

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Н.И. Ханов

2015 г.



ГЕНЕРАТОРЫ ВЛАЖНОГО ГАЗА ГВГ

модификации ГВГ-901, ГВГ-902

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-242-1847-2015

з.р. 60571-15

Руководитель отдела ГЦИ СИ

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Д.А. Конопелько

Инженер ГЦИ СИ

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.А. Нечаев

Санкт-Петербург
2015 г.

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы влажного газа динамические ГВГ, модификации ГВГ-901, ГВГ-902 (далее - генераторы), выпускаемые ООО «МОНИТОРИНГ», Санкт-Петербург, и устанавливает методы их первичной поверки при выпуске из производства, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками - 1 год.

1. Операции поверки

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

Наименование операции	Номер пункта инструкции по поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
1. Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2. Опробование	6.2		
2.1 Проверка герметичности	6.2.1	Да	Да
3. Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.3	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик:	6.4	Да	Да
4.1 Определение абсолютной погрешности по каналу относительной влажности в рабочем диапазоне относительной влажности	6.4.1	Да	Да
4.2 Определение основной абсолютной погрешности по каналу температуры точки росы в рабочем диапазоне точки росы	6.4.2	Да	Да
4.3 Определение диапазонов и относительной погрешности измерения расхода по каналам	6.4.3	Да	Да
4.4 Определение абсолютной погрешности измерения температуры в камере относительной влажности	6.4.4	Да	Да

1.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Номер пункта НД по поверке	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, требования к СИ, основные технические и (или) метрологические характеристики
6	Прибор комбинированный Testo-622, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2,0$ %, диапазон измерений температуры от -10 до $+60$ °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С, диапазон измерений атмосферного давления от -300 до 1200 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3,0$ гПа

Номер пункта НД по поверке	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, требования к СИ, основные технические и (или) метрологические характеристики
6.2	Азот газообразный особой чистоты сорт 1-й по ГОСТ 9293-74. Редуктор баллонный газовый одноступенчатый БКО-50-4 соответствует ГОСТ 13861. Манометр эталонный МО, кл. 0,4, верхний предел измерений 0,25 МПа. Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) по ТУ6-01-2-120-73, 6×1,5 мм Тройник со штуцерами на трубки 4×1,5 и 6×1,5 мм.
6.3	-
6.4	Азот газообразный особой чистоты сорт 1-й по ГОСТ 9293-74. Редуктор баллонный газовый одноступенчатый БКО-50-4 соответствует ГОСТ 13861. Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) по ТУ6-01-2-120-73, 6×1,5 мм Труба нержавеющая 6х1 по ГОСТ 9941-81 с гайками и компрессионными металлическими уплотнениями типа Swagelock.
6.4.1	Генератор влажного воздуха динамический HygroGen модификации HygroGen 2 в комплектации с контрольным конденсационным гигрометром Optidew, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения относительной влажности $\pm 0,5 \%$, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры $\pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Гигрометр-компаратор Rotronic модификации HygroLog NT, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения относительной влажности $\pm 1 \%$.
6.4.2	Гигрометр точки росы Michell Instruments S8000RS, диапазон воспроизведения температуры точки росы от -80 до +20 $^{\circ}\text{C}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ точки росы.
6.4.3	Калибратор расхода газа Cal=Trak SL-800, номер Госреестра 37946-08, диапазон измерений от 2 см ³ /мин до 50 дм ³ /мин, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,2 \%$.
6.4.4	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 СШЖИ2.822.000 ТУ, диапазон измерения температуры от -50 до 300 $^{\circ}\text{C}$, абсолютная погрешность $\pm 0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от -50 до 199,99 $^{\circ}\text{C}$ и $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от 200 до 300 $^{\circ}\text{C}$.

2.2. Допускается применение других средств измерений, не приведенных в таблице, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

3. Требования безопасности

3.1. Процесс проведения поверки относится к вредным условиям труда.

3.2. Помещение, в котором проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

3.3. При работе с баллонами под давлением должны соблюдаться "Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденные Госгортехнадзором.

3.4. Должны соблюдаться "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных ГОСЭНЕРГОНАДЗОРОм от 21.12.1984 г.

