

УТВЕРЖДАЮ

И.о.зам.генерального  
директора НПО ВНИИМ  
им.Д.И.Менделеева

Щеглов В.А.

"\_\_\_\_\_ 1986г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Термопреобразователь сопротивления ТСП-365-01

Методика поверки

МИ 1600-87

Львов

1986

РАЗРАБОТАНЫ  
ИСПОЛНИТЕЛИ  
УТВЕРЖДЕНЫ

"ПО \"Микроприбор\""  
В.И. Горбатый, Е.В. Крайнюк  
НГЭ ВНИИМ им. Д.И. Менделеева 03.10.86 г.

Настоящие методические указания распространяются на термо-преобразователь сопротивления ТСП-365-01(в дальнейшем-термопреобразователь) по ТУ 25-02.792248-80, предназначенный для измерения температуры морской воды и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

### I. Операции и средства поверки

I.I. При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице.

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные технические характеристики
Внешний осмотр	4.1	
2.Опробование	4.2	
2 .I.Проверка целостности цепи чувствительного элемента	4.2.1	Прибор комбинированный типа Ц4352 Ту 25-04.3303-77, класс I,5
2.2.Проверка сопротивления электрической изоляции	4.2.2	Мегаомметр типа МЧ 101/1, Ту 25-04-2130-78, номинальное напряжение 100 В
3. Определение (контроль) метрологических характеристик	4.3	
3.I.Определение сопротивления при $0^{\circ}\text{C}$ ( $R_0$ ) и отклонений $\frac{R_0}{\rho_{\text{от}}}$ от номинального значения	4.3.1	Прибор тройной точки воды, температура $0,01^{\circ}\text{C}$ , погрешность поддержания температуры $\pm 0,0002^{\circ}\text{C}$ (см. справочное приложение 3).  Потенциометр полуавтоматический Р 363-2, класс точности 0,002, ТУ25-04.3037-75Е.

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные технические характеристики
3.2. Определение индивидуальной статической характеристики преобразования.	4.3.2	Измерительная катушка электрического сопротивления типа Р-331, класс 0,01 номинальное сопротивление 100 Ом ТУ 25-04.3368-78Е.
3.3. Определение сопротивления при 32°C ( $R_{32}$ ) и отклонения от его номинального значения.	4.3.3	Стеклянный ртутный термометр типа ТД-18, ТУ 25-II-93I-74.
3.4. Определение погрешности индивидуальной статической характеристики термо преобразователя (Δ).	4.3.4.	Образцовый ртутный стеклянный термометр I разряда с диапазоном измерения от 0 до 630°C, погрешность 0,002°C при 0°C. Водяной термостат типа ТВП-6 по 2-998-004 ТУ. Диапазон температур от 5 до 95°C, среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности поддержания температуры в рабочей камере не более $3 \cdot 10^{-3}$ °C. Блок сравнения из дюралиюминия с отверстиями для образцового термометра и поверяемых термо преобразователей (см. справочное приложение 4). См. также оборудование, указанное в п. 3.1 таблицы.
		Производится расчетным путем.
		Производится расчетным путем

Примечание: Допускается применять отдельные, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной метрологической службы и удовлетворяющие по точности требованиям настоящих методических указаний.

1.2. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции поверки дальнейшая поверка термопреобразователя прекращается.

## 2. Требования безопасности

2.1. При проведении поверок должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.8-75.

2.2. При работе с прибором тройной точки земли следует союлюдать особую осторожность, работать только в защитных очках.

## 3. Условия поверки и подготовка к ней

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия.

3.1.1. Параметры окружающего воздуха в помещении, предназначенном для поверки, должны характеризоваться следующими значениями: температура  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , относительная влажность от 45 до 80%, атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

3.1.2. Ток, проходящий через чувствительный элемент термопреобразователя, не должен превышать 1 мА.

3.1.3. Измерительная катушка электрического сопротивления должна термостатироваться в масляной ванне.

Температура ее должна быть определена с погрешностью не более  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Дата поверки катушки не должна отличаться от даты ее применения для измерений более, чем на 2 месяца.

