

**ЗАКАЗАТЬ**

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



80277-20



# **ГЕНЕРАТОРЫ ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЕ СУХОВЕЙ-3 и СУХОВЕЙ-3П**

**Руководство по эксплуатации**

**ЦАРЯ.418319.003 РЭ**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1.</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>НАЗНАЧЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b> .....	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>СОСТАВ ГЕНЕРАТОРА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ</b> .....	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАТОРА</b> .....	<b>8</b>
	5.1. Принцип работы генератора.....	8
	5.2. Конструкция генератора .....	9
	5.3. Описание и работа газовой системы генератора.....	11
	5.4. Режим 1 - Просушка СИ и внешнего насытителя перед поверкой («ночной режим»).....	13
	5.5. Режим 2 - Просушка СИ и внешнего насытителя с выходом термостата на требуемую температуру .....	14
	5.6. Режим 3 - Подача газа на СИ через внешний насытитель.....	15
	5.7. Режим 4 - Подача газа на СИ из конденсационной камеры.....	16
	5.8. Режим 5 - Просушка генератора .....	17
	5.9. Описание и работа схемы управления генератором .....	18
	5.10. Описание и работа основных блоков генератора .....	18
<b>6.</b>	<b>МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>21</b>
<b>7.</b>	<b>УПРАВЛЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОМ</b> .....	<b>21</b>
	7.1. Кнопка включения и выключения. ....	21
	7.2. Сенсорный экран модуля управления и индикации. ....	22
<b>8.</b>	<b>ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ</b> .....	<b>31</b>
	8.1. Общие указания .....	31
	8.2. Первое включение .....	31
	8.3. Подключение СИ к генератору .....	33
	8.4. Просушка поверяемых СИ перед поверкой.....	34
	8.5. Порядок работы с генератором .....	35
	8.6. Завершение работы с генератором .....	40
	8.7. Подготовка генератора к длительному хранению .....	41
	8.8. Подготовка генератора к транспортировке .....	42
<b>9.</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b> .....	<b>42</b>
<b>10.</b>	<b>ПОВЕРКА</b> .....	<b>42</b>
<b>11.</b>	<b>ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....	<b>43</b>
	11.1. Информация о встроенном программном обеспечении.....	43
	11.2. Обновление встроенного программного обеспечения .....	44
<b>12.</b>	<b>НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ</b> .....	<b>45</b>
<b>13.</b>	<b>ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)</b> .....	<b>46</b>
<b>14.</b>	<b>ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ</b> .....	<b>46</b>
<b>15.</b>	<b>СРОК СЛУЖБЫ</b> .....	<b>46</b>

<b>16. УТИЛИЗАЦИЯ .....</b>	<b>46</b>
<b>17. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ.....</b>	<b>46</b>
<b>18. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....</b>	<b>47</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Сертификат об утверждении типа СИ.....</b>	<b>48</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Декларация о соответствии требованиям таможенного союза .....</b>	<b>49</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.....</b>	<b>50</b>
1. Описание .....	50
2. Подключение .....	51
3. Техническое обслуживание.....	52
4. Неисправности и их устранение .....	53
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Описание протокола работы с генератором через порт RS-485 .....</b>	<b>54</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Методические рекомендации по поверке гигрометров ИВА-10М.....</b>	<b>57</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Типовые рекомендуемые сценарии использования генератора .....</b>	<b>60</b>
1. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -80 °С.....	60
2. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -60 °С или конденсационных гигрометров .....	61
3. Поверка сорбционных гигрометров с диапазоном измерений от -30 °С.....	61
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки .....</b>	<b>62</b>
<b>СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТАХ.....</b>	<b>65</b>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с генераторами влажного газа эталонными Суховой модификаций Суховой-3 и Суховой-3П (в дальнейшем – генератор) в настольном исполнении и содержит их описание, принцип действия, характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей и правильной эксплуатации.

1.2. 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.

1.3. Страна производства генератора – Российская Федерация.

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

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

1.6. Пример обозначения генератора при заказе и в документации другой продукции, где он может быть применен: Генератор влажного газа эталонный Суховой-3П ТУ 26.51.70-001-77511225-2019.

1.7. Генератор постоянно совершенствуется, по запросам пользователей добавляются новые программы поверки. Замечания и предложения по работе с установкой, запросы на актуализированную версию настоящего руководства по эксплуатации и обновление программного обеспечения направляйте по электронной почте [support@microfor.ru](mailto:support@microfor.ru).

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

Генератор предназначен для воспроизведения задаваемых значений температуры точки росы (иней) в парогазовых смесях методом двух температур, двух давлений и их комбинаций. Генератор Суховой-3 является рабочим эталоном 2-го разряда, генератор Суховой-3П является рабочим эталоном 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений влажности и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта №2415 от 21.11.2023. Генераторы могут применяться для поверки, калибровки и градуировки гигрометров при выпуске их из производства или ремонта, в процессе эксплуатации или после хранения.

Управление генератором может осуществляться с использованием встроенного модуля управления и индикации.

Исполнение генератора – обыкновенное по ГОСТ 12977.

Генератор предназначен для работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от +17 до +27°C;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- относительная влажность окружающей среды не более 80%;
- содержание в воздухе агрессивных газов и паров, вызывающих коррозию, в пределах санитарных норм, установленных для закрытых помещений;
- пространственное положение – горизонтальное с отклонением не более 5°;
- отсутствие ударов, тряски и вибрации;
- 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 2 мг/м<sup>3</sup>;
- питание от сети переменного тока напряжением (220±22) В, частотой (50±1) Гц.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

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

Примечания:

- 1) при температуре окружающей среды менее +22°C верхний предел диапазона измерений ограничен температурой на 2°C ниже температуры окружающей среды;
- 2) при задании целевой температуры точки росы (инея) ниже 0°C генератор воспроизводит единицу точки инея, выше 0°C – точку росы.

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

- для генератора Сухой-3  $\pm 0,5$
- для генератора Сухой-3П  $\pm 0,2$

3.3. Генератор оснащен системой подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой, которая обеспечивает питание генератора сжатым воздухом, соответствующим установленным требованиям:

- избыточное давление рабочего газа на входе генератора от 0,6 до 0,9 МПа;
- содержание механических примесей (пыль, сажа, окалина, масло и др.) не более 2 мг/м<sup>3</sup>;
- температура точки инея питающего газа при рабочем давлении на входе в генератор не более -50 °C.

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

3.5. Время прогрева генератора не более 30 мин.

3.6. Время установления заданного значения точки росы (инея) ПГС на выходе генератора не более 90 мин (при условии заблаговременного выхода входящего в состав генератора термостата на температурный режим).

**Примечание:** Время установления зависит от направления хода генератора (понижение или повышение влажности), времени охлаждения/нагрева переливного термостата до заданной температуры, расхода газа, величины воспроизводимой влажности и степени просушки газовых коммуникаций генератора.

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

3.8. Нестабильность воспроизводимого значения точки росы (инея) не более  $\pm 0,1$  °C.

3.9. В комплект поставки генератора входит термостат жидкостной переливной прецизионный ТПП-1.3, номер в ФИФОЕИ 33744-07, к метрологическим и техническим характеристикам которого предъявляются следующие требования:

- диапазон воспроизводимых температур, °C, не хуже от -75 до +20
- нестабильность поддержания температуры, °C, не хуже  $\pm 0,01$
- неравномерность температурного поля в рабочем пространстве в диапазоне воспроизводимых температур на глубине от 30 до 450 мм, не более, °C:
- в диапазоне температур от -75 до -60°C  $\pm 0,04$
- в диапазоне температур от -60 до +20°C  $\pm 0,01$
- диаметр рабочего колодца, мм, не менее 100
- глубина рабочего колодца, мм, не менее 460

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

3.11. Средний срок службы генератора не менее 8 лет (кроме термостата).

3.12. Потребляемая мощность не более 3 кВт.

3.13. Габаритные размеры:

- блок генератора настольного исполнения – не более 500×350×420 мм;
- термостат с внешним насытителем – не более 610×1400×500 мм;
- система подготовки сжатого воздуха – см. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.

3.14. Масса:

- блок генератора настольного исполнения – не более 25 кг;
- термостат с внешним насытителем (без теплоносителя) – не более 70 кг;

- система подготовки сжатого воздуха – см. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.

3.15. Изоляция силовых электрических цепей питания генератора относительно корпуса при температуре окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности не более 80 % выдерживает в течении одной минуты воздействие испытательного напряжения синусоидальной формы величиной 1500 В, частотой 50 Гц.

3.16. Электрическое сопротивление изоляции между силовыми электрическими цепями и корпусом генератора при температуре окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °С, относительной влажности не более  $80 \pm 3$  % и номинальном напряжении 220 В – не менее 40 МОм.

3.17. Генератор в упаковке для транспортирования выдерживает воздействие температуры от -50 до +50 °С, относительной влажности  $95 \pm 3$  % при температуре 35°С и транспортной тряски по группе N2 по ГОСТ 12997-84.

#### 4. СОСТАВ ГЕНЕРАТОРА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В состав генератора входят (см. Рисунок 1):

- основной блок генератора (1);
- система подготовки сжатого воздуха (первая ступень) (2);
- модуль глубокой осушки (вторая ступень системы подготовки сжатого воздуха, осушитель, внешний вид может отличаться от приведенного на рисунке) (3);
- соединительную газовую арматуру (4);
- термостат жидкостной переливной прецизионный ТПП-1.3 (5);
- внешний насытитель (6);
- компрессор (на рисунке не показан).

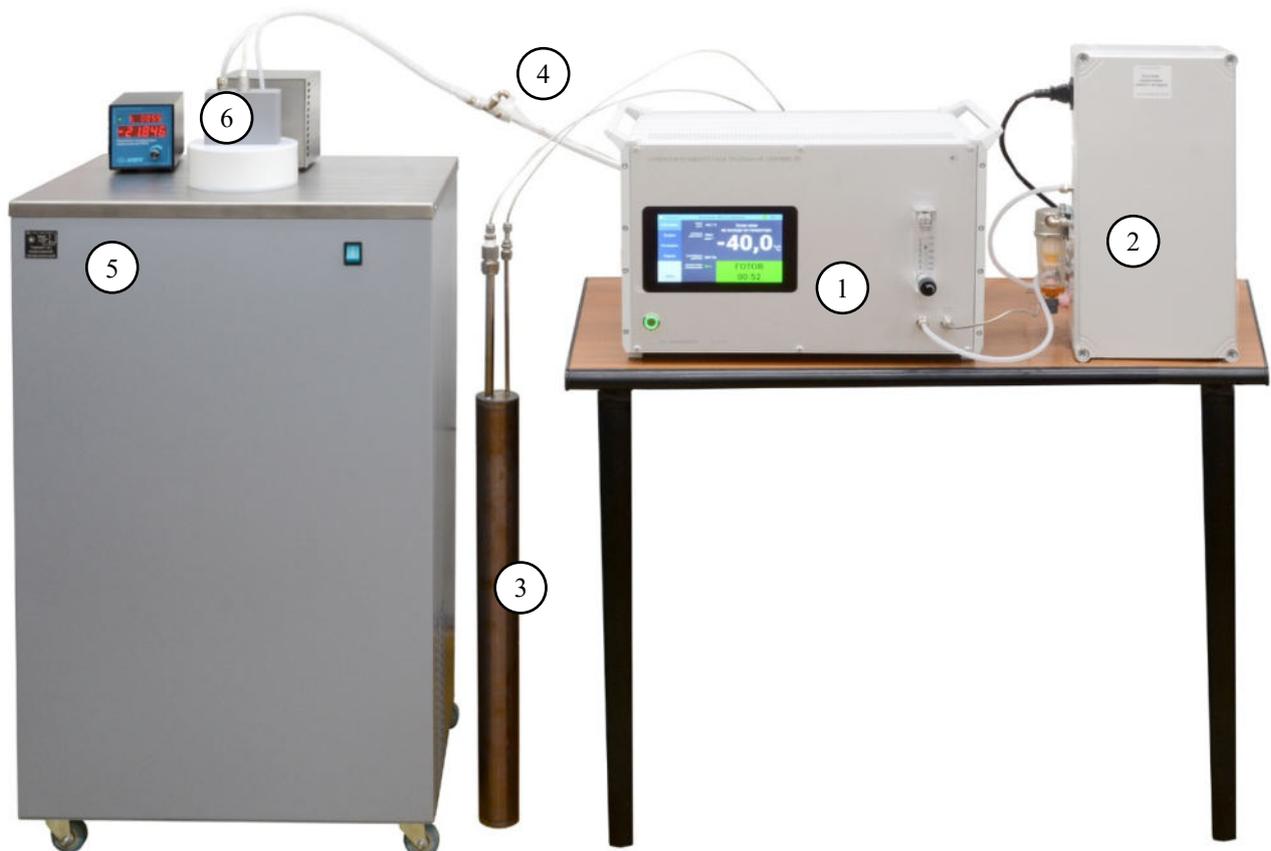


Рисунок 1 - Внешний вид генератора.

Комплект поставки генератора в настольном исполнении приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Комплект поставки генератора

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Блок генератора основной с модулем управления и индикации	ЦАРЯ.418319.003	1 шт.	(1)
Блок генератора основной (без модуля управления и индикации)	ЦАРЯ.418319.003-03	1 шт.	(1)
Внешний сепаратор (насытитель)	ЦАРЯ.418319.005	1 шт.	
Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3	УМТК 151.0000.00	1 шт.	
Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой	ЦАРЯ.418319.008	1 шт.	(1)
Комплект фитингов и переходников для подключения поверяемых гигрометров		1 комп.	
Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.418319.003 РЭ	1 экз.	
Упаковка	ЦАРЯ.418319.012 СБ	1 шт.	
Дополнительные приспособления и документация			
Методика поверки	ЦАРЯ.418319.001 МП	1 шт.	(1)
Измерительная камера для установки 2 измерительных преобразователей ДТР (гигрометр ИВА-8) (установочная резьба М24×1)	ЦАРЯ.2748.100	1 шт.	(1)
Измерительная камера для установки 2 измерительных преобразователей ДТР (установочная резьба М20×1,5)	ЦАРЯ.2748.104	1 шт.	(1)
Измерительная камера для установки 2 измерительных преобразователей Easidew или Transmet IS (установочная резьба 5/8" UNF)	ЦАРЯ.2748.102	1 шт.	(1)
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.	(1)
Кабель для юстировки ДТР-СМ	ЦАРЯ.3660.022	1 шт.	(1)
Примечания: (1) – поставляется по запросу Заказчика.			