4. Условия поверки

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды (293 ± 5) К;
- атмосферное давление от 90,6 до 104,8 кПа ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

5. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

5.1 Должна быть обеспечена установка измерительного зонда гигрометра-компаратора в рабочую камеру относительной влажности поверяемого генератора влажности.

5.2 На измерительную камеру генератора влажного воздуха HygroGen должна быть установлена крышка, имеющая установочный диаметр порта, соответствующий диаметру измерительного зонда гигрометра-компаратора. Должна быть обеспечена герметизация измерительного зонда в камере.

5.3 Поверяемый генератор влажности и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них;

6. Проведение поверки

6.1. Внешний осмотр

Для генераторов должны быть установлены:

- а) исправность органов управления, настройки;
- б) четкость надписей на лицевой панели.

Генераторы считаются выдержавшими внешний осмотр удовлетворительно, если они соответствуют перечисленным выше требованиям.

6.2. Опробование

Опробование производится в следующем порядке:

а) включить питание генератора в порядке, указанном в эксплуатационной документации на него;

б) убедиться, что на дисплее отображается информация о режимах работы либо воспроизводимых значениях влажности.

Генераторы считаются выдержавшими внешний осмотр удовлетворительно, если они соответствуют перечисленным выше требованиям.

6.2.1 Проверка герметичности

- удалить воду из генератора согласно п. 2.2.7 РЭ на генератор;
- подсоединить редуктор к баллону с азотом (воздухом, инертным газом), а выход редуктора – к выходному штуцеру «ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ» генератора; через тройник подсоединить к выходу генератора образцовый манометр с пределом измерения 0,16 МПа ($1,6 \text{ кгс/см}^2$);
- закрыть заглушками остальные входы генератора и выходы;
- задать максимальный расход по регулятору РРГ вл. (для мод ГВГ-902 по РРГ вл.1);
- установить с помощью редуктора давление в газовой системе генератора ($0,10 \pm 0,01$) МПа ($1,0 \pm 0,1 \text{ кгс/см}^2$), герметично перекрыть линию подачи газа от редуктора к генератору. Зафиксировать показания образцового манометра. Через 10 мин. повторно зафиксировать показания манометра. Спад давления не должен превышать 0,01 МПа ($0,1 \text{ кгс/см}^2$).