### 3.2.3. Подготовка проверяемого термопреобразователя.

Со стороны выводных проводников термопреобразователь должен быть защищен хлорвиниловой или резиновой трубкой, плотно надетой на защитную арматуру до фланца для предотвращения попадания воды на выводные проводники.

### 3.2.4. Подготовка потенциометра.

Измерительный потенциометр должен быть включен по схеме измерения сопротивления, указанной в его инструкции по эксплуатации.

## 4. Проведение поверки

### 4.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений чувствительного элемента термопреобразователя и его защитной арматуры, а также отсутствие следов коррозии. На защитном экране термопреобразователя должен быть указан порядковый номер.

### 4.2. Опробование

4.2.1. Проверку целостности цепи чувствительного элемента производят с помощью прибора Ц4352. Электрическая цепь не должна быть нарушена.

### 4.2.2. Проверка сопротивления электрической изоляции.

Проверку сопротивления электрической изоляции производят с помощью мегаомметра с напряжением 100 В. Напряжение прикладывают между закороченными выводами термопреобразователя и защитной арматурой. Сопротивление электрической изоляции должно быть не менее 20 МОм.

### 4.3. Определение (контроль) метрологических характеристик.

4.3.1. Определение сопротивления при 0°C ( $R_0$ ) и отклонения  $R_0$  от его номинального значения.

4.3.1. Поверяемый термопреобразователь погружают в прибор тройной точки воды так, чтобы чувствительный элемент отстоял от дна колодца на 10 мм. Глубина погружения термопреобразователя должна быть не менее 300 мм. К измерениям приступают через 1 ч после погружения термопреобразователя в прибор.

4.3.1.2. Измерение сопротивления термопреобразователя с помощью потенциометра и образцовой катушки заключается в определении падения напряжения на чувствительном элементе термопреобразователя и падения напряжения на образцовой катушке, включенной последовательно с термопреобразователем.

4.3.1.3. При измерении сопротивления термопреобразователя производят не менее пяти пар отсчетов падения напряжения последовательно на образцовой катушке и на измеряемом термопреобразователе поочередно при прямом и обратном направлении тока.

4.3.1.4. Сопротивление термопреобразователя  $R_t$  вычисляют по формуле:

$$R_t = R_n \frac{U_t}{U_n} \quad (1)$$

где  $U_n$  и  $U_t$

- падение напряжения на образцовой катушке и на термопреобразователе соответственно, мВ;
- сопротивление образцовой катушки, Ом;
- измеренное сопротивление термопреобразователя, Ом

4.3.1.5. Из полученных пяти пар отсчетов  $R_t$  определяют среднее арифметическое значение  $R_t^{\bar{I}}$  а затем вычисляют значение  $R_o^{\bar{I}}$  по формуле:

$$R_o^{\bar{I}} = R_t^{\bar{I}} - R_0^{\bar{I}} \cdot 398 \cdot 10^{-7} \quad (2)$$

Значение  $R_o^{\bar{I}}$  не должно превышать ( $100 \pm 0,1$ ) Ом

4.3.1.6. При периодической поверке утверждена разность сопротивлений  $R_o'' - R_o^{\bar{I}}$ , где  $R_o''$  - значение сопротивления при  $0^{\circ}\text{C}$ , взятое из паспорта,  $R_o^{\bar{I}}$  - значение сопротивления, полученное в начале очередной поверки. Если значение разности сопротивлений термопреобразователя не превышает  $\pm 0,004$  Ом, то в паспорт

термопреобразователи заносят данные предыдущей поверки.

#### 4.3.2. Определение индивидуальной статической характеристики преобразования.

4.3.2.1. Индивидуальную статическую характеристику преобразования определяют на основании измерения сопротивления термопреобразователя при температурах: тройной точки воды,  $(15 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,  $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

Последовательность измерения сопротивления следующая:

при температуре тройной точки воды;

при температуре  $(15 \pm 2)^\circ\text{C}$  в водяном терmostате;

при температуре тройной точки воды;

при температуре  $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$  в водяном терmostате;

при температуре тройной точки воды.

