

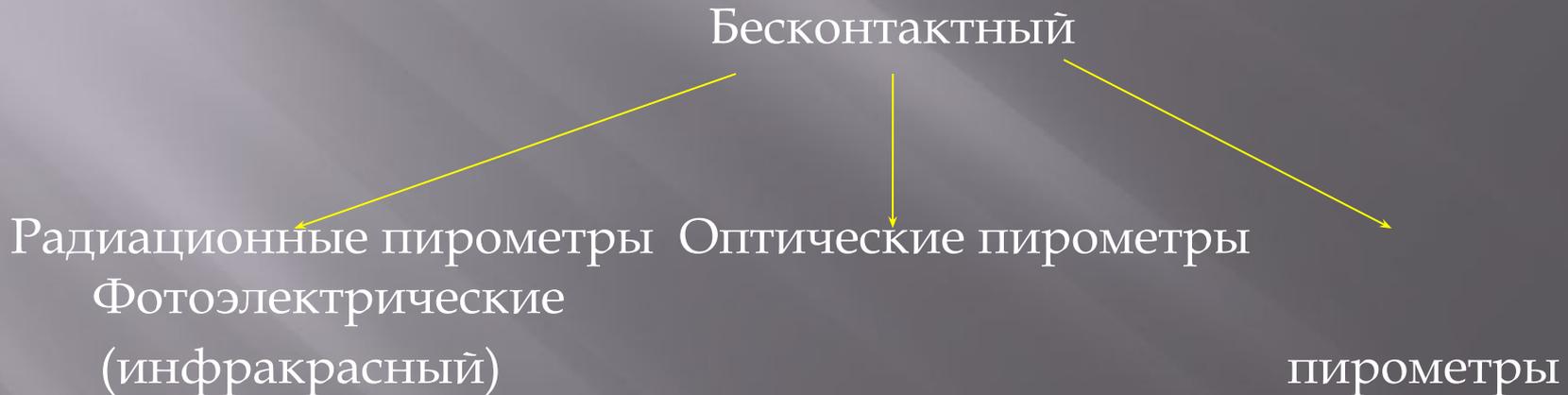
**« СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОКАТНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ »**

Выполнил:  
Студент группы ОД-13-1  
Лесников Сергей Сергеевич

# Достоинства и недостатки контактного и бесконтактного вида измерения температуры

Вид измерения	Достоинства	Недостатки
Контактный	Наиболее высокая точность измерений температуры, чем при бесконтактным способом.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Температурное поле объекта искажается при введении в него термодатчика.</li><li>2. Температура преобразователя всегда отличается от истинной температуры объекта.</li><li>3. Верхний предел измерения температуры ограничен свойствами материалов, из которых изготовлены температурные датчики.</li><li>4. Кроме того, ряд задач измерения температуры в недоступных вращающихся с большой скоростью объектах не может быть решен контактным способом.</li></ol>
Бесконтактный	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Высокое быстродействие</li><li>2. Возможность измерения температуры движущихся элементов оборудования и объектов</li><li>3. Возможность измерения высоких температур, при которых применения контактных приборов не возможно, либо время их работы не велико</li><li>4. Возможность работы при повышенной радиации и при температуре окружающей среды до 250 градусов.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Этот способ менее чувствителен, чем контактный.</li><li>2. Измерения температуры в большой степени зависят от воспроизведения условий градуировки при эксплуатации, а в противном случае появляются значительные погрешности.</li></ol>

