

Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственная Компания  
«МИКРОФОР»  
(ООО НПК «МИКРОФОР»)



80277-20



СДЕЛАНО  
В РОССИИ

# ГЕНЕРАТОРЫ ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЕ СУХОВЕЙ-4 и СУХОВЕЙ-4В

Руководство по эксплуатации

ЦАРЯ.418319.004 РЭ

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
2.	<b>НАЗНАЧЕНИЕ</b> .....	4
3.	<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b> .....	5
4.	<b>СОСТАВ ГЕНЕРАТОРА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ</b> .....	6
5.	<b>ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАТОРА</b> .....	9
	5.1. Принцип работы генератора .....	9
	5.2. Конструкция генератора.....	11
	5.3. Описание и работа газовой системы генератора. ....	12
	5.4. Режим 1 - Просушка СИ перед поверкой («ночной режим»).....	14
	5.5. Режим 2 - Подача газа на СИ через капилляры (метод смешивания).....	15
	5.6. Режим 3 - Подача газа на СИ из конденсационной камеры (методы двух температур и двух давлений).....	16
	5.7. Режим 4 - Просушка генератора.....	17
	5.8. Описание и работа схемы управления генератором.....	18
	5.9. Описание и работа основных блоков генератора .....	18
6.	<b>МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	21
7.	<b>УПРАВЛЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОМ</b> .....	21
	7.1. Кнопка включения и выключения.....	21
	7.2. Сенсорный экран модуля управления и индикации.....	22
8.	<b>ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ</b> .....	31
	8.1. Общие указания.....	31
	8.2. Первое включение.....	31
	8.3. Подключение СИ к генератору.....	32
	8.4. Просушка поверяемых СИ перед поверкой .....	33
	8.5. Порядок работы с генератором.....	34
	8.6. Завершение работы с генератором .....	37
	8.7. Подготовка генератора к длительному хранению .....	38
	8.8. Подготовка генератора к транспортировке .....	39
9.	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b> .....	39
10.	<b>ПОВЕРКА</b> .....	40
11.	<b>ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....	41
	11.1. Информация о встроенном программном обеспечении.....	41
	11.2. Обновление встроенного программного обеспечения для настольного исполнения	42
12.	<b>НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ</b> .....	43
13.	<b>ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)</b> .....	44

<b>14.</b>	<b>ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ .....</b>	<b>44</b>
<b>15.</b>	<b>СРОК СЛУЖБЫ.....</b>	<b>44</b>
<b>16.</b>	<b>УТИЛИЗАЦИЯ.....</b>	<b>44</b>
<b>17.</b>	<b>СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ.....</b>	<b>45</b>
<b>18.</b>	<b>СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....</b>	<b>45</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Сертификат об утверждении типа СИ.....</b>	<b>46</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Декларация о соответствии требованиям таможенного союза .....</b>	<b>47</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.....</b>	<b>48</b>
	1. Описание .....	48
	2. Подключение .....	49
	3. Техническое обслуживание. ....	50
	4. Неисправности и их устранение .....	51
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Описание протокола работы с генератором через порт RS-485.....</b>	<b>52</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Методические рекомендации по поверке гигрометров ИВА-10М.....</b>	<b>55</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Типовые рекомендуемые сценарии использования генератора .....</b>	<b>57</b>
	1. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -80 °С .....	57
	2. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -60 °С или конденсационных гигрометров .....	58
	3. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -30 °С .....	58
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки .....</b>	<b>59</b>
	<b>СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТАХ.....</b>	<b>63</b>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с генераторами влажного газа эталонными Суховей-4 и Суховей-4В (в дальнейшем – генератор или Суховей-4(В)) и содержит их описание, принцип действия, а также характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей и правильной эксплуатации генераторов.

К эксплуатации генератора могут быть допущены специалисты с квалификацией не ниже техника-лаборанта, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по правилам техники безопасности при работе с электроприборами, питающимися от электрической сети переменного тока с напряжением 220 В и приборами, находящимися под повышенным давлением газа.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды генератор имеет исполнение УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69.

По защищенности от воздействия окружающей среды генератор имеет степень защиты IP20 по ГОСТ 14254-96.

Пример обозначения генератора при заказе и в документации другой продукции, где он может быть применен:

Генератор влажного газа эталонный Суховей ТУ 26.51.70-001-77511225-2019.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

Генератор предназначен для воспроизведения задаваемых значений температуры точки росы (иня) в парогазовых смесях методами двух температур, двух давлений, смешивания газовых потоков и сочетанием этих методов. Генератор является рабочим эталоном 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений влажности и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта №2415 от 21.11.2023 и может применяться для поверки, калибровки и градуировки гигрометров при выпуске их из производства или ремонта, в процессе эксплуатации или после хранения.

Управление генератором может осуществляться как с лицевой панели (для настольного исполнения), так и от персонального компьютера.

Генератор предназначен для работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 17 до 27°C;
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- относительная влажность окружающей среды не более 80 %;
- содержание в воздухе агрессивных газов и паров, вызывающих коррозию не более санитарных норм, установленных для закрытых помещений;
- пространственное положение – горизонтальное с отклонением не более 5°;
- отсутствие ударов, тряски и вибрации, воздействия прямых солнечных лучей;
- избыточное давление газа (воздух, азот) на входе в генератор в пределах от 0,6 до 0,9 МПа;
- содержание механических примесей в газе (пыль, сажа, окалина, масла и т.п.) не более 2мг/м<sup>3</sup>;
- питание от сети переменного тока напряжением (220±22) В, частотой (50±1) Гц.

Исполнение генераторов – обыкновенное по ГОСТ 12977.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Диапазон воспроизводимой генератором точки росы (инея) парогазовой смеси (далее – ПГС) от -80 до +20°C.



**Примечание.** При температуре окружающей среды менее 22°C верхний предел диапазона измерений ограничен температурой на 2°C ниже температуры окружающей среды.



**Примечание.** При задании целевой температуры точки росы (инея) ниже 0°C, генератор воспроизводит единицу точки инея, выше 0°C – точку росы.

3.2. Метрологически значимая часть программного обеспечения генератора рассчитывает также значения относительной влажности и молярной доли влаги воздуха в измерительной камере на основе ГОСТ Р 8.811-2012.

3.3. Пределы допускаемой абсолютной погрешности генератора при воспроизведении точки росы (инея) ПГС, °C:

- для генератора Суховей-4: ±1,0;

- для генератора Суховей-4В: ±0,5;

3.4. Питающий газ - воздух, азот.

3.5. Избыточное давление рабочего газа на входе генератора от 0,6 до 0,9 МПа.

3.6. Потребление рабочего газа не более 3 л/мин.

3.7. Содержание механических примесей (пыль, сажа, окалина, масло и др.), мг/м<sup>3</sup>, не более 2.

3.8. Температура точки инея питающего газа при рабочем давлении на входе в генератор, °C, не хуже -45.

3.9. Требования обеспечиваются системой подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой, которая может поставляться вместе с генератором.

3.10. Расход ПГС через подключенные к генератору СИ от 1 до 2,5 л/мин.

3.11. Время прогрева генератора не более 30 мин.

3.12. Время установления заданного значения точки росы (инея) ПГС на выходе генератора не более 20 мин.



**Примечание:** Время установления зависит от направления хода генератора (понижение или повышение влажности), расхода газа, величины воспроизводимой влажности и степени просушки газовых коммуникаций генератора. На время установления также могут влиять следующие факторы: материал и наличие загрязнений на погружной части исследуемых гигрометров.

3.12. Дискретность задания воспроизводимого значения точки росы (инея) 0,1 °C.

3.13. Нестабильность воспроизводимого значения точки росы (инея) не более ±0,1 °C.

3.14. Средняя наработка на отказ в нормальных условиях не менее 10 000 часов.

3.15. Средний срок службы генератора не менее 8 лет.

3.16. Потребляемая мощность не более – 400 Вт.

3.17. Габаритные размеры

- генератора не более 500×350×420 мм;

- системы подготовки сжатого воздуха – см. Приложение 3.

3.18. Масса:

- генератора – не более 30 кг;

- системы подготовки сжатого воздуха – см. Приложение 3.

3.19. Изоляция силовых электрических цепей питания генератора относительно корпуса при температуре окружающего воздуха (20±5) °C и относительной влажности не более 80 %

выдерживает в течении одной минуты воздействие испытательного напряжения синусоидальной формы величиной 1500 В, частотой 50 Гц.

3.20. Электрическое сопротивление изоляции между силовыми электрическими цепями и корпусом генератора при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , относительной влажности не более  $(80 \pm 3) \%$  и номинальном напряжении 220 В не менее 40 МОм.

3.21. Генератор в упаковке для транспортирования выдерживает воздействие температуры от минус 50 до плюс  $50^\circ\text{C}$ , относительной влажности  $(95 \pm 3)$  при температуре  $35^\circ\text{C}$  и транспортной тряски по группе N2 по ГОСТ 12997-84.

#### 4. СОСТАВ ГЕНЕРАТОРА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Генератор Суховой-4 состоит из основного блока и блока смешения, выполненных в 19-дюймовых корпусах (Рисунок 1). В Генераторе Суховой-4В блок смешения встроен в основной блок (Рисунок 2). Генераторы могут поставляться либо в настольном исполнении (с возможностью установки блоков друг на друге для генератора Суховой-4, Рисунок 1), либо в исполнении для установки в стандартную 19-дюймовую стойку (Рисунок 3), в которой также могут размещаться одна или несколько измерительных камер для исследуемых преобразователей гигрометров, термостатированная камера для исследуемых преобразователей гигрометров и другие устройства (Рисунок 3).

По запросу генератор может оснащаться одной или несколькими проточными камерами для установки исследуемых гигрометров.

По запросу на передней панели генератора может быть размещен ротаметр для регулирования расхода газа.



Рисунок 1 – Внешний вид генератора влажного газа эталонного Суховой-4 в настольном исполнении.



Рисунок 2 – Внешний вид генератора влажного газа эталонного Суховой-4В в настольном исполнении с поплавковым ротаметром на передней панели.



Рисунок 3 – Внешний вид генератора влажного газа эталонного Суховой-4В стоечного исполнения, установленного в 19” стойку с термостатируемой измерительной камерой.

Комплект поставки генератора приведен в таблице 1.

Таблица 1. Комплект поставки.

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Генератор влажного газа эталонный Суховой-4 настольного исполнения	ЦАРЯ.418319.004	1 шт.	(1)
Блок смешивания газовых потоков настольного исполнения	ЦАРЯ.418319.006	1 шт.	(5)
Генератор влажного газа эталонный Суховой-4 стоечного исполнения	ЦАРЯ.418319.004-01	1 шт.	(1)
Блок смешивания газовых потоков стоечного исполнения	ЦАРЯ.418319.006-01	1 шт.	(5)
Генератор влажного газа эталонный Суховой-4В настольного исполнения	ЦАРЯ.418319.004	1 шт.	(1)
Генератор влажного газа эталонный Суховой-4В стоечного исполнения	ЦАРЯ.418319.004-01	1 шт.	(1)
Комплект фитингов и трубок для подключения гигрометров		1 шт.	
Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой	ЦАРЯ.418319.011	1 шт.	(2)
19-дюймовая стойка		1 шт.	(2), (3)
Персональный компьютер, встроенный в 19-дюймовую стойку		1 шт.	(2), (3), (4)
Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.418319.005 РЭ	1 экз.	
Диск с программным обеспечением		1 шт.	(3)

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Упаковка	ЦАРЯ.418319.013 СБ	1 шт.	
Дополнительные приспособления и документация			
Методика поверки	ЦАРЯ.418319.002 МП	1 шт.	(2)
Измерительная камера для установки 2 измерительных преобразователей ДТР (гигрометр ИВА-8) (установочная резьба М24×1)	ЦАРЯ.2748.100	1 шт.	(2)
Измерительная камера для установки 2 измерительных преобразователей ДТР (установочная резьба М20×1,5)	ЦАРЯ.2748.104	1 шт.	(2)
Измерительная камера для установки 2 измерительных преобразователей Easidew или Transmet IS (установочная резьба 5/8" UNF)	ЦАРЯ.2748.102	1 шт.	(2)
Измерительная камера для установки одного измерительного преобразователя Easidew (установочная резьба G1/2" BSP) и одного измерительного преобразователя анализатора влажности Moisture Analyzer модификации MMS35 (установочная резьба 3/4"-16 UNF)	ЦАРЯ.2748.103	1 шт.	(2)
<p>Примечания:</p> <p>(1) – исполнение выбирается при заказе;</p> <p>(2) – поставляется по запросу Заказчика;</p> <p>(3) – для стоечного исполнения;</p> <p>(4) – периферийные устройства поставляются по запросу Заказчика;</p> <p>(5) – только для генератора Сухолей-4 соответствующего исполнения.</p>			

## 5. ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАТОРА

### 5.1. Принцип работы генератора

Принцип работы генератора в диапазоне точки инея ниже  $-19^{\circ}\text{C}$  основан на использовании метода смешивания двух потоков газа – сухого и с известным влагосодержанием; в диапазоне точки росы (инея) выше  $-19^{\circ}\text{C}$  – на совместном использовании метода двух температур и двух давлений, заключающегося в достижении фазового равновесия водяного пара, содержащегося в парогазовой смеси, с водой при контролируемых значениях давления и температуры с последующим их изменением до давления и температуры в измерительной камере с исследуемыми преобразователями гигрометров.

Получение газа с известным влагосодержанием основано на достижении фазового равновесия водяного пара, содержащегося в парогазовой смеси (ПГС), с водой/льдом при контролируемых значениях давления и температуры.

Установление фазового равновесия происходит в насытителе при температуре  $T_{\text{нас}}$  и давлении  $P_{\text{нас}}$ .

Молярная доля влаги в газе в насытителе  $m_1$  составит

$$m_1 = \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_w(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0^{\circ}\text{C} \quad (1a)$$

$$m_1 = \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_i(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0^{\circ}\text{C} \quad (1б), \text{ где:}$$

$E_w(T)$  - давление насыщенного водяного пара в однокомпонентной системе, находящейся в термодинамическом равновесии с жидкой фазой воды при плоской поверхности раздела фаз, имеющей температуру  $T$  (И.1);

$E_i(T)$  - давление насыщенного водяного пара в однокомпонентной системе, находящейся в термодинамическом равновесии с твердой фазой воды (льдом) при плоской поверхности раздела фаз, имеющей температуру  $T$  (И.2).

$f(P, T)$  – повышающая функция влажного воздуха (газа), зависящая от его общего давления, температуры поверхности раздела фаз, агрегатного состояния конденсированной воды и рода сухой части парогазовой смеси.

После насытителя ПГС поступает в блок смешивания через регулятор давления ПК1 на вход капилляров влажного газа (в зависимости от требуемого расхода клапан КЛ8 позволяет задействовать один или два капилляра «влажного» газа) (5) (см. Рисунок 5). Сухой газ поступает через регулятор давления ПК3 на вход капилляра «сухого» газа. Выходы капилляров соединены вместе и в точке смешивания с помощью регулятора давления ПК4 поддерживается постоянное абсолютное давление. С выхода регулятора давления ПК4 газ с заданным влагосодержанием поступает в измерительную камеру с исследуемым гигрометром.

В общем случае, расход газа через капилляр зависит от геометрических размеров капилляра, температуры, типа газа и значений абсолютных давлений на входе и на выходе. Считая температуру капилляров постоянной (блок капилляров термостатируется), и используя в качестве газа-носителя воздух, зависимость расхода газа через капилляр можно выразить следующим образом:

$$Q = F(P_{\text{вх}}, P_{\text{вых}})$$

Таким образом расход газа через капилляры составит

$$Q_1 = F_1(P1_{\text{вх}}, P1_{\text{вых}}) \quad \text{- расход через капилляр «влажного» воздуха;}$$

$$Q_2 = F_2(P2_{\text{вх}}, P2_{\text{вых}}) \quad \text{- расход через капилляр «сухого» воздуха}$$

Обозначим

$m_2$  – молярная доля влаги в сухом газе.

Тогда молярная доля влаги  $m_3$  в точке смешения двух потоков составит

$$m_3 = \frac{m_1 Q_1 + m_2 Q_2}{Q_1 + Q_2} \quad (1)$$

Эффективное давление водяного пара в измерительной камере  $E_{\text{кам}}$  составит

$$E_{\text{кам}} = m_3 P_{\text{кам}}$$

Из определения температуры точки росы (иней) в РМГ 75-2014:

3.2.13 **температура точки росы [иней] по воде;** точка росы [иней]: Температура, при которой водяной пар, содержащийся в газе, охлаждаемом изобарически, становится насыщенным над водой [льдом], °С, К.

следует, что температура точки росы (иней) в камере соответствует эффективному давлению насыщенного водяного пара при том же давлении

Учитывая, что молярная доля влаги в точке смешения и в камере одинакова, молярная доля водяного пара в камере составит

$$m_3 = \frac{f(P_{\text{кам}}, T_d) \cdot E_w(T_d)}{P_{\text{кам}}} \quad \text{для } T_d \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2a)$$

$$m_3 = \frac{f(P_{\text{кам}}, T_f) \cdot E_i(T_f)}{P_{\text{кам}}} \quad \text{для } T_f < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2б)$$

Объединяя выражения (1) и (2), получим уравнения

$$\frac{m_1 Q_1 + m_2 Q_2}{Q_1 + Q_2} = \frac{f(P_{\text{кам}}, T_d) \cdot E_w(T_d)}{P_{\text{кам}}} \quad \text{для } T_d \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{m_1 Q_1 + m_2 Q_2}{Q_1 + Q_2} = \frac{f(P_{\text{кам}}, T_f) \cdot E_i(T_f)}{P_{\text{кам}}} \quad \text{для } T_f < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Или

$$E_w(T_d) = \frac{P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_d)} \cdot \left( m_1 \cdot \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} + m_2 \cdot \frac{Q_2}{Q_1 + Q_2} \right) \quad \text{для } T_d \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$E_i(T_f) = \frac{P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_f)} \cdot \left( m_1 \cdot \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} + m_2 \cdot \frac{Q_2}{Q_1 + Q_2} \right) \quad \text{для } T_f < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Введем понятие коэффициент разбавления  $K_{\text{разб}}$ :

$$K_{\text{разб}} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2}$$

С учетом (1), получим

$$E_w(T_d) = \frac{P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_d)} \cdot \left( \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}}) E_w(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \cdot K_{\text{разб}} + m_2 \cdot (1 - K_{\text{разб}}) \right) \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}, T_d \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$E_i(T_f) = \frac{P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_f)} \cdot \left( \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}}) E_w(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \cdot K_{\text{разб}} + m_2 \cdot (1 - K_{\text{разб}}) \right) \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}, T_f < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$E_i(T_f) = \frac{P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_f)} \cdot \left( \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}}) E_i(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \cdot K_{\text{разб}} + m_2 \cdot (1 - K_{\text{разб}}) \right) \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0 \text{ } ^\circ\text{C}, T_f < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Решение этих уравнений, т.е. вычисление значений температуры точки росы (иней), осуществляется программным обеспечением генератора методом итераций.

