

**АО БСКБ «Нефтехимавтоматика»**

**Аппарат для определения температуры растрескивания  
нефтяных битумных вяжущих (АВСД) ТРВ-20**

*ЛинтеЛ*<sup>®</sup> ТРВ-20

**Руководство по эксплуатации  
АИФ 2.772.031 РЭ**



## **АО БСКБ «Нефтехимавтоматика»**

### **Современные аппараты для контроля качества нефтепродуктов**

Благодарим Вас за приобретение и использование *ЛинтеА*® TPВ-20 – аппарата для определения температуры растрескивания нефтяных битумных вяжущих.

АО БСКБ «Нефтехимавтоматика» с 1959 г. производит и поставляет аппараты для контроля качества нефтепродуктов в лаборатории заводов, аэропортов, предприятий топливно-энергетического комплекса.

Наши аппараты реализуют СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ, прошли метрологическую аттестацию, включены в МИ 2418-97 «Классификация и применение технических средств испытаний нефтепродуктов» и соответствующие ГОСТы как средства реализации методов контроля качества.

В аппаратах предусмотрены специальные решения, позволяющие реализовывать кроме стандартных методов и методы для выполнения исследований, что особенно важно при разработке новых видов продукции. АО БСКБ «Нефтехимавтоматика» применяет новейшие технологии и компоненты для обеспечения стабильно высокого качества аппаратов, удобства их эксплуатации, с целью сокращения затрат времени на испытания и повышения эффективности Вашей работы.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>2</b>
<b>2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....</b>	<b>2</b>
2.1 Назначение .....	2
2.2 Технические характеристики.....	2
2.3 Устройство и работа .....	3
<b>3 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ .....</b>	<b>5</b>
3.1 Требования к месту установки .....	5
3.2 Внешний осмотр.....	5
3.3 Опробование .....	5
<b>4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Дополнительное оборудование и материалы .....	6
4.2 Эксплуатационные ограничения.....	6
4.3 Подготовка пробы .....	6
4.4 Подготовка аппарата к проведению испытания .....	7
4.5 Просмотр результатов испытаний .....	10
4.6 Завершение работы .....	12
4.7 Перечень возможных неисправностей .....	12
<b>5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....</b>	<b>14</b>
5.1 Дополнительное оборудование и материалы .....	14
5.2 Общие указания и меры безопасности.....	14
5.3 Перечень операций.....	14
5.4 Очистка дисплея, кожухов от загрязнений .....	15
5.5 Очистка разъемов колец и разъемов кабелей .....	15
5.6 Калибровка и проверка датчика температуры климатической камеры .....	15
5.7 Калибровка и проверка колец по температуре.....	18
5.8 Калибровка и проверка компенсации деформации колец по температуре.....	24
5.9 Нормализация чувствительности тензодатчиков .....	27
<b>6 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....</b>	<b>30</b>
6.1 Хранение .....	30
6.2 Транспортирование.....	30

Руководство по эксплуатации (версия №1 от 17.10.2025) содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках аппарата *ЛинтеЛ®* ТРВ-20 и указания, необходимые для его правильной и безопасной эксплуатации.

## 1 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

**ПК** – персональный компьютер.

**Аппарат** – аппарат *ЛинтеЛ®* ТРВ-20.

**Кольцо** – кольцо устройства для растрескивания битумного вяжущего в сборе.

**Форма** – неразъёмное кольцо из силиконовой резины, изготовленное согласно требованиям ГОСТ 58400.11.

**Образец** – кольцо битумного вяжущего, залитое в форму с установленным кольцом.

## 2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 2.1 Назначение

2.1.1 Аппарат *ЛинтеЛ®* ТРВ-20 является испытательным оборудованием настольного типа и предназначен для определения температуры растрескивания нефтяных битумных вяжущих в соответствии со стандартом ГОСТ Р 58400.11 «Метод определения температуры растрескивания при помощи устройства ABCD».

### 2.2 Технические характеристики

2.2.1 Эксплуатационные характеристики аппарата указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики

Характеристика	Единица измерения	Значение
Диапазон определения температуры растрескивания	°С	от 0 до -60
Запись температуры с точностью	°С	±0,1
Запись деформации с точностью	µε	±0,1
Продолжительность одного испытания, не более	ч	4
Напряжение сети питания	В	от 187 до 253
Частота сети питания	Гц	от 49 до 51
Потребляемая мощность, не более	кВт	3,5
Температура окружающей среды	°С	от +10 до +35
Относительная влажность при температуре +25°С, не более	%	80

2.2.2 Массогабаритные характеристики аппарата указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Массогабаритные характеристики

Характеристика	Единица измерения	Значение
Масса аппарата, не более	кг	200
Размеры аппарата (ширина x высота x глубина)	мм	1020x950x660
Масса аппарата в упаковке, не более	кг	230
Размеры аппарата в упаковке (длина x ширина x высота)	мм	1150x1150x800

2.2.3 Метрологические характеристики аппарата указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Характеристика	Единица измерения	Значение
Погрешность измерения температуры колец	°С	±0,25
Скорость охлаждения с +20°С до 0°С	°С/ч	40±0,5
Скорость охлаждения с 0°С до -60°С	°С/ч	20±0,5

## 2.3 Устройство и работа

### 2.3.1 Общий вид

Общий вид аппарата представлен на рисунке 1.

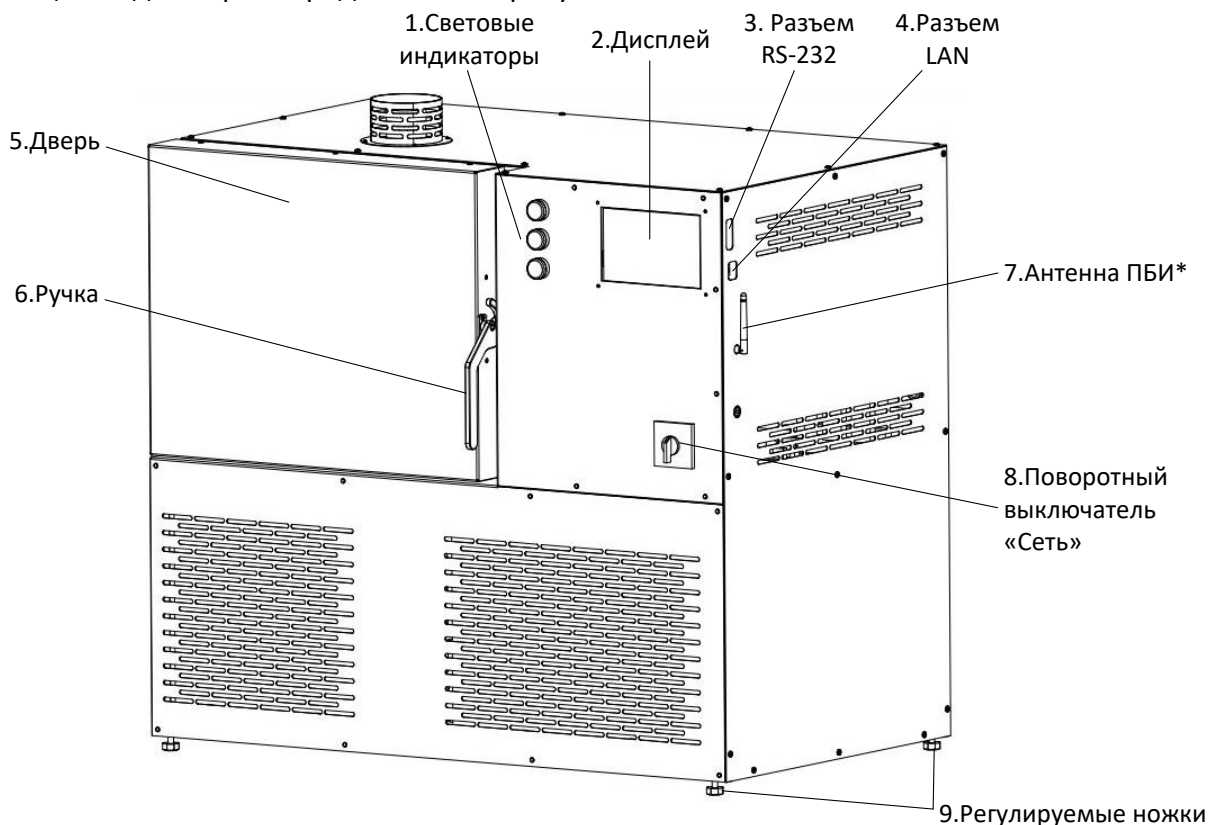


Рисунок 1 – Общий вид аппарата спереди

Аппарат выполнен в моноблочном исполнении. На лицевой части (см. рис. 1) аппарата расположены: световые индикаторы (поз. 1) «Питание», «Режим» и «Авария»; дисплей (поз. 2), предназначенный для реализации интерфейса с пользователем; поворотный выключатель «Сеть» (поз. 8), коммутирующий подачу сетевого питания в аппарат. Дверь (поз. 5) камеры открывается при помощи ручки (поз. 6).

На боковой стенке аппарата расположены разъем RS-232 (поз. 3), разъем LAN (Ethernet) (поз. 4) и разъем для подключения антенны ПБИ<sup>1</sup> (поз. 7).

Кабель питания с евровилкой выходит через кабельный ввод (см. рисунок 2).

Клемма «Земля» (поз. 4) служит для подключения аппарата к дополнительному контуру заземления (аппарат должен заземляться через эту клемму независимо от наличия заземления в розетке).

