

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Рабочие эталоны 1-го разряда - калибраторы газовых смесей модели 146i

### Назначение средства измерений

Рабочие эталоны 1-го разряда - калибраторы газовых смесей модели 146i (далее - калибраторы) предназначены для приготовления поверочных газовых смесей (ПГС) с заданным содержанием компонентов в воздухе (азоте).

Калибраторы газовых смесей модели 146i являются рабочими эталонами 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых средах ГОСТ 8.578-2008 и служат для передачи единицы молярной доли (массовой концентрации) компонентов в воздухе или азоте.

Калибраторы применяются в комплекте

- с рабочими эталонами - стандартными образцами состава: газовыми смесями в баллонах под давлением по ТУ 6-16-2956-92;
- с рабочими эталонами - источниками микропотоков газов и паров по ИБЯЛ. 418319.013 ТУ.

### Описание средства измерений

Конструктивно калибраторы выполнены в одном блоке, в состав которого входят газовая система и устройство управления.

Калибраторы имеют четыре канала:

- канал динамического разбавления;
- термодиффузионный канал;
- фотометрический канал ( $O_3$ );
- канал титрования в газовой фазе (преобразования NO в  $NO_2$ ).

Принцип действия калибраторов по каналу динамического разбавления заключается в смешении потоков исходного газа и газа-разбавителя, расход которых регулируется и измеряется с помощью регуляторов массового расхода газа. В качестве исходного газа используются газовые смеси в баллонах под давлением.

Рабочие эталоны обеспечивает приготовление газовых смесей с возможностью одновременного использования от одного до шести баллонов.

Принцип действия калибраторов по термодиффузионному каналу заключается в смешении потоков исходного газа, находящегося в термостате с контролируемой температурой, и газа-разбавителя, расход которого регулируется и измеряется с помощью регуляторов массового расхода газа. В качестве исходного газа используются ИМ, представляющие собой ампулу с проницаемой стенкой, заполненную жидкостью или сжиженным газом. При заданной температуре вещество диффундирует через стенку ампулы в поток газа-разбавителя с постоянной скоростью, характеризующейся производительностью источника.

В качестве газа-разбавителя используются газы поверочные нулевые (ПНГ): очищенный воздух, полученный при помощи генератора чистого воздуха, азот газообразный особой частоты по ГОСТ 9293-74.

В состав калибратора входит встроенный генератор для получения озона из кислорода воздуха при воздействии УФ-излучения. Содержание озона в газовой смеси на выходе генератора зависит от степени интенсивности источника УФ-излучения – ртутной лампы.

Примечание. Генератор озона может применяться в калибраторе для создания ПГС озона в воздухе в качестве рабочего эталона 2-го разряда.

От генератора или от внешнего источника озона ГС поступает на фотометр. Через кювету фотометра поочередно пропускается ГС озона и ПНГ. Приемник фотометра последовательно регистрирует интенсивность УФ-излучения, прошедшего через кювету с ГС (I) и ПНГ ( $I_0$ ). Кон-

центрация озона в ГС пропорциональна поглощению УФ-излучения прошедшего через кювету с ГС (в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера).

Принцип титрования в газовой фазе (преобразования NO в NO<sub>2</sub>) основан на реакции взаимодействия оксида азота (NO) с озоном, поступающим от генератора. Содержание NO<sub>2</sub>, в получаемой на выходе генератора ГС, пропорционально содержанию озона.

Калибраторы может работать в автоматическом или ручном режимах. В автоматическом режиме задается содержание компонента в ПГС и микропроцессор рассчитывает необходимый расход газов. В ручном режиме требуемые расходы газов вводятся оператором с дисплея, расположенного на передней панели калибраторов.

При помощи меню, отображаемого на дисплее калибраторов, можно выбрать канал (компонент), задать необходимую концентрацию компонента в ГС и расход, ввести значение концентрации в исходной ГС, а также получить фактическое значение концентрации и расхода.

Калибраторы имеют следующие выходные сигналы:

- показания цифрового дисплея;
- аналоговые выходы по току (0-20, 4-20) мА и по напряжению (0-1, 0-5, 0-10, 0-100) В;
- цифровой выход RS-232 или RS-485.

