

**ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ
РОДНИК-6**

**Руководство по эксплуатации
5К1.550.153 РЭ**

Утверждено
5К1.550.153 РЭ-ЛУ
ГОСРЕЕСТР № 40135-08

ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ РОДНИК-6

**Руководство по эксплуатации
5К1.550.153 РЭ**



2012 г.

Содержание

1	Описание и работа генератора.....	3
1.1	Назначение генератора.....	3
1.2	Технические характеристики.....	4
1.3	Комплектность	6
1.4	Устройство и работа генератора	7
1.5	Маркировка.....	8
1.6	Упаковка	9
2	Описание и работа составных частей генератора.....	10
3	Подготовка генератора	13
3.1	Меры безопасности.....	13
3.2	Подготовка генератора к работе.....	14
3.3	Подготовка насытителя.....	15
3.4	Подготовка блока измерений	15
3.5	Подготовка криостата.....	17
3.6	Подготовка термометра ТЦЭ-005/М2.....	17
3.7	Подготовка компьютера.....	17
4	Применение генератора по назначению	18
4.1	Подача осушенного газа.....	18
4.2	Предварительный расчет давления и температуры в насытителе.....	18
4.3	Охлаждение насытителя.....	19
4.4	Подача газа с заданной ОДВ	20
4.5	Расчет воспроизводимой ОДВ	20
5	Техническое обслуживание.....	21
5.1	Меры безопасности.....	21
5.2	Порядок технического обслуживания	21
6	Текущий ремонт генератора	23
7	Транспортирование и хранение	26
8	Гарантии изготовителя и порядок предъявления рекламаций	26
9	Консервация.....	27
10	Свидетельство об упаковывании	28
11	Свидетельство о приемке	28
12	Сведения о поверке	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Таблицы.....	30

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с конструкцией и принципом действия генератора влажного газа эталонного РОДНИК-6 ТУ 4215-043-71803530-2007 (далее – генератор), изучения правил и порядка его эксплуатации, а также содержит сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик.

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

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

По защищенности от воздействия окружающей среды генератор имеет степень защиты IP20 по ГОСТ 14254-2015.

Генератор не является источником вредных излучений и выбросов и не наносит вреда природной среде и генетическому фонду человека.

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

“Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6 ТУ 4215-043-71803530-2007”.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА

1.1 Назначение генератора

1.1.1 Генератор предназначен для воспроизведения объемной доли влаги (далее – ОДВ) в газе (азоте) и передачи единицы ОДВ рабочим гигрометрам проточного типа при их поверке, калибровке и градуировке.

Генератор относится к рабочим эталонам первого разряда по ГОСТ 8.547-2009.

1.1.2 Генератор предназначен для эксплуатации при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- электрическое питание от сети переменного тока с напряжением (220 ± 22) В и частотой (50 ± 1) Гц;
- пневматическое питание от баллона сжатого азота с давлением от 0,5 до 15 МПа;
- охлаждение жидким азотом (рекомендуется применять криогенные сосуды (сосуды Дьюара) СК-16 с диаметром горловины не менее 32 мм);
- отсутствие ударов, тряски и вибрации.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Диапазон воспроизведения ОДВ от 0,3 до 2000 млн⁻¹ при температуре в насытителе от минус 70 до 0 °С, абсолютном давлении в насытителе от 0,1 до 1 МПа и расходе ПГС от 0,2 до 2 дм³/мин.

1.2.2 Относительная погрешность воспроизведения ОДВ не более $\pm 1,5$ % при абсолютной погрешности измерений температуры не более $\pm 0,05$ °С и погрешности измерений давления (приведенной к верхнему пределу диапазона измерений) не более $\pm 0,1$ %.

Нестабильность воспроизведения ОДВ в течение 8 ч непрерывной работы не более 3 %.

1.2.3 Время установления заданной температуры не превышает 1,5 ч.

1.2.4 Время $T_{0,9}$ установления заданной ОДВ при изменении ее от (250 ± 20) до (950 ± 20) млн⁻¹ и постоянной температуре насытителе не превышает 30 мин.

1.2.5 Газовый тракт генератора герметичен при избыточном давлении 1 МПа. Спад давления за 10 мин не превышает 0,005 МПа.

1.2.6 Потребляемая от электрической сети мощность не превышает 400 В·А.

1.2.7 Электрическая изоляция между электрическими цепями питания генератора и корпусами блоков выдерживает в течение 1 мин воздействие испытательного напряжения 750 В практически синусоидальной формы с частотой от 45 до 65 Гц при относительной влажности не более 80 % и температуре плюс (20 ± 5) °С.

1.2.8 Электрическое сопротивление между электрическими цепями питания генератора и корпусами блоков составляет не менее 20 МОм при относительной влажности не выше 80 % и температуре плюс (20 ± 5) °С.

1.2.9 Генератор в транспортной таре выдерживает воздействия:

- температуры от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительной влажности (95 ± 3) % при температуре плюс 35 °С;
- вибрации с частотой от 10 до 55 Гц и амплитудой 0,35 мм.

1.2.10 Показатели надежности генератора:

- средняя наработка на отказ не менее 10000 ч;
- средний срок службы не менее 6 лет;
- средний срок сохраняемости не менее 2 лет.

1.2.11 Габаритные размеры и масса блоков генератора соответствуют указанным в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование	Габаритные размеры, мм	Масса, не более, кг
Блок измерений	197x138x340	10
Криостат	350x675x307	20
Блок газовый	225x650x155	15

1.3 Комплектность

1.3.1 Комплектность поставки генератора указана в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
5K5.150.173	Блок газовый	1 шт.	
5K5.427.105	Блок измерений	1 шт.	
5K5.868.072	Криостат	1 шт.	
5K1.550.153 РЭ	«Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6». Руководство по эксплуатации	1 экз.	
5K1.550.153 ДП	«Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6». Методика поверки	1 экз.	
Комплект запасных частей 5K4.070.261			
-	Вставка плавкая ВП-1-1 5А АГО.481.303ТУ	1 шт.	
-	Вставка плавкая ВП-1-1 0,5А АГО.481.303ТУ	1 шт.	
Комплект монтажных частей 5K4.075.138			
5K5.282.051-01	Соединитель	1 шт.	
5K5.282.224	Соединитель	1 шт.	
5K6.644.022	Кабель «СЕТЬ»	2 шт.	
5K6.452.295-15	Трубка 0,5-м <i>0,65 м</i>	1 шт.	
5K6.452.295-22	Трубка 2 м	1 шт.	
Н5K8.652.108	Штуцер ввертной	1 шт.	
—	Винт М4-6g×10.36.016 ГОСТ 1491-80	4 шт.	
—	Шайба 4.65Г.019 ГОСТ 6402-70	4 шт.	
—	Шайба 4.04.016 ГОСТ 10450-78	4 шт.	
5K8.380.045	Пружина	4 шт.	
5K8.663.079	Крючок	4 шт.	
Комплект принадлежностей 5K4.072.120			
—	Стабилизатор давления газа СДГ-100М 5K0.256.008 ТУ	1 компл.	
—	Термометр цифровой эталонный ТЦЭ	1 компл.	
5K2.964.007	Устройство подачи хладагента УПХ-12	2 компл.	

