

Утверждено
5К1.550.153 РЭ-ЛУ
ГОСРЕЕСТР № _____

ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ

РОДНИК-6

Руководство по эксплуатации
5К1.550.153 РЭ



2008 г.

Содержание

1.	Описание и работа генератора.....	3
1.1.	Назначение генератора.....	3
1.2.	Технические характеристики.....	4
1.3.	Комплектность.....	5
1.4.	Устройство и работа генератора.....	7
1.5.	Маркировка.....	8
1.6.	Упаковка.....	9
2.	Описание и работа составных частей генератора.....	9
3.	Подготовка генератора.....	11
3.1.	Меры безопасности.....	11
3.2.	Подготовка генератора к работе.....	12
3.3.	Подготовка насытителя.....	12
3.4.	Подготовка блока измерений.....	13
3.5.	Подготовка криостата.....	13
3.6.	Подготовка калибратора-измерителя.....	13
3.7.	Подготовка компьютера.....	14
4.	Применение генератора по назначению.....	14
4.1.	Подача осушенного газа.....	14
4.2.	Предварительный расчет давления и температуры в насытителе.....	14
4.3.	Охлаждение насытителя.....	15
4.4.	Подача газа с заданной ОДВ.....	16
4.5.	Расчет воспроизводимой ОДВ.....	16
5.	Техническое обслуживание.....	17
5.1.	Меры безопасности.....	17
5.2.	Порядок технического обслуживания.....	17
6.	Текущий ремонт генератора.....	18
7.	Транспортирование и хранение.....	20
8.	Гарантии изготовителя и порядок предъявления рекламаций.....	20
9.	Консервация.....	20
10.	Свидетельство об упаковывании.....	21
11.	Свидетельство о приемке.....	21
12.	Сведения о поверке (калибровке).....	21
	Приложение А.....	23

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 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 14254-96.

По способу информационной связи генератор совместим с изделиями (персональный компьютер, ноутбук и т.п.), имеющими последовательный интерфейс RS-232 (COM-порт).

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 второго разряда по ГОСТ 8.547-86.

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 из сосудов Дьюара;
- 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 должна быть 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 должна быть 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 1.3.

Таблица 1.3.

Наименование	Габаритные размеры, не более, мм	Масса, не более, кг
Блок измерений	340x143x200	10
Криостат	670x353x370	20
Блок газовый	500x225x185	15

1.3. Комплектность

1.3.1. Комплектность поставки генератора указана в таблице 1.4.

Таблица 1.4.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Зав. номер	Примечание
5К5.150.173	Блок газовый	1 шт.		
5К5.427.105	Блок измерений	1 шт.		
5К5.868.072	Криостат	1 шт.		
5К4.070.261	Комплект запасных частей			
-	Вставка плавкая ВП-15А АГО.481.303 ТУ	1 шт.	-	
5К4.072.120	Комплект принадлежностей			
-	Стабилизатор давления газа СДГ-100М 5К0.256.008 ТУ	1 компл.		
5К2.964.000-02	Устройство подачи хладагента УПХ-72	2 компл.		
-	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-200Ех	1 компл.		
5К5.886.122	Осушитель	1 шт.	-	
5К6.150.128	Подставка	1 шт.	-	
5К6.178.053	Крышка	1 шт.	-	
-	Оптический диск CD-R с программным обеспечением	1 шт.	-	

