

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Заместитель генерального директора

Е. П. Кривцов

доверенность № 54/2023

от 24.12.2023

А.Н. Пронин



«15» февраля 2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Комплексы динамические газосмесительные ДГК-РВ**

**Методика поверки
МП 242-2530-2023**

**Руководитель
научно-исследовательского отдела
государственных эталонов
в области физико-химических измерений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

А.В. Колобова

«15» февраля 2023 г.

**Разработчики
Руководитель сектора**

А.В. Мальгинов

Заместитель руководителя лаборатории

А.Л. Матвеев

**Санкт-Петербург
2023 г**

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы динамические газосмесительные ДГК-РВ (далее - комплексы), выпускаемые ООО «ЭРИС», Пермский край, г. Чайковский, и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Комплексы являются рабочими эталонами 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 31 декабря 2020 г. № 2315, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – **непосредственное сличение** поверяемого средства измерений с эталоном той же величины.

Примечания:

1) При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2) Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	при периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1, 8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям			10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	при периодической поверке	
Определение относительной погрешности измерений расхода газа	да	да	10.1
Определение относительной погрешности измерений расхода жидкости	да	да	10.2
Определение относительной погрешности заданного значения объемной доли целевого компонента в смеси на выходе комплекса	да	да	10.3

2.2 Если при проведении одной из операций получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °C 20±5;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа 101,3 ± 4,0
- мм рт.ст. 760 ± 30

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе с комплексом и проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с Приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах», эксплуатационной документацией на комплексы, имеющие квалификацию не ниже инженера, допущенные к работе на аналитических установках из состава Государственного первичного эталона ГЭТ 154-2019 или вторичного эталона и прошедшие инструктаж по охране труда.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °C, с абсолютной погрешностью не более ±1 °C; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 %, с абсолютной погрешностью не более ±3 %; средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 98 до 104,6 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений объемного расхода газа. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода газа $\pm 0,8\%$	Калибратор расхода газа Cal=Trak SL-800 (рег. № 37946-08)
	Вода дистиллированная.	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018
	Весы лабораторные, наибольший предел взвешивания, г, не менее 150; наименьший предел взвешивания, г, не более 10; пределы допускаемой погрешности, мг, не более $\pm 0,2$	Весы лабораторные электронные ME235P (рег. № 21464-07),
	Средства измерений интервалов времени, класс точности 3	Секундомер электронный СЧЕТ-1М, (рег. № 40929-09)
	Стакан, вместимость 50 см ³	Стакан В-2-50 ТС ГОСТ 25336-82, вместимость 50 см ³
	Государственный первичный эталон ГЭТ 154-2019 в соответствии с поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315	
	Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух в баллонах под давлением	Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух марки А, в баллонах под давлением по ТУ 6-21-5-85
	IBM-совместимый компьютер со свободным COM-портом, конвертером RS-232 и установленной программой «DGK-RV Control Software» версии 1.0.0 и выше	IBM-совместимый компьютер со свободным COM-портом, конвертером RS-232 и установленной программой «dgk-rv.exe» версии 1.0 и выше
	Гексан химически чистый	Гексан химически чистый по ТУ 2631-158-44493179
	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый БКО-50-4 по ТУ 3645-026-00220531-95 *
	Трубка фторопластовая *	Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87, диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм
	Трубка поливинилхлоридная *	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) по ТУ6-01-2-120-73, 6×1,5 мм

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

5.3 Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 знаком «*», должны быть поверены¹⁾; вещества и чистые газы в баллонах под давлением – иметь действующие паспорта.

5.4 Поверка генераторов проводится с использованием ГЭТ 154-2019, поскольку государственная поверочная схема допускает передачу единиц от ГЭТ 154-2019 напрямую рабочим эталонам

разряда: в схеме предусмотрена прямая линия передачи.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

6.2 Концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

6.3 Должны выполняться требования охраны труда для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.4 При работе с чистыми газами и газовыми смесями в баллонах под давлением соблюдают требования Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 г. № 536.

6.5 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплекса следующим требованиям:

- соответствие комплектности (при первичной поверке) требованиям раздела 1.3 руководства по эксплуатации «Комплексы динамические газосмесительные ДГК-РВ»;
- комплекс не должен иметь повреждений, влияющих на работоспособность.

7.1.2 Комплекс считают выдержавшим внешний осмотр, если он соответствует указанным выше требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Контроль условий поверки на соответствие п. 3.1 проводят с использованием средств измерений, указанных в таблице 2, в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

Результаты проверки считают положительными, если условия поверки соответствуют условиям, приведенным в п. 3.1 настоящей методики поверки.