Внешний вид калибраторов приведен на рисунке 1.



Рис.1. Внешний вид калибратора 146i

### Программное обеспечение

Газоанализаторы имеют встроенное программное обеспечение, разработанное фирмой-изготовителем.

Программное обеспечение идентифицируется по запросу пользователя через сервисное меню путем вывода на экран версии программного обеспечения.

Калибраторы имеет полную защиту программного обеспечения от преднамеренных или непреднамеренных изменений, реализованную изготовителем на этапе производства путем установки системы защиты микроконтроллера от чтения и записи. Уровень защиты по МИ 3286-2010 – С.

Программное обеспечение защищено паролем, которым владеет только изготовитель калибраторов.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
“TEI_M146”	TEI_M146.dll	2.05	0927108C402F6 78CF0C65ECD5 AE1EB2E	MD5

Нормирование метрологических характеристик проведено с учетом того, что встроенное программное обеспечение версии «2.05» является неотъемлемой частью калибраторов.

### Метрологические и технические характеристики

1 При работе с ИМ - рабочими эталонами 1-го разряда по ИБЯЛ. 418319.013 ТУ калибраторы обеспечивают воспроизведение заданных значений объемной доли (массовой концентрации) следующих компонентов:

аммиак NH<sub>3</sub>, диоксид азота NO<sub>2</sub>, диоксид серы SO<sub>2</sub>, сероводород H<sub>2</sub>S, хлористый водород HCl, хлор Cl<sub>2</sub>, фтористый водород HF, сероуглерод CS<sub>2</sub>, сероокись углерода COS, метилмеркаптан CH<sub>3</sub>SH, этилмеркаптан C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH, ацетон CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>, бензол C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, толуол C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>, ксиол C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> и другие органические вещества.

Диапазон воспроизведения заданного значения объемной доли при работе с ИМ: от наименьшей концентрации C<sub>min</sub> до наибольшей концентрации C<sub>max</sub>, определяемых по формулам:

$$C_{\min} = 0,2 \pm \Pi_{\min}, \text{ мг}/\text{м}^3;$$

$$C_{\max} = 2,4 \pm \Pi_{\max}, \text{ мг}/\text{м}^3,$$

где Π<sub>min</sub> и Π<sub>max</sub> - наименьшая и наибольшая номинальные производительности ИМ данного типа, мкг/мин.

Примечание. Пересчет массовой концентрации C, мг/м<sup>3</sup>, в объемную долю X, млн<sup>-1</sup>, проводят по формуле:

$$X = C \cdot V_m / M$$

где V<sub>m</sub> – молярный объем газа-разбавителя - азота или воздуха, равный 24,04 или 24,06, соответственно, при стандартных условиях (20 °C и 101,3 кПа), дм<sup>3</sup>/моль;

M – молярная масса целевого компонента, г/моль.

2 При работе с ГС в баллонах под давлением - рабочими эталонами по ТУ 6-16-2956-92 (объемная доля определяемого компонента не более 2 % (об.)), калибраторы обеспечивают воспроизведение заданных значений объемной доли следующих компонентов:

оксид азота NO, диоксид азота NO<sub>2</sub>, диоксид серы SO<sub>2</sub>, сероводород H<sub>2</sub>S, аммиак NH<sub>3</sub>, оксид углерода CO, метан CH<sub>4</sub>, закись азота N<sub>2</sub>O, диоксид углерода CO<sub>2</sub>, сероуглерод CS<sub>2</sub>, хлористый водород HCl, хлор Cl<sub>2</sub>, кислород O<sub>2</sub>, водород H<sub>2</sub>, ацетилен C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, этилен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, этан C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, пентан C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, гексан C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>, метилмеркаптан CH<sub>3</sub>SH, бутилмеркаптан, этилмеркаптан C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH, пропилмеркаптан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>S, фтор F<sub>2</sub>, сероокись углерода COS, диэтиловый эфир, дихлорэтан, пропен, хладон R-22 CHClF<sub>2</sub>, хладон 112B2, C<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>F<sub>4</sub>, хладон R134a C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>, хладон 227ea C<sub>3</sub>F<sub>7</sub>H, фтористый водород HF, метанол CH<sub>3</sub>OH, этанол C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, бутанол, этилацетат, ацетон CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>, бензол C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, толуол C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>, ксиол C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>, аргон Ar, гелий He, азот N<sub>2</sub>.

