

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)**

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ –

филиал ФГУП «ВНИИМ

им. Д.И. Менделеева»

Е.И.Собина

«15» 2022 г.



«ГСИ. Комплексы течейскательные ТИ1-ЗОНД+

Методика поверки»

МП 50-241-2022

Екатеринбург

2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), ООО «АКА - Скан» и ООО «РЕСУРС И СЕРВИС»

2 ИСПОЛНИТЕЛИ Медведевских М.Ю. (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), Коняхин А.В. (ООО «АКА-Скан»), Сумкин П.С. (ООО «РЕСУРС И СЕРВИС»)

3 СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ - филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в июле 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений	
Комплексы течейскаательные ТИ1-ЗОНД+. Методика поверки	МП 50-241-2022

Дата введения: июль 2022 г

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы течейскаательные ТИ1-ЗОНД+ (далее - комплексы) производства ООО «АКА-Скан», г. Москва и ООО «РЕСУРС И СЕРВИС», Московская область, г. Химки, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость комплексов к:

Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019 в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 31.12.2020 №2315.

Передача единицы осуществляется методом прямых измерений стандартных образцов.

1.3 Настоящая методика поверки применяется для поверки комплексов, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемной доли газов*, %	от 0,03 до 100
Диапазон измерений относительной влажности воздуха***, %	от 1 до 85
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительной влажности воздуха, %	± 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемной доли газов**, %, в поддиапазоне св. 0,03 до 0,1 % включ,	± 0,03
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемной доли газов**, %, в поддиапазоне св. 0,1 до 100 %	± 30
* He, H ₂ , CO ₂ , C ₂ H ₄ , ΣC _x H _y , паров H ₂ O, NO _x диапазон измерений может быть ограничен, указывается в руководстве по эксплуатации конкретного экземпляра и не может быть изменен пользователем в процессе эксплуатации ** He, H ₂ , CO ₂ , C ₂ H ₄ , ΣC _x H _y , паров H ₂ O, NO _x *** диапазон измерений может быть ограничен, указывается в руководстве по эксплуатации конкретного экземпляра и не может быть изменен пользователем в процессе эксплуатации	

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России №2510 от 31.07.2020 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Приказ Минпромторга России № 2906 от 28.08.2020 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»

Приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 536 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

Приказ Минтруда России от 15.12.2020 г. №903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»

Приказ Минпромторга РФ от 31.12.2020 №2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»

ГОСТ 12.2.007.0 – 75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 8.568 – 2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

3 Перечень операций поверки

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений - определение погрешности измерений объемной доли газов и относительной влажности воздуха - диапазонов измерений объемной доли газов и относительной влажности воздуха	да	да	11.1
	да	да	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, проводится настройка комплекса в соответствии с руководством по эксплуатации. В дальнейшем необходимые операции повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований поверка прекращается, комплекс бракуется.

3.3 На основании письменного заявления владельца комплекса, допускается проведение первичной (периодической) поверки в сокращенном объеме: для меньшего числа измеряемых величин и (или) для меньшего числа поддиапазонов измерений, с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке комплекса допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, инструктаж и обученные работе с комплексом.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	Диапазоны измерений температуры и влажности не менее требуемых по п. 4	гигрометр Rotronic HygroPalm, рег. № 26379-04
	Сжатый нулевой и синтетический воздух ТУ 51-180-83	-
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Стандартный образец (СО) состава газовой смеси углеводородных газов (УГ-А-1), интервал аттестованных значений массовой доли компонентов от 0,0010 до 50, пределы допускаемого относительного отклонения от 4 до 10 %	ГСО 10463-2014
	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-П-1), интервал аттестованных значений молярной доли компонентов от 0,0001 до 99,5, пределы допускаемого относительного отклонения от 0,05 до 4 %	ГСО 10599-2015
	СО состава искусственной газовой смеси инертных, постоянных и углеводородных газов (ИПУ-НК-1), интервал аттестованных значений молярной доли компонентов от 0,00005 до 99,5, пределы допускаемого относительного отклонения от 0,1 до 6 %	ГСО 10722-2015
	Ротаметр для измерений объемного расхода плавноменяющихся однородных потоков газов по ГОСТ 13045-81, верхний предел диапазона измерений 0,035 м ³ /ч., погрешность ± 4,0 %	Ротаметр типа РМ-А-0,035 ГУЗ, рег. № 19325-12

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Сжатый нулевой и синтетический воздух ТУ 51-180-83	-
	Диапазоны измерений относительной влажности воздуха от 0 до 85 %, и температуры от 10 до 40 °С	гигрометр Rotronic HygroPalm, рег. № 26379-04
	Камера климатическая, обеспечивающая воспроизведение относительной влажности воздуха от 0 до 85 %, и температуры от 10 до 40 °С	-

6.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, испытательное оборудование – аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568, стандартные образцы должны иметь действующий паспорт.