# Виды измерения температуры



# Платиновая термопара

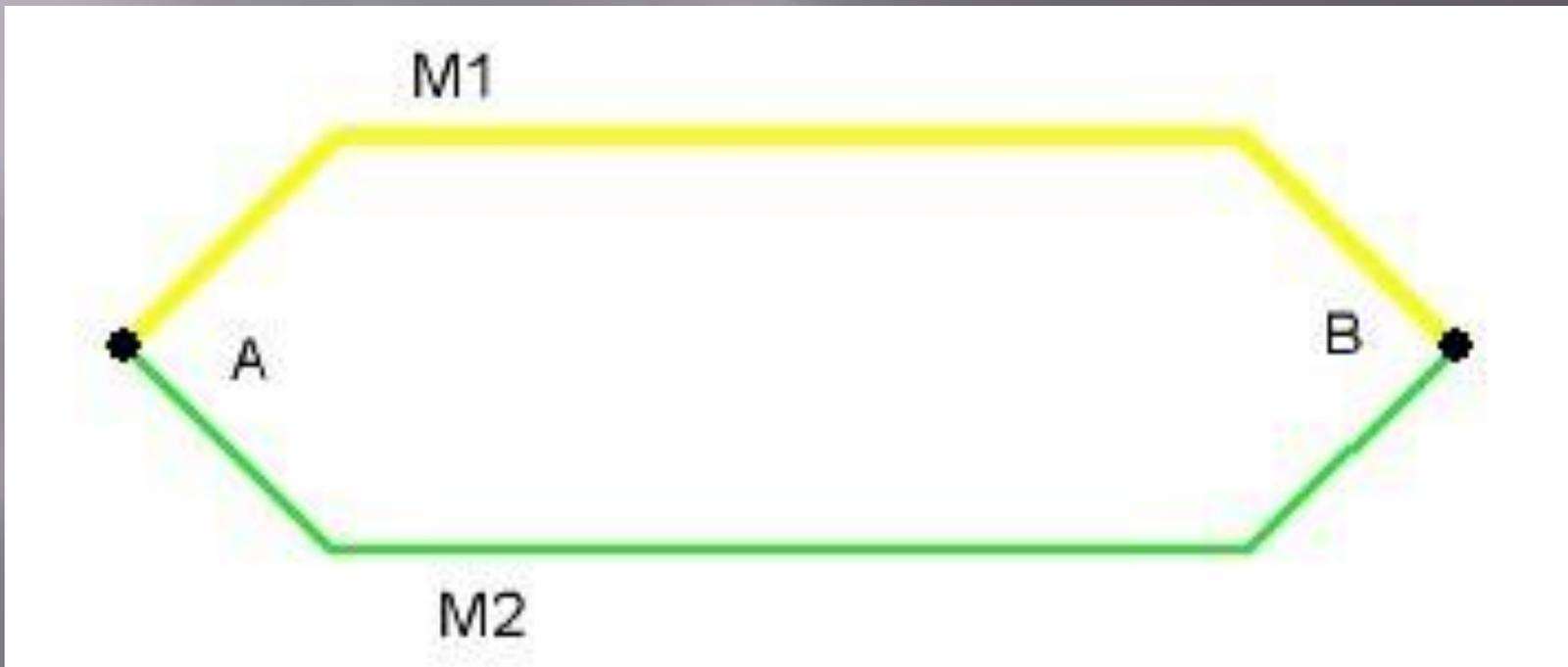


# Принцип работы термопары

Эффект Зеебека - если спаи проводников А и В имеют разные температуры, то между ними возникает

термоэдс, величина которой пропорциональна разности температур спаев.

