

УТВЕРЖДЕНО  
5К2.844.100 ПС-ЛУ  
ГОСРЕЕСТР № 12958-91

# ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ОБРАЗЦОВЫЙ

# РОДНИК-4

Паспорт  
5К2.844.100 ПС



1991 г.

---

## Содержание

1.	Назначение изделия.....	3
2.	Технические характеристики.....	3
3.	Комплектность.....	5
4.	Устройство и принцип работы.....	6
5.	Указания мер безопасности.....	25
6.	Общие указания.....	25
7.	Подготовка генератора к работе и порядок работы.....	28
8.	Техническое обслуживание.....	36
9.	Возможные неисправности и способы их устранения.....	42
10.	Свидетельство о приёмке.....	43
11.	Гарантии изготовителя.....	44
12.	Сведения о консервации и упаковке.....	44
13.	Сведения о рекламациях.....	44
14.	Данные аттестации увлажнителя.....	45
15.	Данные о поверке генератора.....	45
16.	Перечень приложений.....	45

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1. Генератор влажного газа образцовый РОДНИК-4 5К2.844.100 (далее генератор) представляет собой лабораторное стационарное непрерывно действующее динамическое устройство для получения парогазовой смеси с заданными значениями характеристик влажности. Генератор предназначается для градуировки и поверки гигрометров погружного и проточного типов на предприятиях, эксплуатирующих гигрометры, в лабораториях ведомственных метрологических служб. Кроме того, генератор может использоваться в исследовательских работах.

Генератор относится к образцовым средствам измерений второго разряда по ГОСТ 8.547-86.

1.2. Формулы, приведенные в настоящем паспорте и таблицы (Приложение 1) дают возможность рассчитать относительную влажность парогазовой смеси (далее ПГС) и объемную долю влаги (ОДВ) ПГС. В разделе 7 настоящего паспорта приведена методика перевода ОДВ ПГС в точку росы.

1.3. Генератор нормально работает при следующих рабочих условиях применения (эксплуатации):

- температура окружающего воздуха от 15 до 25°С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 803 мм рт. ст.);
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80%;
- напряжение питания (220<sup>+22</sup><sub>-33</sub>) В частотой (50±1) Гц;
- содержание агрессивных примесей и пыли в пределах санитарных норм.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Питание генератора рабочим газом осуществляется от баллона или другого источника сжатого газа. Избыточное давление рабочего газ на входе в генератор в зависимости от требуемой влажности ПГС устанавливается в диапазоне от 3 кПа до 1,0 МПа (от 0,03 до 10 кгс/см<sup>2</sup>).

2.2. В качестве рабочего газа применяют азот ГОСТ 9293-74, аргон ГОСТ 10157-79, гелий газообразный ТУ6-51-940-80, неон технический ТУ6-21-4-76, воздух ГОСТ 24484-60.

2.3. Рабочий газ не должен содержать механических загрязнений более 2 мг/м<sup>3</sup> (пыль, окалина, масла, сажа и др.), конденсата, паров и аэрозолей, вызывающих коррозию стали I2X18H10T.

2.4. В генератор подается охлаждающая жидкость в случае термостатирования его пневмогидравлической системы при температуре ниже или незначительно превышающей температуру окружающего воздуха. Температура термостатирования в этом случае устанавливается не менее чем на 2°С выше температуры охлаждающей жидкости.

В качестве охлаждающей жидкости может использоваться холодная вода водопроводной сети.

2.5. Диапазон воспроизводимой генератором объемной доли влаги ПГС от 10 до 460000 млн<sup>-1</sup>, диапазон воспроизводимой генератором относительной влажности ПГС от 10 до 98% при температуре от 15 до 80°C.

**Примечания:**

1. Указанные наименьшее значение температуры и наименьшее значение ОДВ получаемой ПГС обеспечиваются при условии подачи в генератор охлаждающей жидкости.

2. Наибольшее значение ОДВ ПГС обеспечивается наибольшим значением температуры термостатирования пневмогидравлической системы генератора.

3. Наименьшее значение относительной влажности и ОДВ обеспечивается возможностью задания и измерения давления газа в насытителе 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

2.6. Метрологические характеристики генератора обеспечиваются при расходе получаемой ПГС от 0,1 до 1 л/мин. При получении ПГС с относительной влажностью более 97% расход ПГС не менее 0,5 л/мин.

2.7. Избыточное давление ПГС на выходе генератора штуцер К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ устанавливается в пределах от 0,001 до 1 МПа (от 0,01 до 10 кгс/см<sup>2</sup>), но не выше давления газа в насытителе. При ОДВ ПГС 460000 млн<sup>-1</sup> избыточное давление ПГС на выходе генератора устанавливается не более 2 кПа (0,02 кгс/см<sup>2</sup>).

2.8. Пределы допускаемой относительной погрешности генератора при воспроизведении объемной доли влаги ПГС:

- ±2,5% в диапазоне от 10 до 1700 млн<sup>-1</sup> (режим 2 работы генератора);
- ±1,5% в диапазоне от 1700 до 460000 млн<sup>-1</sup> (режим 1 работы генератора).

2.9. Пределы допускаемой абсолютной погрешности генератора при воспроизведении относительной влажности ПГС – ± 1,0%.

Таблицы рассчитанных пределов допускаемых абсолютной и относительной погрешностей генератора для конкретных условий его работы приведены в Приложении 2.

2.10. Генератор обеспечивает получение осушенного газа с ОДВ не более 0,5 млн<sup>-1</sup> при расходе газа до 1,5 л/мин и давлении газа на выходе генератора до 0,9 МПа.

2.11. Влажность ПГС стабильна. Пределы допускаемых изменений влажности ПГС в течение 8 ч работы двум пределам допускаемой погрешности.

2.12. Время установления заданной температуры термостатирования пневмогидравлической системы генератора при изменениях температуры от 20 до 80°C и от 80 до 20 не более 2,5 ч.

2.13. Предел ( $T_{0,95}$ ) допускаемого времени установления задаваемой относительной влажности ПГС в рабочей камере при температуре пневмогидравлической системы  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$  не более 30 мин.

2.14. В генераторе обеспечена возможность задания температуры термостатирования, измерения и индикации текущего значения температуры пневмогидравлической системы в диапазоне от 15 до  $80^\circ\text{C}$ . Пределы допускаемой абсолютной погрешности генератора при задании и измерении текущего значения температуры  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .

2.15. Мощность, потребляемая генератором, не более 1,0 кВА.

2.16. Масса генератора (без термостатирующей жидкости, комплекта запасных частей и самостоятельных комплектующих изделий, не встраиваемых в генератор при его работе) не более 40 кг.

2.17. Габаритные размеры генератора не более  $530 \times 470 \times 430$  мм.

2.18. Средний срок службы генератора не менее 8 лет.

2.19. Средняя наработка генератора на отказ не менее 10000 ч.

2.20. По защищенности от воздействия окружающей среды генератор имеет исполнение, защищенное от попадания внутрь изделия твердых тел (степень защиты IP20 по ГОСТ 14254-80).

Генератор выполнен в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69, при этом температура окружающего воздуха должна быть от 15 до  $25^\circ\text{C}$ .

2.21. Сведения о содержании драгоценных металлов:

- золото – 0,0104589 г;
- серебро – 0,10908 г.

### 3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. В комплект поставки генератора должны входить:

- генератор влажного газа образцовый  
РОДНИК-4 5К2.844.100..... 1 шт.;
- паспорт 5К2.844.100 ПС..... 1 шт.;
- методика поверки 5К2.844.100 ДП..... 1 шт.;
- свидетельство о государственной  
поверке генератора..... 1 шт.;
- комплект запасных частей,  
комплект принадлежностей  
и комплект монтажных частей согласно табл.1..... по 1 комплекту.

Таблица 1.

Обозначение	Наименование	Кол-во
	<b>Комплект запасных частей 5К4.070.160</b>	
5К8.390.007	Ремень приводной	3
5К8.684.433	Прокладка	6
5К8.684.433-01	Прокладка	2
5К8.684.466	Кольцо уплотнительное	2
Н5К8.683.622-14	Прокладка	2
Н5К8.684.346-13	Кольцо 009-012-19-26 ГОСТ 9833-73	4
	Вставка плавкая ВП1-1-5А АГО.481.303ТУ	4
	<b>Комплект принадлежностей 5К4.072.078</b>	
	Термометр ТЛ-4 №2 ТУ25-2021.003-88	1
	Термометр ТЛ-4 №3 ТУ25-2021.003-88	1
5К1.550.130ТУ	Кулонометрический гигрометр «Байкал-5Ц» исп.2	1
	<b>Комплект монтажных частей 5К4.075.083</b>	
5К6.452.296-20	Трубка L=1000 мм	4
5К6.644.022	Кабель СЕТЬ	1

**Примечания:**

1. Термометры и манометры, входящие в комплект принадлежностей, должны комплектоваться паспортами и свидетельствами о государственной поверке со сроком действия не менее половины межповерочного интервала.

2. Составные части комплекта принадлежностей допускается менять на аналогичные, обеспечивающие те же технические характеристики.

**4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ**

4.1. Принцип действия генератора при работе в режиме 1 заключается в насыщении газа влагой при повышенной давлении и стабильной температуре с последующим изотермическим понижением давления до рабочего давления первичных преобразователей влажности (метод двух давлений). Этот принцип основан на том, что давление насыщенного водяного пара в диапазоне выбранных давлений газа в насытителе зависит практически только от температуры.



Относительная влажность газа в насытителе при любом давлении и температуре обеспечивается равной 100%, а ОДВ определяется температурой термостатирования насытителя и давлением газа в нем. При выходе газа из насытителя его объем увеличивается пропорционально понижению давления, а относительная влажность в той же мере уменьшается. ОДВ при понижении давления газа после насытителя остается неизменной и равна исходному ее значению в насытителе.

Таким образом, чем выше давление газа в насытителе, тем ниже относительная влажность и ОДВ ЛГС в рабочей камере и на выходе из генератора.

При работе генератора в режиме 1 получают ПГС с относительной влажностью в диапазоне от 10 до 98% при температуре от 15 до 80°C и с ОДВ в диапазоне от 1700 до 460000 млн<sup>-1</sup>.

4.2. Расчет относительной влажности ( $\varphi$ , %) ПГС производится по формуле:

$$\varphi = \frac{(P_a + \Delta P)Z_k}{(P_H + P_a)Z_H} \cdot 100,$$

где  $P_a$  – атмосферное давление, кПа (кгс/см<sup>2</sup>);

$\Delta P$  – избыточное давление газа в рабочей камере, кПа (кгс/см<sup>2</sup>);

$P_H$  – избыточное давлению газа в насытителе, кПа (кгс/см<sup>2</sup>);

$Z_k, Z_H$  – коэффициент, обусловленный отклонением свойств реального газа от свойств идеального газа для разных значений давления и температуры газа, соответственно, в рабочей камере и в насытителе;

100 – коэффициент, обусловленный выбором единицы относительной влажности, %.

#### Примечания:

1. Таблица перевода атмосферного давления мм рт. ст. в кгс/см<sup>2</sup> приведена в Приложении 3.

2. Значения коэффициента  $Z$  для разных условий (давление и температура газа в насытителе  $P$  и  $T$ ) приведены в Приложении 4.

4.3. Расчет объемной доли влаги ( $B$ , млн<sup>-1</sup>) ПГС производится по формуле:

$$B = P_0 \frac{B_{нн} \cdot Z_0}{(P_H + P_a)Z_H}, \quad (4.2.)$$

где  $P_0$  – нормальное атмосферное давление, равное 101,325 кПа (1,033 кгс/см<sup>2</sup>);

$B_{нт}$  – табличное значение ОДВ в состоянии насыщения для температуры термостатирования насытителя, млн<sup>-1</sup> (см. таблицу 1 приложения 1);

$Z_0$  – коэффициент, обусловленный отклонением свойств реального газа от свойств идеального газа для атмосферного давления 101,3 кПа (760 мм рт.ст.).

4.4. Принцип действия генератора работающего в режиме 2 заключается в увлажнении газа при повышенном давлении и стабильной температуре с последующим изотермическим понижением давления до рабочего давления преобразователей влажности.

В зависимости от количества продозированной воды для увлажнения пористого адсорбента, температуры увлажнителя и давления газа в нем воспроизводятся разные значения ОДВ ПГС при пропуске газа через увлажнитель.

В качестве пористого адсорбента используется цеолит марки А (NaA). ОДВ ПГС ( $B$ , млн<sup>-1</sup>) в этом случае рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{P_0 \cdot B_{нт} \cdot K}{P_y + P_a}, \quad (4.3.)$$

где  $B_{нт}$  – табличное значение ОДВ насыщения (над водой) для температуры увлажнителя, млн<sup>-1</sup>;

$P_y$  – избыточное давление газа в увлажнителе, кПа (кгс/см<sup>2</sup>);

$K$  – понижающий коэффициент, характеризующий равновесное парциальное давление паров воды над увлажненным пористым адсорбентом, численно равен доле от парциального давления водяных паров над чистой ровной поверхностью воды в равных внешних условиях (абсолютном давлении газа и температуре воды и сорбента (цеолита) в увлажнителе). Коэффициент  $K$  зависит от степени увлажнения адсорбента, его температуры и давления увлажняемого газа.

Коэффициент определяют с помощью кулонометрического гигрометра экспериментально после каждого перезаполнения увлажнителя по формуле:

$$K = \frac{B_э}{B_{H_2O}}, \quad (4.4.)$$

где  $B_э$  – экспериментально полученная влажность (ОДВ) ПГС, измеряемая высокоточным гигрометром, млн<sup>-1</sup>;

$B_{H_2O}$  – ОДВ рассчитанная (формула 4.2.) по водяному насытителю для давления газа и температуры увлажнителя, при которых измерена  $B_э$ , млн<sup>-1</sup>.



По формуле 4.3. расчет ОДВ ПГС проводят в течение сравнительно небольшого времени после заполнения и аттестации увлажнителя. После некоторого времени работы с увлажнителем, особенно после получения больших значений ОДВ, понижающий коэффициент  $K$  изменяется. Это обусловлено тем, что влагоёмкость увлажнителя ограничена его массогабаритными характеристиками. По мере расходования воды из увлажнителя коэффициент  $K$  уменьшается. Формулой 4.3. удобно пользоваться для ориентировочных расчетов. ОДВ ПГС при выборе режима работы ( $P$  и  $T$ ) увлажнителя.

Для более точной аттестации ПГС по ОДВ необходимо использовать кулонометрический гигрометр.

Для аттестации ПГС на выходе генератора по ОДВ в комплект принадлежностей генератора введен кулонометрический гигрометр БАЙКАЛ 5Ц (далее гигрометр).

Гигрометр подключают параллельно поверяемому гигрометру и, после установления постоянных показаний последнего, измеряют ток электролиз кулонометрического чувствительного элемента (далее КЧЭ)  $I$  (мкА) внешним высокоточным микроамперметром типа М1109, М2020 и др. с классом точности 0,2, атмосферное давление ( $P_a$ , кПа или мм рт. ст.), температуру окружающего, воздуха ( $T$ , К), расход газа через КЧЭ ( $Q$ , см<sup>3</sup>/мин, для условий измерений).

Расход газа измеряют с помощью устройства для измерений расхода газа УИРГ-2А (входящего в комплект принадлежностей) по методике выполнения измерений 5K0.283.000 ДА.

ОДВ ПГС рассчитывают по формуле:

$$B = \frac{b \cdot I \cdot T}{Q \cdot P_a}, \quad (4.5.)$$

где  $b$  – коэффициент, обусловленный выбором единиц физических

$$\text{величин, } b = 19,39, \frac{\text{млн}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{ммрт.ст.}}{\text{мкА} \cdot \text{К} \cdot \text{мин}} \text{ или } b = 2,58, \frac{\text{млн}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{кПа}}{\text{мкА} \cdot \text{К} \cdot \text{мин}}$$

#### 4.5. Описание работы пневмогидравлической системы генератора

4.5.1. При работе генератора в режиме 1 или 2 газ от источника сжатого газа (на черт.5K2.844.100 ХЗ не показан) поступает соответственно на штуцер генератора ВХОД ГАЗА 1 или ВХОД ГАЗА 2 под стабилизируемым давлением от 0,005 до 1 МПа в зависимости от воспроизводимой влажности, проходит насытитель НС или увлажнитель У, вентиль В1 или В2, переменный дроссель ДР (влажный газ) и поступает к штуцеру К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ или через вентиль В3 (отсекатель камеры) в рабочую камеру К с первичными преобразователями влажности. Далее через конденсатоотводчик В0 и ротаметр Р в дренажную линию через штуцер ВЫХОД ГАЗА.

В случае необходимости получения на выходе генератора или в рабочей камере осушенного газа, газ от источника сжатого газа поступает на штуцер ВХОД ГАЗА 3, проходит через осушитель ОС, вентиль В4 и дроссель ДР.

4.5.2. В схему генератора не введены стабилизаторы (редукторы) давления газа. Такое решение обусловлено необходимостью уменьшения массогабаритных характеристик генератора.

При эксплуатации генератора у потребителя для стабилизации давления в диапазоне от 0,15 до 1 МПа рекомендуется использовать серийные баллонные редукторы типа БКО-50, БКД-25 по ГОСТ 13861-89 и в диапазоне от 5 кПа до 0,15 МПа – РДВ-5М ТУ25-04-2719-78. Выбранные редукторы обеспечат получение в генераторе ПГС с заданной стабильностью.

4.5.3. Насытитель НС (рис. 1) предназначен для насыщения влагой потока газа (режим работы 1).

Насытитель представляет собой сосуд из нержавеющей стали в виде двух (внешнего 4 и внутреннего 3) совмещенных и сообщающихся посредством распылителя коаксиальных цилиндров заполненных водой до определенного уровня. Распылитель выполнен в виде цилиндра с радикальными отверстиями диаметром 0,7 мм, расположенных равномерно по диаметру внутреннего цилиндра в нижней его части. Он служит для дробления потока газа на отдельные пузырьки диаметром 1-2 мм.

Рабочий газ под давлением подается в насытитель через входной штуцер 5, вытесняет воду через отверстия распылителя из полости внутреннего цилиндра во внешний, барботирует через столб воды, проходит фильтры 2 и 8 и выходит через штуцер 6. При барботировании газ увлажняется до насыщения (до 100% относительной влажности).

Фильтры 2 и 8 и брызгоотделитель 9 служат для улавливания и отделения капель воды от потока газа. Кроме того, фильтры являются дополнительными увлажнителями газа с большой активной поверхностью.