Окончание таблицы 1.2

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
5К5.886.122	Осушитель	1 шт.	
5К6.150.128	Подставка	1 шт.	
5К6.433.036	Гайка-заглушка	4 шт.	
5К6.453.124	Соединитель	2 шт.	
—	Оптический диск CD-R «Комплект схем»	1 шт.	
—	Оптический диск CD-R «ПО РОДНИК-6»	1 шт.	
—	Комплект документов к термометру сопротивления платиновому вибропрочному эталонному ПТСВ	1 компл.	
—	Комплект принадлежностей и документов к преобразователю давления эталонному ПДЭ	1 компл.	
—	Комплект документов к многоканальному регулятору температуры ТЕРМОДАТ	1 компл.	
<p>Примечания</p> <p>1 Средства измерений, входящие в состав генератора (термометр цифровой эталонный ТЦЭ и преобразователь давления эталонный ПДЭ) при поставке должны иметь свидетельства о поверке с запасом срока действия не менее полугода.</p> <p>2 Предохранительный клапан соединителя 5К6.453.124 из комплекта принадлежностей настроен на срабатывание (открывание) при избыточном давлении в сосуде со сжиженным газом 70 кПа (0,7 кгс/см²)</p>			

1.4 Устройство и работа генератора

1.4.1 Принцип действия генератора заключается в воспроизведении заданной ОДВ в потоке газа (азота) при совместном использовании метода двух давлений и метода двух температур.

Газ из баллона через стабилизатор давления газа поступает в осушитель. Для получения влажного газа с заданной ОДВ поток направляется в насытитель, помещенный в криостат и находящийся при отрицательной температуре. Насытитель обеспечивает получение насыщенного водяного пара над поверхностью льда.

При выходе влажного газа из генератора его объем увеличивается пропорционально снижению давления и повышению температуры, ОДВ остается неизменной, а температура точки росы, массовая концентрация водяного пара и относительная влажность уменьшаются.

ОДВ газа, подаваемого в поверяемый гигрометр, рассчитывается по температуре и давлению в насытителе. Программное обеспечение, поставляемое с генератором, позволяет автоматизировать процесс вычислений, рассчитывать оптимальные параметры воспроизведения заданной ОДВ, производить вычисления воспроизводимой ОДВ в реальном масштабе времени, и, дополнительно, вычислять температуру точки росы (для гигрометров, измеряющих точку росы).

1.4.2 Общая электрическая схема генератора изображена на чертеже 5К1.550.153 Э6, а газовая схема – на чертеже 5К1.550.153Х3.

Генератор состоит из блока измерений и газового блока, соединенных соединителем. Для получения низких температур насытитель газового блока помещается в криостат, охлаждаемый жидким азотом из сосудов Дьюара через устройства подачи хладагента (далее - УПХ). Предусмотрена одновременная подача хладагента из двух сосудов (форсированный режим) или попеременная с автоматическим переключением (режим резервирования).

Для измерения текущего значения температуры используется термометр сопротивления ПТСВ, подключаемый к эталонному цифровому термометру ТЦЭ, а для измерения давления – эталонный преобразователь давления ПДЭ.

Персональный компьютер (в комплект поставки не входит) служит для автоматизации расчетов.

1.5 Маркировка

1.5.1 На блоках генератора размещены фирменные планки, на которых нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- надпись «ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ РОДНИК-6»;
- заводской номер блока и год изготовления блока.

1.5.2 На передней панели блока измерений нанесены надписи «РОДНИК-6» и «БЛОК ИЗМЕРЕНИЙ» и знак утверждения типа средства измерений.

1.5.3 На передней панели газового блока нанесены надписи «РОДНИК-6» и «БЛОК ГАЗОВЫЙ».

1.5.4 На верхней панели криостата нанесены надписи «РОДНИК-6» и «КРИОСТАТ».

1.5.5 Маркировка стабилизатора давления газа СДГ-100М, преобразователя давления эталонного ПДЭ-020И, регулятора температуры ТЕРМОДАТ-11, и термометра цифрового эталонного ТЦЭ-005/М2 соответствует указанной в их эксплуатационной документации.

1.5.6 Способы нанесения надписей – ударный, фотохимический, методом сеткографии и ксерокопированием.

1.5.7 Транспортная маркировка содержит манипуляционные знаки: «ВЕРХ», «ХРУПКОЕ–ОСТОРОЖНО», «БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ», основные, дополнительные и информационные надписи, информацию об упакованном изделии по ГОСТ 14192-96.

Порядок расположения транспортной маркировки соответствует ГОСТ 14192-96.

1.6 Упаковка

1.6.1 Блоки генератора перед упаковкой подвергнуты консервации согласно ГОСТ 9.014-78 для группы изделий III-1, вариант временной противокоррозионной защиты ВЗ-10.

1.6.2 Упаковка произведена по ГОСТ 9.014-78, вариант внутренней упаковки ВУ-5.

1.6.3 Блоки генератора после консервации уложены в коробки из гофрированного картона ГОСТ 7376-89.

1.6.4 Блоки генератора, комплекты принадлежностей, монтажных частей, запасных частей и эксплуатационная документация размещены в двух ящиках с габаритными размерами и массой брутто соответственно:

- ящик № 1 – не более 810x760x410 мм и 50 кг;
- ящик № 2 – не более 810x610x240 мм и 35 кг.

1.6.5 Под крышки тарных ящиков вложены упаковочные листы.

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГЕНЕРАТОРА

2.1 Блок газовый 5K5.150.173 предназначен для получения газа с заданной ОДВ.

В состав газового блока входят:

- насытитель;
- панель с элементами газового тракта.

Насытитель предназначен для насыщения влагой потока газа. Насытитель состоит из набора дисков (тарелок) с уплотняющими прокладками, верхнего и нижнего стаканов, верхнего и нижнего фланцев и стягивающих шпилек. Тарелки содержат пластинчатые направляющие, расположенные концентрически относительно их оси и патрубки, которые служат для прохода газа из одной тарелки в другую и для ограничения уровня воды на тарелке.

Между верхней тарелкой и верхним фланцем расположен волокнистый фильтр, предназначенный для улавливания из потока газа частиц льда или воды (тумана).

Центральные штуцеры на нижнем и верхнем фланцах предназначены для входа осушенного газа и выхода влажного газа соответственно, а боковые – для слива и заполнения водой насытителя.

Внутри насытителя помещен термометр сопротивления ПТСВ.

На панели размещены:

- преобразователь давления ПДЭ, предназначенный для измерения абсолютного давления в насытителе;
- штуцер «ВХОД», предназначенный для подачи осушенного газа в газовый тракт генератора;
- регулируемый дроссель ДР1 «РАСХОД», предназначенный для регулирования расхода газа через насытитель;
- вентиль В31 «ОСУШЕННЫЙ ГАЗ», предназначенный для подачи осушенного газа к внешнему гигрометру в обход насытителя;
- вентиль В32 «ДАВЛЕНИЕ», предназначенный для подачи осушенного газа в насытитель;

- штуцер «ПРОДУВКА»;
- нерегулируемый дроссель ДРЗ, предназначенный для создания пневматического сопротивления при продувке газового тракта генератора;
- штуцер «ГИГРОМЕТР», предназначенный для соединения газового блока с гигрометром;
- штуцеры «ЗАЛИВ ВОДЫ» и «СЛИВ ВОДЫ», предназначенные соответственно для заполнения водой и опорожнения насытителя;
- штуцер «МАНОМЕТР», предназначенный для соединения насытителя с внешним манометром (при необходимости);
- разъём «ТЕРМОМЕТР», предназначенный для соединения платинового термометра ПТСВ с цифровым термометром ТЦЭ.