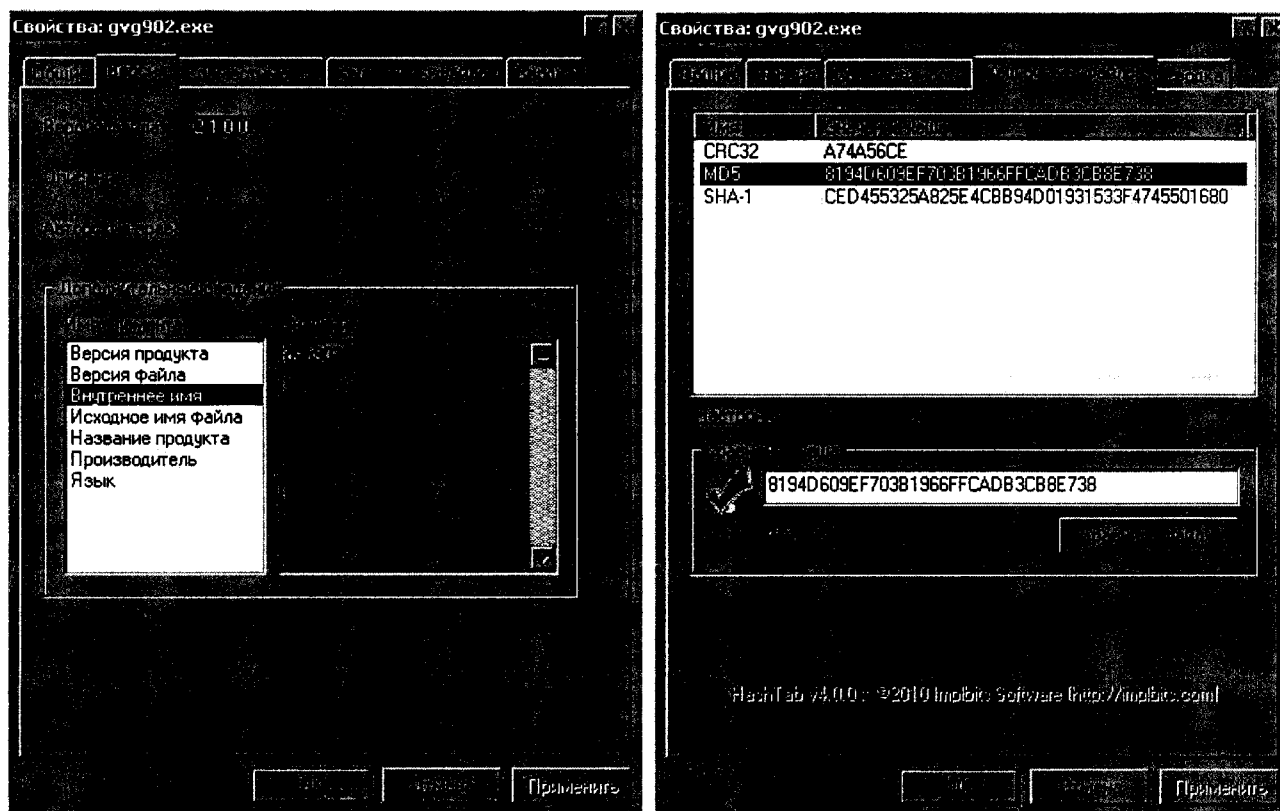
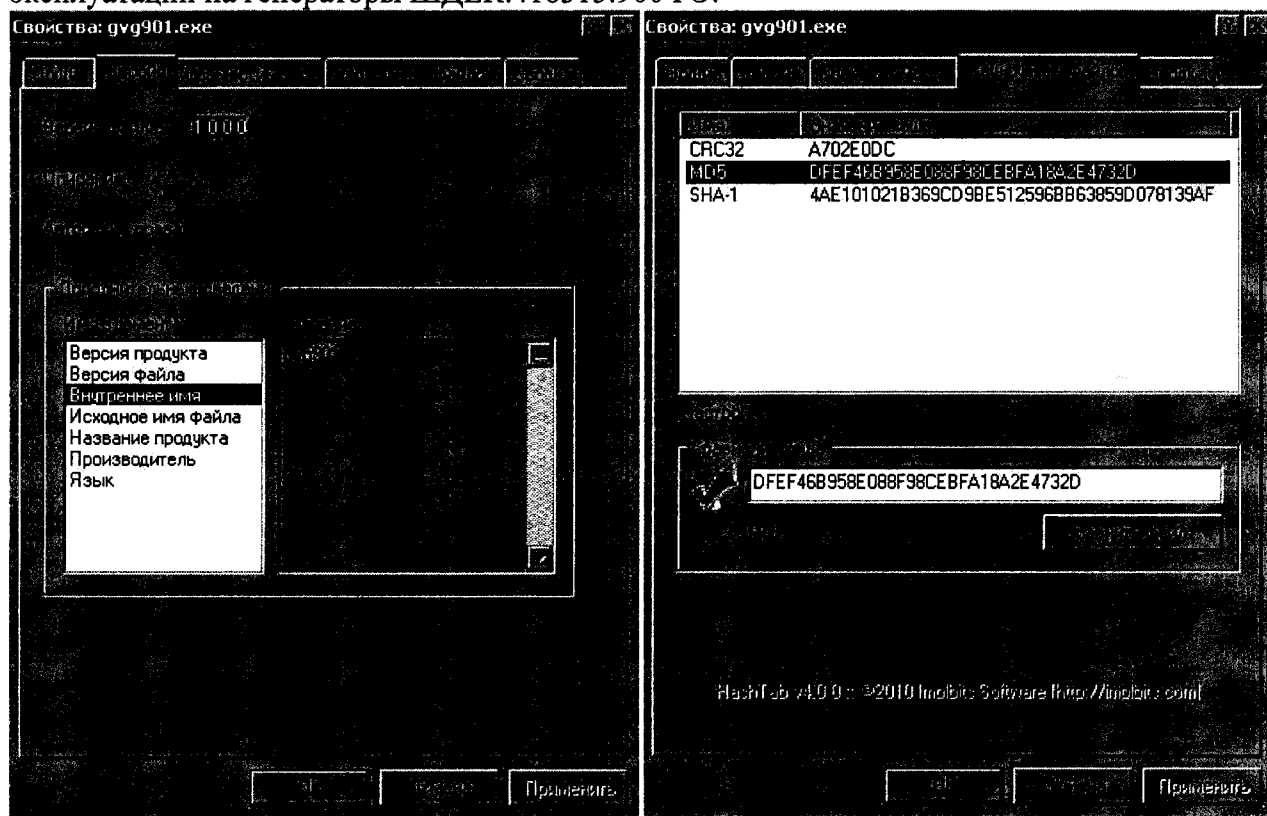
6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия ПО проводится в два этапа. На первом этапе проверяется подтверждение соответствия встроенного ПО, на втором этапе проверяется номер версии и контрольная сумма автономного ПО.