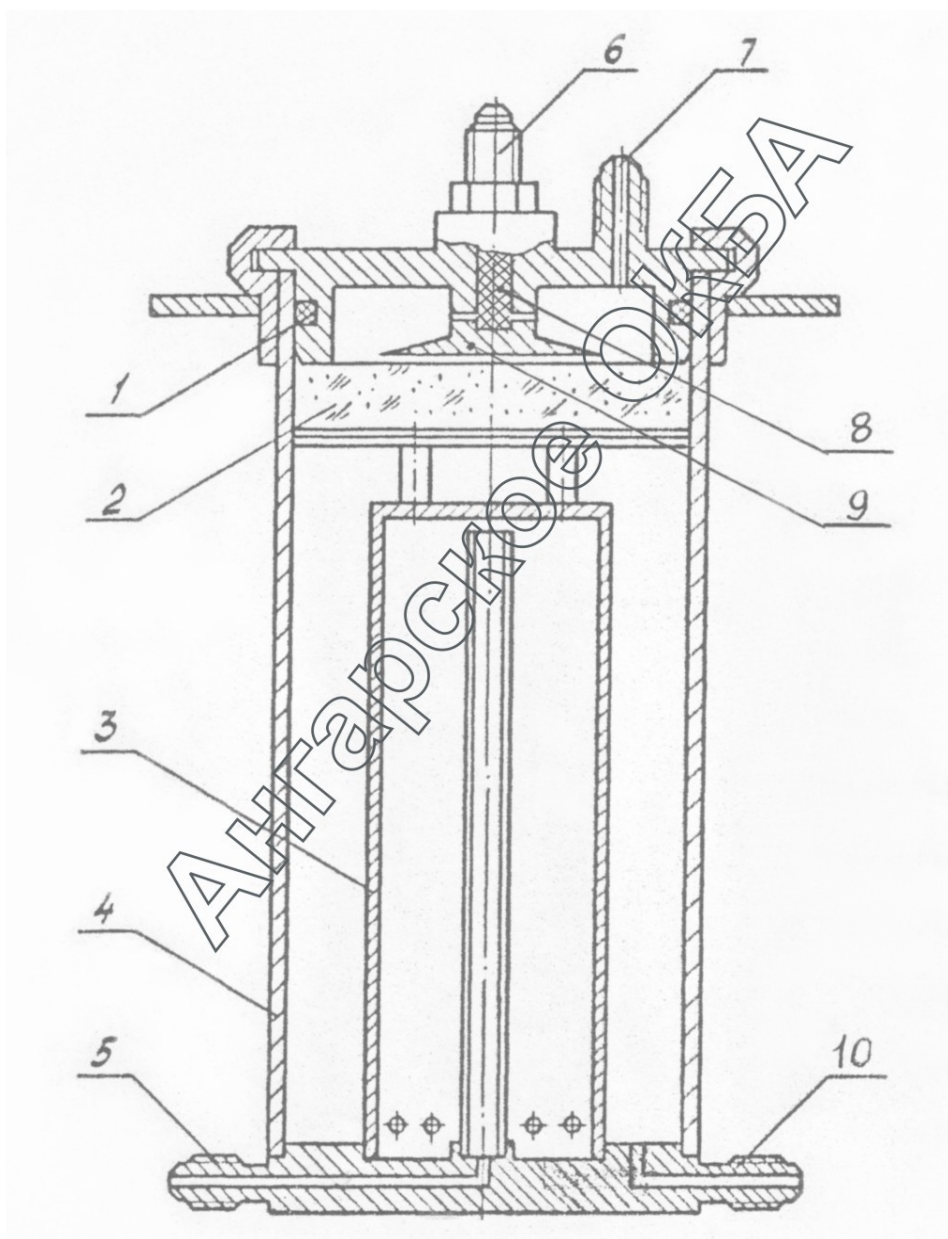
Боковой штуцер 7 на крышке насытителя предназначен для подключения манометра. Штуцер 10 на дне насытителя предназначен для залива и слива воды из насытителя.

С целью минимизации массогабаритных параметров насытителя оптимальное время непрерывной работы генератора, расход ПГС и, соответственно, количество воды необходимой на насыщение этого потока газа определены с учетом назначения данного генератора: время непрерывной работы генератора 6 ч, при максимальном расходе ПГС 1 л/мин.

В таблице 2 приведены результаты расчета количества воды для различных режимов работы генератора с учетом коэффициента запаса  $\gamma = 1,5$  и выбранных исходных данных (8 ч). По данным таблицы 2 конструкция насытителя рассчитана на 100 г воды.

В таблице 3 приведены результаты расчета времени непрерывной работы генератора при получении ПГС с относительной влажностью 100% при условии, что в насытителе 100 г воды.

В конструкции насытителя применено байонетное соединение для фиксации крышки насытителя к кожуху. Настоящая конструкция обеспечила быстроту разборки насытителя и уменьшение его массы.



1 – уплотнительное кольцо; 2 – фильтр (стеклянная насадка); 3 – внутренний цилиндр; 4 – внешний цилиндр; 5 – штуцер вход газа; 6 – штуцер выход газа; 7 – штуцер для подключения манометра; 8 – фильтр (ткань Петрянова); 9 – брызгоотделитель; 10 – штуцер для залива и слива воды.

Рисунок 1. Насытитель.

Таблица 2.

Температура насытителя, °С	Влажность насыщения, г/м <sup>3</sup>	Масса воды (г) при расходе ПГС (л/мин)				
		0,2	0,5	0,75	1,0	1,5
20	17,30	2,60	6,50	9,75	13,00	20,00
40	51,15	7,68	19,20	28,80	38,40	57,60
60	130,20	19,54	48,85	73,28	97,70	146,60
80	293,4	44,0	110,0	165,0	220,0	330,0

Таблица 3.

Температура насытителя, °С	Время непрерывной работы генератора (ч) при расходе ПГС (л/мин)				
	0,2	0,5	0,75	1,0	1,5
20	320,0	128,0	85,0	64,0	42,0
40	108,0	43,0	29,0	21,5	14,5
60	43,0	17,0	11,0	8,5	5,6
80	19,0	7,6	5,0	4,0	2,5

При барботировании газа высота столба воды с пузырьками газа в зазоре между цилиндрами увеличивается, а удельная площадь теплообмена возрастает.

Наиболее трудный режим работы генератора – термостатирование его газовой системы при 80°С. При этой температуре происходит интенсивное испарение воды для насыщения газа (0,2934 г воды на каждый литр насыщаемого газа) с соответствующим понижением температуры ПГС. Для повышения надежной работы генератора в таких условиях, то есть исключения понижения температуры ПГС, необходимо уменьшить расход газа через насытитель до значения 0,4 л/мин, при котором испарение воды и, соответственно, понижение температуры незначительно. В таком режиме площади теплообмена насытителя достаточно для поддержания постоянной температуры воды в нем.

4.5.4. Увлажнитель У (рис. 2) предназначен для увлажнения потока газа до заданного значения ОДВ. Конструктивно он выполнен в виде U – образной трубки из нержавеющей стали. Подвод газа и отвод ПГС осуществляется через боковые штуцера (5 и 2). Подключение манометра производится через штуцер 1 на выходе увлажнителя.

Увлажнитель заполняется цеолитом 4 (цеолит увлажнен дозированным количеством воды) до уровня, обеспечивающего возможность установки на входе и выходе увлажнителя фильтра 3 из ткани Петрянова. Фильтр предотвращает вынос пылинок цеолита в газовый канал.

Торцы U – образной трубки герметично заглушаются.

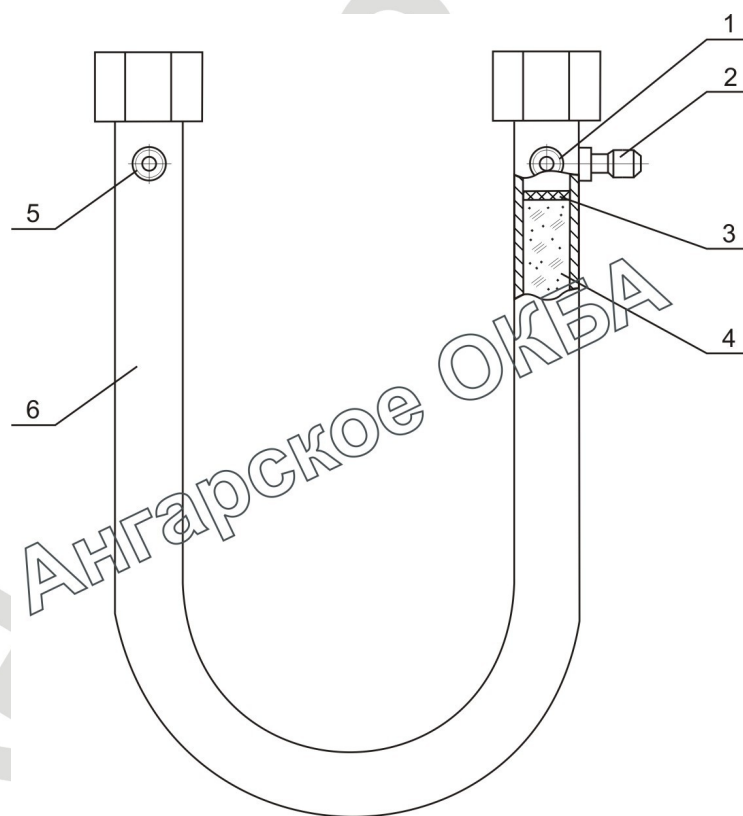
Для обеспечения стабильности и воспроизведения получаемых значений ОДВ ПГС необходимо строго соблюдать методику подготовки цеолита при увлажнении его дозированным количеством воды. Причем и размер дозы воды необходимо знать для получения заданного значения ОДВ ПГС.

Методика подготовки и увлажнения цеолита подробно изложена в разделе 8 настоящего паспорта.

Экспериментально определена зависимость ОДВ ПГС от степени увлажнения цеолита (массовая доля воды в цеолите – МДВ, %) и приведена на рис. 3 для температуры увлажнителя 20°C и давления газа в нем 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

Как показывает практика, тщательность проведения технологических операций при подготовке цеолита определяет воспроизводимость (разброс точек на кривой) задаваемой ОДВ в стандартных условиях ( $t_y = 20^\circ\text{C}$ ,  $P_y = 1,0 \text{ МПа}$ ).

Используя данные графика, можно изменять начальную ОДВ для стандартных условий. Наиболее просто и надежно воспроизводится ОДВ в пределах от 5 до 11 млн<sup>-1</sup>. Получить ПГС с ОДВ 1-2 млн<sup>-1</sup> сложнее.



1 – штуцер для подключения манометра; 2 – штуцер выхода ПГС; 3 – фильтр из ткани Петрянова; 4 – увлажнённый цеолит; 5 – штуцер для подвода газа; 6 – корпус из нержавеющей стали.

Рисунок 2. Увлажнитель.



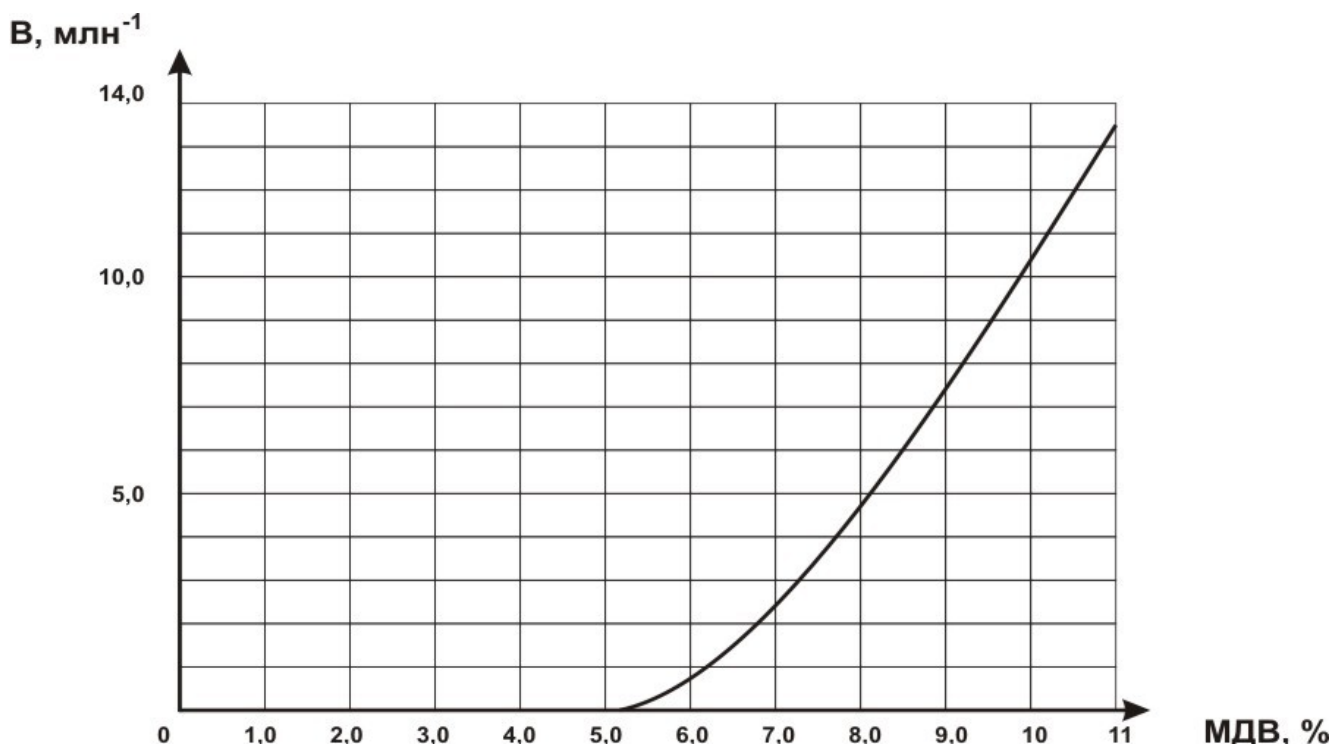


Рисунок 3. Зависимость ОДВ ПГС от степени увлажнения цеолита.

Диаметр и длина увлажнителя подобраны таким образом, чтобы обеспечить длительную (в течение более 8 ч) стабильность воспроизводимости ОДВ ПГС. Стабильность ОДВ ПГС определяется в основном внешними для увлажнителя условиями, то есть давлением газа в увлажнителе, его температурой, атмосферным давлением и т.п.

Чрезвычайно развитая поверхность цеолита (более 700 м<sup>2</sup>/г) обеспечивает постоянное поддержание равновесного парциального давления водяного пара. Это свойство цеолита позволяет значительно упростить эксплуатацию увлажнителя. Воспроизводимая ОДВ ПГС практически не зависит не только от времени работы увлажнителя (в пределах 8-20 ч), но и от изменения расхода газа через него, а также от влажности газа подаваемого на вход увлажнителя.

ОДВ ПГС на выходе увлажнителя может оперативно изменяться простым изменением давления в увлажнителе, при этом получаемая ОДВ изменяется обратно пропорционально давлению практически в соответствии с методом двух давлений.

ОДВ ПГС при изменении давления газа в увлажнителе рассчитывается по формуле:

$$V_{p_y} = V_{p_1} \frac{P_1}{P_y}, \quad (4.6.)$$



где  $B_{P_y}$  – ОДВ ПГС при абсолютном давлении газа в увлажнителе равном  $P_y$ , млн<sup>-1</sup>;  
 $B_{P_1}$  – ОДВ ПГС при абсолютном давлении газа в увлажнителе равном  $P_1$ , млн<sup>-1</sup>;  
 $P_1$  – абсолютное давление газа в увлажнителе, при котором определена ОДВ ПГС равная  $B_{P_1}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $P_y$  – абсолютное давление газа в увлажнителе, при котором требуется определить ОДВ, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);

Зависимость ОДВ ПГС на выходе увлажнителя от его температуры исследована для нескольких заполнений увлажнителя цеолитом, увлажненным разными дозами воды. Характер этой зависимости для разных заполнений одинаков, но разный по абсолютным значениям аргумента для одного и того же значения функции. Это обусловлено разными значениями начальной ОДВ ПГС при стандартных условиях.

Для упрощения эксплуатации увлажнителя (генератора) на рис. 4 и 5 приведен усредненный график зависимости ОДВ ПГС на выходе увлажнителя от температуры. График приведен в относительной форме в виде зависимости условного коэффициента  $\beta$  от температуры. Коэффициент  $\beta$  рассчитан по формуле:

$$\beta = \frac{B_t}{B_{20}}, \quad (4.7.)$$

где  $B_t$  – значение ОДВ ПГС при температуре увлажнителя, для которой определяется  $\beta$ , млн<sup>-1</sup>;  
 $B_{20}$  – значение ОДВ ПГС при температуре увлажнителя равной 20°С, млн<sup>-1</sup>.

Графиками приведенными на рис. 4 и 5 (на рис. 5 более крупный масштаб) пользуются для выбора температуры термостатирования увлажнителя при получении ПГС с требуемой ОДВ.

На рис. 6 приведен график зависимости условного коэффициента от температуры. Коэффициент  $\alpha$  рассчитан по формуле:

$$\alpha = \frac{K_t}{K_{20}}, \quad (4.7.)$$

где  $K_t$  – понижающий коэффициент (см. формулу 4.3.) при температуре увлажнителя, для которой определяется  $\alpha$ ;  
 $K_{20}$  – понижающий коэффициент при температуре увлажнителя равной 20°С.

Это график используется для определения понижающего коэффициента при расчёте ориентировочного значения ОДВ ПГС по формуле (4.3.).

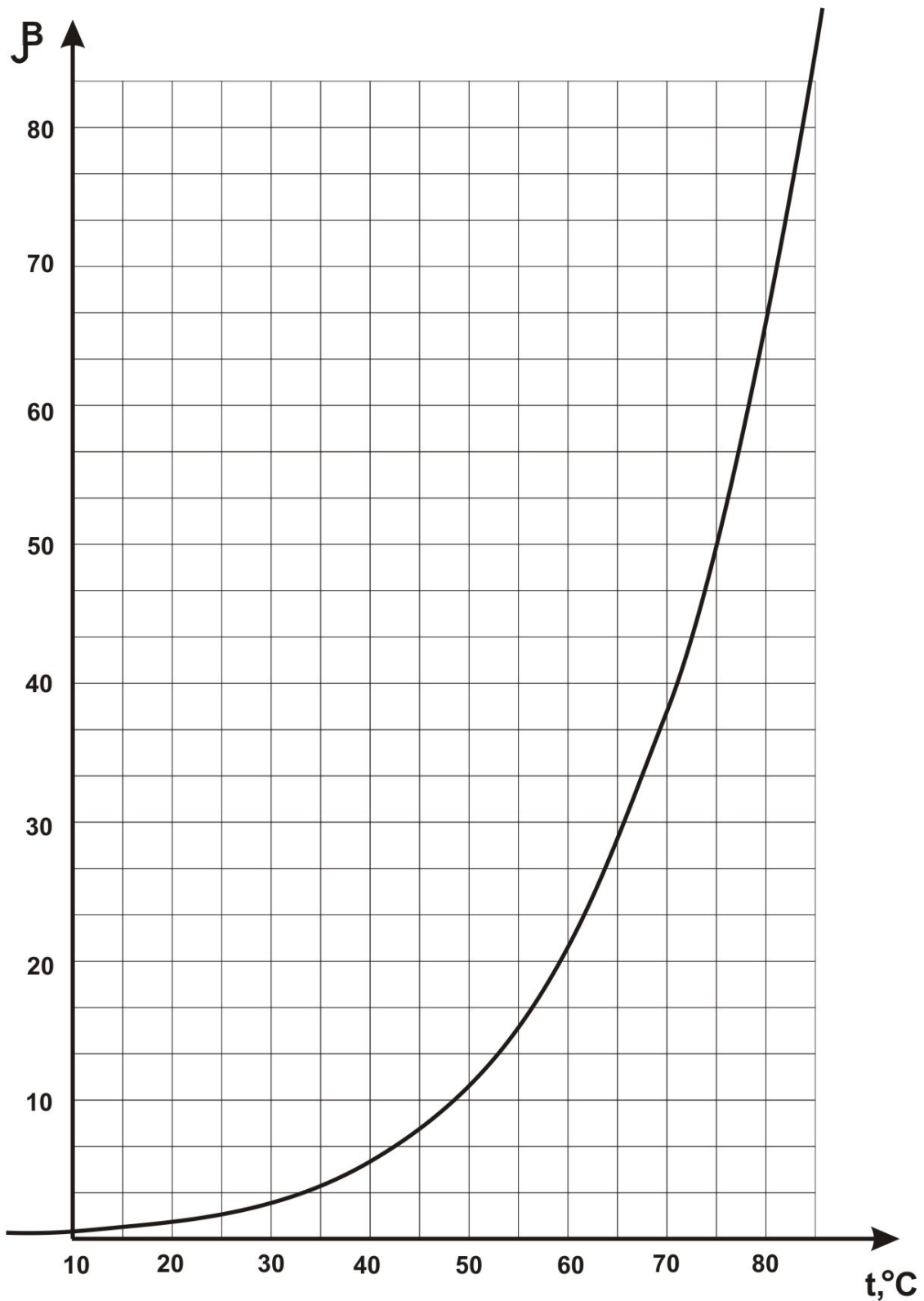


Рисунок 4. Зависимость коэффициента  $\beta$  от температуры.