Расчет значения воспроизводимой точки росы (иней) в блоке управления генератором производится на основе соотношений (5а) - (5в) программным модулем librhcalc.so для настольного исполнения или RHCalc.dll, если управление генератором осуществляется от персонального компьютера.

Модули librhcalc.so и RHCalc.dll составляют метрологически значимую часть программного обеспечения генератора.

## 5.2. Конструкция генератора.

Генератор может поставляться либо в настольном исполнении с модулем управления и индикации, расположенном на передней панели (рисунок 1), либо в исполнении для установки в стандартную 19-дюймовую стойку, в которой также могут размещаться одна или несколько измерительных камер для исследуемых гигрометров и другие устройства.

На передней панели генератора расположены (помимо сенсорного дисплея для настольного исполнения) кнопка включения и выключения генератора, штуцер для подключения поверяемого СИ и ротаметр для задачи расхода газа (опционально). Штуцер «ВОЗВРАТ ГАЗА» может быть расположен либо на передней, либо на задней панели. Также на передней панели указываются логотип и наименование производителя, наименование генератора, его заводской номер и знак утверждения типа средства измерений.

Тип штуцера для подключения СИ «ВЫХОД ГАЗА» – Ну-Lok CBU-3М-S316, подключается трубкой из нержавеющей стали 3×0.5mm, обжатой CNFS-3М.

Тип штуцера «ВОЗВРАТ ГАЗА» – CAMOZZI 1590 6/4, подключается пластиковой трубкой CAMOZZI TPE 6/4.



Рисунок 4 – Вид генератора Суховой-4В настольного исполнения сзади.

На задней панели генератора расположены (Рисунок 4):

- разъем для подключения сетевого шнура питания;
- штуцер «ВХОД ГАЗА»;
- штуцеры для подключения газа «ВХОД ОСУШИТЕЛЯ» и «ВЫХОД ОСУШИТЕЛЯ»;
- штуцер «ВОЗВРАТ ГАЗА» может находиться либо на передней, либо на задней панели;
- заглушенный штуцер «ЗАЛИВ ВОДЫ»;
- 5 заглушенных штуцеров «Pнас», «Pкам», «Pкап», «Pсм», «Pсух» для подключения эталонных преобразователей давления при градуировке встроенных датчиков давления;
- штуцер для сброса конденсата при просушке конденсационной камеры;
- порт «СЕРВИС» – использование этого порта без указания производителя генератора запрещается;
- охлаждаемая часть конденсационной камеры;
- вентилятор охлаждения основного блока генератора.

Генератор настольного исполнения также имеет на задней панели:

- порт «RS-485» для подключения генератора к персональному компьютеру через преобразователь интерфейса ПИ-1С;
- порт LAN;

- 2 порта USB, предназначенных для обновления встроенного ПО и выгрузки журнала работы генератора на flash диск (см. раздел «Программное обеспечение»).

### 5.3. Описание и работа газовой системы генератора.



**ВНИМАНИЕ!** Для правильной работы генератора необходимо обеспечить непрерывное питание генератора, компрессора и системы подготовки сжатого воздуха, в том числе в ночное время, выходные и праздничные дни. После длительного хранения или транспортировки генератор должен быть просушен в течение не менее 3 суток до начала работы.

Газовая система генератора (Рисунок 5) содержит:

- электронные регуляторы давления, включающие датчики давления P1, P2, P3, P4 и P5, управляющие пропорциональными клапанами ПК1, ПК2, ПК3, ПК4 (1);
- предварительный увлажнитель (сатуратор) (далее – увлажнитель) (2);
- конденсационный насытитель (сепаратор) (3);
- ротаметр для контроля расхода газа через измерительную камеру (4);
- клапаны КЛ1-КЛ12;
- вентилятор охлаждения основного блока генератора КЛ13;
- термостатированный блок капилляров системы смешивания (5);
- преобразователь точки росы/иней ДТР-1-СМ для контроля газа на входе в генератор (6);
- осушитель (вторая ступень системы подготовки сжатого воздуха) (7).

На рисунке выше (Рисунок 5) и далее на схемах будут использоваться следующие условные обозначения: синий цвет клапана – клапан выключен, зеленый цвет – клапан включен; заданные значения отображаются в розовой рамке, измеренные значения – в черных рамках.

Температура в предварительном увлажнителе поддерживается регулятором температуры увлажнителя.

Температура конденсационной камеры T1 ( $T_{нас}$ ) поддерживается на заданном уровне регулятором температуры конденсационной камеры.

Давление в конденсационной камере измеряется датчиком давления P1 ( $P_{нас}$ ) и поддерживается регулятором давления с помощью пропорционального клапана ПК1. Давление в измерительной камере (поверяемом СИ) P2 ( $P_{кам}$ ) – датчиком давления P2 и поддерживается с помощью пропорционального клапана ПК2.

После насытителя газ через пропорциональный клапан ПК2 поступает (в зависимости от положения клапанов КЛ8 и КЛ9) либо на блок капилляров (режим 2), либо на поверяемое СИ (режим 3).

Давление в измерительной камере поверяемого СИ контролируется и регулируется регулятором давления с датчиком P1 ( $P_{кам}$ ) (в режиме 3, клапан КЛ11 выключен), либо задается давлениями P3, P4 и P5 (в режиме 2, клапан КЛ11 включен).

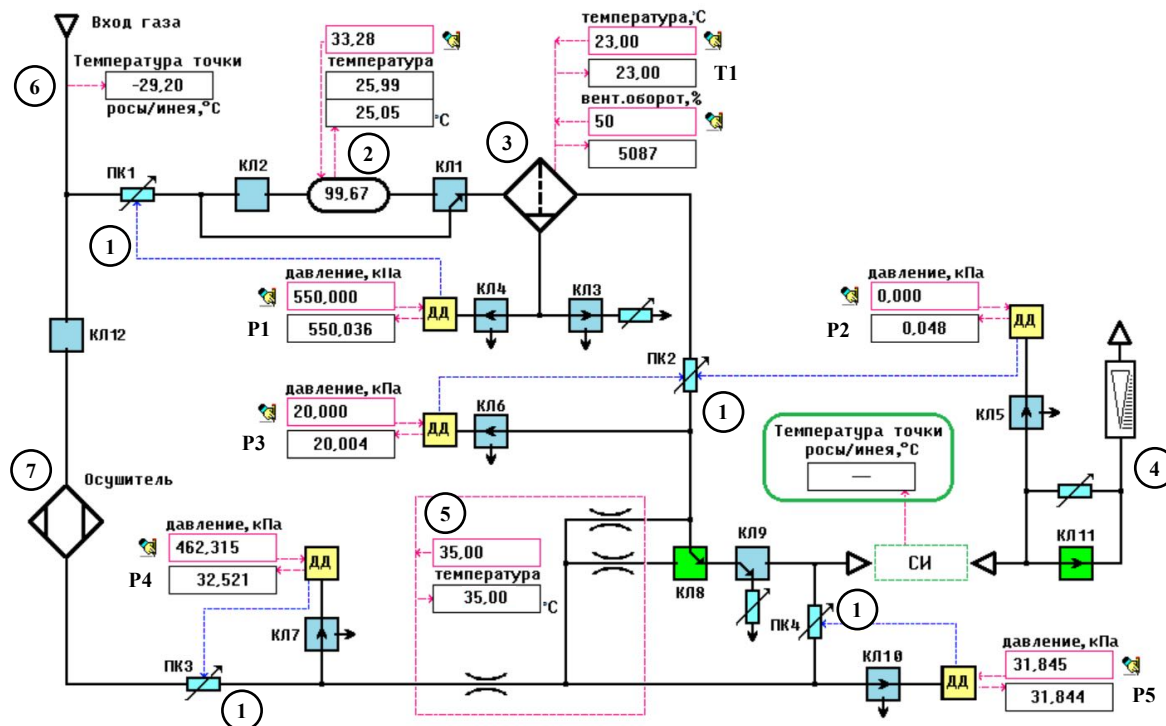


Рисунок 5 – Газовая схема генератора.

При работе в режиме смешивания (режим 2) регулятор давления ПК2 поддерживает заданное абсолютное давление P3 на входе капилляров «влажного» газа, регулятор давления ПК3 заданное абсолютное давление P4 на входе капилляра «сухого» газа, регулятор давления ПК4 поддерживает постоянное абсолютное давление P5 около 130 кПа в точке смешения. В зависимости от воспроизводимой влажности, «влажный» газ проходит через один или два капилляра, коммутируемых клапаном КЛ8.

Точка росы (иней) газа на выходе генератора определяется температурой и давлением газа в насытителе, количеством подключенных капилляров (1 или 2) и значениями давлений на входе и выходе капилляров.

Клапан КЛ2 управляет включением увлажнителя.

Клапан КЛ1 коммутирует подаваемый на вход конденсационной камеры (сухой или увлажненный) для предотвращения накапливания в ней избытка влаги.

Клапан КЛ3 предназначен для сброса конденсата из конденсационной камеры при ее просушке.

Клапан КЛ9 предназначен для переключения режима работы генератора.

При работе генератора сжатый воздух от первой ступени системы подготовки сжатого воздуха подается на штуцер «ВХОД ГАЗА», контролируется преобразователем точки росы/иней ДТР-1-СМ, затем поступает на вход пропорционального клапана ПК1 и, далее на предварительный увлажнитель и конденсационный насытитель.

Дальнейший путь прохождения газа зависит от режима, в котором работает генератор:

Режим 1 - Просушка СИ перед проверкой («ночной режим»).

Режим 2 - Подача газа на СИ через капилляры (метод смешивания).

Режим 3 - Подача газа на СИ из конденсационной камеры (методы двух температур и двух давлений).

Режим 4 - Просушка генератора.

Далее работа генератора в этих режимах будет рассмотрена более подробно.

#### 5.4. Режим 1 - Просушка СИ перед поверкой («ночной режим»)

Режим предназначен для длительной просушки поверяемого СИ и коммуникаций генератора перед поверкой.

В этом режиме газ от первой ступени системы осушки просушивает конденсационную камеру, а от второй ступени – подключенные к генератору СИ (Рисунок 6).

Расход газа через поверяемое СИ в режиме подачи сухого газа ограничивается 2,5 л/мин если генератор полностью включен, или 1 л/мин в режиме выключения с просушкой.

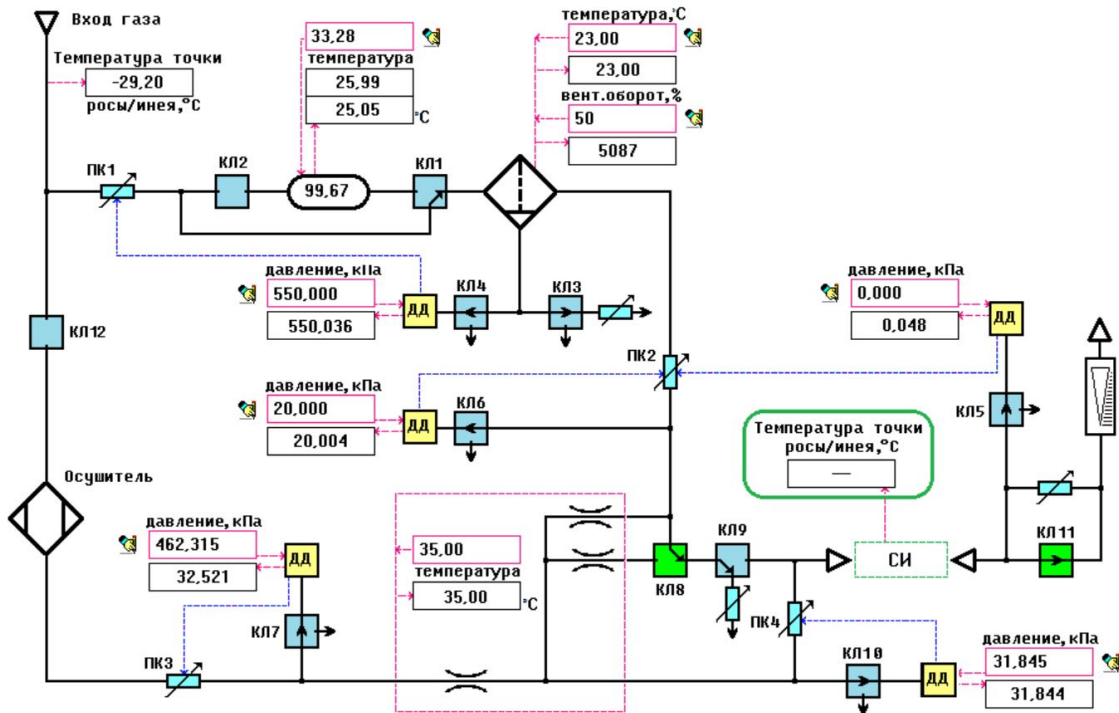


Рисунок 6 – Работа генератора в режиме 1 – Просушка СИ перед поверкой («ночной режим»).

### 5.5. Режим 2 - Подача газа на СИ через капилляры (метод смешивания)

Режим используется только при воспроизведении температуры точки инея газа  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. В этом режиме газ после первой ступени осушки поступает в блок капилляров, где смешиваются газовые потоки «сухой» от второй ступени системы осушки и «влажный» от конденсационной камеры.

Во избежание «замерзания» конденсационной камеры (когда сконденсировавшийся на стенках иней перекрывает ток газа через насытитель) в генераторе реализован алгоритм оценки количества конденсата, который при необходимости переключает клапан КЛ11.

Расход газа через поверяемое СИ в режиме работы методом смешивания ограничивается  $2,5\text{ л/мин}$ .

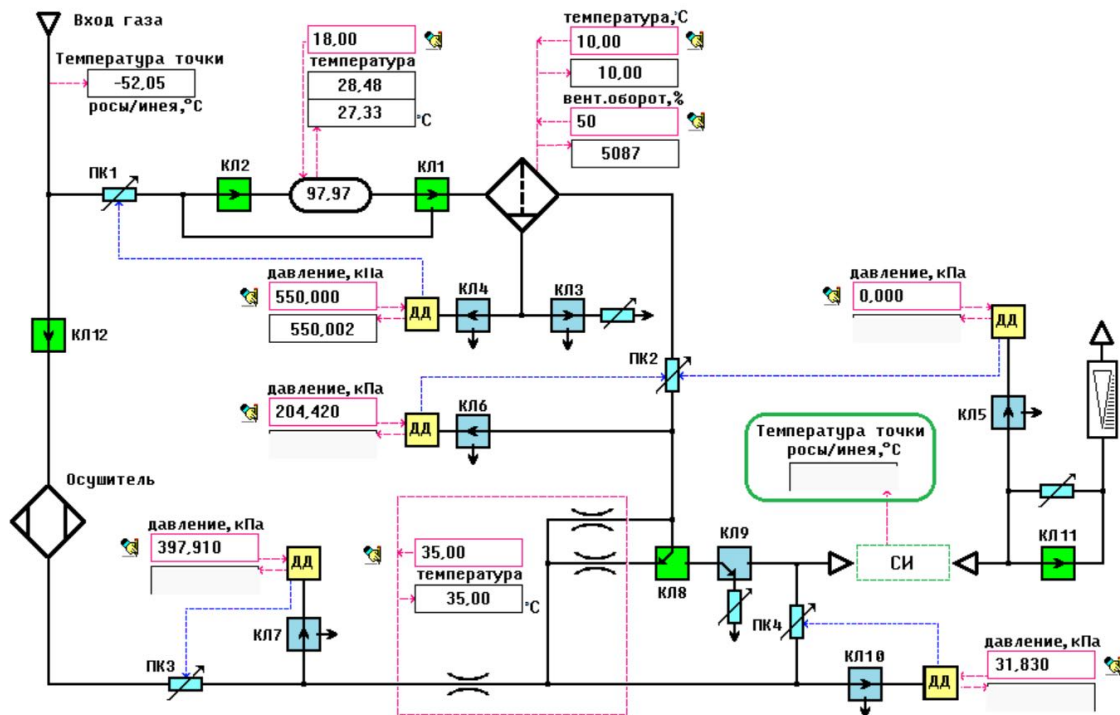


Рисунок 7 – Работа генератора в режиме 2 – Подача газа на СИ через капилляры (метод смешивания).

### 5.6. Режим 3 - Подача газа на СИ из конденсационной камеры (методы двух температур и двух давлений)

Режим используется для воспроизведения температуры точки росы/инея газа выше  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В этом режиме газ после первой ступени осушки поступает через увлажнитель в конденсационную камеру (Рисунок 8), где приходит в фазовое равновесие с уже содержащейся в конденсационной камере росой (инеем). На выходе конденсационной камеры ПГС имеет температуру точки росы равную  $T_1$  ( $T_{\text{нас}}$ ) при давлении  $P_1$  ( $P_{\text{нас}}$ ).

Расход газа через поверяемое СИ в режиме работы с конденсационной камерой ограничивается 1 л/мин.

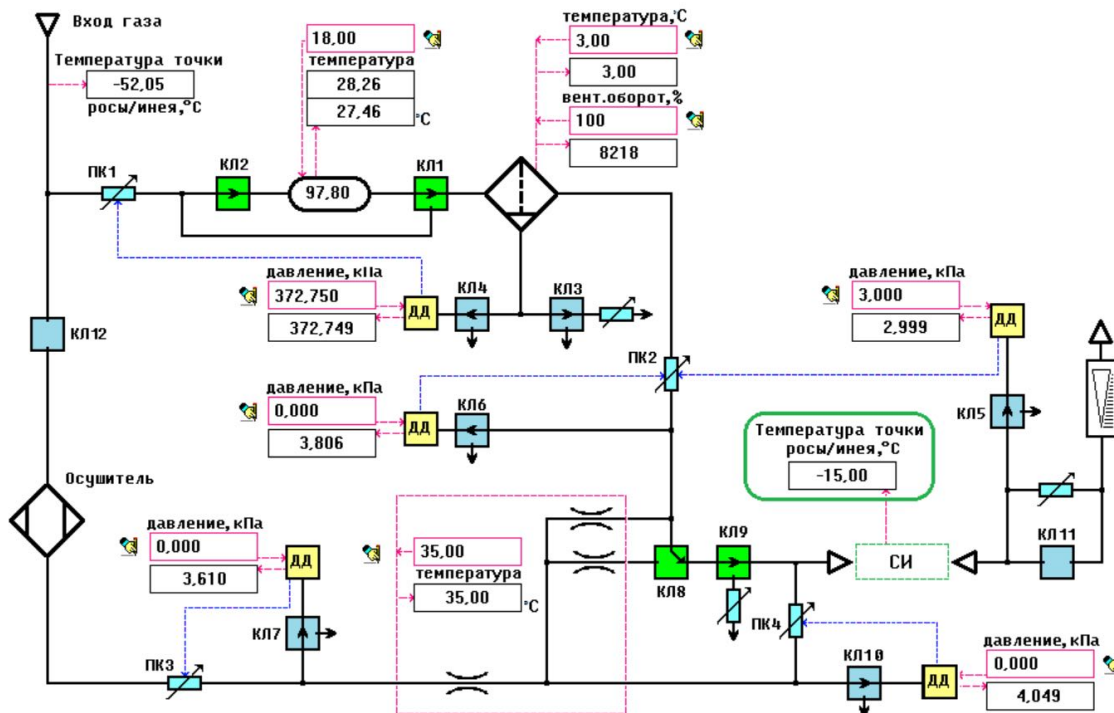


Рисунок 8 – Работа генератора в режиме 3 – Подача газа на СИ из конденсационной камеры.



