

# **ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

**Температура** — физическая величина, характеризующая степень нагретости тела.

Для определения температуры установлены температурные шкалы: международная практическая (стоградусная) и абсолютная термодинамическая — шкала Кельвина. Исходными значениями при построении шкалы температуры и определении единицы измерения (градуса) являются температуры перехода чистых веществ из одного агрегатного состояния в другое.

В Международной системе измерений СИ единицей измерения температуры является градус Кельвина (Т,К).

## ЖИДКОСТНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ ТЕРМОМЕТРЫ

Принцип действия термометров основан на объемном расширении жидкости, находящейся в стеклянном расширителе, под действием температуры.

Рабочая часть термометра (расширитель) устанавливается в зону контролируемой температуры; при нагревании расширителя жидкость увеличивается в объеме:  $V_t = V_0(1 + \gamma t)$

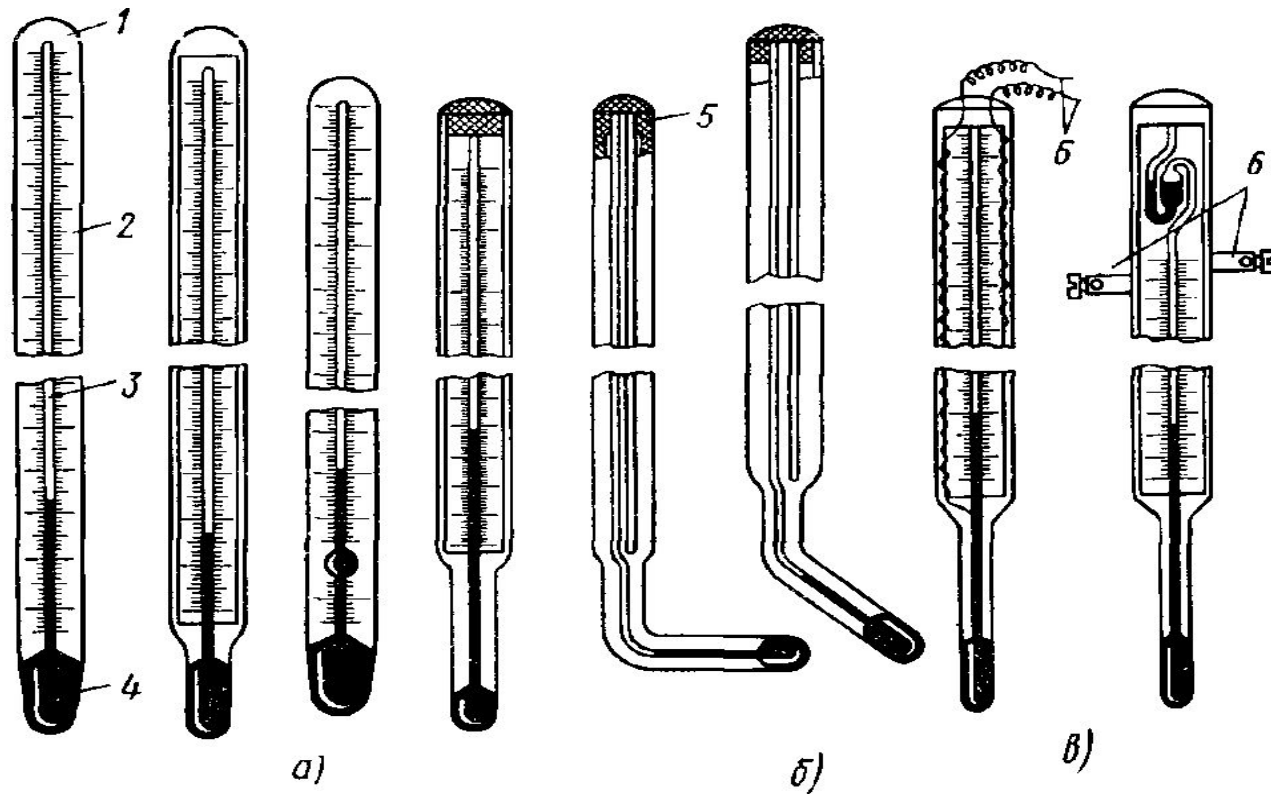


Рис. 3.1. Ртутные стеклянные термометры:  
а — прямые типа А, б — угловые типа Б, в — электроконтактные; 1 — корпус, 2 — шкала, 3 — капилляр, 4 — расширитель, 5 — заглушка, б — контакты

## МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ

Принцип действия приборов основан на использовании зависимости изменения давления рабочей жидкости, помещенной в постоянный объем датчика, от температуры измеряемого объекта.

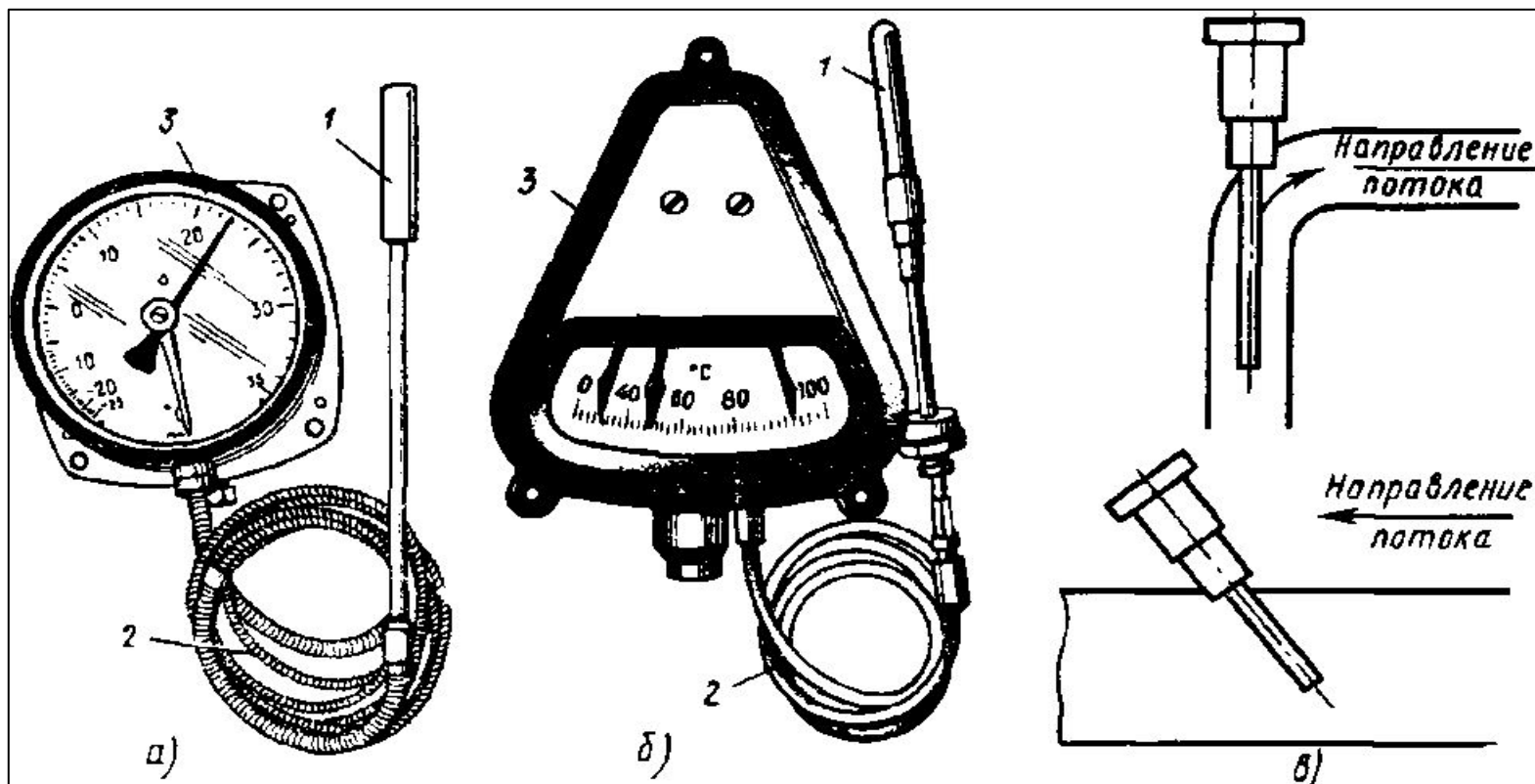


Рис. 3.2. Манометрические термометры:  
а — типа ТПГ-СК, б — типа ТС-100: 1 — термобаллон, 2 — капилляр, 3 —

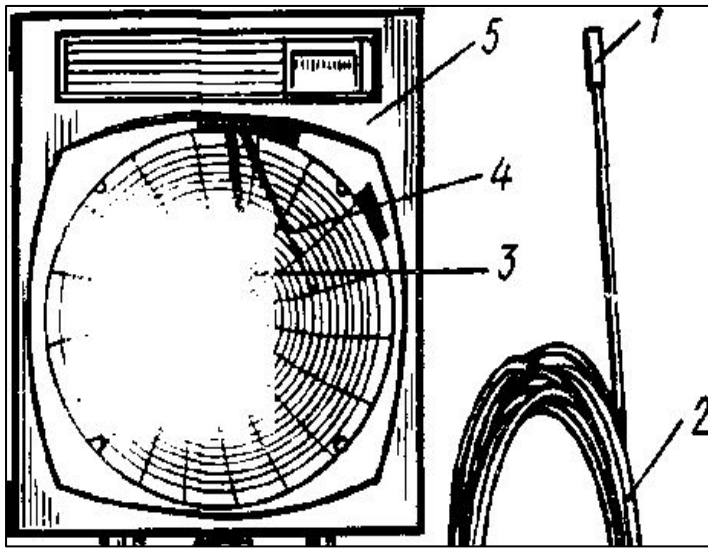


Рис. 3.3. Термометр самопишущий регулирующий ТСГ-711р:  
1-термобаллон, 2 — капилляр,  
3 — стрелка, 4 — задатчик, 5 — корпус

Как правило, приборы данной группы имеют электрические сигнальные контакты, используемые в цепях управления и автоматики технологических процессов.

За счет большой массы датчика (термобаллона) данные приборы имеют значительные запаздывания (инерционность) показаний в пределах 40—80 с.

Манометрические термометры используют как для местного, так и дистанционного контроля температуры.

## ДАТЧИКИ — ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

При измерении температуры объектов широко используются датчики температуры — термометры сопротивления и термоэлектрические преобразователи температуры (термопары).

