

# Терморезисторы



Подготовил:  
Студент 264  
группы ОРТОП  
(ФАИТОП)  
Колесник Павел

# Терморезисторы

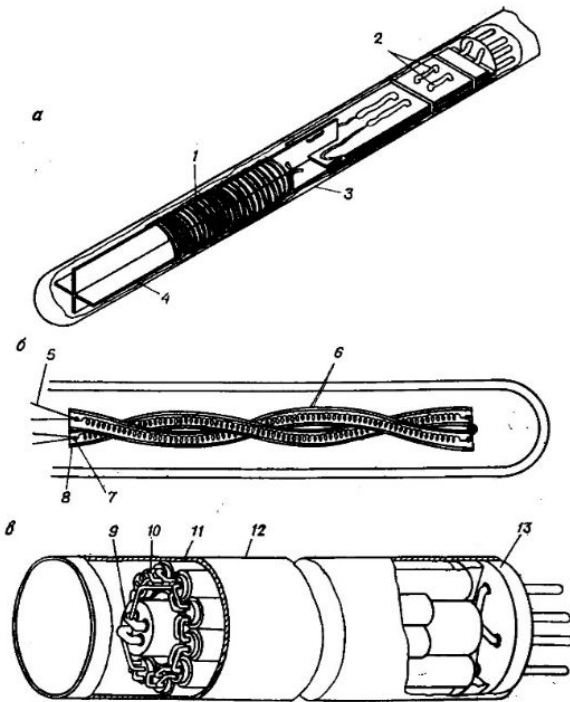


Рис. 5.14. Конструкции чувствительного элемента в стержневых платиновых термометрах сопротивления.  
а — бифилярная намотка на слюдяной крестовине; б — спираль в кварцевых трубочках; в — проволока в корундовых трубках; такой элемент обычно монтируется в кожухе из нержавеющей стали [20]. 1 — платиновый элемент; 2 — крепление проводов; 3 — стеклянный кожух; 4 — слюдяной каркас-изолятор; 5—4 платиновых выводов; 6 — кварцевая трубка; 7 — сварное присоединение платиновых выводов; 8 — крепление платины к стеклу; 9 — выводы; 10 — платиновый элемент; 11 — платинокерамический каркас, припаянный золотом к кожуху; 12 — платиновый кожух; 13 — крепление выводов.

**Терморезистор** — полупроводниковый резистор, электрическое сопротивление которого зависит от температуры. Термометры сопротивления, как правило, в металлическом или керамическом корпусе состоят из чувствительного элемента который представляет собой резистор, выполненный из металлической проволоки или пленки и имеющий известную зависимость электрического сопротивления от температуры.

# Терморезисторы

В основу измерения температуры термоэлектрическими термометрами положен **термоэлектрический эффект**.

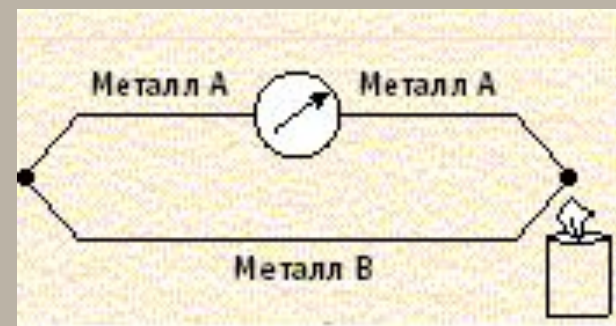
Явление термоэлектричества было открыто немецким физиком **Томасом Иоганом Зеебеком** в 1821 г. и состоит в следующем:

в замкнутой цепи термоэлектрического преобразователя (термопары), состоящего из двух или нескольких разнородных проводников, возникает электрический ток, если хотя бы два места соединения (спая) проводников имеют разные температуры.

Спай, измеряющий температуру  $t$ , называется рабочим, а спай, имеющий постоянную температуру  $t_0$  — свободным. Проводники  $A$  и  $B$  называют термоэлектродами.

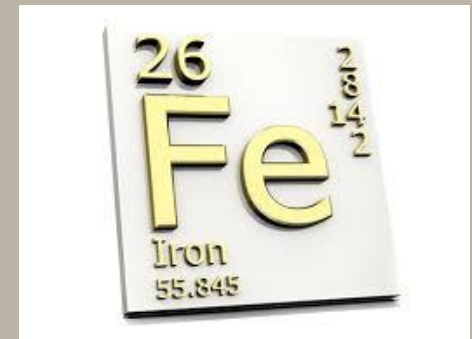
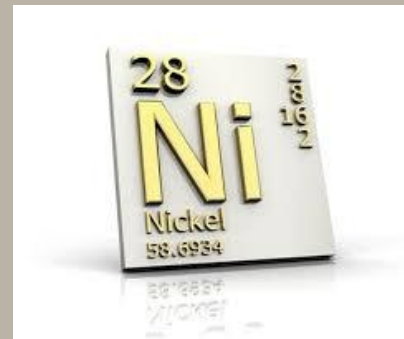
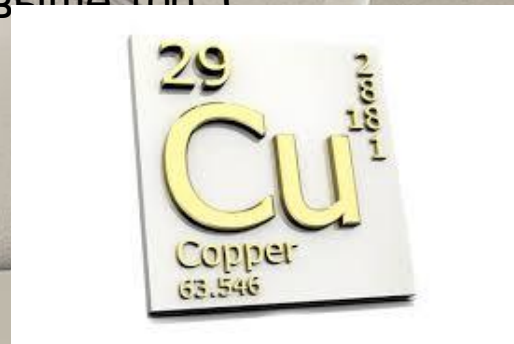