Диапазон воспроизведение заданных значений объемной доли компонентов при работе с ГС в баллонах под давлением: от 0,01 млн<sup>-1</sup> до 1000 млн<sup>-1</sup>.

3 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения заданных значений объемной доли: ± (3 - 7) %.

При работе с ИМ относительная погрешность воспроизведения заданных значений объемной доли зависит от погрешности аттестации ИМ, изменения температуры термостата, изменения расхода газа-разбавителя, содержания компонента в газе-разбавителе\*.

При работе с ГС относительная погрешность воспроизведения заданных значений объемной доли зависит от погрешности аттестации ГС, изменения расхода исходной ГС, изменения расхода газа-разбавителя, содержания компонента в газе-разбавителе\*.

\*Примечание: Погрешность от содержания компонента в газе-разбавителе составляет 1/2 от максимального допускаемого значения, при условии введения в программу калибратора поправки.

Конкретные значения пределов допускаемой относительной погрешности ( $\delta$  в %) определяются по формулам:

при работе с ИМ:

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{IM}^2 + \delta_T^2 + \delta_Q^2} \cdot \frac{C_{GP} \cdot 100}{2 \cdot C} \%,$$

при ГС в баллонах под давлением:

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{PGC}^2 + \delta_{Q_{PGC}}^2 + \delta_Q^2} \cdot \frac{C_{GP} \cdot 100}{2 \cdot C} \%$$

где:

$\delta_{IM}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ИМ, приведенной в паспорте, %;

$\delta_T$  – относительное отклонение производительности ИМ от паспортного значения при изменении температуры термостата в пределах  $\pm (0,1 - 0,2)$  °C, %;

$\delta_Q$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода газа-разбавителя, %;

$\delta_{PGC}$  – пределы допускаемой относительной погрешности аттестации исходной ГС, %;

$\delta_{Q_{PGC}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода исходной ПГС, %;

$C_{GP}$  и  $C$  – максимальное допускаемое содержание компонента в газе-разбавителе и содержание компонента, подлежащее воспроизведению, соответственно, мг/м<sup>3</sup> (млн<sup>-1</sup>).

#### 4 Канал динамического разбавления

##### 4.1 Диапазон коэффициентов разбавления

(конкретный диапазон задается пользователем) от 2 до 2000.

##### 4.2 Пределы допускаемой относительной погрешности

коэффициента разбавления, %  $\pm 3$

##### 4.3 Диапазоны расходов газа-разбавителя

(конкретный диапазон задается пользователем), дм<sup>3</sup>/мин 0,3-5; 0,5-10; 0,8-15; 1,0-20

##### 4.4 Диапазоны расходов исходной ГС

(конкретный диапазон задается пользователем), см<sup>3</sup>/мин 10 - 25; 10 - 50; 10 - 100; 10 - 200; 25-500

##### 4.5 Пределы допускаемой относительной погрешности установления

расхода газа-разбавителя и исходной ГС, %  $\pm 2,0$

##### 4.6 Пределы допускаемой относительной погрешности поддержания

расхода газа-разбавителя и исходной ГС в течение 8 ч непрерывной работы, %  $\pm 1,0$