## 5.8. Описание и работа схемы управления генератором

В состав генератора входят функционально законченные блоки, оснащенные цифровым выходом по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus и имеющие индивидуальные сетевые номера:

- блок управления увлажнителем, включающий два регулятора температуры (верхней и нижней крышки) и измеритель уровня воды;
- регулятор температуры конденсационного насытителя;
- 3 двухканальных регулятора давления;
- блок управления клапанами, включающий датчик атмосферного давления;
- регулятор температуры блока капилляров.

Блоки объединены в сеть Modbus и подключены к модулю управления и индикации.

## 5.9. Описание и работа основных блоков генератора

5.9.1. **Предварительный увлажнитель** (сатуратор) представляет собой вертикально расположенный цилиндр из поликарбоната, торцы которого закрыты крышками из алюминиевого сплава. Внутри крышек установлены термопреобразователи, на внешней поверхности размещены нагреватели.

Температура верхней и нижней крышек поддерживается на заданном уровне блоком управления увлажнителем. Внутри увлажнителя расположена вертикальная перегородка с отверстиями, на которой размещена специальная ткань. Увлажнитель частично заполняется водой. Ткань полностью смачивается водой, и газ, поступающий через входное отверстие в верхней крышке, проходя через смоченную ткань, увлажняется. Температура точки росы газа на выходе из увлажнителя близка к температуре крышек.

В нижней крышке увлажнителя расположен штуцер для залива воды. Уровень воды в процессе работы генератора контролируется емкостным измерителем в составе блока управления увлажнителем.

5.9.2. **Конденсационный насытитель** (сепаратор) содержит:

- конденсационную камеру;
- термоэлектрический модуль;
- радиатор с вентилятором для отвода тепла с обратной стороны термоэлектрического модуля;
- термопреобразователь сопротивления, встроенный в камеру.

Температура конденсационной камеры поддерживается на заданном уровне регулятором температуры, интегрированным с термоэлектрическим модулем и термопреобразователем.

Влажный газ, проходя через каналы насытителя, охлаждается, принимая температуру камеры. Излишки влаги конденсируются на стенках каналов, стекают в нижнюю часть камеры и выдавливаются наружу через капиллярную трубку. Температура точки росы ПГС на выходе из внутреннего насытителя равна температуре конденсационной камеры.

5.9.3. **Регулятор температуры конденсационной камеры** выполняет следующие функции:

- измерение сопротивления платинового термопреобразователя Pt100 по четырехпроводной схеме с периодическим изменением направления тока через термопреобразователь для компенсации термо-ЭДС;
- вычисление значения температуры табличным методом;
- сравнение текущего значения температуры с заданным и выдача управляющего ШИМ-сигнала на термоэлектрический модуль;
- взаимодействие с управляющим персональным компьютером по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus.

5.9.4. **Блок капилляров** представляет собой 3 капилляра (капиллярные трубки) с различным сечением, установленные в твердотельный термостат, поддерживающий их постоянную температуру. Основная характеристика капилляра – зависимость расхода через капилляр от перепада давления на нем – определяется при производстве, при постоянной температуре не зависит от внешних факторов, имеет отличную долговременную стабильность.

5.9.5. **Двухканальный регулятор давления** состоит из измерительного блока и блока обработки.

Измерительный блок содержит:

- 2 тензорезистивных сенсора избыточного давления с диапазонами измерения 0-1 МПа и 0-6 кПа или 0-1 МПа;

- нагреватель;

- датчик температуры;

- электронную схему, осуществляющую измерение сигналов сенсоров давления и передачу их в цифровом виде в блок обработки.

Сенсоры и электронная схема размещены внутри массивного корпуса из алюминиевого сплава, находящегося внутри теплоизолирующей оболочки. Регулятор температуры поддерживает внутри корпуса постоянную температуру 50 °С.

Блок обработки соединяется с измерительным блоком гибким шлейфом и выполняет следующие функции:

- прием цифровых сигналов от сенсоров давления;

- вычисление значения давлений табличным методом;

- сравнение текущих значений давления с заданными и выдача управляющих ШИМ-сигналов на регулирующие клапаны;

- управление электромагнитными клапанами, отсекающими сенсоры давления при установке нулей;

- управление нагревателем с целью поддержания постоянной температуры измерительного блока на уровне 50°С;

- взаимодействие с модулем управления и индикации по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus.

Описанная конструкция обеспечивает высокую точность измерения давления в широком диапазоне, которая достигается благодаря следующим техническим решениям:

- стабилизация температуры сенсоров давления убирает погрешность, вызванную их температурной зависимостью;

- стабилизация температуры измерительной схемы убирает погрешность, вызванную температурной зависимостью электронных компонентов;

- размещение измерительной схемы и сенсоров давления при одинаковой температуре минимизирует влияние термо-ЭДС на точность измерения;

- табличный метод описания градуировочной характеристики повышает точность измерения во всем диапазоне давлений;

- постоянная компенсация сдвига нуля перед началом каждого цикла задания влажности обеспечивает высокую точность измерений на нижнем участке диапазона измерений.

5.9.6. **Блок управления клапанами** осуществляет подачу управляющих сигналов на клапаны по команде ПО, осуществляет расчет коэффициентов разбавления для режима смешивания, а также измерение атмосферного давления.

5.9.7. **Измерительные камеры** предназначены для подключения к генератору гигрометров, не имеющих собственной измерительной камеры, поставляются по запросу. Каждая измерительная камера рассчитана на одновременную установку 2 гигрометров. При установке одного гигрометра необходимо использовать соответствующую заглушку, входящую в комплект измерительной камеры. Все необходимые уплотнительные кольца входят в комплект поставки измерительных камер. Вход камеры подключается металлической трубкой,

выход – пластиковой или металлической. Доступные к поставке измерительные камеры приведены в таблице 2. При необходимости разработки измерительной камеры для других гигрометров обратитесь в ООО НПК «МИКРОФОР».



**ВНИМАНИЕ!** Следует соблюдать осторожность при вкручивании и выкручивании гигрометра, чтобы избежать закусывания резьбы. Никогда не прилагайте усилие, если в процессе появилось сопротивление, не связанное с уплотняющей прокладкой!

Таблица 2 – Измерительные камеры

наименование	гигрометры	внешний вид
Камера измерительная двойная <b>M24x1</b>	преобразователи точки росы/инея ДТР, преобразователи ДТР-СМ гигрометров ИВА-8	
Камера измерительная двойная <b>M20x1,5</b>	преобразователи точки росы/инея ДТР исполнения -М	
Камера измерительная двойная <b>5/8" UNF</b>	гигрометры точки росы Easidew, гигрометры точки росы Transmet IS	
Камера измерительная <b>G1/2" BSP – 3/4"-16 UNF</b>	гигрометры точки росы Easidew, анализаторы влажности Moisture Analyzer модификации MMS35, преобразователи точки росы измерительные Vaisala DMT143	

5.9.8. **Ротаметр** на передней панели (при наличии) предназначен для контроля расхода газа через поверяемые СИ. Снятие показаний ротаметра следует проводить по нижней точке поплавка.

5.9.9. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой интегрирована в генератор. Подробное описание см. в Приложении 3.



**ВНИМАНИЕ!** Перед началом работы с системой подготовки сжатого воздуха изучите руководство по эксплуатации на входящий в ее состав компрессор. Несоблюдение требований руководства по эксплуатации на компрессор может привести к повреждению и выходу из строя генератора и компрессора!

## **6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

6.1. По способу защиты человека от поражений электрическим током генератор относится к классу I по ГОСТ Р 58698-2019.

6.2. При вводе в эксплуатацию, эксплуатации и обслуживании генератора необходимо соблюдать требования безопасности, установленные для работ с электроприборами и приборами, находящимися под повышенным давлением газа.

6.3. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт генератора должны осуществляться в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации.

6.4. Генератор должен подключаться к сети переменного тока через розетку, имеющую контакт заземления.

6.5. Замену элементов, блоков, подключение и отключение кабелей и разъемов необходимо производить только при отключенном сетевом питании.

6.6. Запрещается подавать на вход генератора газ под избыточным давлением более 0,9 МПа.

6.7. Запрещается подключать источник газа к включенному генератору.

6.8. При работе с компрессором необходимо соблюдать требования ГОСТ 949-73 и «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

6.9. Запрещается использовать в качестве рабочего взрывоопасные газы и кислород.

6.10. Запрещается заливать воду в увлажнитель способом, отличным от описанного в настоящем руководстве по эксплуатации.

6.11. Запрещается эксплуатация генератора с обнаруженными следами течи воды или газа.

6.12. Запрещается отключать шнур питания генератора до полного погасания подсветки кнопки включения и выключения.

## **7. УПРАВЛЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОМ**

### **7.1. Кнопка включения и выключения.**

7.1.1. Кнопка расположена на лицевой панели генератора в ее левом нижнем углу (см. Рисунок 2). Кнопка постоянно подсвечивается зеленым, когда генератор включен. После выключения с просушкой генератор выключается не полностью, находясь в режиме 1 (просушка СИ перед поверкой – «ночной режим»). В этом случае подсветка кнопки редко коротко вспыхивает.

7.1.2. Для включения генератора следует однократно нажать на кнопку включения и выключения.

7.1.3. Для выключения генератора нажмите кнопку «Полное выключение» или «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. Рисунок 15). После выполнения просушки генератор автоматически выключится.

7.1.4. Альтернативный способ выключения – однократное нажатие на кнопку включения и выключения на лицевой панели генератора, когда генератор включен. Генератор перейдет в режим подготовки к выключению, о чем будет свидетельствовать моргание подсветки кнопки и индикация статуса на экране. При необходимости будет выполнена просушка, после чего генератор автоматически выключится.

Если в момент нажатия на кнопку включения и выключения на поверяемое СИ подавался газ (ротаметр на передней панели показывал расход и давление P1 было больше 0), то генератор выключится с переходом в режим 1 «Просушка СИ перед поверкой (ночной режим)» (см. п.14) аналогично нажатию на кнопку «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. Рисунок 15).



**ВНИМАНИЕ!** В этом режиме отключение СИ от генератора и отключение питания генератора категорически запрещаются!

Если газ на подключенное СИ не подавался (нет расхода на ротаметре), либо СИ было отключено, нажатие на кнопку включения и выключения приведет к полному выключению генератора аналогично нажатию на кнопку «Полное выключение» в меню «Сервис» (см. Рисунок 15).



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается отключать шнур питания генератора до полного погасания подсветки кнопки включения и выключения.

7.1.5. При длительном удержании кнопки включения и выключения, когда генератор включен, произойдет аварийное выключение генератора. Не следует злоупотреблять выключением генератора таким способом, поскольку:

- 1) в непросушенном насытителе остается конденсат, что нежелательно;
- 2) при принудительном выключении есть риск возникновения ошибок операционной системы.

7.1.6. Некоторые программы генератора допускают выключение нажатием кнопки на экране в левом нижнем углу (при наличии соответствующей надписи).

## **7.2. Сенсорный экран модуля управления и индикации.**

7.2.1. Модулем управления и индикации оснащаются только генераторы настольного исполнения. Генераторы стоечного исполнения управляются от персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением.

7.2.2. Интерфейс модуля управления и индикации состоит из зоны вертикального ряда кнопок слева, с помощью которых выбирается режим отображения зоны справа (Рисунок 10). Текущий выбранный режим отображения визуально выделяется цветом соответствующей кнопки.

7.2.3. Две нижние серые кнопки служат для взаимодействия пользователя с текущей программой, поэтому их текст и назначение изменяются.

7.2.4. В некоторых режимах работы генератора часть функций интерфейса может быть заблокирована. Для снятия блокировки требуется остановить выполнение программы нажатием кнопки «СТОП» в вертикальном меню слева (при наличии), при этом подача газа на поверяемое СИ перекрываться не будет. При необходимости срочной разблокировки воспользуйтесь аварийной остановкой программы (кнопка «Стоп» на экране «Сервис» (Рисунок 15)).

7.2.5. В верхней строке слева направо отображаются:

- логотип НПК МИКРОФОР;
- модификация генератора – Суховей-4 или Суховей-4В;
- текущая операция или состояние генератора;
- цветовой индикатор статуса: красный цвет указывает на наличие ошибки в работе, желтый – промежуточное состояние, при котором идет установление процесса, зеленый – состояние готовности;
- текущее воспроизводимое значение температуры точки росы/инея.

7.2.6. На экране «Состояние» отображаются (Рисунок 10):

- большими цифрами справа – текущее значение температуры точки росы/инея;
- значение температуры точки росы (может применяться для конденсационных гигрометров при образовании на зеркале жидкой фазы при отрицательной температуре зеркала);

- вычисленное значение воспроизводимой молярной доли влаги (может применяться для косвенного метода передачи единицы влажности соответствующим средствам измерений (см. Государственную поверочную схему для средств измерений влажности и температуры конденсации углеводородов, утвержденную приказом Росстандарта №2415 от 21.11.2023));
- текущее значение атмосферного давления, которое используется при вычислениях (выбрать отображаемую единицу измерения давления можно в меню «Настройки отображения» - см. далее);
- уровень воды в увлажнителе в процентах;
- большой цветовой индикатор статуса, на котором отображается текст статуса и таймер от начала изменения статуса на текущий, либо таймер прямого или обратного отсчета, если это предусмотрено текущей программой.



Рисунок 10 – Экран «Состояние».

7.2.7. На экране «**График**» (Рисунок 11) отображаются графики воспроизводимого (красный) и заданного (синий) значений температуры точки росы/инея. Текущий масштаб шкалы времени графика отображается в верхней части. Переключить масштаб по оси X можно либо нажимая на область графиков (по возрастанию), либо нажимая на кнопку «График» (по убыванию), либо в меню «Настройки отображения» - см. п.7.2.11.1). Перерисовка графиков в соответствии с новым масштабом произойдет при очередном опросе генератора (обычно не более 2 секунд). Масштаб графиков по оси Y выбирается автоматически.

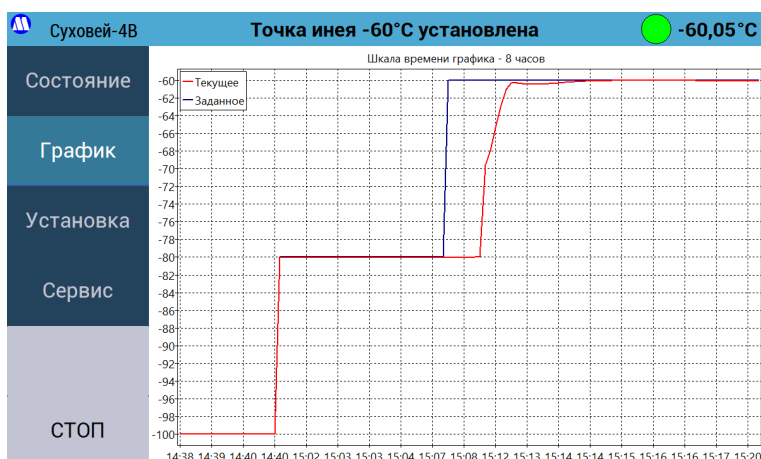


Рисунок 11 – Экран «График».

7.2.8. На экране «**Установка**» (Рисунок 12) имеются 9 кнопок.

7.2.8.1. Кнопка «Сухой газ» запускает режим подачи в камеру газа в режиме 1 (см. п.5.4).

7.2.8.2. Кнопка «Ручной ввод» позволяет задать требуемую относительную влажность с экранной клавиатуры (Рисунок 13).

7.2.8.3. Остальные кнопки являются программируемыми и запускают программу задания указанной на них температуры точки росы/инея при однократном нажатии. При длительном нажатии (до появления экранной клавиатуры) запускается режим программирования соответствующей кнопки. Новое запрограммированное значение будет запомнено и сохранится после повторного включения генератора.



Рисунок 12 – Экран «Установка».

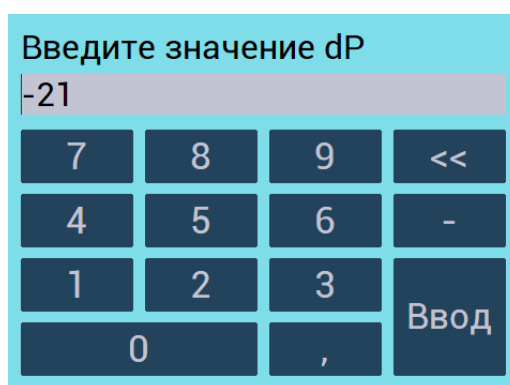


Рисунок 13 – Экранная клавиатура.

7.2.9. При повторном нажатии на кнопку «Установка» будет показан экран «Программы» (Рисунок 14). Он позволяет производить установку точек в соответствии с указанными на кнопках методиками поверки.

Перед запуском программы поверки будет проконтролировано атмосферное давление на соответствие условиям поверки по методике. В случае несоответствия будет выведено соответствующее предупреждение.

Кнопки «<>» и «>>» в правом нижнем углу позволяют листать список программ. После запуска программы генератор проведет проверку подключения средства измерений, а затем последовательно установит значения температуры точки росы/инея в соответствии с методикой поверки. Переход к следующему значению будет производиться после нажатия пользователем на кнопку «Продолжить».

Пополнение программ будет производиться с обновлениями программного обеспечения генератора. При отсутствии нужной программы обратитесь к производителю для её оперативного добавления. Имеющиеся на момент выпуска генератора из производства программы поверки приведены в Приложении 7.

Программа «Управление генератором с ПК через порт RS-485» предназначена для работы в режиме взаимодействия генератора с компьютером по интерфейсу RS-485, при

котором происходит передача значений заданной влажности и обмен флагами состояний. Краткое описание протокола работы с интерфейсом приведено в Приложении 4. Подробная информация о проведении поверки в автоматическом режиме приведена в руководствах по эксплуатации на соответствующие комплексы для юстировки, с помощью которых производится подключение поверяемых преобразователей к персональному компьютеру.

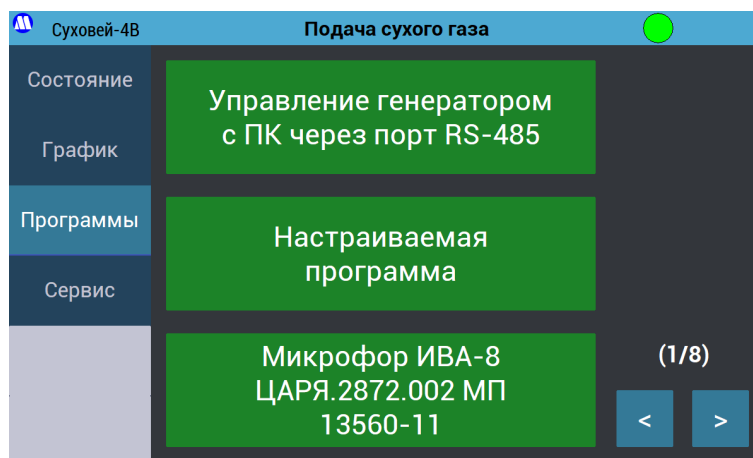


Рисунок 14 – Экран «Программы».