4.3.2.2. Измерение сопротивления термопреобразователя при температуре тройной точки воды и вычисление значения  $R_{t_0}^T$  производят, как указано в п.п. 4.3.1.1-4.3.1.5 настоящих методических указаний.

4.3.2.3. Поверяемый термопреобразователь и образцовый термометр помещают в отверстия дюралюминиевого блока, погруженного в рабочую камеру терmostата. Устанавливают температуру в рабочей камере терmostата равной  $(15 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Выдерживают поверяемый термопреобразователь и образцовый термометр при этой температуре в течение I ч. Скорость изменения температуры не должна превышать  $0,01^\circ\text{C}/\text{мин}$ . С помощью образцового термометра определяют температуру поверки, затем измеряют сопротивление поверяемого термопреобразователя, как указано в п.п 4.3.1.2-4.3.1.4 настоящих методических указаний, *с помощью образцового термометра*. И снова определяют температуру поверки! Из полученных пяти пар отсчетов значений сопротивления вычисляют среднее арифметическое значение  $R_{t_1}^{\varphi}$ .

Полученные 2 значения температуры усредняют и по свидетельству образцового термометра определяют температуру поверки  $t_2$ .

4.3.2.4 Повторно измеряют сопротивление поверяемого термопреобразователя при температуре тройной точки воды и вычисляют  $R_o^{\text{II}}$ , как указано в пп. 4.3.II-4.3.I.5 настоящих методических указаний.

4.3.2.5. Измерение сопротивления поверяемого термопреобразователя в водяном термостате при температуре  $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$  производят аналогично тому, как указано в п. 4.3.2.3 настоящих методических указаний, определив температуру поверки  $t_2$  и соответствующее ей среднее значение сопротивления  $R_{t_2}^{\varphi}$ .

4.3.2.6. Повторно измеряют сопротивление поверяемого термопреобразователя при температуре тройной точки воды, и вычисляют  $R_o^{\text{III}}$ , как указано в пп. 4.3.I.I-4.3.I.5 настоящих методических указаний.

4.3.2.7. Определяют среднее значение  $R_o^{\varphi}$

$$R_o^{\varphi} = \frac{R_o^{\text{I}} + R_o^{\text{II}} + R_o^{\text{III}}}{3} \quad (3)$$

4.3.2.8. При определении индивидуальной статической характеристики преобразования ведут протокол, форма которого приведена в обязательном приложении I. В протокол записывают значения  $R_o^{\text{I}}, R_o^{\text{II}}, R_o^{\text{III}}, R_o^{\varphi}, t_1, R_{t_1}^{\varphi}, t_2, R_{t_2}^{\varphi}$ .

4.3.3. Определение сопротивления при  $32^\circ\text{C}$  ( $R_{32}$ ) и отклонения  $R_{32}$  от его номинального значения.

Сопротивление поверяемого термопреобразователя при  $32^\circ\text{C}$  ( $R_{32}$ ) рассчитывают по формуле:

$$R_{32} = R_o^{\varphi} \left[ 1 + A^{\varphi} \cdot 32 - 5,88 \cdot 10^{-7} (32)^2 \right], \quad (4)$$

где:  $R_o^{\varphi}, A^{\varphi}$  — значения, полученные при поверке термопреобразователя

Сопротивление  $R_{32}$  должно быть:

$$R_{32} = (112,647 \pm 0,113) \Omega$$

4.3.4. Определение погрешности индивидуальной статической характеристики термопреобразователя.