Подтверждение соответствия встроенного программного обеспечения проводится визуально. На верхней и нижней крышке генератора должны стоять пломбы. Наличие

пломб обеспечивает целостность встроенного ПО от внешнего доступа.

Номер версии и контрольная сумма автономного ПО определяется по исполняемому файлу gvg901.exe (gvg902.exe) с помощью программы HashTab или другой аналогичной по алгоритму MD5 и должна соответствовать указанному в приложении В руководства по эксплуатации на генераторы ШДЕК.418313.900 РЭ.



6.4. Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение абсолютной погрешности генератора по каналу относительной влажности

6.4.1.1 Определение абсолютной погрешности по каналу относительной влажности проводится с использованием генератора влажного газа HygroGen 2, методом компарирования. В качестве гигрометра-компаратора используется гигрометр Rotronic модификации HygroLog NT.

6.4.1.2 Установить измерительный зонд гигрометра-компаратора в порт измерительной камеры поверяемого генератора. В генераторе, в соответствии с руководством по эксплуатации задать 5,0 % относительной влажности.

6.4.1.3 По истечении 20 мин зафиксировать 5-10 показаний гигрометра-компаратора с интервалом между измерениями 1-2 мин. Генератор считается вышедшим на режим если показания гигрометра-компаратора не отличаются друг от друга по абсолютной величине более чем на 0,1 %.

6.4.1.4 После выхода поверяемого генератора на заданный режим записать измеренное значение относительной влажности по гигрометру-компаратору $\Pi_{гэ}$, % и температуру $T_{гэ}$.

6.4.1.5 Записать значение относительной влажности $C_{г}$ и температуры $T_{г}$ отображаемые на индикаторе поверяемого генератора.

6.4.1.6 Извлечь измерительный зонд гигрометра-компаратора из порта измерительной камеры поверяемого генератора.

6.4.1.7 Установить измерительный зонд гигрометра-компаратора в порт измерительной камеры эталонного генератора Hygrogen. В эталонном генераторе, в соответствии с руководством по эксплуатации задать 5,0 % относительной влажности и температуру влажной смеси T_h равную температуре влажной смеси поверяемого генератора $T_{г}$.

6.4.1.8 По истечении 20 мин зафиксировать 5-10 показаний $\Pi_{эi}$ гигрометром-компаратором с интервалом между измерениями 1-2 мин. Генератор считается вышедшим на режим если показания гигрометра-компаратора не отличаются друг от друга по абсолютной величине более чем на 0,1 %

6.4.1.9 Вычислить среднее показание $\bar{\Pi}_{э}$, %, по формуле:

$$\bar{\Pi}_{э} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Pi_{эi} \quad (1)$$

где $\bar{\Pi}_{э}$ - среднее показание относительной влажности, %;

$\Pi_{эi}$ - измеренное значение относительной влажности гигрометром-компаратором, %;

n – число измерений ($n=5$)

6.4.1.10 Рассчитать среднее квадратическое отклонение (СКО) показаний гигрометра-компаратора по формуле:

$$СКО = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^s \left(\Pi_{эi} - \bar{\Pi}_{э} \right)^2}{n-1}} \times \frac{100}{\bar{\Pi}_{э}} \quad (2)$$

СКО не должно превышать 0,5 %.