<sup>1</sup> Поставляется по отдельному заказу

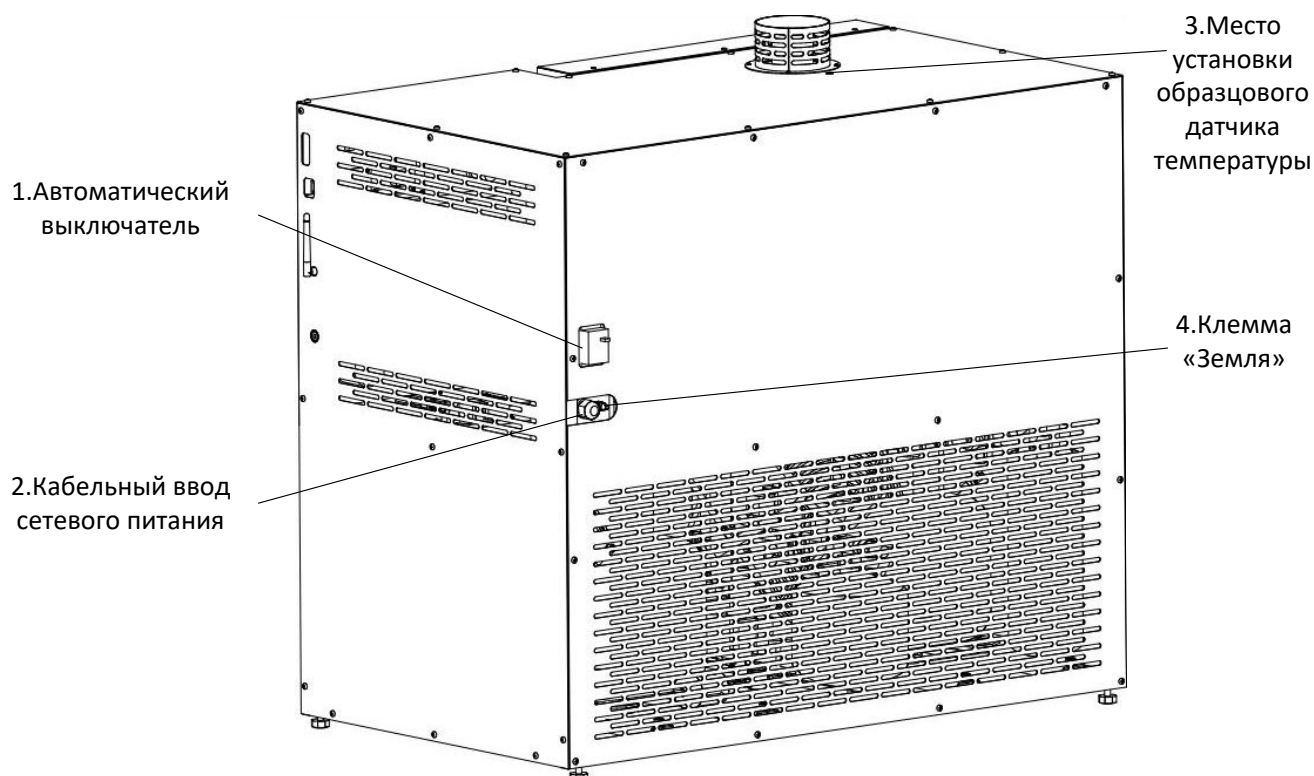


Рисунок 2 – Общий вид аппарата сзади

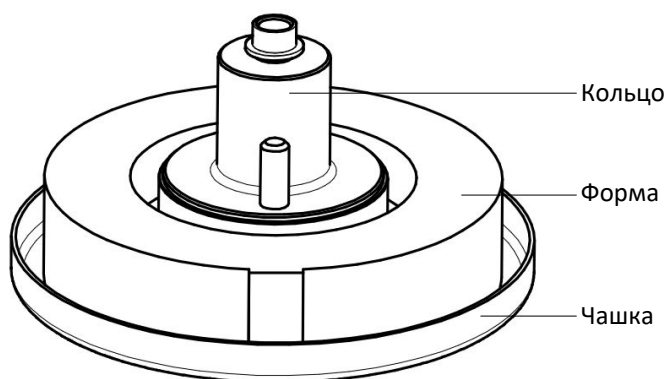


Рисунок 3 – Кольцо в форме на чашке

Кольцо в форме на чашке (см. рисунок 3) размещаются в климатической камере и подключаются к кабелям от измерительного блока (см. рисунок 4).

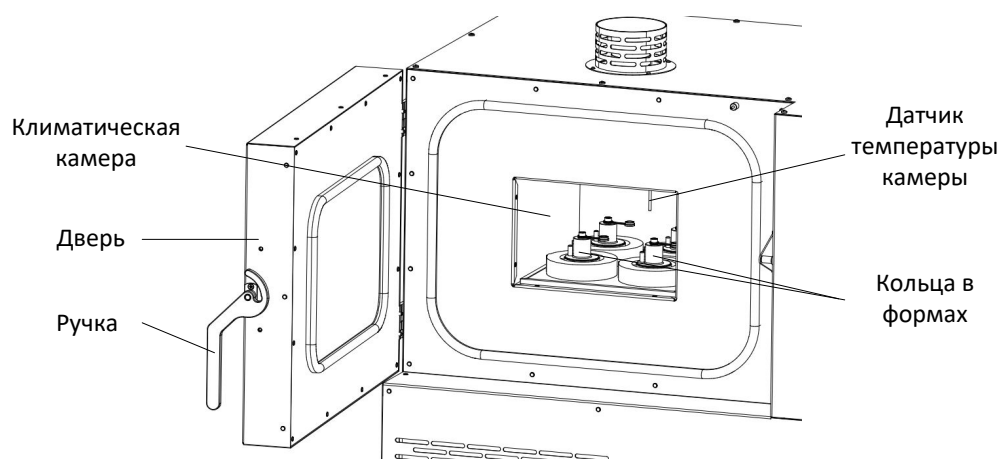


Рисунок 4 – Климатическая камера

### 3 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

#### **ВНИМАНИЕ**

После внесения в отапливаемое помещение из зоны с температурой ниже 10°C, выдержать аппарат в упаковке не менее 4 ч.

#### 3.1 Требования к месту установки

3.1.1 Конструкция аппарата предполагает настольную установку.

3.1.2 Место установки должно удовлетворять следующим требованиям:

- 1) должно быть исключено воздействие тряски, ударов, вибраций, влияющих на нормальную работу аппарата;
- 2) необходимо обеспечить расстояние не менее 0,3 метра до окружающих предметов (других устройств, стен и т.п.) с трёх сторон и 1 метра со стороны двери камеры (см. рисунок 1 поз. 5).
- 3) поверхность установки должна быть ровной и горизонтальной

3.1.3 Требуется подключение аппарата только к евророзетке с заземлением. Дополнительно необходимо подключить клемму «Земля» аппарата к контуру заземления. Расстояние от аппарата до точки заземления и сетевой розетки не должно превышать 3м.

#### 3.2 Внешний осмотр

3.2.1 Перед началом эксплуатации аппарата:

- освободить аппарат от упаковки;
- проверить комплектности поставки;
- выполнить внешний осмотр аппарата на наличие повреждений;
- проверить наличие сопроводительной документации.

3.2.2 На все дефекты составляется соответствующий акт.

#### 3.3 Опробование

3.3.1 Подключить аппарат к сети ~230 В.

3.3.2 Подключить шпильку заземления (крепление на резьбу М6) к контуру заземления (см. рисунок 2 поз.4).

3.3.3 Включить аппарат поворотным выключателем «Сеть» (см. рисунок 1). Аппарат отобразит заставку (см. рисунок 5), затем спустя приблизительно 15 сек, перейдет в режим «Ожидание» (см. рисунок 6).



АО БАШКИРСКОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

**НЕФТЕХИМАВТОМАТИКА**

*ЛинтеЛ*<sup>®</sup> ТРВ-20

Аппарат автоматический для  
определения температуры растрескивания  
при помощи устройства ABCD



Телефон: (347) 284-28-32  
E-mail: [info@bashnxa.ru](mailto:info@bashnxa.ru)  
Сайт: <http://www.bashnxa.ru>  
Адрес: 450075, г.Уфа,  
проспект Октября, д.149

1.00.00

Рисунок 5 – Режим загрузки

Ожидание		02.07.2025 11:14	
Камера:		T = 0.0°C	V = -°C/ч
Датчик	Температура, °C	Деформация, мкм/м	Tabcd, °C
1	-5.9	-5.4	-
2	-5.6	-6.5	-
3	-5.7	-7.5	-
4	-5.8	-8.5	-
Метод испытания:		ГОСТ Р 58400.11	
Проба:		Битум	
Пользователь:		Иванов	
<input type="button" value="Меню"/>		<input type="button" value="Результаты"/>	
<input type="button" value="Обнулить"/>		<input type="button" value="Испытание"/>	

Рисунок 6 – Режим «Ожидание»

3.3.4 Запустить испытание согласно п. 4.4.10-4.4.16 без заливки образца в форму с кольцами.

3.3.5 При температуре внутри климатической камеры равной 10°C завершить испытание.

#### 4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

##### 4.1 Дополнительное оборудование и материалы

Дополнительное оборудование и материалы для работы аппарата указано в таблице 4 и 5.

Таблица 4 – Дополнительное оборудование и материалы

Оборудование	Назначение
Шкаф сушильный	Подготовка образцов
Состав разделительный <sup>1</sup>	Предотвращение приклеивания образца к кольцу
Весы	Определение массы образцов при заливке
Салфетка хлопчато-бумажная	Очистка форм, колец, колец для заливки от битума
Нефрас С2-80/120, С3-80/120 ТУ 38.401-67-108-92; нефрас С 5/170 ГОСТ 8505-80; техническое моющее средство ТМС ЛН ТУ 2383-001-56478541-01; бензин прямой перегонки без присадок	Очистка колец, колец для заливки от битума
Деревянная палочка сглаженная, без дефектов	Очистка форм от битума

##### 4.2 Эксплуатационные ограничения

- 1) запрещается эксплуатация аппарата после попадания жидкостей или посторонних предметов внутрь аппарата до их извлечения;
- 2) во время работы аппарат должен быть заземлён подключением к клемме заземления. В качестве шины заземления использовать контур заземления;
- 3) при работе с аппаратом обслуживающий персонал должен выполнять правила техники безопасности при работе с электрическими установками с напряжением до 1000 В;
- 4) при работе с аппаратом обслуживающий персонал должен выполнять правила техники безопасности при работе с горячими материалами проб, а также охлажденными до низкой температуры, во избежание ожога (температура испытуемых материалов может находиться в интервале от -70°C до +200°C);
- 5) во избежание поражения электрическим током, работы, связанные с обслуживанием аппарата, проводить только при отключённом питании.

##### 4.3 Подготовка пробы

Подготовка пробы производится согласно п. 8.3 «Подготовка образцов» ГОСТ Р 58400.11.

<sup>1</sup> Помимо рекомендованных в стандарте ГОСТ 58400.11-2019 допускается использовать смазки, например, при испытаниях до -40°C силиконовую смазку Molykote 111 Compound, до -50°C силиконовую смазку SILICOT или другие.

#### 4.4 Подготовка аппарата к проведению испытания

4.4.1 Перед началом работы тщательно протереть формы хлопчато-бумажной салфеткой, кольца и заливочные кольца хлопчато-бумажной салфеткой, смоченной в нефрасе. Продуть сжатым воздухом.

4.4.2 Покрывать внешнюю и нижнюю поверхности кольца тонким слоем разделительного состава. Далее установить кольцо в форму так, чтобы оно было заподлицо с ее верхним краем (верхние поверхности кольца и формы должны совпадать по высоте). Индикатор положения тензодатчика на кольце должен находиться напротив метки выступа (см. рис. 7).