Погрешность индивидуальной статической характеристики термопреобразователя  $\Delta$  определяется по формуле:

$$\Delta = \pm 1,1 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2}; \quad (5)$$

где  $\Delta_1$  - погрешность потенциометра Р-363-2, определяемая по формуле, которая приводится в его техническом описании (здесь и далее в температурном эквиваленте).  $\Delta_1 = \pm 0,005^{\circ}\text{C}$

$\Delta_2$  - погрешность образцовой катушки Р-33I, определяемая ее классом, без учета изменения ее сопротивления в течение межповерочного интервала.

$$\Delta_2 = \pm 0,005^{\circ}\text{C}$$

$\Delta_3$  - погрешность воспроизведения тройной точки воды

$$\Delta_3 = \pm 0,0002^{\circ}\text{C}$$

$\Delta_4$  - воспроизводимость измерений поверяемого термопреобразователя

$$\Delta_4 = 4,3 \sigma,$$

где  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение результата измерений сопротивления термопреобразователя  $R_o$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i R_o)^2}{n(n-1)}}.$$

Воспроизводимость измерений термопреобразователя определяют по трем значениям  $R_o$ , полученным в процессе поверки.

Определяют:  $\delta_1 R_o = R_o^{\varphi} - R_o^{\bar{\varphi}}$

$$\delta_2 R_o = R_o^{\varphi} - R_o^{\bar{\vartheta}}$$

$$\delta_3 R_o = R_o^{\varphi} - R_o^{\bar{\psi}}$$

Вычисляют  $\Delta_4$ :  $\Delta_4 = \pm 4,3 \sqrt{\frac{(\delta_1 R_o)^2 + (\delta_2 R_o)^2 + (\delta_3 R_o)^2}{n(n-1)}} \cdot \frac{1}{0,398},$

причем  $n = 3$

Значения  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$  подставляют в формулу 5 и определяют значение  $\Delta$ , которое не должно быть более  $\pm 0,02^{\circ}\text{C}$ .

## 5. Обработка результатов измерений

5.1. Температурная зависимость сопротивления поверяемого преобразователя описывается уравнением

$$R_t = R_o^{\varphi} / (1 + A^{\varphi} t + B t^2) \quad (6)$$

где:  $R_t$  - сопротивление термопреобразователя при температуре  $t = 0^\circ\text{C}, 0\text{м};$

$t$  - любая температура в диапазоне измерений,  ${}^\circ\text{C}$

Коэффициент  $A^{cp}$  определяют путем усреднения двух его значений, полученных в процессе поверки:

$$A^{cp} = \frac{A_1 + A_2}{2};$$

$$A_1 = \frac{R_{t_1}^{cp}}{R_0^{cp}} - 1 - B t_1, \quad (7)$$

$$A_2 = \frac{R_{t_2}^{cp}}{R_0^{cp}} - 1 - B t_2, \quad (8)$$

где:  $R_0^{cp}, R_{t_1}^{cp}, R_{t_2}^{cp}$  - значения сопротивления термопреобразователя, полученные в результате измерения при температурах тройной точки воды, а также при  $(15 \pm 2)^\circ\text{C}$  и  $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$  в водяном термостате,  $0\text{м}.$

$t_1, t_2$  - значения температур поверки, соответствующие  $R_{t_1}^{cp}, R_{t_2}^{cp}$   
 $B = -5,88 \cdot 10^{-7} {}^\circ\text{C}^{-2}$

## 6. Сформление результатов поверки

6.1. Значения  $R_0^{cp}, A^{cp}, R_{32}^{cp}$ , определенные при первичной поверке термопреобразователя, записывают в его паспорт. В паспорт также записывают значение  $B = 5,88 \cdot 10^{-7} {}^\circ\text{C}^{-2}$ .

6.2. Если при периодической поверке значение  $R_0^I$  термопреобразователя отличается от значения  $R_0^{cp}$  предыдущей поверки не более, чем на  $\pm 0,004 \text{ Ом}$ , то в паспорт записывают значения  $R_0^{cp}, A^{cp}, R_{32}^{cp}$ , определенные при прерывистой поверке. В противном случае термопреобразователь подвергается поверке в объеме первичной.

Значение  $B$  записывают в паспорт в любом случае равным  $-5,83 \cdot 10^{-7} {}^\circ\text{C}^{-2}$ .

6.3. Результаты поверки представляют в виде таблицы, форма которой приведена в обязательном приложении 2.

6.4. Если при периодической поверке значение  $R_0^{cp}$  выйдет за пределы  $100 \pm 0,1 \text{ Ом}$ , то термопреобразователь считается непригодным к применению, и в паспорт вносят запись о его непригодности.