«**Настраиваемая программа**» позволяет задать программу изменения влажности с экрана генератора и запомнить её. Впоследствии программу можно будет отредактировать или полностью задать заново. Ввод значения влажности «-100» означает установку режима подачи сухого газа (режим 1 – 5.4) с установкой температуры конденсационной камеры для следующей точки. При задании времени укажите «0» (без кавычек), чтобы генератор удерживал установленную влажность до нажатия на кнопку «Продолжить». При указании другого значения генератор после установления значения соответствующей точки сначала будет находиться в режиме «ВЫДЕРЖКА» (см. п.8.5.14), затем покажет статус «ГОТОВ» и будет ожидать нажатия кнопки «Продолжить». Для завершения ввода программы введите некорректное значение температуры точки росы/инея (например, 200).

7.2.10. На экране «**Сервис**» (Рисунок 15) имеются 9 кнопок, имеющих следующее назначение:



Рисунок 15 – Экран «Сервис».

7.2.10.1. Кнопка «**Стоп**» предназначена для аварийной остановки работы генератора. Она останавливает выполнение текущей программы, разблокирует интерфейс, закрывает регулирующий клапан ПК2 (то есть перекрывает подачу газа на поверяемое СИ) и переводит генератор в режим ожидания.

7.2.10.2. Кнопка «**Извлечение СИ**» запускает программу, которая приводит давление в измерительной камере к атмосферному (закрывает регулирующий

клапан К2) и позволяет осуществить отключение поверяемых СИ для установки новых СИ или выключения генератора.

7.2.10.3. При нажатии на кнопку «**Диагностика...**» отображается экран «Диагностика». На нем отображаются измеренные (Рисунок 16 слева вверху), заданные (Рисунок 16 справа вверху) значения, используемые в расчете температуры точки росы/иней и характеризующие режим работы генератора. На странице «Диагностика: термостаты» (Рисунок 16 слева снизу) отображаются измеренные (в числителе) и заданные (в знаменателе) значения температуры термостатов генератора. Для переключения между страницами значениями следует нажать на любом свободном от надписей месте экрана.

Сухой-4В		Готов к работе	
Состояние			
Диагностика: измеренные значения			
	Атмосферное давление	982 гПа	
График	Давление в насытителе (P1)	549,97 кПа	
	Давление в измерительной камере (P2)	0,01 кПа	
Установка	Давление влажного газа (P3)	20,01 кПа	
	Давление сухого газа (P4)	30,96 кПа	
Сервис	Давление в точке смешивания (P5)	31,64 кПа	
	Температура в насытителе (T1)	23,0 °C	
	Уровень воды в увлажнителе	99 мл	
	Контрольный датчик системы осушки	-40,1 °C	
	Положение клапанов	000000000101	

Сухой-4В		Готов к работе	
Состояние			
Диагностика: заданные значения			
График	Давление в насытителе (P1)	550,00 кПа	
	Давление в измерительной камере (P2)	0,00 кПа	
Установка	Давление влажного газа (P3)	20,00 кПа	
	Давление сухого газа (P4)	462,25 кПа	
Сервис	Давление в точке смешивания (P5)	31,78 кПа	
	Температура в насытителе (T1)	23,0 °C	

Сухой-4В		Готов к работе	
Состояние			
Диагностика: термостаты			
График	Температура в увлажнителе (T2)	29,1 / 18,0 °C	
	Температура в увлажнителе (T3)	28,7 / 18,0 °C	
Установка	Температура в блоке капилляров (T8)	35,1 / 35,0 °C	
	Температура ДД P1 и P2 (T11)	50,0 / 50,0 °C	
Сервис	Температура ДД P3 и P4 (T12)	50,0 / 50,0 °C	
	Температура ДД P5 (T13)	50,0 / 50,0 °C	

Рисунок 16 – Экран «Диагностика» в разделе «Сервис».

7.2.10.4. Программа «**Залив воды в увлажнитель**» сначала укажет, что делать для слива воды из увлажнителя, а затем – что нужно сделать для его наполнения.

7.2.10.5. Программу «**Слив воды из увлажнителя**» следует использовать перед транспортировкой генератора или перед его помещением на долговременное хранение.

7.2.10.6. Кнопка «**Запуск программы самодиагностики**» запускает программу, проверяющую функционирование модулей генератора и позволяющую выполнить сервисные настройки. Запускать ее следует только по указанию производителя генератора в случае технической неисправности.

7.2.10.7. Кнопка «**Выключение с просушкой**» запускает программу выключения с установкой режима просушки подключенного к генератору СИ. Генератор проверит подключение поверяемого СИ, при необходимости выполнит просушку насытителя, перейдет в режим 1 «Просушка СИ перед поверкой (ночной режим)» (см. п.5.4). Убедиться в том, что режим установлен после выключения генератора, можно по наличию расхода на ротаметре на передней панели генератора и редким морганиям подсветки кнопки включения и выключения. Если выключение с просушкой было запущено ошибочно нажатием кнопки на передней панели, дождитесь выключения генератора, затем включите его, затем нажмите кнопку «**Полное выключение**».



**ВНИМАНИЕ!** В этом режиме отключение СИ от генератора и отключение питания генератора запрещаются!

7.2.10.8. Кнопка «**Полное выключение**» запускает программу полного выключения генератора. При необходимости будет выполнена просушка насытителя.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается отключать шнур питания генератора до полного погасания подсветки кнопки включения и выключения.

7.2.11. При повторном нажатии на кнопку «Сервис» будет показан экран «**Настройки**» (Рисунок 17), имеющий 6 кнопок следующего назначения:



Рисунок 17 – Экран «Настройки».

7.2.11.1. Кнопка «**Настройки отображения**» открывает меню (Рисунок 18), в котором есть возможность выбора (первая страница):

- экрана («Состояние» или «График»), который будет отображаться сразу после запуска программы установки температуры точки росы/инея из меню «Установка» или «Программы»;
- шкалы времени графика (нажатие на кнопку производит изменение масштаба графика по оси X);
- единицы отображения атмосферного давления.

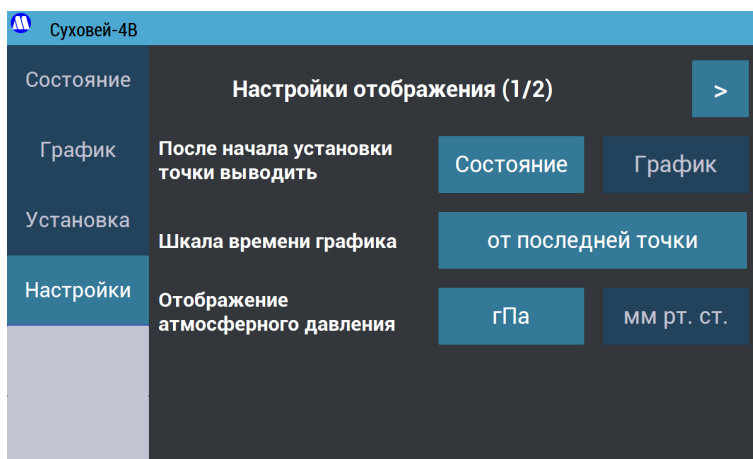


Рисунок 18 – Экран «Настройки отображения», страница 1.

7.2.11.2. Для доступа ко второй странице экрана «Настройка отображения» нажмите на стрелку в правом верхнем углу. На второй странице экрана «Настройка отображения» есть возможность просмотра и установки текущего времени генератора (Рисунок 19).

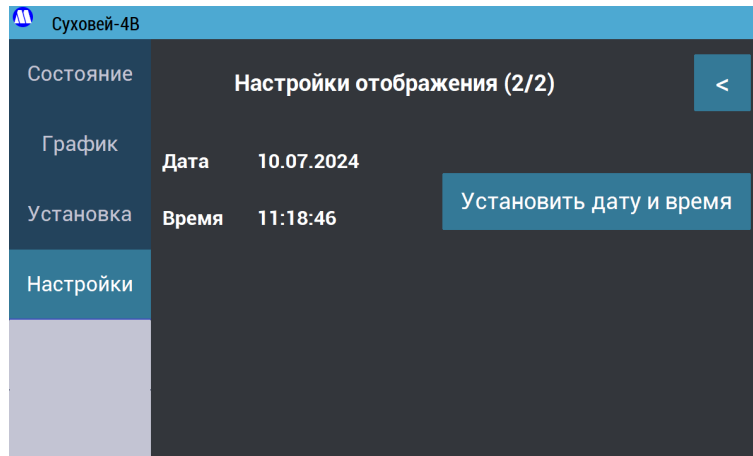


Рисунок 19 – Экран «Настройки отображения», страница 2.

7.2.11.3. Кнопка «**Настройки контрольного датчика**» открывает меню (Рисунок 20), в котором отображаются заводской номер контрольного датчика системы подготовки сжатого воздуха и его показания. Особенностью применяемого в качестве контрольного датчика преобразователя точки росы/инея ДТР-1-С (номер ФИФОЕИ 83117-21) является возможность автокоррекции градуировочной характеристики, которая позволяет скорректировать дрейф его градуировочной характеристики при низкой влажности. Если показания контрольного датчика отображаются красным цветом – автокоррекция не проводилась; зеленым – автокоррекция проведена. Нажатие кнопки «Запуск» запустит автокоррекцию принудительно. Процедура займет около 1 минуты; в процессе сенсор ДТР-1-С будет нагреваться до 52 °С.

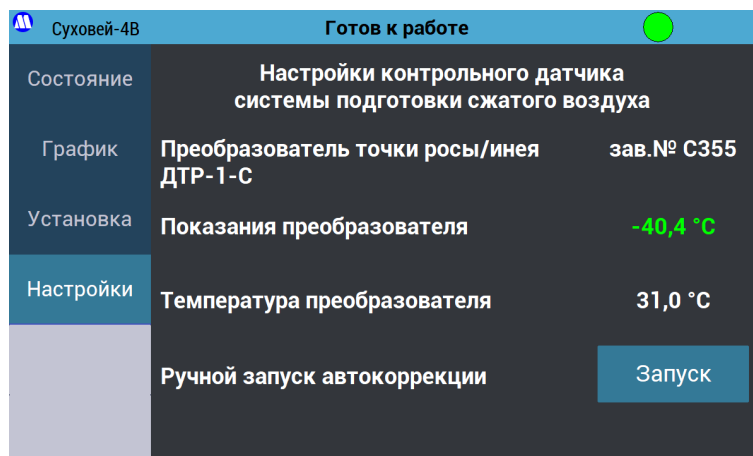


Рисунок 20 – Экран «Настройки контрольного датчика системы подготовки сжатого воздуха».

7.2.11.4. Кнопка «**Восстановить заводские настройки**» возвращает все настройки генератора к исходным заводским. Настоятельно рекомендуется не использовать эту функцию без реальной необходимости (указания производителя генератора).

7.2.11.5. Кнопка «**Информация о проверке генератора**» отображает экран (Рисунок 21), на котором указано полное наименование генератора, его номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений,

контакты организации-поверителя, имеется возможность ввода даты очередной поверки с экранной клавиатуры (Рисунок 22). При вводе даты с экранной клавиатуры соблюдайте следующий формат ввода даты – ввод точек обязателен, день и месяц вводятся двумя цифрами, год – четырьмя. Имеется возможность установки напоминания о предстоящей поверке при включении генератора. Рекомендуется обращаться в организацию-поверитель минимум за месяц до окончания срока поверки.

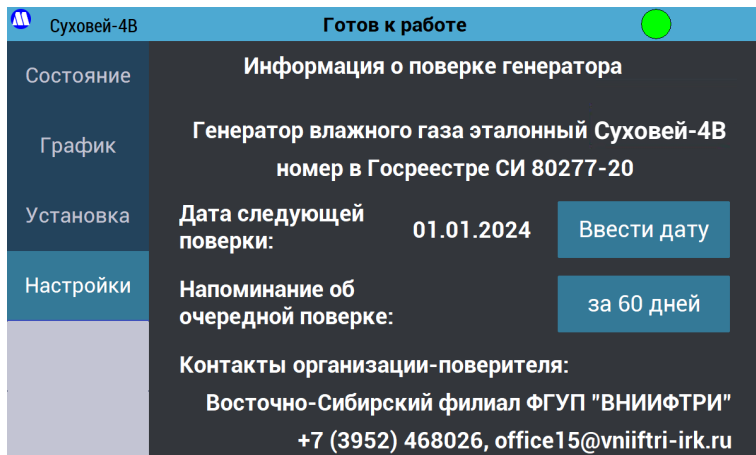


Рисунок 21 – Экран «Информация о поверке генератора».

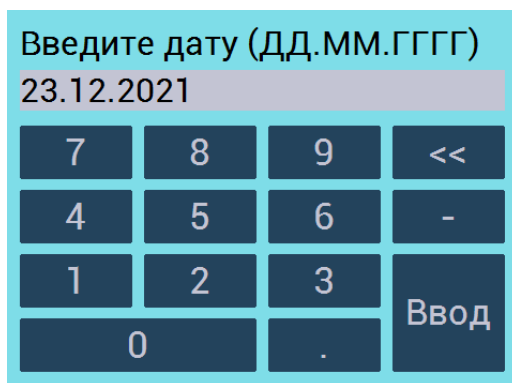


Рисунок 22 – Экранная клавиатура для ввода даты следующей поверки генератора.

7.2.11.6. Кнопка «**О производителе**» выводит экран (Рисунок 23) с контактными данными производителя генератора.

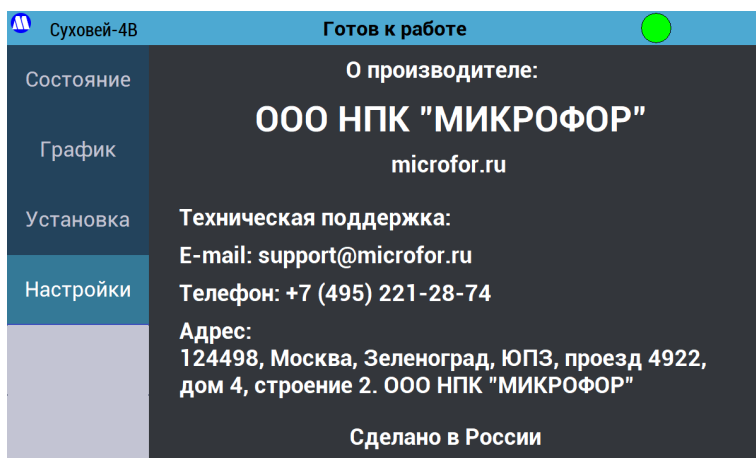


Рисунок 23 – Экран «О производителе».

7.2.11.7. Кнопка «Идентификация» (Рисунок 24) открывает экран с информацией о заводском номере, дате производства и программном обеспечении генератора.

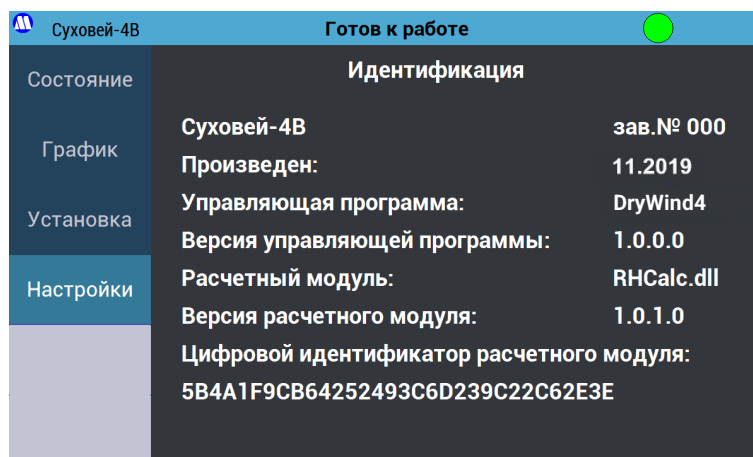


Рисунок 24 – Экран «Идентификация».

## 8. ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 8.1. Общие указания

8.1.1. При работе с генератором необходимо руководствоваться указаниями настоящего руководства по эксплуатации.

8.1.2. Перед выключением генератор автоматически проводит просушку насытителя, которая занимает от 30 до 60 минут.

8.1.3. При работе с генератором **запрещается**:

- использовать для питания генератора взрывоопасный рабочий газ;
- эксплуатировать генератор с обнаруженными следами течи воды или газа;
- заливать воду в увлажнитель выше уровня 100 мл;
- подключать источник газа к включенному генератору;
- отключать питание генератора, системы подготовки сжатого воздуха и компрессора в процессе работы генератора;
- отключать генератор без просушки насытителя или в процессе ее проведения.

8.1.4. Несколько типовых рекомендуемых сценариев использования генератора описаны в Приложении 6. Используйте их совместно с инструкциями, описанными в настоящей главе.

### 8.2. Первое включение

8.2.1. Распакуйте генератор и систему подготовки сжатого воздуха перед их установкой. В случае транспортирования при отрицательной температуре необходимо выдержать генератор в транспортной таре при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  не менее 6 часов.

8.2.2. Установку генератора следует проводить на лабораторном столе вдали от источников вибрации, нагревательных и охлаждающих приборов.

8.2.3. При выборе места расположения генератора следует учитывать, что из штуцера для сброса конденсата на задней стороне корпуса при просушке насытителя может вылетать небольшое количество воды.

8.2.4. Подключите систему подготовки сжатого воздуха к генератору в соответствии с инструкцией в Приложении 3.



**ВНИМАНИЕ!** Подключение источника сжатого воздуха производить только к выключенному генератору.

8.2.5. Подключите шнур питания к генератору. Проверьте наличие контакта заземления у розетки, к которой предполагается подключить генератор. В случае наличия контакта заземления, включите генератор в розетку.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается подключение генератора, блока подготовки сжатого воздуха и компрессора к розеткам, не имеющим заземленных клемм заземления.

8.2.6. Снимите с экрана генератора защитную пленку.

8.2.7. Включите питание генератора однократным нажатием кнопки на лицевой панели. Дождитесь включения и окончания подготовки прибора к работе. Так как при первом включении вода в увлажнителе отсутствует, появится соответствующее сообщение и статус «НЕ ГОТОВ».

8.2.8. В меню «Сервис» нажмите на кнопку «Залив воды в увлажнитель» (Рисунок 15) и следуйте инструкциям во всплывающих окнах, подтверждая их выполнение нажатием кнопки «ОК». Для заливки понадобятся:

- емкость объемом 0,2 л,
- 100 мл деионизованной или дистиллированной воды,
- шприц на 10 или более мл,
- трубка для залива воды,
- гаечный ключ на 12.