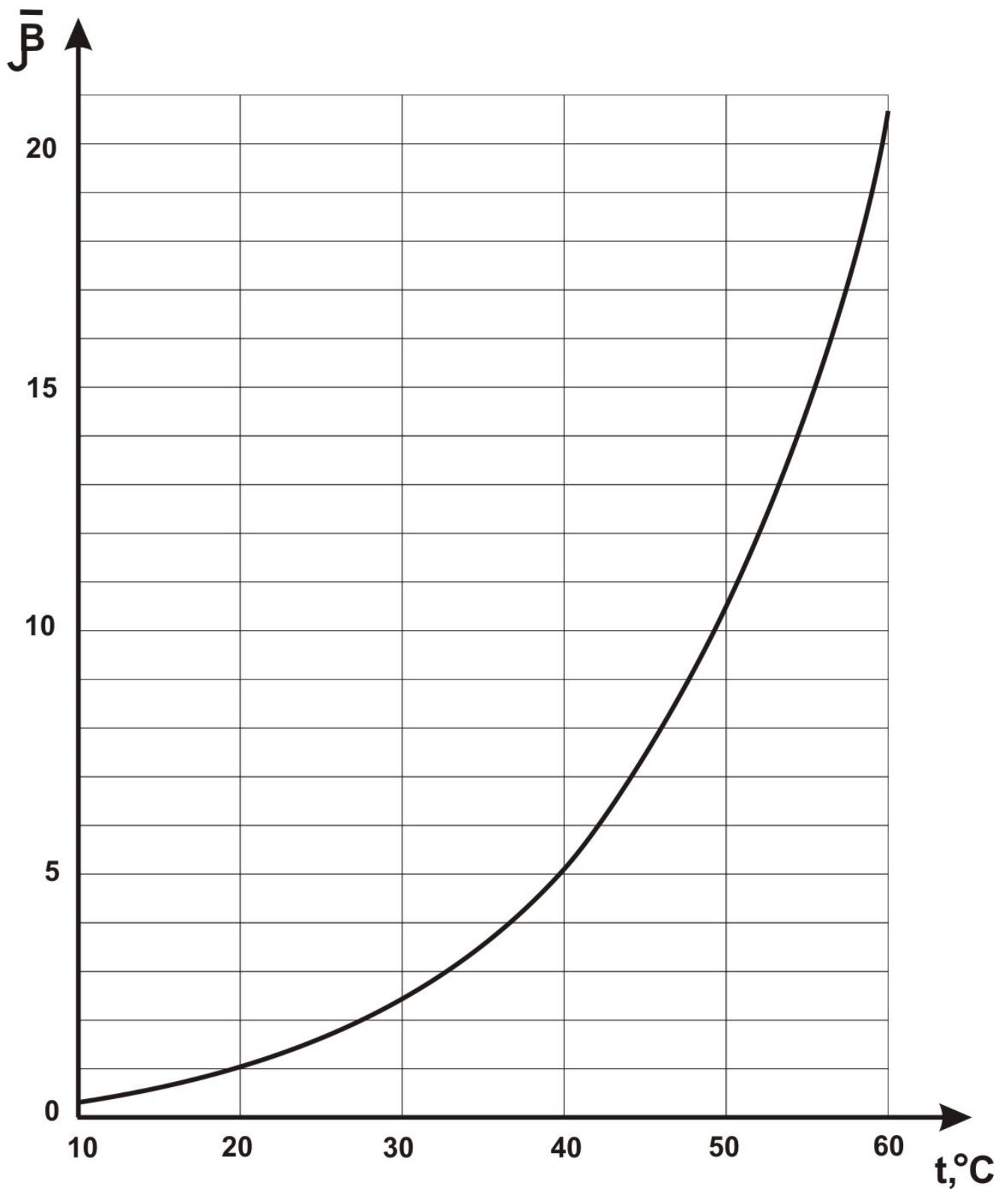


Рисунок 5. Зависимость коэффициента  $\bar{\beta}$  от температуры (увеличенный масштаб).

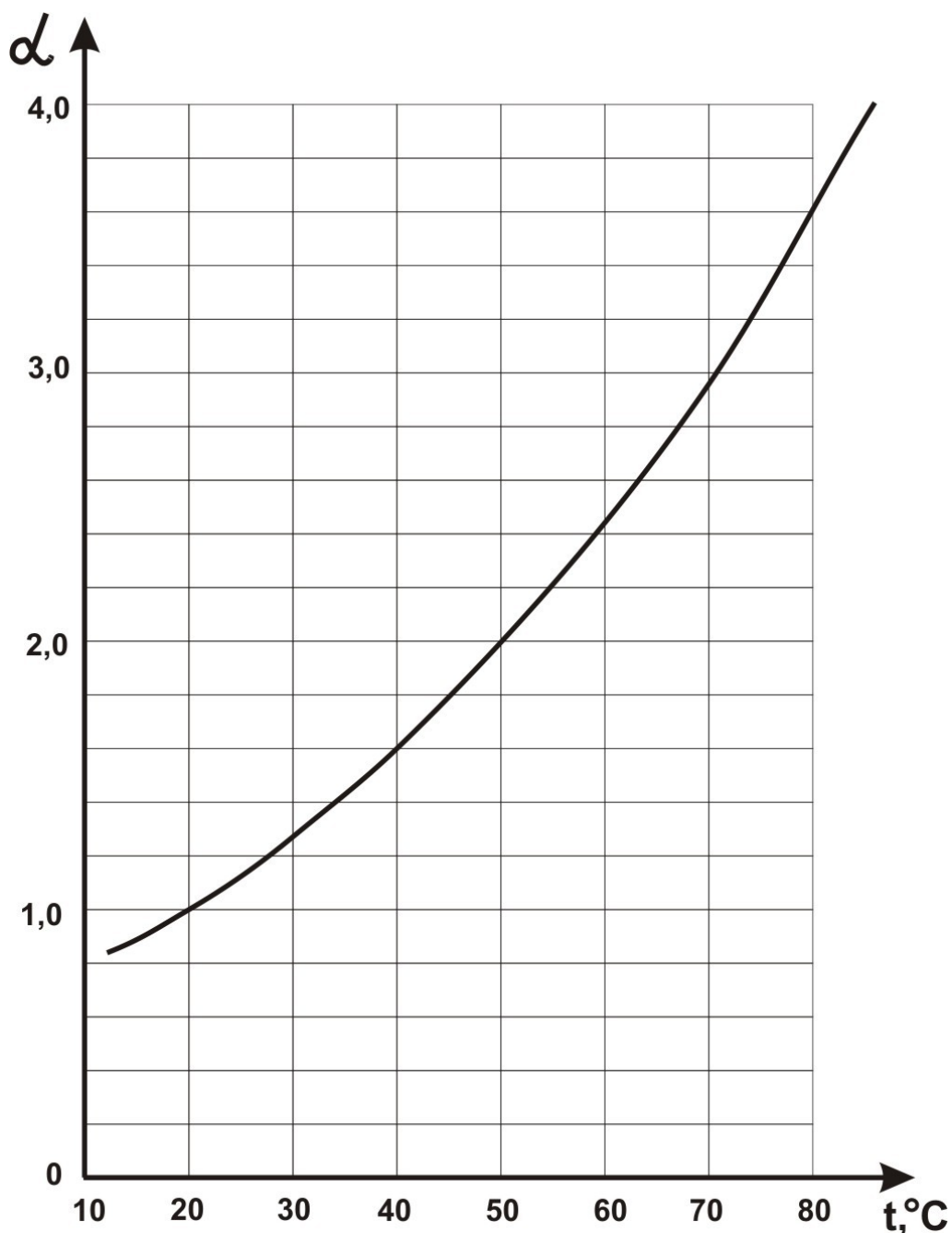


Рисунок 6. Зависимость коэффициента  $\alpha$  от температуры

Понижающий коэффициент  $K$  незначительно увеличивается с повышением давления газа в увлажнителе. Для ориентировочных расчетов ОДВ ПГС его можно принять постоянным.

4.5.5. Давление газа в насытителе НС и увлажнителе У измеряется пружинными манометрами типа МО по ГОСТ 6521-72 с наибольшими значениями диапазона измерений 10 и 1 кгс/см<sup>2</sup> (1,0 и 0,1 МПа) с пределами допускаемой приведенной погрешности  $\pm 0,4\%$ .

Манометры подключаются к насытителю или увлажнителю с помощью переключателей потока ПП1 и ПП2.

4.5.6. Понижение давления газа при переходе от насытителя (увлажнителя) к рабочей камере в изотермическом режиме осуществляется игольчатым дросселем с улучшенным теплообменом. Во время дросселирования газ охлаждается. Чтобы уменьшить охлаждение иглы и сопла дросселя, сопло вынесено во входной штуцер дросселя, чем обеспечивается улучшенный теплоподвод от термостатирующей жидкости в которую он погружен.

4.5.7. Конструкция рабочей камеры генератора предусматривает установку в нее двух измерительных преобразователей относительной влажности гигрометров, типа РИФ. Сменная рабочая камера генератора предназначена для установки в нее двух датчиков гигрометров типа ВОЛНА-5.

4.5.8. Вентили В1 и В2 служат для подключения к выходной коммуникации соответственно насытителя НС или увлажнителя У при выбранном режиме работы (режим 1 или режим 2).

Вентиль В3 служит для отсекаания рабочей камеры от пневмогидравлической системы генератора при подаче ПГС к внешним гигрометрам через штуцер К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ.

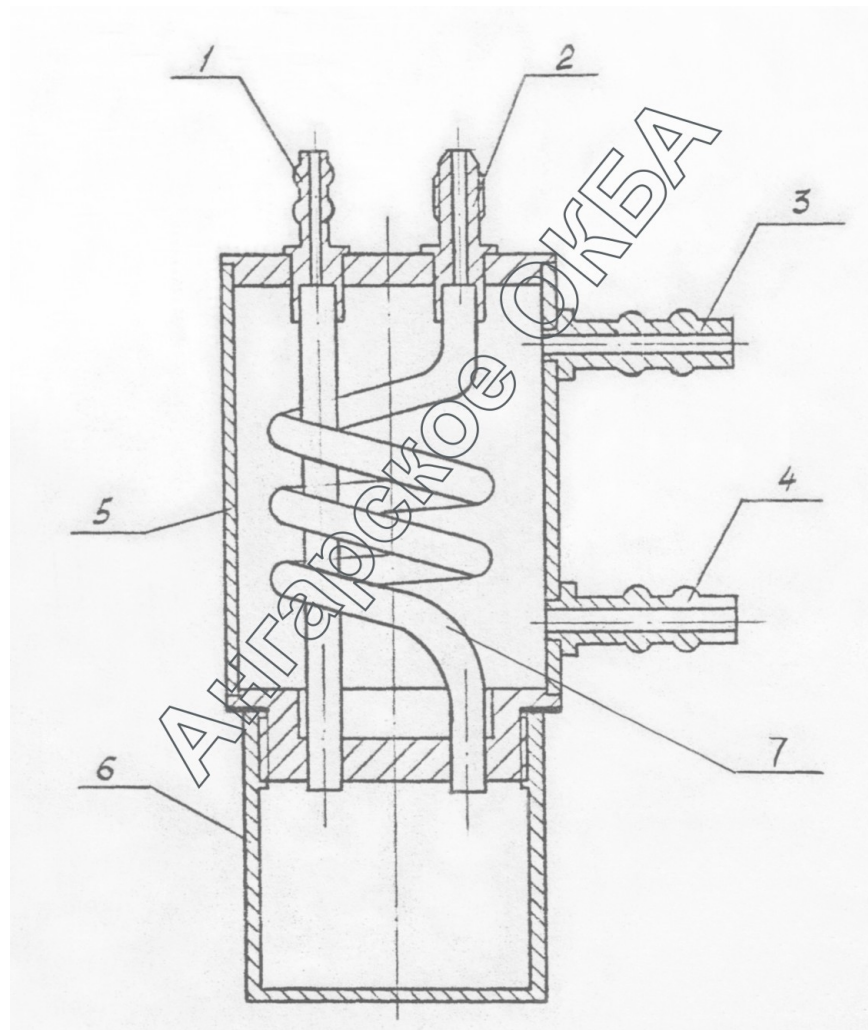
4.5.9. Конденсатоотводчик (рис. 7) предназначен для отделения конденсата от ПГС, выходящей из рабочей камеры генератора при температуре термостатирования насытителя выше температуры окружающего воздуха. Отделение конденсата предотвращает заполнение водой выходных коммуникаций.

Конструктивно конденсатоотводчик выполнен в виде змеевика 7, находящегося в герметичной рубашке 5, служащей для подвода охлаждающей жидкости (воды) через штуцера 4 (вход) и 3 (выход).

ПГС, подводимая к штуцеру 2, проходит в стакан для слива конденсата через змеевик. На холодной стенке змеевика влага конденсируется и стекает в стакан, объем которого равен объему воды, заливаемой в насытитель. Через штуцер 1 ПГС выходит из конденсатоотводчика. Для слива конденсата стакан отворачивается.

Для предотвращения попадания конденсата в рабочую камеру из выходных коммуникаций между рабочей камерой и конденсатоотводчиком установлен каплеуловитель (по схеме 5K2.844.100 ХЗ – отстойник).

4.5.10. Насытитель НС (см. 5K2.844.100 ХЗ), увлажнитель У, дроссель ДР, вентили В1, В2, В3 и камера К термостатируются в ванне термостата. Ванна термостата заполняется теплоносителем до определенного уровня. Учитывая, что температура термостатирования должна быть от 15 до 80°С, в качестве термостатирующей жидкости выбрана вода.



1 – штуцер выхода ПГС; 2 – штуцер ввода ПГС; 3 – штуцер выхода охлаждающей воды; 4 – штуцер ввода охлаждающей воды; 5 – рубашка; 6 – стакан для сбора конденсата; 7 – змеевик.

Рисунок 7. Конденсатоотводчик

Перемешивание термостатирующей жидкости в ванне термостата осуществляется с помощью смесителя. На валу смесителя установлены две крыльчатки, а вал в свою очередь, установлен в полый цилиндр, таким образом, что верхняя крыльчатка находится в цилиндре примерно на  $1/3$  высоты от верхнего его среза, а вторая на 10-20 мм ниже нижнего среза цилиндра, то есть вне его. При вращении вала верхняя крыльчатка направляет поток жидкости вниз, засасывая ее через окна, прорезанные в верхней части цилиндра, то есть производит перемешивание жидкости в вертикальной плоскости. Нижняя крыльчатка направляет поток жидкости в стороны – производит перемешивание в горизонтальной плоскости. Эффективное перемешивание позволяет получить однородное температурное поле в ванне термостата по всему объему.



С наружной стороны цилиндра смесителя расположен трубчатый змеевик холодильника – теплообменника. В этот змеевик подается холодная вода водопроводной сети для понижения температуры термостатирования и более устойчивой ее стабилизации при регулируемом нагреве и изменении температуры окружающего воздуха.

4.5.11. Для измерения температуры насытителя и увлажнителя (теплоносителя) применены лабораторные термометры типа ТЛ-4 №2 и №3 с диапазоном измерений соответственно от 0 до 50°С и от 50 до 105°С ТУ 25-2021-003-88. Пределы допускаемой абсолютной погрешности термометров  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ .

4.5.12. Осушитель  $\text{OS}_2$  (см. чертёж 5K2.844.100 X3) представляет собой сосуд из нержавеющей стали, заполненный поочередно слоями стекловаты и сухой пятиокси фосфора. На входе и выходе осушителя слой стекловаты 15-25 мм.

Вентиль В4 предназначен для отсекаания осушителя от пневмогидравлической системы генератора, при подаче к потребителю влажного газа.

4.5.13. Терморегулятор предназначен для управления работой нагревателя, задания, необходимой температуры термостатирования и индикации текущего значения температуры термостата.

4.6. Описание электрической принципиальной схемы генератора.

4.6.1. На принципиальной электрической схеме образцового генератора влажного газа 5K2.844.100 ЭЗ указано соединение отдельных функциональных узлов А1, А2, А3 и элементов: трансформатора Т1, электродвигателя М1, тиристоров V1, V2, управляющих нагревательным элементом Е1, плавких вставок F1, F2, сетевой вилки X1, переключателя сети S1.

4.6.2. Преобразователь А3 (см. 5K5.182.043 ЭЗ) содержит:

- 1) рабочий высокочастотный генератор V1, V2;
- 2) опорный высокочастотный генератор, смеситель, усилитель низкой частоты, выполненные на элементе D1;
- 3) элементы подстройки частоты опорного генератора, C9, C4-C12.

Частота рабочего генератора определяется чувствительным элементом В1. Рабочий генератор представляет собой емкостную трехточку с регулируемой амплитудой колебаний. Регулировка осуществляется через усилитель V1, выпрямитель V4, V5, усилитель D1.

4.6.3. Преобразователь А2 (см. 5K5.121.044 ЭЗ) преобразует выходной сигнал преобразователя А3, подаваемый на контакт 6 разъема X1, в показания дисплея D17 и вырабатывает сигнал, управляющий питанием нагревателя.

Показания дисплея формируются четырехдекадным счетчиком D8–D11, дешифратором D12-D15. Период счета задается генератором опорной частоты D4, делителем D6 и делителем D5, управляемым переключателем S2, S3. При юстировке образцового генератора влажного

газа переключатели S2, S3 совместно с движками переменной емкости С9 и С12 преобразователя А3 устанавливают в положение, обеспечивающее показания дисплея в соответствии с температурой термостата образцового генератора влажного газа.

Переключатель S1 задает код необходимой температуры термостатирования, который подается на цифровой компаратор D1-D3. Вторым кодом является код счетчика, значение которого определяется температурой термостата. Компаратор сравнивает значения двух кодов и формирует управляющий сигнал, который подается на контакт 2 разъема X1.

4.6.4. Плата питания А1 (см. 5К6.672.466 ЭЗ) подключается к трансформатору, формирует стабилизированное напряжение питания (элементы V1, D1) и импульсы синхронные напряжению сети, которые управляют открытием тиристоров. Импульсы управления развязаны от силовой цепи тиристоров с помощью оптодиодных пар V8, V9. Управляющий сигнал преобразователя А2 поступает через контакт 19 разъема X1 на элемент D3, который разрешает или запрещает прохождение синхронных импульсов.