/ Зам. гл. конструктора

И.Н. Глебов

В.И. Горбатый

Исполнитель

Х.Ф.

Е.В. Крайнюк

СОГЛАСОВАНО

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Обязательное

П Р О Т О К О Л  
проверки термопреобразователя сопротивления  
ТСП-365-01 №

Изготовлен \_\_\_\_\_

проверка производилась по приборам:

Потенциометр № \_\_\_\_\_ дата поверки \_\_\_\_\_

Катушка сопротивления № \_\_\_\_\_, дата поверки \_\_\_\_\_

Образцовый термопреобразователь № \_\_\_\_\_, дата повер-  
ки \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_

Измерительный ток в цепи термопреобразователя \_\_\_\_\_

$R_o^I$ , Ом \_\_\_\_\_

$R_o^{II}$ , Ом \_\_\_\_\_

$R_o^{III}$ , Ом \_\_\_\_\_

$R_o^{cp}$ , Ом \_\_\_\_\_

$R_{t_1}^{cp}$ , Ом \_\_\_\_\_

$t_1$ , °C \_\_\_\_\_

$R_{t_2}^{cp}$ , Ом \_\_\_\_\_

$t_2$ , °C \_\_\_\_\_

Проверку производил \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " 198 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Обязательное

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

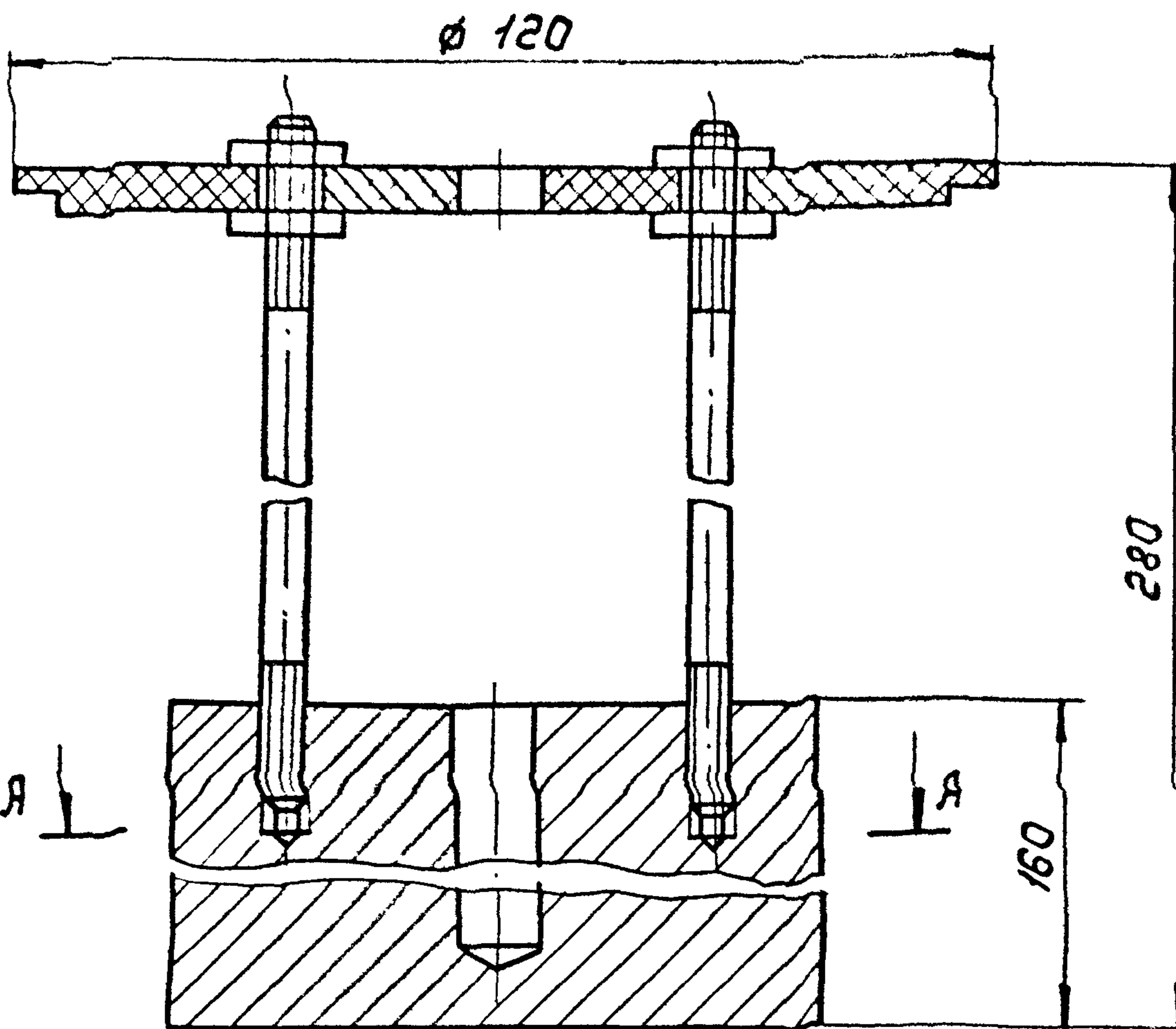
Номер термопреоб- разователя	$R_0$ , 0м	$A, ^\circ C^{-1}$	$B, ^\circ C^{-2}$	$R_{32}$ , 0м
			-5,88·10 <sup>-7</sup>	