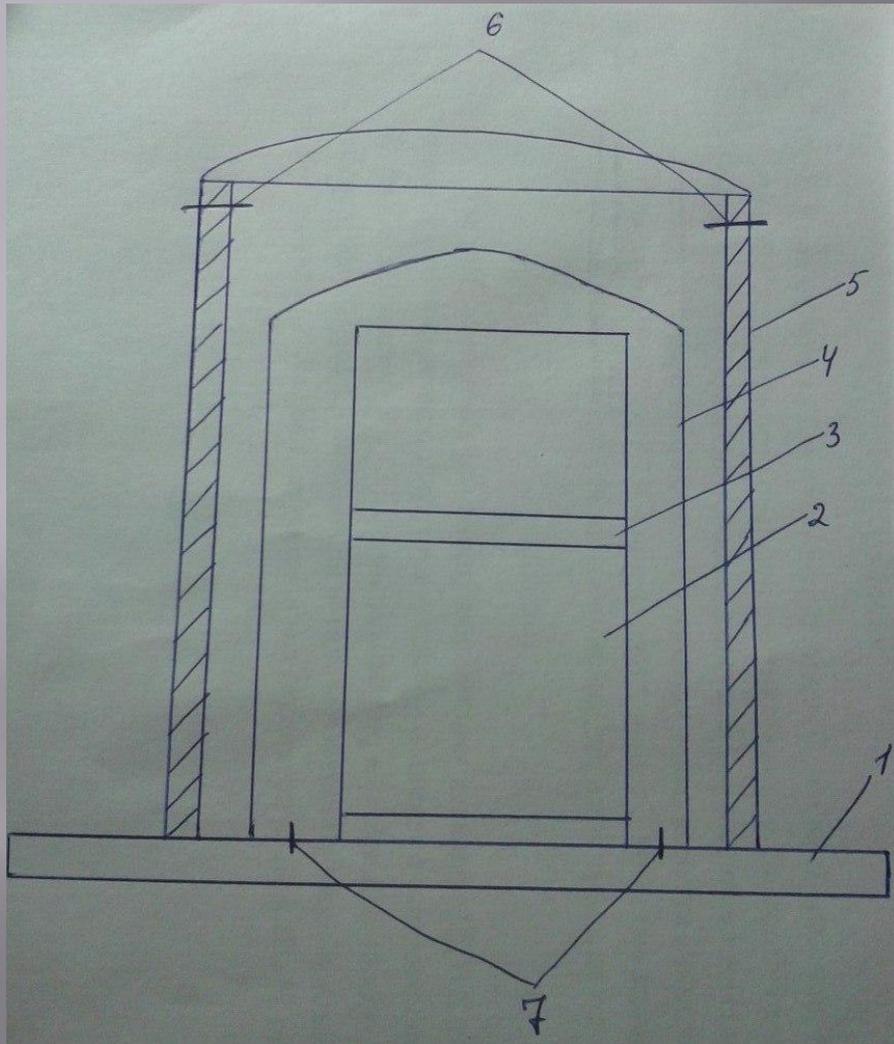
М1 и М2 - проводники



## Платиновые термопары, применяемые в методических печах ПГП

- ▣ Термопары - контактный вид измерения.
- ▣ В течении 8 месяцев (5 тыс.ч),измерения идут качественные. После 8 месяцев происходит процесс науглераживания, термопара начинает показывать температуру меньше.
- ▣ В новых печах (№ 3,4,5) 28 термопар. В старых печах (№ 1,2) 10 термопар.
- ▣ Погрешность измерения самой термопары 1°C.
- ▣ Именно платиновые термопары способны точно измерять температуру в том диапазоне, которые в наших печах (в среднем 1300°C).
- ▣ В печь термопара опускается от свода печи на расстояние 70-100 мм.
- ▣ Время запаздывания термопары около 3 минут.
- ▣ В каждой зоне печи находится 2 термопары.

# Колпаковая печь



1. Стенд
2. Рулон
3. Конверторное кольцо
4. Муфель
5. Колпак
6. Зональная термопара
7. Стендовая термопара

# Химический состав материалов термопары

Обозначение промышленного термопреобразователя	Обозначение типа термопары по [4] (условное обозначение НСХ преобразования)	Термоэлектродный материал	
		положительный	отрицательный
Вольфрам-рений/ вольфрамрениевые ТВР	А-1, А-2, А-3	Сплав вольфрам — рений	
		ВР-5 (95 % W+5 % Re)	ВР-20 (80 % W+20 % Re)
Платинородий/ платинородиевые ТПР	В	Сплав платинородий	
		ПР-30(70 % Pt+30 % Rh)	ПР-6(94 % Pt+6 % Rh)
Платинородий/ платиновые ТПП	S R	Сплав платинородий	Платина
		ПР-10(90 % Pt+10 % Rh)	ПлТ (Pt)
		ПР-13(87 % Pt+13 % Rh)	ПлТ (Pt)
Никель-хром / никель-алюминиевые (хромель-алюмель)* ТХА	К	Сплав хромель	Сплав алюмель
		ТНХ 9,5 (90,5 % Ni+9,5% Cr)	НМцАК 2-2-1 (94,5 % Ni +5,5 % Al, Si, Mn, Co)
Никель-хром/медь-никелевые (хромель-константановые)* ТХКн	Е	Сплав хромель	Сплав константан
		ТНХ 9,5 (90,5 % Ni +9,5 % Cr)	(55 % Cu +45 % Ni, Mn, Fe)
Хромель/копелевые* ТХК	L	Сплав хромель	Сплав копель
		ТНХ 9,5 (90,5 % Ni+9,5 % Cr)	МНМц 43-0,5 (56 % Cu + 44 % Ni)
Медь/медьникелевые (медьконстантановые)* ТМК	Т	Медь	Сплав константан
		М1 (Cu)	(55 % Cu +45 % Ni, Mn, Fe)
Никель-хром-кремний /никель-кремниевые (нихросилнисовые)* ТНН	N	Сплав нихросил	Сплав нисил
		(83,49÷84,89) % Ni+ +(13,7÷14,7) % Cr+ +(1,2÷1,6) % Si + 0,15 % Fe + +0,05 % C + 0,01 % Mg	(94,98÷95,53) % Ni+0,02 % Cr+ +(4,2÷4,6) % Si+0,15 % Fe+ +0,05 % C+(0,05÷0,2) % Mg
Железо-медь / никелевые (железо-константановые)* ТЖК	J	Железо	Сплав константан
		(Fe)	(55 % Cu +45 % Ni,Mn, Fe)
Медь/копелевые* ТМК	M	Медь	Сплав копель
		М1 (Cu)	(56 % Cu +44 % Ni)