## 5. ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАТОРА

### 5.1. Принцип работы генератора

Принцип работы генератора основан на совместном использовании метода двух температур и двух давлений, которые заключаются в достижении фазового равновесия водяного пара, содержащегося в парогазовой смеси, с водой/льдом при контролируемых значениях давления и температуры с последующим изменением давления и температуры ПГС в измерительной камере с исследуемым гигрометром.

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

Затем ПГС поступает в измерительную камеру с исследуемым гигрометром, в которой поддерживается давление  $P_{\text{кам}}$ .

Определение зависимости температуры точки росы (инея) в измерительной камере от значений давлений и температуры основано на том, что молярная доля влаги  $m$  в газе в насытителе и в камере одинакова.

Согласно определению (п.3.2.11 РМГ 75-2014) эффективное давление водяного пара в насытителе  $E_c$  составит

$$E_c = mP_{\text{нас}} \quad (1),$$

В то же время значение эффективного давления связано с парциальным давлением водяного пара через повышающий коэффициент (п.3.2.12 РМГ 75-2014).

Поскольку в насытителе находится насыщенный водяной пар над водой или льдом (при отрицательной температуре), его давление согласно п. 5.2 стандарта **ГОСТ Р 8.811-2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Таблицы психрометрические. Построение, содержание, расчетные соотношения»** составляет

$$E_c(T_{\text{нас}}) = f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_w(T_{\text{нас}}) \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0^\circ\text{C} \quad (2a)$$

$$E_c(T_{\text{нас}}) = f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_i(T_{\text{нас}}) \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0^\circ\text{C}, \quad (2б)$$

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.

Приравняв выражение (1) и (2a) или (2б), получаем

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

$$mP_{\text{нас}} = f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_i(T_{\text{нас}}) \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0^\circ\text{C}.$$

Отсюда, значение для молярной доли влаги в газе в насытителе

$$m = \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_w(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0^\circ\text{C} \quad (3a)$$

$$m = \frac{f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})E_i(T_{\text{нас}})}{P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0^\circ\text{C} \quad (3б)$$

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

$$E_{\text{кам}} = mP_{\text{кам}}$$

Значение эффективного давления связано с парциальным давлением водяного пара через повышающий коэффициент (п.3.2.12 РМГ 75-2014).

$$E_{\text{кам}} = f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P, \quad \text{где}$$

$P$  – парциальное давление водяного пара в камере.

Отсюда, молярная доля водяного пара в камере составит

$$m = \frac{f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P}{P_{\text{кам}}} \quad (4)$$

Учитывая, что молярная доля влаги в насытителе и в камере одинакова, приравняем выражения (3а), (3б) и (4) и получаем соотношения для расчета парциального давления водяного пара в камере:

$$P = \frac{E_w(T_{\text{нас}})f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4\text{а})$$

$$P = \frac{E_i(T_{\text{нас}})f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4\text{б})$$

Очевидно, что парциальное давление водяного пара в газе связано с его температурой точки росы  $T_d$  и температурой точки инея  $T_f$  соотношениями:

$$P = E_w(T_d)$$

$$P = E_i(T_f)$$

Тогда

$$E_w(T_d) = \frac{E_w(T_{\text{нас}})f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (5а), } T_d \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5\text{а})$$

$$E_i(T_f) = \frac{E_w(T_{\text{нас}})f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (5б), } T_f < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5\text{б})$$

$$E_i(T_f) = \frac{E_i(T_{\text{нас}})f(P_{\text{нас}}, T_{\text{нас}})P_{\text{кам}}}{f(P_{\text{кам}}, T_{\text{кам}})P_{\text{нас}}} \quad \text{для } T_{\text{нас}} < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5\text{в})$$

Решение этих уравнений, т.е. вычисление значений температуры точки росы (инея), осуществляют методом итераций.

Расчет значения воспроизводимой точки росы (инея) в блоке управления генератором производится на основе соотношений (5а) - (5в) программным модулем librhcalc.so.

Модуль librhcalc.so составляет метрологически значимую часть программного обеспечения генератора.

## 5.2. Конструкция генератора

Основной блок генератора выполнен в стандартном 19-дюймовом корпусе. Внешний вид передней панели генератора показан на рисунке ниже (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид передней панели генератора.

На передней панели основного блока генератора расположены сенсорный дисплей встроенного модуля управления и индикации, кнопка включения и выключения генератора, штуцеры для подключения поверяемого СИ и ротаметр для задачи расхода газа. Также на передней панели указываются логотип и наименование производителя, модификация генератора, его заводской номер и знак утверждения типа средства измерений.

Тип штуцера для подключения СИ «ВЫХОД ГАЗА» – Ну-Lok CBU-3М-S316, подключается трубкой Ну-Lok TC-3×0.5mm-S316/316L, обжатой CNFS-3М-SET.

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



Рисунок 3 – Вид основного блока генератора сзади.

На задней панели генератора расположены (Рисунок 3):

- разъем для подключения сетевого шнура питания;
- штуцер «ВХОД ГАЗА»;
- заглушенный штуцер «ЗАЛИВ ВОДЫ»;
- 2 заглушенных штуцера «Рнас» и «Ркам» для подключения эталонных преобразователей давления при градуировке встроенных датчиков давления;
- штуцер «СБРОС КОНДЕНСАТА» для сброса конденсата при просушке конденсационной камеры;
- порт «RS-485» для подключения генератора к персональному компьютеру через преобразователь интерфейса ПИ-1С;
- порт «СЕРВИС» – использование этого порта без указания производителя генератора запрещается;
- 2 порта USB, предназначенных для обновления встроенного ПО и выгрузки журнала работы генератора на flash диск (см. раздел «Программное обеспечение»);
- порт LAN;
- разъем «ТСРВ-1» для подключения термометра сопротивления внешнего насытителя;
- разъем «ТПП-1» для подключения термостата;
- штуцеры «ВХОД ОСУШИТЕЛЯ» и «ВЫХОД ОСУШИТЕЛЯ» для подключения второй ступени системы подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой;
- штуцеры «ВХОД ВНЕШНЕГО НАСЫТИТЕЛЯ», «ВЫХОД ВНЕШНЕГО НАСЫТИТЕЛЯ» и «ОБДУВ КОММУНИКАЦИЙ» для подключения внешнего насытителя;
- охлаждаемая часть конденсационной камеры.

Внешний насытитель, устанавливаемый в рабочий объем термостата (Рисунок 1– (6)), подключается к блоку генератора (Рисунок 1 – (1)) тремя трубками:

- через одну («ВХОД ВНЕШНЕГО НАСЫТИТЕЛЯ») газ подается во внешний насытитель,
- через вторую трубку (стальную, «ВЫХОД ВНЕШНЕГО НАСЫТИТЕЛЯ») газ подается через регулирующий клапан на вход поверяемого средства измерения,
- через третью трубку («ОБДУВ КОММУНИКАЦИЙ») осуществляется обдув места подключения выходной трубки к внешнему насытителю с целью его защиты от обмерзания.

Внешний насытитель содержит термопреобразователь сопротивления платиновый вибропрочный ТСРВ-1, который в паре с соответствующим электронным модулем МАВ-ТС-100 основного блока генератора обеспечивает точное измерение температуры внешнего насытителя.

### 5.3. Описание и работа газовой системы генератора

Газовая система содержит (Рисунок 4):

- электронные регуляторы давления, включающие датчики давления P1 и P2, управляющие пропорциональными клапанами ПК1 и ПК2 (1);
- предварительный увлажнитель (сатуратор) (далее – увлажнитель) (2);
- конденсационный насытитель (сепаратор) (далее – внутренний насытитель) (3);
- внешний насытитель (4);
- ротаметр с вентилем для установки расхода газа через измерительную камеру (5);
- клапаны КЛ1-КЛ14;
- контрольный датчик первой ступени системы осушки (6);
- осушитель (вторая ступени системы осушки) (7).

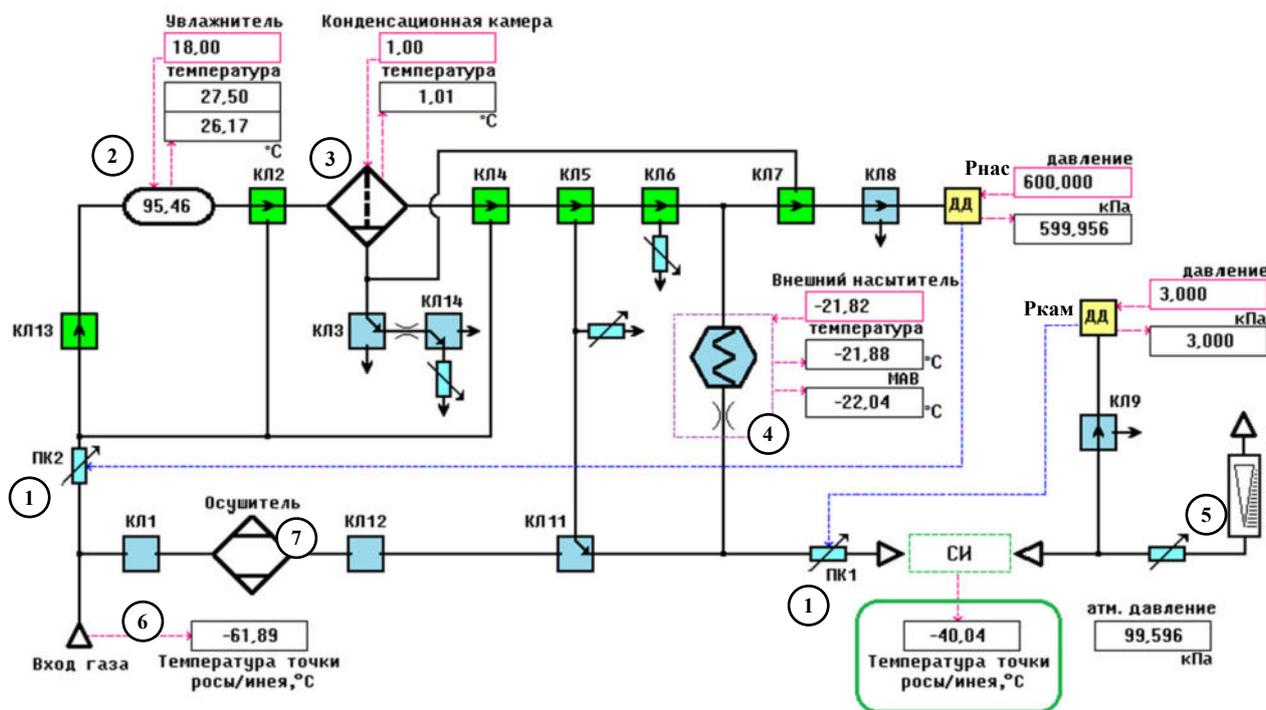


Рисунок 4 – Схема газовой системы генератора.

На рисунке выше (Рисунок 4) 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 (для внешнего насытителя «температура» - это температура, измеренная термостатом ТПП-1.3, «МАВ» - температура, измеренная с помощью термометра ТСРВ-1.

Расход газа через поверяемое СИ ограничивается ротаметром, расположенным на передней панели генератора.

Температура в предварительном увлажнителе поддерживается регулятором температуры увлажнителя.

Температура конденсационной камеры поддерживается на заданном уровне регулятором температуры конденсационной камеры.

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

**ВНИМАНИЕ!** Так как датчик давления, управляющий регулятором давления ПК1, находится на выходе поверяемого СИ, НЕОБХОДИМО обеспечить подключение СИ не только к штуцеру «ВЫХОД ГАЗА», но и к штуцеру «ВОЗВРАТ ГАЗА». В противном случае регулятор ПК2 полностью откроется, и на СИ будет подано полное давление в насытителе (обычно это 600 кПа), что может привести к повреждению поверяемого СИ. Подробнее о подключении СИ к генератору смотрите в разделе «Работа с генератором».

Клапаны КЛ1 и КЛ12 предназначены для запираания второй ступени системы осушки.

Клапан КЛ13 предотвращает попадание влаги из увлажнителя в коммуникации генератора при переходных процессах.

Клапан КЛ2 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 КЛ4 управляет подачей газа в обход конденсационной камеры.

Клапаны КЛ5, КЛ6 и КЛ11 предназначены для переключения режима работы генератора.

Клапан КЛ7 переключает режим измерения давления между внешним насытителем и конденсационной камерой.

Клапаны КЛ8 и КЛ9 предназначены для установки нуля датчиков давления.

Клапан КЛ10 (на схеме не показан) управляет вентилятором охлаждения блока генератора.

Клапан КЛ14 управляет расходом через конденсационную камеру в процессе просушки.

При работе генератора газ от компрессора подается на первую ступень системы подготовки сжатого воздуха, представляющую собой адсорбционный осушитель с холодной регенерацией. Осушенный газ подается на штуцер «ВХОД ГАЗА» блока генератора. На входе генератора установлен преобразователь точки росы/инея ДТР-1-С, который позволяет контролировать эффективность первой ступени осушки.

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

Режим 1 - Просушка СИ и внешнего насытителя перед поверкой («ночной режим»).

Режим 2 - Просушка СИ и внешнего насытителя с выходом термостата на требуемую температуру.

Режим 3 - Подача газа на СИ через внешний насытитель.

Режим 4 - Подача газа на СИ из конденсационной камеры.

Режим 5 - Просушка генератора.

Далее работа генератора в этих режимах будет рассмотрена более подробно.

Точка росы (инея) в измерительной камере определяется соотношением (4) (см. п.5.1), где  $T_{\text{кам}}$ ,  $P_{\text{кам}}$  - температура и давление в измерительной камере поверяемого СИ;

в 3-м режиме:  $T_{\text{нас}}$  - температура в термостате ТПП-1.3,  $P_{\text{нас}}$  - давление в конденсационном канале внешнего насытителя;

в 4-м режиме:  $T_{\text{нас}}$ ,  $P_{\text{нас}}$  - температура и давление в конденсационной камере.

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

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

В этом режиме газовый поток, проходя через вторую ступень осушки, разделяется на 2 части (см. Рисунок 5), одна из которых направляется на просушку внешнего насытителя и конденсационной камеры, вторая – на просушку подключенного к генератору СИ.