Проверку производил

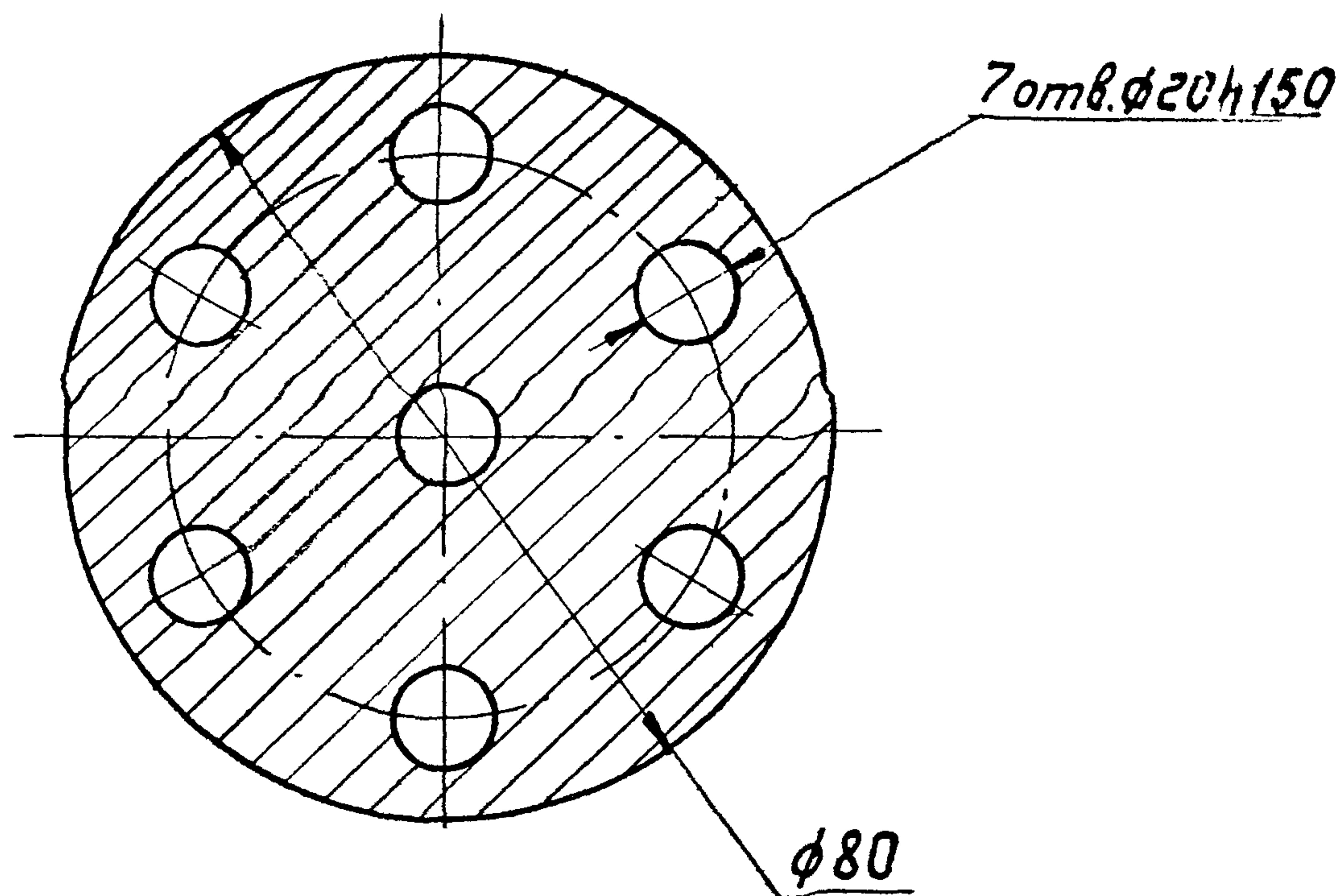
" " 19 г

ЧЕРТЕЖ БЛОКА СРАВНЕНИЯ

Приложение 4  
справочное



A-A



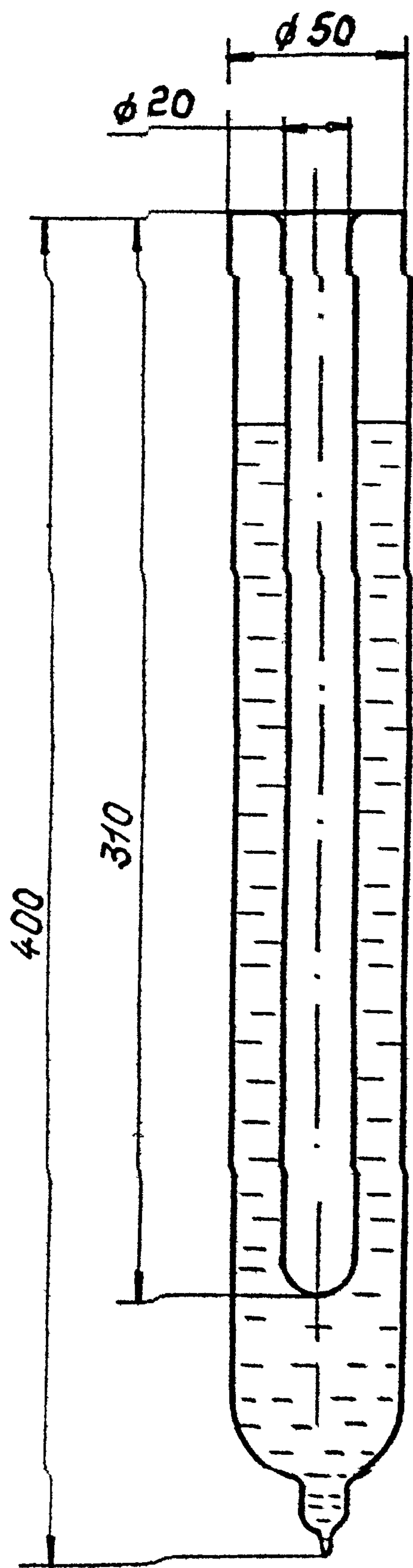
Инв. № ном., подп. и дата вз. инв. № подп. подл. и дата

Изв.	Лист	№ документа	Подп	Дата
------	------	-------------	------	------

Лист

Приложение 3  
Справочное

ЧЕРТЕЖ ПРИБОРА  
ТРОЙНОЙ ТОЧКИ ВОДЫ



Инв. № подп.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № ордн.	Подп. и дата
--------------	--------------	------------	--------------	--------------

ИЗМ Глуск № докум. Подп. Дата

ж/д