2.2 Криостат 5К5.868.072 предназначен для охлаждения насытителя до необходимой температуры.

Криостат представляет собой теплоизолированную ванну с теплоносителем, внутри которой размещены змеевики, через которые пропускают хладагент (жидкий азот). Для уменьшения температурного градиента теплоносителя в ванне размещена мешалка с электроприводом, а для контроля и регулирования температуры теплоносителя – платиновый термометр сопротивления. Термометр сопротивления соединен с терморегулятором, находящимся в блоке измерений. Терморегулятор управляет подачей хладагента из сосудов с жидким азотом посредством включения и выключения УПХ.

Для ограничения роста давления в сосудах с жидким азотом используются реле давления в блоке измерений, отключающие нагреватели УПХ при избыточном давлении выше 40 кПа, и предохранительные клапаны в соединителях, открывающиеся при избыточном давлении выше 70 кПа .

Выходящий из криостата газ используется для охлаждения электродвигателя мешалки.

На верхней панели криостата расположены:

- отверстие для установки насытителя в криостат;
- отверстие для заливки теплоносителя без извлечения насытителя;
- электродвигатель мешалки с выключателем и разъемом «СЕТЬ»;
- разъем для соединения термометра криостата с блоком измерений;

На боковой поверхности криостата размещены:

– штуцеры «ВХОД 1» и «ВХОД 2» для соединения змеевиков криостата с УПХ;

– штуцеры «ВЫХОД 1» и «ВЫХОД 2». Выходящий из них хладагент подается к электродвигателю мешалки для его охлаждения;

– штуцер и кран «СЛИВ», предназначенные для слива теплоносителя;

– смотровое окно для контроля уровня теплоносителя;

– клемма заземления корпуса;

– 4 отверстия для крепления осушителя;

2.3 Блок измерений 5К5.427.105 предназначен для задания температуры термостатирования криостата и управления работой УПХ.

Электрическая схема блока измерений изображена на чертеже 5К5.427.105 ЭЗ.

В состав блока измерений входят:

– встроенный терморегулятор ТЕРМОДАТ-11;

– блок реле с индикаторными светодиодами;

– устройство питания нагревателя УПХ;

– два реле давления.

На лицевой панели блока измерений размещены:

– ручка выключателя питания S1 «СЕТЬ»;

– передняя панель терморегулятора;

– ручки переключателей S2 «ФОРСАЖ» и S3 «ОХЛАЖДЕНИЕ», предназначенные для управления режимами работы УПХ;

– светодиоды «СОСУД 1» и «СОСУД 2», предназначенные для индикации состояния сосудов Дьюара с жидким азотом (пустой или нет, работает или в резерве).

На задней панели блока измерений размещены:

– разъем X1 «220 V 50 Hz» для соединения с кабелем «СЕТЬ»;

– разъем X2 «ТСП РЕГУЛ» для соединения терморегулятора с термометром сопротивления в криостате;

– разъемы X3 «СОСУД 1» и X4 «СОСУД 2» для подключения УПХ;

– штуцеры «СОСУД 1» и «СОСУД 2» для соединения реле давления с предохранительными клапанами и УПХ;

– корпус предохранителя «5 А» и клемма заземления.

2.4 Программное обеспечение (далее - ПО) предназначено для установки на персональный компьютер с операционной системой Windows. Для установки программ на жесткий диск компьютера рекомендуется создать новую папку и скопировать в нее содержимое прилагаемого оптического диска «ПО РОДНИК-6». С помощью ПО можно оперативно рассчитывать:

- необходимое значение давления в насытителе для получения заданного значения ОДВ при заданной температуре;
- значение ОДВ по давлению и температуре в насытителе;
- температуру точки росы влажного газа по его ОДВ.

3 ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА

3.1 Меры безопасности

3.1.1 Безопасная работа с генератором обеспечивается при соблюдении правил безопасности, установленных для работ с электроприборами, питающимися от сети переменного тока с напряжением 220 В, с приборами, находящимися под повышенным давлением газа, с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, со сжиженными газами.

3.1.2 Корпуса блока измерений и криостата должны быть заземлены путем соединения клемм заземления с контуром заземления предприятия медным проводом с сечением жилы не менее 2,5 мм².

3.1.3 Газовый блок и криостат при применении генератора по назначению должны располагаться в вытяжном шкафу или под зонтом вытяжной вентиляции.

3.1.4 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ НАЛАДКУ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ.

3.1.5 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДАВАТЬ НА ВХОД ГЕНЕРАТОРА ГАЗ ПОД ДАВЛЕНИЕМ БОЛЕЕ 1,5 МПа.

3.1.6 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ДЕМОНТИРОВАТЬ ЭЛЕМЕНТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТРАКТА ПОД ДАВЛЕНИЕМ.

3.1.7 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИКАСАТЬСЯ К КОРПУСУ УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ХЛАДОАГЕНТА И ШЛАНГУ ПОДАЧИ ЖИДКОГО АЗОТА В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ.

3.1.8 ВНИМАНИЕ: ОПЕРАЦИИ С СОСУДАМИ С ЖИДКИМ АЗОТОМ (В ТОМ ЧИСЛЕ УСТАНОВКУ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ УПХ) ВО ИЗБЕЖАНИЕ ОБМОРОЖЕНИЙ НЕОБХОДИМО ПРОИЗВОДИТЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ (ПЕРЧАТКИ, ОЧКИ)

3.1.9 ВНИМАНИЕ: ПРИ УСТАНОВКЕ УПХ ПОГРУЖЕНИЕ ТРУБКИ С НАГРЕВАТЕЛЕМ В СОСУД С ЖИДКИМ АЗОТОМ НЕОБХОДИМО ПРОИЗВОДИТЬ ПОСТЕПЕННО, ТАК КАК ПРИ РЕЗКОМ ВВЕДЕНИИ НАГРЕВАТЕЛЯ ВОЗМОЖНО РАЗБРЫЗГИВАНИЕ ЖИДКОГО АЗОТА.

3.1.10 ВНИМАНИЕ: ИЗВЛЕЧЕНИЕ УПХ ИЗ СОСУДА С ЖИДКИМ АЗОТОМ НЕОБХОДИМО ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО ПОСЛЕ ОТТАИВАНИЯ ЕГО КОРПУСА И ШЛАНГА ПОДАЧИ ЖИДКОГО АЗОТА, И СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В СОСУДЕ С ЖИДКИМ АЗОТОМ ПУТЕМ ОТКЛЮЧЕНИЯ ТРУБКИ, СОЕДИНЯЮЩЕЙ УПХ С СООТВЕТСТВУЮЩИМ ШТУЦЕРОМ БЛОКА ИЗМЕРЕНИЙ.