Продолжение таблицы 1.4.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Зав. номер	Примечание
5К4.075.138	Комплект монтажных частей			
5К5.282.051-01	Соединитель	2 шт.	-	
5К6.644.022	Кабель "СЕТЬ"	2 шт.	-	
5К6.452.295-15	Трубка 0,5 м	1 шт.	-	
5К6.452.295-22	Трубка 2 м	1 шт.	-	
Н5К8.652.108	Штуцер ввертной	1 шт.	-	
-	Винт М4-6g×10.36.016 ГОСТ 1491-80	4 шт.	-	
-	Шайба 4.65Г.016 ГОСТ 6294-70	4 шт.	-	
-	Шайба 4.04.016 ГОСТ 10450-78	4 шт.	-	
5К1.550.153 РЭ	"Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6". Руководство по эксплуатации	1 экз.	-	
5К1.550.153 ДП	"Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6". Методика поверки	1 экз.	-	
5К4.079.056	Комплект схем	1 компл.	-	
ПИ2.821.029 ПС	"Термометр сопротивления платиновый низкотемпературный образцовый ТСПН-4В". Паспорт	1 экз.	-	
НКГЖ.406233.002ПС	"Преобразователи давления измерительные АИР-20". Паспорт	1 экз.	-	
НКГЖ.406233.002РЭ	"Преобразователи давления измерительные АИР-20". Руководство по эксплуатации	1 экз.	-	

Продолжение таблицы 1.4.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Зав. номер	Примечание
-	“Регулятор температуры ТЕРМОДАТ”. Паспорт	1 экз.	-	
-	“Многоканальный регулятор температуры ТЕРМОДАТ-11МЗ”. Руководство пользователя	1 экз.	-	

Примечание - Средства измерений, входящие в состав генератора (калибратор – измеритель ИКСУ-200Ех, преобразователь давления АИР-20, термопреобразователь ТСПН-4В) при поставке должны иметь свидетельства о поверке с запасом срока действия не менее полугода.

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 генераторов, показывающих точку росы).

1.4.2. Общая электрическая схема генератора изображена на чертеже 5K1.550.153 Эб, а газовая схема – на чертеже 5K1.550.153Х3.

Генератор состоит из блока измерений и газового блока, соединенных соединителем. Для получения низких температур в насытителе газовый блок 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 эталонный термопреобразователь, подключенный к калибратору-измерителю унифицированных сигналов, а для измерения давления – преобразователь давления.

Персональный компьютер (в комплект поставки не входит) соединяется с калибратором-измерителем и преобразователем давления через СОМ–порты и 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;
- 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 устройства подачи хладагента УПХ-72, преобразователя давления измерительного "АИР-20", регулятора температуры "ТЕРМОДАТ-11" и термометра сопротивления платинового низкотемпературного образцового "ТСПН-4В" 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.

В верхнем фланце размещен образцовый низкотемпературный платиновый термометр сопротивления.

В панели размещены:

- преобразователь давления ПИ, предназначенный для измерения давления в насытителе;
- штуцер «ВХОД», предназначенный для подачи осушенного газа в газовый тракт генератора;
- регулируемый дроссель ДР1 “давление”, предназначенный для управления давлением в насытителе;

- вентиль В31 “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”, предназначенный для подачи осушенного газа к внешнему гигрометру в обход насытителя;
- регулируемый дроссель ДР2 “расход”, предназначенный для управления расходом влажного газа из насытителя;
- штуцер “продувка”, предназначенный для соединения с дренажной линией;
- штуцер “ГИГРОМЕТР”, предназначенный для соединения газового блока с гигрометром;
- штуцеры “ЗАЛИВ ВОДЫ” и “СЛИВ ВОДЫ”, предназначенные соответственно для заполнения и опорожнения насытителя;
- штуцер “внешний манометр”, предназначенный для соединения насытителя с внешним манометром (при необходимости);
- разъем “термометр”, предназначенный для соединения образцового низкотемпературного платинового термометра сопротивления с калибратором-измерителем унифицированных сигналов.

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

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

На верхней панели криостата расположены:

- отверстие для установки в криостат насытителя.
- электродвигатель мешалки;
- разъем для соединения криостата с блоком измерений;
- отверстие для заливки теплоносителя.

На боковой поверхности криостата размещены:

- штуцеры “ВХОД 1” и “ВХОД 2”, предназначенные для соединения криостата с УПХ;
- штуцеры “ВЫХОД 1” и “ВЫХОД 2”, предназначенные для соединения с дренажной линией;
- штуцер и кран “СЛИВ”, предназначенные для слива теплоносителя;
- окно для контроля уровня теплоносителя;
- 4 отверстия для крепления осушителя;
- клемма заземления корпуса.