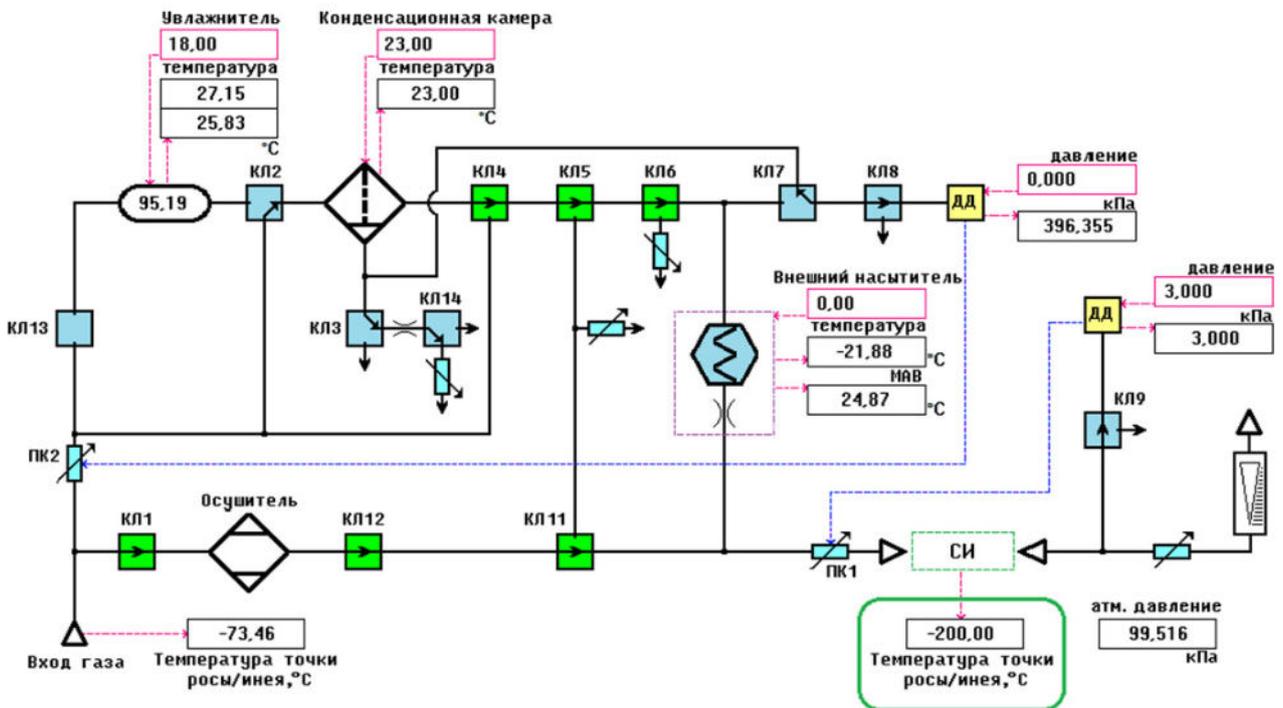


Рисунок 5 – Работа генератора в режиме 1 – Просушка СИ и внешнего насытителя перед поверкой («ночной режим»).

### 5.5. Режим 2 - Просушка СИ и внешнего насытителя с выходом термостата на требуемую температуру

Режим используется только при воспроизведении температуры точки инея газа ниже  $-18^{\circ}\text{C}$ . В этом режиме производится продувка коммуникаций и поверяемого СИ сухим газом, пока термостат выходит на требуемую температуру (Рисунок 6).

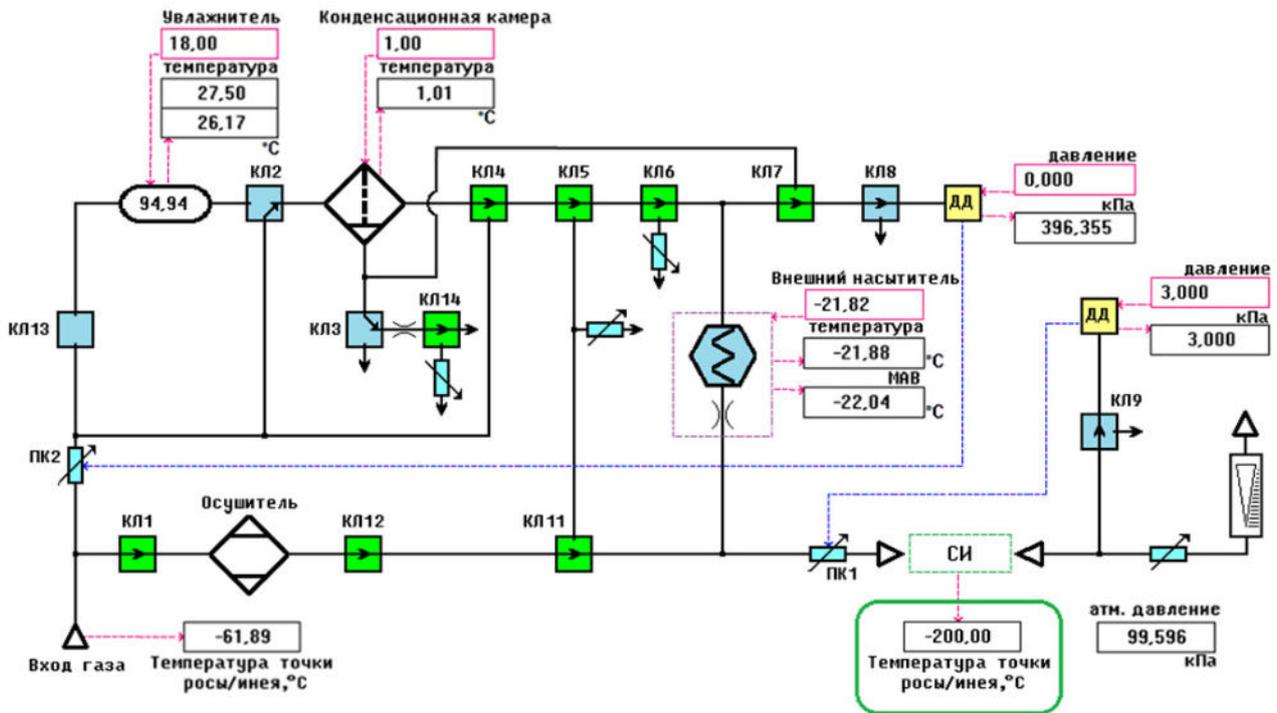


Рисунок 6 – Работа генератора в режиме 2 – Просушка СИ и внешнего насытителя с выходом термостата на требуемую температуру.

### 5.6. Режим 3 - Подача газа на СИ через внешний насытитель

Режим используется только при воспроизведении температуры точки инея газа ниже  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В этом режиме газ после первой ступени осушки поступает во внешний насытитель, где приходит в фазовое равновесие с уже содержащимся в насытителе инеем. На выходе внешнего насытителя ПГС имеет температуру точки инея равную  $T_{\text{нас}}$  при давлении  $P_{\text{нас}}$ .

При воспроизведении температуры точки инея ниже  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  газ поступает во внешний насытитель минуя увлажнитель. При воспроизведении температуры точки инея от  $-60$  до  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  газ проходит через увлажнитель и конденсационную камеру (Рисунок 7). Во избежание «замерзания» внешнего насытителя (когда сконденсировавшийся на стенках иней перекрывает ток газа через внешний насытитель) в генераторе реализован алгоритм оценки количества конденсата, который при необходимости переключает клапан КЛ2.

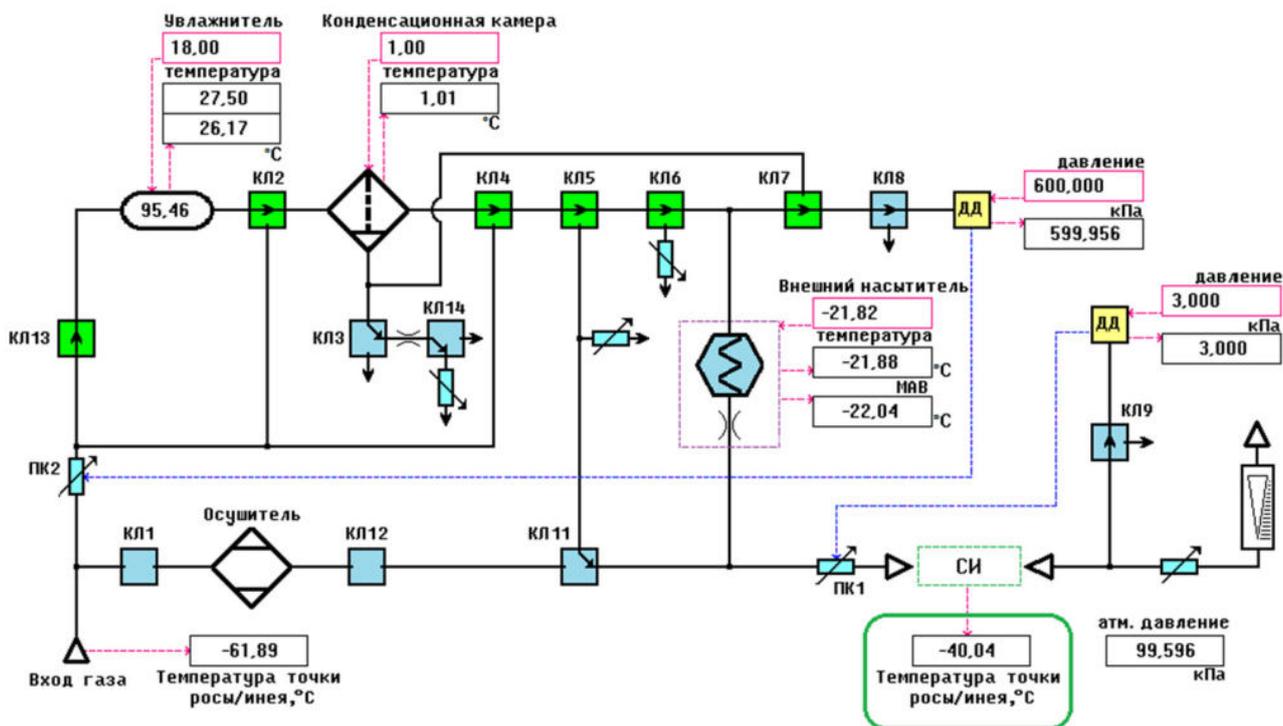


Рисунок 7 – Работа генератора в режиме 3 – Подача газа на СИ через внешний насытитель.

### 5.7. Режим 4 - Подача газа на СИ из конденсационной камеры

Режим используется для воспроизведения температуры точки росы/инейя газа выше  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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. На выходе конденсационной камеры ПГС имеет температуру точки росы равную  $T_{\text{нас}}$  при давлении  $P_{\text{нас}}$ .

При работе в этом режиме термостат ТПП-1.3 не задействуется и может быть выключен.

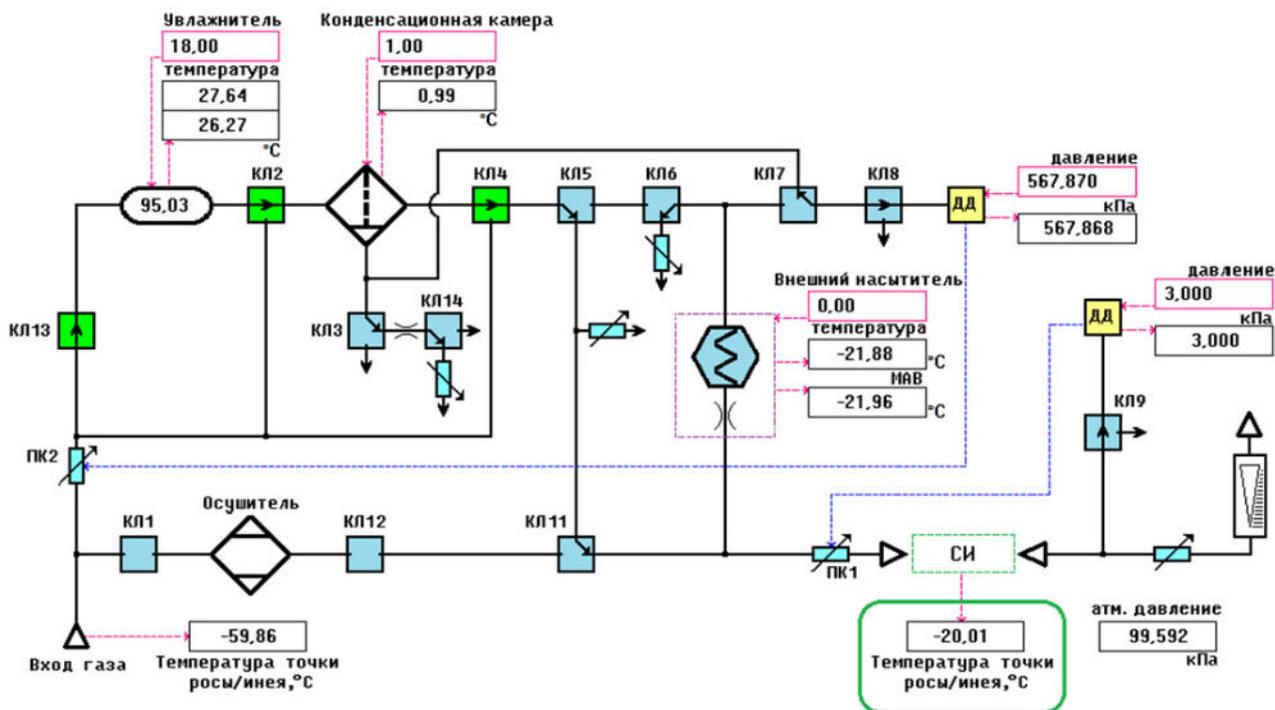


Рисунок 8 – Работа генератора в режиме 4 – Подача газа на СИ из конденсационной камеры.

## 5.8.Режим 5 - Просушка генератора

Режим предназначен для просушки поверяемого СИ и коммуникаций генератора после проверки.

Сначала происходит продувка конденсационной камеры от конденсата (Рисунок 9), затем производится просушка внешнего насытителя и коммуникаций (Рисунок 10).