**ВНИМАНИЕ!** При наличии воды в увлажнителе запрещается передвигать либо наклонять генератор на угол более 5 градусов, поскольку это может привести к попаданию воды во внутренние газовые коммуникации.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается проводить слив и залив воды в увлажнитель любым способом, кроме использования соответствующих программ, так как это может привести к попаданию воды во внутренние газовые коммуникации генератора.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается повторно использовать слитую из увлажнителя воду.

### 8.3. Подключение СИ к генератору

8.3.1. При отсутствии у поверяемого СИ измерительной камеры установите его в соответствующую его установочной резьбе проточную измерительную камеру, обеспечив герметичное уплотнение. Все порты измерительной камеры должны быть заняты либо гигрометрами, либо заглушками.

8.3.2. Подключите вход гигрометра (или измерительной камеры) к порту «ВЫХОД ГАЗА» на передней панели генератора (5.2).



**ВНИМАНИЕ!** Использование качественной металлической трубки и переходной арматуры для подключения гигрометра к выходу генератора совершенно необходимо для обеспечения корректных измерений! Запрещается использовать резиновые и пластиковые трубки, шланги и переходники для подключения поверяемых гигрометров, так как они значительно искажают точку инея проходящего через них газа. Полиэтиленовые и фторопластовые трубки допускается использовать для подключения средств измерения с нижним пределом диапазона измерений точки инея от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше.

8.3.3. Выход поверяемого гигрометра (или измерительной камеры, в которую он установлен) подключите с помощью полиэтиленовой трубки к штуцеру «ВОЗВРАТ ГАЗА» на передней или задней панели генератора (5.2). Схема подключения показана на рисунке (Рисунок 25, серым цветом показаны пластиковые трубки, черным – металлические).

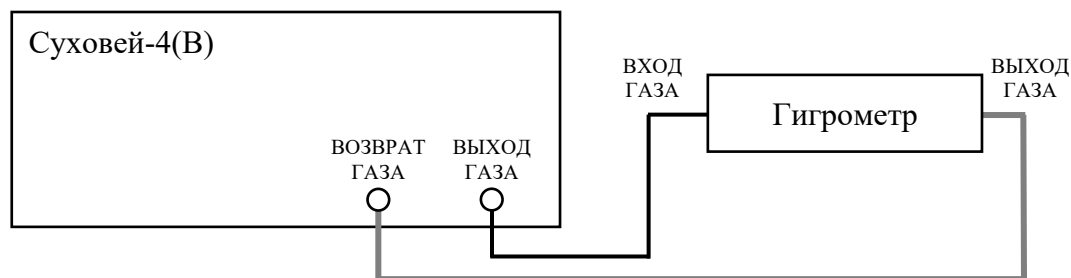


Рисунок 25 – Схема подключения одного гигрометра.

8.3.4. Если требуется поверять несколько гигрометров одновременно, подключайте их **параллельно**, используя соответствующие разветвители на входе и выходе. Следует избегать последовательного подключения поверяемых гигрометров.

8.3.5. Особенности подключения гигрометра ИВА-10М приведены в Приложении 5.

8.3.6. Рекомендуемая схема подключения гигрометра-компаратора при поверке генератора приведена в разделе 10.

8.3.7. При одновременном подключении 2 и более гигрометров, необходимо подключать их по схеме подключения, показанной на рисунке ниже (Рисунок 26). Расход через каждое поверяемое СИ должен быть одинаковый.

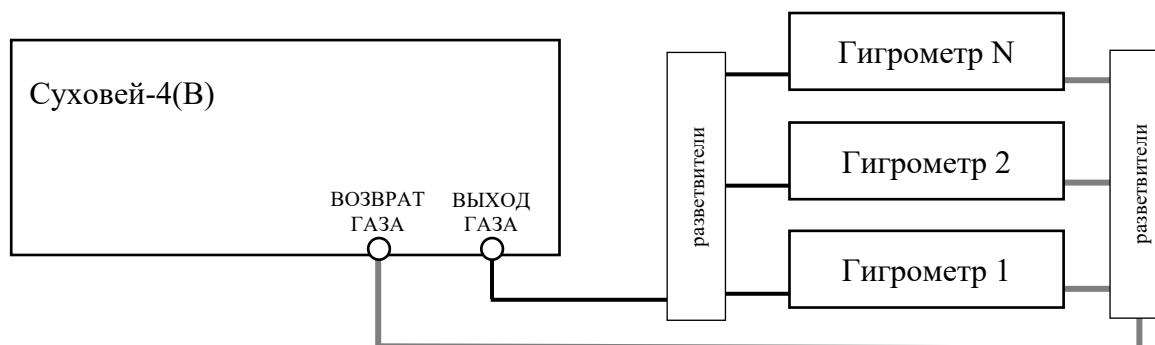


Рисунок 26 – Схема подключения 2 и более поверяемых гигрометров.

8.3.8. Все соединения должны быть герметичны.

8.3.9. При наличии у поверяемого СИ вентилях на входе и/или выходе газа их следует полностью открыть.

#### 8.4. Просушка поверяемых СИ перед поверкой

8.4.1. Методики поверки некоторых средств измерений предусматривают длительную (до нескольких суток) продувку СИ сухим газом перед проведением поверки. Другие средства измерений (например, Easidew и гигрометры на основе этого датчика) не имеют такого указания в методике поверки, но их динамика настолько медленная, что без выполнения длительной предварительной просушки получение положительного результата поверки для них практически невозможно. Установленное в методике поверки или рекомендуемое (по опыту ООО НПК «МИКРОФОР») время предварительной просушки для различных гигрометров приведено в ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки.

8.4.2. Особенностью генераторов Суховей-4(В) является возможность проведения длительной просушки средств измерений перед выполнением поверки. Для этого задействуется вторая ступень системы подготовки сжатого воздуха (осушитель).

8.4.3. Для установки режима длительной просушки после подключения СИ к генератору в соответствии с п.8.3 нажмите кнопку «Выключение с просушкой» на вкладке «Сервис» (Рисунок 15). Генератор проведет просушку насытителя (если в текущем сеансе работы производилась установка влажности, и просушка после этого еще не проводилась), затем установит режим 1 (5.4), отключит питание модулей, работа которых не требуется в режиме просушки. Питание клапанов и регуляторов давления останется. На ротаметре на передней панели генератора будет виден расход газа, кнопка включения и выключения генератора будет редко вспыхивать.

8.4.4. Расход газа на выходе из генератора настраивается автоматически в зависимости от режима работы (см. пп. 5.4, 5.5, 5.6).



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается отключать СИ от генератора, который находится в режиме просушки! Запрещается отключать питание генератора, системы подготовки сжатого воздуха и компрессора, перекрывать подачу газа из компрессора.

8.4.5. Оставьте генератор и СИ на требуемое для просушки поверяемых СИ время (см. п. 8.4.1).

## 8.5. Порядок работы с генератором

8.5.1. Включите генератор однократным нажатием на кнопку на лицевой панели генератора.

8.5.2. При включении питания генератора несколько секунд осуществляется загрузка операционной системы. Далее осуществляется автоматическая проверка:

- исправности внутренних модулей;
- уровня воды в увлажнителе;
- контрольной суммы расчетного модуля;
- соответствия атмосферного давления рабочим условиям эксплуатации генератора;
- наличия подключения СИ.

Во время включения и проверки индикатор статуса генератора будет иметь желтый цвет, статус – «ПОДГОТОВКА» (Рисунок 27 слева).

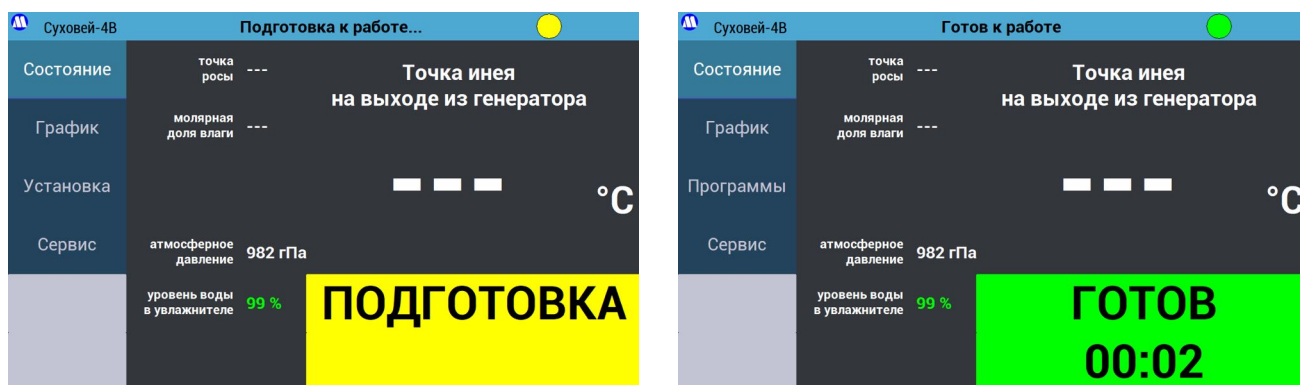


Рисунок 27 – Включение генератора.

8.5.3. По завершении включения статус генератора изменяется на «ГОТОВ», а цвет индикатора состояния изменяется на зеленый (Рисунок 27 справа). Появляется возможность запуска программ из меню «Установка», «Программы» и «Сервис». В верхней строке экрана отображается сообщение «Готов к работе».

8.5.4. Подключать поверяемые гигрометры к генератору следует либо до его включения, либо после появления статуса «ГОТОВ». В первом случае в процессе подготовки к работе на поверяемые СИ будет подан газ (появится расход через ротаметр). Если перед включением генератор находился в режиме длительной просушки (п.8.4), подача газа на подключенное СИ в процессе включения прерываться не будет.

8.5.5. Расход на выходе генератора задается автоматически в зависимости от режима работы (см. пп. 5.4, 5.5, 5.6).

8.5.6. При проверке гигрометров ИВА-10М следует руководствоваться методическими рекомендациями, приведенными в Приложении 5.

8.5.7. При проверке генератора следует руководствоваться методическими рекомендациями, приведенными в разделе 10.

8.5.8. Запустите программу установки значения температуры точки росы/иней из меню «Установка» (Рисунок 12) либо программу проверки гигрометра из меню «Программы» (Рисунок 14). После этого генератор выполнит следующие операции:

- 1) если давление на СИ не было подано, будет проверено подключение поверяемого СИ к генератору (подачей небольшого давления);
- 2) на основе заданного значения температуры точки росы/иней, измеренного значения атмосферного давления генератор рассчитывает требуемые значения температуры насытителя и давления в нем, а также давления на входах и выходе капилляров (при работе в режиме смешивания).

- 3) установит уставки температуры  $T_{нас}$ , давлений P1...P5 в регуляторы температуры и давления;
- 4) установит «нули» датчиков давления.

8.5.9. Если непосредственно перед этим другая точка инея не задавалась, то в процессе ее установки в камеру будет подаваться сухой газ, и вместо текущего значения температуры точки росы/инея будут отображаться прочерки.

8.5.10. В процессе установки и стабилизации заданных значений температуры и давления индикатор статуса будет гореть желтым, в строке статуса будет отображаться исполняемая программа по установке относительной влажности и статус «Установка», в меню «Состояние» будут отображаться текущее значение относительной влажности в камере и время, прошедшее от момента запуска программы по установке точки (Рисунок 28).

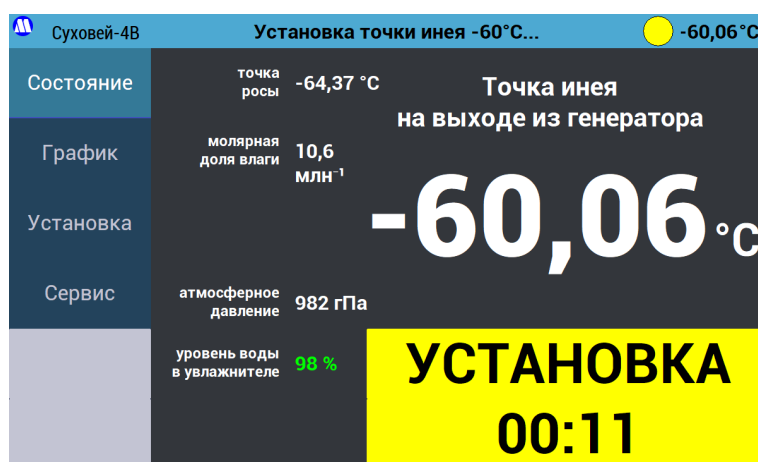


Рисунок 28 – Процесс установки температуры точки инея.

8.5.11. После стабилизации заданных значений температуры и давления в строке статуса на дисплее генератора высвечивается статус «ГОТОВ» на зеленом поле (Рисунок 10).

8.5.12. Процесс изменения воспроизводимой генератором температуры точки росы/инея можно наблюдать в графической форме, нажав на кнопку «График» в основном меню. В этом режиме на дисплее в графической форме выводятся графики зависимости требуемого (синий) и заданного (красный) значений температуры точки росы/инея от времени (см. Рисунок 29). Переключить масштаб графиков по оси X можно либо нажимая на область графиков (по возрастанию), либо нажимая на кнопку «График» (по убыванию), либо в меню «Настройки отображения» - см. п.7.2.11.1). Перерисовка графика в соответствии с новой шкалой произойдет при очередном опросе генератора (обычно не более 2 секунд). Масштаб графиков по оси Y выбирается автоматически.



**ВНИМАНИЕ!** Считывание показаний генератора для выполнения измерения можно осуществлять только при наличии зеленого цвета индикатора состояния генератора.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается извлекать измерительные преобразователи гигрометров и заглушки из портов генератора в процессе его работы до появления сообщения о готовности к их извлечению.

8.5.13. Выждите необходимое время для установления показаний преобразователей поверяемых гигрометров и запишите их. Время, прошедшее с момента установления воспроизводимой генератором влажности, выводится в нижней части экрана в меню «Статус».

8.5.14. Некоторые программы поверки (см. Приложение 7) предусматривают выдерживание поверяемых гигрометров при установленном значении влажности в течение определенного времени (в соответствии с методиками поверки на них). В таких программах

поверки после установления требуемого значения влажности генератор покажет статус «ВЫДЕРЖКА» на желтом поле и таймер обратного отсчета. После выдержки гигрометра в течение времени, требуемого соответствующей методикой поверки, генератор покажет статус «ГОТОВ» на зеленом поле и запустит таймер с нуля.

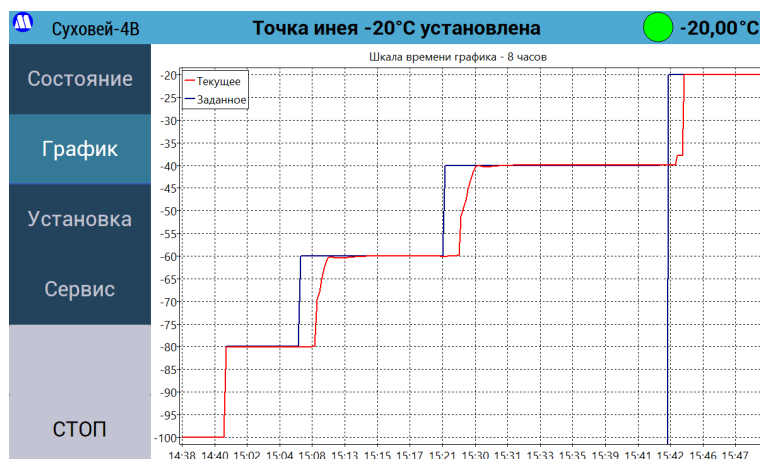


Рисунок 29 – Процесс установки нескольких значений температуры точки инея на графике.

8.5.15. В процессе перехода между требуемыми значениями влажности показания генератора могут меняться нелинейно. Это нормально и происходит из-за того, что сначала происходит установка температуры конденсационной камеры (с допустимым перерегулированием), затем установка требуемого давления в насытителе.

8.5.16. Скорость перехода между требуемыми значениями точки росы/инея может различаться. Если для перехода между точками требуется только изменить давление в насытителе (без изменения его температуры) или давления в блоке капилляров, переход происходит очень быстро. Если требуется изменение температуры насытителея – дольше.

8.5.17. Отрицательные значения воспроизводимой генератором величины соответствуют точке инея, положительные – точке росы.



**Примечание.** Особенно важно это может быть при поверке гигрометров конденсационного типа (с охлаждаемым зеркалом), поскольку вода может конденсироваться на зеркале такого гигрометра в жидкой фазе до температуры около  $-40^{\circ}\text{C}$ , что будет приводить к разности между показаниями гигрометра и генератора. Для такой ситуации на экране «Состояние» выводится расчетное значение температуры точки росы для отрицательных температур. Поверителю необходимо, руководствуясь методикой поверки и эксплуатационными документами наверяемый гигрометр, принять решение использовать ли значение температуры точки росы либо добиваться формирования на зеркале пленки инея (например, проведя испарение пленки конденсата и новый цикл измерений либо почистив зеркало).



**Примечание.** Методики поверки на гигрометры фирмы ЭКСИС (типы 70176-18 и 15501-12) и некоторые методики поверки Michell Instruments и (например, для типа СИ 70078-17) содержат ошибку – единица измерения влажности во всем диапазоне именуется «температурой точки росы», хотя их градуировка ниже  $0^{\circ}\text{C}$  выполнена по температуре точки инея (точка росы  $-80^{\circ}\text{C}$  не имеет физического смысла). При температуре точки инея  $-80^{\circ}\text{C}$  расчетное значение температуры точки росы составляет примерно  $-84^{\circ}\text{C}$ , то есть разница в 2 раза превышает погрешность такого средства измерений. Поверителю необходимо принять решение, какую единицу использовать.

8.5.18. При работе в режиме «Установка» после фиксации показаний поверяемых СИ нажмите кнопку «СТОП» в левом нижнем углу (прекратится поддержание влажности и будет снята блокировка интерфейса, подача газа на СИ прекращаться не будет, см. Рисунок 30), затем установите следующее значение температуры точки росы/инея, используя меню «Установка».

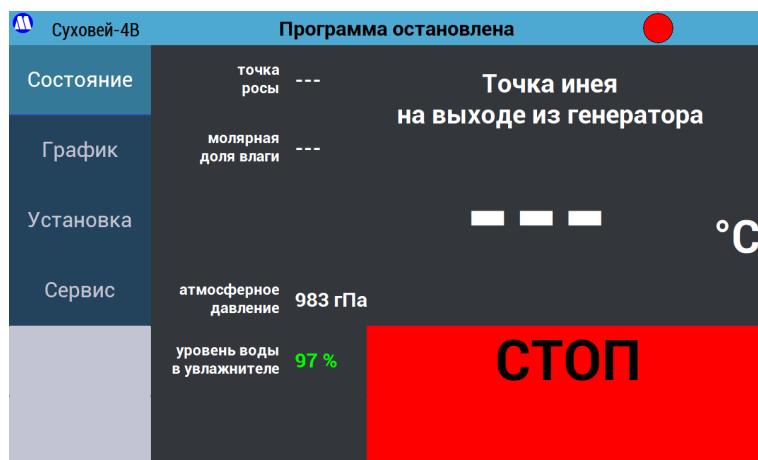


Рисунок 30 – Программа остановлена.