2.3. Блок измерений 5К5.427.105 предназначен для 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;
- блок питания УПХ и преобразователя 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 (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;
- разъем X5 “АИР” для подачи питания в преобразователь давления;
- корпус предохранителя “5 А”;
- клемма заземления;
- радиатор охлаждения диодного моста блока питания.

2.4 Программное обеспечение (далее - ПО) предназначено для установки на персональный компьютер с операционной системой Windows XP. Для установки программ на жесткий диск рекомендуется создать новую папку и скопировать в нее содержимое прилагаемого оптического диска CD-R. 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.

3.2. 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 и персональный компьютер (ПК) 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 Эб.

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. Верхний штуцер осушителя соедините трубкой с штуцером “ВХОД” газового блока, а нижний – с выходным штуцером стабилизатора давления газа.

3.3. Подготовка насытителя

3.3.1. Заполните насытитель дистиллированной водой в следующем порядке:

- снимите заглушки со штуцеров “ЗАЛИВ ВОДЫ” и “СЛИВ ВОДЫ”;
- к штуцеру “ЗАЛИВ ВОДЫ” с помощью гибкого шланга присоедините воронку (в комплект поставки шланг и воронка не входят), на штуцер “СЛИВ ВОДЫ” также наденьте шланг, второй конец которого поместите в стакан;
- налейте в мерный стакан примерно 600 мл воды и вылейте ее через воронку в насытитель;
- снимите шланг со штуцера “ЗАЛИВ ВОДЫ” и наверните на штуцер заглушку;

- закройте дроссели “ДАВЛЕНИЕ” и “РАСХОД” и вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”;
- откройте вентиль баллона, стабилизатором установите давление не более 0,2 МПа;
- плавно откройте дроссель “ДАВЛЕНИЕ”, 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. Включите питание блока измерений. Произведите контроль настройки или настройку терморегулятора в соответствии с руководством пользователя и таблицей 3.1.

Таблица 3.1.

Операция	Номер канала		
	1	2	3
Уставка температуры	Регулируется	Регулирование выключено	
Настройка входов	Тип-термометр сопротивления градуировки 100 П (W100=1,3910)		
Настройка выходов	Управление охладителем с гистерезисом 1°C	Аварийная сигнализация при превышении температуры кипения хладагента не более чем на 10 °C	

3.5. Подготовка криостата

3.5.1. Залейте в криостат теплоноситель через отверстие в крышке газового блока до уровня середины смотрового стекла (примерно 8-8,5 л).

3.5.2. Установите рядом с криостатом сосуды Дьюара с жидким азотом (в комплект поставки не входят), поместите в них УПХ, шланги подачи хладагента соедините со штуцерами “ВХОД 1” и “ВХОД 2” криостата, разъемы УПХ соедините с разъемами “СОСУД 1” и “СОСУД 2” блока измерений соответственно.

Залейте в криостат спирт на 20-25 мм ниже нижней поверхности крышки криостата.

3.6. Подготовка калибратора-измерителя

3.6.1. Извлеките калибратор – измеритель из упаковки, подключите к нему эталонный термопреобразователь. Термопреобразователь вставьте в отверстие в верхней панели криостата. Настройку калибратора – измерителя производите в соответствии с его руководством по эксплуатации для измерений температуры термопреобразователем с градуировкой 50 П.

3.7. Подготовка компьютера

3.7.1. Установите в компьютер программное обеспечение с оптического диска, входящего в комплект принадлежностей.

Соедините измеритель давления и калибратор – измеритель с COM – портами компьютера.

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 “ДАВЛЕНИЕ” и “РАСХОД”;
- соедините штуцер “ГИГРОМЕТР” с входом поверяемого гигрометра;
- откройте вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ” и вентиль баллона с азотом;
- стабилизатором давления газа установите давление, указанное в эксплуатационной документации поверяемого гигрометра (но не более 1 МПа).