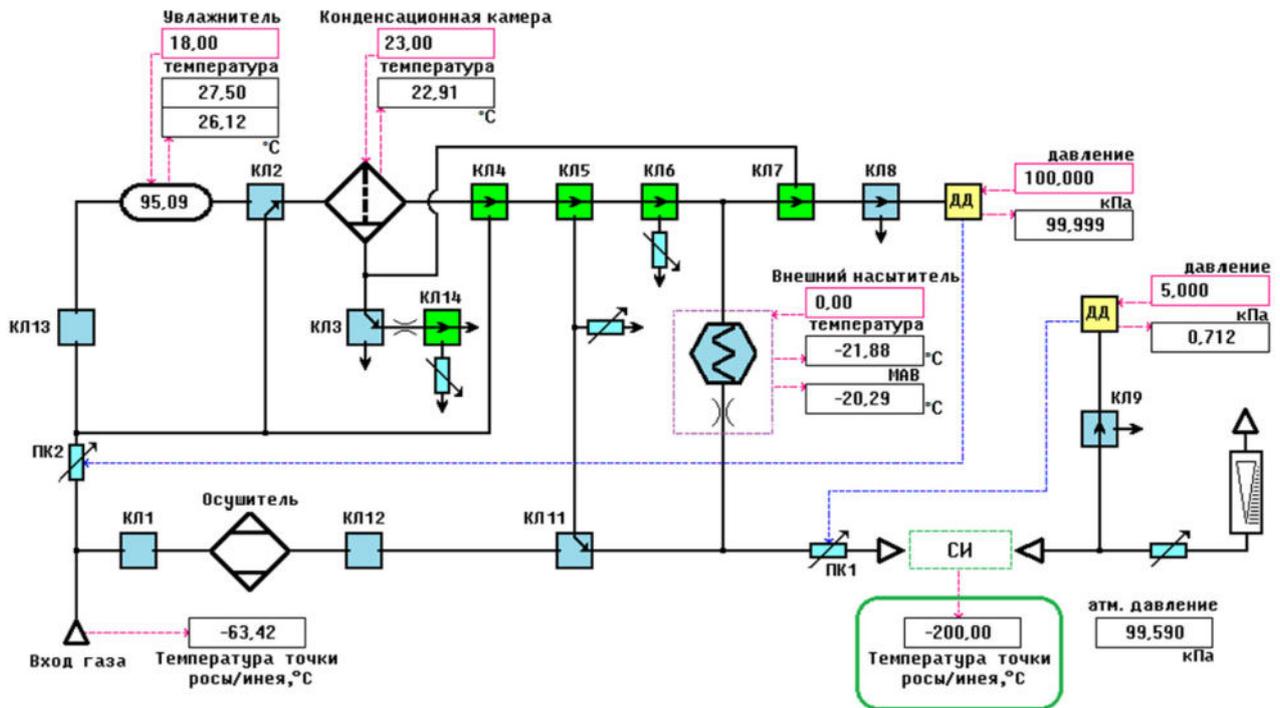


Рисунок 9 – Работа генератора в режиме 5 – Просушка СИ и насытителей, фаза 1 – продувка конденсационной камеры.

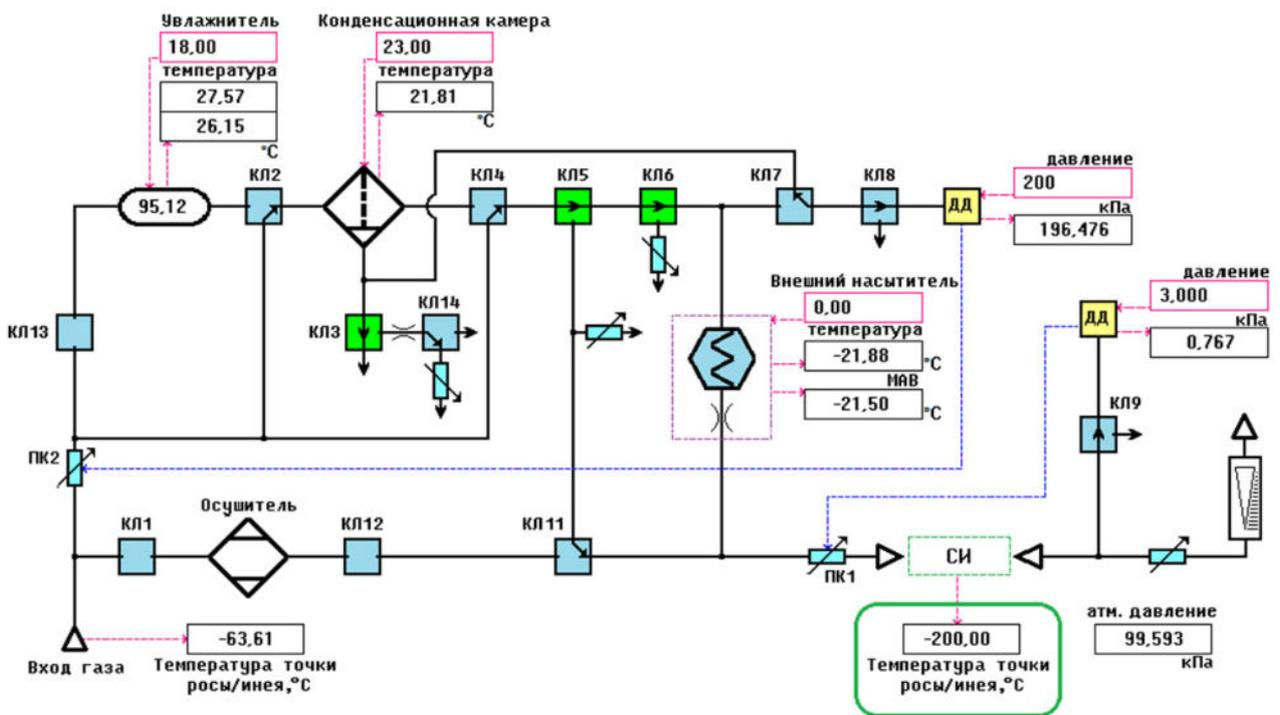


Рисунок 10 – Работа генератора в режиме 5 – Просушка СИ и насытителей, фаза 2 – просушка.

## 5.9. 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;
- измеритель температуры внешнего насытителя;
- блок управления термостатом ТПП-1.3 с интерфейсным кабелем;
- двухканальный регулятор давления;
- блок управления клапанами, включающий датчик атмосферного давления;
- контрольный преобразователь точки росы/инея ДТР-1-СМ блока предварительной осушки.

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

## 5.10. Описание и работа основных блоков генератора

5.10.1. **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.

5.10.2. **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.

5.10.3. **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.

**5.10.4. Внешний насытитель** представляет собой трубку из нержавеющей стали длиной около 200 см, выполненную в виде спирали и устанавливаемую в рабочий объем термостата ТПП-1.3. Контроль температуры в рабочем объеме осуществляется установленным рядом с трубкой термометром сопротивления платиновым вибропрочным ТСПВ-1.

Внешний насытитель и термометр сопротивления входят в состав внешнего блока насыщения. Для предотвращения обмерзания коммуникаций при работе при низких температурах осуществляется обдув места подключения выходной трубки к внешнему насытителю.

Влажный газ, проходя через трубку, охлаждается и становится насыщенным при температуре в рабочем объеме термостата. Избыточная влага конденсируется на внутренней стенке трубки. При подаче сухого газа он насыщается влагой и уносит часть влаги, сконденсированной на стенке трубки.

**5.10.5. 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;

- 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 К1 и К2;

- управление электромагнитными клапанами КЛ6 и КЛ7, 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.

5.10.6. **Блок управления клапанами** осуществляет подачу управляющих сигналов на клапаны по команде ПО, а также измерение атмосферного давления.

5.10.7. **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>M24×1</b>	преобразователи точки росы/инея ДТР, преобразователи ДТР-СМ гигрометров ИВА-8	
Камера измерительная двойная <b>M20×1,5</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	

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

5.10.9. **Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой** интегрирована в генератор. Подробное описание см. в ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.

***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 и внешнего насытителя 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 16). После выполнения просушки насытителя 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 насытителя, 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 и внешнего насытителя перед поверкой (ночной режим)» (см. п.5.3) аналогично нажатию на кнопку «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. Рисунок 16).

***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 16).

***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 непросушенных насытителях 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. Интерфейс модуля управления и индикации состоит из зоны вертикального ряда кнопок слева, с помощью которых выбирается режим отображения зоны справа (Рисунок 11). Текущий выбранный режим отображения визуально выделяется цветом соответствующей кнопки.

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

7.2.3. 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 16)).

7.2.4. В верхней строке слева направо отображаются:

- логотип НПК МИКРОФОР;
- модификация генератора – Суховей-3 или Суховей-3П;
- 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.

7.2.5. На экране «Состояние» отображаются (Рисунок 11):

- 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 измерения (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 обратного отсчета, если это предусмотрено текущей программой.

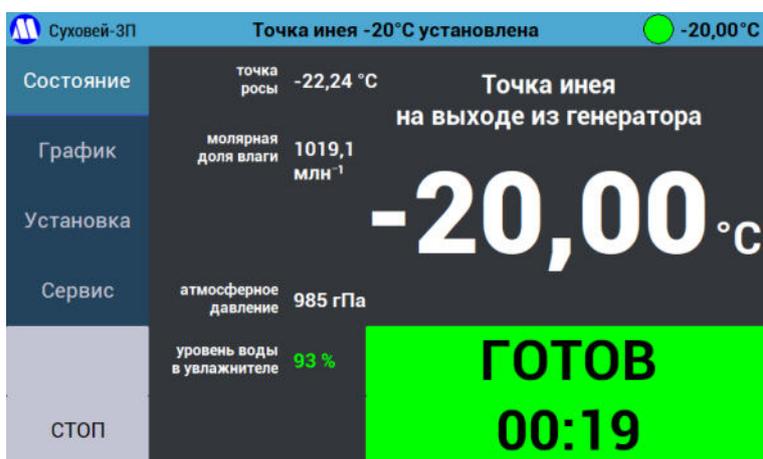


Рисунок 11 – Экран «Состояние».

7.2.6. На экране «График» (Рисунок 12) 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.7.2.10.1). 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 12 – Экран «График».

7.2.7. На экране «Установка» (Рисунок 13) имеются 9 кнопок.

Кнопка «Сухой газ» запускает режим подачи в камеру газа в режиме 1 (см. п.5.3).

Кнопка «Ручной ввод» позволяет задать требуемую относительную влажность с экранной клавиатуры (Рисунок 14).

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 13 – Экран «Установка».

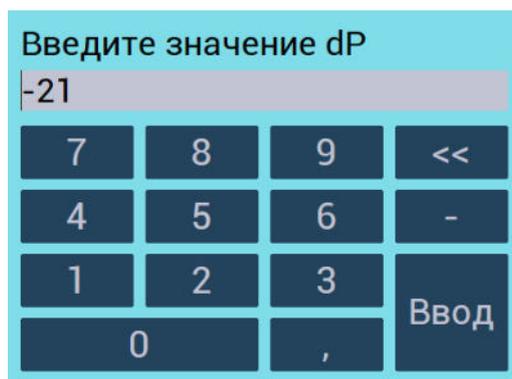


Рисунок 14 – Экранная клавиатура.

7.2.8. При повторном нажатии на кнопку «Установка» будет показан экран «Программы» (Рисунок 15). 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 ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки.

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

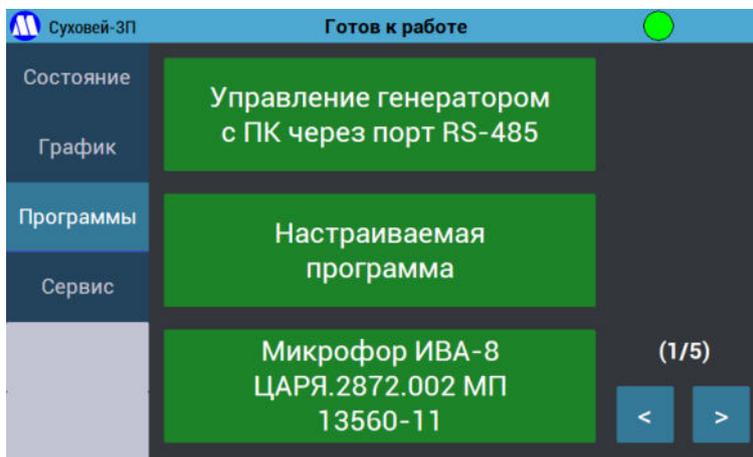


Рисунок 15 – Экран «Программы».

«**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 – Рисунок 5) с установкой температуры термостата 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.8.5.18), затем покажет статус «ГОТОВ» и будет ожидать нажатия кнопки «Продолжить». Для завершения ввода программы введите некорректное значение температуры точки росы/инея (например, 200).

7.2.9. На экране «**Сервис**» (Рисунок 16) имеются 9 кнопок, имеющих следующее назначение:



Рисунок 16 – Экран «Сервис».

7.2.9.1. Кнопка «**Стоп**» предназначена для аварийной остановки работы генератора. Она останавливает выполнение текущей программы, разблокирует интерфейс,

закрывает регулирующий клапан К2 (то есть перекрывает подачу газа на поверяемое СИ) и переводит генератор в режим ожидания.

7.2.9.2. 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.

7.2.9.3. При нажатии на кнопку «**Диагностика...**» отображается экран «Диагностика». На нем отображаются измеренные (Рисунок 17 слева) и заданные (Рисунок 17 справа) значения, используемые в расчете температуры точки росы/инейя и характеризующие режим работы генератора. Для переключения между измеренными и заданными значениями следует нажать на любом свободном от надписей месте экрана.

Сухой-ЗП		Готов к работе	
Состояние			
Диагностика: измеренные значения			
	Атмосферное давление	990 гПа	
График	Давление в измерительной камере (P1)	3,00 кПа	
	Давление в насытителе (P2)	613,31 кПа	
Установка	Температура в увлажнителе (T2 / T3)	23,4 / 22,9 °C	
	Температура в насытителе (T1)	23,0 °C	
Сервис	Температура в термостате (T4)	0,0 °C	
	Температура во внешнем насытителе (T5)	24,3 °C	
	Уровень воды в увлажнителе	96 мл	
	Контрольный датчик системы осушки	-56,9 °C	
	Положение клапанов	10011100011100	

Сухой-ЗП		Готов к работе	
Состояние			
Диагностика: заданные значения			
	---	---	
График	Давление в измерительной камере (P1)	3,00 кПа	
	Давление в насытителе (P2)	0,00 кПа	
Установка	Температура в увлажнителе (T2 / T3)	18,0 °C	
	Температура в насытителе (T1)	23,0 °C	
Сервис	Температура в термостате (T4)	0,0 °C	
	---	---	
	---	---	
	Температура датчиков давления (изм.)	50,0 °C	
	Температура датчиков давления	50,0 °C	

Рисунок 17 – Экран «Диагностика» в разделе «Сервис».

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

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

7.2.9.6. 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.

7.2.9.7. 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 и внешнего насытителя перед поверкой (ночной режим)» (см. п.5.3). 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 категорически запрещаются!

7.2.9.8. 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.