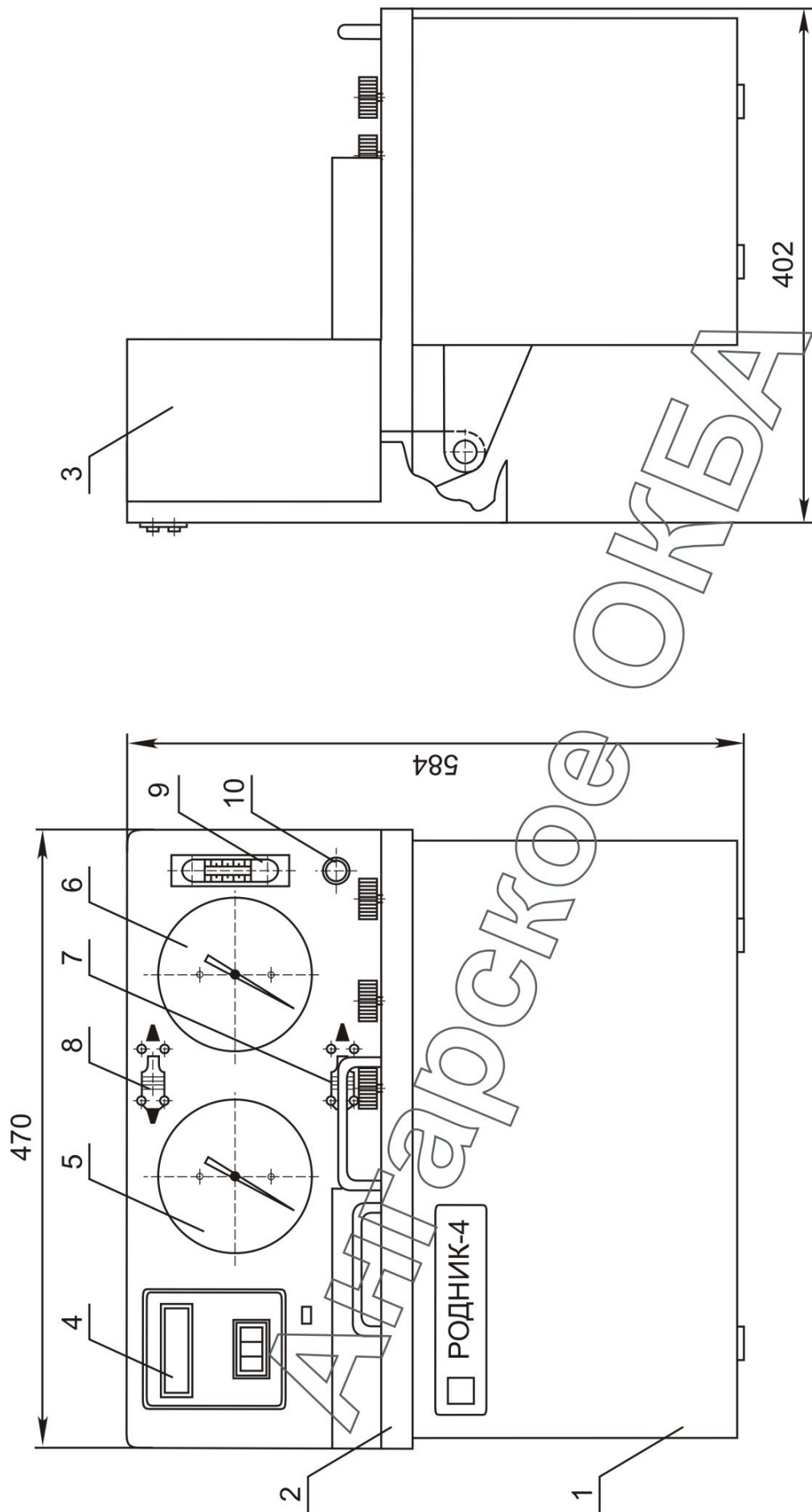
#### 4.7. Описание конструкции генератора.

4.7.1. Общий вид генератора показан на рис. 8. Генератор состоит из корпуса 1, панели 2, шарнирно закрепленной на корпусе, и кожуха 3. Под кожухом установлены: блок управления нагревателя 4, манометры 5 и 6. На лицевой стороне кожуха установлены: пневмопереключатель 7 для подключения манометров, 8 для подключения насытителя или увлажнителя, индикатор расхода газа 9, штуцер ВЫХОД ГАЗА 10.

4.7.2. Остальные узлы пневмогидравлической системы генератора смонтированы на панели, представленной на рис. 9.

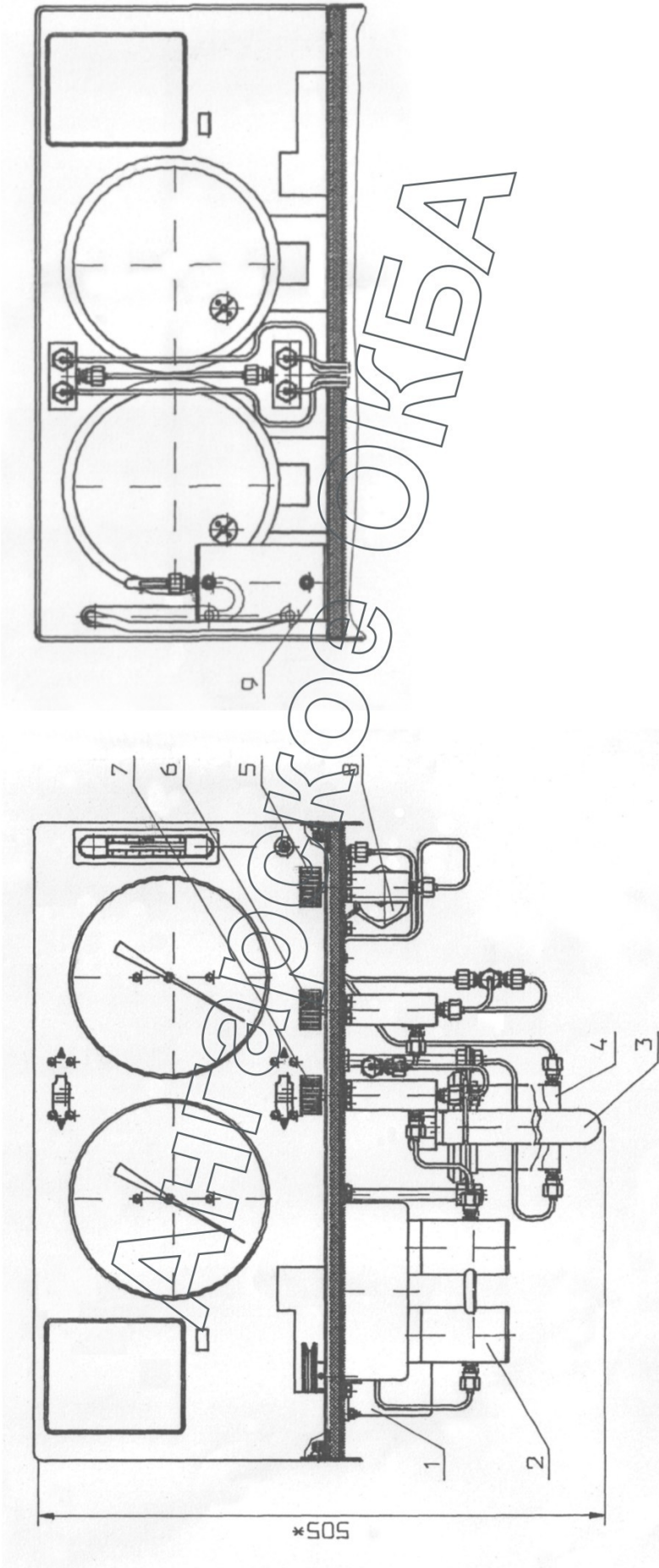
На панель выведены ручки управления пневмогидравлической системы и штуцера: ВХОД ГАЗА, К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ, ЗАЛИВ, СЛИВ ВОДЫ насытителя и гнезда для установки манометров. Все ручки и штуцера имеют условное обозначение согласно принципиальной пневмогидравлической схеме приведенной на лицевой поверхности панели.

Снизу панели установлены: электродвигатель 1, предназначенный для привода крыльчаток смесителя, рабочая камера 2, увлажнитель 3, насытитель 4, вентили 5 и 6, дроссель 7, осушитель 8, сзади на панели под кожухом установлен конденсатоотводчик (влагоотделитель 9).



1- корпус; 2-панель; 3-кожух; 4-блок управления нагревом; 5,6-манометры;  
 7-пневмопереключателъ; 8-переключателъ потоков; 9-индикатор газа;  
 10-штуцер ВЫХОД ГАЗА.

Рисунок 8. Общий вид генератора.



1-электродвигатель; 2-рабочая камера; 3-увлажнитель; 4-насытитель;  
5,6-вентили; 7-дрессель; 8-осушитель; 9-конденсатоотводчик.

Рисунок 9. Панель.



## 5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

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

5.2. Запрещается включать генератор в работу без подключения к нему заземляющего провода.

5.3. Запрещается подключать генератор к электрической сети с напряжением более 242 В.

5.4. При ремонте и проверке генератора на герметичность сетевой кабель должен быть отключен от электрической сети.

5.5. Перед подключением генератора к электрической сети необходимо убедиться в наличии воды в ванне термостата.

5.6. Запрещается подавать на вход генератора газ под давлением более 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

5.7. В рабочую камеру и сменную рабочую камеру не должен подаваться газ под давлением более 50 кПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>), а в насытитель более 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

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

5.9. Запрещается заливать воду в насытитель без предварительного слива оставшейся воды из насытителя и конденсата из конденсатоотводчика.

5.10. При работе с ртутными термометрами необходимо соблюдать следующие правила безопасной работы:

- запрещается нагревать термометры выше температуры верхнего предела измерений;
- в случае поломки термометра разлитую ртуть собрать при помощи специальной пипетки или склянки Тищенко;
- произвести обработку загрязненной ртутью поверхности 1% раствором перманганата калия, подкисленного соляной кислотой.

5.11. По способу защиты человека от поражения электрическим током генератор относится к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

5.12. Запрещается заменять плавкие вставки другими, рассчитанными на большую силу тока, или закорачивать их.

## 6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

6.1. Допускается установка датчиков гигрометров (первичных преобразователей) в камеру, изготавливаемую потребителем.

6.2. Требования к рабочей камере и особенности работы с ней.

6.2.1. Камера должна изготавливаться из нержавеющей стали, объем её должен быть, по возможности, минимальным, а внутренние поверхности обработаны (шероховатость поверхности не более Rz). Поток ПГС, проходящий через камеру, должен быть равномерным по всему объему, камера не должна иметь застойных (непродуваемых) зон.

Отступление от этих требований ведет к увеличению времени установления постоянных показаний поверяемых гигрометров.

6.2.2. Камера с подводными коммуникациями должна быть герметичной при давлении 10 кПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

6.2.3. Для предотвращения конденсации влаги камера с первичными преобразователями поверяемых гигрометров должна хорошо термостатироваться. Разность температуры в любых двух точках рабочего объема камеры не должна быть более 0,1°С.

6.2.4. При поверке измерителей относительной влажности в рабочей камере необходимо выполнять требования п.6.2.3. Температурное поле в рабочей камере должно быть равномерным (так как относительная влажность ПГС зависит от температуры). Разность температур в любых двух точках объема камеры не должна превышать 0,1°С.

6.2.5. Допускается производить поверку гигрометров, первичные преобразователи которых выделяют небольшое количество тепла, но требование п.6.2.3. должно выполняться. При этом рядом с чувствительным элементом первичного преобразователя в рабочую камеру должен устанавливаться термометр с ценой деления не более 0,1°С.

Расчет абсолютной влажности (объемной доли влаги) ПГС (В) в этом случае производится по формуле 4.2., а относительной влажности ( $\varphi$ , %) по формуле:

$$\varphi = \frac{B_{H1}(Pa + \Delta P_1)Z_K}{B_{H2}(P_H + Pa)Z_H} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $B_{H1}$ ,  $B_{H2}$  – табличные значения характеристики насыщенного водяного пара соответственно для температуры термостатирования насытителя и рабочей камеры около поверяемого первичного преобразователя;

$Pa$  – атмосферное давление, Па (кгс/см<sup>2</sup>);

$\Delta P_1$  – избыточное давление во внешней рабочей камере, Па (кгс/см<sup>2</sup>);

$P_H$  – измеренное избыточное давление в насытителе, Па (кгс/см<sup>2</sup>).

6.3. Во избежание попадания масла в пневмогидравлическую систему генератора манометры после государственной поверки должны быть тщательно промыты ацетоном (спиртом этиловым) и просушены при температуре 50-70°С в течение не менее 3 ч.



6.4. При отсчете показаний термометра определяется амплитуда колебания температуры и в расчет ОДВ ПГС берется среднее значение температуры.

6.5. При подключении к пневмогидравлической системе генератора манометра с меньшим верхним пределом измерения необходимо предварительно убедиться в том, что давление рабочего газа в насытителе меньше верхнего предела измерения подключаемого манометра.

6.6. В генераторе не предусмотрена возможность измерения давления рабочего газа в режиме получения осушенной ПГС. Давление ЦГС

на выходе к внешнему гигрометру измеряется внешним манометром.

В режиме получения осушенной ПГС расход ее через рабочую камеру регулируется внешним редуктором при полностью открытом вентиле В4 (см. чертёж 5K2.844.100 Х3) и контролируется по ротаметру Р.

6.7. Не допускается устанавливать расход ПГС на выходе генератора более 1 л/мин. В случае превышения указанного расхода вода из насытителея может попасть в коммуникации и рабочую камеру и действительная влажность ПГС при этом будет отличаться от расчетной.

6.8. При увеличении давления рабочего газа в насытителе следите по ротаметру за изменением расхода ПГС на выходе генератора и корректируйте расход при помощи дросселя РАСХОД влажного газа (ДР).

6.9. Полное перекрывание дросселя РАСХОД влажного газа при наличии давления рабочего газа на входе в генератор не допускается за исключением случаев включения и выключения генератора в работу. При этом необходимо внимательно следить за изменением давления (по подключенному манометру) и установкой требуемого расхода ПГС (по ротаметру).

6.10. Отсчет показаний термометров должен производиться с учетом поправок, указанных в свидетельствах о их государственной поверке.

6.11. После работы генератора при температуре термостатирования выше температуры окружающего воздуха необходимо продуть рабочую камеру сухим газом в течение 15 мин.

6.12. Периодичность заполнения насытителея водой определяется оператором с учетом температуры термостатирования насытителея расхода газа через него и суммарного времени непрерывной работы генератора с использованием табличных данных по влажности насыщения (см. таблицу 2 и 3, приложение 1).

6.13. При заполнении насытителея водой необходимо предварительно слить остаток воды из насытителея и конденсат из конденсатоотводчика.

6.14. Для обеспечения метрологических характеристик указанных в настоящем паспорте необходимо контролировать и поддерживать требуемый уровень воды в термостате генератора.

6.15. С целью предотвращения растрескивания гранул и капилляров цеолита в увлажнителе рекомендуется очень медленно производить уменьшение давления газа в увлажнителе. После окончания работы генератор давление газа в увлажнителе допускается не сбрасывать.

6.16. Проверку герметичности увлажнителя рекомендуется проводить отдельно от остальной схемы генератора окунанием в воду, а не по спаду давления.

6.17. В случаях поверки кулонометрических гигрометров типа БАЙКАЛ допускается не аттестовывать ПГС по ОДВ дополнительным кулонометрическим гигрометром, так как кулонометрические гигрометры являются абсолютными.

6.18. Для сокращения времени выхода генератора на установившийся режим при работе на повышенной температуре (50-80°C) термостат-генератора допускается заполнять горячей водой с температурой соответствующей рабочей.

6.19. При работе генератора в режиме 1 получают ПГС с относительной влажностью в диапазоне от 10 до 98% и ОДВ в диапазоне от 1700 до 460000 млн<sup>-1</sup>. При работе в режиме 2 получают ПГС с ОДВ от 10 до 1700 млн<sup>-1</sup>.

6.20. С целью расширения диапазона воспроизводимой ОДВ в сторону малых значений и повышения оперативности допускается смешивать поток увлажненного газа с потоками осушенного газа. С этой целью газ от источника сжатого газа подается одновременно на штуцеры ВХОД ГАЗА 2 и ВХОД ГАЗА 3, а регулировку влажности смешанного потока ведут с помощью дросселя ДР и вентиля-отсекателя сухого газа В4 (см. чертёж 5К2.844.100 Х3). Генератор при этом включают в работу в режиме 2.

6.21. Для нормальной эксплуатации генератора необходимо дополнительно иметь барометр-анероид (например, типа М98 ТУ25-11-1316-76, М67 ТУ25-04-1797-75 и др.), U – образный (допускаемая погрешность 1 мм вод. ст.) или пружинный манометр (например типа МО-160-100 кПа кл. 0,4, ГОСТ 6521-72).

## **7. ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ**

7.1. Произведите тщательный осмотр генератора перед включением его в работу, убедитесь в отсутствии повреждений после транспортировки и распаковки.

7.2, Произведите подготовку генератора к работе при первичном включении в следующей последовательности:

1) проверьте генератор на герметичность как указано в п.8.6.;

2) присоедините к клемме ЗЕМЛЯ заземляющий провод и залейте через отверстие для установки термометра чистую воду в ванну термостат до уровня на 10-15 мм ниже нижней поверхности панели. Контроль уровня

воды визуальный или с помощью стеклянной трубки. Для сокращения времени прогрева генератора при температуре термостатирования выше температуры окружающего воздуха термостат генератора допускается заполнять горячей водой;

3) переведите ручку переключателя потоков ГОЛ в положение соответствующее подключению к пневмогидравлической системе генератора требуемого манометра МН1 или МН2. Давление рабочего газа в насытителе в зависимости от задаваемой влажности и верхний предел соответствующего манометра определите по таблицам, приведенным в Приложении 2. Кроме того, давление рабочего газа в насытителе или увлажнителе для получения требуемой влажности можно определить из формул 4.1., 4.2. и 4.3.

Переведите ручку переключателя потоков ПП2 в положение НС (режим 1 работы генератора), что соответствует подключению манометров к насытителю, или в положение У, что соответствует подключению манометров к увлажнителю.

Подсоедините U – образный или пружинный (в зависимости от предполагаемого давления ПГС в рабочей камере) манометр к штуцеру ДАВЛЕНИЕ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ (в случае получения ПГС с относительной влажностью);

4) залейте дистиллированную воду в насытитель, для этого:

- откройте вентиль В1 и дроссель РАСХОД влажного газа (ДР) и снимите заглушку со штуцера К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ (см. чертёж 5К2.844.100 Х3);
- отмерьте в чистый стакан 100 мл дистиллированной воды;
- подсоедините воронку к штуцеру ЗАЛИВ И СЛИВ ВОДЫ с помощью чистого гибкого шланга;
- вылейте воду из стакана в воронку и выждите пока она станет в насытитель;
- закройте дроссель РАСХОД влажного газа (ДР) и наверните заглушку на штуцер К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ.

В тех случаях, когда вода добавляется в насытитель после работы генератора, предварительно удалите из насытителя остатки воды или убедитесь в ее отсутствии. Для этого:

- закройте вентиль В1;
- подсоедините к штуцеру ЗАЛИВ И СЛИВ ВОДЫ гибкий шланг, второй конец которого опустите в стакан;
- подайте плавно рабочий газ в насытитель через штуцер ВХОД ГАЗА 1, наблюдайте за вытеснением воды в стакан (подачу и отключение рабочего газа произведите несколько раз до тех пор, пока поступление воды в стакан прекратится);
- произведите слив конденсата из конденсатоотводчика по методике изложенной в п. 7.10.

5) вставьте лабораторный термометр ТЛ-4 №2 или №3 в отверстие для термометра;

6) подсоедините сетевой кабель к сетевому разъему генератора;

7) соедините вход змеевика для охлаждающей жидкости гибким резиновым шлангом с источником охлаждающей жидкости (холодной воды), а выход – с дренажной системой. Если температура термостатирования выше температуры окружающего воздуха и парогазовая смесь подается в рабочую камеру источник охлаждающей жидкости (холодной воды) и дренажную систему соедините со штуцерами конденсатоотводчика, причем вход жидкости к нижнему штуцеру, а дренажную систему – к верхнему;

8) соедините штуцер ВХОД ГАЗА 1 (при работе генератора в режиме 1 или штуцер ВХОД ГАЗА 2 (при работе генератора в режиме 2) с источником сжатого газа. Если предполагаемое давление газа в насытителе (увлажнителе) менее 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>), то на вход генератора установите редуктор РДВ-5М, позволяющий регулировать давление газа на выходе из него в пределах от 0 до 0,15 МПа (от 0 до 1,5 кгс/см<sup>2</sup>) или баллонный редуктор типа БКД-25, если предполагаемое давление газа в насытителе более 0,15 МПа.

#### **Примечания:**

1. Трубки подводящих коммуникаций должны выдерживать давление сжатого газа 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>), а соединения их должны быть герметичными. Трубки должны быть промыты четыреххлористым углеродом и продуты сухим азотом (воздухом).

2. Гигрометр и преобразователи влажности подготовьте к работе в соответствии с их технической документацией.