3.2 Подготовка генератора к работе

3.2.1 После распаковки блоков произведите их осмотр, убедитесь в отсутствии механических повреждений после транспортировки.

3.2.2 Разместите криостат с газовым блоком в вытяжном шкафу или под зонтом вытяжной вентиляции. Блок измерений, цифровой термометр и персональный компьютер разместите на столе.

3.2.3 Соедините клеммы заземления корпусов блоков генератора с контуром заземления предприятия медным проводом с сечением жилы не менее 2,5 мм².

Соедините разъемы блоков соединителями в соответствии со схемой 5K1.550.153 Э6.

Вилки кабелей «СЕТЬ» вставьте в розетки электрической сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

На штуцер баллона сжатого азота (в комплект поставки не входит) установите стабилизатор давления газа из комплекта принадлежностей.

Прикрепите к криостату осушитель четырьмя винтами из комплекта монтажных частей. Снимите гайки-заглушки со штуцеров осушителя. Верхний штуцер осушителя соедините трубкой со штуцером «ВХОД» газового блока, а нижний – с выходным штуцером стабилизатора давления газа. Баллон со сжатым азотом установите так, чтобы осушитель был ниже стабилизатора давления газа во избежание попадания в него поглотителя влаги (пятиоксида фосфора) из осушителя.

3.3 Подготовка насытителя

3.3.1 Заполните насытитель дистиллированной водой в следующем порядке:

- снимите гайки-заглушки со штуцеров «ЗАЛИВ ВОДЫ» и «СЛИВ ВОДЫ»;

- к штуцеру «ЗАЛИВ ВОДЫ» с помощью гибкого шланга присоедините воронку (в комплект поставки шланги и воронка не входят), на штуцер «СЛИВ ВОДЫ» также наденьте шланг, второй конец которого поместите в стакан;

- налейте в мерный стакан примерно 150 мл воды и залейте ее через воронку в насытитель;

- снимите шланг со штуцера «ЗАЛИВ ВОДЫ» и заглушите штуцер;

- закройте дроссели «РАСХОД» и «ДАВЛЕНИЕ» и вентиль «ОСУШЕННЫЙ ГАЗ»;

- откройте вентиль баллона, стабилизатором установите давление не более 0,02 МПа;

- плавно откройте дроссель «РАСХОД». Излишки воды, скопившиеся на дне насытителя, будут вытесняться давлением газа через штуцер «СЛИВ ВОДЫ»;

- снимите шланг со штуцера «СЛИВ ВОДЫ» и заглушите штуцер.

3.4 Подготовка блока измерений

3.4.1 Извлеките из комплекта принадлежностей соединители. Короткие трубки соединителей наденьте на штуцеры «СОСУД 1» и «СОСУД 2», расположенные на задней стенке блока измерений, а длинные –

на нижние штуцеры УПХ соответственно. Выходы предохранительных клапанов оставьте свободными.

3.4.2 Включите питание блока измерений. Произведите контроль настройки или настройку терморегулятора в соответствии с его руководством пользователя и таблицей 3.1.

Таблица 3.1

Параметр	Номер канала	
	1	2, 3
Входы	Pt_2; r0 = 100	Pt_2; r0 = 50
Выходы	CooL	ALr
Регулирование	hYS = 0,1; t.rEL - 1	no
Аварийная сигнализация	No	A.tYP - _Hi_ ; AL = -100; S.b.A - On; A.Out - _d_ ; A.hYS = 0; A_t = 5.
Измерение	rES - 0,1; FiLt = 2 с	rES - 1; FiLt = 2 с
Индикация канала	1 (рекомендуется)	

3.5 Подготовка криостата

3.5.1 Залейте в криостат теплоноситель немного выше середины смотрового стекла (примерно 8 – 8,5 л). В качестве теплоносителя используйте жидкости с температурой замерзания ниже минус 70 °С. Рекомендуется применять водный раствор этанола с содержанием спирта не менее 95 % (по объему).

3.5.2 Установите рядом с криостатом сосуды с жидким азотом (в комплект поставки не входят), поместите в них УПХ. Прижмите УПХ к горловинам сосудов с помощью пружин и крючков из комплекта принадлежностей УПХ. Крючки наденьте на ручки для переноски сосудов, а концы пружин вставьте в них и в отверстия на пластинах УПХ.

Верхние штуцеры УПХ соедините шлангами подачи хладагента со штуцерами «ВХОД 1» и «ВХОД 2» криостата. Разъемы УПХ соедините с разъемами «СОСУД 1» и «СОСУД 2» блока измерений соответственно.

3.6 Подготовка термометра ТЦЭ

3.6.1 Включите и настройте термометр в соответствии с его руководством по эксплуатации для измерений температуры термопреобразователем с градуировкой, указанной в эксплуатационной документации термометра ПТСВ.

3.7 Подготовка компьютера

3.7.1 Установите в компьютер программное обеспечение с оптического диска «ПО РОДНИК-6» из комплекта принадлежностей.

4 ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПО НАЗНАЧЕНИЮ

4.1 Подача осушенного газа

4.1.1 Подачу на вход гигрометра осушенного газа (с остаточной влажностью не более $0,5 \text{ млн}^{-1}$) производите в следующем порядке:

- закройте дроссель «РАСХОД» и вентили «ДАВЛЕНИЕ» и «ОСУШЕННЫЙ ГАЗ»;
- соедините штуцер «ГИГРОМЕТР» с входом поверяемого гигрометра;
- откройте вентиль баллона с азотом;
- стабилизатором давления газа установите давление, указанное в эксплуатационной документации поверяемого гигрометра (не более 1 МПа);
- вентилем «ОСУШЕННЫЙ ГАЗ» установите расход, указанный в эксплуатационной документации поверяемого гигрометра.

4.2 Предварительный расчет давления и температуры в насытителе

4.2.1 При применении программного обеспечения для автоматизации расчетов откройте файл «RODNIK6.EXE».

В открывшемся окне основного меню для предварительного расчета давления в насытителе выберите (клавишей «ТАВ» клавиатуры или указателем мыши) кнопку «ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ» и активируйте ее (клавишей «ENTER» клавиатуры или щелчком левой кнопки мыши).

В открывшемся окне наберите в соответствующих полях ввода значения указанных параметров (перебор полей ввода и кнопок производите клавишей «ТАВ» клавиатуры или наведением указателя и щелчком левой кнопки мыши). В поле ввода «АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ» введите «0» Активируйте кнопку «ВЫЧИСЛИТЬ». Результат расчета индицируется в этом же окне.

4.2.2 При применении генератора без компьютера оцените ОДВ в насытителе V_n , млн⁻¹, необходимую для получения заданной ОДВ в гигрометре V , млн⁻¹, по формуле:

$$V_n = 10 \cdot V \cdot P_n \quad (4.1)$$

где P_n – предполагаемое давление в насытителе (от 0,1 до 1,0 МПа);
10 – коэффициент, МПа⁻¹.

По таблице А.1 выберите температуру насытителя T_n , °С, обеспечивающую получение рассчитанного значения V_n .