6.4.1.11 После выхода эталонного генератора на заданный режим записать измеренное значение относительной влажности по гигрометру-компаратору $\Pi_{hэ}$, % и температуры $T_{hэ}$.

6.4.1.12 Записать значение относительной влажности C_h и температуры T_h отображаемые на индикаторе эталонного генератора Hygrogen.

6.4.1.13 Извлечь измерительный зонд гигрометра-компаратора из порта измерительной камеры эталонного генератора Hygrogen.

6.4.1.14 Привести полученные измеренные данные относительной влажности гигрометра – компаратора (Пгэ и Пнэ) к температуре эталонного генератора Th по формулам приложения Б ГОСТ 8.547-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений влажности газов.

6.4.1.15 Определить абсолютную погрешность генератора Δ , %, по формуле (3):

$$\Delta = \left| C_{\Gamma} - C_h \times \frac{P_{\Gamma\text{э}}^{np}}{P_{h\text{э}}^{np}} \right| \quad (3)$$

где C_{Γ} – значение относительной влажности смеси (отображенное на индикаторе поверяемого генератора), воспроизведенное поверяемым генератором в заданном режиме

C_h – значение относительной влажности смеси, воспроизведенное эталонным генератором Hygrogen (отображенное на индикаторе эталонного генератора).

$P_{\Gamma\text{э}}^{np}$ – значение относительной влажности поверяемого генератора измеренное гигрометром-компаратором и приведенное к температуре эталонного генератора Th.

$P_{h\text{э}}^{np}$ – значение относительной влажности эталонного генератора Hydrogen измеренное гигрометром-компаратором и приведенное к температуре эталонного генератора Th.

6.4.1.16 Выполнить операции 6.3.1.2-6.3.1.12 для следующих значений относительной влажности: 25,0 %, 45,0 %, 70,0 %, 95,0 %.

6.4.1.17 Результаты определения абсолютной погрешности признают положительными, если в заданном диапазоне относительной влажности абсолютная погрешность не превышает (по модулю) 1 %.

6.4.2 Определение абсолютной погрешности генератора по каналу температуры точки росы

6.4.2.1 Определение основной абсолютной погрешности по каналу температуры точки росы проводится с использованием гигрометра Michell S8000RS.

6.4.2.2 Подключить выход газа поверяемого генератора к входу газа гигрометра. В поверяемом генераторе, в соответствии с руководством по эксплуатации, последовательно задать следующие значения температуры точки росы (точки): -80, -60, -50, -40, -30, -20, -10, +10 °C.

6.4.2.3 После выхода поверяемого генератора на заданный режим и установления постоянных показаний гигрометра, записать воспроизведённое значение температуры точки росы по поверяемому генератору и измеренное значение температуры точки росы по гигрометру-компаратору.

6.4.2.4 Определить значение абсолютной погрешности температуры точки росы для каждой точки по формуле (4):

$$\Delta T = C_{\Gamma} - C_k \quad (4)$$

где C_{Γ} - установившееся показание температуры точки росы поверяемого генератора, °C;

C_k - установившееся показание температуры точки росы на дисплее гигрометра-компаратора, °C.

Результат поверки считают положительным, если максимальное значение абсолютной погрешности в каждом из последовательных измерений не превышает ± 1 оС.