8.5.19. При работе в режиме «Программы» после фиксации показаний поверяемых СИ нажмите кнопку «Продолжить» в левом нижнем углу – генератор автоматически перейдет на следующее по методике поверки значение температуры точки росы/инея.

8.5.20. Устанавливайте следующие значения температуры точки росы/инея (см. п.8.5.8) и фиксируйте установившиеся значения показаний поверяемых СИ в соответствии с методикой поверки на них.

8.5.21. При переходе генератора от работы с капиллярами (точка инея  $-19^{\circ}\text{C}$  и ниже) к работе с конденсационной камерой (точка росы/инея выше  $-19^{\circ}\text{C}$ ) генератор автоматически установит расход 1 л/мин (при условии, что весь газ после поверяемых СИ возвращается в генератор). Расход более 1 л/мин в режиме 3 может привести к дополнительной погрешности воспроизведения, так как проходящий через насытитель газ не будет гарантированно принимать его температуру.

8.5.22. При воспроизведении температуры точки инея от  $-60^{\circ}\text{C}$  и ниже необходимо устанавливать точки от более сухих к более влажным, предварительно просушив коммуникации генератора в режиме 1.

## 8.6. Завершение работы с генератором

8.6.1. При работе в режиме «Установка» после завершения процедуры поверки, если предполагается немедленно установить новые гигрометры для проведения следующей поверки, нажмите на кнопку «СТОП» в левом нижнем углу, затем кнопку «Извлечение СИ» в меню «Сервис» (Рисунок 15) и после появления соответствующего сообщения отключите СИ от генератора, затем установите новые.

8.6.2. Если поверка других преобразователей в ближайшее время не планируется, то, не проводя отключение поверяемого СИ, нажмите кнопку «Полное выключение» (Рисунок 15).

8.6.3. При работе в режиме «Программы» после нажатия на кнопку «Продолжить» при последнем заданном по методике поверки значении точки росы/инея на экране появится вопрос «Просушить насытитель и выключить генератор?»:

- «Да» следует отвечать, если в этот день поверка больше не планируется. Дождитесь полного отключения генератора (будет производится просушка насытителя). СИ можно отключить либо после соответствующего сообщения на экране, либо после полного отключения генератора (перед отключением убедитесь, что на ротаметре выключенного генератора отсутствует расход газа).

- «Нет» следует отвечать, если поверка следующих гигрометров планируется немедленно – в этом случае будет задан следующий вопрос: «Отключить подачу газа на СИ?». После этого будет произведена продувка конденсационной камеры (не полноценная просушка).

8.6.4. Для завершения работы с генератором нажмите:

- кнопку «Полное выключение» или «Выключение с просушкой» меню «Сервис» (Рисунок 15, см. пп.7.2.10.7, 7.2.10.8),
  - либо кнопку на лицевой панели генератора,
  - либо кнопку «Выключение» в левом нижнем углу экрана (при наличии),
- затем дождитесь завершения просушки и полного выключения генератора.

8.6.5. При выключении генератора с помощью кнопки на передней панели параметры диагностики в ходе просушки обновляться не будут. Режим выключения будет определяться подключением СИ к генератору в момент выключения. Если СИ не подключено, будет произведено полное выключение (как при нажатии на кнопку «Полное выключение» (см. п. 7.2.10.8) в меню «Сервис» (Рисунок 15)), если СИ в момент нажатия кнопки было подключено к генератору (был расход через ротаметр), выключение будет производиться в режиме «Выключение с просушкой» (см. п. 7.2.10.7).

8.6.6. Если после выключения генератора необходимо отключить от него поверяемое СИ, а на ротаметре виден расход газа (ошибочно было запущено выключение с просушкой), необходимо включить генератор, затем нажать кнопку «Полное выключение» в меню «Сервис», дождаться выключения генератора, затем отключить СИ.

8.6.7. После полного выключения генератора (расход на ротаметре отсутствует) требуется сохранить подачу питания на блок подготовки сжатого воздуха и компрессор. Хорошей степени осушки воздуха на выходе первой ступени системы подготовки можно добиться только при длительной и непрерывной ее работе, в том числе при выключенном генераторе.

## 8.7. Подготовка генератора к длительному хранению

8.7.1. В меню «Сервис» выберите пункт «Слив воды из увлажнителя» (Рисунок 15) и следуйте инструкциям во всплывающих окнах, подтверждая их выполнение нажатием кнопки «ОК».

8.7.2. Нажмите кнопку «Просушка генератора» в меню «Сервис». После окончания просушки ждите не менее 2 часов для обеспечения максимально полной просушки насытителя.

8.7.3. Нажмите кнопку «Полное выключение» в меню «Сервис». После погасания подсветки кнопки включения и выключения отсоедините шнур питания сначала от розетки, затем от генератора.

8.7.4. Слейте конденсат из конденсатоотводчиков компрессора и блока системы подготовки сжатого воздуха (при наличии).

8.7.5. Перекройте подачу питающего газа на генератор (закройте баллон с газом или отключите компрессор и блок подготовки сжатого воздуха).

8.7.6. Отключите шнуры питания компрессора и системы подготовки сжатого воздуха от розеток.

8.7.7. Сбросьте давление из ресивера компрессора в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

8.7.8. Слейте конденсат из ресивера компрессора в соответствии с руководством по эксплуатации на него.



**ВНИМАНИЕ!** Для правильной работы генератора необходимо обеспечить непрерывное питание генератора, компрессора и системы подготовки сжатого воздуха, в том числе в ночное время, выходные и праздничные дни. После длительного хранения или транспортировки генератор должен быть просушен в течение не менее 3 суток до начала работы.

## 8.8. Подготовка генератора к транспортировке

8.8.1. Проведите процедуры подготовки генератора к долговременному хранению в соответствии с п.8.8.

8.8.2. Отключите узлы и агрегаты в соответствии с пп. 8.2.1– 8.2.8 в обратном порядке. Необходимо установить заглушки на вход и выход второй ступени системы подготовки сжатого воздуха.

8.8.3. При необходимости транспортировки компрессора подготовьте его к транспортировке в соответствии с руководствами по эксплуатации на него.

8.8.4. Упакуйте генератор, компрессор и систему подготовки сжатого воздуха в штатную упаковку.



**ВНИМАНИЕ!** Для правильной работы генератора необходимо обеспечить непрерывное питание генератора, компрессора и системы подготовки сжатого воздуха, в том числе в ночное время, выходные и праздничные дни. После длительного хранения или транспортировки генератор должен быть просушен в течение не менее 3 суток до начала работы.

## 9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Перед вводом генератора в эксплуатацию проверьте комплектность поставки согласно разделу 4 настоящего руководства по эксплуатации.

9.2. Во избежание повреждения генератора запрещается разбирать или вскрывать его.

9.3. Ремонт генератора может осуществляться только квалифицированным специалистом, прошедшим специальное обучение на предприятии-изготовителе.

9.4. Не допускается попадание капель влаги, воды на внешние поверхности генератора.

9.5. Не допускается загрязнение и механическое повреждение штуцеров генератора. При их случайном загрязнении следует протереть поверхности мягкой тканью, слегка смоченной в спирте.

9.6. При появлении сообщения о низком уровне воды в увлажнителе необходимо выполнить процедуру заполнения увлажнителя водой (пункт «Заливка воды» на вкладке «Обслуживание»).

9.7. Техническое обслуживание компрессора следует проводить в соответствии с руководством по эксплуатации на него.



**ВНИМАНИЕ!** Не забывайте регулярно проводить сброс конденсата из ресивера компрессора и проверку уровня масла в компрессоре в соответствии с руководством по эксплуатации на него!

9.8. Техническое обслуживание системы подготовки сжатого воздуха следует проводить в соответствии с Приложением 3.

9.9. Техническое обслуживание генератора и системы подготовки сжатого воздуха рекомендуется проводить на предприятии-изготовителе не реже чем 1 раз в 2 года.

## 10. ПОВЕРКА

10.1. Поверка генератора осуществляется по документу ЦАРЯ.418319.001 МП (изменение 1) «Генераторы влажного газа эталонные Суховой. Методика поверки».

10.2. Перед проведением поверки генератора рекомендуется произвести заливку воды в увлажнитель (Рисунок 15).

10.3. При поверке генератора рекомендуется в предыдущий день подключить гигрометр-компаратор к генератору в соответствии с рисунком ниже (Рисунок 31, серыми линиями показаны пластиковые трубки, черными – металлические), затем нажать на кнопку «Выключение с просушкой».

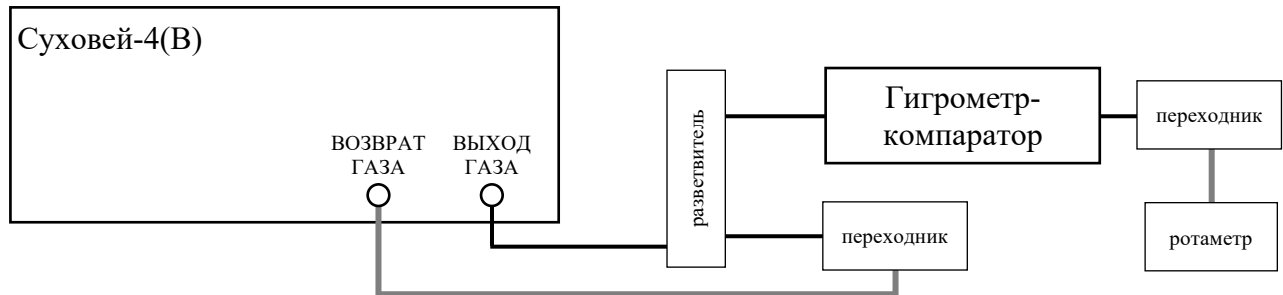


Рисунок 31 – Схема подключения гигрометра-компаратора при поверке.

10.4. Гигрометр-компаратор проходит процедуру калибровки на Государственном первичном эталоне при определенном расходе, который может сообщить поверитель (обычно – 0,5 л/мин). Следует установить этот расход с помощью ротаметра с вентилем, подключенного к гигрометру-компаратору.

10.5. Просушку коммуникаций генератора и гигрометра-компаратора рекомендуется проводить ночью перед поверкой в течение не менее 12 часов.

10.6. При наличии возможности перед проведением поверки следует измерить и сообщить в ООО НПК «МИКРОФОР» с помощью гигрометра-компаратора влажность сухого газа на выходе генератора.

10.7. При переходе к воспроизведению точки инея выше  $-19^{\circ}\text{C}$  установите суммарный расход 1 л/мин (сохраняя требуемый расход через гигрометр-компаратор).

10.8. При проведении поверки необходимо соблюдать требование методики об установке точек от низких к высоким.



**ВНИМАНИЕ!** Для правильной работы генератора необходимо обеспечить непрерывное питание генератора, компрессора и системы подготовки сжатого воздуха, в том числе в ночное время, выходные и праздничные дни. После длительного хранения или транспортировки генератор должен быть просушен в течение не менее 3 суток до начала работы.

## 11. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 11.1. Информация о встроенном программном обеспечении

11.1.1. В генераторах используется встроенное программное обеспечение (далее – ПО), предназначенное для управления работой генератора, пересчёта единиц влажности, отображения режимов работы и результатов измерения и сохранения данных.

11.1.2. Версия ПО отображается на дисплее генератора в меню «Сервис» на экране «Идентификация» (Рисунок 24).

11.1.3. ПО состоит из управляющей программы, которая не влияет на метрологические характеристики, и модуля расчетного, который производит расчет значения воспроизводимой температуры точки росы/инея и молярной доли воды на основе значений величин P1, P2, коэффициента разбавления (рассчитанного из P3, P4 и P5), T1 и атмосферного давления.

11.1.4. Управляющая программа не влияет на метрологические характеристики генератора и выполняет следующие функции:

- сбор измеренных значений температуры и давлений;
- установка требуемого значения воспроизводимой температуры точки росы/инея (на основе расчетов «Модуля расчетного для встроенного ПО»);
- установка нулей датчиков давления;
- сервисные функции.

11.1.5. Работа управляющих программ невозможна без использования «Модуля расчетного для встроенного ПО» (для программы «Суховой-4»).

11.1.6. Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с P50.2.077-2014.

11.1.7. Идентификация расчетных модулей осуществляется управляющей программой с помощью пункта меню Настройки → Идентификация с применением алгоритма MD5 по ГОСТ Р 34.11-2012 (см. Рисунок 24). Идентификационные данные ПО приведены в таблице 4. Идентификация управляющих программ осуществляется только по номеру версии, который отображается в меню «Идентификация».

11.1.8. Защищаемыми являются алгоритмы расчета температуры точки росы (инея) и объемной доли влаги. Средством защиты является встроенный алгоритм расчета цифрового идентификатора файла расчетного модуля и сравнение его с эталонным цифровым идентификатором, встроенным в управляющую программу.

11.1.9. Описание интерфейса пользователя, меню и диалогов приведено в разделах 7 и 8 настоящего руководства по эксплуатации.

11.1.10. Генераторы имеют возможность передачи установившихся значений влажности и других параметров посредством интерфейса RS-485 (см. Приложение 4).

11.1.11. Системные и аппаратные средства для работы управляющей программы «Суховой-4» с «Модулем расчетным для встроенного ПО» обеспечены встроенным модулем управления генератора.

11.1.12. Скрытые недокументированные функции ПО отсутствуют.

11.1.13. Калибровочный режим в программном обеспечении не предусмотрен.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО по ГОСТ Р 34.11-2012
Модуль расчетный для встроенного ПО	librhcalc.so	1.0.1.0	9CF341F2DA6614B0 84BEA04BF7663CDB
Суховей-4 настольного исполнения	DryWind4	не ниже 1.0	не используется
Модуль расчетный для Windows	RHCalc.dll	1.0.1.0	5B4A1F9CB64252493C6D 239C22C62E3E
Суховей-4 настольного исполнения	DryWind4.exe	не ниже 1.0	не используется

## 11.2. Обновление встроенного программного обеспечения для настольного исполнения

11.2.1. При необходимости обновить ПО используйте USB flash-накопитель, отформатированный в FAT32 (далее – flash-диск).

11.2.2. Запишите папку «DryWind4» с вложенным файлом «update» в корневую папку flash-диска.

11.2.3. Выключите генератор.

11.2.4. Вставьте flash-диск в любой USB-порт на задней стороне генератора.

11.2.5. Включите генератор.

11.2.6. Генератор предложит выполнить обновление, нажмите кнопку "Да".

11.2.7. После установки обновления и перезагрузки, выключите генератор.

11.2.8. Извлеките flash-диск.

11.2.9. Включите генератор для продолжения работы.



**ВНИМАНИЕ!** Подключение и извлечение flash-диска следует производить только при выключенном генераторе!

## 12. НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

12.1. При появлении резкого запаха или дыма немедленно отключите электрическое питание генератора, компрессора и блока подготовки сжатого воздуха (закройте баллон с питающим газом).

12.2. При возникновении резкого и необычного звука (например, громкого непрекращающегося шипения) и других ситуациях, когда требуется аварийная остановка работы генератора, запустите программу «Стоп» из меню «Сервис» (Рисунок 15). При повторном появлении проблемы выключите генератор и свяжитесь с производителем.

12.3. В случае попадания воды во внутренние газовые коммуникации генератора необходимо полностью удалить воду из увлажнителя (программа «Слив воды» на вкладке «Обслуживание»), затем запустить программу «Просушка генератора» и выдержать генератор несколько часов в этом режиме.

12.4. Появление сообщения «Фатальная ошибка» означает ошибку операционной системы, которая может быть вызвана несвоевременным отключением питания генератора. В этом случае следует:

- принудительно выключить генератор удержанием кнопки питания,
- ждать не менее 30 секунд,
- отключить шнур питания генератора,
- ждать 5 минут,
- подключить шнур питания к генератору,
- включить генератор.

12.5. При некорректной работе генератора следует произвести его перезагрузку (см. предыдущий пункт). Если проблема не устраняется, обратитесь к производителю (см. далее).

12.6. При появлении «выбросов» воспроизводимой влажности по показаниям генератора (красный график) либо при невозможности достижения заданного максимального давления проверьте давление на выходе из компрессора. Оно должно быть на 0,05 МПа (0,5 бар) выше, чем максимальное давление в насытителе, указанное в п.18. При необходимости отрегулируйте выходное давление компрессора с помощью его редуктора.

12.7. При возникновении сложностей с заливкой воды в увлажнитель (п.7.2.10.4) – если вода выливается обратно, не прерывая программу заливки выключите питание компрессора и системы подготовки сжатого воздуха (генератор не выключать), отсоедините от генератора трубку «ВХОД ГАЗА», затем залейте требуемое количество воды в увлажнитель. Затем подключите трубку «ВХОД ГАЗА» к генератору, включите питание компрессора и системы подготовки сжатого воздуха и продолжите работу с программой заливки воды в увлажнитель.

12.8. Генератор имеет функцию записи log-файлов при включении на вставленный в него flash-диск (который должен быть отформатирован в FAT32). О правильной работе с flash-диск написано в п.11.2. Перед обращением к производителю с вопросом о некорректной работе генератора настоятельно рекомендуем приложить к письму с обращением фотографии экрана с графиком, где наблюдается некорректная работа (если применимо), экранов «Диагностика» (Рисунок 16) и log-файл, соответствующий дате появления ошибки.

12.9. По вопросам о работе с генератором следует обращаться по электронной почте [support@microfor.ru](mailto:support@microfor.ru) либо по телефону +7 (495) 913-31-87. Рассмотрение причины возникновения проблемы требует анализа log-файла, фотографий графиков влажности и экранов «Диагностика», поэтому по вопросам технической неисправности рекомендуем обращаться по электронной почте, прилагая файлы в соответствии с предыдущим пунктом.

### 13. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

13.1. Предприятие-изготовитель (поставщик) гарантирует соответствие качества генератора Суховой требованиям технических условий ТУ 26.51.70-001-77511225-2019 при соблюдении условий и правил эксплуатации, установленных настоящим Руководством по эксплуатации.

13.2. Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев. Срок гарантии отсчитывается от даты отгрузки прибора или в соответствии с договором поставки.

13.3. Гарантия не распространяется на приборы:

- имеющие механические повреждения вследствие ненадлежащей эксплуатации или транспортировки;
- имеющие следы самостоятельного ремонта;
- эксплуатируемые вне условий применения;
- получившие повреждения или вышедшие из строя вследствие несоблюдения требований настоящего руководства по эксплуатации и руководств по эксплуатации на входящие в его состав узлы и агрегаты (при наличии).

13.4. В течение гарантийного срока службы Предприятие-изготовитель обеспечивает гарантийный ремонт некачественной или вышедшей из строя продукции не по вине Заказчика (гарантийный случай) на территории Поставщика в течение не более 20 рабочих дней.

13.5. Гарантийные обязательства не распространяются на услуги по проверке.

13.6. По всем вопросам гарантийного или послегарантийного обслуживания обращайтесь к поставщику или на предприятие-изготовитель.

