аналоговые выходы: 4—20 мА и 10 мВ/°С.

Логические (TTL) выходы (уровень сигнала 5 В): «заморозка» данных, цикл балансировки, необходимость очистки оптики.

Логический вход: начало балансировки оптической петли.

Цифровой интерфейс: RS232 (стандарт), возможен RS485 (необходимо отдельно указывать при заказе); передаваемые параметры — TTP, ppm_v, ppm_w, г/м³, г/кг, %ОВ, давление и температура анализируемого газа; также при помощи цифрового интерфейса возможна инициация цикла балансировки оптической петли.

Требования к окружающей среде

Температура: +5...+40 °С.

Относительная влажность: 0...90 %.

Габаритные размеры и вес

Remote: датчик — 133x269x280 мм (ВxШxГ), блок электроники — 140x484x431 мм (ВxШxГ), общий вес 14 кг.

Climatic: датчик — 133x269x280 мм (ВxШxГ), блок электроники — 140x484x431 мм (ВxШxГ), общий вес 13 кг.

RS: датчик (в сборе с холодильной установкой) — 402x481x504 мм (ВxШxГ), блок электроники — 140x484x431 мм (ВxШxГ), общий вес 39 кг.

TRS: 860x560x600 мм (ВxШxГ), 85 кг.

Энергопотребление

От 250 Вт (Climatic) до 1600 Вт (TRS).

10. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

При возникновении вопросов обращайтесь в ЗАО «Регуляр» по следующим координатам:

115432,
Москва,
ул. Трофимова, д. 24, корп. 1,
телефон (495) 643-18-55, 742-09-84,
факс (495) 742-09-85,
сайт www.regular.ru,
электронная почта regular@regular.ru
или к ближайшему дистрибьютору.

Координаты Мишел Инструментс приведены ниже:

Michell Instruments Ltd.,
48 Lancaster Way Business Park,
Ely, Cambridgeshire,
CB6 3NW,
UK,
телефон +44 1353 658-000
факс +44 1353 658-199
сайт www.michell-instruments.com
электронная почта info@michell.co.uk.