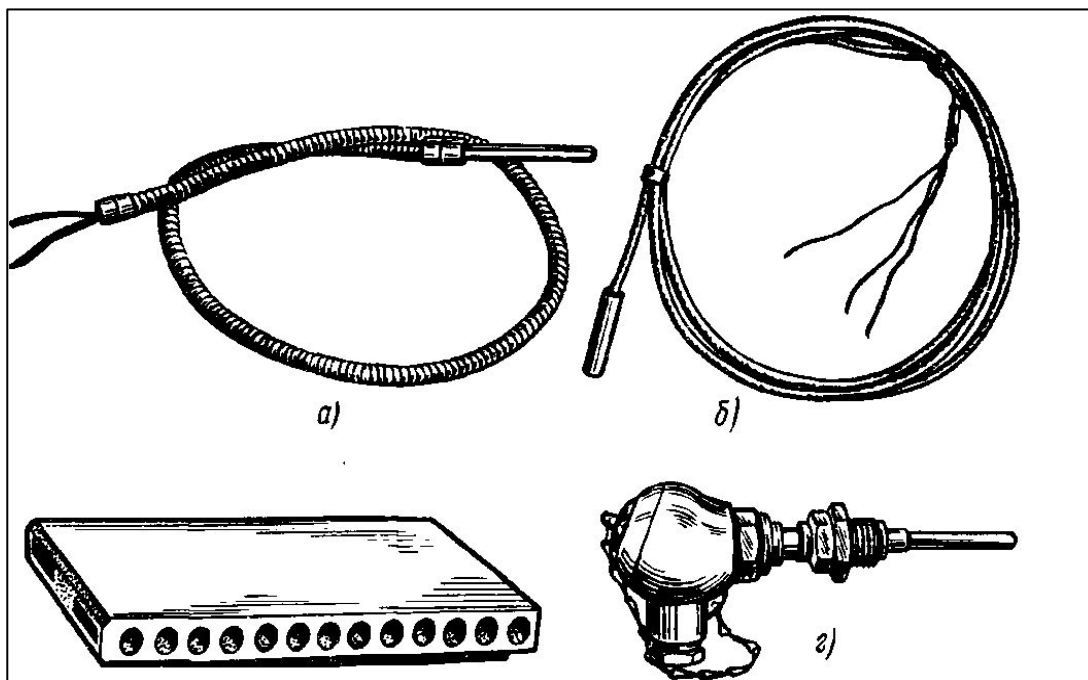
Эти типы датчиков самостоятельно не могут измерять температуру объектов, а работают для этих целей только со специальной группой измерительных приборов.

Термометры сопротивления — датчик для измерения температуры — конструктивно выполняется намоткой медной или платиновой проволоки на изоляционный каркас. Для защиты от механических повреждений и удобства монтажа термометры сопротивления заключают в защитную арматуру различных модификаций.

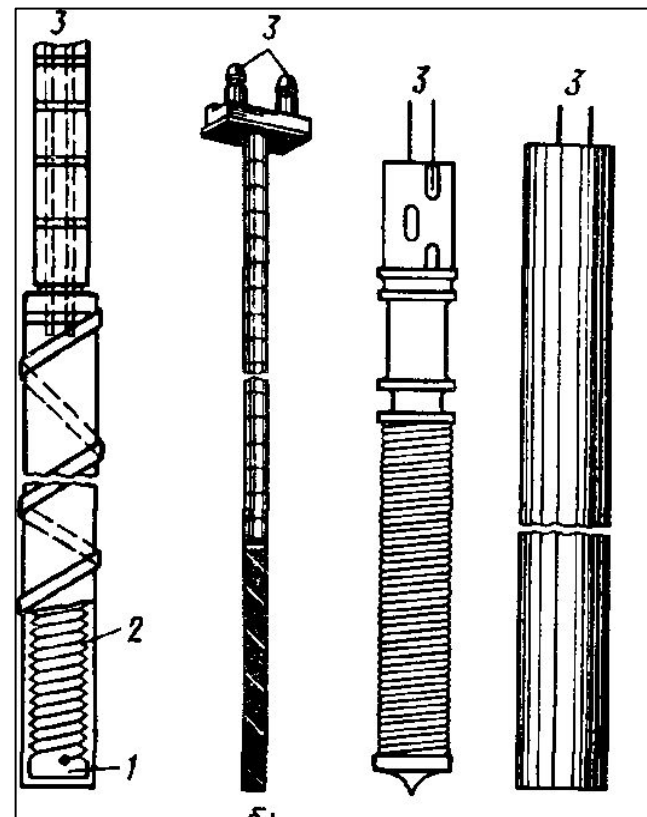
Принцип действия таких датчиков основан на изменении их электрического сопротивления от температуры объекта. В общем виде зависимость имеет вид:

$$R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t)$$

Изменение электрического сопротивления термометра сопротивления — датчика с изменением теплового колебания кристаллической решетки металла: чем выше температура датчика, тем выше колебания решетки и степень подвижности свободных электронов, а следовательно, больше электрическое сопротивление.