7.2.10. При повторном нажатии на кнопку «Сервис» будет показан экран «**Настройки**» (Рисунок 18), имеющий 6 кнопок следующего назначения:



Рисунок 18 – Экран «Настройки».

7.2.10.1. Кнопка «**Настройки отображения**» открывает меню (Рисунок 19), 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.

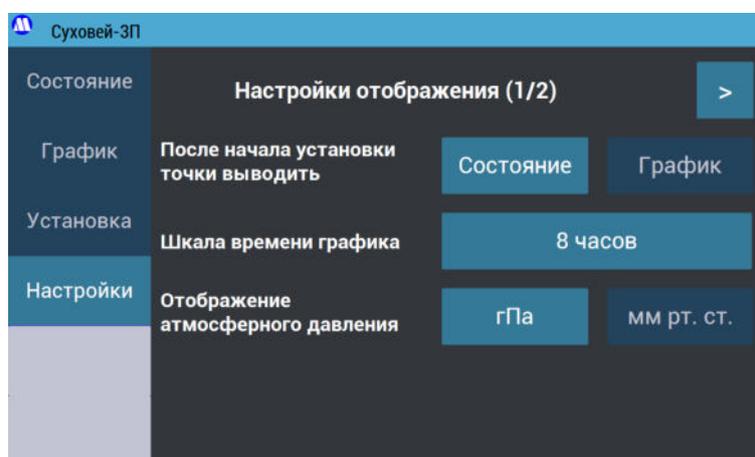


Рисунок 19 – Экран «Настройки отображения», страница 1.

7.2.10.2. 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 20).

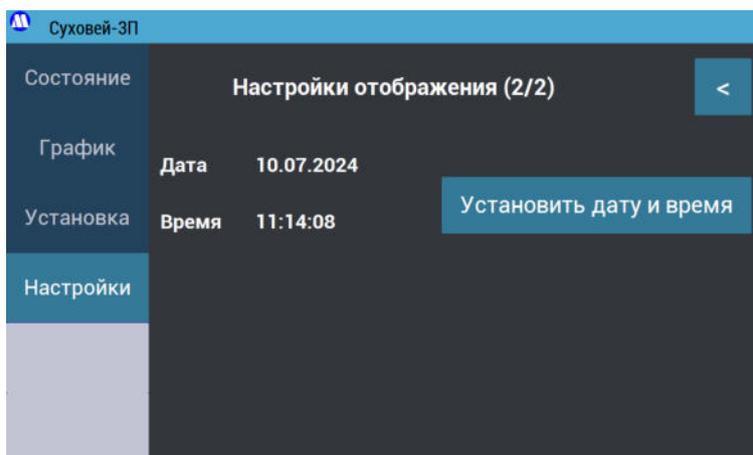


Рисунок 20 – Экран «Настройки отображения», страница 2.

7.2.10.3. Кнопка «**Настройки контрольного датчика**» открывает меню (Рисунок 21), 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.

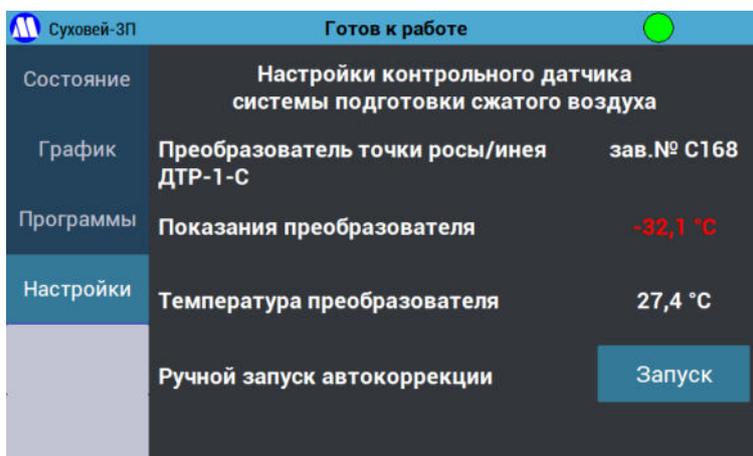


Рисунок 21 – Экран «Настройки контрольного датчика системы подготовки сжатого воздуха».

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

7.2.10.5. Кнопка «**Информация о проверке генератора**» отображает экран (Рисунок 22), на котором указано полное наименование генератора, его номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, контакты организации-поверителя (на момент разработки настоящего документа – единственного в России, который имеет право осуществлять поверку

генераторов влажного газа 1-го разряда), имеется возможность ввода даты очередной поверки с экранной клавиатуры (Рисунок 23). 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.

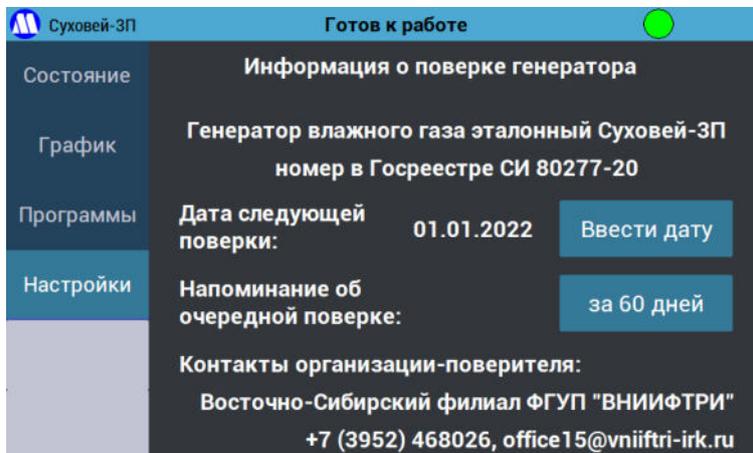


Рисунок 22 – Экран «Информация о поверке генератора».

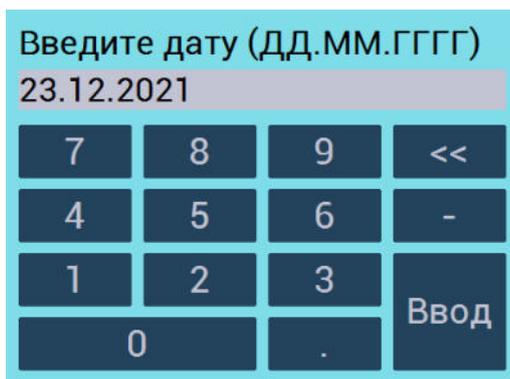


Рисунок 23 – Экранная клавиатура для ввода даты следующей поверки генератора.

7.2.10.6. Кнопка «**О производителе**» выводит экран (Рисунок 24) с контактными данными производителя генератора.

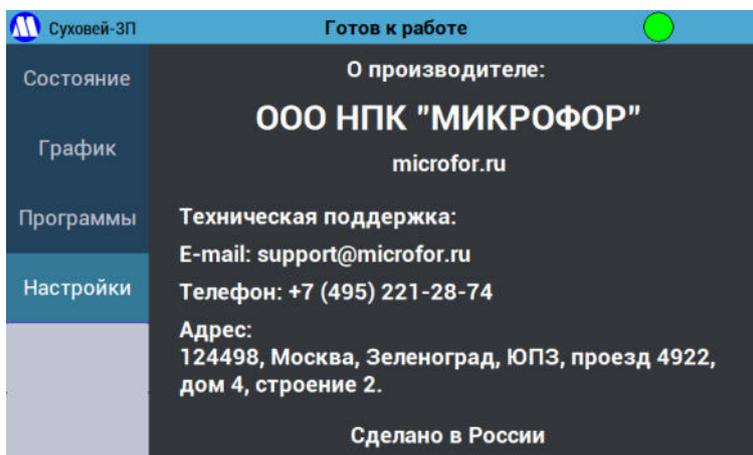


Рисунок 24 – Экран «О производителе».

7.2.10.7. Кнопка «Идентификация» (Рисунок 25) открывает экран с информацией о заводском номере, дате производства и программном обеспечении генератора.

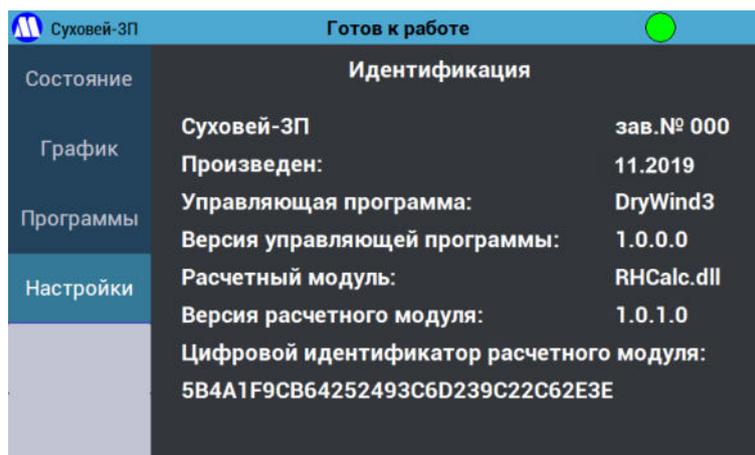


Рисунок 25 – Экран «Идентификация».

## 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. Не допускается устанавливать расход парогазовой смеси более 2,5 л/мин в диапазоне температуры точки инея от -80 до -18 °С. В случае превышения указанного расхода вода из насытителя может попасть в коммуникации и в измерительную камеру поверяемого СИ. Рекомендуемый общий расход газа через поверяемые СИ в режиме работы с внешним насытителем от 1,5 до 2 л/мин.

8.1.3. Не допускается устанавливать расход парогазовой смеси более 1 л/мин в диапазоне температуры точки инея от -18 (не включительно) до +20 °С. В случае превышения указанного расхода проходящий через конденсационную камеру газ может не успевать достичь температуры конденсационной камеры, что вызовет дополнительную погрешность воспроизведения. Рекомендуемый общий расход газа через поверяемые СИ в режиме работы с внутренним насытителем (конденсационной камерой) – 1 л/мин.

8.1.4. Рекомендуемый общий расход газа через поверяемые СИ в режиме просушки от 1 до 1,5 л/мин.

8.1.5. Перед выключением генератор автоматически проводит просушку насытителем, которая занимает от 30 до 60 минут.

8.1.6. 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;
- полностью перекрывать расход через ротаметр на передней панели основного блока генератора;
- отключать питание генератора, системы подготовки сжатого воздуха и компрессора в процессе работы генератора;
- отключать генератор без просушки насытителем или в процессе ее проведения.

8.1.7. Несколько типовых рекомендуемых сценариев использования генератора описаны в ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Типовые рекомендуемые сценарии использования генератора. Используйте их совместно с инструкциями, описанными в настоящей главе.

### 8.2. Первое включение

8.2.1. Распакуйте генератор, внешний насытитель, систему подготовки сжатого воздуха, осушитель и термостат перед их установкой. В случае транспортирования при отрицательной температуре необходимо выдержать генератор в транспортной таре при температуре (20±5) °С не менее 6 часов.

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

8.2.3. При выборе места расположения основного блока генератора следует учитывать, что из штуцера «СБРОС КОНДЕНСАТА» на задней стороне корпуса при просушке насытителя может вылетать небольшое количество воды.

8.2.4. Термостат следует расположить в непосредственной близости основного блока генератора и подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

8.2.5. Подключите внешний насытитель к основному блоку генератора, для чего:

- установите внешний насытитель в термостат как показано на Рисунок 30(по направляющим) не заливая спирт;
- при выборе места расположения термостата избегайте перегибов и натяжения трубок внешнего насытителя;

- используя гаечный ключ на 12, подключите трубки внешнего насытителя к основному блоку генератора в соответствии с бирками на трубках и маркировкой штуцеров на задней стороне блока («ВХОД ВНЕШНЕГО НАСЫТИТЕЛЯ», «ОБДУВ КОММУНИКАЦИЙ» и «ВЫХОД ВНЕШНЕГО НАСЫТИТЕЛЯ»)

8.2.6. 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 26);
- установите осушитель на стойке недалеко от генератора, избегая перегибов и натяжения трубок таким образом, чтобы его нельзя было случайно опрокинуть;
- 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 Рисунок 26 (вход осушителя отмечен точечной маркировкой «Вх» или стрелками, на конце выходной трубки имеется фильтрующий элемент).

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

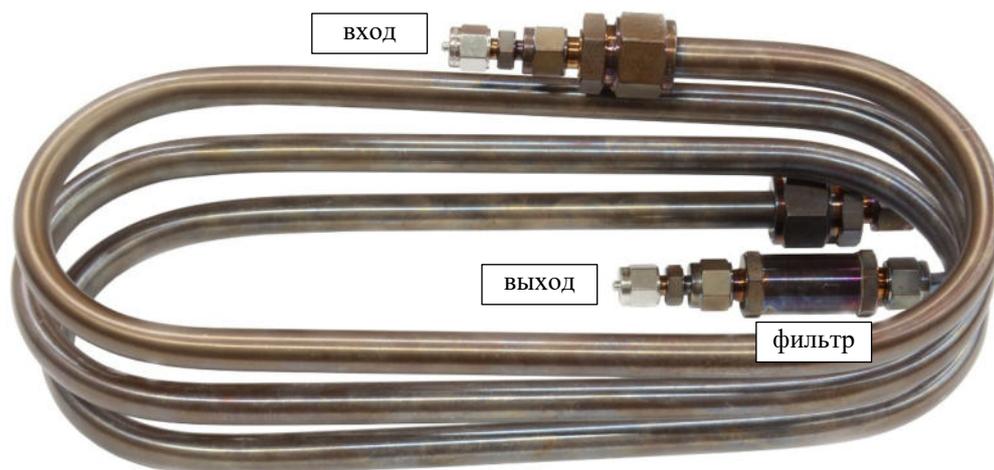


Рисунок 26 – Подключение осушителя.

8.2.7. Подключите термометр внешнего насытителя к разъему «ТСПВ-1» на задней стороне основного блока генератора.

8.2.8. Подключите блок управления термостата к разъему «ТПП-1» на задней стороне основного блока генератора.

8.2.9. При использовании баллона с азотом в качестве источника рабочего газа:

- закрепите баллон с рабочим газом согласно требованиям техники безопасности при работе с сосудами под давлением;
- подсоедините баллон с газом к выключенному генератору: для этого следует подсоединить к закрытому баллону редуктор, а выход редуктора – к штуцеру «ВХОД ГАЗА» на задней панели основного блока генератора;
- откройте баллон с рабочим газом и с помощью редуктора установите давление 0,7 МПа (7 бар).