\* Наименование, принятое в экономике страны.

П р и м е ч а н и е — Химический состав материалов термоэлектродов ориентировочный.

# Диапазоны рабочих температур термопар

Обозначение промышленного термопреобразователя	Обозначение типа термопары по [4]	Класс допуска	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ $\pm \Delta t$ , °С
ТПП	S, R	2	От 0 до 600 Св. 600 до 1600	1,5 0,0025 <i>t</i>
		1	От 0 до 1100 Св. 1100 до 1600	1,0 1,0+0,003 ( <i>t</i> – 1100)
ТПР	B	3	От 600 до 800 Св. 800 до 1800	4,0 0,005 <i>t</i>
		2	От 600 до 1800	0,0025 <i>t</i>
ТХК	L	3	От –200 до –100 Св. –100 до +100	1,5+0,01   <i>t</i>   2,5
		2	От –40 до +360 Св. 360 до 800	2,5 0,7+0,005 <i>t</i>
ТХК <sub>н</sub>	E	3	От –200 до –167 Св. –167 до +40	0,015   <i>t</i>   2,5
		2	От –40 до +333 Св. 333 до 900	2,5 0,0075 <i>t</i>
		1	От –40 до +375 Св. 375 до 800	1,5 0,004 <i>t</i>
ТХА, ТНН	K,N	3	От –250 до –167 Св. –167 до +40	0,015   <i>t</i>   2,5
		2	От –40 до +333 Св. 333 до 1300	2,5 0,0075 <i>t</i>
		1	От –40 до +375 Св. 375 до 1300	1,5 0,004 <i>t</i>
ТМК	T	3	От –200 до –66 Св. –66 до +40	0,015   <i>t</i>   1,0
		2	От –40 до +135 Св. 135 до 400	1,0 0,0075 <i>t</i>
		1	От –40 до +125 Св. 125 до 350	0,5 0,004 <i>t</i>
ТЖК	J	2	От 0 до 333 Св. 333 до 900	2,5 0,0075 <i>t</i>
		1	От –40 до +375 Св. 375 до 750	1,5 0,004 <i>t</i>
ТМК	M	—	От –200 до 0 Св. 0 до 100	1,3 +0,001   <i>t</i>   1,0
ТВР	A-1, A-2, A-3	3	От 1000 до 2500	0,007 <i>t</i>
		2	От 1000 до 2500	0,005 <i>t</i>