9) присоедините поверяемый проточный гигрометр к штуцеру К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ или вставьте погружные преобразователи влажности в гнезда рабочей камеры, свободное гнездо (если оно имеется) герметично заглушите;

10) закройте вентили В1, В2 и В4, а также дроссель РАСХОД влажного газа. Если парогазовая смесь подается к внешнему гигрометру, закройте вентиль ОТСЕКATEЛЬ КАМНЕЙ (Е3);

11) снимите заглушку со штуцера ВЫХОД ГАЗА;

12) заглушите штуцера ЗАЛИВ и СЛИВ ВОДЫ.

7.3. Включение генератора в работу для получения ПГС с заданной влажностью произведите в следующей последовательности:

1) подайте охлаждающую жидкость в змеевик термостата (если требуемая температура термостатирования ниже температуры окружающего воздуха или равна ей);

2) подключите вилку сетевого кабеля к сети 220 В;



3) включите генератор нажатием на кнопку СЕТЬ на панели блока управления;

4) с помощью задатчика температуры задайте требуемую температуру термостатирования и следите за изменением температуры по индикаторному табло блока управления нагревом, знаки «+» и «-» на индикаторном табло означают, соответственно, включение и выключение нагрева;

5) откройте вентиль на выходе источника сжатого газа и редуктором установите требуемое давление рабочего газа в насытителе (увлажнителе);

6) установите требуемый расход ПГС через рабочую камеру, открыв вентиль В1 или В2 (соответственно для режима 1 или 2) и плавно открывая дроссель РАСХОД влажного газа. Расход ПГС через рабочую камеру контролируйте по ротаметру. При поверке внешнего гигрометра давление парогазовой смеси на входе в гигрометр и расход ПГС измеряйте с помощью внешних приборов.

Перед подачей ПГС к внешнему гигрометру убедитесь расчетом (см. п.4.3.) в том, что в газовых коммуникациях, соединяющих генератор с гигрометром, не будет образовываться конденсат воды, то есть точка росы получаемой ПГС не выше температуры соединительных коммуникаций. При необходимости коммуникации, подводящие ПГС к гигрометру, следует обогревать;

7) определите температуру термостатирования после выхода генератора на режим (установившаяся температура термостата, давление рабочего газа) по термометру ТЛ-4 №2 и №3, вставленному в гнездо ТЕРМОМЕТР;

8) произведите отсчет показаний манометров (избыточное давление рабочего газа в насытителе и в рабочей камере), термометра (температура термостатирования насытителя) и барометра (атмосферное давление).

Рассчитайте влажность получаемой ПГС в соответствии с п.4.2 и п.4.3. после установления постоянных (неизменных) показаний поверяемых гигрометров.

Определение ОДВ ПГС при работе генератора в режиме 2 с помощью гигрометра в соответствии с п.4.4. и формулой (4.5.).

7.4. Произведите изменение относительной влажности получаемой ПГС путем изменения давления рабочего газа в насытителе при постоянной температуре термостатирования.

7.5. Увеличение относительной влажности парогазовой смеси производите в следующей последовательности:

1) установите расход парогазовой смеси через рабочую камеру 0,6-0,9 л/мин при помощи дросселя РАСХОД влажного газа для более быстрого понижения давления рабочего газа в насытителе;

2) с помощью редуктора понижайте давление газа на входе в генератор и наблюдайте по подключенному манометру за изменением давления рабочего газа в насытителе;

3) после понижения давления рабочего газа в насытителе до требуемого установите оптимальный расход газа через рабочую камеру.

7.6. Производите уменьшение относительной влажности ПГС в следующей последовательности:

1) давление рабочего газа в насытителе для задания требуемой влажности и верхний предел соответствующего манометра определите по таблицам, приведенным в Приложении 2;

2) подключите к пневмогидравлической системе генератора манометр с большим верхним пределом измерения переводом ручки переключателя потоков ПП1 во второе фиксированное положение (МН2);

3) установите расход парогазовой смеси через рабочую камеру в пределах от 0,2 до 0,5 л/мин;

4) с помощью редуктора повышайте давление газа на входе генератора, наблюдайте по подключенному манометру за изменением давления рабочего газа в насытителе, пока оно не повысится до требуемого;

5) установите оптимальный расход ПГС через рабочую камеру.

7.7. Производите изменение значения ОДВ получаемой ПГС как путем изменения давления рабочего газа в насытителе, так и одновременным изменением этого давления и температуры термостатирования.

7.8. Получение осушенной ПГС осуществляется в следующей последовательности:

1) соедините штуцер генератора ВХОД ГАЗА 3 с источником сжатого газа и произведите операции по п.п.7.3.(1)...7.3.(4), если первичный преобразователь необходимо термостатировать при температуре, отличающейся от температуры окружающего воздуха, в противном случае операции п.п.7.3.(1)...7.3.(4) выполнять не следует. Откройте вентиль В4 генератора и вентиль на выходе источника сжатого газа. Редуктором установите такое давление газа в пневмогидравлической системе генератора, при котором обеспечивается требуемый расход ПГС через рабочую камеру. При поверке внешнего гигрометра давление ПГС на входе в гигрометр и ее расход измеряйте с помощью внешних приборов.

7.9. Отключение генератора производите в следующей последовательности:

1) закройте вентиль на выходе источника сжатого газа;

2) закройте вентиль В1 или В2 при соответствующем режиме работы генератора, прикройте дроссель влажного газа ДР;

3) снимите давление газа, подаваемого к штуцеру ВХОД ГАЗА при помощи редуктора;

4) плавно отворачивая гайку со штуцера ВХОД ГАЗА понизьте давление газа в насытителе (увлажнителе);



5) переведите кнопку СЕТЬ в положение ОТКЛ и отключите кабель от сети;

6) перекройте вентиль подачи охлаждающей жидкости в термостат.

7.10. Производите слив конденсата из конденсатоотводчика одновременно с заполнением насытителя водой. Для этого отверните стакан от конденсатоотводчика слейте конденсат и снова наверните стакан на конденсатоотводчик с усилием достаточным для герметизации стакана.

7.11. После работы генератора в режиме 1 при температуре термостатирования насытителя 30-80°C произведите продувку пневматической схемы генератора сухим газом. Продувка производится с целью предотвращения выпадения конденсата в коммуникациях.

Продувку производите следующим образом:

1) выполните операции по п.7.9. (1, 2, 3, 4);

2) отсоедините подводящую коммуникацию от штуцера ВХОД ГАЗА 1 и подсоедините ее к штуцеру ВХОД ГАЗА 3;

3) откройте вентили В1 и В2 и подайте сухой газ в систему под небольшим давлением;

4) дросселем расход влажного газа (ДР) отрегулируйте расход на штуцере ВХОД ГАЗА 1 0,1-0,2 л/мин. Продуйте в течение 5-7 мин;

5) произведите операции по п.7.9. (5 и 6);

7.12. Смену рабочей камеры генератора произведите в следующей последовательности:

1) переведите кнопку СЕТЬ в положение ОТКЛ и отключите сетевой кабель от сети;

2) поднимите и закрепите панель;

3) отсоедините трубки от камеры и выверните винты крепления ее к панели;

4) установите вместо снятой камеры камеру из комплекта сменных частей, закрепите винтами и подсоедините к ней трубки.

7.13. Примеры расчета ОДВ ПГС на выходе увлажнителя и определения температуры термостатирования увлажнителя и давления газа в нем при получении требуемого значения ОДВ ПГС.

**Пример 1.** Требуется получить на выходе генератора ПГС с ОДВ 58 млн<sup>-1</sup>. Избыточное давление ПГС на входе в поверяемый проточный гигрометр должно быть не менее 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>).

Из формулы (4.6.) находим давление газа в увлажнителе, при котором получим требуемое значение ОДВ ПГС:

$$P_y = \frac{B_{P1} \cdot P_1}{B_{Py}} = \frac{15,4 \cdot 1,0}{58} = 0,265 \text{ (МПа)} \quad (7.1.)$$

Допустим, что  $B_{P1} = 15,4$  млн<sup>-1</sup>,  $P_1 = 1,0$  МПа (по данным паспорта раздел 13 или предварительно измеренная ОДВ ПГС кулонометрическим

гигрометром). Вместо величин в формулу (7.1.) подставим их значения и получим, что абсолютное давление газа в увлажнителе должно быть равным 0,265 МПа (избыточное  $\sim 0,165$  МПа), что соответствует условиям задачи. Таким образом температура увлажнителя должна быть равной 20°C, абсолютное давление газа в нем 0,265 МПа.

**Пример 2.** Требуется получить на выходе генератора ПГС с ОДВ 120 млн<sup>-1</sup>. Избыточное давление ПГС на входе в поверяемый гигрометр должно быть не менее 50 кПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>). Подставляя значения величин в формулу (7.1.) получим значение абсолютного давления газа в насытителе, при котором ОДВ ПГС будет равна 120 млн<sup>-1</sup>, оно равно 0,128 МПа, а избыточное 28 кПа. Это давление не соответствует условиям задачи (должно быть более 50 кПа).

Чтобы увеличить избыточное давление ПГС на выходе генератора, необходимо повысить температуру увлажнителя. Для этого примем, что надо выбрать такую температуру увлажнителя, при которой начальная влажность ПГС превышала бы ее аттестованное значение в 2 раза, то есть, чтобы условный коэффициент  $\beta$  (см. формулу 4.7.) был равен 2.

По графику на рис. 5 определяем, что значению коэффициента  $\beta = 2$  соответствует температура 28°C. Рассчитываем давление газа в увлажнителе по формуле (7.1.). Вместо  $V_{p1}$  подставляем новое значение влажности из формулы (4.7.):

$$V_t = V_{20} \cdot \beta ,$$

где  $V_{20} = V_{p1}$ , так как температуры совпадают, млн<sup>-1</sup>.

$$P_y = \frac{15,4 \cdot 2 \cdot 1,0}{120} = 0,257 \text{ (МПа)}$$

Таким образом абсолютное давление газа в увлажнителе надо задать 0,257 МПа, а температуру термостатирования 28°C.

**Пример 3.** Требуется получить на выходе генератора ПГС с ОДВ 1300 млн<sup>-1</sup>. Избыточное давление газа на входе в поверяемый гигрометр 0,6 МПа.

Данные последней аттестации увлажнителя:  $V_{p1} = 12,0$  млн<sup>-1</sup>,  $P_1 = 1,0$  МПа,  $t_y = 20^\circ\text{C}$ .

Поскольку условия задачи приближены к граничным возможностям увлажнителя, предварительный расчет условий будем вести на максимальную температуру. По графику на рис. 4 определяем, что максимальное увеличение начальной ( $V_{p1}$ ) влажности при температуре 80°C возможно только в 68 раз, то есть коэффициент  $\beta = 68$ .

Чтобы определить абсолютное давление газа в увлажнителе, при котором получим заданную ОДВ ПГС, подставим в формулу (7.1.) с учетом (7.2.) числовые значения величин:

$$P_v = \frac{12 \cdot 68 \cdot 1,0}{1300} = 0,628 \text{ (МПа)}$$

Избыточное давление ПГС на выходе при этом будет равным 0,528 МПа. Условия задачи не выполняются.

Температуру термостатирования повысить не можем, так как расчет произведен на максимальную температуру 80°C. Принимаем решение перезаполнить увлажнитель таким образом, чтобы начальная ОДВ ПГС была равной 25-35 млн<sup>-1</sup>. Тогда для  $B_{p1} = 30 \text{ млн}^{-1}$  можем определить коэффициент  $\beta$ , а, следовательно, и температуру термостатирования увлажнителя по формуле:

$$\beta = \frac{P_{3y} \cdot B_3}{B_{p1} \cdot P_1}, \quad (7.3.)$$

где  $P_{3y}$  и  $B_3$  – соответственно, заданное минимальное абсолютное давление газа в увлажнителе и заданная ОДВ ПГС на выходе увлажнителя, МПа (кгс/см<sup>2</sup>) и млн<sup>-1</sup>.

Определим  $\beta$  с учетом запаса на давление ( $P_{3y} = 0,6 + 0,1 + 0,05 = 0,75$  МПа)

$$\beta = \frac{0,75 \cdot 1300}{30 \cdot 1,0} = 32,5 \approx 33$$

По графику рис. 4 определяем соответствующую рассчитанному  $\beta$  температуру. Она равна 68°C.

Таким образом, чтобы реализовать условия задачи увлажнитель необходимо термостатировать при температуре 68°C и задать давление газе в нем 0,75 МПа (7,5 кгс/см<sup>2</sup>).

**Пример 4.** Датчик погружного типа необходимо поверить при температуре 50°C и абсолютном давлении 0,8 МПа. Генератор работает в режиме 2. Требуется определить, какая ОДВ ПГС будет на выходе увлажнителя. Данные аттестации увлажнителя:  $B_{p1} = 12,0 \text{ млн}^{-1}$ ,  $P_1 = 1,0 \text{ МПа}$ ,  $t_y = 20^\circ\text{C}$ ,  $K = 0,00519$ .

Влажность ПГС для указанных условий можно рассчитать по формуле (4.3.). Для этого по таблице Приложения 1 найдем влажность насыщения для температуры 50°C.

По графику на рис. 6 определим коэффициент для температуры 50°C, который показывает во сколько раз увеличился коэффициент  $K$  при повышении температуры увлажнителя от 20 до 50°C, то есть  $K_{50} = K_{20} \cdot \alpha$ . Коэффициент  $\alpha = 2,0$ . Подставляем числовые значения величин в формулу (4.3.) и найдем искомое значение.

$$B = \frac{0,1033 \cdot 122161 \cdot 0,00519 \cdot 2}{0,8} = 164 \text{ (млн}^{-1}\text{)}$$

7.14. Для определения точки росы ( $\tau, ^\circ\text{C}$ ) ПГС, находящийся при нормальном давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), по рассчитанному значению ОДВ ( $B, \text{млн}^{-1}$ ) необходимо в таблице 1 или 2 (Приложение 1) найти наиболее близкое к рассчитанному значению влажности. Найденное значение ОДВ находится на пересечении строки, соответствующей целым градусам и графы, соответствующей десятым долям градуса температуры точки росы.

**Пример 1.** При ОДВ ПГС  $600 \text{ млн}^{-1}$  в таблице 2 находим наиболее близкое значение  $599,4 \text{ млн}^{-1}$ , которое находится на пересечении строки «-25» и графы «0,4». В соответствии с этим при влажности  $600 \text{ млн}^{-1}$  и нормальном давлении ПГС  $\tau = -25,4^\circ\text{C}$ .

Для определения точки росы ПГС, находящейся при повышенном давлении (до 1,0 МПа), необходимо рассчитанное значение ОДВ предварительно умножить на значение отношения абсолютного давления ПГС и нормального давления и далее как описано выше.

**Пример 2.** Требуется определить точку росы ПГС с ОДВ  $1080 \text{ млн}^{-1}$  при абсолютном давлении 0,85 МПа (сумма избыточного и атмосферного давлений).

Значение ОДВ умножаем на 8,5, получаем  $9180 \text{ (млн}^{-1}\text{)}$ . В таблице 1 находим наиболее близкое значение  $9168 \text{ млн}^{-1}$ , которое находится на пересечении строки «+5» и графы «0,9». В соответствии с этим при ОДВ  $1080 \text{ млн}^{-1}$  и абсолютном давлении ПГС 0,85 МПа  $\tau = 5,9^\circ\text{C}$ .

При определении точки росы парогазовой смеси с применением таблиц (Приложение 1) по известному значению абсолютной влажности, выраженной в  $\text{г/м}^3$ , следует помнить, что в таблицах значения влажности насыщения в  $\text{г/м}^3$  приведены для температуры, указанной на пересечении строки, в которой находится значение влажности с первой графой.

**Примечание.** После работы генератора при повышенной температуре термостатирования (от  $40$  до  $80^\circ\text{C}$ ) необходимо проверить герметичность пневмогидравлической системы по п.п.8.6.2.; 8.6.3.; 8.6.5. и, при необходимости, подтянуть сальниковые уплотнения дросселя ДР и вентиля В1, В2, В3, В4.

## 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1. Через каждые 10 сут работы генератора необходимо заполнить насытитель водой, как указано в п. 7.2.(4) и слить конденсат из конденсатоотводчика, как указано в п. 7.10.

Периодичность заполнения насытителя водой может изменяться в зависимости от режима работы генератора (см. таблицу 2 и 3). Чем выше температура, влажность, расход газа и суточная продолжительность работы, тем чаще производится заполнение.

#### 8.2. Перезаполнение увлажнителя.

8.2.1. Перезаполнение увлажнителя производите каждый раз в тех случаях, когда не удастся получить ПГС с требуемой ОДВ при желаемых условиях (Р и Т) работы генератора, а также в тех случаях, когда не удовлетворяет стабильность получаемой ОДВ ПГС.

8.2.2. Перезаполнение увлажнителя производите следующим образом. Поднимите и зафиксируйте панель генератора. Протрите сухой тканью штуцера увлажнителя. Отсоедините трубки газовой системы от штуцеров увлажнителя. Отверните винты крепления и снимите увлажнитель. Отверните гайки с торцов увлажнителя и выньте фильтрующий материал из обоих его колен.

Вымойте, высушите и взвесьте на аналитических весах типа ВЛА-200 (ВЛР-200 и др.) фарфоровую выпаривательную чашку №3 или №4 (ГОСТ 9147-80 далее чашка). Высыпьте цеолит из увлажнителя в чашку и поместите ее в сушильный шкаф (например типа СНОЛ3,5.3,5.3,5/3М). Нагрейте цеолит до температуры 360-380°C и выдержите при этой температуре 1,5-2 ч. Выньте чашку с цеолитом из шкафа и остудите ее до комнатной температуры в эксикаторе, заполненном сухой пятиокисью фосфора.

Снова взвесьте чашку с цеолитом и по разности масс второго и первого взвешиваний определите массу цеолита. Засыпьте цеолит в увлажнитель через воронку, не допуская рассыпания его.

Определите по графику (рис. 3) количество воды, необходимое для увлажнения цеолита, с учетом требуемой начальной влажности ПГС на выходе увлажнителя. Залейте в увлажнитель рассчитанное количество дистиллированной воды с помощью бюретки типа 3-2-10-0,05 или 7-2-10 по ГОСТ 20292-74, причем половину дозы залейте в одно колено, а вторую половину – в другое. Загерметизируйте накидными гайками торцы увлажнителя, заглушками – все его штуцера (фильтрующий материал не укладывайте в увлажнитель).

Поместите увлажнитель в сушильный шкаф и нагрейте до температуры 190-200°C. После выдержки увлажнителя при этой температуре в течение 1,5 ч отключите шкаф от электрической сети. Выждите до тех пор, пока шкаф самопроизвольно остынет вместе с увлажнителем до комнатной температуры.

Снимите накидные гайки с увлажнителя, положите на цеолит фильтрующий материал и снова наверните накидные гайки на торцы увлажнителя. Проверьте увлажнитель на герметичность при давлении газа 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) окунанием в воду. При наличии негерметичности устраните ее.



Установите увлажнитель на панель и присоедините к нему трубки коммуникаций. Опустите панель.

С помощью кулонометрического гигрометра измерьте ОДВ ПГС на выходе генератора в режиме 2 работы при температуре термостатирования 20°C и абсолютном давлении газа в увлажнителе 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>). Рассчитайте ОДВ ПГС и понижающий коэффициент К по формулам (4.5.) и (4.4.). Запишите полученные данные в таблицу раздела ДАННЫЕ АТТЕСТАЦИИ УВЛАЖНИТЕЛЯ настоящего паспорта.

8.2.3. В п. 8.2.2. приведена общая наиболее простая методика перезаполнения увлажнителя.

Более надежное воспроизведение заданного значения начальной ОДВ ПГС на выходе увлажнителя удастся получить при послойном дозировании воды в цеолит. Этот способ реализуется следующим образом.