### 14. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

14.1. Генераторы, упакованные в соответствии с техническими условиями ТУ 26.51.70-001-77511225-2019, могут транспортироваться на любое расстояние всеми видами транспорта: водным, воздушным (в отопляемых герметизированных отсеках), железнодорожным, в сочетании их между собой и автомобильным транспортом, с общим числом перегрузок не более четырех, в крытых транспортных средствах, в том числе, в универсальных контейнерах при температуре окружающей среды от -50 до +50°C.

14.2. Генераторы должны храниться в сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 10 до 35°C, влажности до 80%. Наличие в воздухе паров кислот, щелочей и прочих примесей не допускается.

14.3. Перед транспортировкой генератор необходимо упаковать в штатную упаковку – деревянный ящик с ложементом, в котором генератор поставлялся. При несоблюдении этого требования, в случае повреждения генератора при транспортировке, ответственность несет пользователь генератора, даже если транспортировка производилась с целью гарантийного ремонта и оплачивалась производителем генератора.



**ВНИМАНИЕ!** Упаковку генератора необходимо сохранять до истечения его срока службы. Транспортировать генератор допускается только в упаковке, в которой он поставлялся. Перед транспортировкой необходимо слить из увлажнителя воду (см. п.7.2.10.5).

### 15. СРОК СЛУЖБЫ

15.1. Срок службы генератора составляет не менее 8 лет.

15.2. Срок службы генератора может быть продлен по решению владельца при условии его исправности и отсутствии видимых повреждений.

### 16. УТИЛИЗАЦИЯ

16.1. По истечении срока службы генератор должен подвергаться утилизации в соответствии с нормами, правилами и способами, действующими в месте утилизации.

16.2. Запрещается выбрасывать генератор вместе с бытовыми отходами.

16.3. По согласованию с производителем генератор может быть направлен на утилизацию к нему.

### 17. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Генератор содержит незначительное количество драгметаллов, утилизация которых не представляется экономически целесообразной. В связи с этим сведения о содержании драгметаллов в генераторе не приводятся, и обязательные мероприятия по подготовке к утилизации не проводятся.

### 18. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Генератор влажного газа эталонный Суховой-\_\_\_\_\_ заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ 26.51.70-001-77511225-2019 и признан годным к эксплуатации.

Адрес производства: 124498, Москва, Зеленоград, пр. 4922, д.4, стр.2.

Дата выпуска " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " 20 \_\_ г.

Номер списка программ: \_\_\_\_\_

Максимальное давление в насытителе: \_\_\_\_\_ кПа

Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой:

Заводской номер:	
Тип компрессора:	масляный / безмасляный
Модель компрессора:	
Заводской номер компрессора:	

---

подпись ответственного лица

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**СЕРТИФИКАТ**

об утверждении типа средств измерений  
№ 80277-20

Срок действия утверждения типа до **23 декабря 2030 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
**Генераторы влажного газа эталонные Суховой**

ИЗГОТОВИТЕЛЬ  
**Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная компания  
"МИКРОФОР" (ООО НПК "МИКРОФОР"), г. Москва**

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ

-

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА  
**ОС**

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ  
**ЦАРЯ.418319.001 МП**

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **1 год**

Срок действия утвержденного типа средств измерений продлен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от **14 октября 2025 г. N 2211.**

Заместитель Руководителя

Е.Р.Лазаренко

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП,  
хранится в системе электронного документооборота  
Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии

**СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП**

Сертификат: 7B1801563EA497F787EAF40A918A8D6F  
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович  
Действителен: с 19.05.2025 до 12.08.2026

«12» ноября 2025 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Декларация о соответствии требованиям таможенного союза**

ЕАЭС N RU Д-RU.РА08.В.03582/25 от 12.09.2025 действует до 08.09.2030

Электронная декларация доступна на сайте [pub.fsa.gov.ru/rds/declaration](http://pub.fsa.gov.ru/rds/declaration):



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой

### 1. Описание

1.1. Поставляется в комплекте с генераторами Суховей-4 и Суховей-4В.

1.2. Состоит из компрессора, блока подготовки сжатого воздуха и модуля глубокой осушки (осушителя). Заводской номер и особенности поставляемой с генератором системы подготовки сжатого воздуха указаны в разделе 18.

1.3. Заводской номер поставляемого в составе системы подготовки сжатого воздуха компрессора указаны в разделе 18. Тип компрессора также указан в руководстве по эксплуатации на него.



**ВНИМАНИЕ!** Перед началом работы с системой подготовки сжатого воздуха изучите руководство по эксплуатации на входящий в ее состав компрессор. Несоблюдение требований руководства по эксплуатации на компрессор может привести к повреждению и выходу из строя генератора и компрессора!

1.4. Блок подготовки сжатого воздуха (Рисунок 32) (первая ступень) содержит конденсатоотводчик, систему осушки с холодной регенерацией, встроенный выходной фильтр и редуктор.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается без необходимости производить регулировку редукторов компрессора и блока подготовки сжатого воздуха.

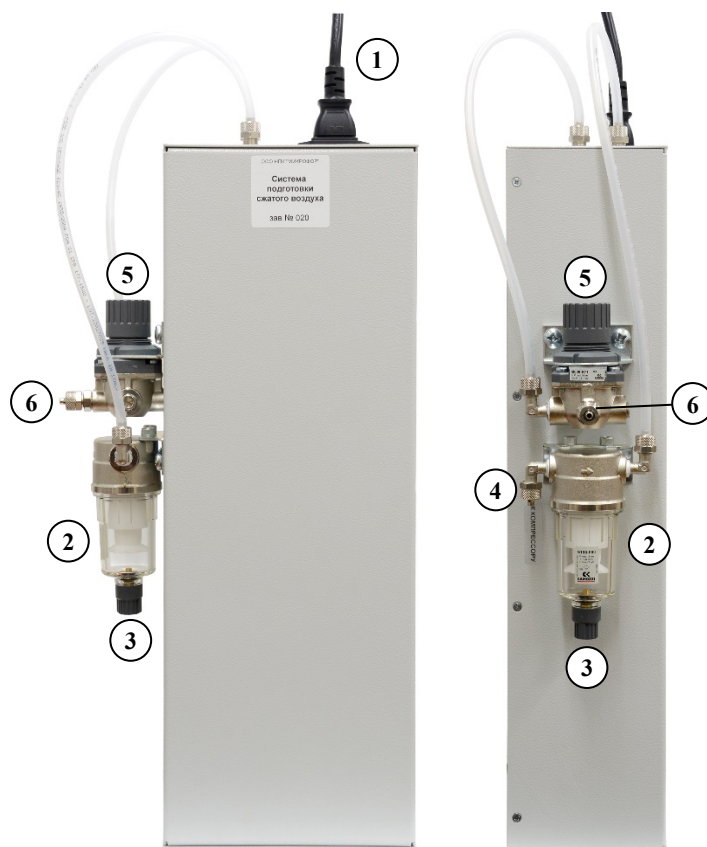


Рисунок 32 – Блок подготовки сжатого воздуха:

1 – подключение электрического питания (220В, 1А), 2 – конденсатоотводчик, 3 – вентиль для сброса конденсата из конденсатоотводчика; 4 – штуцер входа для подключения к компрессору, 5 – редуктор, 6 – штуцер выхода для подключения к генератору.

1.5. Модуль глубокой осушки (осушитель, вторая ступень, Рисунок 33) представляет собой адсорбционный осушитель, позволяющий осушать сжатый воздух, подготовленный первой ступенью до  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже.

1.6. Работа блока подготовки сжатого воздуха контролируется на предмет соответствия требованиям к осушке газа с помощью контрольного преобразователя точки росы/инея ДТР-1-С генератора при установке сухой точки или режима просушки.

1.7. Габаритные размеры:

- первая ступень (не включая компрессор) – не более  $445\times 220\times 100$ ;
- вторая ступень (осушитель) – не более  $120\times 300\times 120$  мм (без учета трубок).

1.8. Масса:

- первая ступень (не включая компрессор) – не более 10 кг;
- вторая ступень (осушитель) – не более 1 кг.

## 2. Подключение

2.1. Подготовьте компрессор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

2.2. Установите и закрепите корпус блока подготовки сжатого воздуха в вертикальном положении – закрепите блок подготовки сжатого воздуха на стене с помощью входящего в комплект поставки крепежа (дюбели и саморезы), используя специальные отверстия на задней стороне блока.

2.3. Если используемый компрессор масляный (например, VAMBI BB), то проверьте уровень масла и (при необходимости) долейте его в соответствии с руководством по эксплуатации на применяемый компрессор.

2.4. До соответствующих указаний о подключении, шнуры питания генератора, компрессора и первой ступени системы подготовки сжатого воздуха должны быть отключены.

2.5. Подключите вторую ступень системы подготовки сжатого воздуха (осушитель), для чего:

- используя гаечный ключ на 12, подключите трубки с маркировкой «ВХОД ОСУШИТЕЛЯ» и «ВЫХОД ОСУШИТЕЛЯ» к соответствующим штуцерам на задней стороне генератора (фильтрующий элемент должен располагаться со стороны выхода осушителя – см. Рисунок 33);
- установите осушитель недалеко от генератора, избегая перегибов и натяжения трубок таким образом, чтобы его нельзя было случайно уронить;
- используя гаечный ключ на 12, снимите 2 заглушки с осушителя (так как насытитель находится под небольшим давлением, из него пойдет газ);
- не дожидаясь стравливания давления из осушителя, сразу подключите трубки к штуцерам осушителя, как показано на рисунке ниже (Рисунок 33, на выходе осушителя имеется фильтр).



**ВНИМАНИЕ!** Необходимо соблюдать порядок подключения (вход и выход) осушителя, так как неправильное подключение приведет к его неправильной работе и засорению коммуникаций генератора!

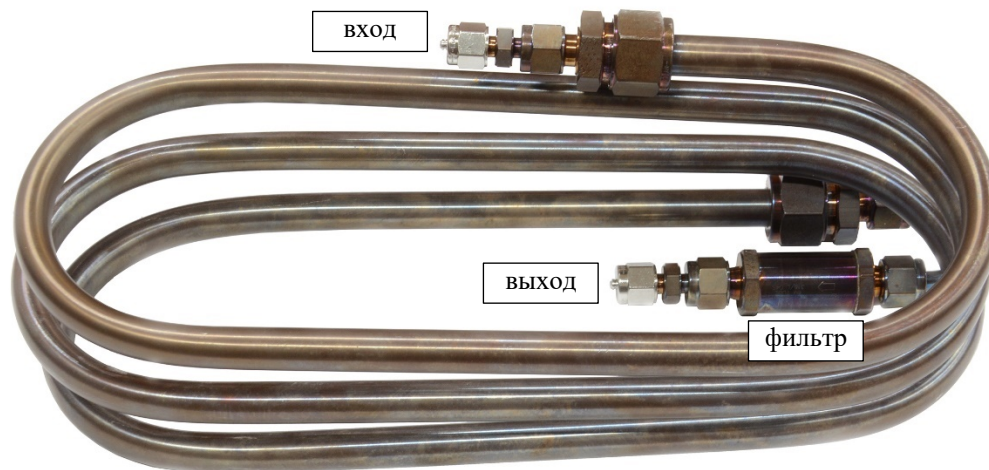


Рисунок 33 – Осушитель (вторая ступень системы подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой).

2.6. Трубка для подключения компрессора имеет на одной стороне быстроразъемное соединение для подключения компрессора. Подключите её концом без штуцера к входному штуцеру конденсатоотводчика блока подготовки сжатого воздуха (2 и 4 на Рисунок 32), используя гаечный ключ на 12.

2.7. Трубкой без разъемов подключите выход блока подготовки сжатого воздуха (6 на Рисунок 32) к штуцеру «ВХОД ГАЗА» генератора (см. п.5.2), используя гаечный ключ на 12.

2.8. Вставьте быстроразъемный штуцер в компрессор.

2.9. Подключите шнур питания к блоку подготовки сжатого воздуха (1 на Рисунок 32) и к розетке, имеющей клеммы заземления.

2.10. Подключите шнур питания компрессора к розетке, имеющей клеммы заземления. Включите питание компрессора.

2.11. Откройте выходной вентиль компрессора (при наличии).

2.12. После подачи питающего напряжения блок подготовки сжатого воздуха начинает работать автоматически.

### 3. Техническое обслуживание.

3.1. Во избежание повреждения блока подготовки сжатого воздуха и компрессора запрещается разбирать или вскрывать их.

3.2. Ремонт блока подготовки сжатого воздуха может осуществляться только квалифицированным специалистом, прошедшим специальное обучение на предприятии-изготовителе.

3.3. Не допускается попадание капель влаги, воды на внешние поверхности блока подготовки сжатого воздуха и компрессора.

3.4. Не допускается загрязнение и механическое повреждение штуцеров блока подготовки сжатого воздуха и компрессора. При их случайном загрязнении следует протереть поверхности мягкой тканью, слегка смоченной в спирте.

3.5. При заполнении конденсатоотводчиков блока подготовки сжатого воздуха (2 на Рисунок 32) или компрессора (при наличии у него конденсатоотводчика) до уровня 50% требуется провести сброс конденсата из них следующим образом:

- 1) конденсатоотводчик должен находиться под давлением (не отключать компрессор и систему подготовки сжатого воздуха, давление не сбрасывать);
- 2) принять меры по защите одежды от брызг конденсата;
- 3) подставить под конденсатоотводчиком (2 на Рисунок 32) ёмкость;
- 4) повернуть вентиль сброса конденсата (3 на Рисунок 32) до упора;
- 5) надавить на вентиль для сброса конденсата в направлении конденсатоотводчика для сброса конденсата;

- б) после сброса конденсата перестать давить на вентиль и повернуть его обратно до упора;
- 7) собранный конденсат вылить в канализацию.

3.6. Не реже 1 раза в 2 года (при интенсивном использовании генератора – не реже 1 раза в год) перед проверкой необходимо провести горячую регенерацию осушителя. Для этого следует обратиться в ООО НПК «МИКРОФОР», либо (при наличии необходимого оборудования) провести ее самостоятельно:

- 1) Отключите питание генератора, отключите осушитель от генератора и установите на него заглушки.

Подключите осушитель арматурой из нержавеющей стали к источнику сжатого воздуха с точкой инея  $-60^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении через отдельный редуктор (вентиль), чтобы давление в осушителе было близко к атмосферному, а расход на выходе осушителя составлял 1 норм. л/мин. В качестве источника сжатого воздуха можно использовать компрессор и хорошо просушенную (длительно работавшую) первую ступень системы подготовки сжатого воздуха генератора (см.

- 2) Рисунок 34). Длина входной и выходной арматуры должна быть не менее 3 м каждая.
- 3) Поместите осушитель в муфельную печь, нагрейте до температуры  $350^{\circ}\text{C}$  и продувайте в течение не менее 8 часов.
- 4) Выключите муфельную печь, откройте дверцу и дайте осушителю остыть до комнатной температуры, продолжая его продувать.
- 5) Отключите осушитель, от арматуры и сразу же либо подключите его к генератору, либо установите заглушки.

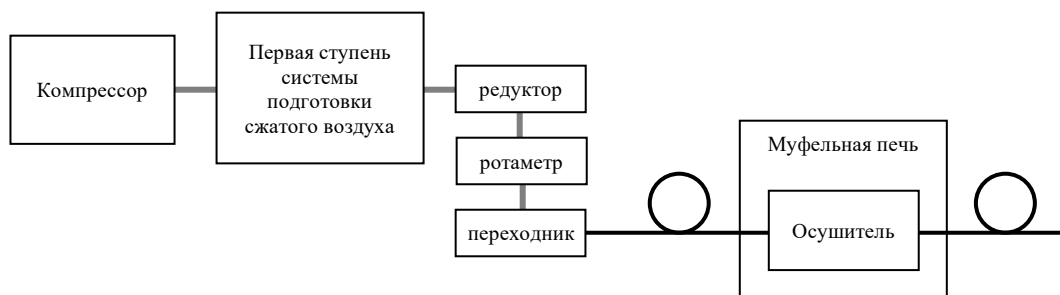


Рисунок 34 – Схема подключения осушителя при горячей регенерации.

3.7. Техническое обслуживание компрессора следует проводить в соответствии с руководством по эксплуатации на него.



**ВНИМАНИЕ!** Не забывайте регулярно проводить сброс конденсата из ресивера компрессора и проверку уровня масла в компрессоре (если применяется масляный компрессор) в соответствии с руководством по эксплуатации на него!

#### 4. Неисправности и их устранение

4.1. При появлении любых неисправностей блока подготовки сжатого воздуха и осушителя обратитесь к производителю.

4.2. При появлении любых неисправностей компрессора обратитесь в сервисный центр производителя компрессора, контакты которого указаны в руководстве по эксплуатации на компрессор.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Описание протокола работы с генератором через порт RS-485

Протокол основывается на стандартном протоколе Modbus (<http://www.modbus.org/default.htm>), соблюдается структура посылки/ответа, расчёт контрольной суммы. Скорость обмена данными 19200 бод 8N1(2).

Для обмена данными используются команды чтение/запись регистра. Под регистром подразумевается группа из двух байт, 1-й – старшие 8 бит, 2-й – младшие 8 бит. Посылка и ответ состоят из 6-ти, 8-ми или более байт, причём пауза между байтами не должна превышать 20 мс, в противном случае посылка будет проигнорирована.

Обмен данными следует производить только с устройством с сетевым адресом 254 (hex FE), который необходимо указывать в посылке.

### Команда записи регистра (06h)

Записывает содержимое регистра по указанному адресу. В качестве примера дана запись в регистр числа 02h (старший байт=00h, младший байт=02h) по адресу 200h:

#### ПОСЫЛКА:

номер устройства	FEh
идентификатор команды	06h
адрес регистра, старший байт	02h
адрес регистра, младший байт	00h
содержимое регистра, старший байт	00h
содержимое регистра, младший байт	02h
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

#### ОТВЕТ идентичен посылке:

номер устройства	FEh
идентификатор команды	06h
адрес регистра, старший байт	02h
адрес регистра, младший байт	00h
содержимое регистра, старший байт	00h
содержимое регистра, младший байт	02h
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

### Команда чтения одного регистра (19h)

Читает содержимое регистра по указанному адресу. В качестве примера дано чтение регистра заданного генератором значения температуры точки росы/иней 20Ah, содержимое регистра в старшем байте - 09h, в младшем байте – F060h, соответствует -40,0 °C:

#### ПОСЫЛКА:

номер устройства	FEh
идентификатор команды	19h
адрес регистра, старший байт	02h
адрес регистра, младший байт	0Ah
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

#### ОТВЕТ:

номер устройства	FEh
идентификатор команды	19h
содержимое регистра, старший байт	F0h
содержимое регистра, младший байт	60h
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

### Расчёт значений, считываемых с генератора

При считывании числовых значений результат следует умножить на множитель, указанный в таблице ниже (Таблица 4). При записи в генератор используйте обратное значение соответствующего множителя.