# Особенности и области применения некоторых термопар

Тип термопары	Особенности применения
<p>Никель-хром / никель-алюминиевые (хромель-алюмель) (ТХА)</p>	<p>Обладают: - наиболее близкой к прямой характеристикой. Предназначены для работы в окислительных и инертных средах (Применяются в колпаковых печах ПАО НЛМК)</p>
<p>Хромель/копелевые (ТХК)</p>	<p>Обладают: - наибольшей чувствительностью; - высокой термоэлектрической стабильностью при температурах до 600°C. Предназначены для работы в окислительных и инертных средах. Недостаток: высокая чувствительность к деформациям</p>
<p>Платинородий/ платиновые (ТПП)</p>	<p>Обладают: - хорошей устойчивостью к газовой коррозии, особенно на воздухе при высоких температурах; - высокой надежностью при работе в вакууме (но менее стабильны в нейтральных средах). Предназначены для длительной эксплуатации в окислительных средах. Недостаток: высокая чувствительность термоэлектродов к любым загрязнениям, появившимся при изготовлении, монтаже или эксплуатации термопар (Применяются в методических печах ПАО НЛМК)</p>
<p>Вольфрам-рений/ вольфрамрениевые (ТВР)</p>	<p>Обладают: - возможностью длительного применения при температурах до 2200°C в неокислительных средах; - устойчивостью в аргоне, гелии, сухом водороде и азоте. Термопары с термоэлектродами из сплава платины с 10% родия относительно электрода из чистой платины могут использоваться как стандартные для установления номинальных статических характеристик термопар методом сравнения. Недостаток - плохая воспроизводимость термоЭДС, вынуждающая группировать термоэлектродные пары по группам с номинальными статическими характеристиками А-1, А-2, А-3</p>
<p>Никель-хром-кремний / никель-кремниевые (нихросилниловые) (ТНН)</p>	<p>Обладают: - высокой стабильностью термоЭДС (по сравнению с термопарами ТХА, ТПП, ТПР); - высокой радиационной стойкостью; - высокой стойкостью к окислению электродов. Предназначены в качестве универсального средства измерения температур в диапазоне температур 0-1230°C</p>

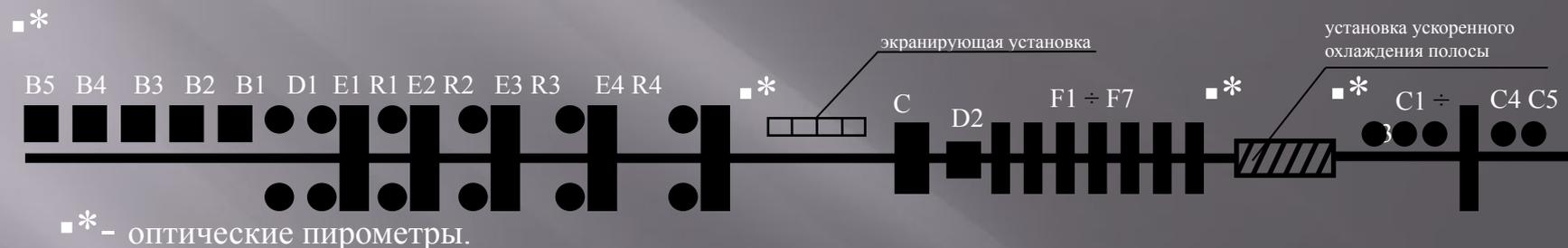
# Оптические пирометры фирмы Land



# Оптические пирометры, применяемые в цехе ПГП ПАО НЛМК

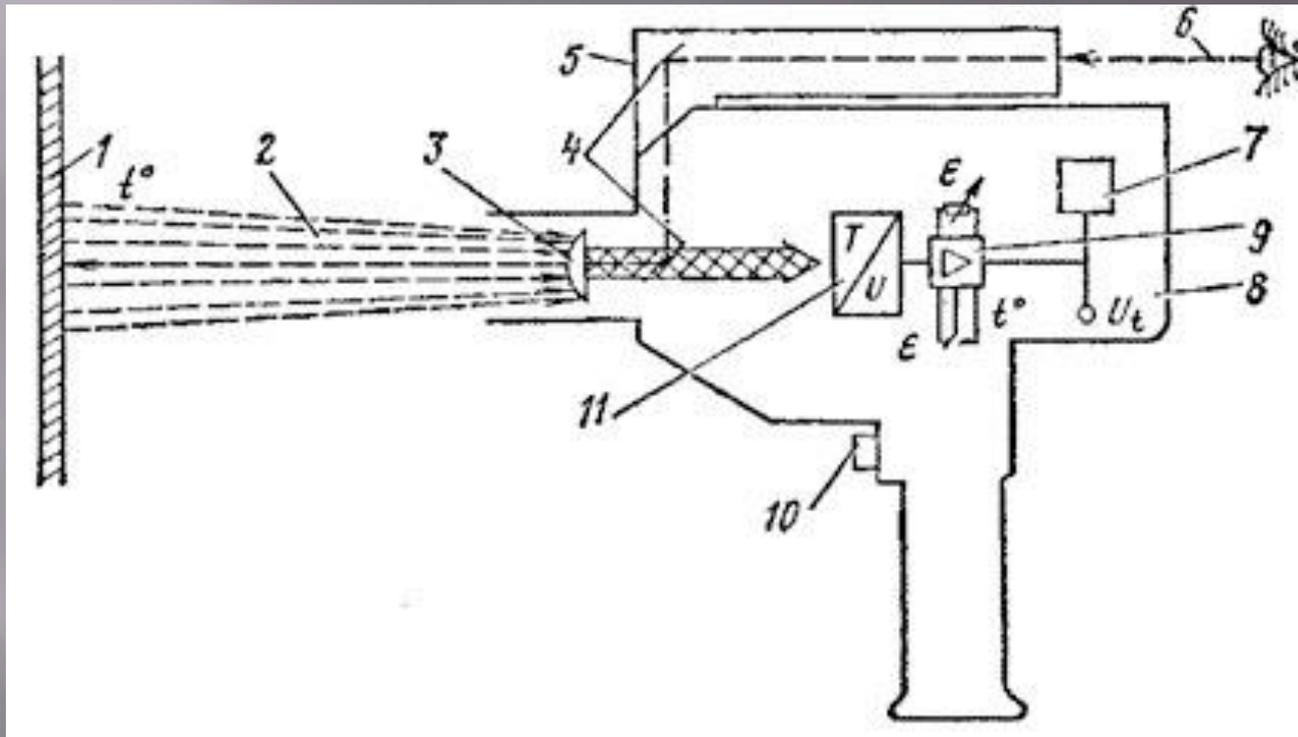
Оптические пирометры - бесконтактный вид измерения.

