



Зависимость сопротивления от температуры.

Сверхпроводимость.

Зависимость R от T .

Если при температуре сопротивление проводника равно R_0 , а при температуре t оно равно R , то относительное изменение сопротивления прямо пропорционально изменению температуры t .

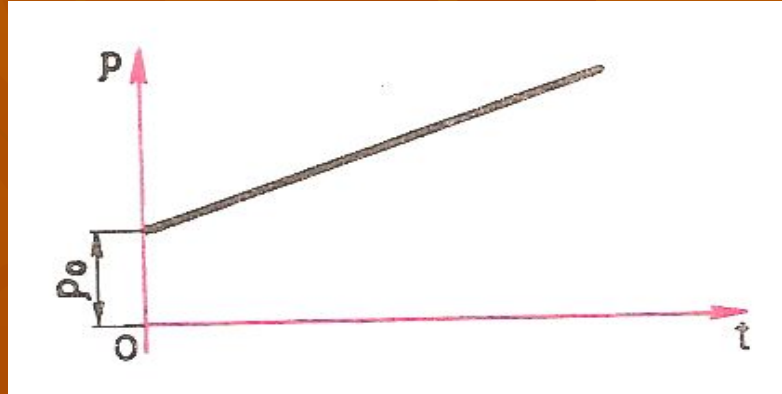
$$\frac{R - R_0}{R} = \alpha t.$$

Коэффициент пропорциональности называют **температурным коэффициентом сопротивления**. Он характеризует зависимость сопротивления вещества от температуры. Температурный коэффициент сопротивления численно равен относительному изменению сопротивления проводника при нагревании на 1 К. У растворов электролитов сопротивление с ростом температуры не увеличивается, а уменьшается.

При нагревании проводника его геометрические размеры меняются незначительно. Сопротивление проводника меняется за счёт изменения его удельного сопротивления.

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t).$$

Так как температурный коэффициент меняется при изменении температуры проводника, то удельное сопротивление проводника линейно зависит от температуры.

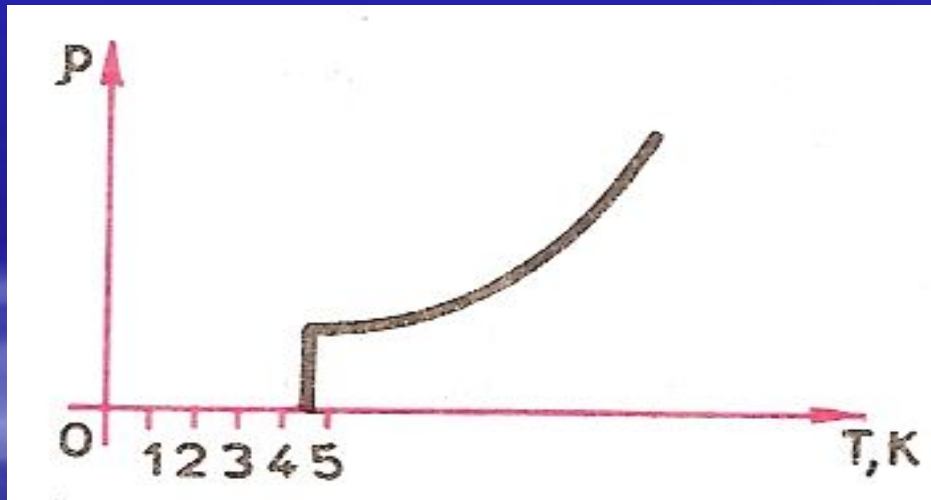


Хотя температурный коэффициент довольно мал, учёт зависимости сопротивления от температуры при расчёте нагревательных приборов совершенно необходим.

Зависимость сопротивления металлов от температуры используют в **термометрах сопротивления**. Такие термометры позволяют измерять очень низкие и очень высокие температуры, когда обычные жидкостные термометры непригодны.