Томас Иоган  
Зеебек  
(1770 – 1831)



# Металлы ,использующиеся в терморезисторах

- **Медь.** К преимуществам меди следует отнести низкую стоимость, легкость получения ее в чистом виде, сравнительно высокий температурный коэффициент электрического сопротивления и линейную зависимость сопротивления от температуры. К недостаткам меди относятся малое удельное сопротивление и легкая окисляемость при температуре выше 100 °С
- **Никель и железо.** Эти металлы обладают сравнительно высоким температурным коэффициентом электрического сопротивления и относительно большим удельным сопротивлением. Однако этим металлам присущи и недостатки: никель и железо трудно получить в чистом виде, что усложняет изготовление взаимозаменяемых термометров сопротивления

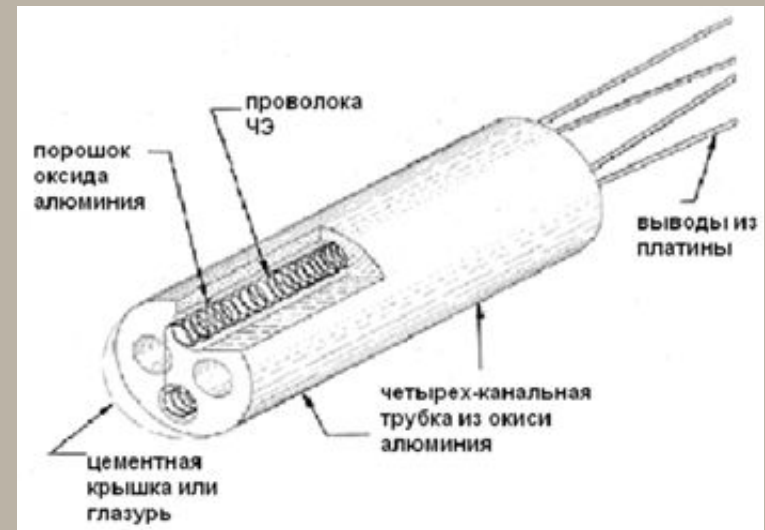


# Виды терморезисторов

- 1. Самая распространенная конструкция – так называемая «свободная от напряжения спираль» (Strain-free).
- 2. Вторая конструкция – это новая разработка, которая используется в ЧЭ значительно реже из-за высокой стоимости. Так называемая полая конструкция «hollow annulus».
- 3. Пленочные чувствительные элементы типа “thin-film”
- 4. Платиновая спираль в стеклянной изоляции.

# «Свободная от напряжения спираль» (Strain-free)

- Эта конструкция выпускается многими российскими предприятиями и считается самой надежной. Вариации основного дизайна заключаются в размерах деталей и материалах, используемых для герметизации корпуса чувствительного элемента (ЧЭ). Для различных диапазонов температур используются разные виды глазури. Эта конструкция ЧЭ также очень распространена за рубежом.



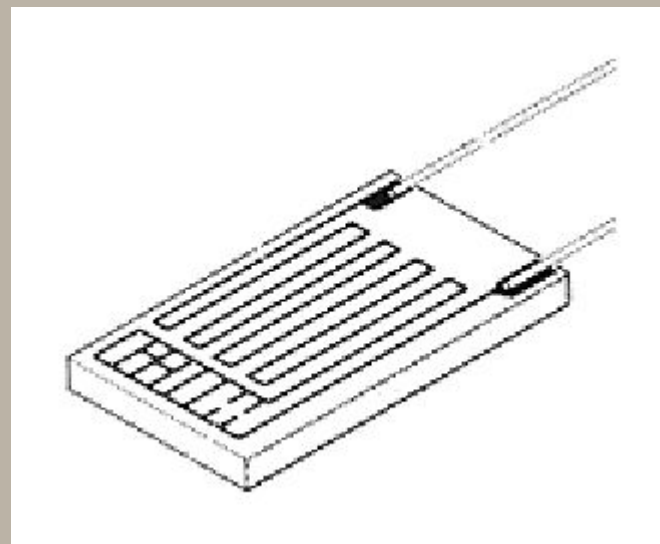
# Полая конструкция «hollow annulus».