6.4.3 Определение диапазонов и относительной погрешности измерения расхода по

каналам

Оценивается разность показаний регуляторов расхода газа и калибратора расхода газа Cal=Trak SL-800 по каждому из каналов. Исследования проводятся на газе азоте следующим образом:

- 1) Подсоединить редуктор к баллону с калибровочным газом;
- 2) Подать питание в ГВГ, прогреть прибор в течение 30 мин.
- 3) Слить воду с насытителя (барботера) – см РЭ п. 2.2.7 и каплеуловителя – см РЭ п. 2.2.8.
- 4) Зафиксировать ноль по всем каналам.
- 5) Подключить выход редуктора к входу исследуемого регулятора (канала), остальные входы заглушить.
- 6) К выходу генератора подключить калибратор расхода газа Cal=Trak SL-800;
- 7) Редуктором установить давление на входе генератора $(0,20 \pm 0,05)$ МПа;
- 8) Установить следующие значения расхода через исследуемый регулятор: 10, 20, 40, 60, 80, 100 % (в % от верхнего предела регулирования данного регулятора) и зафиксировать показания калибратора расхода газа Cal=Trak SL-800, соответствующие этим расходам. Повторить операцию при уменьшении расхода от 100 % до 0. Число измерений в каждой точке – 3. Результаты записать в таблицу 2.

Результат испытания считают положительным, если максимальное значение относительной погрешности в каждом из последовательных измерений не превышает пределов допускаемых значений относительной погрешности по выбранному каналу расхода газа поверяемого генератора, приведённом в приложении А

Таблица 2

Канал № . . . ; Расход - . . .

Показания ГВГ, $Q_{г}$, $\text{см}^3/\text{мин}$	Показания калибратора расхода газа Cal=Trak SL-800, $Q_{с}$, $\text{см}^3/\text{мин}$			Относительная погрешность $\frac{Q_{г} - Q_{с}}{Q_{с}}$, %	Выводы
	при увеличении	при уменьшении	среднее		

6.4.4 Определение абсолютной погрешности измерения температуры в камере относительной влажности генератора

Для определения абсолютной погрешности измерения температуры в камере относительной влажности необходимо провести следующие действия:

- 1) Установить в камеру относительной влажности щуп лабораторного термометра ЛТ-300.
- 2) Подать питание в ГВГ, прогреть прибор в течение 60 мин.
- 2) Записать показания температуры в камере относительной влажности измеренные генератором $T_{г}$ и термометром ЛТ-300 $T_{э}$.
- 3) В течение 20 мин, снимать показания $T_{г}$ и $T_{э}$ каждые 5 мин.

4) Вычислить средние значения $\bar{T}_{г}$ и $\bar{T}_{э}$ по формулам:

$$\bar{T}_{г} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{г_i} \quad (5)$$

$$\bar{T}_{э} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{э_i} \quad (6)$$

где $\bar{T}_{г}$ и $\bar{T}_{э}$ - средние показания температуры в камере относительной влажности генератора, измеренные генератором и термометром ЛТ-300, °С;

$T_{Гi}$ и $T_{Эi}$ - показания температуры в камере относительной влажности генератора, измеренные генератором и термометром ЛТ-300, °С;

n – число измерений (n=5)

5) Вычислить абсолютную погрешность измерения температуры в камере относительной влажности генератора ΔT по формуле:

$$\Delta T = \bar{T}_Г - \bar{T}_Э$$

Абсолютная погрешность измерения температуры в камере относительной влажности генератора должна быть в пределах $\pm 0,2$ °С.

7. Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки вносят в протокол, форма которого приведена в Приложении Б.

7.2. Положительные результаты поверки оформляются свидетельством установленной формы.

7.3. Генераторы влажного газа ГВГ, удовлетворяющие требованиям настоящей МП, признаются годными.

7.4. Генераторы влажного газа ГВГ, не удовлетворяющие требованиям настоящей МП к эксплуатации не допускаются и на них выдается извещение о непригодности.

Основные технические характеристики генераторов влажного газа

Диапазоны измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Модификации ГВГ	Диапазон воспроизведения заданных значений относительной влажности, %	Диапазон воспроизведения заданных значений температуры точки росы
ГВГ-901	0 ^{*)} , 2 - 96, 98 ^{**)}	-
ГВГ-902	0 – 96, 98 ^{**)}	от -80 ^{***)} до +20 °С

*) – для получения 0 % относительной влажности генератор необходимо использовать в ручном режиме с включением только канала сухого газа.

**) – для получения 98 % относительной влажности генератор необходимо использовать в ручном режиме с включением только канала влажного газа.