После определения массы сухого цеолита и определения по графику рис. 3 необходимой дозы воды, заполните бюретку дистиллированной водой. Засыпьте в увлажнитель порцию цеолита (слой), добавьте несколько капель воды в оба колена, снова засыпьте слой цеолита и снова добавь те несколько капель воды и т.д. до полного заполнения. Загерметизируйте увлажнитель, поместите его в сушильный шкаф и нагрейте до температуры 190-200°C. Далее – как указано в п.8.2.2.

8.2.4. В тех случаях, когда аттестованное значение ОДВ ПГС после перезаполнения оказалось меньше требуемого, допускается добавлять дополнительно к уже продозированной небольшую порцию воды в увлажнитель. Для этого:

Отсоедините увлажнитель от панели, снимите накидные гайки с увлажнителя, выньте фильтры, добавьте дополнительную порцию дистиллированной воды (по полпорции в каждое колено), загерметизируйте увлажнитель и далее как указано в п.8.2.2.

8.3. При работе с генератором следите за уровнем воды в ванне термостата и добавляйте ее, когда уровень опустится на 20-25 мм ниже нижней плоскости панели термостата. Сливайте воду из ванны термостата при длительных перерывах в работе, это увеличит срок службы электронагревателя и предотвратит коррозию составных частей генератора.

8.4. Через каждые 2 месяца работы генератора регенерируйте осушитель ОС1.

Для этого:

1) отсоедините осушитель от пневмогидравлической системы генератора;

2) поместите его в сушильный шкаф (например, типа СНОЛ 3,5 СНОЛ3,5.3,5.3,5/3М), к выходу осушителя подсоедините газовую трубку из стали Х18Н10Т и соедините ее с источником сжатого газа;

3) установите такое давление газа в подводящей трубке, при котором обеспечивается расход газа через осушитель 100-150 см<sup>3</sup>/мин;

4) задайте температуру сушильного шкафа 350-390°C и после ее достижения выдержите осушитель в течение 2,5-3 ч;

5) после охлаждения осушителя подсоедините его к пневмогидравлической системе генератора.

**Примечание:** ОДВ газа используемого для продувки осушительной колонки не должна быть более 10 млн<sup>-1</sup>.

8.5. Через каждые 300 ч работы генератора, но не реже одного раза в 5 месяцев перезаполните осушитель ОС2.

Для этого:

1) отсоедините осушитель от пневмогидравлической системы генератора;

2) разберите осушитель;

3) промойте патрон, гайки, сетки водой и высушите их в сушильном шкафу при температуре 90-100°C в течение 1 ч;

4) заполните патрон попеременно слоями сухого стекловолокна и сухой пятиокиси фосфора (слой стекловолокна ГОСТ 10727-73 примерно 20 мм, слой пятиокиси фосфора – 10 мм);

5) соберите осушитель;

6) проверьте осушитель на герметичность при давлении 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>);

7) подсоедините осушитель к пневмогидравлической системе генератора и закрепите его на панели.

8.6. Проверка герметичности пневмогидравлической системы генератора.

8.6.1. Проверка герметичности пневмогидравлической системы генератора проводится через каждые 6 мес и включает проверку герметичности:

1) пневмогидравлической системы генератора в режиме 1 работы, исключая рабочую камеру;

2) пневмогидравлической системы генератора в режиме 2 работы, исключая рабочую камеру;

3) рабочей камеры;

4) осушителя.

8.6.2. Проверку герметичности пневмогидравлической системы генератора (исключая рабочую камеру) в режиме работы 1 производите следующим образом: гнезда рабочей камеры и штуцера К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ, ЗАЛИВ И СЛИВ ВОДЫ заглушите заглушками. Манометр с пределом измерений 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) подключите к пневмогидравлической системе генератора с помощью переключателя потоков ПП1 (ручку переведите в положение, соответствующее подключению указанного манометра в положение МН2). Ручку переключателя потока ПН2 переведите в положение НС. Вентиль В2 и

вентиль ОТСЕКАТЕЛЬ КАМЕРЫ (В3) закройте, а дроссель РАСХОД влажного газа (ДР) и вентиль В1 откройте, вентиль В4 сухого газа закройте, штуцер ВХОД ГАЗ 1 через запорный вентиль соедините с источником сжатого газа. На вход генератора подайте газ под давлением  $(0,95 \pm 0,05)$  МПа [ $(9,5 \pm 0,5)$  кгс/см<sup>2</sup>] и закройте запорный вентиль на подводящей линии.

Произведите отсчет показаний манометра МН2 через 15 и 45 мин. Определите спад давления по манометру за 30 мин. Спад давления не должен быть более 0,02 МПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>). Для понижения давления в пневмогидравлической системе генератора после проверки его на герметичность закройте дроссель РАСХОД влажного газа (ДР), плавно откройте вентиль ОТСЕКАТЕЛЬ КАМЕРЫ (В3) и дросселем РАСХОД влажного газа установите расход в пределах 0,5-1 л/мин.

8.6.3. Проверку герметичности пневмогидравлической системы генератора (исключая рабочую камеру) в режиме работы 2 произведите следующим образом: гнезда рабочей камеры и штуцера К ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ, ЗАЛИВ И СЛИВ ВОДЫ заглушите заглушками. Ручку переключателя потоков ПП1 переведите в положение МН2. Ручку ПП2 переведите в положение У (увлажнитель). Вентиль В2 закройте. Штуцер ВХОД ГАЗА 2 через запорный вентиль соедините с источником сжатого газа.

На вход генератора подайте газ под давлением  $(0,95 \pm 0,05)$  МПа ( $9,5 \pm 0,5$  кгс/см<sup>2</sup>). После выдержки в течение 30 мин закройте запорный вентиль на подводящей линии. Произведите отсчет показаний по манометру №2 через 15 и 45 мин. Определите спад давления за 30 мин. Спад давления не должен быть более 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>). Для понижения давления в пневмогидравлической системе генератора закройте вентиль В1 и дроссель РАСХОД ВЛАЖНОГО ГАЗА. Откройте вентили В2 и В3 и дросселем РАСХОД ВЛАЖНОГО ГАЗА установите расход по ротаметру Р в пределах 0,3-0,4 л/мин.

8.6.4. Для проверки герметичности рабочей камеры ручку переключателя ПП2 переведите в положение У, к штуцеру ВЫХОД ГАЗА подсоедините манометр с пределом измерений 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>), дроссель РАСХОД влажного газа и вентили В2 и ОТСЕКАТЕЛЬ КАМЕРЫ (В3) откройте вентиль В1 закройте. Штуцер ВХОД ГАЗА 2 соедините с источником сжатого газа и подайте газ под давлением 0,1 МПа. По манометру, подключенному к штуцеру ВЫХОД ГАЗА, наблюдают за повышением давления в пневмогидравлической системе генератора и при достижении давления 0,09-0,095 МПа (0,9-0,95 кгс/см<sup>2</sup>) закройте вентиль ОТСЕКАТЕЛЬ КАМЕРЫ. По манометру определите спад давления в рабочей камере за 15 мин. Спад давления не должен быть более 5 кПа (0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

8.6.5. Для проверки герметичности осушителя к штуцеру к ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ подсоедините манометр с пределом измерений 1 МПа

(10 кгс/см<sup>2</sup>), дроссель РАСХОД влажного газа (ДР) и вентиль ОТСЕКATEЛЬ КАМЕРЫ (В3) закройте. Вентиль (В4) РАСХОД сухого газа откройте. Штуцер ВХОД ГАЗА 3 через запорный вентиль соедините с источником сжатого газа. В систему подайте газ под давлением 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>). По манометру, подключенному к штуцеру к ВНЕШНЕМУ ГИГРОМЕТРУ, наблюдайте за повышением давления в осушителе и при достижении давления 0,9-0,95 МПа (9-9,5 кгс/см<sup>2</sup>) запорный вентиль на линии, подводящей газ к генератору закройте и по манометру определите спад давления в осушителе за 15 мин. Спад давления не должен быть более 5 кПа (0,05 кгс/см<sup>2</sup>).

8.7. Промывка насытителя.

8.7.1. Промывку насытителя производить один раз в год следующим образом:

1) отсоедините насытитель от пневмогидравлической системы и панели генератора;

2) разберите насытитель;

3) промойте этиловым спиртом или ацетоном цилиндры, штуцера, трубки и внутренние поверхности фланцев, брызгоотделитель, стеклянную насадку;

4) замените фильтрующий материал на свежий (из комплекта ЗИП) в фильтре, находящемся в брызгоотделителе;

5) соберите насытитель;

6) проверьте насытитель на герметичность при давлении 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup> по п. 8.7.2.

**Примечание:** Набивка фильтра фильтрующим материалом должна быть слабой, для уменьшения перепада давления на фильтре.

8.7.2. Для проверки насытителя на герметичность:

1) заглушите центральный штуцер на крышке и боковой штуцер на дне насытителя герметичными заглушками;

2) к боковому штуцеру на крышке насытителя присоедините манометр с наибольшим значением диапазона измерений 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>);

3) соедините штуцер вход газа (расположен на дне насытителя) через герметичный запорный вентиль с источником сжатого газа;

4) опустите насытитель в емкость с водой;

5) подайте в насытитель газ под давлением 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) и закройте вентиль;

6) убедитесь в герметичности насытителя по отсутствию пузырьков газа, выходящих из насытителя;

7) установите насытитель на панель и подключите его к пневмогидравлической системе генератора.



8.8. Допускается замена в генераторе манометра и термометров на аналогичные, имеющие свидетельства о государственной поверке.

8.9. Юстировка задатчика температуры

8.9.1. Юстировку задатчика температуры проводите при разности показаний задатчика температуры и термометра ТЛ4 более  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

8.9.2. Установите температуру термостатирования  $30-40^{\circ}\text{C}$ . После установления режима термостатирования отверните два винта и снимите декоративную крышку на верхней панели генератора. С помощью отвертки через отверстия в крышке датчика температуры (чертёж 5K5.182.043) установите движки переменных электрических емкостей С9 и С12 в такое положение, в котором показания цифрового дисплея совпадали с показаниями термометра ТЛ4.

8.9.3. С помощью задатчика установите температуру термостатирования  $(40\pm 3)^{\circ}\text{C}$ .

После установления режима термостатирования сравните показания термометра ТЛ4 с заданным значением температуры. Если разность указанных значений температур не удовлетворяет требованиям, повторите юстировку по п.8.9.2.

8.10. Поверку генератора при эксплуатации производите в соответствии с инструкцией по поверке 5K2.844.100 ДП, в сроки, установленные по ГОСТ 8.513-84. Рекомендуемый межповерочный интервал один год.

## 9. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

9.1. Перечень возможных неисправностей и способы их устранения приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Наименование неисправности и её внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
1. Не устанавливается постоянное значение ОДВ ПГС или относительная влажность ПГС изменяется случайным образом (наблюдение по регистрирующему прибору подключённого гигрометра).	Изменяется температура термостата случайным образом. Прекратилось перемещение термостатирующей жидкости (порыв пассива, слетела крыльчатка с оси смесителя).	Проверить исправность смесителя. Проконтролировать изменение температуры термостата по термометру. Устранить неисправность.
2. ОДВ ПГС постоянно растёт	1) повышается температура термостата (отказал терморегулятор). 2) понижается давление газа в насытителе. Кончился газ в баллоне или отказал редуктор.	Проконтролировать температуру термостата по термометру и давлению газа в насытителе по манометру. Устранить неисправность.



Продолжение таблицы 4.

Наименование неисправности и её внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
3. ОДВ ПГС быстро понижается.	1) перегорел предохранитель и отключился нагрев. 2) быстрое повышение давления газа в насытителе и увлажнителе. 3) кончилась вода в насытителе или увлажнителе.	Проконтролировать температуру термостата и давление газа в насытителе (увлажнителе). Неисправность устранить. Залить воду в насытитель, перезаполнить увлажнитель.
4. При работе генератора в режиме 2 ОДВ ПГС значительно (в 5-6 раз) отличается от рассчитанного значения.	Разгерметизировался увлажнитель или пневмосистема. Вода из термостата попадает в газовый канал или увлажнитель.	Проверить на герметичность систему и увлажнитель.
5. При открывании дросселя влажного газа (ДР) ПГС не поступает на выход генератора.	Сломалась игла дросселя.	Снять дроссель и отремонтировать, заменив иглу.
6. В режиме получения осушенного газа не удается получить сухой газ.	Увлажнилась пятиокись фосфора в осушителе.	Перезаполнить осушитель.
7. При работе генератора в режиме 1 плохо регулируется расход газа на выходе генератора даже при значительном (0,5-0,8 МПа) давлении газа в насытителе.	Забился фильтр (из ткани Петрянова) в насытителе.	Снять насытитель и заменить фильтр.

## 10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

10.1. Генератор влажного газа образцовый РОДНИК-4 заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует технически условиям 5К2.844.100ТУ и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Начальник ОТК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись Ф.И.О.

Главный метролог \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись Ф.И.О.

М.П.

## 11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

11.1. Генератор должен быть принят техническим контролем предприятия-изготовителя. Изготовитель гарантирует соответствие генератора требованиям технических условий 5К2.844.100ТУ при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных настоящим паспортом.

11.2. Гарантийный срок эксплуатации устанавливается 18 месяцев со дня ввода генератора в эксплуатацию.

11.3. Гарантийный срок хранения 6 месяцев с момента приёмки генератора техническим контролем предприятия-изготовителя.

11.4. Послегарантийный ремонт генератора осуществляет предприятие-изготовитель по договору с предприятием-изготовителем.

## 12. СВЕДЕНИЯ О КОНСЕРВАЦИИ И УПАКОВКЕ

Генератор влажного газа образцовый ТУ6-91 5К2.844.100ТУ, заводской номер \_\_\_\_\_ законсервирован и упакован согласно требованиям технических условий ТУ6-91 5К2.844.100ТУ.

Срок консервации 2 года

Дата консервации « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дата упаковки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Упаковку и консервацию произвёл \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Изделие после упаковки и консервации принял \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

М.П.

## 13. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

13.1. При обнаружении неисправностей генератора составляется акт, в котором указывается характер неисправности, подписывается комиссией, утверждается главным инженером и направляется на предприятие-изготовитель по адресу:

665821 Иркутская обл., г. Ангарск, а/я 423

#### 14. ДАННЫЕ АТТЕСТАЦИИ УВЛАЖНИТЕЛЯ

Дата аттестации	Температура увлажнителя, °С	Абсолютное давление газа в увлажнителе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	ОДВ ПГС, млн <sup>-1</sup>	Понижающий коэффициент	Кто проводил аттестацию (фамилия, должность)	Подпись

#### 15. ДАННЫЕ О ПОВЕРКЕ ГЕНРАТОРА

Дата поверки	Результат поверки (годен, не годен)	Должность, фамилия представителя поверочного органа	Роспись, дата и клеймо представительного органа

#### 16. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

- Приложение 1. Таблицы характеристик насыщенного водяного пара во влажном газе.
- Приложение 2. Расчёты доверительных границ абсолютной и относительной погрешности генератора при воспроизведении генератором соответственно относительной влажности и объёмной доли влаги ПГС.
- Приложение 3. Таблицы значений атмосферного давления, выраженных в мм рт. ст. и кгс/см<sup>2</sup>.
- Приложение 4. Значение коэффициента Z в зависимости от температуры и абсолютного давления газа.

## Приложение 1.

Характеристики насыщенного водяного пара во влажном газе при температуре от 0 до 90 °С \* (В нд)

Таблица 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	6030 4,847	6075 4,882	6120 4,916	6166 4,951	6211 4,985	6256 5,020	6302 5,054	6347 5,089	6392 5,123	6437 5,158
+1	6483 5,192	6531 5,229	6579 5,265	6627 5,302	6675 5,338	6724 5,375	6772 5,412	6820 5,448	6868 5,485	6916 5,521
+2	6965 5,558	7016 5,597	7068 5,636	7119 5,675	7170 5,714	7222 5,753	7273 5,791	7325 5,830	7376 5,869	7428 5,908
+3	7479 5,947	7534 5,988	7589 6,029	7643 6,071	7698 6,112	7753 6,153	7808 6,194	7862 6,235	7917 6,277	7972 6,318
+4	8027 6,359	8085 6,40	8143 6,45	8201 6,49	8259 6,53	8318 6,58	8376 6,62	8434 6,66	8492 6,71	8550 6,75
+5	8609 6,80	8671,3 6,84	8733,4 6,89	8795,5 6,93	8857 6,98	8919 7,03	8981 7,07	9044 7,12	9106 7,17	9168 7,21
+6	9230 7,26	9295 7,30	9361 7,36	9426 7,41	9492 7,45	9557 7,50	9623 7,55	9688 7,60	9754 7,65	9820 7,70

\* см. примечания к таблице

Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+7</b>	9885 7,75	9955 7,80	10025 7,85	10095 7,90	10165 7,95	10236 8,00	10306 8,06	10376 8,11	10446 8,16	10516 8,22
<b>+8</b>	10586 8,27	10660 8,32	10735 8,38	10809 8,43	10884 8,49	10958 8,54	11032 8,60	11106 8,65	11181 8,71	11235 8,76
<b>+9</b>	11329 8,82	11408 8,87	11487 8,93	11566 8,99	11645 9,05	11724 9,11	11802 9,16	11881 9,22	11960 9,28	12039 9,34
<b>+10</b>	12117 9,40	12200 9,46	12283 9,52	12366 9,58	12449 9,64	12532 9,70	12615 9,76	12698 9,83	12781 9,89	12864 9,95
<b>+11</b>	12947 10,01	13036 10,08	13126 10,14	13215 10,20	13305 10,27	13394 10,33	13484 10,40	13573 10,46	13663 10,53	13752 10,59
<b>+12</b>	13842 10,66	13935 10,73	14028 10,79	14122 10,06	14215 10,98	14309 11,00	14402 11,07	14495 11,14	14589 11,21	14682 11,27
<b>+13</b>	14776 11,34	14876 11,41	14976 11,49	15076 11,56	15176 11,63	15276 11,70	15376 11,78	15476 11,85	15576 11,92	15676 11,99
<b>+14</b>	15776 12,06	15881 12,14	15986 12,22	16092 12,29	16197 12,37	16302 12,44	16407 12,52	16512 13,60	16618 12,67	16725 12,75
<b>+15</b>	16830 12,83	16940 12,90	17050 12,98	17160 13,06	17270 13,14	17380 13,22	17490 13,30	17600 13,38	17710 13,47	17820 13,55



Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+16</b>	17934	18058	18177	18298	18419	18540	18664	18785	18906	19027
	13,63	13,71	13,80	13,88	13,96	14,05	14,13	14,22	14,30	14,39
<b>+17</b>	19151	19272	19393	19516	19637	19760	19881	20002	20123	20244
	14,47	14,56	14,65	14,74	14,83	14,91	15,00	15,09	15,19	15,280
<b>+18</b>	20368	20499,6	20630	20761	20893	21025	21156	21288	21419	21551
	15,366	15,46	15,55	15,64	15,74	15,83	15,92	16,02	16,11	16,21
<b>+19</b>	21684	21823	21964	22103	22243	22382	22521	22663	28804	22945
	16,30	16,40	16,50	16,60	16,70	16,79	16,90	17,00	17,10	17,19
<b>+20</b>	23086	23231	23376	23522	23667	23812	23961	24110	24259	24408
	17,29	17,39	17,50	17,60	17,70	17,80	17,91	18,01	18,12	18,22
<b>+21</b>	24556	24709	24863	25016	25169	25322	25479	25636	25793	25951
	18,33	18,44	18,55	18,65	18,76	18,87	18,98	19,09	19,20	19,31
<b>+22</b>	26108	26270	26431	26593	26754	26916	27082	27248	27413	27579
	19,42	19,54	19,65	19,76	19,88	19,99	20,11	20,22	20,34	20,45
<b>+23</b>	27745	27915	28085	28256	28426	28596	28771	28940	29121	29296
	20,57	20,69	20,81	20,93	21,05	21,17	21,29	21,41	21,53	21,65
<b>+24</b>	29470	29650	29829	30009	30188	30368	30552	30736	30920	31105
	21,78	21,90	22,03	22,15	22,27	22,40	22,53	22,66	22,7	22,91

Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
+25	31289 23,04	31478 23,17	31667 23,38	31857 23,44	32046 23,57	32255 23,70	32429 23,83	32623 23,97	32818 24,10	33012 24,24
+26	33206 24,37	33405 24,51	33604 24,65	33803 24,78	34002 24,92	34201 25,06	34405 25,20	34610 25,34	34814 25,48	35018 25,62
+27	35223 25,77	35432 25,91	35642 26,06	35852 26,20	36062 26,34	36271 26,49	36486 26,64	36701 26,78	36916 26,93	37131 27,08
+28	37347 27,23	37567 27,38	37788 27,53	38008 27,68	38229 27,83	38449 27,98	38675 28,14	38982 28,30	39128 28,45	39354 28,61
+29	39581 28,76	39813 28,92	40045 29,08	40277 29,24	40503 29,40	40741 29,56	40979 29,72	41216 29,88	41484 30,04	41692 30,21
+30	41930 30,37	42174 30,53	42418 30,70	42662 30,87	42906 31,03	43150 31,20	43400 31,37	43650 31,54	43900 31,71	44150 31,88
+31	44401 32,05	44657 32,23	44913 32,40	45170 32,58	45427 32,75	45683 32,92	45946 33,10	46209 33,28	46472 33,46	46735 33,64
+32	46997 33,82	47267 34,00	47536 34,18	47805 34,36	48074 34,54	48343 34,73	48619 34,91	48895 35,10	49172 35,29	49448 35,47
+33	49724 35,66	50007 35,85	50289 36,04	50571 36,23	50854 36,42	51136 36,61	51427 36,81	51717 37,00	52007 37,29	52297 37,40

Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+34</b>	52587 37,60	53884 36,80	53181 38,00	53477 38,20	53774 38,40	54071 38,60	54375 38,80	54679 39,00	54983 39,20	55288 39,41
<b>+35</b>	55592 39,61	55907 39,82	56223 40,03	56538 40,24	56854 40,46	57169 40,67	57484 40,88	57800 41,09	58115 41,30	58431 41,51
<b>+36</b>	58746 41,72	59077 41,94	59408 42,16	59738 42,38	60069 42,60	60400 42,83	60730 43,5	61061 43,27	61392 43,49	61723 43,71
<b>+37</b>	62054 43,93	62400 44,16	62747 44,39	63093 44,62	63440 44,85	63787 45,08	64133 45,31	64480 45,54	64827 45,77	65174 46,0
<b>+38</b>	65520 46,23	65884 46,48	66247 46,72	66611 46,96	66974 47,20	67338 47,44	67701 47,68	68065 47,92	68428 48,16	68792 48,40
<b>+39</b>	69155 48,64	69536 48,89	69916 49,15	70297 49,40	70678 49,65	71058 49,90	71439 50,15	71819 50,40	72200 50,65	72581 50,90
<b>+40</b>	72961 51,16	73360 51,42	72759 51,68	74158 51,94	74557 52,21	74955 52,47	75354 52,73	75753 53,00	76152 53,26	76551 53,52
<b>+41</b>	76950 53,78	77367 54,05	77784 54,33	78201 54,60	7861 54,88	79035 55,15	79452 55,42	79870 55,69	80287 55,96	80704 56,24
<b>+42</b>	81121 56,52	81558 56,80	81995 57,08	82432 57,37	82869 57,66	83306 57,94	83748 58,23	84179 58,	84616 58,80	85053 59,08



Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
+43	85490 59,37	85947 59,67	86404 59,97	86861 60,26	87318 60,56	87775 60,86	88232 61,16	88689 61,46	89146 61,75	89608 62,05
+44	90060 62,35	90538 62,66	91016 62,97	91495 63,28	91978 63,59	92452 63,90	92930 64,21	93408 64,52	93887 64,83	94365 65,14
+45	94844 65,45	95343 65,78	95843 66,10	96343 66,42	96843 66,75	97342 67,07	97842 67,39	98341 67,72	98841 68,04	99341 68,36
+46	99840 68,69	100362 69,02	100884 69,36	101406 69,70	101928 70,13	102450 70,37	102972 70,71	103494 71,04	104016 71,38	104538 71,71
+47	105060 72,05	105605 72,40	106150 72,75	106695 73,10	107239 73,45	107784 73,80	108329 74,15	108874 74,50	109419 74,85	109963 75,20
+48	110508 75,55	111078 75,92	111648 76,28	112218 76,65	112788 77,01	113358 77,38	113928 77,74	114498 78,11	115068 78,47	115638 78,84
+49	116208 79,20	116804 79,58	117398 79,96	117994 80,34	118589 80,72	119184 81,10	119780 81,48	120375 81,86	120970 82,24	121566 82,62
+50	122161 83,00	122782 83,40	123402 83,79	124023 84,19	124643 84,58	125264 84,98	125885 85,37	126505 85,76	127126 86,16	127747 86,55
+51	128367 86,95	129015 87,36	129663 87,77	130311 88,18	130960 88,59	131608 89,00	132256 89,41	132904 89,83	133552 90,24	134200 90,65

Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
+52	134848 91,06	135524 91,49	136200 91,91	136876 92,34	137552 92,77	138228 93,19	138904 93,62	139979 94,05	140255 94,44	140931 94,90
+53	141607 95,33	142311 95,77	143015 96,22	143718 96,66	144422 97,10	145126 97,54	145830 98,00	146533 98,43	147237 98,87	147941 99,32
+54	148645 99,76	149379 100,23	150014 100,68	150848 101,14	151583 101,60	152317 102,07	153052 102,53	153786 103,00	154521 103,45	155255 103,91
+55	155990 104,37	156755 104,85	157520 105,33	158286 105,81	159051 106,29	159817 106,77	160582 107,24	161347 107,72	162113 108,20	163878 108,68
+56	163644 109,16	164441 109,66	165238 110,15	166036 110,65	166833 111,15	167630 111,6	168428 112,14	169225 112,64	170023 113,14	170820 113,68
+57	171618 114,13	172447 114,65	173276 115,16	174106 115,68	174936 116,19	175765 116,71	176595 117,23	177424 117,74	178254 118,26	179084 118,77
+58	179913 119,29	180778 119,33	181642 120,36	182507 120,90	183371 121,43	184236 121,97	185100 122,50	185965 123,04	186829 123,57	187694 124,11
+59	188558 124,64	189458 125,20	190357 15,75	191257 126,31	192156 126,96	193055 127,42	193955 127,97	194854 128,53	195754 129,08	196653 129,64
+60	197552 130,19	198488 130,77	199424 131,34	200359 131,92	201295 132,49	202230 133,07	203166 133,65	204102 134,22	205037 134,80	205973 135,27



Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+61</b>	206908 135,95	207882 136,55	208856 137,15	209830 137,74	210804 138,34	211778 138,94	212751 13954	213725 140,14	214699 140,73	215673 141,33
<b>+62</b>	216647 141,93	217659 142,55	218672 143,17	219685 143,79	220698 144,41	221711 145,03	222724 145,64	223736 146,26	224749 146,88	225762 147,50
<b>+63</b>	226775 148,12	227827 148,76	228879 149,40	229931 150,04	230983 150,68	232035 151,33	233087 151,97	234139 152,61	235191 153,25	236243 153,89
<b>+64</b>	237295 154,53	238389 155,20	239483 156,86	240577 156,53	241672 157,19	242766 157,86	243860 158,52	244954 159,19	246049 159,85	247143 160,52
<b>+65</b>	248237 161,18	249374 161,87	250511 162,56	251648 163,24	252785 163,93	253922 164,62	255058 165,31	256195 166,00	257332 166,68	258469 167,37
<b>+66</b>	259606 158,06	260786 168,77	261965 169,49	263145 170,20	264325 170,91	265505 171,63	266684 172,34	267864 173,05	269044 173,76	270223 174,48
<b>+67</b>	271403 175,19	272629 175,93	273855 176,67	275082 177,40	276308 178,14	277534 178,88	278760 179,62	279987 180,36	281213 181,09	282439 181,83
<b>+68</b>	283665 182,57	284938 183,33	286211 184,10	287484 184,86	288758 185,62	290031 186,39	291304 187,15	292577 187,91	293850 188,67	295123 189,44
<b>+69</b>	296396 190,20	297718 191,00	299039 191,78	300361 192,57	301682 193,36	303004 194,15	304325 194,94	305647 195,73	306968 196,52	308296 197,31

Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+70</b>	309611 198,10	310981 198,92	312351 199,73	313721 200,55	315091 201,37	316461 202,19	317831 203,00	319201 203,82	320570 204,64	321940 205,45
<b>+71</b>	328810 206,27	324732 207,11	326153 207,96	327575 208,80	328997 209,65	330418 210,49	331840 211,33	333261 212,18	334683 213,02	336104 213,87
<b>+72</b>	337526 214,71	339001 215,58	340476 216,46	341952 217,33	343427 218,21	344902 219,08	346377 219,95	347852 220,83	349327 221,70	350803 222,58
<b>+73</b>	352268 223,45	353797 224,35	355326 225,26	356856 226,16	358385 227,06	359914 227,97	361433 228,87	362972 229,77	364502 230,67	366031 231,58
<b>+74</b>	367560 232,48	369145 233,41	370729 234,34	372314 235,28	373898 236,21	375483 237,14	377068 238,07	378652 239,00	380237 239,95	381821 240,87
<b>+75</b>	383406 241,80	385049 242,76	386691 243,76	388334 244,69	389976 245,66	391619 246,62	393261 247,58	394904 248,55	396546 249,51	398189 250,48
<b>+76</b>	399831 351,44	401532 252,44	403234 253,43	404935 254,43	406637 255,42	408338 256,42	410039 257,41	411741 258,40	413442 259,40	415144 260,40
<b>+77</b>	416845 261,39	418606 262,42	420367 263,44	422128 264,47	423889 265,50	425651 266,53	427412 267,55	429173 268,58	430934 269,61	432695 270,63
<b>+78</b>	434456 271,66	436282 272,72	438108 273,78	439934 274,84	441760 275,90	443586 276,97	445411 278,03	447237 279,09	449063 280,15	450889 281,21



Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+79</b>	452715 282,27	454605 283,37	456494 284,46	458384 285,56	460274 286,65	462164 287,75	464053 288,84	465943 289,94	467833 291,03	469722 292,13
<b>+80</b>	471612 293,22	473567 294,35	475523 295,48	477478 296,61	479434 297,74	481389 298,87	483344 300,00	485300 301,13	487255 302,26	489211 303,39
<b>+81</b>	491166 304,52	493189 305,69	495212 306,85	497235 308,02	499258 309,18	501281 310,35	503304 311,51	505327 312,68	507350 316,84	509373 315,01
<b>+82</b>	511396 316,17	513489 317,37	515582 318,57	517675 319,77	519768 320,97	521861 322,18	523954 323,38	526047 324,58	528140 325,78	530233 326,98
<b>+83</b>	532326 328,18	534492 329,42	536657 330,66	538823 331,90	540989 333,14	543155 334,38	545320 335,62	547486 336,86	549652 338,10	511817 339,34
<b>+84</b>	553983 340,58	556223 341,86	558463 434,14	560702 344,41	562942 345,69	565182 346,97	567422 348,25	569662 349,53	571901 350,80	574141 352,08
<b>+85</b>	576381 353,36	578694 354,68	581008 355,99	583321 357,31	585634 358,62	587948 359,94	590261 361,26	592574 362,57	594887 363,89	597201 365,20
<b>+86</b>	599514 366,52	601909 367,88	604304 369,24	606698 370,59	609093 371,95	611488 373,31	613883 374,67	616278 376,03	618672 377,38	621067 378,74
<b>+87</b>	623462 380,10	625934 381,50	628406 382,89	630877 384,29	633349 385,69	635821 387,09	638293 388,48	640765 389,88	643236 391,28	645708 392,67

Продолжение таблицы 1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>+88</b>	648180 394,07	650733 395,51	653286 396,95	655839 398,39	658392 399,83	660945 401,27	663498 402,70	666051 404,14	668604 405,58	671157 407,02
<b>+89</b>	673710 408,46	676350 409,94	678989 411,43	681629 412,91	684268 414,40	686908 415,88	689548 417,36	692187 418,85	694827 420,33	697466 421,82
<b>+90</b>	700106 423,30	702833 424,83	705560 426,37	708286 427,88	711013 429,41	713740 430,94	716467 432,48	719194 434,00	721920 435,52	724647 437,05
<b>+91</b>	727374 438,58									

**Примечания:**

1. Для каждого значения температуры объёмная доля влаги выражена в млн<sup>-1</sup> (верхняя строка) и абсолютная влажность в г/м<sup>3</sup> (нижняя строка).
2. Таблица составлена по ГСССД, М.П. Вукалович, С.П. Ривкин, А.А. Александров.  
Таблицы тепло-физических свойств воды и водяного пара, издательство стандартов, Москва, 1969 г. стр. 227.
3. Перевод удельного объёма сухого насыщенного пара ( $v$ , м<sup>3</sup>/г) для температуры ( $T$ , К) в объёмную долю влаги ( $B$ , млн<sup>-1</sup>) произведён по формуле:

$$B = \frac{10^6 \cdot V_0 \cdot T}{v \cdot M \cdot T_0},$$

где  $V_0 = 22,4129$  – объём моля газа по углеродной шкале при нормальной температуре  $T_0 = 273,15\text{K}$  и нормальном давлении  $P_0 = 101,325$  кПа (760 мм.рт. ст.), л/г моль;  
 $M = 18,016$  масса моля воды, г.

4. Значения влажности, соответствующие десятым долям градуса, рассчитаны по линейной интерполяции.



Объёмная доля влаги насыщенного водяного пара во влажном газе, млн-1 (ppm) при температуре от -99 до 0°С

Таблица 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>-99</b>	0,0169	0,0166	0,0163	0,0160	0,0156	0,0153	0,0150	0,0147	0,0144	0,0141
<b>-98</b>	0,0207	0,0203	0,0199	0,0195	0,0191	0,0187	0,0184	0,0180	0,0176	0,0173
<b>-97</b>	0,0203	0,0248	0,0243	0,0238	0,0233	0,0229	0,0224	0,0220	0,0216	0,0211
<b>-96</b>	0,0307	0,0301	0,0296	0,0290	0,0284	0,0279	0,0273	0,0268	0,0262	0,0258
<b>-95</b>	0,0373	0,0366	0,0359	0,0352	0,0345	0,0339	0,0332	0,0326	0,0320	0,0313
<b>-94</b>	0,0452	0,4430	0,0435	0,0427	0,0419	0,0411	0,0403	0,0395	0,0388	0,0380
<b>-93</b>	0,0546	0,0536	0,0526	0,0516	0,0507	0,0497	0,0488	0,0478	0,0470	0,0461
<b>-92</b>	0,0359	0,0647	0,0635	0,0623	0,0612	0,0600	0,0589	0,0578	0,0567	0,0557
<b>-91</b>	0,0794	0,0779	0,0765	0,0751	0,0738	0,0724	0,0710	0,0697	0,0684	0,0672
<b>-90</b>	0,0954	0,0370	0,0920	0,0903	0,0886	0,0870	0,0855	0,0839	0,0824	0,0809
<b>-89</b>	0,1144	0,1123	0,1103	0,1083	0,1064	0,1045	0,1026	0,1007	0,0989	0,0971
<b>-88</b>	0,1369	0,1345	0,1321	0,1298	0,1274	0,1252	0,1229	0,1208	0,1186	0,1165
<b>-87</b>	0,1636	0,1607	0,1579	0,1551	0,1524	0,1497	0,1470	0,1444	0,1419	0,1394
<b>-86</b>	0,1950	0,1916	0,1883	0,1850	0,1818	0,1786	0,1755	0,1725	0,1694	0,1665

Продолжение таблицы 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-85	0,2321	0,2281	0,2242	0,2203	0,2170	0,2130	0,2091	0,2060	0,2020	0,1985
-84	0,2757	0,2711	0,2664	0,2619	0,2574	0,2530	0,2487	0,2445	0,2403	0,2362
-83	0,3270	0,3215	0,3161	0,3108	0,3055	0,3004	0,2953	0,2903	0,2853	0,2805
-82	0,3871	0,3807	0,3743	0,3681	0,3619	0,3559	0,3499	0,3441	0,3383	0,3326
-81	0,4575	0,4499	0,4425	0,4352	0,4280	0,4209	0,4139	0,4071	0,4003	0,3937
-80	0,5397	0,5309	0,5222	0,5137	0,5053	0,4970	0,4888	0,4808	0,4729	0,4651
-79	0,6356	0,6254	0,6152	0,6058	0,5955	0,5858	0,5763	0,5669	0,5577	0,5486
-78	0,7474	0,7354	0,7236	0,7120	0,7006	0,6894	0,6783	0,6674	0,6566	0,6460
-77	0,8773	0,8634	0,8497	0,8363	0,8230	0,8099	0,7970	0,7843	0,7718	0,7595
-76	1,0282	1,0121	0,9962	0,9806	0,9651	0,9499	0,9350	0,9202	0,9057	0,8914
-75	1,2032	1,1845	1,1660	1,1479	1,1300	1,1125	1,0951	1,0780	1,0611	1,0446
-74	1,4657	1,3841	1,3627	1,3417	1,3211	1,3007	1,2806	1,2608	1,2414	1,2221
-73	1,6397	1,6147	1,5901	1,5659	1,5420	1,5185	1,4952	1,4724	1,4498	1,4276
-72	1,9098	1,8811	1,8527	1,8247	1,7971	1,7699	1,7431	1,7168	1,6907	1,6650
-71	2,2212	2,1880	2,1553	2,1231	2,0913	2,0600	2,0291	1,9986	1,9686	1,9390

Продолжение таблицы 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-70	2,5794	2,5412	2,5037	2,4666	2,4300	2,3940	2,3585	2,3234	2,2889	2,2547
-69	2,9911	2,9473	2,9041	2,8616	2,8195	2,7781	2,7372	2,6970	2,6572	2,6180
-68	3,4635	3,4133	3,3638	3,3150	3,2667	3,2192	3,1724	3,1261	3,0805	3,0355
-67	4,0049	3,9474	3,8907	3,8348	3,7795	3,7250	3,6714	3,6184	3,5660	3,5144
-66	4,6245	4,5588	4,4939	4,4299	4,3667	4,3044	4,2429	4,1822	4,1223	4,0633
-65	5,3327	5,2576	5,1835	5,1103	5,0381	4,9669	4,8966	4,8227	4,7587	4,6912
-64	6,1410	6,0554	5,9708	5,8873	5,8049	5,7236	5,6433	5,5642	5,4860	5,4088
-63	7,0427	6,9648	6,8685	6,7734	6,6794	6,5867	6,4952	6,4049	6,3158	6,2279
-62	8,1114	8,0004	7,8907	7,7824	7,6756	7,5700	7,4659	7,3630	7,2616	7,1614
-61	9,3042	9,1780	9,0533	8,9303	8,8088	8,6888	8,5703	8,4534	8,3379	8,2240
-60	10,659	10,516	10,374	10,234	10,096	9,9600	9,8258	9,6926	9,5613	9,4320
-59	12,195	12,033	11,873	11,714	11,557	11,403	11,250	11,100	10,951	10,804
-58	13,935	13,752	13,570	13,391	13,213	13,038	12,866	12,695	12,326	12,359
-57	15,905	15,697	15,492	15,288	15,088	14,890	14,694	14,501	14,310	14,122
-56	18,131	17,896	17,633	17,434	16,208	16,984	16,763	16,544	16,329	16,115