8.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.
- проверить наличие паспортов и сроки годности веществ и чистых газов в баллонах под давлением.
- баллоны с чистыми газами выдержать при температуре поверки не менее 24 ч.
- выдержать комплекс и средства поверки при температуре поверки в течение не менее 2 ч.
- подготовить комплекс к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.
- подготовить средства поверки и вспомогательные средства к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.3 Опробование

8.3.1 Проверка общего функционирования

¹⁾ Сведения о поверке средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Проверка общего функционирования комплекса проводится в соответствии с руководством по эксплуатации «Комплексы динамические газосмесительные ДГК-РВ».

8.3.2 Проверка герметичности

Проверка герметичности комплекса проводится согласно руководства по эксплуатации «Комплексы динамические газосмесительные ДГК-РВ».

Результаты опробования считают положительными если:

- отсутствует сигнализация об отказах комплекса;
- комплекс перешел в режим фиксации нулевых показаний;
- комплекс герметичен.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения проводят путем проверки соответствия ПО комплекса тому ПО, которое было зафиксировано при испытаниях в целях утверждения типа.

9.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО комплекса. Программное обеспечение комплекса идентифицируется по запросу через интерфейс RS-232 (проверка осуществляется при помощи программы «DGK-RV Control Software», поставляемой с комплексом).

- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанными в Описании типа комплекса.

9.3 Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если номер версии ПО не ниже указанного в Описании типа комплексов.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности измерений расхода газа

Оценивается разность показаний канала измерений и регулирования расхода газа и калибратора расхода газа Cal=Trak SL-800 (далее- калибратор расхода). Исследования проводятся на газе азоте следующим образом:

- 1) Подсоединить редуктор к баллону с газом;
- 2) Подать питание на комплекс, прогреть в течение 30 мин.
- 3) Зафиксировать ноль по каналу измерения и регулирования расхода газа (см. РЭ).
- 4) Подключить выход редуктора к входу «ВХОД ГАЗА», краны «ПРОДУВКА» и «СЛИВ» перевести в положение «закрыто».
- 5) К штуцеру «ВЫХОД ГС» подключить калибратор расхода газа Cal=Trak SL-800;
- 6) Редуктором установить давление на входе комплекса $(0,15 \pm 0,05)$ МПа;
- 7) Установить следующие значения расхода газа: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 % (от верхнего предела регулирования данного канала ($4000 \text{ см}^3/\text{мин}$)) и зафиксировать показания калибратора расхода газа Cal=Trak SL-800, соответствующие этим расходам. Измерения с помощью калибратора расхода проводить в соответствии с РЭ на него. Повторить операцию при уменьшении расхода от 100 % до 5 %.

Результаты проверки положительные, если диапазон измерений и регулирования расхода газа, пределы допускаемой относительной погрешности комплекса при измерении расхода газа соответствуют требованиям, приведенным в таблице А.2 Приложения А.

10.2 Определение относительной погрешности измерений расхода жидкости

Оценивается разность показаний канала измерений и регулирования расхода жидкости и действительного значения массового расхода, определяемого расчетным методом по результатам измеренной с помощью весов изменения массы жидкости и времени.

10.2.1 Для проведения измерений собрать схему согласно рис. 1.