***)) – при использовании автономного режима работы генератора или работы под управлением от персонального компьютера минимальная температура точки росы влаги составляет -80 °С в случае использования в качестве исходного газа азота особой чистоты (или другого рабочего газа) с температурой точки росы -90 °С (при атмосферном давлении).

Диапазон измерений температуры в камере относительной влажности от 10 до 30 °С.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры в камере относительной влажности $\pm 0,2$ °С.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения заданных значений относительной влажности $\pm 1,0$ %.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения заданных значений температуры точки росы $\pm 1,0$ °С.

Номинальная цена наименьшего разряда индикатора для значений относительной влажности - 0,1 %, для значений температуры точки росы – 0,1 °С.

В качестве рабочих газов могут использоваться технически чистые газы: азот высокой чистоты (по ГОСТ 9293-74 или ТУ 301-07-25-89), воздух (по ТУ 6-21-5-82), метан (по ТУ 51-841-87), аргон (по ГОСТ 10157-79 или ТУ 6-21-12-94), гелий (по ТУ 0271-135-31323949-2005).

Объемный расход приготавливаемой парогазовой смеси (ПГС) на выходе от 100 до 5000 см³/мин

Количество каналов измерения и регулирования расхода газа мод. ГВГ-901 – 2, мод. ГВГ-902 - 4.

Диапазоны измерений и регулирования расхода по каналам, пределы допускаемой относительной погрешности генератора ГВГ-901 при измерении расхода приведены в таблице 2.

Таблица 2

Канал	Диапазон измерений расхода (приведенный к температуре 20 °С и давлению 101,4 кПа), см ³ /мин	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода, %
Канал сухого газа	от 100 до 5000	$\pm 1,5$
Канал влажного газа	от 100 до 5000	$\pm 1,5$

Диапазоны измерений и регулирования расхода по каналам, пределы допускаемой относительной погрешности генератора ГВГ-902 при измерении расхода приведены в таблице 3.

Таблица 3

Канал	Диапазон измерений расхода (приведенный к температуре 20 °С и давлению 101,4 кПа), см ³ /мин	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода, %
Канал сухого газа	от 100 до 5000	± 1,5
Канал влажного газа 1	от 100 до 5000	± 1,5
Канал влажного газа 2	от 5 до 104	± 1,5
Канал влажного газа 3	от 0,2 до 5,2	± 1,5

Время установления заданного значения относительной влажности парогазовой смеси на выходе генератора не более 60 мин.

Время установления заданного значения температуры точки росы (ТТР) парогазовой смеси на выходе генератора ГВГ-902:

- 1) При ТТР не более – 60 °С, время установления, мин, не более 60.
- 2) При ТТР от – 60 °С до – 80 °С, время установления, мин, не более 180.

Протокол поверки

Генераторов влажного газа ГВГ модификации _____

Зав. № _____

Дата выпуска _____

Дата поверки _____

Условия поверки: температура окружающего воздуха _____ °С;

атмосферное давление _____ кПа;

относительная влажность _____ %.

Средства поверки _____

Поверено в соответствии с документом «Генераторы влажного газа ГВГ модификации ГВГ-901, ГВГ-902. Методика поверки. МП-242-1847-2015»

Результаты поверки

1. Результаты внешнего осмотра _____

2. Результаты опробования _____

2.1 Результаты проверки герметичности _____

3. Результаты подтверждения соответствия программного обеспечения _____

4 Результаты определения метрологических характеристик

4.1 Определение абсолютной погрешности генератора по каналу относительной влажности _____

4.2 Определение абсолютной погрешности генератора по каналу температуры точки росы _____

4.3 Определение диапазонов и относительной погрешности измерения расхода по каналам

Канал № . . . ; Расход -

Показания ГВГ, $Q_{г}$, $\text{см}^3/\text{мин}$	Показания калибратора расхода газа Cal=Trak SL-800, Q_c , $\text{см}^3/\text{мин}$			Относительная погрешность $\frac{Q_{г} - Q_c}{Q_c}$, %	Выводы
	при увеличении	при уменьшении	среднее		

4.4 Определение абсолютной погрешности измерения температуры в камере относительной влажности генератора _____

4. Заключение _____

Поверитель _____