Продолжение таблицы 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-55	20,642	20,378	20,115	19,857	19,601	19,349	19,089	18,852	18,609	18,369
-54	23,476	23,177	22,882	22,591	22,302	22,017	21,736	21,458	21,182	20,911
-53	26,677	26,330	25,998	25,670	25,345	25,024	24,707	24,394	24,084	23,778
-52	30,256	29,878	29,504	29,135	28,770	28,409	28,052	27,700	27,352	27,007
-51	34,291	33,866	33,446	33,030	32,621	32,215	31,814	31,418	31,026	30,639
-50	38,820	38,343	37,871	37,405	36,945	36,490	36,039	35,595	35,155	34,720
-49	43,897	43,363	42,835	42,313	41,797	41,286	40,782	40,282	39,789	39,301
-48	49,587	48,989	48,397	47,812	47,234	46,662	46,096	45,538	44,985	44,438
-47	55,953	55,283	54,622	53,968	53,321	52,681	52,048	51,423	50,804	50,192
-46	63,069	62,322	61,582	60,851	60,127	59,413	58,705	58,005	57,314	56,630
-45	71,017	70,182	69,357	68,540	67,733	66,984	66,144	65,363	64,590	63,825
-44	79,884	78,963	78,032	77,121	76,220	75,329	74,448	73,576	72,714	71,861
-43	89,766	88,728	87,703	86,687	85,684	84,691	83,709	82,737	81,775	80,824
-42	100,76	99,610	98,475	97,340	96,225	95,120	94,024	92,939	91,873	90,817
-41	113,00	111,72	110,46	109,20	107,96	106,73	105,51	104,31	103,11	101,93

Продолжение таблицы 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-40	126,61	126,18	123,77	122,38	121,00	119,62	118,27	116,94	115,62	114,31
-39	141,71	140,12	138,56	137,01	135,48	133,96	132,46	130,97	129,50	128,05
-38	158,46	156,70	154,97	153,25	151,55	149,87	148,21	146,56	144,92	143,31
-37	177,02	175,08	173,16	171,25	169,37	167,50	165,66	163,83	162,02	160,24
-36	197,58	195,43	193,30	191,20	189,10	187,04	185,00	182,98	180,97	178,99
-35	220,31	217,94	215,58	213,25	210,94	208,67	206,40	204,16	201,94	199,75
-34	245,45	242,82	240,22	237,64	235,09	232,57	230,07	227,59	225,15	222,72
-33	273,20	270,30	267,43	264,50	261,77	258,98	256,22	253,48	250,78	248,10
-32	303,81	300,62	297,45	294,31	291,21	288,13	285,08	282,07	279,08	276,12
-31	337,57	334,04	330,25	327,10	323,67	320,29	316,92	313,60	310,31	307,04
-30	374,74	370,87	367,03	363,22	359,45	355,72	352,02	348,35	344,72	341,13
-29	415,70	411,40	407,20	403,00	398,80	394,70	390,70	386,60	382,60	378,70
-28	460,70	456,00	451,30	446,70	442,20	437,60	433,20	428,70	424,30	420,00
-27	510,1	504,9	499,8	494,8	489,8	484,8	479,9	475,0	470,2	465,4
-26	564,4	558,7	553,1	547,6	542,1	536,6	531,2	525,9	520,6	515,3



Продолжение таблицы 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-25	623,9	617,7	611,6	605,5	599,4	593,5	587,5	581,7	575,9	570,1
-24	689,2	682,4	675,7	669,0	662,4	655,8	649,3	642,9	636,5	630,2
-23	760,7	753,2	745,9	738,6	731,3	724,1	717,0	710,0	703,0	696,1
-22	838,9	830,8	822,7	814,7	806,8	798,9	791,2	783,4	775,8	768,2
-21	924,5	915,6	906,8	899,0	889,4	880,8	872,3	863,8	855,5	847,2
-20	1018	1008	998,6	989,1	979,6	970,2	961,0	951,7	942,6	933,5
-19	1120	1110	1099	1089	1078	1068	1058	1048	1038	1028
-18	1232	1220	1209	1197	1186	1175	1164	1253	1142	1131
-17	1353	1341	1328	1316	1303	1291	1279	1267	1255	1243
-16	1486	1472	1458	1445	1431	1418	1405	1392	1379	1366
-15	1630	1615	1600	1585	1571	1556	1542	1528	1513	1499
-14	1787	1770	1754	1738	1722	1707	1691	1675	1660	1645
-13	1957	1940	1922	1905	1887	1870	1853	1836	1820	1803
-12	2143	2124	2104	2086	2067	2048	2030	2011	1993	1975
-11	2344	2323	2303	2282	2262	2241	2221	2201	2182	2162

Продолжение таблицы 2.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
<b>-10</b>	2563	2540	2518	2495	2473	2451	2429	2408	2386	2365
<b>-9</b>	2800	2775	2751	2727	2703	2679	2655	2632	2609	2586
<b>-8</b>	3057	3080	3004	2977	2951	2926	2900	2875	2849	2824
<b>-7</b>	3335	3306	3277	3249	3221	3194	3165	3138	3110	3083
<b>-6</b>	3636	3605	3574	3543	3513	3482	3462	3423	3393	3364
<b>-5</b>	3962	3928	3895	3061	3828	3796	3763	3731	3699	3667
<b>-4</b>	4314	4277	4241	4205	4170	4134	4099	4064	4030	3996
<b>-3</b>	4694	4655	4616	4577	4539	4500	4462	4425	4388	4351
<b>-2</b>	5105	5063	5020	4979	4937	4896	4855	4814	4774	4734
<b>-1</b>	5548	5502	5457	5412	5367	5322	5278	5235	5191	5148
<b>0</b>	6027	5977	5928	5879	5831	5783	5735	5688	5641	5595

Таблица рассчитана по одобренному методической комиссией Главной Геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова «Психометрическим таблицам», Гидрометеиздат, Ленинград, 1972 г., с. 225

## Приложение 2.

Доверительные границы абсолютной погрешности генератора РО ДННК-4 при получении паргазовой смеси с воспроизводимой относительной влажностью

Таблица 1.

Относительная влажность, %	Абсолютное давление газа в насыщении, кгс/см <sup>2</sup>	Пределы измерений манометра, кгс/см <sup>2</sup>	$\Delta p_{1,2}$ , %	$\Delta p_{1,3}$ , %	$\Delta p_{1,4}$ , % $\Delta t = \pm 0,05^\circ\text{C}$		$\Delta p_{1,5}$ , % $\Delta t = \pm 0,05^\circ\text{C}$	$\Delta p_{1,6}$ , %	
					20 <sup>o</sup> C	80 <sup>o</sup> C		20 <sup>o</sup> C	$\Delta t = \pm 0,1^\circ\text{C}$
10	10	0-10	$\pm 0,04$	$\pm 0,013$	$\pm 0,063$	$\pm 0,402$	20 <sup>o</sup> C	$\pm 0,094$	$\Delta t = \pm 0,05^\circ\text{C}$
20	5	0-10	$\pm 0,16$	$\pm 0,026$	$\pm 0,125$	$\pm 0,804$	$\pm 0,060$	0,25	0,20
30	3,33	0-10	$\pm 0,33$	$\pm 0,039$	$\pm 0,189$	$\pm 0,121$	$\pm 0,045$	0,45	0,40
40	2,5	0-10	$\pm 0,63$	$\pm 0,052$	$\pm 0,240$	$\pm 0,161$	$\pm 0,125$	0,80	0,75
50	2,00	0-10	$\pm 0,10$	$\pm 0,065$	$\pm 0,315$	$\pm 0,201$	$\pm 0,155$	0,40	0,23
60	1,67	0-1,0	$\pm 0,15$	$\pm 0,078$	$\pm 0,377$	$\pm 0,241$	$\pm 0,185$	0,48	0,29
70	1,43	0-1,0	$\pm 0,20$	$\pm 0,091$	$\pm 0,440$	$\pm 0,282$	$\pm 0,210$	0,58	0,35
80	1,25	0-1,0	$\pm 0,25$	$\pm 0,104$	$\pm 0,502$	$\pm 0,322$	$\pm 0,250$	0,67	0,42
90	1,11	0-1,0	$\pm 0,32$	$\pm 0,117$	$\pm 0,565$	$\pm 0,362$	$\pm 0,275$	0,78	0,52
99	1,01	0-1,0	$\pm 0,39$	$\pm 0,130$	$\pm 0,622$	$\pm 0,398$	$\pm 0,300$	0,88	0,60

**Примечания:**

1. Доверительные границы абсолютной погрешности генератора рассчитаны по формуле:

$$\Delta \varphi_{\Sigma} = \Delta \varphi_{\text{НАС}} + \Delta \varphi_0 \pm \alpha_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\Delta \varphi_{P1}}{\alpha_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varphi_{P2}}{\alpha_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varphi_{\Delta t}}{\alpha_3}\right)^2},$$

где  $\Delta \varphi_{\Sigma}$  – доверительная граница суммарной абсолютной погрешности генератора при воспроизведении относительной влажности ПГС, %;

$\Delta \varphi_{\text{НАС}}$  – систематическая составляющая погрешности генератора, обусловленная неполнотой насыщения газа в насытителе, %;

$\Delta \varphi_0$  – не исключённый остаток систематической составляющей абсолютной погрешности генератора, обусловленный отклонением свойств реальных газов от свойств идеального газа, %;

$\Delta \varphi_{P1}$ ,  $\Delta \varphi_{P2}$  – пределы допускаемых случайных составляющих абсолютной погрешности генератора, обусловленных погрешностью измерения давления газа соответственно в насытителе и рабочей камере, %;

$\Delta \varphi_{\Delta t}$  – доверительная граница случайной составляющей абсолютной погрешности генератора, обусловленная неравенством температуры насытителя и рабочей камеры, %.

2.  $\alpha_{\Sigma}$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  – коэффициенты, определяемые доверительной вероятностью. Для доверительной вероятности 0,95  $\alpha_{\Sigma} = 2$ ;  $\alpha_1 = 1,7$ ;  $\alpha_2 = 1,7$ ;  $\alpha_3 = 1,7$ .
3.  $\Delta \varphi_{\text{НАС}}$  – пренебрежимо мала и в расчёте не учитывалась.
4.  $\Delta \varphi_0$  – принята равной нулю для случая, когда поправочные коэффициенты вводятся в формулу расчёта относительной влажности на конкретный рабочий газ.
5. Доверительные границы случайной составляющей абсолютной погрешности генератора рассчитаны для случая, когда  $\Delta t = 0,1^{\circ}\text{C}$  и  $0,05^{\circ}\text{C}$ .

**Доверительные границы относительной погрешности генератора  
РОДНИК-4 при получении парогазовой смеси с воспроизводимой  
объёмной долей влаги с помощью водяного насытителя**

Таблица 2.

Абсолютное давление газа в насытителе, кгс/см <sup>2</sup>	Температура насытителя, °С	ОДВ (В), млн <sup>-1</sup>	$\delta V_p$ , %	$\delta V'_{\Delta t}$ , % ( $\Delta t = 0,1^\circ\text{C}$ )	$\delta V''_{\Delta t}$ , % ( $\Delta t = 0,05^\circ\text{C}$ )	$\delta V'_{\Sigma}$ , %	$\delta V''_{\Sigma}$ , %
10,0	15	1738	±0,40	±0,63	±0,31	0,88	0,60
5,0	15	3477	±0,80	±0,63	±0,31	1,20	1,00
3,5	15	4967	±1,13	±0,63	±0,31	1,52	1,37
2,0	15	8693	±0,20	±0,63	±0,31	0,78	0,43
1,5	15	11590	±0,27	±0,63	±0,31	0,81	0,48
10,0	20	2385	±0,40	±0,62	±0,31	0,87	0,60
5,0	20	4770	±0,80	±0,62	±0,31	1,20	1,00
3,5	20	6,814	±1,13	±0,62	±0,31	1,52	1,37
2,0	20	11924	±0,20	±0,62	±0,31	0,78	0,43
1,5	20	15900	±0,27	±0,62	±0,31	0,80	0,48
10,0	50	12574	±0,40	±0,49	±0,25	0,74	0,55
5,0	50	25148	±0,80	±0,49	±0,25	1,10	0,98
3,5	50	35926	±1,13	±0,49	±0,25	1,45	1,36
2,0	50	62870	±0,20	±0,49	±0,25	0,62	0,38
1,5	50	83827	±0,27	±0,49	±0,25	0,66	0,43
10,0	80	48265	±0,40	±0,40	±0,20	0,67	0,53
5,0	80	96530	±0,80	±0,40	±0,20	1,05	0,97
3,5	80	137900	±1,13	±0,40	±0,20	1,41	1,35
2,0	80	241328	±0,20	±0,40	±0,20	0,53	0,33
1,5	90	321770	±0,27	±0,40	±0,20	0,57	0,40
1,1	80	438778	±0,36	±0,40	±0,20	0,63	0,48



**Примечания:**

1. Доверительные границы относительной погрешности ( $\delta V'_\Sigma$  и  $\delta V''_\Sigma$ ) генератора рассчитаны по формуле:

$$\delta B_\Sigma = \delta B_{НАС} + \delta B_0 \pm \alpha_\Sigma \sqrt{\left(\frac{\delta B_P}{\alpha_P}\right)^2 + \left(\frac{\delta B_{\Delta t}}{\alpha_t}\right)^2},$$

где  $\delta B_{НАС}$  – систематическая составляющая относительной погрешности генератора, обусловленная неполнотой насыщения газа в насытителе, %;

$\delta B_0$  – не исключённая систематическая составляющая относительной погрешности генератора, обусловленный отклонением свойств реальных газов от свойств идеального газа, %;

$\delta B_P$  – доверительная граница случайной составляющей относительной погрешности генератора, обусловленная погрешностью измерения давления в насытителе, %;

$\delta B_{\Delta t}$  – доверительная граница случайной составляющей относительной погрешности генератора, обусловленная погрешностью измерения температуры насытителя, %.

$\alpha_\Sigma, \alpha_P, \alpha_t$  – коэффициенты, определяемые принятой доверительной вероятностью и законом распределения случайной составляющей погрешности.

2.  $\alpha_\Sigma = 2; \alpha_P = \alpha_t = 1,7$  для доверительной вероятности 0,95.  
 3.  $\delta B_{НАС}$  – пренебрежимо мала и в расчёте не учитывалась.  
 4.  $\delta B_0$  – принята равной нулю для случая, когда поправочные коэффициенты вводятся в формулу расчёта объёмной доли влаги на конкретный рабочий газ.  
 5. Доверительные границы случайной составляющей относительной погрешности генератора  $\delta V'_{\Delta t}$  и  $\delta V''_{\Delta t}$  рассчитаны для случая, когда  $\Delta t = 0,10^\circ\text{C}$  и  $0,05^\circ\text{C}$  соответственно.

## Приложение 3.

Таблица значений атмосферного давления, выраженных в мм рт. ст. и кгс/см<sup>2</sup>

мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>
630	0,8565	646	0,8782	662	0,9000	678	0,9217
631	0,8579	647	0,8796	663	0,9014	679	0,9231
632	0,8592	648	0,8810	664	0,9027	680	0,9245
633	0,8606	649	0,8823	665	0,9041	681	0,9258
634	0,8619	650	0,8837	666	0,9054	682	0,9272
635	0,8633	651	0,8850	667	0,9068	683	0,9285
636	0,8646	652	0,8864	668	0,9082	684	0,9299
637	0,8660	653	0,8878	669	0,9095	685	0,9313
638	0,8674	654	0,8891	670	0,9109	686	0,9326
639	0,8687	655	0,8905	671	0,9122	687	0,9340
640	0,8701	656	0,8918	672	0,9136	688	0,9353
641	0,8714	657	0,8932	673	0,9150	689	0,9367
642	0,8728	658	0,8946	674	0,9163	690	0,9381
643	0,8741	659	0,8959	675	0,9177	691	0,9394
644	0,8755	660	0,8973	676	0,9190	692	0,9408

Продолжение приложения 3.

мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>
645	0,8769	661	0,8986	677	0,9204	693	0,9421		
694	0,9435	710	0,9653	728	0,9870	742	1,0087		
695	0,9449	711	0,9666	727	0,9884	743	1,0101		
696	0,9462	712	0,9680	728	0,9897	744	1,0114		
697	0,9476	713	0,9894	729	0,9911	745	1,0128		
698	0,9489	714	0,9707	730	0,9924	746	1,0141		
699	0,9503	715	0,9720	731	0,9938	747	1,0155		
700	0,9517	716	0,9734	732	0,9952	748	1,0169		
701	0,9530	717	0,9748	733	0,9965	749	1,0182		
702	0,9544	718	0,9761	734	0,9979	750	1,0196		
703	0,9557	719	0,9775	735	0,9992	751	1,0209		
704	0,9571	720	0,9788	736	1,0005	752	1,0223		
705	0,9585	721	0,9802	737	1,0019	753	1,0237		
706	0,9598	722	0,9816	738	1,0033	754	1,0250		
707	0,9612	723	0,9829	739	1,0046	755	1,0264		
708	0,9625	724	0,9843	740	1,0060	756	1,0277		

Продолжение приложения 3.

мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>	мм рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>
709	0,9639	725	0,9856	741	1,0073	757	1,0291
758	1,0305	770	1,0468	782	1,0631	794	1,0794
759	1,0318	771	1,0481	783	1,0644	795	1,0808
760	1,0332	772	1,0495	784	1,0658	796	1,0831
761	1,0345	773	1,0509	785	1,0672	797	1,0835
762	1,0359	774	1,0522	786	1,0685	798	1,0848
763	1,0373	775	1,0536	787	1,0699	799	1,0862
764	1,0386	776	1,0549	788	1,0712	800	1,0876
765	1,0400	777	1,0563	789	1,0726	801	1,0889
766	1,0413	778	1,0576	790	1,0740	802	1,0903
767	1,0427	779	1,0590	791	1,0753	803	1,0916
768	1,0441	780	1,0604	792	1,0767	804	1,0930
769	1,0454	781	1,0617	793	1,0780	805	1,0944

## Приложение 4.

Значение коэффициента Z в зависимости от температуры и абсолютного давления газа (азот, воздух)

Абсолютное давление, бар	Температура, °С									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
<b>0,25</b>	1,00131	1,00148	1,00173	1,00202	1,00223	1,00211	1,00111			
<b>0,50</b>	1,00217	1,00229	1,00251	1,00284	1,00323	1,00358	1,00362	1,00288	1,00051	
<b>1,00</b>	1,0039	1,00388	1,00400	1,00426	1,00467	1,00519	1,00571	1,00599	1,00561	1,00394
<b>1,50</b>	1,0056	1,0055	1,00547	1,00564	1,00599	1,00651	1,00713	1,00772	1,00801	1,00754
<b>2,00</b>	1,0074	1,0071	1,0069	1,00701	1,00728	1,00775	1,00839	1,00910	1,00968	1,00980
<b>2,50</b>	1,0091	1,0087	1,0084	1,0084	1,0086	1,0090	1,00959	1,01034	1,0108	1,01154
<b>3,00</b>	1,0108	1,0103	1,0099	1,0097	1,0098	1,0102	1,0108	1,01151	1,01234	1,01300
<b>3,50</b>	1,0126	1,0119	1,0114	1,0111	1,0111	1,0114	1,0119	1,0125	1,01351	1,01432
<b>4,00</b>	1,0144	1,0135	1,028	1,0125	1,0124	1,0126	1,0130	1,0138	1,0146	1,01553
<b>4,50</b>	1,0161	1,0151	1,0143	1,0138	1,0136	1,0138	1,0142	1,0149	1,0157	1,0167
<b>5,00</b>	1,0179	1,0167	1,0158	1,0152	1,0149	1,0150	1,0153	1,0159	1,0168	1,0178
<b>10,0</b>	1,0356	1,0330	1,0308	1,0290	1,0277	1,0269	1,0265	1,0266	1,0271	1,0280
<b>20,0</b>	1,072	1,066	1,0615	1,0573	1,0539	1,0512	1,0493	1,0490	1,0474	1,0474

Примечание: 2,1 бар = 1,01972 кгс/см<sup>2</sup> = 750,062 мм рт. ст.



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ Докум.	Входящий № сопров. докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					

АНГАРСКОЕ ОКРУЖНОЕ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