Сверхпроводимость

Сверхпроводимость – это явление, в котором у некоторых металлов удельное сопротивление падает до 0 при t выше абсолютного 0. Явление сверхпроводимости открыл в 1911 году голландский физик Камерлинг-Оннес. Он обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре 4,1 К очень резко падает до 0.



При создании электрического тока в кольце у сверхпроводника сила тока остаётся неизменной неограниченно долго, так как нет потерь на нагревание проводника.

Сверхпроводники находят широкое применение. Так, сооружают мощные электромагниты со сверхпроводящей обмоткой, которые создают магнитное поле на протяжении длительных интервалов времени без затрат энергии. Ведь ***выделения теплоты в сверхпроводящей обмотке не происходит.***

Однако получить сильное магнитное поле с помощью сверхпроводящего магнита нельзя. ***Очень сильное магнитное поле разрушает сверхпроводящее состояние.***

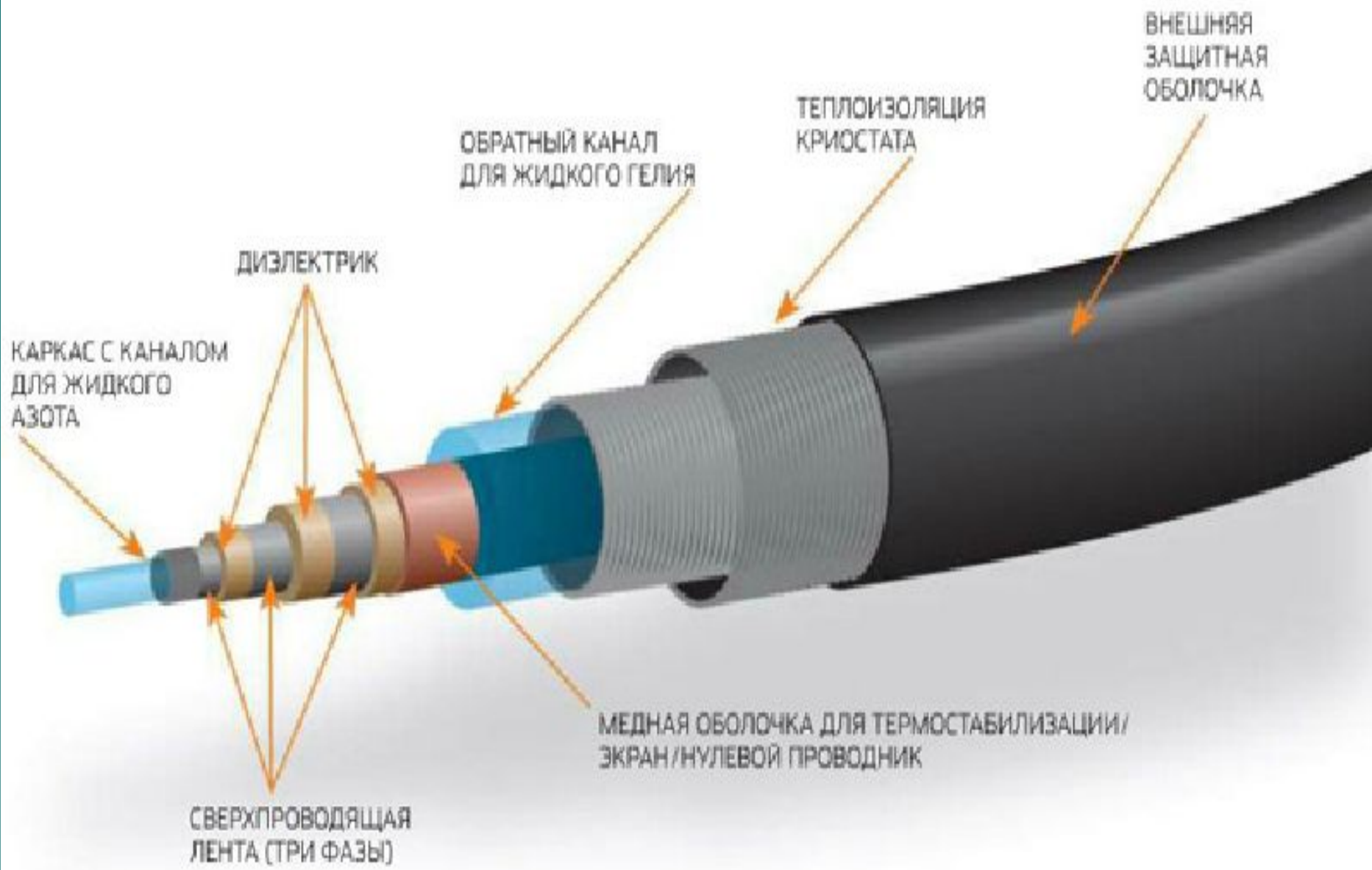
Сверхпроводящие магниты используются в ускорителях элементарных частиц, магнитогидродинамических генераторах.