8.2.10. При использовании в качестве источника рабочего газа системы подготовки сжатого воздуха см. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.

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

8.2.11. 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.

8.2.12. Снимите с экрана основного блока генератора защитную пленку.

8.2.13. Включите питание генератора однократным нажатием кнопки на лицевой панели. Дождитесь включения и окончания подготовки прибора к работе (Рисунок 28). Так как при первом включении вода в увлажнителе отсутствует, появится соответствующее сообщение и статус «НЕ ГОТОВ».

8.2.14. В меню «Сервис» нажмите на кнопку «Залив воды в увлажнитель» (Рисунок 16) 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 основного блока генератора (Рисунок 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  $-60^{\circ}\text{C}$  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 панели основного блока генератора (Рисунок 2). Схема подключения показана на рисунке (Рисунок 27, серым цветом показаны пластиковые трубки, черным –металлические.).

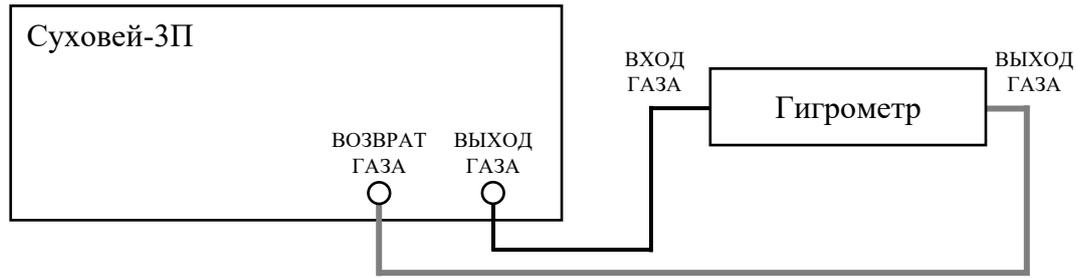


Рисунок 27 – Схема подключения одного гигрометра.

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.

**ВНИМАНИЕ!** Подключение поверяемого СИ к штуцеру «ВОЗВРАТ ГАЗА» критически необходимо, так как измерительный преобразователь давления, по которому осуществляется регулирование давления в измерительной камере СИ, находится после этого штуцера по ходу движения газа. Отсутствие подключения приведет к открытию регулятора давления и подаче на СИ полного давления в насытителе. Это может привести к повреждению поверяемого СИ!

8.3.5. Особенности подключения гигрометра ИВА-10М приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Методические рекомендации по поверке гигрометров ИВА-10М.

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, рекомендуется схема подключения, показанная на рисунке ниже (Рисунок 28). Ротаметры должны быть оснащены регуляторами расхода. Информация о расходах указана в таблице 3.

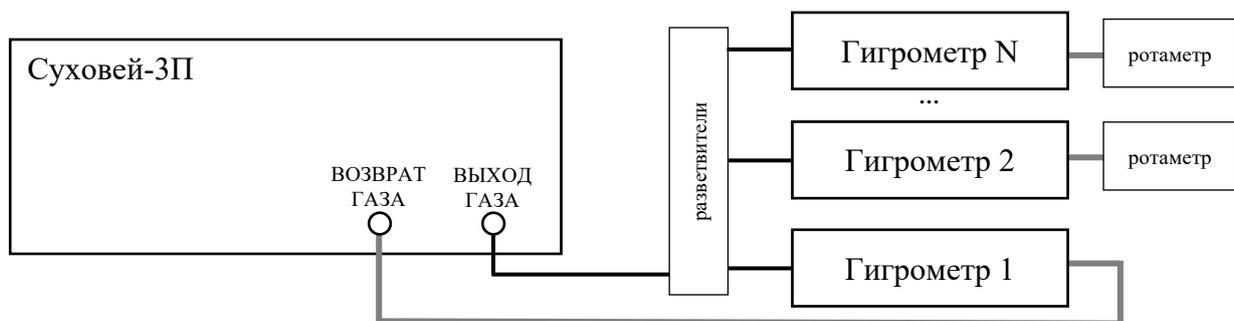


Рисунок 28 – Схема подключения 2 и более поверяемых гигрометров.

8.3.8. Все соединения должны быть герметичны.

8.3.9. При наличии у поверяемого СИ вентиля 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 Суховой-3 и Суховой-3П 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 16). Генератор проведет просушку насытителей (если в текущем сеансе работы производилась установка влажности, и просушка после этого еще не проводилась), затем установит режим 5 (Рисунок 10), 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. Установите расход газа через поверяемые СИ в соответствии с таблицей 3. Больше устанавливать не рекомендуется, так как это может привести к быстрому снижению ресурса осушителя.

***ВНИМАНИЕ!*** Категорически 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 время.

## **8.5. Порядок работы с генератором**

8.5.1. Если не был задействован режим длительной просушки (см. п.8.4) (расход газа на ротаметре отсутствует, кнопка включения и выключения не горит), включите питание компрессора, системы подготовки сжатого воздуха или откройте баллон с газом. Если давление в ресивере компрессора ниже 0,6 МПа, то дождитесь, пока давление в ресивере не достигнет требуемого.

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

8.5.3. 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 29 слева).

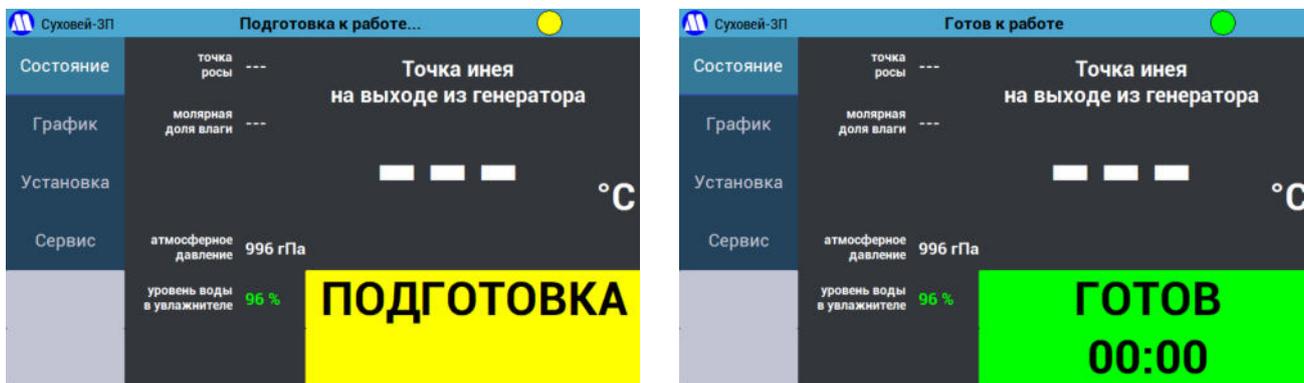


Рисунок 29 – Включение генератора.

8.5.4. По завершении включения статус генератора изменяется на «ГОТОВ», а цвет индикатора состояния изменяется на зеленый (Рисунок 29 справа). Появляется возможность запуска программ из меню «Установка», «Программы» и «Сервис». В верхней строке экрана отображается сообщение «Готов к работе».

8.5.5. 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.

8.5.6. Если в процессе поверки потребуется устанавливать температуру точки инея ниже  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , залейте в термостат ТПП-1.3 этиловый спирт в соответствии с руководством по эксплуатации на него. Включите питание термостата и блока управления, убедитесь в наличии перелива теплоносителя (шторка с направляющими должна быть установлена в термостат как показано на рисунке ниже (Рисунок 30). Установите внешний насытитель в термостат по направляющим (Рисунок 30) до плотного контакта с верхней крышкой термостата (Рисунок 1).

**Примечание.** Рекомендуется заливать в термостат спирт, который предварительно охлажден в морозильнике. Так значительно ускорится выход термостата на требуемую температуру.

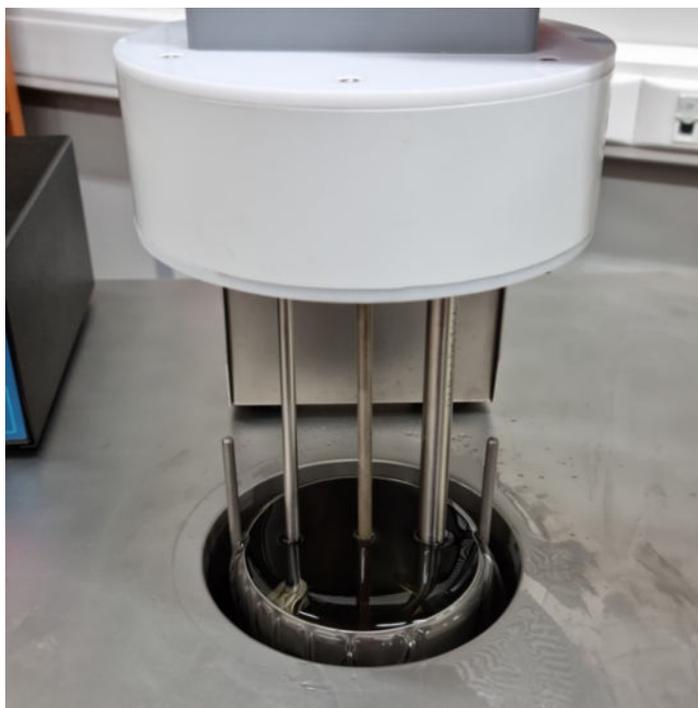


Рисунок 30 – Установка внешнего насытителя в термостат.

8.5.7. Если система подготовки сжатого воздуха некоторое время не работала (температура точки инея на ее выходе по показаниям контрольного датчика выше  $-40^{\circ}\text{C}$ ), при установке первой точки генератор не станет сразу же подавать газ на вторую ступень системы осушки, чтобы не расходовать ее ресурс. Генератор будет подавать газ с первой ступени системы осушки на поверяемое СИ до тех пор, пока температура точки инея по показанию контрольного датчика не станет ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  (автокоррекция контрольного датчика будет произведена автоматически), при этом в верхней строке появится статус «Подготовка системы осушки».

8.5.8. При работе генератора в диапазоне температур точки росы/инея от  $-18^{\circ}\text{C}$  (не включительно) до  $+20^{\circ}\text{C}$  термостат и внешний насытитель не задействуются.

8.5.9. Расход через поверяемые СИ для генератора задается вручную с помощью ротаметра на передней панели генератора (при некоторых схемах подключения – через дополнительные ротаметры). В таблице 3 приведены значения суммарного расхода для различных схем подключения и режимов работы генератора. Значения для 3 и более гигрометров в таблице 3 являются максимально допустимыми для генератора. Расход через каждое поверяемое СИ должен быть по возможности одинаковый.

8.5.10. При проверке гигрометров ИВА-10М следует руководствоваться методическими рекомендациями, приведенными в ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Методические рекомендации по проверке гигрометров ИВА-10М.

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

Таблица 3 – Рекомендуемые схемы подключения и значения общего расхода

Количество поверяемых гигрометров или измерительных камер	1 шт.	2 шт.	3 шт. и более	термостат
Схема подключения	Рисунок 27	Рисунок 28	Рисунок 28	
Рекомендуемый общий расход газа при <b>просушке</b>	1,0 л/мин	1,0 л/мин	1,5 л/мин	нет
Рекомендуемый общий расход газа при воспроизведении точки инея <b><math>-18^{\circ}\text{C}</math> и ниже</b>	1,5 л/мин	2,5 л/мин	2,5 л/мин	да
Рекомендуемый общий расход газа при воспроизведении точки росы/инея <b>выше <math>-18^{\circ}\text{C}</math></b>	1,0 л/мин	1,0 л/мин	1,0 л/мин	нет

8.5.12. Запустите программу установки значения температуры точки росы/инея из меню «Установка» (Рисунок 13) либо программу проверки гигрометра из меню «Программы» (Рисунок 15). 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/инея, измеренного значения атмосферного давления генератор рассчитает требуемые значения температуры насытителя и давления в нем.
- 3) установит уставки температуры  $T_{\text{нас}}$  и давления  $P_{\text{нас}}$  в регуляторы температуры и давления в конденсационной камере или термостате (в зависимости от задаваемого значения);
- 4) установит «нули» датчиков давления.

8.5.13. 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 (режим 2 – «Просушка СИ и внешнего насытителя с выходом термостата на требуемую температуру» (Рисунок 6)).

8.5.14. 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 31).



Рисунок 31 – Процесс установки температуры точки инея.

8.5.15. После стабилизации заданных значений температуры и давления в строке статуса на дисплее генератора высвечивается статус «ГОТОВ» на зеленом поле (Рисунок 11).

8.5.16. 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 32). 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.7.2.10.1). 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 зеленом цвете индикатора состояния.

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается отключать СИ в процессе его работы до появления сообщения о готовности к извлечению.

8.5.17. 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».

8.5.18. Некоторые программы поверки (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки) 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.

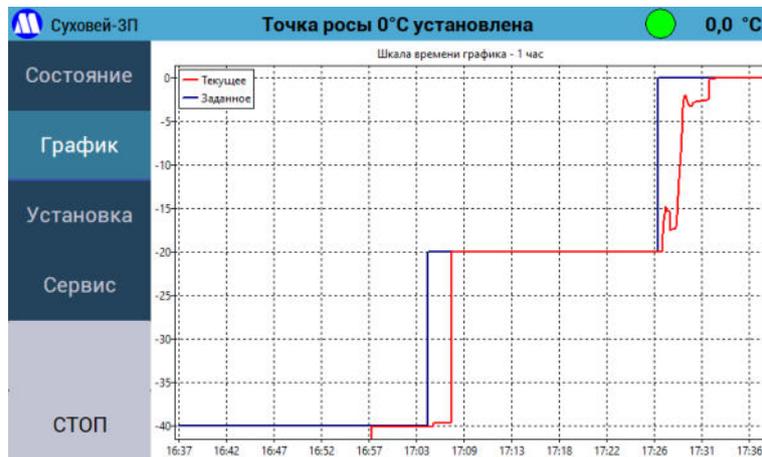


Рисунок 32 – Процесс установки нескольких значений температуры точки инея на графике.

8.5.19. В процессе перехода между требуемыми значениями влажности показания генератора могут меняться нелинейно (см. Рисунок 32 – переход от точки  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  к точке  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Это нормально и происходит из-за того, что сначала происходит установка температуры конденсационной камеры (с допустимым перерегулированием), затем установка требуемого давления в насытителе.

8.5.20. 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), переход происходит очень быстро. Если требуется изменение температуры насытителе – дольше. Ниже  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  скорость перехода определяется скоростью изменения температуры термостата.