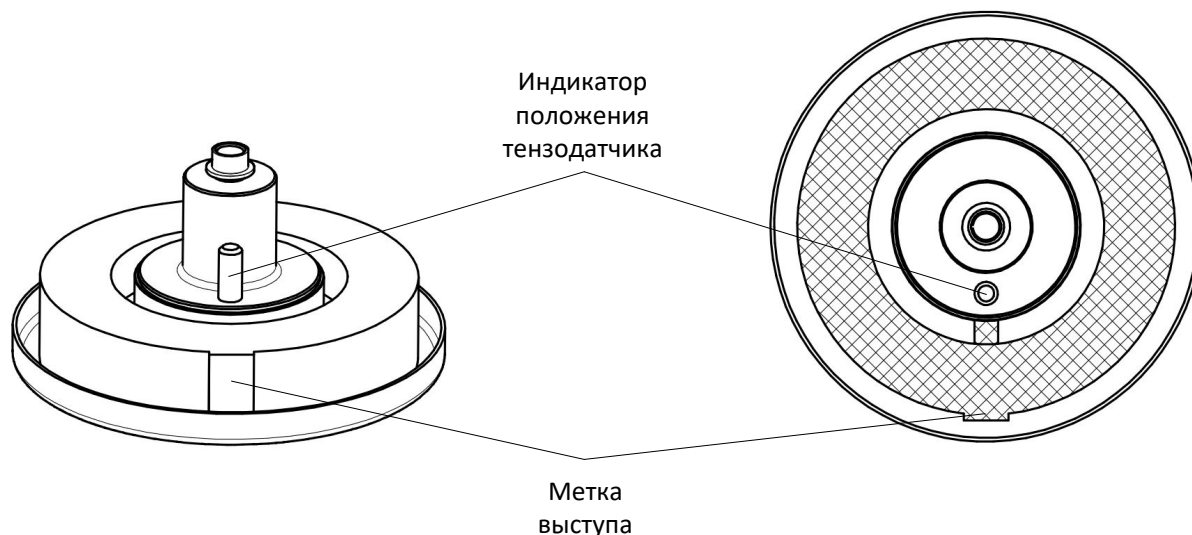


Рисунок 7 – Установка кольца в форму

4.4.3 Установить форму в сборе с кольцом и заливочным кольцом на чашку, а затем в центр поворотного столика (см. рис. 8).

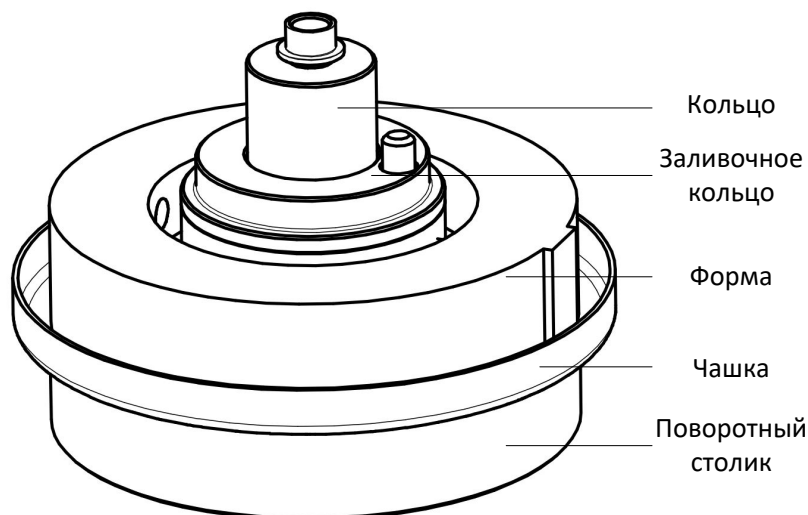


Рисунок 8 – Заливка образца

4.4.4 Записать массу формы в сборе (см. рис. 8) с точностью до 0,1г.

4.4.5 Залить горячее битумное вяжущее в форму в сборе согласно требованиям ГОСТ Р 58400.11.

---

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

*Допускается срезать излишки вяжущего при помощи разогретого ножа.*

---

4.4.6 Измерить и записать массу формы в сборе с образцом.

4.4.7 Снять заливочное кольцо, установить образец в форме, установленной на чашке в климатическую камеру.

4.4.8 Подключить разъёмы на крышке колец к разъёмам на кабелях в климатической камере с соответствующими с номерами.

**ВНИМАНИЕ!**

Так как каждый датчик имеет собственный набор калибровочных коэффициентов, обязательно соблюдение нумерации на кабелях подключения и кольцах!

4.4.9 Включить аппарат.

4.4.10 Нажать кнопку [Обнулить] для обнуления показаний измерителей деформации колец (см. рисунок 6).

4.4.11 Нажать кнопку [Испытание]. Появится окно, как показано на рисунке 9.

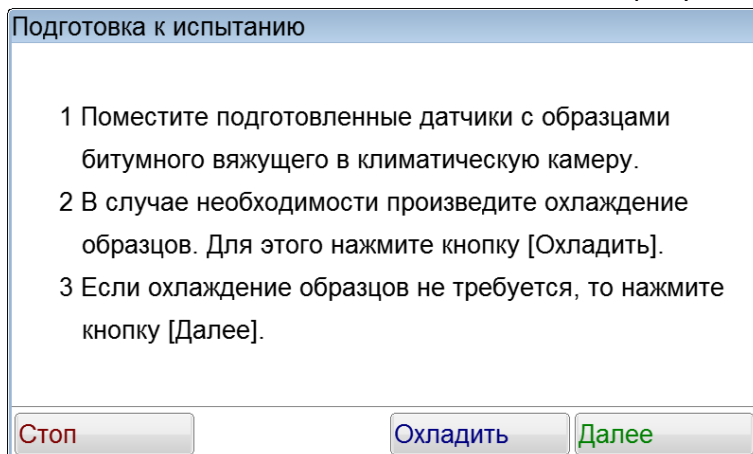


Рисунок 9 – Окно испытания

4.4.12 Нажать кнопку [Охладить], аппарат начнёт стабилизацию температуры камеры в точке 0°C, на экране отобразится:

Предварительное охлаждение образцов до 0°C			
Камера: T = 0.0°C			
Датчик	Температура, °C	Деформация, мкм/м	T <sub>absd</sub> , °C
1	-5.9	-5.4	-
2	-5.6	-6.5	-
3	-5.7	-7.5	-
4	-5.8	-8.5	-
Метод испытания:		ГОСТ Р 58400.11	
Проба:		Битум	
Пользователь:		Иванов	
Стоп		Далее	

Рисунок 10 – Предварительное охлаждение образцов до 0°C

**ПРИМЕЧАНИЕ**

1. Если образцы предварительно охлаждали в другой климатической камере, то пропустить п.4.4.12-4.4.14 и нажать кнопку [Далее].

2. При испытаниях битумного вяжущего, состаренного согласно ГОСТ 58400.5 охлаждать образец до 0°C не обязательно.

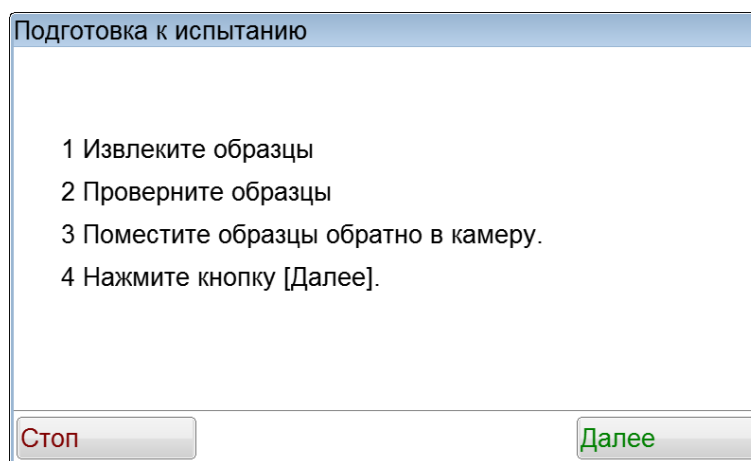


Рисунок 11 – Подготовка к испытанию

- 4.4.13 Отключить разъемы, извлечь образцы в кольцах из климатической камеры и установить на устройство проворота. Затем, держа устройство одной рукой, следует взяться за ручку и повернуть до упора сначала в одну сторону, затем в обратном направлении, чтобы разрушить соединение между кольцом и образцом битумного вяжущего.
- 4.4.14 Разместить в климатической камере образцы в форме на чашках, подключить кольца к кабелям посредством разъемов соблюдая нумерацию, нажать кнопку [Далее].
- 4.4.15 Аппарат начнет нагрев климатической камеры до 20°C (см. рисунок 12).



Рисунок 12 – Выход на режим 20°C

- 4.4.16 После стабилизации температуры камеры в точке 20° аппарат начнет охлаждение со скоростью 40°C/ч до температуры 0°C. Затем от 0°C до минус 60°C скорость понижения температуры станет 20°C/ч (см. рисунок 13).



Рисунок 13 – Испытание - охлаждение камеры

- 4.4.17 При достижении температуры камеры 0°C появится кнопка [График деформации] для просмотра текущих параметров испытания.

4.4.18 При нажатии на кнопку [График деформации] откроется окно, как показано на рисунке 14.

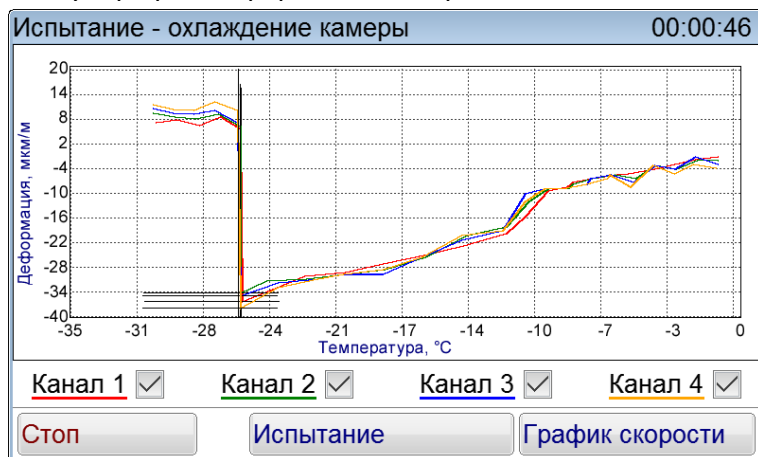


Рисунок 14 – Испытание - охлаждение камеры – график деформации

4.4.19 В процессе испытания показания температуры и деформации выводятся на экран в режиме реального времени.

4.4.20 О растрескивании испытуемого образца свидетельствует скачок деформации на графике зависимости деформации от температуры (см. рисунок 14), Через 12 минут на экране «Испытание – охлаждение камеры» (см. рисунок 13) в столбце «Tabcd, °C» появится значение в строке напротив номера кольца.

4.4.21 При нажатии на кнопку [График скорости] откроется окно, как показано на рисунке 15.



Рисунок 15 – Испытание - охлаждение камеры – график скорости

4.4.22 Испытание завершается автоматически после стабилизации температуры в точке 20°C в течение 30 минут после растрескивания всех четырех образцов.

4.4.23 После завершения испытания необходимо извлечь образцы из климатической камеры, осмотреть и найти место растрескивания образца. Далее следует извлечь образец из формы и осмотреть его на наличие дефектов: неровностей геометрической формы, холодных швов или пузырьков воздуха в образце. Отметить наблюдения в протоколе испытания.