Объяснение сверхпроводимости возможно только на основе квантовой теории. Оно было дано в 1957 году американскими учёными Дж. Бардиным, Л. Купером, Дж. Шриффером и советским учёным академиком Н.Н. Боголюбовым.

В 1986 году была открыта высокотемпературная сверхпроводимость. Получены сложные оксиды соединения лантана, бария и других элементов с температурой перехода в сверхпроводящее состояние около 100 К. Это выше температуры кипения жидкого азота при атмосферном давлении.

Высокотемпературная сверхпроводимость в будущем приведёт к новой технической революции во всей электротехнике, радиотехнике, конструировании ЭВМ.

- ◆ **Применение:** сверхпроводящие соединения нашли применение в качестве материала обмоток электромагнитов для создания сильных магнитных полей в установках управляемого термоядерного синтеза, а также в мощных электрических двигателях и генераторах.
- ◆ Разрабатывают проекты сверхпроводящих электронно-вычислительных машин. Уже созданы компактные интегральные схемы на сверхпроводниках, обладающие рядом преимуществ по сравнению с имеющимися аналогами. Возможности применения явления сверхпроводимости увеличатся, если будут найдены материалы, обладающие этим свойством при не очень низких температурах
- ◆ **Это интересно!** Самый длинный в мире сверхпроводящий кабель официально введён в эксплуатацию в Германии. «Суперпроводник» длиной около одного километра соединил две трансформаторные подстанции в центре города Эссен весной 2014 года.
- ◆ Просмотр мультфильма Смешарики «Сверхпроводимость» (Приложение 3)
Смешарики



Пример решения задачи

Определите сопротивление алюминиевого проводника при температуре $t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$, если при температуре $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ его сопротивление $R_1 = 4,0 \text{ Ом}$. Температурный коэффициент сопротивления алюминия $\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

Дано:

$$t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_1 = 4,0 \text{ Ом}$$

$$\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$$

$$R_2 = ?$$

Решение. Согласно формуле (24.2) сопротивления проводника при температурах t_1 и t_2 соответственно

$$R_1 = R_0(1 + \alpha\Delta T_1), \quad R_2 = R_0(1 + \alpha\Delta T_2).$$

Решая систему уравнений, получим

$$R_2 = R_1 \frac{1 + \alpha\Delta T_2}{1 + \alpha\Delta T_1}.$$

Поскольку $\Delta T = \Delta t = t - t_0$, где $t_0 = 0,0 \text{ }^\circ\text{C}$, то $\Delta T_2 = 90 \text{ К}$, $\Delta T_1 = 20 \text{ К}$.

$$R_2 = 4,0 \text{ Ом} \cdot \frac{1 + 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1} \cdot 90 \text{ К}}{1 + 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1} \cdot 20 \text{ К}} = 5,1 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_2 = 5,1 \text{ Ом}$.

Конец