- ▣ Пирометры установлены английской фирмы Land.
- ▣ Оптические пирометры установлены за 5 клетью, за 12 клетью, перед моталками и перед входом в печь установлен пирометр фирмы Optris.



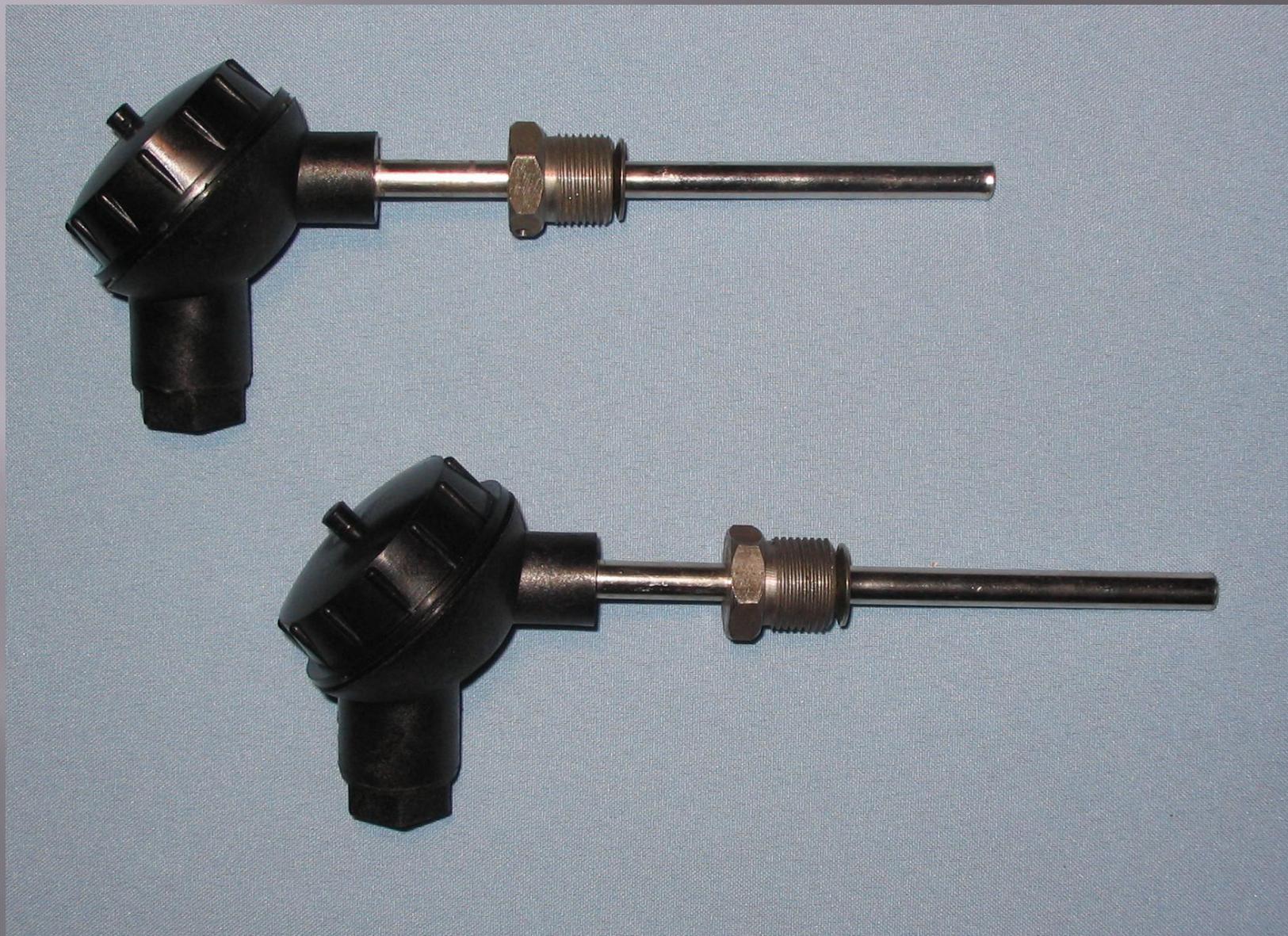
- ▣ Пирометры устанавливаются в защитном охлаждаемом корпусе.
- ▣ Устанавливают по 2 пирометра, которые сведены в одну точку на полосе.
- ▣ Разница между показаниями пирометров  $2^{\circ}\text{C}$ , при температуре до  $600^{\circ}\text{C}$ , и разница в  $5^{\circ}\text{C}$ , при температуре до  $900^{\circ}\text{C}$ .
- ▣ Перед использованием, пирометры отправляют на калибровку.