4.4.24 Во избежание скопления конденсата, климатическую камеру необходимо перевести в режим нагрева. Для этого необходимо:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем войти в «Тест оборудования».
- 2) Нажать кнопку [Термостатирование] и задать температуру 50°C.
- 3) Выдержать не менее 30 минут.

4.5 Просмотр результатов испытаний

4.5.1 При нажатии на кнопку [Результаты] в режиме «Ожидание» (см. рисунок 6) появится окно с результатами всех проведенных испытаний (см. рисунок 16).

Журнал результатов						
№	Проба	датчики	Тр, °С	ε, мкм/м	σ, МПа	Завершено
1	Битум	1,2,3,4	-28.5	103.1	16.21	25.06.2025 11:05
2	Битум	1,2,3,4	-28.5	103.1	16.21	25.06.2025 11:05
3	Битум	1,2,3,4	-28.5	103.1	16.21	02.07.2025 09:12
4	Битум	1,2,3,4	-17.1	30.1	4.73	02.07.2025 11:19

Просмотр Закреть

Рисунок 16 – Результаты испытаний

4.5.2 Для детального просмотра результата, условий испытания и графика необходимо нажать на номер результата и нажать кнопку **[Просмотр]**. Откроется окно просмотра результата (см. рисунок 17).

Результат испытания №4	
Показатель	Значение
Метод испытания	Пользовательский 1
Проба	Битум
Дата окончания	02.07.2025 11:19
Скорость от 20°C до 0°C, °С/ч	40
Скорость от 0°C до -60°C, °С/ч	20
Температура растрескивания, °С	-17.1
Скачок деформации, мкм/м	30.1
Напряжение разрушения, МПа	4.7
Пользователь	Иванов

Рез-ты определений ← → Закреть

Рисунок 17 – Просмотр результата

4.5.3 Для просмотра результатов определений каждого кольца нажать кнопку **[Рез-ты определений]** (см. рисунок 18).

Результат испытания №4			
Наименование	Температура растрескивания, °С	Скачок деформации, мкм/м	Напряжение разрушения, МПа
Датчик 1 <input checked="" type="checkbox"/>	-17.1	31.6	4.96
Датчик 2 <input checked="" type="checkbox"/>	-17.1	28.9	4.54
Датчик 3 <input checked="" type="checkbox"/>	-17.2	29.0	4.55
Датчик 4 <input checked="" type="checkbox"/>	-17.2	31.0	4.88
Макс. разница	0.1	2.7	0.43
Среднее знач.	-17.1	30.1	4.73

График деформации ← → Закреть

Рисунок 18 – Просмотр результатов определений

4.5.4 Для просмотра графика деформации нажать кнопку **[График деформации]** (см. рисунок 19).



Рисунок 19 – Просмотр графика деформации

Для просмотра кадого графика индивидуально нажать на галочку напротив кадого датчика, оставив одну галочку напротив необходимого кольца.

4.5.5 Для просмотра графика скорости нажать кнопку **[График скорости]** (см. рисунок 19).

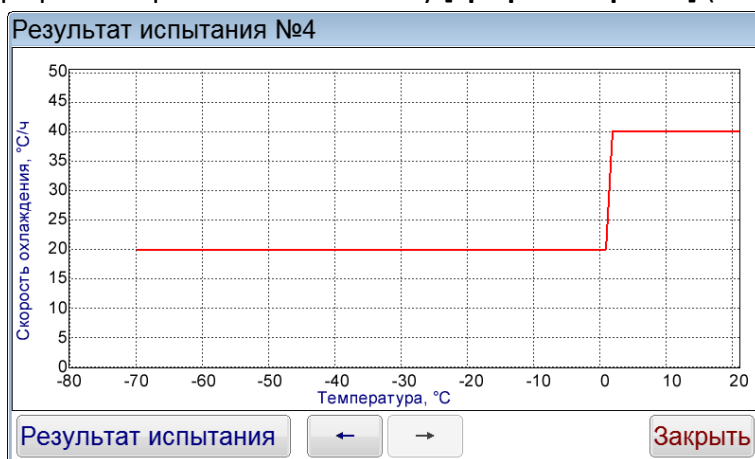


Рисунок 20 – Просмотр графика скорости

4.5.6 Для просмотра результата испытания нажать кнопку **[Результат испытания]** (см. рисунок 17).

#### 4.6 Завершение работы

4.6.1 Для завершения работы, выключить аппарат тумблером «Сеть».

#### 4.7 Перечень возможных неисправностей

##### 4.7.1 Сообщения о критических ошибках

В таблице 4 приведены сообщения, появляющиеся при неисправности электронных или механических узлов. В случае появления на дисплее аппарата нижеприведённых сообщений, испытание автоматически останавливается. При повторном появлении сообщения рекомендуется обратиться в службу технической поддержки (контактная информация указана в АИФ 2.772.031 ПС).

Таблица 4 – Перечень критических ошибок

№ п/п	Ошибка	Описание
1	Плата датчиков перезагрузилась	Плата датчиков перезагрузилась из-за сбоя. Проблемы с сетью питания.
2	Нет связи с платой датчиков	Плата датчиков не отвечает на запросы. Возможна проблема со связью.
3	Плата управления перезагрузилась	Плата управления перезагрузилась из-за сбоя. Проблемы с сетью питания.
4	Нет связи с платой управления	Плата управления не отвечает на запросы. Возможна проблема со связью.
5	Ошибка датчика температуры камеры	Сопротивление датчика температуры камеры за пределами 450...2000 Ом

№ п/п	Ошибка	Описание
6	Ошибка ДТ комнатной температуры	Температура датчика комнатной температуры за пределами 5...40°C или датчик не отвечает на запросы
7	Ошибка двигателя	Двигатель вентилятора камеры работает некорректно.
8	Первый контур: давление всасывания не уменьшается длительное время	Давление всасывания не уменьшается длительное время
9	Первый контур: давление нагнетания выше максимально заданного	Давление нагнетания в первом контуре выше максимально заданного
10	Второй контур: давление нагнетания выше максимально заданного	Давление нагнетания во втором контуре выше максимально заданного
11	Ошибка термостата	Не сработал термостат
12	АЦП1: ошибка I2C.	АЦП1 термодатчика не отвечает на запросы
13	АЦП1: Показания датчика температуры 1 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП1 (канал1) за пределами 450...2000 Ом
14	АЦП1: Показания датчика температуры 2 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП1 (канал2) за пределами 450...2000 Ом
15	АЦП2: ошибка I2C	АЦП2 термодатчика не отвечает на запросы
16	АЦП2: Показания датчика температуры 1 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП2 (канал1) за пределами 450...2000 Ом
17	АЦП2: Показания датчика температуры 2 вне диапазона	Сопротивление датчика температуры АЦП2 (канал2) за пределами 450...2000 Ом
18	АЦП3: ошибка I2C	АЦП3 тензодатчика не отвечает на запросы
19	АЦП3: Показания тензодатчика 1 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП3 тензодатчика 1 принимает неадекватное значение
20	АЦП3: Показания тензодатчика 2 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП3 тензодатчика 2 принимает неадекватное значение
21	АЦП4: ошибка I2C	АЦП4 тензодатчика не отвечает на запросы
22	АЦП4: Показания тензодатчика 1 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП4 тензодатчика 1 принимает неадекватное значение
23	АЦП4: Показания тензодатчика 2 вне диапазона	Входное напряжение на входе АЦП4 тензодатчика 2 принимает неадекватное значение
24	EEPROM: Ошибка I2C	Нет связи с микросхемой памяти на плате датчиков

№ п/п	Ошибка	Описание
25	EEPROM: Ошибка CRC	Некорректная контрольная сумма в EEPROM на плате датчиков

4.7.2 Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Возможные неисправности и методы их устранения

№ п/п	Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Метод устранения
1	Не включается аппарат	Срабатывание защиты по потребляемому току	Поднять рычаг автоматического выключателя вверх (см. п. 1 рис. 2)
2	Аппарат не выходит на заданную температуру, не соблюдается скорость охлаждения	Перегрев холодильных агрегатов	Проверить соблюдение правил установки (см. п. 3.1)
3	Недопустимый разброс показаний датчиков в кольцах	Датчики не откалиброваны	Провести калибровку

4.7.3 При прочих неисправностях выключить аппарат, выждать не менее 5 минут и снова включить. Если неисправность повторяется, обращайтесь на предприятие-изготовитель (контактная информация указана в паспорте АИФ 2.772.031 ПС).

## 5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 5.1 Дополнительное оборудование и материалы

Перечень материалов и оборудование для технического обслуживания представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень оборудования и материалов

Материал	Назначение
Нефрас	Очистка разъемов колец и разъемов кабелей
Кисточка	
Термопаста	Калибровка колец по температуре
Состав разделительный	Для предотвращения трения кольца контроля деформации и кольца
Спирт этиловый	Очистка дисплея и кожухов аппарата от загрязнений
Салфетка хлопчато-бумажная	
Калибровочное приспособление	Калибровка температуры колец

Перечень дополнительного оборудования для технического обслуживания представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень дополнительного оборудования

Оборудование	Диапазон	Точность	Назначение	Рекомендуемые СИ
Образцовый термометр	-80°С до +200°С	±0,05 °С	Калибровка и проверка датчиков температуры	ЛТА-Н Термометр лабораторный электронный диаметр 4,3мм, длина 250мм

### 5.2 Общие указания и меры безопасности

5.2.1 Требования к квалификации обслуживающего персонала и общие меры безопасности при проведении технического обслуживания приведены в п.4.2 настоящего руководства.

### 5.3 Перечень операций

Перечень операций технического обслуживания представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень операций

Операция	Пункт	Периодичность
Очистка дисплея и кожухов аппарата	5.4	по мере необходимости
Очистка разъемов колец и разъемов кабелей	5.5	по мере необходимости
Калибровка и проверка температуры климатической камеры	5.6	при недопустимом отклонении показаний от образцового измерителя
Калибровка и проверка колец по температуре	5.7	при недопустимом отклонении показаний колец от образцового измерителя
Калибровка и проверка компенсации деформации колец по температуре	5.8	при недопустимом отклонении показаний колец по деформации
Нормализация чувствительности тензодатчиков	5.9	

**ВНИМАНИЕ!**

При замене одного из колец или при недопустимом отклонении показаний колец от образцового измерителя необходимо выполнить все п.5.7-5.9 последовательно.

## 5.4 Очистка дисплея, кожухов от загрязнений

Поверхность дисплея и корпус установки очищать по мере загрязнения салфеткой, смоченной в этиловом спирте.

## 5.5 Очистка разъемов колец и разъемов кабелей

При попадании битумных вяжущих на контакты разъемов колец, промыть нефрасом с использованием кисточки (перечень дополнительных материалов приведён в таблице 6). Затем продуть сжатым воздухом.

