

Утверждено
5K1.550.153 РЭ-ЛУ
ГОСРЕЕСТР № 40135-08

ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ РОДНИК-6

**Руководство по эксплуатации
5K1.550.153 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	16
3.6	Подготовка термометра ТЦЭ	16
3.7	Подготовка компьютера	17
4	Применение генератора по назначению	17
4.1	Подача осушенного газа	17
4.2	Предварительный расчет давления и температуры в насытителе	17
4.3	Охлаждение насытителя	18
4.4	Подача газа с заданной ОДВ	19
4.5	Расчет воспроизводимой ОДВ	19
5	Техническое обслуживание	20
5.1	Меры безопасности	20
5.2	Порядок технического обслуживания	20
6	Текущий ремонт генератора	22
7	Транспортирование и хранение	25
8	Гарантии изготовителя и порядок предъявления рекламаций	25
9	Консервация	26
10	Свидетельство об упаковывании	27
11	Свидетельство о приемке	27
12	Сведения о поверке	27
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Таблицы	29

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 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- 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 $^\circ\text{C}$, абсолютном давлении в насытителе от 0,1 до 1 МПа и расходе ПГС от 0,2 до 2 $\text{дм}^3/\text{мин}$.

1.2.2 Относительная погрешность воспроизведения ОДВ не более $\pm 1,5$ % при абсолютной погрешности измерений температуры не более $\pm 0,05$ $^\circ\text{C}$ 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 насытителя 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 ВП1-1 5А АГ0.481.303ТУ	1 шт.	
-	Вставка плавкая ВП1-1 2А АГ0.481.303ТУ	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.	
5K6.452.295-28	Трубка 0,65 м	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.	
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
5K5.886.122	Осушитель	1 шт.	
5K6.150.128	Подставка	1 шт.	
5K6.433.036	Гайка-заглушка	4 шт.	
5K6.453.124	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.	

Примечания

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.

2 Предохранительный клапан соединителя 5K6.453.124 из комплекта принадлежностей настроен на срабатывание (открывание) при избыточном давлении в сосуде со сжиженным газом 70 кПа (0,7 кгс/см²)

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 5K1.550.153 Э6, а газовая схема – на чертеже 5K1.550.153ХЗ.

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 810х760х410 мм и 50 кг;
- ящик № 2 – не более 810х610х240 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);
- разъем «ТЕРМОМЕТР», предназначенный для соединения платинового термометра ПТСВ с цифровым термометром ТЦЭ.

2.2 Криостат 5K5.868.072 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 5K5.427.105 предназначен для задания температуры термостатирования криостата и управления работой УПХ.

Электрическая схема блока измерений изображена на чертеже 5K5.427.105 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				
	есть			включен	желтый	желтый
	есть			отключен	зеленый или красный	красный или зеленый
					не светится	зеленый
					зеленый	не светится
					не светится	не светится
					нет	

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 В, млн⁻¹, рассчитывайте по формуле:

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

где B_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 насытителем 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 5K5.150.173 в следующей последовательности:

Извлечь блок газовый из криостата 5K5.868.072 и установить его на подставку 5K6.150.128.

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 5K8.035.292, 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°C, 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.

Таблица 6.2

[illegible]

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 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт и предъявления изготовителю претензий о качестве товара:

- при обнаружении механических повреждений генератора;
- при проведении самостоятельного ремонта генератора;
- при внесении изменений в конструкцию генератора.

8.6 Послегарантийный ремонт генератора производится потребителем или изготовителем по отдельному договору.

8.7 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

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ТАБЛИЦЫ

А.1 Пояснение к таблицам

А.1.1 В таблице А.1 приведены значения температуры T через $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а значения давления – через $0,1\text{ МПа}$. 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

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, °C	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, °C	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	989,0	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, °C	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	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

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

Температура, $t, ^\circ\text{C}$	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	0,94422
-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 Р, 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

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]