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 "TAB" клавиатуры или указателем мыши) кнопку "ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ" и активизируйте 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 осуществляется клавишей "TAB" клавиатуры или наведением указателя и щелчком левой кнопки мыши). Активизируйте кнопку "ВЫЧИСЛИТЬ". Результат расчета индицируется в этом же окне.

4.2.2. при применении генератора без компьютера оцените ОДВ в насытителе $V_n, \text{ млн}^{-1}$, необходимую для получения заданной ОДВ в гигрометре $V, \text{ млн}^{-1}$, 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, обеспечивающую получение рассчитанного значения V_n .

4.2.3. При проведении предварительных расчетов следует иметь в виду, что одинаковые значения В часто можно получить при разных сочетаниях P_n и T_n .

Для ускорения процесса поверки рекомендуется выбирать более высокие давления и температуру.

4.3. Охлаждение насытителя

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

- снимите заглушку со штуцера “ПРОДУВКА” и установите ее на штуцер “ГИГРОМЕТР”;
- закройте дроссель “ДАВЛЕНИЕ”;
- откройте вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”;
- откройте вентиль баллона со сжатым азотом;
- стабилизатором давления газа и дросселем “РАСХОД” установите давление в насытителе не более 0,2 МПа;
- для прекращения продувки закройте вентиль баллона со сжатым азотом.

4.3.2. Для охлаждения насытителя до необходимой температуры задайте ее значение на первом канале терморегулятора и включите тумблер «ОХЛАЖДЕНИЕ». Рекомендуется для ускорения охлаждения включать режим «ФОРСАЖ» и отключать его при достижении заданной температуры.

Во время работы следите за состоянием светодиодов «СОСУД 1» и «СОСУД 2». Цвет свечения светодиодов указан в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

УПХ подключен 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	не светится
1 и 2	1	2	включен	отключен	желтый	желтый
	есть	есть			зеленый	не светится
	есть	есть			красный	зеленый
	нет	есть			зеленый	красный
	есть	нет			не светится	не светится

4.4. Подача газа с заданной ОДВ

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

- снимите заглушку со штуцера “ГИГРОМЕТР” и установите ее на штуцер “ПРОДУВКА”;
- штуцер “ГИГРОМЕТР” соедините с входом поверяемого гигрометра;
- закройте вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”;
- откройте вентиль баллона со сжатым азотом;
- установите стабилизатором давления газа, дросселями “давление” и “расход” давление насытителе и расход влажного газа через гигрометр.

4.5. Расчет воспроизводимой ОДВ

4.5.1. При применении программного обеспечения после установления показаний поверяемого гигрометра для расчета ОДВ в окне основного меню активизируйте кнопку “РАСЧЕТ ОДВ”. Введите в соответствующие поля ввода открывшегося окна значения указанных параметров и активизируйте кнопку “ВЫЧИСЛИТЬ”. Значение воспроизводимой ОДВ и относительная погрешность воспроизведения индицируются в этом же окне.

При поверке гигрометров, показывающих температуру точки росы, в окне основного меню выберите и активизируйте кнопку “РАСЧЕТ ТОЧКИ РОСЫ”, введите в поле ввода значение ОДВ и активизируйте кнопку “ВЫЧИСЛИТЬ”. При необходимости в этом же окне можно также вычислить температуру точки росы для ОДВ газа.

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.

5.2. Порядок технического обслуживания

5.2.1. При работе с генератором следите за уровнем теплоносителя в криостате. Если уровень теплоносителя опустится ниже, чем на 25 мм от крышки термостата, то долейте до необходимого уровня.

5.2.2. Ежемесячно производите заполнение водой насытителя в порядке, изложенном в пункте 3.2.4.