## 5.6 Калибровка и проверка датчика температуры климатической камеры

5.6.1 Для калибровки датчика температуры климатической камеры запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].



Рисунок 21 – Окно «Меню»

- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см.рисунок 22).

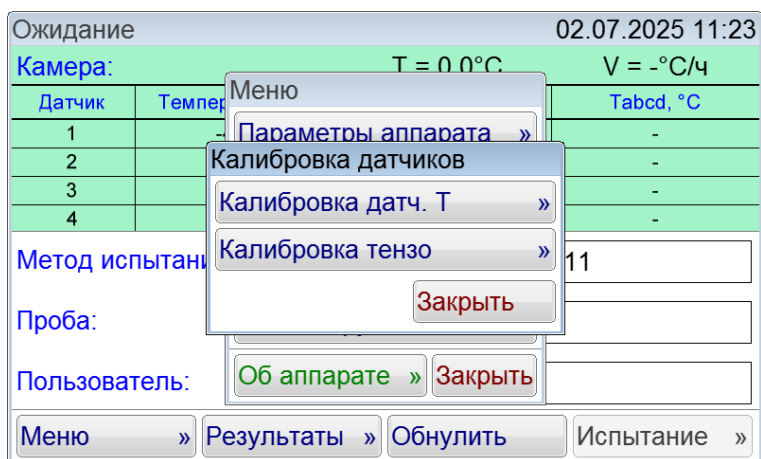


Рисунок 22 – Окно «Калибровка датчиков»

3) Нажать кнопку [Калибровка датч.Т]. Откроется окно (см.рисунок 23)

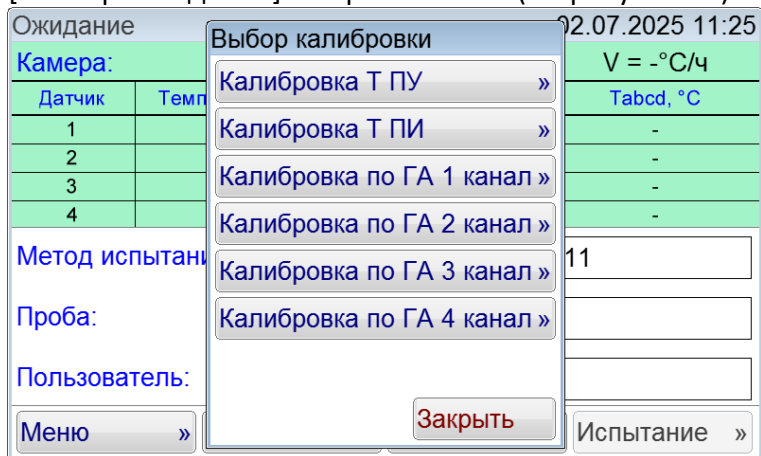


Рисунок 23 – Окно «Выбор калибровки»

4) Нажать кнопку [Калибровка Т ПУ]. Откроется окно (см.рисунок 24).

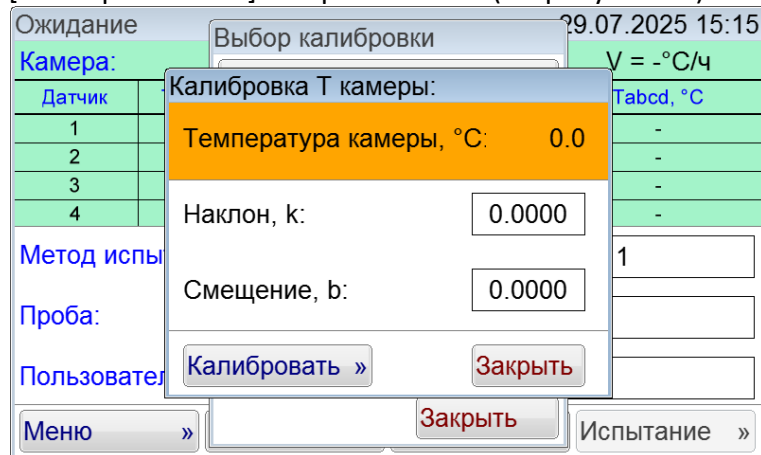


Рисунок 24 – Окно «Калибровка Т камеры»

5) Нажать кнопку [Калибровать].

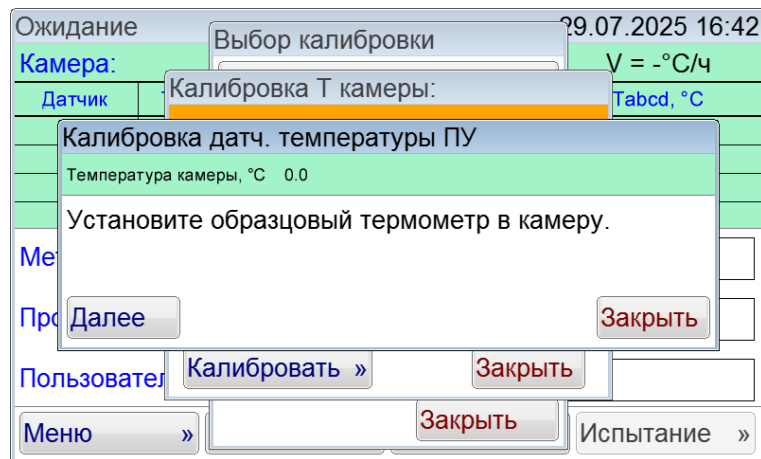


Рисунок 25 – Калибровка датчика температуры климатической камеры

- 6) Установить образцовый измеритель температуры в отверстие в кожухе на крышке аппарата за вентилятором (см. рисунок 2) на один уровень с датчиком температуры климатической камеры.
- 7) Нажать кнопку [Далее].
- 8) Затем следуйте инструкции на экране. Калибровка производится в диапазоне температур от плюс 30°C до минус 60°C. При достижении температуры точки калибровки на экране появится окно с вводом значения с образцового измерителя температуры, затем нажать кнопку [Далее].
- 9) При завершении калибровки аппарат выдаст сообщение: «Калибровка завершена».

#### 5.6.2 Проверка датчика температуры климатической камеры

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Тест оборудования]. Откроется окно, как показано на рисунке 26.

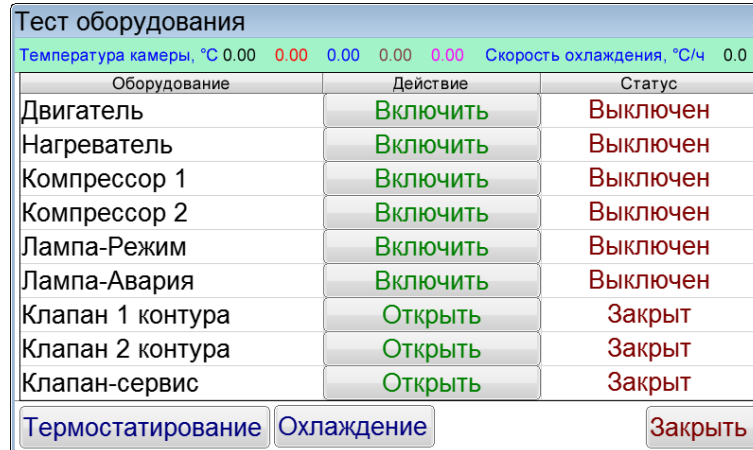


Рисунок 26 – Окно «Тест оборудования»

- 2) Нажать кнопку [Термостатирование]. Откроется окно для ввода значения температуры.

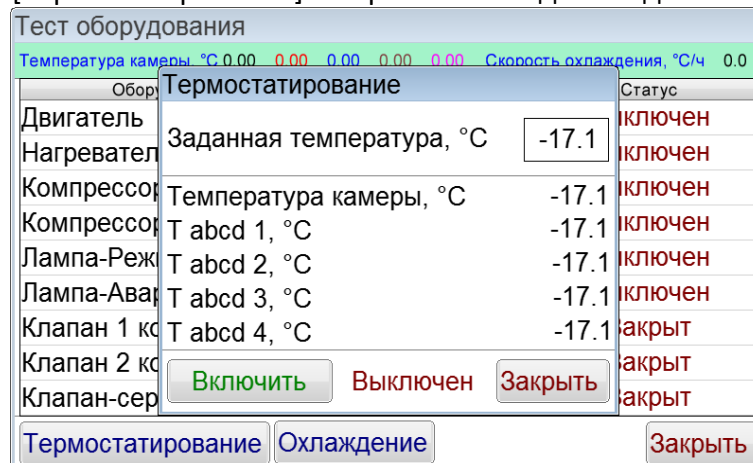


Рисунок 27 – Окно «Термостатирование»

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Для ускорения операций рекомендуется проверку температуры начинать с отрицательных значений, а затем повышать температуру. Например, сначала задать значение минус 60°C, затем минус 50°C, минус 40°C и т.д.

5.6.3 Задать значение минус 60°C и нажать кнопку [Включить]. После стабилизации показаний температуры камеры начнется отсчет времени. Через 30 минут после начала стабилизации записать значения образцового измерителя температуры и показания температуры камеры в таблицу 9.

Таблица 9 – Проверка датчика температуры климатической камеры

Температура в климатической камере	Обозначение	Температура, °C								
		+20°C	+10°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C	-40°C	-50°C	-60°C
Образцовый термометр	$T_{обр}$									
Температура камеры	$T_k$									
Отклонение от образцового значения	$\Delta T$									
Максимальное отклонение	$\Delta T_{max}$									
Допустимое отклонение		0,25								

5.6.4 Аналогично п. 5.6.3 выполнить проверку по температуре для следующих значений: минус 50°C, минус 40°C, минус 30°C, минус 20°C, минус 10°C, 0°C, плюс 10°C, плюс 20°C.

5.6.5 Максимальное отклонение температуры климатической камеры от образцового значения не должно превышать  $(0,25+\alpha)$ °C, где  $\alpha$  – погрешность образцового измерителя температуры.

5.6.6 Если максимальное отклонение превышает заявленное значение необходимо выполнить калибровку датчика температуры климатической камеры согласно п. 5.6.1 и снова выполнить проверку.

5.7 Калибровка и проверка колец по температуре

5.7.1 При калибровке колец по температуре используется специальное приспособление устройство температурной калибровки для 4-х колец (далее - Калибровочное приспособление) (см. рисунок 30) и образцовый термометр типа LTA-H.

Технические характеристики образцового термометра:

- Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, при погружении датчика температуры из комплекта поставки на глубину не менее 75 мм,  $\pm 0.05$ °C.
- Диапазон температур измерения от - 80°C до +100°C включительно.

5.7.2 Очистить поверхности температурного контакта калибровочного приспособления, колец и нанести на них термопасту (КПТ-19) (см. рисунок 28).