8.5.21. 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  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что будет приводить к разности между показаниями гигрометра и генератора. Для такой ситуации на экране «Состояние» выводится расчетное значение температуры точки росы, в том числе для отрицательных температур. Поверителю необходимо, руководствуясь методикой поверки и эксплуатационными документами на поверяемый 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.** Некоторые методики поверки на гигрометры фирмы Michell Instruments (например, для типа СИ 70078-17) содержат ошибку – единица измерения влажности во всем диапазоне именуется «температурой точки росы», хотя их градуировка ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  выполнена по температуре точки инея (точка росы  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  не имеет физического смысла). При температуре точки инея  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  расчетное значение температуры точки росы составляет примерно  $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то есть разница в 2 раза превышает погрешность такого средства измерений. Поверителю необходимо принять решение, какую единицу использовать.

8.5.22. 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 33), затем установите следующее значение температуры точки росы/инея, используя меню «Установка».



Рисунок 33 – Программа остановлена.

8.5.23. 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/иней.

8.5.24. Устанавливайте следующие значения температуры точки росы/иней (см. п.8.5.12) и фиксируйте установившиеся значения показаний поверяемых СИ в соответствии с методикой поверки на них.

8.5.25. При переходе генератора от работы с внешним насытителем (точка иней  $-18^{\circ}\text{C}$  и ниже) к работе с конденсационной камерой (точка росы/иней выше  $-18^{\circ}\text{C}$ ) программа покажет сообщение с предложением выключить термостат, слить из него спирт и извлечь внешний насытитель из термостата – это необходимо сделать, чтобы во внешнем насытителе не происходило скопление конденсата. Кроме того, на экране будет показано сообщение о необходимости установить ротаметром расход не более 1 л/мин. Это необходимо сделать, чтобы проходящий через внутренний насытитель газ гарантированно принимал его температуру. Расход более 1 л/мин в режиме 4 (см. Рисунок 8) может привести к дополнительной погрешности воспроизведения.

8.5.26. Если нужно слить спирт из термостата, а температура спирта в нем ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ , рекомендуется установить температуру в термостате с помощью блока-регулятора на  $-20^{\circ}\text{C}$  и отключить холодильник тумблером на передней стенке термостата. По достижении температуры  $-40^{\circ}\text{C}$  или выше следует отключить термостат полностью, слить спирт, затем извлечь внешний насытитель.

8.5.27. При воспроизведении температуры точки иней 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 16) 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 16), дождитесь завершения просушки и выключения генератора, затем отключите СИ (так процесс просушки будет происходить быстрее и эффективнее, чем если сначала отключить СИ, а затем производить просушку).

8.6.3. При работе в режиме «Программы» после нажатия на кнопку «Продолжить» при последнем заданном по методике поверки значении точки росы/иней 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 производиться просушка насытителей). 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 16, см. пп.7.2.9.7, 7.2.9.8),
  - 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. 7.2.9.8) в меню «Сервис» (Рисунок 16)), если СИ в момент нажатия кнопки было подключено к генератору (был расход через ротаметр), выключение будет производиться в режиме «Выключение с просушкой» (см. п. 7.2.9.7).

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) блок подготовки сжатого воздуха и компрессор желательно не отключать, если не планируется простой генератора. 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 16) 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 полной просушки насытителей.

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, термостата и системы подготовки сжатого воздуха от розеток.

8.7.7. Извлеките внешний насытитель из термостата.

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

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

## 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 и термостата подготовьте их к транспортировке в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

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

## 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. Термостат ТПП-1.3 является средством измерения с межповерочным интервалом 2 года. Необходимо своевременно производить его техническое обслуживание (в соответствии с руководством по эксплуатации на него) и поверку.

9.9. Техническое обслуживание системы подготовки сжатого воздуха следует проводить в соответствии с ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система подготовки сжатого воздуха с глубокой осушкой.

## 10. ПОВЕРКА

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

10.2. В состав генератора входит средство измерения – термостат жидкостной переливной прецизионный ТПП-1.3 (номер в ФИФОЕИ 33744-07), который должен иметь действующую поверку.

10.3. Внешний насытитель генератора содержит термометр сопротивления ТСПВ-1, имеющий индивидуальную градуировку, записанную в памяти генератора. Производить его поверку не требуется.

10.4. Перед проведением поверки генератора рекомендуется произвести заливку воды в увлажнитель (Рисунок 16) и поменять спирт для термостата на новый.

10.5. При поверке генератора рекомендуется в предыдущий день подключить гигрометр-компаратор к генератору в соответствии с рисунком ниже (Рисунок 34), серыми линиями показаны пластиковые трубки, черными – металлические), затем нажать на кнопку «Выключение с просушкой».

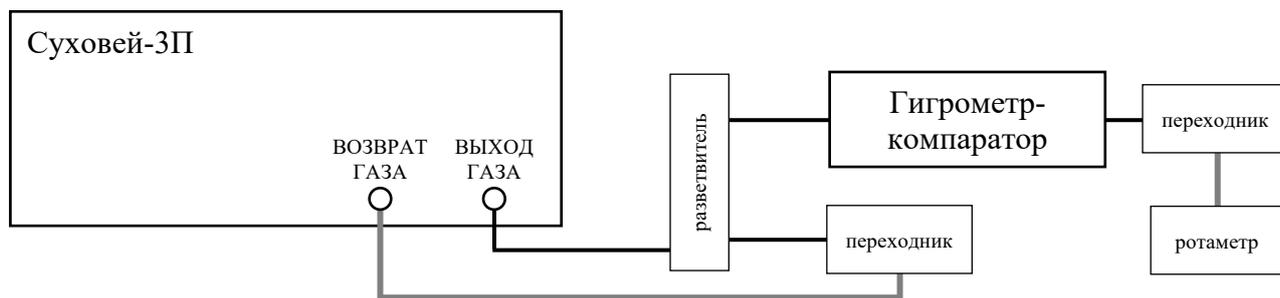


Рисунок 34 – Схема подключения гигрометра-компаратора при поверке.

10.6. 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. На время просушки на ротаметре генератора следует установить расход, при котором суммарный расход на обоих ротаметрах составит 1,5 л/мин.

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

10.8. Перед проведением поверки генератора установите расходы таким образом, чтобы через гигрометр-компаратор шел при требуемом (см. п.10.6) расходе, а суммарный расход составлял 2,5 л/мин.

10.9. При переходе к воспроизведению точки инея выше  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  установите суммарный расход 1 л/мин (сохраняя требуемый расход через гигрометр-компаратор) и слейте спирт из термостата.

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

## 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, пересчета 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 25).

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  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $T_1$  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-3»).

11.1.6. Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р50.2.077-2014.

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 25). 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. Описание протокола работы с генератором через порт RS-485).

11.1.11. Системные и аппаратные средства для работы управляющей программы «Суховой-1» 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 4 – 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	librhcac.so	1.0.1.0	9CF341F2DA6614B0 84BEA04BF7663CDB
Суховой-3	DryWind3	не ниже 1.0	не используется

## 11.2. Обновление встроенного программного обеспечения

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

11.2.2. Запишите папку «DryWind3» 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, термостата 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 16). 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. Если сообщение о заливке спирта в термостат появляется циклически, а термостат при этом включен и функционирует нормально, отключите блок управления термостатом (тумблер на мешалке), подождите 20 секунд, затем включите опять.

12.5. 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.

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

12.7. 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.

12.8. При возникновении сложностей с заливкой воды в увлажнитель (п.7.2.9.4) – если вода выливается обратно, сначала попробуйте сильнее открыть регулятор расхода на передней панели генератора. Если не поможет, 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.

12.9. 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 17) и log-файл, соответствующий дате появления ошибки.

12.10. 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 поверке.

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 отапливаемых 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.

### **15. СРОК СЛУЖБЫ**

14.3. Срок службы генератора составляет не менее 10 лет.

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

### **16. УТИЛИЗАЦИЯ**

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

14.6. Запрещается выбрасывать генератор вместе с бытовыми отходами.

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

### **17. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

14.8. 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 Суховей-\_\_\_\_\_ 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

Термостат жидкостной переливной прецизионный ТПП-1.3: \_\_\_\_\_

Наличие системы подготовки сжатого воздуха: да / нет

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

---

ПОДПИСЬ ОТВЕТСТВЕННОГО ЛИЦА

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Сертификат об утверждении типа СИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

**СЕРТИФИКАТ**

об утверждении типа средств измерений  
№ 80277-20

Срок действия утверждения типа до 23 декабря 2025 г.

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
Генераторы влажного газа эталонные Суховей

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

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии от 23 декабря 2020 г. N 2224.

Руководитель

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

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 02B52A9200A0ACD583455C454C1E1FAD5E  
Кому выдан: Шалаев Антон Павлович  
Действителен: с 29.12.2020 до 29.12.2021

А.П.Шалаев

«21» июня 2021 г.

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

**ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ  
ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ**



**Заявитель** Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственная Компания "МИКРОФОР"

Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, Москва, 124498, город Зеленоград, проезд 4922-й, дом 4, строение 2, основной государственный регистрационный номер: 1057746226042, номер телефона: +74952212874, адрес электронной почты: mail@microfor.ru

**в лице** Генерального директора Заикина Владимира Алексеевича

**заявляет, что** Генераторы влажного газа эталонные Суховой

**изготовитель** Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственная Компания "МИКРОФОР". Место нахождения и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: Российская Федерация, Москва, 124498, город Зеленоград, проезд 4922-й, дом 4, строение 2.

Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 26.51.70-001-77511225-2019.

Код ТН ВЭД ЕАЭС 9032890000. Серийный выпуск

**соответствует требованиям**

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011), Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011)

**Декларация о соответствии принята на основании**

Протокола испытаний № SYJPH-YJ, № KOYMQ-CQ от 16.09.2020 года, выданных Испытательной лабораторией "МашЭкс" (Общества с ограниченной ответственностью "ДЛС"), аттестат аккредитации РОСС RU.32093.04КСЕ0-01ов.

Схема декларирования 1д

**Дополнительная информация**

ГОСТ 12.2.007.0-75 "Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности"; раздел 8 ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005) "Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний", разделы 4, 6-9 ГОСТ 30804.6.4-2013 (IEC 61000-6-4:2006) "Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний". Условия хранения продукции в соответствии с ГОСТ 15150-69 "Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды". Срок хранения (службы, годности) указан в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации.

**Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 15.09.2025 включительно**

  
(подпись)



Заикин Владимир Алексеевич

(Ф.И.О. заявителя)

**Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-RU.НВ54.В.00465/20**

**Дата регистрации декларации о соответствии: 16.09.2020**

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

### 1. Описание

1.1. Поставляется в комплекте с генераторами Суховой-3 и Суховой-3П.

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 поставляемых 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 35) (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.

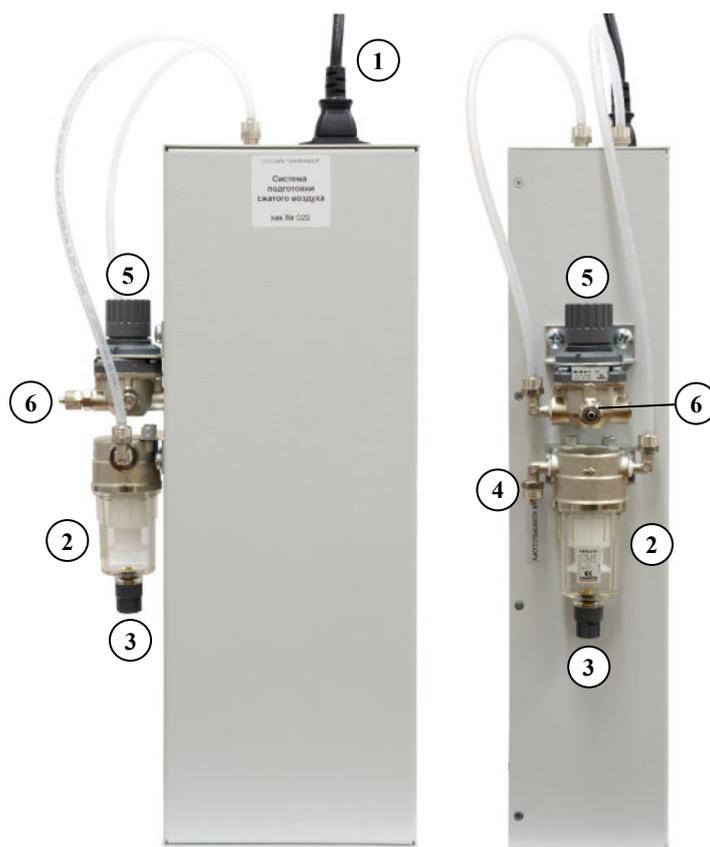


Рисунок 35 – Блок подготовки сжатого воздуха:

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 36) представляет собой адсорбционный осушитель, позволяющий осушать сжатый воздух, подготовленный первой ступенью до -80 °С и ниже.

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

1.7. Габаритные размеры:

- первая ступень (не включая компрессор) – не более 445×220×100;
- вторая ступень (осушитель) – не более 120×300×120 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 36);
- установите осушитель на стойке недалеко от генератора, избегая перегибов и натяжения трубок таким образом, чтобы его нельзя было случайно опрокинуть;
- 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 36, вход осушителя отмечен точечной маркировкой «Вх» или стрелками, на конце выходной трубки имеется фильтрующий элемент).

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

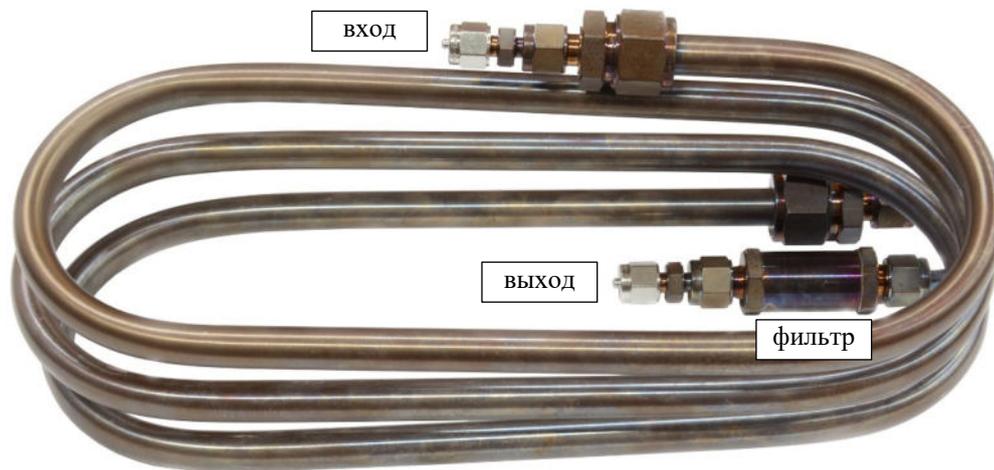


Рисунок 36 – Подключение осушителя.