6.3 Допускается использовать при поверке аналогичные средства измерений, а также утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Минтруда России №903н от 15 декабря 2020 г., «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 536, а также требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности, указанной в руководстве по эксплуатации (далее - РЭ);
- отсутствие видимых повреждений;
- наличие и работоспособность всех органов регулировки и коммутации
- четкость обозначений и маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре комплекса выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты, то поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий с помощью гигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- предварительно выдержать, в выключенном состоянии, комплекс и поверочные газовые смеси (ГСО - ПГС) в условиях поверки не менее 3-х часов и 24-х часов соответственно;
- произвести градуировку комплекса в соответствии с РЭ, кратко процедура градуировки комплекса приведена в Приложении А.

9.3 Опробование

Проверить работоспособность комплекса с помощью сжатого нулевого воздуха. Результаты опробования считать положительными, если после включения комплекса на стартовом экране отображается сообщение, указанное в РЭ, соответствующее поверяемой модификации, после чего отображаются результаты проведенных измерений.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Провести проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (ПО) комплекса. Идентификационные данные встроенного ПО отображаются при включении комплекса. Проверка встроенного ПО должна быть проведена в обязательном порядке, а проверка внешнего ПО, установленного на персональный компьютер – при его наличии.

Идентификационные данные внешнего ПО отображаются при обращении к соответствующему подпункту меню.

Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные	Значение для	
	встроенного ПО	внешнего ПО
Идентификационное наименование ПО	ТИ1 - AKASCAN	ZondMeasure
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0	не ниже 2.0
Цифровой идентификатор ПО	-	-

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение погрешности измерений объемной доли газов и относительной влажности воздуха

При определении относительной погрешности измерений объемной доли газов He, H₂ получают для каждой точки по три результата измерений.

11.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемной доли He

Собрать газовую схему для работы со звукорезонансным преобразователем при измерении объемной доли He согласно приложению Б, комплекс подготовить к измерениям в соответствии с РЭ.

Провести измерения объемной доли газа, для чего выбрать три ПГС с объемной долей газа, равномерно распределенных по поддиапазону, и провести следующие операции:

- открыть подачу ПГС (или ПГС и нулевого воздуха) в схему со скоростью потока в пределах $(4 \div 5) \text{ см}^3/\text{с}$;
- выждать не менее 30 с;
- Рассчитать результат измерений с помощью внешнего ПО, при его отсутствии в комплекте поставки, рассчитать объемную долю газа в соответствии с Приложением В;
- результат измерения занести в Протокол поверки;
- закрыть подачу ПГС и «нулевого» воздуха.

11.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха и относительной погрешности измерений объемной доли H_2O

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха проводится с использованием климатической камеры и эталонного гигрометра.

Подготовить комплекс для работы с пирозлектрическим преобразователем согласно РЭ.

Установить поочередно в климатической камере три значения относительной влажности равномерно распределенных по поддиапазону, разместить в камере комплекс и эталонный гигрометр и, после установления показаний, провести измерения относительной влажности воздуха.

Рассчитать результат измерений с помощью внешнего ПО, при его отсутствии в комплекте поставки, рассчитать объемную долю газа в соответствии с Приложением В, результат измерения занести в Протокол поверки.

11.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений объемной доли газов (CO_2 , C_2H_4 , $\Sigma\text{C}_x\text{H}_y$, NO_x).

Собрать газовую схему для работы с пирозлектрическим преобразователем при измерении объемной доли газов согласно приложению Б, комплекс подготовить к измерениям в соответствии с РЭ.