4.3 Охлаждение насытителя

4.3.1 Перед охлаждением насытителя и до достижения температуры не выше минус 10 °С во избежание перемерзания рекомендуется производить продувку газового тракта генератора осушенным газом в следующем порядке:

- снимите заглушку со штуцера «ПРОДУВКА», установите её на штуцер «ГИГРОМЕТР» и закройте вентиль «ДАВЛЕНИЕ»;
- включите питание блока измерений;
- откройте вентиль баллона со сжатым азотом и стабилизатором давления газа установите давление в насытителе не более 0,01 МПа;
- откройте вентиль «ОСУШЕННЫЙ ГАЗ» и дросселем «РАСХОД» установите небольшой расход газа;
- для прекращения продувки по достижении температуры ниже минус 10 °С закройте вентиль баллона со сжатым азотом.

4.3.2 Для охлаждения насытителя до необходимой температуры задайте ее значение на первом канале терморегулятора в соответствии с его эксплуатационной документацией и включите тумблер «ОХЛАЖДЕНИЕ».

Ручку выключателя мешалки установите в положение «ВКЛ».

Рекомендуется для ускорения охлаждения включать ускоренный режим охлаждения тумблером «ФОРСАЖ» и отключать его при достижении заданной температуры. Во время работы корпус УПХ и его шланг подачи жидкого азота покрываются инеем. Это нормальное состояние и на работу генератора не влияют. Во время работы следите за состоянием светодиодов «СОСУД 1» и «СОСУД 2». Цвет свечения светодиодов указан в таблице 3.2.

Таблица 3.2

УПХ подключены к сосуду	Наличие хладагента в сосуде		Положение тумблеров		Цвет светодиодов		
			«ОХЛАЖ- ДЕНИЕ»	«ФОРСАЖ»	«СОСУД 1»	«СОСУД 2»	
1	есть		включен	отключен	зеленый	не светится	
	нет				не светится		
2	есть				не светится	зеленый	
	нет					не светится	
1 и 2	1	2		включен			
	есть			включен	желтый	желтый	
	нет			отключен	зеленый или красный	красный или зеленый	
					не светится	зеленый	
	есть		зеленый	не светится	не светится		
	нет		не светится	не светится	не светится		

4.3.3 При выработке хладагента в сосуде отсоедините трубку ПВХ от штуцера на задней стенке блока измерений для сброса давления в сосуде и извлеките УПХ. Просушите УПХ на открытом воздухе не менее 20 мин. Замените сосуд и установите УПХ.

По окончании работы сбросьте давление в сосудах, извлеките УПХ и просушите их.

4.4 Подача газа с заданной ОДВ

4.4.1 Подачу в гигрометр газа с заданной ОДВ производите в следующем порядке:

- штуцер «ГИГРОМЕТР» соедините с входом гигрометра;
- закройте вентиль «ОСУШЕННЫЙ ГАЗ» и штуцер «ПРОДУВКА»;
- откройте вентили баллона со сжатым азотом и «ДАВЛЕНИЕ»;
- установите рассчитанное в соответствии с подразделом 4.2 давление в насытителе стабилизатором давления газа и необходимый расход влажного газа через гигрометр дросселем «РАСХОД».

4.5 Расчет воспроизводимой ОДВ

4.5.1 При применении программного обеспечения после установления показаний поверяемого гигрометра для расчета ОДВ в окне основного меню активируйте кнопку «РАСЧЕТ ОДВ».

Введите в соответствующие поля ввода открывшегося окна значения указанных параметров (в поле «АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ» введите «0») и активируйте кнопку "ВЫЧИСЛИТЬ". Значение воспроизводимой ОДВ и ее относительная погрешность воспроизведения индицируются в этом же окне.

При поверке проточных гигрометров, измеряющих температуру точки росы, в окне основного меню выберите и активируйте кнопку «РАСЧЕТ ТОЧКИ РОСЫ», введите в поле ввода полученное значение ОДВ и активируйте кнопку «ВЫЧИСЛИТЬ». При необходимости в этом же окне можно вычислить ОДВ для известной температуры точки росы.

Примечание – Расчет точки росы производится для влажного газа, находящегося при нормальном давлении (101,325 кПа или 760 мм рт. ст.).

4.5.2 При применении генератора без компьютера воспроизводимую ОДВ V , млн^{-1} , рассчитывайте по формуле:

$$V = \frac{0,101325 \cdot V_n}{P_n \cdot Z} \quad (4.2)$$

где V_n – ОДВ в насытителе, определенная по таблице А.1, млн^{-1} ;

P_n – давление в насытителе, МПа;

Z – коэффициент, определенный по таблице А.2.

При поверке проточных гигрометров точки росы температуру точки росы определяйте по таблице А.1 для ОДВ газа в гигрометре.

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Меры безопасности

5.1.1 При проведении технического обслуживания соблюдайте меры безопасности, изложенные в подразделе 3.1 настоящего руководства по эксплуатации. При замене поглотителя влаги соблюдайте меры безопасности при работе с кислотами

5.2 Порядок технического обслуживания

5.2.1 Ежедневно контролируйте и поддерживайте уровень теплоносителя на уровне середины смотрового окна.

5.2.2 Через каждые 400 ч работы, но не реже одного раза в шесть месяцев производите заполнение водой насытителя в порядке, изложенном в пункте 3.3.1.

Примечание – Периодичность заполнения водой насытителя зависит от режима работы генератора – чем выше расход влажного газа, ОДВ и температура насытителя, тем чаще необходимо производить заполнение.

5.2.3 Через каждые 600 ч работы, но не реже одного раза в шесть месяцев, заменяйте поглотитель влаги в осушителе на свежий в следующем порядке:

- снимите осушитель и разберите его, извлеките стекловолокно и отработанный поглотитель влаги;

- промойте проточной водой детали осушителя и просушите их в сушильном шкафу в течение часа при температуре от плюс 90 до плюс 100 °С;

- стекловолокно промойте проточной водой, прокипятите в дистиллированной воде в течение не менее 15 мин и просушите в сушильном шкафу в течение двух часов при температуре от плюс 90 до плюс 100 °С;

- заполните осушитель чередующимися слоями сухой пятиокиси фосфора (P_2O_5 , фосфорный ангидрид) и стекловолокна БВ-10 ГОСТ 10727-91, причем первый и последний слои должны быть из стекловолокна;

- соберите осушитель, подсоедините к газовому тракту генератора и установите на место.

Примечание — При длительных перерывах в использовании генератора по назначению рекомендуется снимать трубки с осушителя, а его штуцеры заглушать гайками-заглушками.

5.2.4 Для поверки термометра ПТСВ требуется извлечь его из блока газового 5К5.150.173 в следующей последовательности:

Извлечь блок газовый из криостата 5К5.868.072 и установить его на подставку 5К6.150.128.

Открутить четыре винта, удерживающие разъём «Термометр» (X1), на задней панели блока газового.

Отпаять провода термометра ПТСВ от разъёма «Термометр» (X1).

Удалить герметик с гайки на корпусе, далее удалить герметик, находящийся под гайкой., удерживающий термопару ПТСВ.

Аккуратно вытянуть провод термометра через отверстие в крышке и трубки газового тракта.