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 35), используя гаечный ключ на 12.

2.7. Трубкой без разъемов подключите выход блока подготовки сжатого воздуха (6 на Рисунок 35) к штуцеру «ВХОД ГАЗА» генератора (см. Рисунок 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 35) 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 35) 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 35) ёмкость;
- 4) повернуть вентиль сброса конденсата (3 на Рисунок 35) 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. Если после продолжительной просушки (режим 1) показания средства измерений при воспроизведении генератором точки инея  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  ниже, чем при просушке, необходимо проведение регенерации осушителя в соответствии со следующим пунктом

3.7. Не реже 1 раза в 2 года (при интенсивном использовании генератора – не реже 1 раза в год) перед поверкой 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.
- 2) Подключите осушитель арматурой из нержавеющей стали к источнику сжатого воздуха с точкой инея  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  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. Рисунок 37). Длина входной и выходной арматуры должна быть не менее 3 м каждая.
- 3) Поместите осушитель в муфельную печь, нагрейте до температуры  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  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.

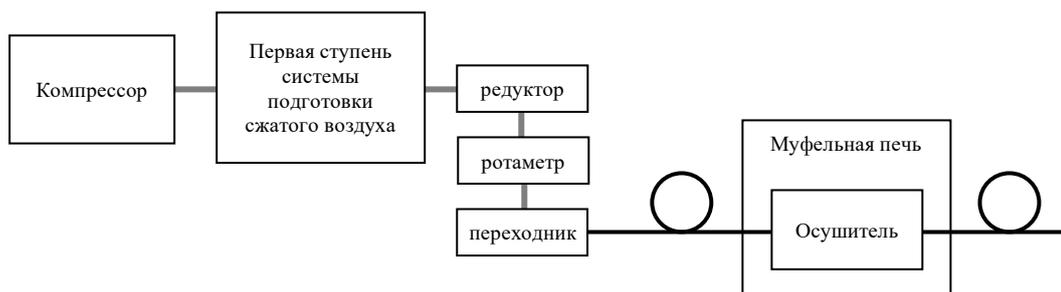


Рисунок 37 – Схема подключения осушителя при горячей регенерации.

3.8. 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/инея 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 5). При записи в генератор используйте обратное значение соответствующего множителя.

Таблица 5 – 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, °С	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»), °С	19h, 06h	218h	integer	2	signed × 100
Температура насытителя (Т1), °С	19h	210h	integer	2	signed × 100
Температура в увлажнителе (Т3), °С	19h	212h	integer	2	signed × 100
Давление в измерительной камере (Р2), кПа	19h	214h	integer	2	× 100
Давление на возврате газа (Р1), кПа	19h	216h	integer	2	× 100
Текущее значение температуры точки росы, °С	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 °С, 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 °С:

F060h: -40,00 °С; 03E8h: +10,00 °С.

### Алгоритм взаимодействия ПК и генератора

- 1) Запустите на генераторе программу «Управление генератором с ПК через порт RS-485» (Рисунок 15).
- 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 не могут быть поверены с использованием генератора Суховой-3(П).

Особенностью гигрометров ИВА-10М является наличие датчика расхода, который работает на перепаде давления. Это пневматическое сопротивление при стандартном подключении ИВА-10М к генератору Суховой-3(П) 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 вентили ИВА-10М.
- 2) Установите «0» давления для гигрометра ИВА-10М (см. соответствующее руководство по эксплуатации).
- 3) Установите режим индикации ИВА-10М при рабочем давлении («°C (P)» как показано на рисунке ниже (Рисунок 39).
- 4) Подключите гигрометр ИВА-10М в соответствии со схемой на Рисунок 38 (Рисунок 39). При необходимости подключения нескольких гигрометров ИВА-10М, подключите их в соответствии со схемой на рисунке ниже (Рисунок 40). Не рекомендуется подключать более 3 гигрометров ИВА-10М одновременно.

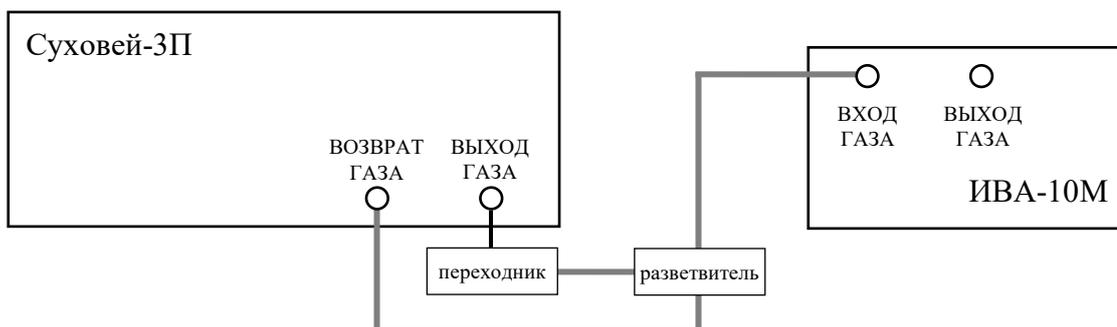


Рисунок 38 – Схема подключения гигрометра ИВА-10М.



Рисунок 39 – Подключение гигрометра ИВА-10М.

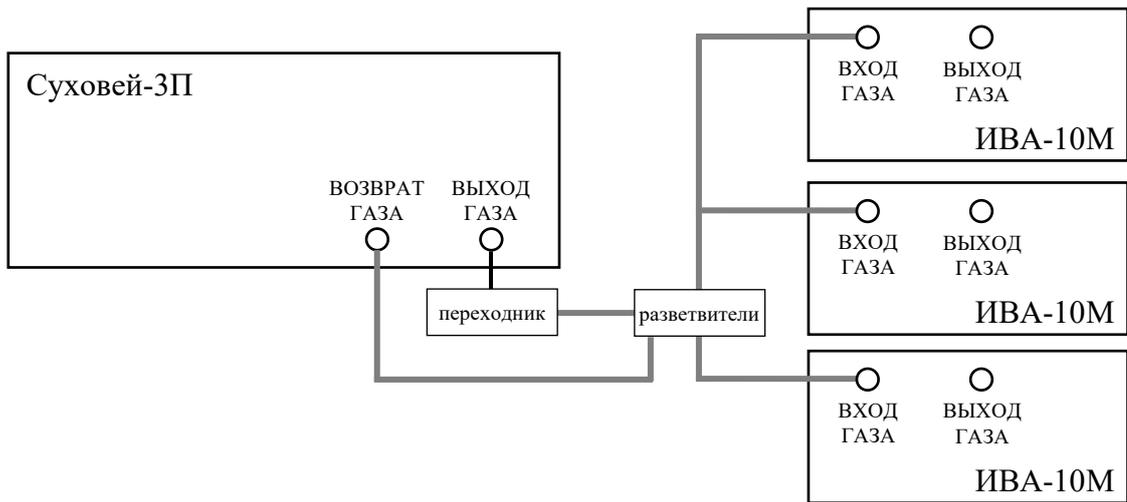


Рисунок 40 – Схема подключения трех гигрометров ИВА-10М.

- 5) Запустите программу поверки ИВА-10М (см. п.7.2.8).
- 6) После проверки подключения СИ (на ротаметре генератора появится расход) установите на ротаметре небольшой расход (около 0,2 л/мин), но не перекрывайте его полностью (большая часть газа должна идти через поверяемый гигрометр) (см. Рисунок 41).

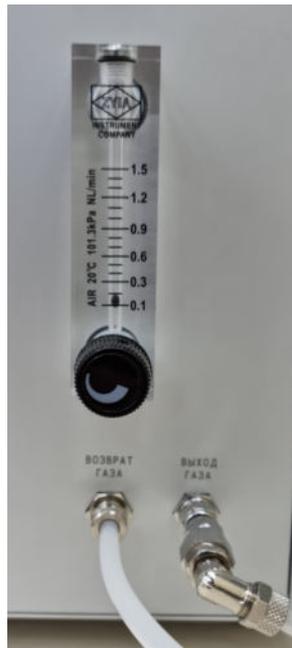


Рисунок 41 – Расход через ротаметр генератора устанавливается малым.

- 7) Убедитесь в наличии расхода через гигрометр (он не сможет достичь зеленой зоны – это нормально). При наличии индикации сотых бар на пневматической схеме давление в измерительной камере должно составлять 0,03 бар (Рисунок 42).



Рисунок 42 – Пневматическая схема на экране гигрометра ИВА-10М.

- 8) После установления показаний гигрометра на точке  $-60^{\circ}\text{C}$  проведите автокоррекцию показаний гигрометра ИВА-10М в соответствии с руководством по эксплуатации на него.
- 9) Дождитесь стабилизации показаний после выполненной автокоррекции.
- 10) 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/инея можно разделить на две группы по принципу работы, сорбционные СИ также можно условно разделить на несколько групп по диапазону измерений – см. таблицу ниже (Таблица 6).

Таблица 6 – 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, DIL0 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. Обеспечьте непрерывное питание генератора, компрессора и системы подготовки сжатого воздуха (в том числе в ночное время).
- 1.2. Подключите поверяемые гигрометры по схеме в соответствии с таблицей 3 (см. п.8.3).
- 1.3. Включите генератор. Желательно, чтобы компрессор и система подготовки сжатого воздуха к этому моменту были включены не менее суток.
- 1.4. Установите расход в соответствии с таблицей 3.
- 1.5. Нажмите на кнопку «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. п.8.4).
- 1.6. 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.
- 1.7. Включите генератор, залейте спирт в термостат.
- 1.8. Установите общий расход через поверяемые СИ в соответствии с таблицей 3.
- 1.9. Проводите поверку в соответствии с п.8.5. При переходе к точке инея выше -18 °С (при наличии) установите общий расход через поверяемые СИ 1 л/мин и слейте спирт из термостата.

## **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. Обеспечьте непрерывное питание генератора, компрессора и системы подготовки сжатого воздуха (в том числе в ночное время).
- 2.2. Подключите поверяемые гигрометры к генератору по схеме в соответствии с таблицей 3 (см. п.8.3).
- 2.3. Включите генератор. Желательно, чтобы компрессор и система подготовки сжатого воздуха к этому моменту были включены не менее суток.
- 2.4. Установите расход на ротаметре в соответствии с таблицей 3.
- 2.5. Нажмите на кнопку «Выключение с просушкой» в меню «Сервис» (см. п.8.4).
- 2.6. Оставьте генератор и приборы на предварительную просушку на время, которое указано в таблице в ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Программы поверки.
- 2.7. Включите генератор, залейте спирт в термостат.
- 2.8. Установите общий расход через поверяемые СИ в соответствии с таблицей 3.
- 2.9. Проводите поверку в соответствии с п.8.5. При переходе к точке инея выше -18 °С установите общий расход через поверяемые СИ 1 л/мин и слейте спирт из термостата.

## **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 по схеме в соответствии с таблицей 3 (см. п.8.3).
- 3.2. Включите генератор, компрессор и систему подготовки сжатого воздуха.
- 3.3. Залейте спирт в термостат (если температура точки инея в первой точке будет ниже -18°С).
- 3.4. Установите общий расход через поверяемые СИ в соответствии с таблицей 3.
- 3.5. Проводите поверку в соответствии с п. 8.5. При переходе к точке инея выше -18 °С установите общий расход через поверяемые СИ 1 л/мин и слейте спирт из термостата.

**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 ИВА-8	13560-11	ЦАРЯ.2872.002 МП	72 ч	-80 ... -20	нет	-75	-65	-50	-30			поверочный режим	
Микрофор ИВА-10М	67840-17, 49251-12 (до 2017.07 №<339)	ЦАРЯ.2772.010 РЭ раздел 8	нет (рекомендуется 6 ч)	-60 ... +20	нет	-60	-40	-20	-10	0	20	автокоррекция	
Микрофор ДТР	83117-21	ЦАРЯ.413614.001 МП	6 ч	-60 ... +20	ДТР-1	-60	-20	20				автокоррекция	
			24 ч	-80 ... 0	ДТР-2, ДТР-3	-80	-40	0					
			нет	-30 ... +20	ДТР-4	-20	-5	15					
Экис ИВГ-1 после 2018	70176-18	МП-242-2162-2017	нет (рекомендуется 24 ч)	-80 ... 0	нет метрологическ и 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 метрологическ и 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
Michell Instruments Easidew	70078-17	без номера	нет (рекомендуется 5 суток)	-80 ... -40	PURA Н	-80	-60	-40					
				-100 ... -40	PURA М	-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 Н	-80	-30	20					
				-80 ... -40	другие М	-80	-60	-40					
				-100 ... +20	другие 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 MDM300	72593-18	УБЖК.413614.003МП	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
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		
Вымпел Hygrovision-BL	60683-15	КРАУ2.844.007МП	нет	-30 ... T <sub>окр</sub>	Диапазон I	-20	-15	-5	5	15		
				-60 ... T <sub>окр</sub>	Диапазон II	-50	-40	-20	0	15		
Вымпел Hygrovision-BL-mini	49829-12	КРАУ2.844.011МП	нет	-30 ... T <sub>окр</sub>		-20	-15	-5	5	15		
Вымпел КОНГ-Прима-2М	66783-17	КРАУ2.848.015МП	нет	-30 ... T <sub>окр</sub>	Диапазон I	-25	-15	-5	5	20		
				-60 ... T <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		

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
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				
БАКС ГигроСкан	76933-19	КС 50.590-000 МП	да (время не указано - рекомендуется 6 ч)	-70 ... +20	нет метрологическ и значимых	-60	-45	-25	-5			
GE dew.IQ	59922-15		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		нет (рекомендуется 48 часов)	-80 ... +40	VeriDri, MTS6 стандартный, MTS6 расширенный и другие	-80	-30	20				
				-110 ... +20								
				-80 ... +20								
DILO 3-038-R	74815-19	МП-242-2271-2018	нет	-60 ... +20	нет метрологическ и значимых	-50	-30	0	10			
ГТВ-002	51229-12	нет	нет	-30 ... +12	нет	-30	-9	12				
Микрофор Сухой	80277-20	ЦАРЯ.418319.001 МП	нет (рекомендуется 8 часов)	-80 ... +20	Сухой-3(II)	-75	-60	-40	-20	10		