Провести измерения для тех газов, для которых применяется комплекс, для чего выбрать три ГСО-ПГС с объемной долей газа, равномерно распределенных по поддиапазону, и провести следующие операции:

- открыть подачу ПГС (или ПГС и нулевого воздуха) в схему со скоростью потока в пределах $(4 \div 5) \text{ см}^3/\text{с}$;
- выждать не менее 30 с;
- считать результат измерений с внешнего ПО, при его отсутствии в комплекте поставки, рассчитать объемную долю газа в соответствии с Приложением В;

- результат измерения занести в Протокол поверки;
- закрыть подачу ПГС и, при необходимости, «нулевого» воздуха.

11.2 Определение диапазонов измерений

Определение диапазонов измерений провести одновременно с определением характеристик погрешности измерений.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

По каждой серии из трех результатов измерений объемной доли газов, полученных на комплексе для каждой точки диапазона, для каждого анализируемого газа, рассчитать следующие характеристики погрешности измерений.

12.1 Определение абсолютной погрешности измерений объемной доли газа в диапазонах измерений от 0,03% до 0,1 %

Рассчитать приведенную к верхнему пределу погрешность измерения объемной доли газа по формуле

$$\gamma_i = \frac{(\bar{W}_i - W_{\text{ГСО},i})}{0,1} \cdot 100, \quad (1)$$

где \bar{W}_i – результат измерений объемной доли газа в i -м точке диапазона, %;

$W_{\text{ГСО},i}$ – значение объемной доли в ПГС-ГСО на i -й точке диапазона измерений, %.

12.2 Определение относительной погрешности измерений объемной доли газа в диапазонах измерений от 0,1 до 100 %

Рассчитать относительную погрешность измерения объемной доли газа по формуле

$$\delta_i = \frac{(\bar{W}_i - W_{\text{ГСО},i})}{W_{\text{ГСО},i}} \cdot 100, \quad (2)$$

где \bar{W}_i – результат измерений объемной доли газа в i -м точке диапазона, %;

$W_{\text{ГСО},i}$ – значение объемной доли в ПГС-ГСО на i -й точке диапазона измерений, %.

12.3 Определение относительной погрешности измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 1 до 85%.

Рассчитать относительную погрешность измерения относительной влажности воздуха по формуле

$$\delta_i = \frac{(\bar{W}_i - W_{\text{ЭТ},i})}{W_{\text{ЭТ},i}} \cdot 100, \quad (3)$$

Рассчитать относительную погрешность измерения относительной влажности воздуха по формуле

$$\delta_i = \frac{(\bar{W}_i - W_{\text{эт.}i})}{W_{\text{эт.}i}} \cdot 100, \quad (3)$$

где \bar{W}_i – результат измерений относительной влажности воздуха в i -й точке диапазона, %;

$W_{\text{эт.}i}$ – значение относительной влажности воздуха, измеренное эталонным гигрометром в i -й точке диапазона измерений, %.

12.4 Полученные значения погрешности измерений относительной влажности воздуха, объемной доли газов, а также диапазоны измерений должны удовлетворять таблице 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Оформляют протокол проведения поверки в произвольной форме.

13.2 Положительные результаты с учетом объема проведенной поверки оформляют в соответствии с Приказом Минпромторга от 31.07.2020 № 2510.

13.3 Нанесение знака поверки и пломбирование комплексов не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки комплекс признают непригодными к дальнейшей эксплуатации, и оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга от 31.07.2020 № 2510.

13.5 Сведения о проведенной поверке передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга от 28.08.2020 г. № 2906.

И.о.зав. лаб. 241 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



М.Ю. Медведевских

Приложение А

(обязательное)

Градуировка комплекса

Градуировка осуществляется различными способами для каждого из преобразователей, имеющихся в составе комплекса.

А.1 Градуировка звукорезонансного (далее – ЗР) преобразователя.

А.1.1 Градуировка комплекса с ЗР преобразователем проводится в 3 точках с помощью ГСО ПГС 10722-2015 содержащими объемную долю гелия (He) в следующем порядке:

- а) собрать газовую схему для ЗР преобразователя согласно приложению Б;
- б) подготовить комплекс для работы с ЗР преобразователем согласно РЭ;
- в) подключить баллон с ГСО ПГС 10722-2015, содержащим об. долю гелия соответствующую началу диапазона (поддиапазона) измерений;
- д) открыть подачу ПГС и «нулевого» воздуха в схему со скоростью потока от 4 до 5 см³/с и подождать не менее 30 с;
- е) записать значение, отображаемое на экране комплекса;
- ф) закрыть подачу ПГС и «нулевого» воздуха.