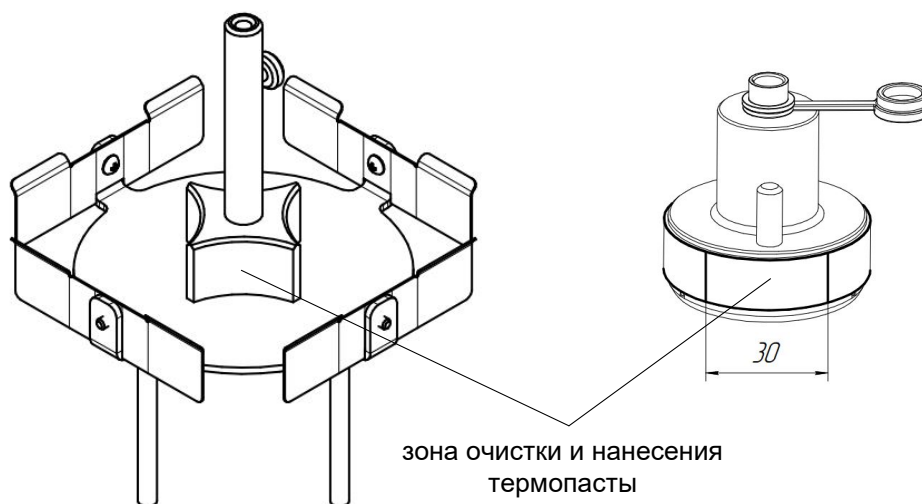


Рисунок 28 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 1

5.7.3 Установить кольца в посадочные места и зафиксировать прижимными механизмами (см. рисунок 29). Индикаторы положения тензодатчика должны быть обращены к центру калибровочного приспособления.

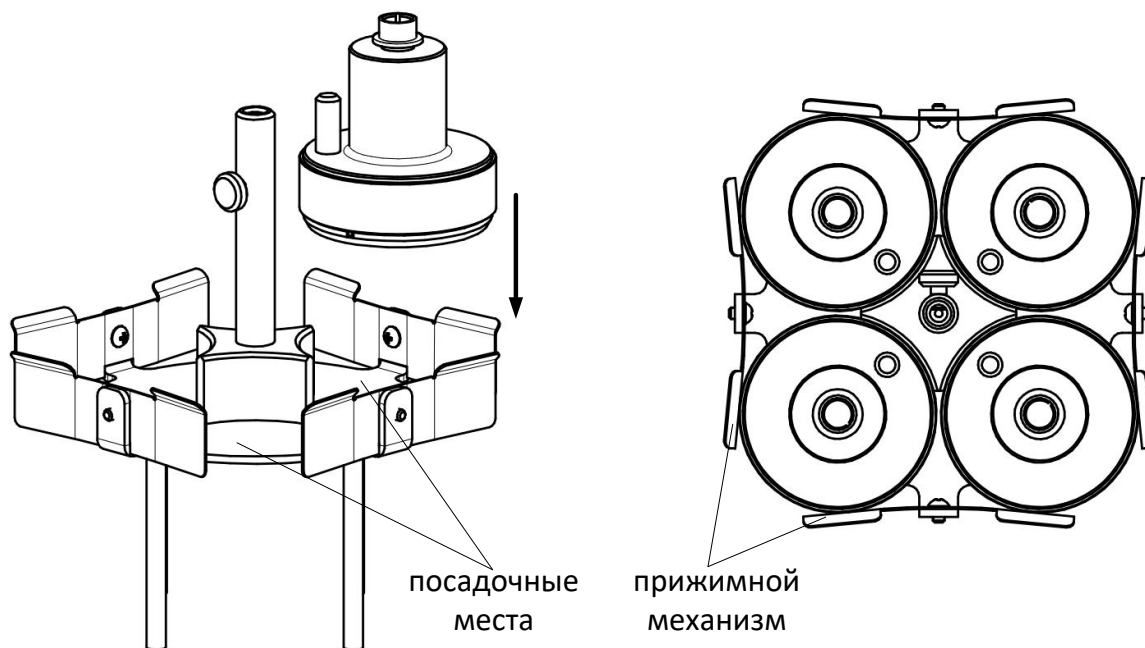


Рисунок 29 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 2

5.7.4 Нанести термопасту внутрь стакана (см. рисунок 30).

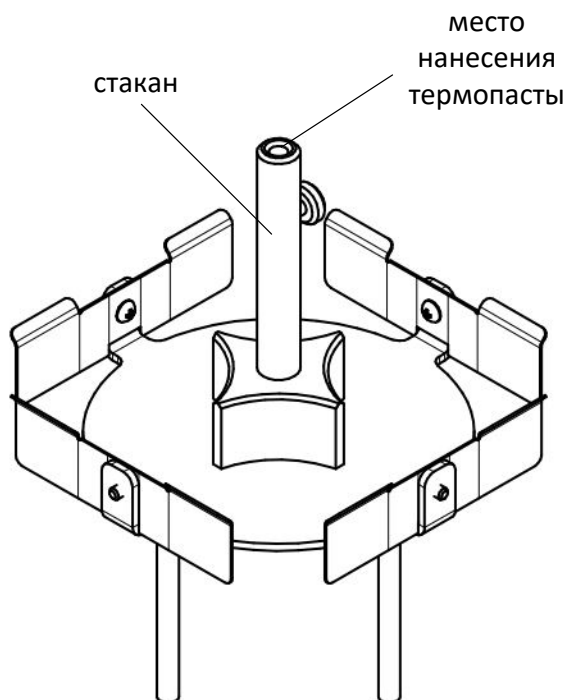


Рисунок 30 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 3

5.7.5 Установить Калибровочное приспособление в климатическую камеру, подключить кольца к кабелям. Убедиться, что в местах контакта калибровочного приспособления с кольцами (см. рисунок 29) нет зазоров.

5.7.6 Образцовый датчик температуры установить через отверстие в кожухе на крышке аппарата за вентилятором в стакан калибровочного приспособления и зафиксировать фиксатором (см. рисунок 31).

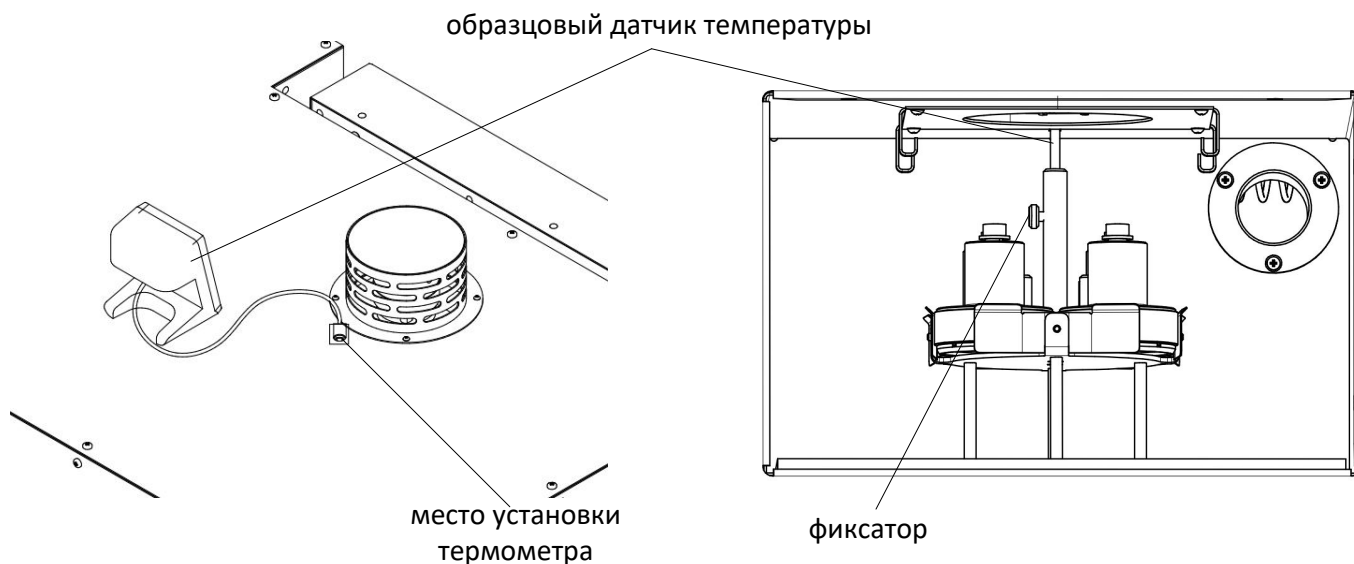


Рисунок 31 – Подготовка к проверке погрешности измерения температуры - Шаг 4

5.7.7 Закрыть дверь климатической камеры.

5.7.8 Запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].

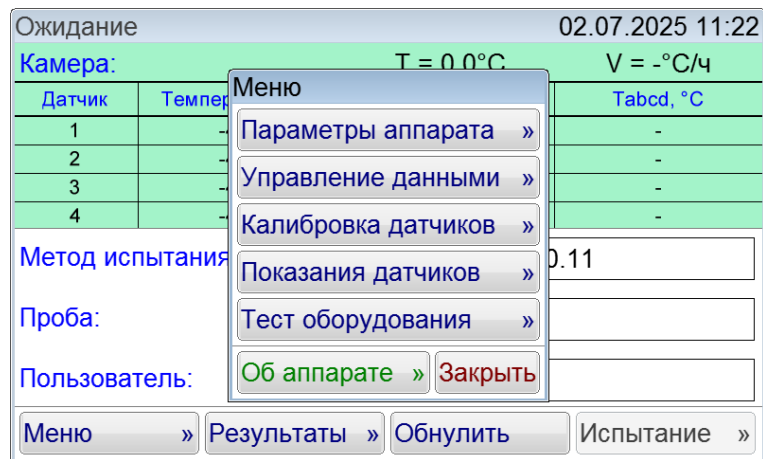


Рисунок 32 – Окно «Меню»

- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см.рисунок 33).

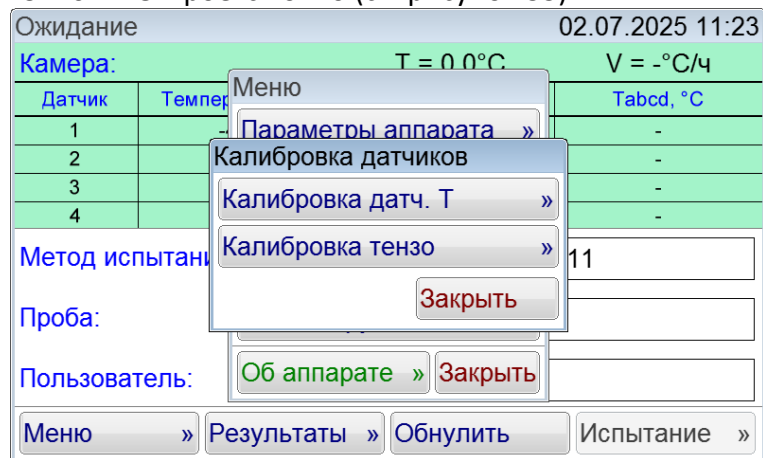


Рисунок 33 – Окно «Калибровка датчиков»

- 3) Нажать кнопку [Калибровка датч.Т]. Откроется окно (см.рисунок 34).