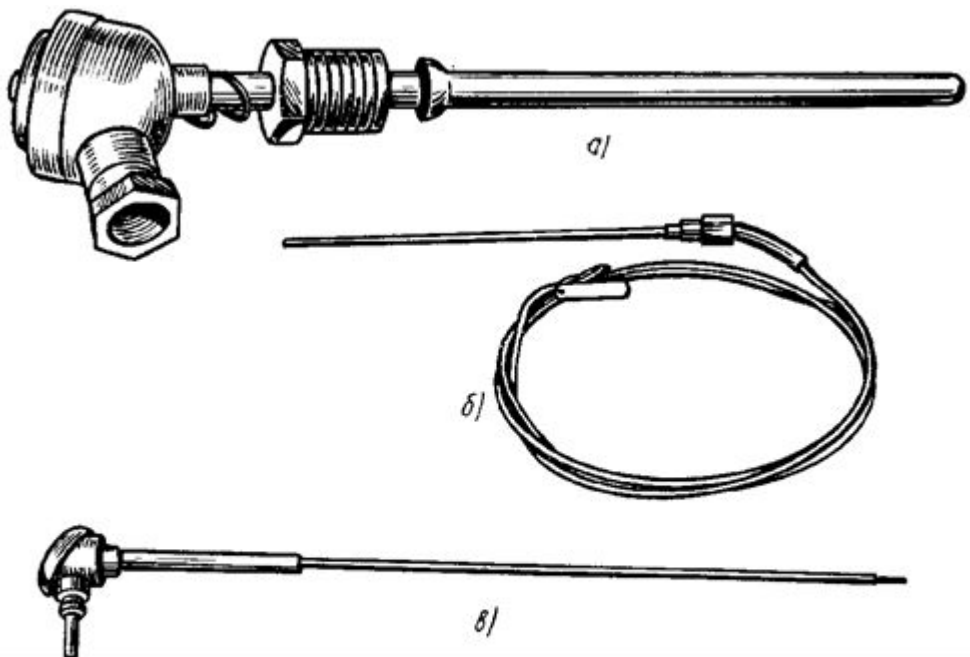
Общий вид термометров сопротивлений различных типов: *а* — ТСП-883, *б* - ТСП-410, *в* - ТСП-8012, *г* - ТСП-712



Конструкция термометров сопротивлений: *а, б* — платиновые, *в* — медный; *1* — изоляционный каркас, *2* — обмотка, *3* — выводы

Термопара (термоэлектрический преобразователь температуры) представляет собой спай двух проводников (термоэлектродов). При нагревании «горячего» спая на концах «холодного» спая образуется термо-э. д. с. постоянного тока.

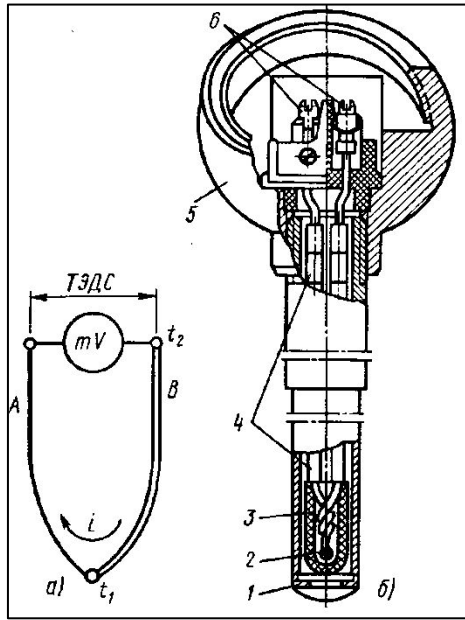
Согласно эффекту Зеебека, в замкнутой электрической цепи, образованной двумя разнородными проводниками, возникает термо-э. д. с., пропорциональная разности температур спаев и не зависит от других параметров: диаметра (сечения), длины и удельного сопротивления термоэлектродов, т. е.  $E_{AB} = f(^{\circ}\text{C})$ .