Повторить действия по п. в) – ф) для ГСО –ПГС 10722-2015 с об. долей анализируемого газа, соответствующей середине и концу диапазона (поддиапазона) измерений

А.1.2 Записать формулу для вычисления измеряемой объемной доли гелия по показаниям на экране комплекса согласно приложению В.

Примечание – Газовая смесь, содержащая заданную концентрацию гелия может быть приготовлена с помощью генератора газовых смесей.

А.2 Градуировка пироэлектрического (далее – ПЭ) преобразователя для газов (СО₂, С₂Н₄, ΣС_хН_у, NO_х).

А.2.1 Градуировка комплекса с ПЭ преобразователем для газов (СО₂, С₂Н₄, ΣС_хН_у, NO_х), проводится с помощью ПГС соответствующего газа в следующем порядке:

- а) собрать газовую схему для ПЭ преобразователя, вариант «газ», согласно приложению Б;
- б) подготовить комплекс для работы с работы с ПЭ преобразователем согласно РЭ;
- в) подключить баллон с соответствующим ГСО-ПГС
- д) открыть подачу ПГС и «нулевого» воздуха в схему со скоростью потока от 4 до 5 см³/с и подождать не менее 30 с;
- е) записать значение, отображаемое на экране комплекса;
- ф) закрыть подачу ПГС.

А.2.2 Записать формулу для вычисления измеряемой объемной доли газа по показаниям на экране комплекса согласно приложению В.

А.2.3 Подготовить комплекс для работы с ПЭ преобразователем согласно РЭ и провести следующие операции:

- а) подключить баллон с ПГС содержащим об. долю газа соответствующую началу диапазона измерений
- б) открыть подачу ПГС в схему со скоростью потока от 4 до 5 см³/с и подождать 30 с;
- с) записать значение, отображаемое на экране комплекса;
- д) закрыть подачу ПГС.

Повторить операции по п. а) – д) для ПГС содержащих об. долю анализируемого газа, соответствующей середине и концу диапазона измерений

А.2.4 Записать формулу для вычисления измеряемой объемной доли газа по показаниям на экране комплекса согласно приложению В.

Примечание – Газовая смесь, содержащая заданную концентрацию газа может быть приготовлена с помощью генератора газовых смесей.

А.3 Градуировка пирозлектрического преобразователя для паров воды производится аналогично градуировке по А.2.

При этом следует собрать газовую схему для ПЭ преобразователя, вариант «вода» согласно приложению Б и использовать генератор влажного газа.

Примечание – При отсутствии генератора влажного газа допускается использовать климатическую камеру для воспроизведения влажного воздуха, а относительную влажность получаемого воздуха измерять при помощи эталонного термогигрометра.

А.4 Проверка стабильности градуировочной характеристики.

Для проверки стабильности градуировочной характеристики выбирают образцы ПГС-ГСО, соответствующие началу, середине и концу диапазона (поддиапазона) измерений. Градуировочную характеристику считают стабильной, если для каждого компонента в каждом образце ПГС выполняется условие (А.1):

$$\frac{|\varphi_i^{изм} - \varphi_i^{гр}|}{\varphi_i^{гр}} \cdot 100\% \leq K_{гр} \quad (A.1)$$

где $\varphi_i^{изм}$, $\varphi_i^{гр}$ – объемные доли i -го компонента в контрольном образце, найденные по градуировочной характеристике и измеренные, соответственно;

$$K_{гр} = |\delta|, \quad (A.2)$$

где $K_{гр}$ – норматив контроля,

где $\pm\delta$ – границы относительной погрешности, %.