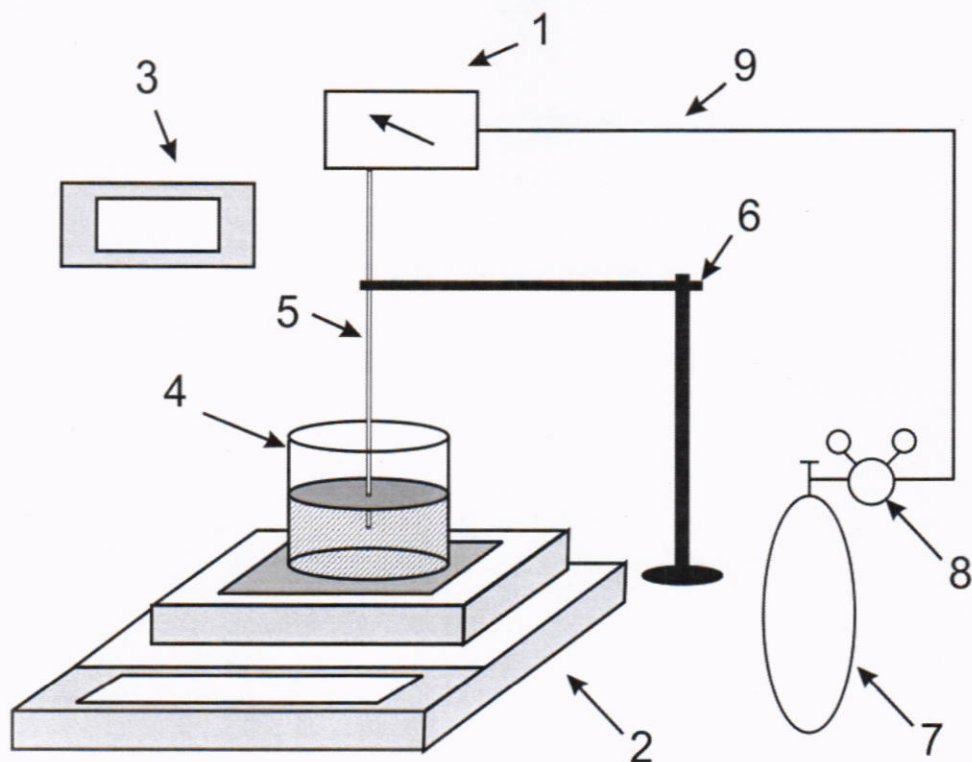


Рисунок 1 – Схема соединений при определении действительного значения расхода жидкости.

1. Комплекс ДГК-РВ
2. Весы
3. Секундомер электронный
4. Стакан
5. Трубопровод
6. Штатив
7. Баллон с азотом
8. Редуктор газовый
9. Трубка поливинилхлоридная

10.2.2 При всех измерениях массы жидкости в стакане 4 контролировать температуру воздуха в непосредственной близости от весов. Измерения можно производить только в случае, если температура изменяется не более чем на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 60 мин.

10.2.3 Измерения проводятся на рабочей жидкости (воде дистиллированной) следующим образом (операции 1-12):

1) Заполнить резервуар целевого компонента комплекса водой дистиллированной в количестве (70 ± 10) мл.

2) В стакан 4 налить 10 см^3 воды дистиллированной.

3) Налить 2 см^3 масла вакуумного в стакан 4, чтобы на поверхности воды образовалась масляная пленка, препятствующая испарению воды.

4) Установить стакан 4 на грузоприемную площадку весов 2.

5) К штуцеру «ВЫХОД ГС» комплекса подключить трубопровод 5 из фторопласта наружным диаметром 3 мм ($1/8\text{ ''}$). При этом открытый конец трубопровода 5 должен быть опущен в стакан 4 ниже уровня воды (масла), но не должен упираться в дно стакана. Для крепления трубопровода 5 использовать штатив 6.

6) Включить электрическое питание комплекса и весов.

7) Азот из баллона 7 с помощью редуктора 8 под давлением $(0,20 \pm 0,05)$ МПа подать на штуцер «ВХОД ПП» комплекса и провести заполнение линии жидкого компонента комплекса с помощью крана «СЛИВ» (в соответствии с РЭ на комплекс).

8) Открыть кран «СЛИВ» комплекса и провести заполнение линии жидкого компонента комплекса водой. Об окончании заполнения свидетельствует устойчивый поток жидкости (без видимых пузырьков газа) на выходе штуцера «СЛИВ». Закрыть кран «СЛИВ».

9) Произвести прогрев комплекса в течение 30 мин.

10) Произвести фиксацию нуля канала измерений и регулирования расхода жидкости комплекса (в соответствии с РЭ)

11) Задать расход жидкости (в соответствии с РЭ), соответствующий 100 % от верхней границы диапазона измерений канала расхода жидкости (30 мг/мин).

12) Дождаться появления устойчивого расхода жидкости по всей длине трубопровода 5 (не должно наблюдаться разрывов в потоке жидкости, пузырьков газа); масса, регистрируемая весами, должна равномерно увеличиваться.

13) Запустить отсчет времени с помощью секундомера 3 и одновременно зафиксировать начальное значение массы жидкости M_{Hik} . При каждом значении расхода фиксировать показания канала измерения расхода жидкости комплекса $Q_{ж}$, увеличение массы жидкости и время, за которое произошло это изменение массы. Изменение массы должно составлять не менее 150 мг. Число гравиметрических измерений в каждой точке – 3.

14) Повторить измерения по п.13) для следующие значения расхода жидкости: 90 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, 10 % (от верхней границы диапазона измерений) при допуске относительном отклонении при установке расхода ± 10 % от требуемого значения.