- Эта конструкция применяется на особо важных объектах, в атомной промышленности, т.к. обладает повышенной надежностью и стабильностью метрологических параметров. Чувствительный элемент наматывается на поверхность полого металлического цилиндра, изолированную слоем оксида алюминия, образованным способом горячего распыления.



# Пленочные чувствительные элементы типа “thin-film”

- Пленочный ЧЭ изготавливается нанесением тонкого слоя платины на керамическую подложку. Обычно слой имеет толщину порядка  $10^{-8}$  см. Слой платины сверху покрывается оксидным или стеклянным изоляционным слоем. Технология изготовления освоена многими зарубежными фирмами, в настоящее время пленочный платиновый ЧЭ – это самый дешевый и самый широко продаваемый сенсор.

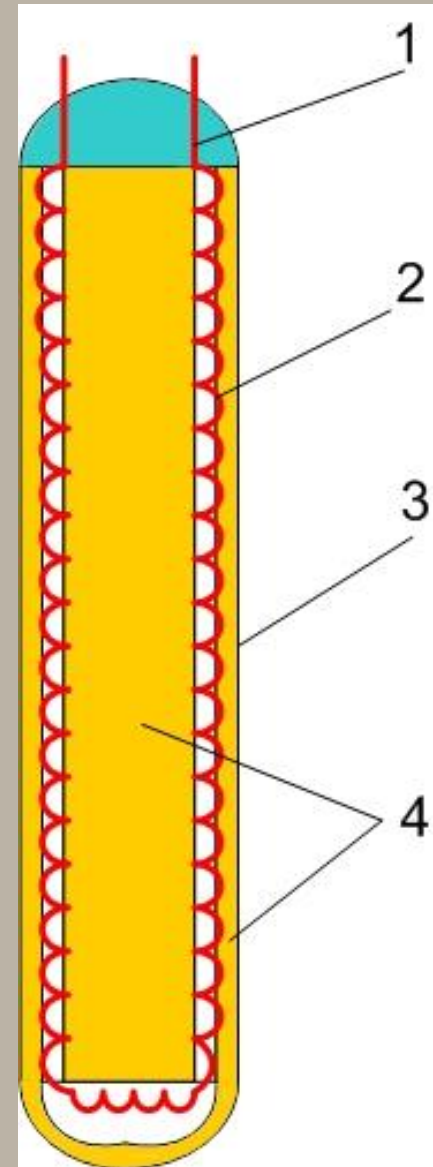




# Платиновая спираль в стеклянной ИЗОЛЯЦИИ.

**Чувствительный элемент** платинового термометра отечественного производства состоит из двух соединенных последовательно платиновых спиралей 2, расположенных в каналах керамического каркаса 4.

К двум верхним концам этих спиралей припаяны платиновые или иридиевородиевые (60 % родия) выводы 1, к которым приварены выводные проводники, изолированные керамическими бусами. Для крепления платиновых спиралей и выводов в керамическом каркасе используют глазурь (или термоцемент) на основе оксидов алюминия и кремния. Пространство между платиновыми спиральями и стенками каналов каркаса заполнено порошком оксида алюминия, который служит изолятором и улучшает тепловой контакт между спиральями и каркасом. Снаружи устройство заключено в металлический чехол 3.



# Классы точности терморезистора

Класс допуска	Допуск, °C	Диапазон измерений, °C			
		Платиновый ТС, ЧЭ		Медный ТС, ЧЭ	Никелевый ТС, ЧЭ
		проволочный	пленочный		
AA W 0.1 F 0.1	$\pm (0,1+0,0017   t  )$	От -50 до +250	От -50 до +150	-	-
A W 0.15 F 0.15	$\pm (0,15+0,002   t  )$	От -100 до +450	От -30 до +300	От -50 до +120	-
B W 0.3 F 0.3	$\pm (0,3+0,005   t  )$	От -196 до +660	От -50 до +500	От -50 до +200	-
C W 0.6 F 0.6	$\pm (0,6+0,01   t  )$	От -196 до +660	От -50 до +600	От -180 до +200	От -60 до +180

# Сборка термометра сопротивления

- Предпочтительный способ для соединения выводов ЧЭ и внутренних проводов термометра – сварка. Это предотвращает загрязнение выводных проводников другими металлами, возникающее при пайке, Внутренние выводы изготавливают обычно из меди, никеля, константана, меди с никелевым покрытием, меди со стальным покрытием и других металлов и сплавов. Выводы изолируют трубками из оксида алюминия, стекловолоконными трубками или пластиковыми трубками, если позволяет рабочая температура ТС.



# Вывод

По оценкам российских и зарубежных специалистов надежность современных датчиков температуры растет. Если стоит вопрос выбора контактного датчика повышенной надежности и стабильности для температур от 200 до 600 °С, то очень сложно найти что-то более подходящее, чем платиновый термометр сопротивления. Превалирующая часть выходов из строя современных термометров сопротивления уже связана с проблемами их крепления на объекте и проблемами во внешней измерительной цепи, а не с проблемой нестабильности ЧЭ.

**Спасибо за внимание!**