Таблица 4 – Адреса ячеек генератора

Назначение	Доступные команды	Адрес	Тип данных	Размер, байт	Примечание
Байт флагов состояния генератора	19h, 06h	200h	integer	2	см. ниже
Температура точки росы/инея, воспроизводимая генератором, °C	19h	20Ah	integer	2	signed × 100
Требуемое значение температуры точки росы/инея (для управления генератором при работе по программе «Управление генератором с ПК через порт RS-485»), °C	19h, 06h	218h	integer	2	signed × 100
Температура насытителя (Т1), °C	19h	210h	integer	2	signed × 100
Температура в увлажнителе (Т3), °C	19h	212h	integer	2	signed × 100
Давление в измерительной камере (P2), кПа	19h	214h	integer	2	× 100
Давление на возврате газа (P1), кПа	19h	216h	integer	2	× 100
Текущее значение температуры точки росы, °C	19h	21Ah	integer	2	signed × 100
Текущее значение молярной доли влаги, млн <sup>-1</sup>	19h	20Eh	integer	2	× 10
Заводской номер генератора	19h	21Ch	integer	2	

#### Байт флагов состояния генератора (200h)

бит 0	флаг готовности выхода на точку
бит 1	флаг выполнения чтения значений внешним устройством
бит 2	флаг ошибки внешнего устройства
бит 3	флаг завершения программы поверки
бит 4	флаг ухода давления в процессе записи точки внешним устройством
бит 5	флаг подключения ПК к генератору

#### Пример значения, считываемого с генератора

Значение заданной генератором температуры точки росы/инея в °C, считанное из регистра с адресом 20Ah, вычисляется следующим образом:

$$DP = 0,01 \cdot (256 \cdot \text{старший\_байт} + \text{младший\_байт})$$

16-битное целое число со знаком, выраженное в сотых долях °C:

F060h: -40,00 °C; 03E8h: +10,00 °C.

### Алгоритм взаимодействия ПК и генератора

- 1) Запустите на генераторе программу «Управление генератором с ПК через порт RS-485» (Рисунок 14).
- 2) С помощью команды 06h установите флаг подключения ПК к генератору (бит 5 из регистра с адресом 200h) равным 1. Генератор должен показать, что связь с ПК установлена.
- 3) С помощью команды 06h запишите требуемое значение температуры точки росы/инея (знаковое число, умноженное на 100) в регистр с адресом 218h. Генератор выполнит подготовительные операции (проверка подключения СИ и т.п.), затем приступит к установке температуры точки росы/инея, записанной в регистр с адресом 218h.
- 4) С помощью команды 19h периодически считывайте флаг готовности генератора из регистра с адресом 200h (бит 0). Когда требуемая относительная влажность будет установлена, этот бит станет равен 1.
- 5) С помощью команды 19h считывайте фактическое значение заданной генератором температуры точки росы/инея из регистра с адресом 20Ah (знаковое число, умножить на 0,01).
- 6) Для начала установки следующего значения относительной влажности с помощью команды 06h запишите его (умноженное на 100) в регистр с адресом 218h и т.д.
- 7) После завершения работы с последней требуемой относительной влажностью с помощью команды 06h установите флаг завершения программы поверки (бит 3 регистра с адресом 200h) равным 1. Генератор приступит к завершению программы поверки (просушка насытителя и т.п.).



**Примечание:** при записи байта флагов (регистр с адресом 200h) изменяйте только те биты, которые требуется изменить, оставляя значения остальных без изменений.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Методические рекомендации по поверке гигрометров ИВА-10М

При определении принадлежности гигрометров ИВА-10М к типу СИ следует пользоваться следующим правилом – приборы с заводскими номерами до 339 (не включительно) относятся к типу 49251-12 (произведены до 07.2017); приборы с заводскими номерами 339 и старше относятся к типу 67840-17. Гигрометры ИВА-10 относятся к типу 32975-06 и поверяются по каналу измерения относительной влажности, то есть могут быть поверены с использованием генератора Сухойей-4(В) только косвенным методом.

Особенностью гигрометров ИВА-10М является наличие датчика расхода, который работает на перепаде давления. Это пневматическое сопротивление при стандартном подключении ИВА-10М к генератору Сухойей-4(В) создаст неопределенность давления в измерительной камере гигрометра (фактическое давление в камере будет больше, чем то, которое будет измерять датчик давления генератора). В связи с этим ИВА-10М и другие гигрометры с пневматическим сопротивлением на выходе измерительной камеры следует подключать иначе:

- 1) Полностью откройте входной и выходной клапаны ИВА-10М.
- 2) Установите «0» давления для гигрометра ИВА-10М (см. соответствующее руководство по эксплуатации).
- 3) Установите режим индикации ИВА-10М при рабочем давлении («°С (P)») как показано на рисунке ниже (Рисунок 36).
- 4) Подключите гигрометр ИВА-10М в соответствии со схемой ниже (Рисунок 36). При необходимости подключения нескольких гигрометров ИВА-10М, подключите их в соответствии со схемой на рисунке ниже (Рисунок 37). Не рекомендуется подключать более 3 гигрометров ИВА-10М одновременно.

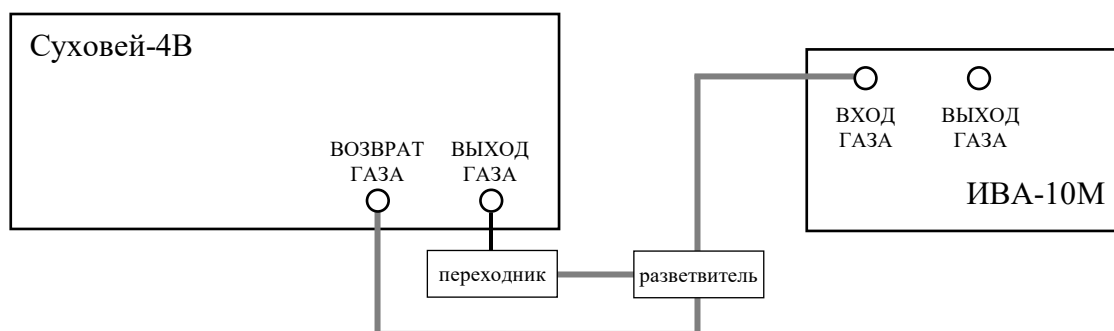


Рисунок 35 – Схема подключения гигрометра ИВА-10М.



Рисунок 36 – Подключение гигрометра ИВА-10М.

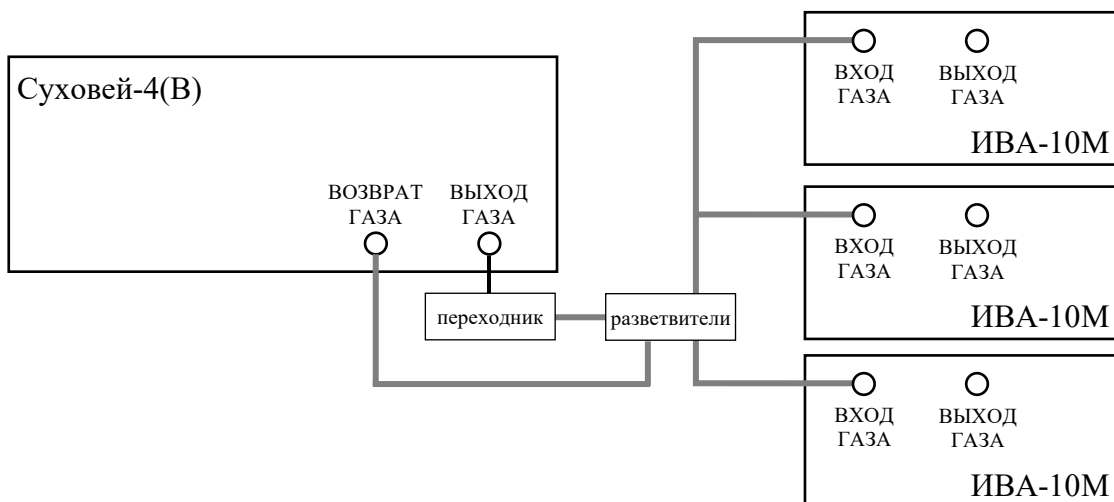


Рисунок 37 – Схема подключения трех гигрометров ИВА-10М.

- 5) Запустите программу поверки ИВА-10М (см. п.7.2.9).
- 6) Убедитесь в наличии расхода через гигрометр (он не сможет достичь зеленой зоны – это нормально).
- 7) После установления показаний гигрометра на точке  $-60^{\circ}\text{C}$  проведите автокоррекцию показаний гигрометра ИВА-10М в соответствии с руководством по эксплуатации на него.
- 8) Дождитесь стабилизации показаний после выполненной автокоррекции.
- 9) Фиксируйте показания гигрометра в соответствии с методикой поверки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Типовые рекомендуемые сценарии использования генератора

В зависимости от особенностей поверяемых средств измерений рекомендуются несколько сценариев использования генератора для их поверки. Средства измерения точки росы/иней можно разделить на две группы по принципу работы, сорбционные СИ также можно условно разделить на несколько групп по диапазону измерений – см. таблицу ниже (Таблица 5).

Таблица 5 – Типовые рекомендуемые сценарии использования генератора

Принцип действия	Диапазон измерений	Средства измерения	Номер сценария
Сорбционный	от -80 °С	ИВА-8, ДТР-2, ДТР-3, FAS-SW, ГигроСкан, ИВГ-1, Easidew, Pura, MDM300, Vaisala DMT143 и др.	1
	от -60 °С	ИВА-10М, ДТР-1, DILO 3-038-R и др.	2
	от -30 °С	ДТР-4, ГТВ-002 и др.	3
Конденсационный	любой	S4000, S8000, Optidew, MBW, Hygrovision, Конг-Прима-2М, FAS-W и др.	2

Далее будут представлены методические рекомендации по подготовке к поверке для каждой из этих групп приборов.

### 1. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -80 °С

Для подключения генератора ко входу гигрометра (или измерительной камере, в которую он установлен) необходимо использовать только переходники и арматуру из нержавеющей стали.

Начинать подготовку к поверке следует **в начале рабочего дня**.

- 1.1. Подключите поверяемые гигрометры (см. п.8.3).
- 1.2. Нажмите на кнопку «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. п.8.4).
- 1.3. Оставьте генератор и приборы на предварительную просушку на время, которое указано в таблице в ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки. При отсутствии возможности более длительной просушки, проводите ее хотя бы 24 часа.
- 1.4. Включите генератор.
- 1.5. Проводите поверку в соответствии с п.8.5.

## **2. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -60 °С или конденсационных гигрометров**

Для подключения генератора ко входу гигрометра (или измерительной камере, в которую он установлен) можно использовать **трубки из полиэтилена**, фторопласта или нержавеющей стали.

Начинать подготовку к поверке следует **в конце рабочего дня**, предшествующего дню проведения поверки.

- 2.1. Подключите поверяемые гигрометры к генератору (см. п.8.3).
- 2.2. Включите генератор.
- 2.3. Нажмите на кнопку «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. п.8.4).
- 2.4. Оставьте генератор и приборы на предварительную просушку на время, которое указано в таблице в ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки.
- 2.5. Включите генератор.
- 2.6. Проводите поверку в соответствии с п.8.5.

## **3. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -30 °С**

Для подключения генератора ко входу гигрометра (или измерительной камере, в которую он установлен) можно использовать **трубки из полиэтилена**, фторопласта или нержавеющей стали.

Подготовка к поверке и поверка производятся в течение одного рабочего дня.

- 3.1. Подключите поверяемые гигрометры к генератору (см. п.8.3).
- 3.2. Включите генератор.
- 3.3. Проводите поверку в соответствии с п. 8.5.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки**

Название прибора	ОТ	МП	предварительная осушка	диапазон измерений, °С	Температуры точки росы/иней по программе поверки, °С						Особенности	
					модификация	1	2	3	4	5		6
Микрофор ДТР-1	83117-21	ЦАРЯ.413614.001 МП	6 ч	-60 ... +20	ДТР-1	-60	-20	20				автокоррекция
Микрофор ДТР-2, ДТР-3	83117-21	ЦАРЯ.413614.001 МП	24 ч	-80 ... 0	ДТР-2, ДТР-3	-80	-40	0				
Микрофор ДТР-4	83117-21	ЦАРЯ.413614.001 МП	нет	-30 ... +20	ДТР-4	-20	-5	15				
Микрофор ДВ2 исп. 4П	46434-11, 25948-11	ЦАРЯ.2772.001-01, ЦАРЯ.2553.004-01 МП (изм.1)	6 ч	-60 ... +20	исполнение 4П	-60	-20	20				автокоррекция
Микрофор ИВА-10М	67840-17, 49251-12 (до 2017.07 №<339)	ЦАРЯ.2772.010 РЭ раздел 8	нет (рекомендуется 6 ч)	67840-17: -60 ... +20 49251-12: -60 ... +48	нет	-60	-40	-20	-10	0	20	автокоррекция
Микрофор ИВА-8	13560-11	ЦАРЯ.2872.002 МП	72 ч	-80 ... -20	нет	-75	-65	-50	-30			поверочный режим
Экис ИВГ-1 после 2018	70176-18	МП-242-2162-2017	нет (рекомендуется 24 ч)	-80 ... 0	нет метрологически значимых	-80	-75	-56	-37	-19	0	
Экис ИВГ-1 до 2018	15501-12	ТФАП.413614.011 РЭ приложение Д	нет (рекомендуется 24 ч)	-80 ... 0	нет метрологически значимых	-80	-60	-40	-20	0		
Michell Instruments анализаторы	73820-19	УБЖК.413614.004МП	нет (рекомендуется 5 суток)	-80 ... +20	Н	-80	-30	20				
				-40 ... +20	Н1	-40	-10	20				
				-80 ... -40	М	-80	-60	-40				
				-100 ... +20	L	-80	-40	20				поверка в поддиапазоне от -80 °С

Название прибора	ОТ	МП	предварительная осушка	диапазон измерений, °С	Температуры точки росы/иней по программе поверки, °С						Особенности	
					модификация	1	2	3	4	5		6
Michell Instruments Easidew	70078-17	без номера	нет (рекомендуется 5 суток)	-80 ... -40	PURA H	-80	-60	-40				
				-100 ... -40	PURA M	-80	-60	-40				поверка в поддиапазоне от -80 °С
				-100 ... -40	PURA L	-80	-60	-40				поверка в поддиапазоне от -80 °С
				-80 ... +20	другие H	-80	-30	20				
				-80 ... -40	другие M	-80	-60	-40				
				-100 ... +20	другие L	-80	-40	20				поверка в поддиапазоне от -80 °С
					модификация	1	2	3	4	5	6	
Michell Instruments MDM300	72593-18	УБЖК.413614.003МП	нет (рекомендуется 5 суток)	-80 ... +20	H	-80	-30	20				
				-40 ... +20	H1	-40	-10	20				
				-80 ... -40	M	-80	-60	-40				
				-100 ... +20	L	-80	-40	20				поверка в поддиапазоне от -80 °С
Michell Instruments QMA601 SN	71717-18	УБЖК.413614.002МП	нет	-50 ... +30	нет	-50	-20	10				
Michell Instruments 2012	50304-12	МП-242-1260-2011	нет (для сорбционных гигрометров рекомендуется 5 суток)	-60 ... +20	по диапазону	-60	-40	-20	0	20		
				-85 ... +20	по диапазону	-80	-58,8	-32,5	-6,3	20		поверка в поддиапазоне от -80 °С
				-100 ... +20	по диапазону	-80	-55	-30	-5	20		поверка в поддиапазоне от -80 °С
				-40 ... +20	по диапазону	-40	-25	-10	5	20		
				-100 ... -40	по диапазону	-80	-70	-60	-50	-40		
				-80 ... +20	по диапазону	-80	-55	-30	-5	20		
Элемер РОСА-10	27728-09	НКГЖ.414614.003РЭ	нет	-40 ... +80		13,5	4,5	-14,8	-22,1	-30		выдержка на каждой точке 60 минут
				0 ... 25 000 ppm	объемная доля влаги	2 500	6 250	12 500	18 750	22 500		

Название прибора	ОТ	МП	предварительная осушка	диапазон измерений, °С	Температуры точки росы/иней по программе поверки, °С						Особенности
					Диапазон I	-20	-15	-5	5	15	
Вымпел Hygrovision-BL	60683-15	КРАУ2.844.007МП	нет	-30 ... Т <sub>окр</sub>	Диапазон I	-20	-15	-5	5	15	
				-60 ... Т <sub>окр</sub>	Диапазон II	-50	-40	-20	0	15	
Вымпел Hygrovision-BL-mini	49829-12	КРАУ2.844.011МП	нет	-30 ... Т <sub>окр</sub>		-20	-15	-5	5	15	
Вымпел КОНГ-Прима-2М	66783-17	КРАУ2.848.015МП	нет	-30 ... Т <sub>окр</sub>	Диапазон I	-25	-15	-5	5	20	
				-60 ... Т <sub>окр</sub>	Диапазон II	-55	-40	-20	0	20	
Вымпел КОНГ-Прима-10	28228-21	КРАУ2.844.005МП	нет	-30 ... +30	в зависимости от комплектации	-25	-10	0	10	20	
				-50 ... +10		-45	-30	-20	-10	5	
Вымпел FAS-W	72752-18	МП-242-2240-2018	нет	-30 ... +60	Диапазон I	-25	-7,5	15			поверка в поддиапазоне до +20 °С
				-80 ... +20	Диапазон II	-75	-55	-30	-5	15	
				-65 ... +30	Диапазон III	-60	-44	-17,5	-4		поверка в поддиапазоне до +20 °С
Вымпел FAS-SW	74313-19	ВМПЛ2.848.016 МП	нет (рекомендуется 48 часов)	-70 ... +20	Диапазон I	-60	-25	10			
				-100 ... +20	Диапазон I	-80	-40	0			
БАКС ГигроСкан	76933-19	КС 50.590-000 МП	да (время не указано - рекомендуется 6 ч)	-70 ... +20	нет метрологически значимых	-60	-45	-25	-5		
GE dew.IQ	59922-15	без номера	нет (рекомендуется 48 часов)	-80 ... +20 -80 ... +60	стандартный расширенный	-80	-30	20			расширенный - поверка в диапазоне до +20 °С
GE MOISTURE ANALYZERS	51453-12	без номера	нет (рекомендуется 48 часов)	-80 ... +40 -110 ... +20 -80 ... +20	VeriDri, MTS6 стандартный, MTS6 расширенный и другие	-80	-30	20			

Название прибора	ОТ	МП	предварительная осушка	диапазон измерений, °С	Температуры точки росы/инея по программе поверки, °С						Особенности	
					модификация	1	2	3	4	5		6
DILO 3-038-R	74815-19	МП-242-2271-2018	нет	-60 ... +20	нет метрологически значимых	-50	-30	0	10			
ГТВ-002	51229-12	без номера	нет	-30 ... +12	нет	-30	-9	12				
Микрофор Суховей	80277-20	ЦАРЯ.418319.001 МП	нет (рекомендуется 8 часов)	-80 ... +20	Суховей-4(В)	-75	-60	-40	-20	10		