10.2.4 Обработка результатов измерений

10.2.4.1 По результатам измерений в каждой i -той точке зафиксировать начальное M_{Hik} и конечное M_{Kik} значение массы стакана с жидкостью и интервал времени τ_{ik} , за который это изменение массы произошло.

Массовый (действительный) расход жидкости, измеренный по измерению массы жидкости, определяется по формуле (1)

$$Q_{ik}^{\Gamma} = \frac{\Delta M_{ik}}{\tau_{ik}} \times 1000, \quad (1)$$

где Q_{ik}^{Γ} - действительное значение расхода в i -ой точке при k -ом измерении, мг/мин;

ΔM_{ik} – изменение массы жидкости в i -ой точке при k -ом измерении, г;

τ_{ik} – время, за которое было зафиксировано изменение массы жидкости в i -ой точке при k -ом измерении, мин;

k – количество измерений действительного значения расхода в i -той точке, $k=1, 2, 3$;

$$\Delta M_{ik} = (M_{Kik} - M_{Hik}) \times 1,0012, \quad (2)$$

где M_{Kik} и M_{Hik} - конечное и начальное значение массы стакана с жидкостью в i -ой точке при k -ом измерении, г.

10.2.4.2 Вычислить среднее действительное значение расхода \bar{Q}_i^{Γ} в i -ой точке из результатов 3-х измерений Q_{ik} по формуле (3)

$$\bar{Q}_i^{\Gamma} = \sum_{k=1}^3 \frac{Q_{ik}^{\Gamma}}{3}. \quad (3)$$

10.2.4.3 Проверить приемлемость результатов трех измерений

$$\frac{Q_{ik}^{\Gamma \max} - Q_{ik}^{\Gamma \min}}{\bar{Q}_i^{\Gamma}} \times 100 \leq 0,20, \quad (4)$$

где $Q_{ik}^{\Gamma \max}$ и $Q_{ik}^{\Gamma \min}$ - максимальное и минимальное значение расхода из 3-х измерений в i -ой точке, мг/мин.

Если условие (4) не выполняется, то повторить измерения согласно разделу 13) п. 10.2.3.

Результаты проверки положительные, если диапазон измерений и регулирования расхода жидкости, пределы допускаемой относительной погрешности комплекса при измерении расхода жидкости соответствуют требованиям, приведенным в таблице А.2 Приложения А.

10.3 Определение относительной погрешности заданного значения объемной доли целевого компонента в смеси на выходе комплекса

Определение относительной погрешности комплекса проводят с использованием комплекса для измерения массовой концентрации горючих и взрывоопасных компонентов в газовых смесях в составе государственного первичного эталона единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах ГЭТ 154. В качестве газа-разбавителя используют ПНГ – воздух марки А по ТУ 6-21-5-82 в баллоне под давлением.

1) Устанавливают значение объемной доли целевого компонента в смеси на выходе комплекса и ГЭТ-154, соответствующее значению 5 % НКПР¹;

2) После выхода комплекса и ГЭТ-154 на режим, полученные смеси последовательно подают на газоанализатор-компаратор, входящий в состав ГЭТ 154;

3) Рассчитывают относительную погрешность комплекса, δ , %, по формуле

$$\delta = \frac{D_{np(ДГК)} - D_{np(ПАР)}}{D_{np(ПАР)}} \cdot 100 \quad (5)$$

где $D_{np(ДГК)}$ ² – показания газоанализатора-компаратора, при подаче ГС от комплекса ДГК-РВ;
 $D_{np(ПАР)}$ – показания газоанализатора-компаратора, при подаче ГС от ГЭТ-154.

4) Повторить п.п. 1) – 3) для значений объемной доли целевого компонента, соответствующих 15 % НКПР, 25 % НКПР, 35 % НКПР и 50 % НКПР;

Результаты проверки положительные, если полученные значения относительной погрешности заданного значения объемной доли целевого компонента в смеси на выходе комплекса не превышают значений, приведенных в таблице А.1. Приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки произвольной формы.

11.2 Комплексы, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению, вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по заявлению владельца комплекса или лица, представившего комплекс на поверку, выдают свидетельство о поверке установленной формы.

При отрицательных результатах поверки вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по заявлению владельца комплекса или лица, представившего комплекс на поверку, выдают извещение о непригодности установленной формы, с указанием причин непригодности.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при оформлении).