Извлечь термометр ПТСВ из корпуса 5К8.035.292, расположенного на первом сегменте насытителя.

Примечание – Герметичность установки термометра ПТСВ обеспечена применением клея («Герметик-прокладка» ТУ2384-031-05666764-96), перед снятием термометра ПТСВ аккуратно удалите герметик во избежание повреждения проводов термометра, только после этого извлекайте его из корпуса.

После поверки термометра ПТСВ собрать все узлы в обратной последовательности, предварительно покрыв поверхность термометра пастой КТП-8 ГОСТ 19783-74.

6 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА

6.1 Перечень наиболее вероятных неисправностей генератора и способов их устранения приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Описание неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания блок генератора не включается	Перегорела плавкая вставка в соответствующем блоке	Заменить на исправную из комплекта запасных частей
Отсутствует или мал расход влажного газ, давление в насытителе падает	1. Перемерзли каналы прохода газа 2. Воды в насытителе больше нормы	Повысить температуру в криостате выше 0 °С. Продуть насытитель рабочим газом
В режиме подачи осушенного газа его ОДВ больше 0,5 млн ⁻¹	Увлажнился осушитель	Провести ТО в соответствии с пунктом 5.2.3

Окончание таблицы 6.1

Описание неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
Разница показаний задающего и измеряющего термометров превышает 3°С, не работает мешалка	1. Низкий уровень теплоносителя в криостате 2. Вышел из строя подшипник мешалки 3. Ослабло крепление вала мешалки	Долить теплоноситель Заменить подшипник Затянуть шплинт
Давление в насытителе выше заданного	Отказ стабилизатора давления газа	Заменить стабилизатор давления газа

6.2 Сведения об отказах стабилизатора давления газа СДГ-100М, термометра цифрового эталонного ТЦЭ-005/М2, преобразователя давления эталонного ПДЭ-020И, регулятора температуры ТЕРМОДАТ-11, термометра сопротивления платинового вибропрочного эталонного ПТСВ и способах их устранения изложены в эксплуатационной документации этих изделий.

6.3 Данные о неисправностях генератора должны заноситься в таблицу 6.2. В случае отсутствия этих данных рекламации не принимаются.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

7.1 Транспортирование генератора должно осуществляться в крытом транспорте или в герметизированных отсеках самолетов. Крепление ящиков в транспортных средствах должно производиться согласно правилам, действующим на соответствующих видах транспорта.

Транспортирование должно производиться в соответствии с документами транспортных министерств и компаний.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании должны соблюдаться требования манипуляционных знаков, нанесенных на таре.

Условия транспортирования генератора должны соответствовать условиям 5 по ГОСТ 15150-69 при температуре от минус 50 до плюс 50 °С с соблюдением мер защиты от ударов и вибрации.

7.2 Генератор должен храниться в отапливаемых хранилищах (условия хранения 1 по ГОСТ 15150-69).

8 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ И ПОРЯДОК ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ РЕКЛАМАЦИЙ

8.1 Изготовитель гарантирует безотказную работу генератора в течение 12 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

8.2 Гарантийный срок хранения – 6 месяцев с момента изготовления генератора.

8.3 При отказе генератора в течение гарантийного срока потребителем должен быть составлен акт с указанием характера неисправности. Акт подписывается комиссией, утверждается главным инженером предприятия – потребителя и направляется в инженерно–сервисный центр предприятия–изготовителя.

тел. 8(3955) 507–737, e-mail: service@okba.ru.

В акте должны быть указаны:

– наименование, заводской номер, даты выпуска и ввода в эксплуатацию;

– дата проявления неисправности и описание ее признаков в соответствии с разделом «Текущий ремонт» настоящего руководства.

8.4 Гарантийный срок эксплуатации продлевается на время от подачи рекламации до восстановления работоспособного состояния генератора.

8.5 Послегарантийный ремонт генератора производится потребителем или изготовителем по договору с потребителем.

8.6 Реквизиты предприятия-изготовителя:

Россия, 665821, Иркутская область, г. Ангарск, микрорайон Старо-Байкальск, улица 2-я Московская, 33А. ООО «НПП ОКБА»

сайт: www.okba.ru

e-mail: mail@okba.ru

Отдел маркетинга, продаж и логистики: тел. 8(3955) 507-760, 507-758, 507-736, e-mail: market@okba.ru.

9 КОНСЕРВАЦИЯ

9.1 Сведения о консервации, расконсервации и переконсервации генератора заносят в таблицу 9.1.

Таблица 9.1

Дата	Наименование работы	Срок действия, годы	Должность, фамилия и подпись
	Консервация	1 год	

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

10.1 Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6 заводской номер _____ упакован на ООО «НПП ОКБА» согласно требованиям, предусмотренным в технических условиях ТУ 4215-043-71803530-2007 и комплекте документации 5К1.550.153.

_____ дата _____ подпись _____ расшифровка подписи

11 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

11.1 Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6 заводской номер _____ изготовлен и принят на ООО «НПП ОКБА» в соответствии с обязательными требованиями технических условий ТУ 4215-043-71803530-2007, комплекта документации 5К1.550.153 и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

_____ подпись

_____ расшифровка подписи

Директор

_____ подпись

_____ расшифровка подписи

М. П.

_____ дата

12 СВЕДЕНИЯ О ПОВЕРКЕ

12.1 Поверка генератора производится в соответствии с методикой поверки 5К1.550.153 ДП.

12.2 Результаты поверки заносят в таблицу 12.1.

Таблица 12.1 – Результаты поверки

Дата проведения поверки	Результат (годен, не годен)	Номер свидетельства о поверке или извещения о непригодности

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ТАБЛИЦЫ

А.1 Пояснение к таблицам

А.1.1 В таблице А.1 приведены значения температуры T через $0,1$ °С и соответствующие им значения объемной доли насыщенного водяного пара V_n , выраженные в миллионных долях. Значение ОДВ находится на пересечении строки и столбца (целые и десятые доли градуса). Часть таблицы А.1, относящаяся к отрицательным значениям температуры, рассчитана по одобренным методической комиссией ГГО им А.И. Воейкова "Психрометрическим таблицам", Гидрометеиздат, Ленинград, 1972 г., с. 225., а часть, относящаяся к положительным температурам – по «Таблицам теплофизических свойств воды и водяного пара» Издательство стандартов, Москва, 1969 г.

А.1.2 В таблице А.2 приведены значения температуры T и давления P и соответствующие им значения поправочного коэффициента Z , обусловленного отклонением свойств реального газа от свойств идеального газа. Значения температуры приведены через 1 °С, а значения давления – через $0,1$ МПа. Для получения промежуточных значений Z , не указанных в таблице, рекомендуется производить линейную интерполяцию.