# Принцип работы оптического пирометра



Устройство пирометра: 1 – объект измерения; 2 – тепловое излучение;  
3 – оптическая система; 4 – зеркало; 5 – видоискатель; 6 – ось видоискателя;  
7 – измерительно-счетное устройство; 8 – корпус; 9 – электронный преобразователь; 10 –  
кнопка; 11 – датчик

# Термометр сопротивления



# Свойства термометров сопротивления трех наиболее распространенных типов

Металл	Рекомендуемый рабочий диапазон температур	Описание	Использование
Платина	-196°C до 600°C	Высокая точность и стабильность. Характеристика сопротивление-температура близка к линейной. Самый широкий диапазон температур. Высокое удельное сопротивление. Для изготовления ЧЭ требуется небольшое количество платины. Возможно изготовление ЧЭ методом напыления платины на подложку (пленочные ЧЭ).	Очень широко используется в промышленности всех стран, существует стандарт МЭК 60751 на платиновые термометры сопротивления и ЧЭ. Последняя редакция включает требования к проволочным и пленочным ЧЭ.
Никель	-60°C до 180°C	Наиболее высокий температурный коэффициент; наибольший выходной сигнал сопротивления. Однако, если превышена точка Кюри (352°C), может возникать непредсказуемый гистерезис характеристики.	Используются значительно реже, чем платиновые термометры сопротивления. Никелевые термометры сопротивления устанавливались раньше на корабельных системах контроля в комплекте с самописцами.
Медь	-50°C до 150°C	Имеют наиболее линейную характеристику, но очень ограниченный диапазон температур. Очень низкое удельное сопротивление, что обуславливает необходимость использования проволоки значительной длины. Это привело к тому, что в американском стандарте, медные термометры имеют номинальное сопротивление 10 Ом.	Используются в электрических генераторах, на электростанциях и в некоторых других отраслях промышленности

# Применение термометров сопротивления

- **Агрегат непрерывного отжига (АНО):** измеряет температуру моеющего раствора, температуру промывочной воды, температуру травильного раствора, температуру нейтрализующего раствора.
- **Агрегат непрерывного цинкования (АНГЦ):** измеряет температуру промывной воды, температуру пассивирующего раствора, температуру обезжирующего раствора, температуру травильного раствора, температуру обессоленной воды.
- **Непрерывный травильный агрегат (НТА):** измеряет температуру травильных растворов, температуру рабочего щелочного раствора, температуру промывной воды.

**Спасибо за внимание.**