¹ Пересчет значений, выраженных в единицах объемной доли (%), в значения, выраженные в единицах дозврывоопасных концентраций (% НКПР), осуществляется с учетом значений из ГОСТ 31610-20-1-2020

² Значения D_{np} приведены в безразмерных единицах, соответствующих нелинеаризованому выходному сигналу чувствительного элемента

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики комплексов

Таблица А.1 – Метрологические характеристики комплексов динамических газосмесительных ДГК-РВ

№ п/п	Целевой компонент	Диапазон воспроизведения объемной доли целевого компонента, %	Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения объемной доли целевого компонента, %
1	Этанол (C ₂ H ₅ OH)	от 0,155 до 1,55	от ±10 до ±5 ¹⁾
2	Метанол (CH ₃ OH)	от 0,3 до 3,0	
3	Толуол (C ₆ H ₅ CH ₃)	от 0,05 до 0,50	
4	Бензол (C ₆ H ₆)	от 0,06 до 0,60	
5	Ацетон ((CH ₃) ₂ CO)	от 0,125 до 1,25	
6	Метилтретбутиловый эфир (C ₅ H ₁₂ O)	от 0,075 до 0,750	
7	Орто-ксилол (о-C ₈ H ₁₀)	от 0,05 до 0,50	
8	Пара-ксилол (п-C ₈ H ₁₀)	от 0,045 до 0,450	
9	Мета-ксилол (м-C ₈ H ₁₀)	от 0,05 до 0,50	
10	Гептан (C ₇ H ₁₆)	от 0,043 до 0,430	
11	Изопропиловый спирт (C ₃ H ₈ O)	от 0,1 до 1,0	
12	Этилбензол (C ₈ H ₁₀)	от 0,04 до 0,40	
13	Циклогексан (C ₆ H ₁₂)	от 0,05 до 0,50	
14	Бутилацетат (C ₆ H ₁₂ O ₂)	от 0,06 до 0,60	
15	Этилацетат (C ₄ H ₈ O ₂)	от 0,1 до 1,0	
16	1-Бутанол (C ₄ H ₉ OH)	от 0,07 до 0,70	
17	Октан (C ₈ H ₁₈)	от 0,04 до 0,40	
18	Диэтиламин (C ₂ H ₅) ₂ NH)	от 0,085 до 0,850	
19	н-Нонан (C ₉ H ₂₀)	от 0,035 до 0,350	
20	Стирол (C ₈ H ₈)	от 0,05 до 0,50	
21	Хлорбензол (C ₆ H ₅ Cl)	от 0,065 до 0,650	
22	1-октен (C ₈ H ₁₆)	от 0,045 до 0,450	
23	1-Пропанол (C ₃ H ₈ O)	от 0,105 до 1,050	
24	Уксусная кислота (C ₂ H ₄ O ₂)	от 0,2 до 2,0	
25	Гексан (C ₆ H ₁₄)	от 0,05 до 0,50	
26	1,2-Дихлорэтан (C ₂ H ₄ Cl ₂)	от 0,31 до 3,1	

¹⁾ - пределы допускаемой относительной погрешности $\Delta_0(X)$ для заданного значения объемной доли целевого компонента в ГС X вычисляется по формуле:

$$\Delta_0(X) = \pm \left(|\Delta_{0нач.}| - \frac{(X - X_{нижн.}) \cdot (|\Delta_{0кон.}| - |\Delta_{0нач.}|)}{(X_{верхн.} - X_{нижн.})} \right),$$

где $X_{нижн.}$ и $X_{верхн.}$ – нижняя и верхняя граница диапазона воспроизведения объемной доли целевого компонента, %;

$\Delta_{0нач.}$ и $\Delta_{0кон.}$ – пределы допускаемой относительной погрешности, соответствующие нижней и верхней границе диапазона воспроизведения объемной доли целевого компонента, %.

В качестве газа-разбавителя должны использоваться технически чистые газы и ПНГ: азот высокой чистоты (по ГОСТ 9293-74, ТУ 301-07-25-89, ТУ 2114-004-05798345-2009, ТУ 2114-003-72689906-2014 и ТУ 6-21-39-96 (марки А и Б)), воздух (по ТУ 6-21-5-82 марки А и Б,

ТУ 2114-008-53373468-2008), а также генераторы нулевого воздуха внесенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон задания и регулирования расхода газа (приведенный к температуре 20 °С и давлению 101,3 кПа), см ³ /мин	от 500 до 4000
Диапазон задания и регулирования расхода жидкости (воды), мг/мин	от 3,00 до 33,00
Пределы допускаемой относительной погрешности задания расхода газа, %	±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности задания расхода воды, %	±4,0
Объемный расход приготавливаемой газовой смеси, см ³ /мин	от 500 до 4000