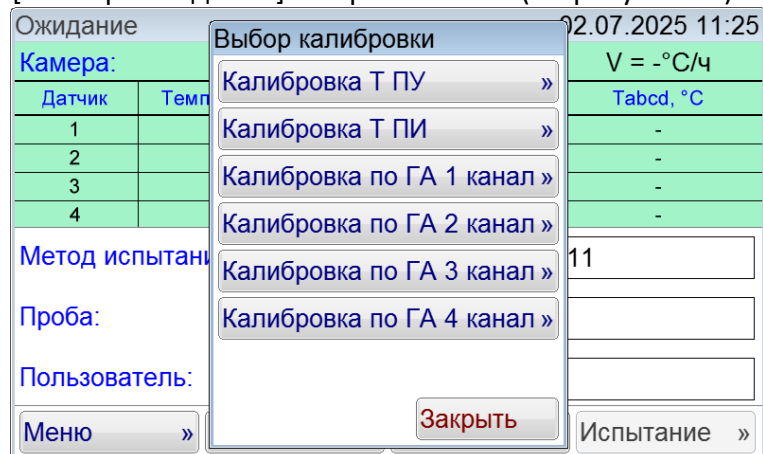


Рисунок 34 – Окно «Выбор калибровки»

- 4) Нажать кнопку [Калибровка Т ПИ]. Откроется окно (см.рисунок 35).

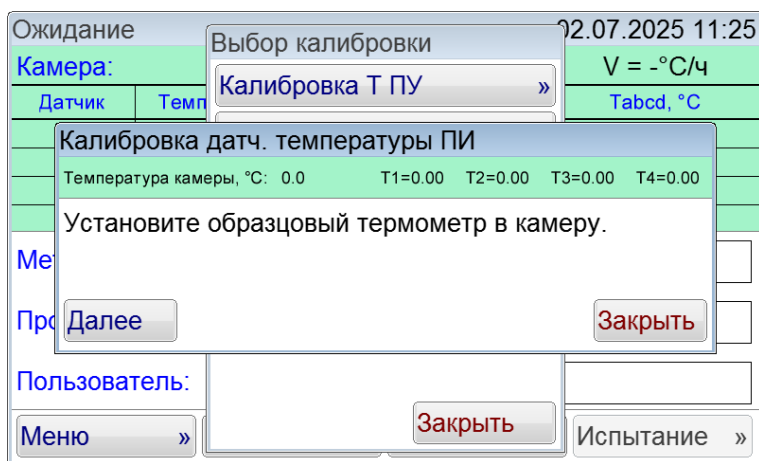


Рисунок 35 – Калибровка датчиков температуры ПИ

- 5) Нажать кнопку [Далее]. Затем следуйте инструкции на экране. Калибровка производится в диапазоне температур от +20°C до -60°C, с интервалом 10°C по датчику климатической камеры для 9 точек. Для каждой точки устанавливается заданная температура, при достижении температуры очередной точки калибровки на экране появится окно с вводом значения с образцового измерителя температуры, затем нажать кнопку [Далее].
- 6) При завершении калибровки аппарат выдаст сообщение: «Калибровка завершена».

#### ПРИМЕЧАНИЕ

1) При своевременном вводе значений температуры с образцового измерителя – минимальное время калибровки соответствует 8ч.

2) Калибровку необходимо выполнить за один раз и нельзя ее разбить на несколько этапов.

- 7) Нажать кнопку [Закреть].
- 8) Выбрать пункт меню «Калибровка по ГА 1 канал». Передать значения зафиксированные на аппарате и образцовом измерителе температуры на предприятие-изготовитель для получения коэффициентов A, B, D1, D2, D3, D4 и R0 для кольца №1 (см. рисунок 36).

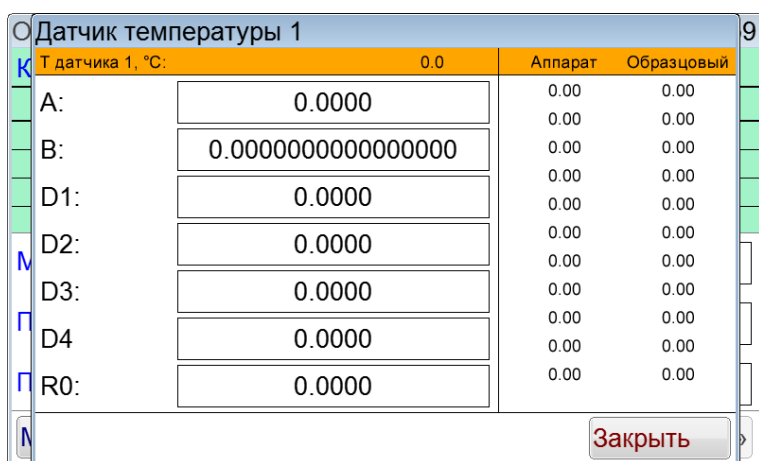


Рисунок 36 – Калибровка по генетическому алгоритму для 1-го кольца

- 9) Аналогично выполнить действия для второго, третьего и четвертого колец.
- 10) После получения коэффициентов ввести данные в соответствующие поля. Для сохранения значений нажать кнопку [Закреть].

5.7.9 Для проверки колец по температуре необходимо выполнить п. 5.7.2-5.7.7.

Выполнить программу проверки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Тест оборудования]. Откроется окно, как показано на рисунке 37.

Тест оборудования		
Температура камеры, °С		0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Скорость охлаждения, °С/ч		0.0
Оборудование	Действие	Статус
Двигатель	Включить	Выключен
Нагреватель	Включить	Выключен
Компрессор 1	Включить	Выключен
Компрессор 2	Включить	Выключен
Лампа-Режим	Включить	Выключен
Лампа-Авария	Включить	Выключен
Клапан 1 контура	Открыть	Закрит
Клапан 2 контура	Открыть	Закрит
Клапан-сервис	Открыть	Закрит
Термостатирование		Охлаждение
		Закреть

Рисунок 37 – Окно «Тест оборудования»

2) Нажать кнопку [Термостатирование]. Откроется окно для ввода значения температуры.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Для ускорения операций рекомендуется проверку температуры начинать с отрицательных значений, а затем повышать температуру. Например, сначала задать значение минус 60°C, затем минус 50°C, минус 40°C и т.д.

5.7.10 Задать значение минус 60°C и нажать кнопку [Включить]. После стабилизации показаний температуры камеры начнется отсчет времени. Через 30 минут после начала стабилизации записать значения образцового измерителя температуры и показания колец в таблицу 10.

5.7.11 Аналогично п. 5.7.10 выполнить проверку по температуре колец для следующих значений: минус 50°C, минус 40°C, минус 30°C, минус 20°C, минус 10°C, 0°C, плюс 10°C, плюс 20°C.

Таблица 10 – Проверка колец по температуре

Температура в климатической камере	Обозначение	+20°C	+10°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C	-40°C	-50°C	-60°C
		Температура, °C								
Образцовый термометр	T <sub>обр</sub>									
<b>Кольцо №1</b>	<b>T<sub>1</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №1	ΔT <sub>1</sub>									
<b>Кольцо №2</b>	<b>T<sub>2</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №2	ΔT <sub>2</sub>									
<b>Кольцо №3</b>	<b>T<sub>3</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №3	ΔT <sub>3</sub>									
<b>Кольцо №4</b>	<b>T<sub>4</sub></b>									
Отклонение от образцового значения для кольца №4	ΔT <sub>4</sub>									
<b>Максимальное отклонение</b>	<b>ΔT<sub>max</sub></b>									
Допустимое отклонение	ΔT	0,25								

5.7.12 Максимальное отклонение температуры колец от образцового значения не должно превышать  $(0,25+\alpha)$ °C, где  $\alpha$  – погрешность образцового измерителя температуры.

5.7.13 Если максимальное отклонение превышает заявленное значение необходимо выполнить калибровку температуры колец согласно п. 5.7.8 и снова выполнить проверку.

5.8 Калибровка и проверка компенсации деформации колец по температуре

5.8.1 Выполняется для контроля исправности датчиков деформации.

5.8.2 Подключить кольца к кабелям аппарата и равномерно распределить в климатической камере без форм.

5.8.3 Запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].

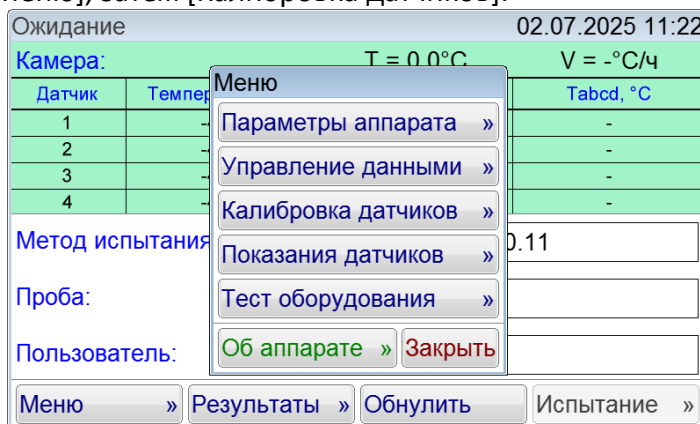


Рисунок 38 – Окно «Меню»

- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см.рисунок 39).

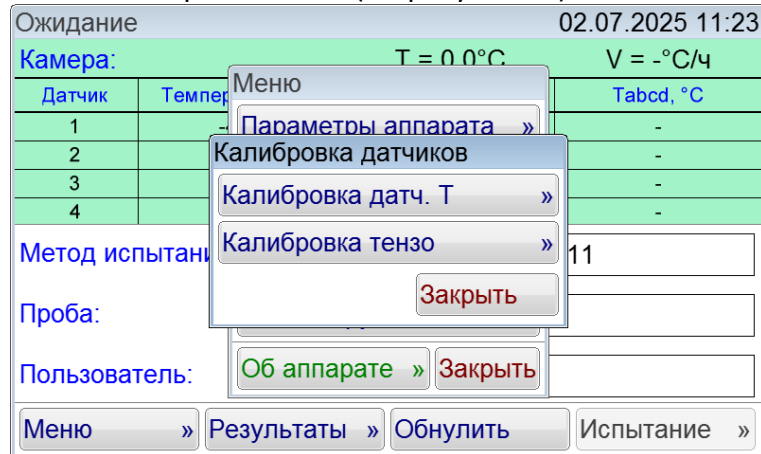


Рисунок 39 – Окно «Калибровка датчиков»

- 3) Нажать кнопку [Калибровка тензо]. Откроется окно (см.рисунок 40)

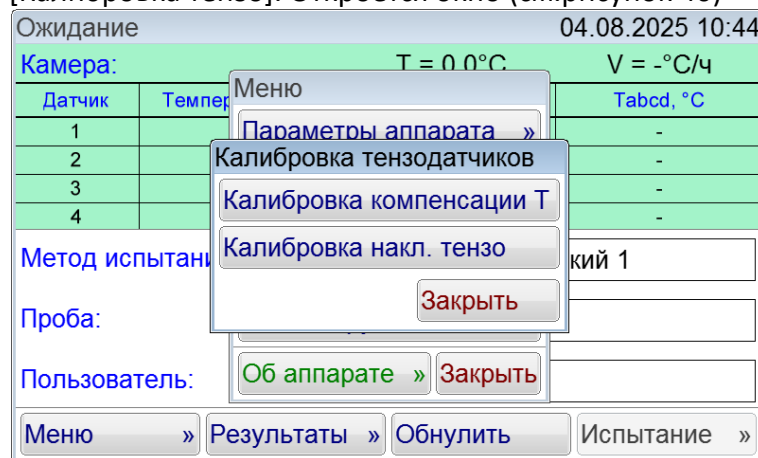


Рисунок 40 – Окно «Выбор калибровки»

- 4) Нажать кнопку [Калибровка компенсации Т]. Откроется окно (см.рисунок 41).