Таблица А.1 Значение B_H - в миллионных долях

Температура, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-99	0,0169	0,0166	0,0163	0,0160	0,0156	0,0153	0,0150	0,0147	0,0144	0,0141
-98	0,0203	0,0203	0,0199	0,0195	0,0191	0,0187	0,0184	0,0180	0,0176	0,0173
-97	0,0207	0,0248	0,0243	0,0238	0,0233	0,0229	0,0224	0,0220	0,0216	0,0211
-96	0,0307	0,0301	0,0296	0,0290	0,0284	0,0279	0,0273	0,0268	0,0262	0,0258
-95	0,0373	0,0366	0,0359	0,0352	0,0345	0,0339	0,0332	0,0325	0,0320	0,0313
-94	0,0452	0,0430	0,0435	0,0427	0,0419	0,0411	0,0403	0,0395	0,0388	0,0380
-93	0,0546	0,0536	0,0525	0,0516	0,0507	0,0497	0,0488	0,0478	0,0470	0,0461
-92	0,0659	0,0647	0,0635	0,0623	0,0612	0,0600	0,0589	0,0578	0,0567	0,0557
-91	0,0794	0,0779	0,0765	0,0751	0,0738	0,0724	0,0710	0,0697	0,0684	0,0672
-90	0,0954	0,0370	0,0920	0,0903	0,0886	0,0870	0,0855	0,0839	0,0824	0,0809
-89	0,1144	0,1123	0,1103	0,1083	0,1064	0,1045	0,1026	0,1007	0,0989	0,0971
-88	0,1369	0,1345	0,1321	0,1298	0,1274	0,1252	0,1229	0,1208	0,1186	0,1165
-87	0,1636	0,1607	0,1579	0,1551	0,1524	0,1497	0,1470	0,1444	0,1419	0,1394
-86	0,1950	0,1916	0,1883	0,1850	0,1818	0,1786	0,1755	0,1725	0,1694	0,1665
-85	0,2321	0,2281	0,2242	0,2203	0,2170	0,2130	0,2091	0,2060	0,2020	0,1985
-84	0,2752	0,2711	0,2664	0,2619	0,2574	0,2530	0,2487	0,2445	0,2403	0,2362

Продолжение таблицы А.1

Температура, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-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	0,559	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	1,3417	1,1300	1,1125	1,0951	1,0780	1,0611	1,0446
-74	1,4657	1,3841	1,3627	1,1479	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	2,0913	2,0600	2,0291	1,9986	1,9686	1,9390	1,8880
-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

Продолжение таблицы А.1

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-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	4,4229	4,3667	4,3044	4,2429	4,1822	4,1233	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	7,4569	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	17,663	17,343	16,208	16,984	16,763	16,544	16,329	16,115
-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	26,667	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

Продолжение таблицы А.1

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-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	54,662	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
-40	126,61	126,18	123,77	122,38	121,00	119,62	118,27	116,94	115,62	114,31
-39	141,46	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

Продолжение таблицы А.1

Температура, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-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
-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	998,8	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

Продолжение таблицы А.1

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-18	1332	1220	1209	1197	1186	1175	1164	1153	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
-10	2563	2540	2518	2495	2473	2451	2429	2408	2386	2365
-9	2800	2775	2751	2727	2703	2679	2655	2632	2609	2586
-8	3057	3080	3004	2977	2951	2926	2900	2875	2849	2824
-7	3335	3306	3277	3249	3221	3194	3165	3138	3110	3083
-6	3636	3605	3574	3543	3513	3482	3462	3423	3393	3364
-5	3962	3928	3895	3861	3828	3796	3763	3731	3699	3667
-4	4314	4277	4241	4205	4170	4134	4099	4064	4030	3996
-3	4694	4655	4616	4577	4539	4500	4462	4425	4388	4351
-2	5105	5063	5020	4979	4937	4896	4855	4814	4774	4734

Продолжение таблицы А.1

Температура, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-1	5548	5502	5457	5412	5367	5322	5278	5235	5191	5148
0	6027	5977	5928	5879	5831	5783	5735	5688	5641	5595
+0	6030	6075	6120	6166	6211	6256	6302	6347	6392	6737
+1	6483	6531	6579	6627	6675	6724	6772	6820	6868	6916
+2	6965	7016	7068	7119	7170	7222	7273	7325	7376	7428
+3	7479	7534	7589	7643	7698	7753	7808	7862	7916	7972
+4	8027	8085	8143	8201	8259	8318	8376	8434	8492	8550
+5	8609	8671	8733	8795	8857	8919	8981	9044	9106	9168
+6	9230	9295	9361	9426	9492	9557	9623	9688	9754	9820
+7	9885	9955	10025	10095	10165	10236	10306	10376	10446	10516
+8	10586	10660	10735	10806	10884	10958	11032	11106	11181	11235
+9	11329	11408	11487	11566	11645	11724	11802	11881	11960	12039
+10	12117	12200	11283	12366	12449	12532	12615	12698	12781	12864
+11	12747	13036	13126	13212	13305	13394	13484	13573	13663	13752
+12	13842	13935	14028	14122	14215	14309	14402	14495	14589	14682
+13	14776	14876	14976	15076	15176	15276	15376	15476	15576	15676
+14	15776	15881	15986	16092	16197	16302	16407	16512	16618	16725

Таблица А.2 Значение Z при давлении P, МПа

Температур а, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-70	0,92311	0,93051	0,93793	0,94533	0,95274	0,96015	0,96802	0,97590	0,98377	0,99164
-69	0,92426	0,9316	0,93886	0,94615	0,95345	0,96075	0,96850	0,97626	0,98401	0,99176
-68	0,92540	0,93259	0,93978	0,94698	0,95417	0,96136	0,96899	0,97662	0,98425	0,99188
-67	0,92655	0,93368	0,94071	0,94780	0,95488	0,96196	0,96947	0,97699	0,98450	0,99201
-66	0,92770	0,93467	0,94164	0,94862	0,95559	0,96256	0,96995	0,97735	0,98474	0,99213
-65	0,92885	0,93571	0,94257	0,94944	0,95630	0,96316	0,97043	0,97770	0,98498	0,99226
-64	0,92999	0,93675	0,94350	0,95026	0,95701	0,96377	0,97092	0,97807	0,98522	0,99237
-63	0,93114	0,93779	0,94443	0,95107	0,95772	0,96437	0,97140	0,97843	0,98546	0,99249
-62	0,93229	0,93883	0,94536	0,95190	0,95843	0,96497	0,97188	0,97879	0,98570	0,99261
-61	0,93343	0,93986	0,94629	0,95272	0,95915	0,96558	0,97237	0,97916	0,98595	0,99274
-60	0,93458	0,94090	0,94722	0,95354	0,95986	0,96618	0,97285	0,97952	0,98619	0,99286
-59	0,93551	0,94174	0,94797	0,95419	0,96042	0,96665	0,97323	0,97981	0,98639	0,99297
-58	0,93643	0,94257	0,94871	0,95484	0,96098	0,96712	0,97361	0,98009	0,98658	0,99307
-57	0,93736	0,94341	0,94945	0,95550	0,96154	0,96759	0,97397	0,98038	0,98678	0,99318
-56	0,93828	0,94423	0,95019	0,95614	0,96210	0,96806	0,97436	0,98067	0,98697	0,99327
-55	0,93921	0,94507	0,95093	0,95680	0,96266	0,96853	0,97474	0,98096	0,98717	0,99338
-54	0,94014	0,94591	0,95168	0,95745	0,96322	0,96899	0,97511	0,98124	0,98736	0,99348
-53	0,94106	0,94674	0,95242	0,95810	0,96378	0,96946	0,97549	0,98153	0,98756	0,99359