##### 4.7 Время установления заданного значения объемной доли компонента

в ПГС на выходе калибратора (в зависимости от режима работы), мин от 5 до 60

##### 4.8 Количество одновременно подключаемых баллонов с исходной ГС3; 6

##### 5 Термодиффузионный канал

##### 5.1 Номинальные значения температуры в термостате, °C 30; 35; 40

##### 5.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности установления

температуры в термостате, °C  $\pm 0,1$

5.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности поддержания температуры в термостате в течение 8 ч непрерывной работы, $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,1$
5.4 Объемный расход ГС на выходе калибратора для термодиффузационного канала, $\text{dm}^3/\text{мин}$	от 0,3 до 2
5.5 Пределы допускаемой относительной погрешности установления расхода, %	$\pm 2,0$
5.6 Пределы допускаемой относительной погрешности поддержания расхода в течение 8 ч непрерывной работы, %	$\pm 1,0$
6 Фотометрический канал	
6.1 Диапазон воспроизведения объемной доли озона в приготавливаемой ПГС, $\text{млн}^{-1}$	0,05 – 5,0
6.2 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения объемной доли озона в ПГС, %	$\pm 5$
7 Канал титрования в газовой фазе	
7.1 Диапазон воспроизведения объемной доли $\text{NO}_2$ в приготавливаемой ПГС, $\text{млн}^{-1}$	0,05 – 1,0
7.2 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения объемной доли $\text{NO}_2$ в ПГС, %.	$\pm 7$
8 Время прогрева, мин, не более	60
9 Время непрерывной работы, ч, не менее	8
10 Габаритные размеры, мм, не более	
Длина: 585;	
Ширина: 425;	
Высота: 220.	
11 Масса, кг, не более	24,5
12 Потребляемая мощность, В·А, не более	275
13 Питание калибраторов осуществляется от сети переменного тока напряжением (230±23) В с частотой (50±1).	
14 Средний срок службы калибратора, лет, не менее	8
15 Условия эксплуатации:	
- температура окружающей воздуха: от 15 до 25 $^{\circ}\text{C}$ ;	
- относительная влажность: от 30 до 80 %;	
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа.	

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на корпус калибраторов и на титульный лист Руководства по эксплуатации.

### Комплектность средства измерений

В комплект поставки калибраторов входят:

1. Рабочий эталон 1-го разряда - калибратор газовых смесей модели 146i 1 шт.
2. Руководство по эксплуатации (с дополнением) 1 экз.
3. Методика поверки МП-242-1106-2011 1 экз.

### Проверка

осуществляется по документу МП-242-1106-2011 «Рабочие эталоны 1-го разряда - калибраторы газовых смесей модели 146i. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 20 января 2011 г.

Основные средства поверки

- эталонные установки, входящие в состав Государственного первичного эталона единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах ГЭТ 154-01;

- эталоны сравнения – газовые смеси в баллонах под давлением и источники микропотоков газов и паров с содержанием определяемых компонентов по ГОСТ 8.578-2008;
- калибратор расхода газа Cal=Trak SL-800 (№ 37946-08 в Госреестре СИ РФ), диапазон измерений расхода газа от 0,002 до 50 дм<sup>3</sup>/мин, пределы допускаемой относительной погрешности ± 0,2 %;
- секундомер СДПпр-1-2 по ТУ 25-07.1834.003-90, класс точности 3.

#### **Сведения о методиках (методах) измерений**

методика измерений приведена в документе «Рабочие эталоны 1-го разряда - калибраторы газовых смесей модели 146i. Руководство по эксплуатации».

#### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам газовых смесей модели 146i**

1 ГОСТ 8.578-2008 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах».

2 Техническая документация фирмы - изготовителя.

#### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

- единицы величин, эталоны единиц величин, стандартные образцы и средства измерений, к которым установлены обязательные требования.

#### **Изготовитель**

фирма Thermo Fisher Scientific, США,  
27 Forge Parkway, Franklin, MA 02038 United States.

#### **Заявитель**

Московское представительство ИНТЕРТЕК ТРЕЙДИНГ КОРПОРЕЙШН (США),  
119333, Москва, Ленинский проспект д.55/1 стр. 2. Тел.: +7 (495) 232-42-25. Факс: +7 (495) 232-42-25, доб.0. E-mail: [info@intertech-corp.ru](mailto:info@intertech-corp.ru)

#### **Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19, тел. (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14, электронная почта: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru), атtestат аккредитации № 30001-10.

#### **Заместитель**

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

\_\_\_\_\_ В.Н. Крутиков

М.П.

«\_\_\_\_» 2011 г.