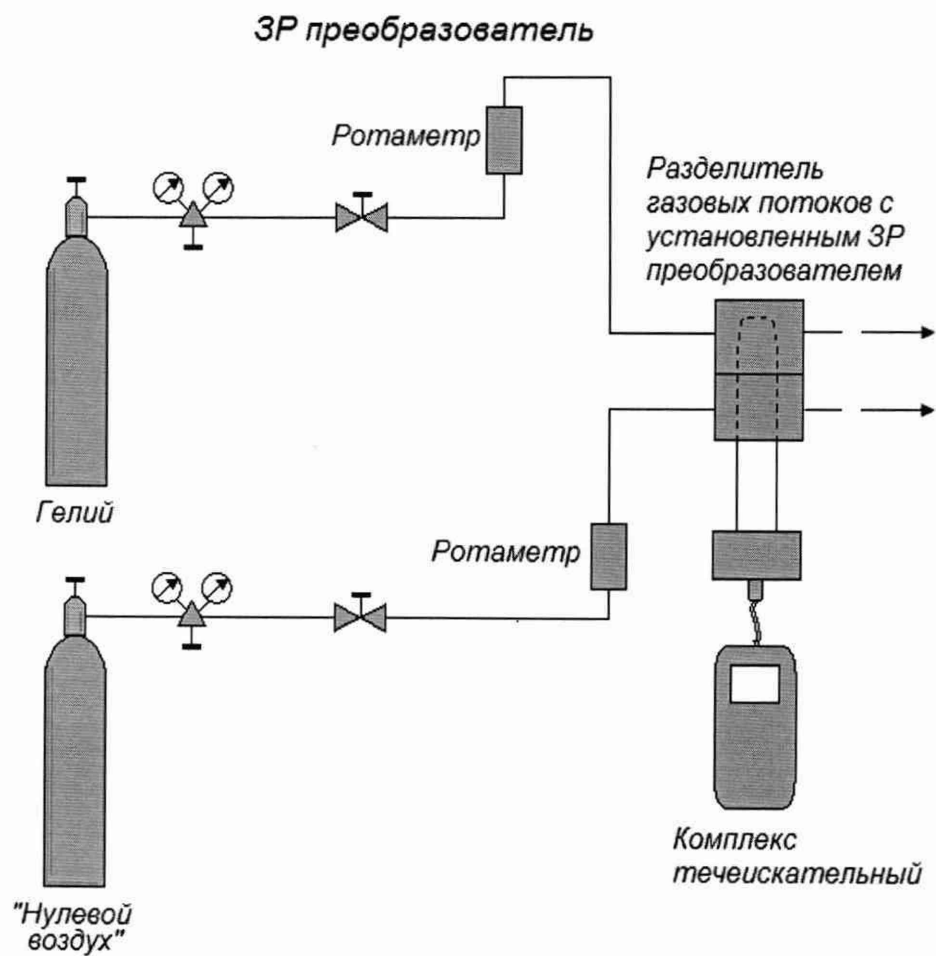
Если условие стабильности (А.1) не выполняется, то образец анализируют повторно. Если при повторном измерении условие (А.1) не выполняется, выясняют причины нестабильности и повторяют контроль стабильности с использованием другого образца.