Продолжение таблицы А.2 Значение Z при давлении P, МПа

Температура, °C	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-52	0,94199	0,94758	0,95317	0,95875	0,96434	0,96993	0,97587	0,98181	0,98775	0,99369
-51	0,94291	0,94841	0,95391	0,95940	0,96490	0,97040	0,97625	0,98210	0,98795	0,99380
-50	0,94384	0,94925	0,95465	0,96006	0,96546	0,97087	0,97663	0,98238	0,98814	0,99390
-49	0,94460	0,94994	0,95529	0,96063	0,96598	0,97132	0,97698	0,98263	0,98829	0,99395
-48	0,94537	0,95065	0,95593	0,96120	0,96648	0,97176	0,97732	0,98287	0,98843	0,99399
-47	0,94613	0,95135	0,95656	0,96179	0,96699	0,97221	0,97767	0,98312	0,98858	0,99404
-46	0,94689	0,95204	0,95719	0,96235	0,96750	0,97265	0,97801	0,98336	0,98872	0,99408
-45	0,94766	0,95275	0,95784	0,96292	0,96801	0,97310	0,97836	0,98361	0,98887	0,99413
-44	0,94842	0,95334	0,95847	0,96349	0,96852	0,97354	0,97870	0,98385	0,98902	0,99419
-43	0,94918	0,95414	0,95904	0,96407	0,96902	0,97399	0,97905	0,98410	0,98916	0,99422
-42	0,94994	0,95484	0,95974	0,96463	0,96953	0,97443	0,97939	0,98435	0,98931	0,99427
-41	0,95071	0,95554	0,96038	0,96521	0,97005	0,97488	0,97974	0,98459	0,98945	0,99431
-40	0,95147	0,95624	0,96101	0,96578	0,97055	0,97532	0,98008	0,98484	0,98960	0,99436
-39	0,95214	0,95684	0,96155	0,96625	0,97096	0,97566	0,98036	0,98505	0,98975	0,99445
-38	0,95280	0,95744	0,96208	0,96671	0,97135	0,97599	0,98063	0,98526	0,98990	0,99453
-37	0,95347	0,95804	0,96261	0,96719	0,97176	0,97633	0,98090	0,98548	0,99005	0,99462
-36	0,95413	0,95868	0,96314	0,96765	0,97215	0,97666	0,98117	0,98569	0,99020	0,99471
-35	0,95480	0,95924	0,96368	0,96811	0,97255	0,97699	0,98144	0,98589	0,99034	0,99480

Продолжение таблицы А.2 Значение Z при давлении P, МПа

Температура, °C	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-34	0,95547	0,95984	0,96421	0,96859	0,97296	0,97733	0,98172	0,98610	0,99049	0,99488
-33	0,95613	0,96044	0,96475	0,96905	0,97336	0,97767	0,98199	0,98632	0,99064	0,99497
-32	0,95673	0,96104	0,96530	0,96950	0,97370	0,97800	0,98226	0,98653	0,99079	0,99505
-31	0,95746	0,96164	0,96581	0,96999	0,97416	0,97834	0,98254	0,98674	0,99094	0,99514
-30	0,95813	0,96224	0,96635	0,97045	0,97456	0,97867	0,98281	0,98694	0,99108	0,99523
-29	0,95861	0,96268	0,96674	0,97081	0,97487	0,97894	0,98304	0,98713	0,99123	0,99534
-28	0,95908	0,96311	0,96714	0,97116	0,97519	0,97922	0,98327	0,98733	0,99138	0,99545
-27	0,95956	0,96355	0,96753	0,97152	0,97550	0,97949	0,98350	0,98752	0,99153	0,99556
-26	0,96004	0,96398	0,96793	0,97187	0,97582	0,97976	0,98374	0,98771	0,99169	0,99567
-25	0,96052	0,96442	0,96833	0,97223	0,97614	0,98004	0,98397	0,98791	0,99184	0,99578
-24	0,96099	0,96485	0,96872	0,97258	0,97645	0,98031	0,98420	0,98810	0,99199	0,99589
-23	0,96147	0,96529	0,96911	0,97294	0,97676	0,98058	0,98447	0,98835	0,99214	0,99600
-22	0,96195	0,96573	0,96951	0,97329	0,97707	0,98085	0,98466	0,98848	0,99229	0,99611
-21	0,96242	0,96616	0,96990	0,97365	0,97739	0,98113	0,98490	0,98868	0,99245	0,99622
-20	0,96290	0,96660	0,97030	0,97400	0,97770	0,98140	0,98513	0,98887	0,99260	0,99633
-19	0,96334	0,96700	0,97066	0,97432	0,97798	0,98164	0,98532	0,98901	0,99269	0,99637
-18	0,96378	0,96740	0,97102	0,97464	0,97826	0,98188	0,98551	0,98915	0,99278	0,99641

Продолжение таблицы А.2 Значение Z при давлении P, МПа

Температура, °C	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-17	0,96422	0,96780	0,97138	0,97496	0,97854	0,98212	0,98571	0,98930	0,99287	0,99645
-16	0,96466	0,96820	0,97174	0,97528	0,97882	0,98236	0,98589	0,98943	0,99296	0,99649
-15	0,96510	0,96860	0,97210	0,97560	0,97910	0,98260	0,98608	0,98957	0,99305	0,99653
-14	0,96545	0,96900	0,97246	0,97592	0,97938	0,98284	0,98627	0,98971	0,99314	0,99657
-13	0,96598	0,96940	0,97282	0,97624	0,97966	0,98308	0,98646	0,98985	0,99323	0,99661
-12	0,96642	0,96988	0,97324	0,97660	0,97996	0,98332	0,98665	0,98999	0,99332	0,99665
-11	0,96686	0,97020	0,97356	0,97682	0,98028	0,98356	0,98684	0,99013	0,99341	0,99669
-10	0,96730	0,97060	0,97390	0,97720	0,98050	0,98380	0,98703	0,99027	0,99350	0,99673
-9	0,96770	0,97095	0,97420	0,97746	0,98071	0,98396	0,98716	0,99036	0,99356	0,99675
-8	0,96810	0,97130	0,97450	0,97771	0,98091	0,98411	0,98728	0,99044	0,99361	0,99677
-7	0,96850	0,97165	0,97481	0,97796	0,98112	0,98427	0,98740	0,99053	0,99366	0,99679
-6	0,96890	0,97200	0,97511	0,97821	0,98132	0,98442	0,98752	0,99062	0,99372	0,99682
-5	0,96930	0,97236	0,97541	0,97847	0,98152	0,98458	0,98765	0,99071	0,99378	0,99684
-4	0,96970	0,97271	0,97571	0,97872	0,98172	0,98473	0,98776	0,99080	0,99383	0,99686
-3	0,97010	0,97306	0,97602	0,97897	0,98193	0,98489	0,98789	0,99089	0,99385	0,99680
-2	0,97050	0,97341	0,97632	0,97922	0,98213	0,98504	0,98801	0,99097	0,99394	0,99691
-1	0,97090	0,97376	0,97662	0,97948	0,98234	0,98520	0,98813	0,99107	0,99400	0,99693