Общий вид термоэлектрических преобразователей температуры:

*а* — ТХА, ТХК, *б* — ТХК-0379, *в* — ТХК-089





Термоэлектрический преобразователь температуры (термопара) : *a* — цепь термопары, *б* — конструкция: 1 — защитная гильза, 2 — горячий спай, 3 — фарфоровый наконечник, 4 — фарфоровые бусы-изоляторы, 5 — головка, 6 — выводы

На рисунке представлена конструкция термопары типа ТХК. Рабочий (горячий) спай выполняется скруткой и последующей сваркой двух разнородных материалов - хромеля и копеля. Для защиты такого датчика от механических повреждений при измерении температуры объектов они помещаются в специальный жаропрочный корпус. Рабочий спай 2 изолирован от корпуса фарфоровым наконечником 3; электроды для защиты от замыкания между собой или корпусом изолируются фарфоровыми бусами 4. Концы термоэлектродов через асбестовое уплотнение выводятся на блок зажимов. Для герметизации блок зажимов головки термопары закрывается крышкой с резиновым уплотнением. Такие датчики могут работать под избыточным давлением, для этого на корпусе имеется резьба, с помощью которой осуществляется уплотнение технологического отверстия для измерения температуры.

### 3.3. Технические характеристики термометров сопротивления

Тип датчика	Материал обмотки	Градировка	Сопротивление при 0 °С, Ом	Область измеряемых температур, °С
ТСМ	Медь	10 М	10	От -50 до +200 » -50 » +200 » -200 » +200
		50 М	50	
		100 М	100	
ТСП	Платина	10 П	10	От -200 до +100 » -260 » +100 » -260 » +100
		50 П	50	
		100 П	100	

### 3.4. Градуировка платинового термометра сопротивления 50 П ( $R_0 = 50$ Ом)

$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$
-200	8,654	20	53,95	260	99,61	640	164,94
-180	12,99	40	57,89	280	103,26	650	166,55
-160	17,28	60	61,80	300	106,88		
-140	21,50	80	65,69	320	110,49		
-120	25,68	100	69,55	400	124,68		
-100	29,81	120	73,39	420	128,16		
-80	33,0	140	77,21	460	135,07		
-60	37,7	160	81,00	500	141,88		
-40	42,00	180	84,77	540	148,59		
-20	46,01	200	88,51	580	155,20		
0	50,00	220	92,23	620	163,34		

### 3.5. Градуировка медного термометра сопротивления 50 М ( $R_0 = 50$ Ом)

$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$
-50	39,24	80	67,12
-40	41,40	100	71,40
-30	43,56	120	75,67
-0	45,28	140	79,95
0	50,00	160	84,21
20	54,28	180	88,51
40	58,56	200	92,79
60	67,12		

### 3.6. Градуировка платинового термометра сопротивления 100 М ( $R_0 = 100$ Ом)

$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$
-200	17,30	240	192,87
-160	34,55	280	206,52
-120	51,35	320	220,98
-180	67,81	360	235,26
-40	84,01	400	242,39
0	100,00	440	263,26
40	115,79	480	276,97
80	131,38	520	290,49
120	146,79	560	309,82
160	162,00	600	316,26
200	177,03	640	329,89

### 3.7. Градуировка медного термометра сопротивления 100 М ( $R_0 = 100$ Ом)

$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$
-50	78,480	80	134,242
-40	82,810	90	138,522
-30	87,120	100	142,800
-20	91,420	110	147,079
-10	95,720	120	151,357
0	100	130	155,635
10	104,281	140	159,913
20	108,563	150	164,192
30	112,844	160	168,470
40	117,121	170	172,748
50	121,404	180	177,026
60	125,684	190	181,305
70	129,963	200	185,583

### 3.8. Основные технические характеристики термоэлектрических преобразователей

Тип датчика	Градировка	Материал электродов	Область измеряемых температур, °С
ТХА	ХА	Хромель — алюмель	От -50 до -100 » -50 » +600 » -20 » +1300
ТХК	ХК	Хромель — копель	
ТПП	ПП	Платинородий — платина	
ТПР	ПР 30/6	Платинородий — платинородий	» -300 » +1600