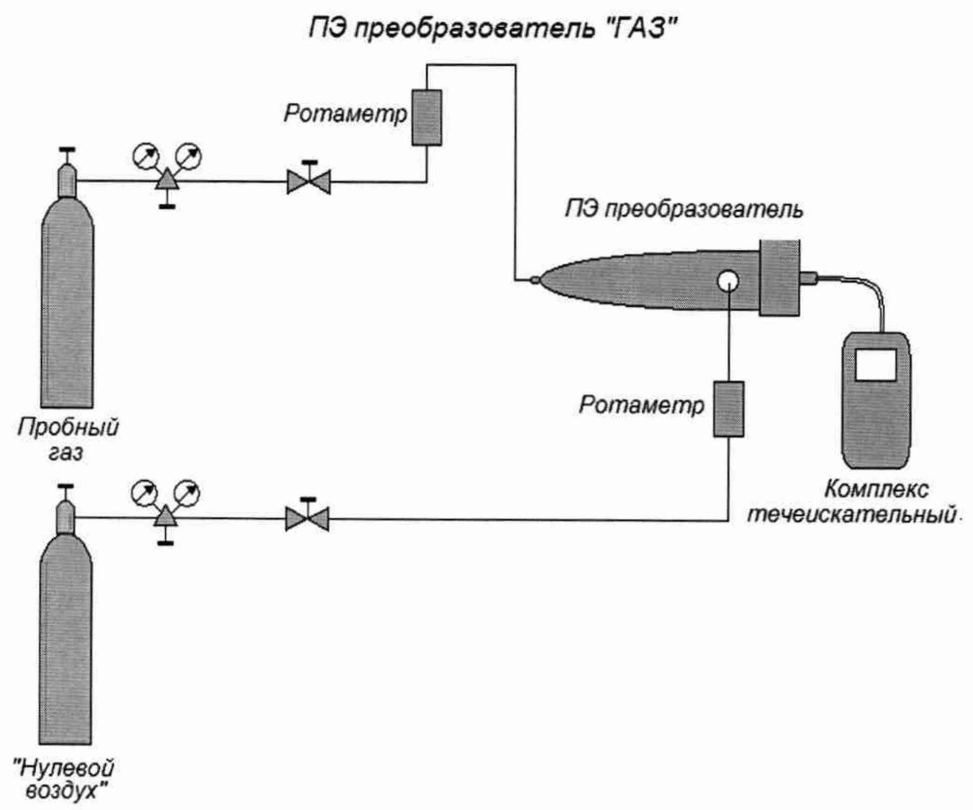
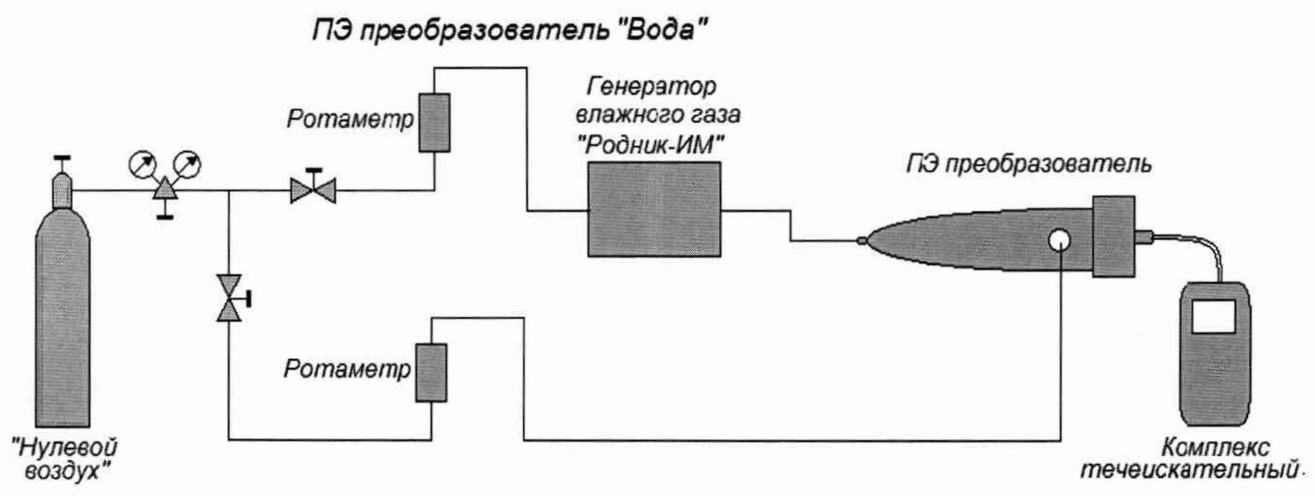
Если условие (А.1) не выполняется с использованием другого образца, то прибор градуируют заново.

Приложение Б

(обязательное)

Газовые схемы, необходимые для проведения поверки





Приложение В

(обязательное)

Расчет объемной доли газа

по данным градуировки комплекса и показаниям на дисплее комплекса

В.2 Для расчета объемной доли газа, %, $\varphi_{\text{изм}}$, по показаниям на дисплее комплекса и на основании данных, полученных при градуировке, используют следующую формулу

$$\varphi_{\text{изм}} = \varphi_1 \frac{(V_T - V_2)(V_T - V_3)}{(V_1 - V_2)(V_1 - V_3)} + \varphi_2 \frac{(V_T - V_1)(V_T - V_3)}{(V_2 - V_1)(V_2 - V_3)} + \varphi_3 \frac{(V_T - V_1)(V_T - V_2)}{(V_3 - V_1)(V_3 - V_2)}$$

где: $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – % об. доли искомого газа, использовавшиеся при градуировке комплекса;

V_1, V_2, V_3 – показания на дисплее комплекса при измерении газовых смесей с содержанием % об. доли искомого газа, $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ соответственно;

V_T – текущее значение на дисплее комплекса;