Рисунок 41 – Калибровка датчиков температуры ПИ

- 5) Нажать кнопку [Калибровать]. Затем кнопку [Да]. Начнется нагрев камеры до 30°. При достижении температуры климатической камеры 30°C аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C (см.рисунок 42).

Калибровка: ожидание нагрева датчиков				
Камера:		T = 0.0°C		
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	20.2	-0.2	-	-
2	20.2	-0.2	-	-
3	20.2	-0.2	-	-
4	20.2	-0.2	-	-

Остановить Проверить Удалить **Закреть**

Рисунок 42 – Калибровка компенсации деформации датчиков деформации

- б) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры (см. рисунок 43).

Калибровка: охлаждение камеры				
Камера:		T = 0.0°C		
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	20.0	0.0	-	-
2	20.0	0.0	-	-
3	20.0	0.0	-	-
4	20.0	0.0	-	-

Остановить Проверить Удалить **Закреть**

Рисунок 43 – Калибровка компенсации деформации датчиков деформации

- 7) При достижении температуры всех колец минус 60°C калибровка завершится и появится окно с сообщением «Калибровка завершена». Нажать кнопку [Ok]. При этом в каждой строке напротив номера кольца появится статус «Калибровано».

Термокомпенсация тензодатчиков				
Камера:		T = 0.0°C		
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1			8	Калибровано
2			8	Калибровано
3			8	Калибровано
4			8	Калибровано

Сообщение

Калибровка завершена!

Ok

Калибровать Проверить Удалить **Закреть**

Рисунок 44 – Калибровка компенсации деформации датчиков деформации – «Калибровка завершена»

#### 5.8.4 Запустить программу проверки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см.рисунок 39).
- 3) Нажать кнопку [Калибровка тензо]. Откроется окно (см.рисунок 40).
- 4) Нажать кнопку [Калибровка компенсации T]. Откроется окно (см.рисунок 41).

- 5) Нажать кнопку [Проверить]. Затем кнопку [Да]. Начнется нагрев камеры до 30°. При достижении температуры климатической камеры 30°C аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C (см. рисунок 45).

Проверка: ожидание нагрева датчиков				
Камера:		T = 0.0°C		
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	-39.0	-3.8	0.1	Калибровано
2	-39.0	-3.8	0.1	Калибровано
3	-39.0	-3.8	0.1	Калибровано
4	-39.0	-3.8	0.1	Калибровано

Калибровать   Остановить   Удалить   **Закреть**

Рисунок 45 – Проверка компенсации деформации датчиков деформации – ожидание нагрева датчиков

- 6) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры (см. рисунок 46).

Проверка: охлаждение камеры				
Камера:		T = 0.0°C		
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	5.8	3.1	0.0	Калибровано
2	5.8	3.1	0.0	Калибровано
3	5.8	3.1	0.0	Калибровано
4	5.8	3.1	0.0	Калибровано

Калибровать   Остановить   Удалить   **Закреть**

Рисунок 46 – Проверка компенсации температуры датчиков деформации – охлаждение камеры

- 7) При достижении температуры всех колец минус 60°C проверка завершится и появится окно с сообщением «Проверка завершена». Нажать кнопку [Ok].

Термокомпенсация тензодатчиков				
Камера:		T = 0.0°C		
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1				Калибровано
2				Калибровано
3				Калибровано
4				Калибровано

Сообщение

Проверка завершена!

Ok

Калибровать   Проверка   Удалить   **Закреть**

8) Рисунок 47 – Калибровка компенсации температуры датчиков деформации – «Проверка завершена»

## 5.9 Нормализация чувствительности тензодатчиков

5.9.1 Выполняется для контроля исправности датчиков деформации и приведения их к одному, нормализованному коэффициенту передачи.

- 5.9.2 Нанести разделительный состав на внутреннюю поверхность калибровочного кольца контроля деформации и кольца. Затем по спирали установить калибровочное кольцо на кольцо и прокрутить несколько раз по часовой и против часовой стрелки для того чтобы избавиться от пустот и пузырьков воздуха в разделительном составе.
- 5.9.3 Подключить кольца к кабелям аппарата и равномерно распределить в климатической камере.
- 5.9.4 Обнулить значение деформации на дисплее, затем подтянуть винтом кольца так, чтобы значения деформации находилось в пределах от -50 до -100.

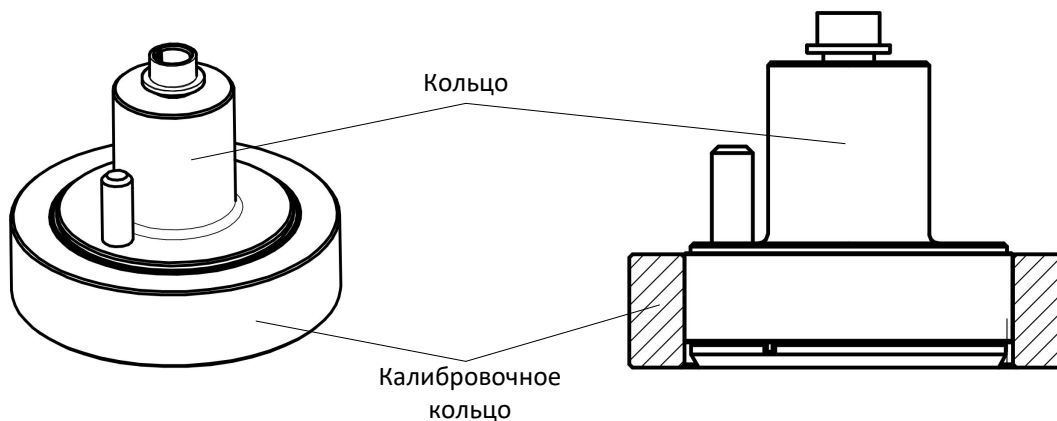


Рисунок 48 - Калибровочное кольцо контроля деформации

- 5.9.5 Запустить программу калибровки:

- 1) Нажать кнопку [Меню], затем [Калибровка датчиков].
- 2) Ввести пароль «37201». Откроется окно (см. рисунок 39).
- 3) Нажать кнопку [Калибровка тензо]. Откроется окно (см. рисунок 40)
- 4) Нажать кнопку [Нормализация тензочувствительности]. Откроется окно (см. рисунок 49).

Калибровка наклона тензодатчиков			
Камера:		T = 0.0°C	
Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м
1	0.0	1.7	0.0
2	0.0	1.7	0.0
3	0.0	1.7	0.0
4	0.0	1.7	0.0
Наклон 1, К:	<input type="text" value="0.0000"/>		
Наклон 2, К:	<input type="text" value="0.0000"/>		
Наклон 3, К:	<input type="text" value="0.0000"/>		
Наклон 4, К:	<input type="text" value="0.0000"/>		
<input type="button" value="Калибровать"/>		<input type="button" value="Закреть"/>	

Рисунок 49 – Калибровка наклона тензодатчиков

- 5) Нажать кнопку [Калибровать]. Затем кнопку [Да]. Начнется нагрев камеры до 30°. При достижении температуры климатической камеры 30°C аппарат переходит в режим ожидания нагрева колец до 22°C (см. рисунок 50).

Калибровка: ожидание нагрева датчиков

Камера: T = 0.0°C

Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м
1	0.0	1.7	0.0
2	0.0	1.7	0.0
3	0.0	1.7	0.0
4	0.0	1.7	0.0

Наклон 1, К:

Наклон 2, К:

Наклон 3, К:

Наклон 4, К:

Рисунок 50 – Калибровка наклона тензодатчиков – ожидание нагрева датчиков

- 6) При достижении температуры всех колец 22°C аппарат переходит в режим охлаждения камеры (см. рисунок 43).

Калибровка: охлаждение камеры

Камера: T = 0.0°C

Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1	20.0	0.0	-	-
2	20.0	0.0	-	-
3	20.0	0.0	-	-
4	20.0	0.0	-	-

Рисунок 51 – Калибровка наклона тензодатчиков – охлаждение камеры

- 7) При достижении температуры всех колец минус 50°C калибровка завершится и появится окно с сообщением «Калибровка завершена». Нажать кнопку [Ok]. При этом в каждой строке изменится коэффициент наклона («Наклон 1, К:»; «Наклон 2, К:»; «Наклон 3, К:»; «Наклон 4, К:»).

Термокомпенсация тензодатчиков

Камера: T = 0.0°C

Датчик	Температура, °C	ε, мкм/м	ε калибр., мкм/м	Статус
1			8	Калибровано
2			8	Калибровано
3			8	Калибровано
4			8	Калибровано

Сообщение

Калибровка завершена!

Рисунок 52 – Калибровка наклона тензодатчиков – «Калибровка завершена»

## 6 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

### 6.1 Хранение

- 6.1.1 Условия хранения аппарата в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе «Л» ГОСТ 15150-69.
- 6.1.2 Аппарат должен храниться в закрытых отапливаемых помещениях в упаковке на стеллажах, не подвергающихся вибрации и ударам.
- 6.1.3 Аппарат должен храниться при температуре воздуха от 5 °С до 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при 25 °С.
- 6.1.4 Хранение аппарата без упаковки не допускается.
- 6.1.5 Срок хранения аппарата 6 лет.
- 6.1.6 Аппарат консервируется согласно варианту ВЗ-10 ГОСТ 9.014-78, вариант упаковки – ВУ-5.
- 6.1.7 Если после распаковывания аппарат не применялся по своему прямому назначению, то хранить его необходимо в чехле из полиэтилена ГОСТ 10354-82.

### 6.2 Транспортирование

- 6.2.1 Условия транспортирования аппарата в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе условий хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.
- 6.2.2 Аппарат разрешается транспортировать всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах (авиационным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках) на любое расстояние.