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;
- промойте водой патрон, гайки и сетки и просушите их в сушильном шкафу в течение часа при температуре от плюс 90 до плюс 100 °С;
- цеолит прокалите в сушильном шкафу в течение двух часов при температуре от 300 до 400 °С;
- оберните сетку неиспользованной тканью Петрянова (фильтрующий материал, применяемый, например, в респираторах ЛЕПЕСТОК) и уложите вогнутой стороной на дно осушителя;
- цеолит, остывший до температуры плюс 80-90 °С, засыпьте поверх сетки слоем 25-30 мм;
- поверх цеолита насыпьте слой сухой пятиокиси фосфора толщиной около 10 мм, затем уложите слой стекловолокна толщиной около 20 мм;
- заполните осушитель чередующимися слоями сухой пятиокиси фосфора и стекловолокна, причем последний слой должен быть из стекловолокна;
- соберите осушитель, проверьте его герметичность при избыточном давлении 1 МПа, подсоедините к газовому тракту генератора и установите на место.

5.2.4. Ежегодно производите замену фильтра и промывку насытителя в следующем порядке:

- отсоедините насытитель от газового тракта генератора и от крышки криостата;

- разберите насытитель и промойте детали последовательно дистиллированной водой и этиловым спиртом. При разборке кладите фланцы штуцерами вниз для предохранения от поломки;
- замените фильтрующий материал на свежий из комплекта запасных частей. Для уменьшения потери давления на фильтре его набивка должна быть возможно слабой;
- соберите насытитель.

Проверьте герметичность насытителя в следующем порядке:

- заглушите центральный штуцер верхнего фланца и боковой штуцер нижнего;
- присоедините к боковому штуцеру верхнего фланца манометр с верхним пределом измерений не менее 1,5 МПа, а к центральному штуцеру нижнего фланца – баллон со сжатым воздухом через редуктор и кран-отсекатель;
- поместите насытитель в емкость с водой, и установите давление от 1 до 1,5 МПа. Появление пузырьков газа указывает место негерметичности, отсутствие пузырьков в течение 10-15 мин говорит о герметичности насытителя;
- извлеките насытитель из воды, снимите заглушки и установите его на место.

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.
Не поступает хлад-агент в криостат.	Залип клапан УПХ.	Простучать по корпусу УПХ.
Отсутствует или мал расход влажного газа, 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.

7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

7.1. Транспортирование генератора должно осуществляться в крытом транспорте или в герметизированных отсеках самолетов.

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.

7.2. Генератор должен храниться в отопляемых 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 мес 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 и направляется изготовителю.

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:

665821, Иркутская обл., г. Ангарск, а/я 423, ООО «Ангарское-ОКБА»

Email: mail@okba.ru

Сайт: www.okba.ru

Контактные телефоны:

службы технической поддержки (3955) 50-77-85 или 50-77-33

службы маркетинга и рекламы (3955) 50-77-58 или 50-77-37

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 "Ангарское-ОКБА" согласно требованиям, предусмотренным в технических условиях ТУ 4215-043-71803530-2007 и комплекте документации 5К1.550.153.

« _____ » _____ 20__ г.

дата

подпись

расшифровка подписи

11. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

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

Главный метролог _____

подпись

расшифровка подписи

Начальник ОТК _____

подпись

расшифровка подписи

М.П.

« _____ » _____ 20__ г.

12. СВЕДЕНИЯ О ПОВЕРКЕ (КАЛИБРОВКЕ)

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

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.

Значения B_H в миллионных долях

Таблица А.1.

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	0,0207	0,0203	0,0199	0,0195	0,0191	0,0187	0,0184	0,0180	0,0176	0,0173
-97	0,0203	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	0,0326	0,0320	0,0313
-94	0,0452	0,4430	0,0435	0,0427	0,0419	0,0411	0,0403	0,0395	0,0388	0,0380
-93	0,0546	0,0536	0,0526	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	0,0937	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

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
-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 А.1.

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 А.1.

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 А.1.

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 А.1.

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	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

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
-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	3061	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
-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

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
+4	8027	8085	8143	8201	8259	8318	8376	8434	8492	8550
+5	8609	8671,3	8733,4	8795,5	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	10809	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	11402	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

Значения Z при давлении P, МПа

Таблица А.2.

Температура, °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	0,93156	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

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-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
-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	0,95344	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

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-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	0,95864	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
-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

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-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
-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	0,96554	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

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-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	0,98445	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	0,97303	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

