

Термометры сопротивления.

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

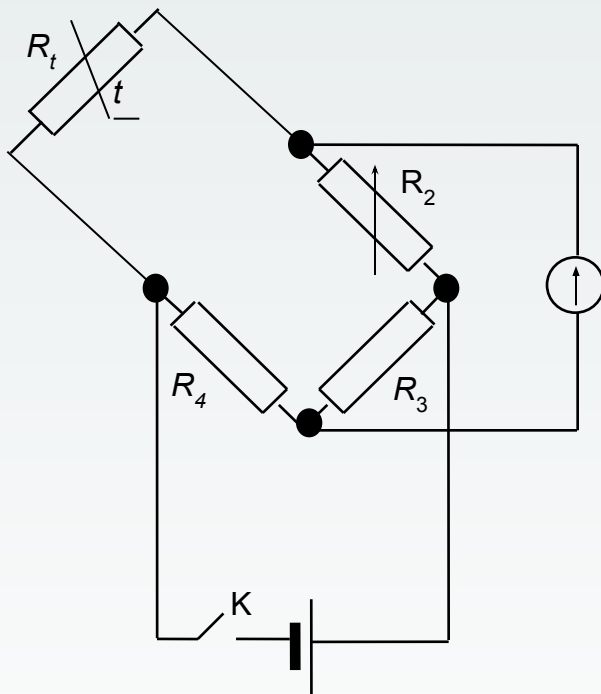


Рис. 1.4.1 Уравновешенный термометр сопротивления

В уравновешенном термометре сопротивления (УТС) одно из плеч моста содержит терморезистор R_t , а одно из других плеч (например, R_2) сделано переменным.

Наблюдатель уравнивает мостовую схему, изменяя регулируемое сопротивление, а затем рассчитывает температуру по формуле:

$$R_0 (1 + \alpha t) \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4 \quad (1.4.1)$$

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

Для измерений температуры пользуются шкалой, нанесенной около ручки регулировки R_2 .

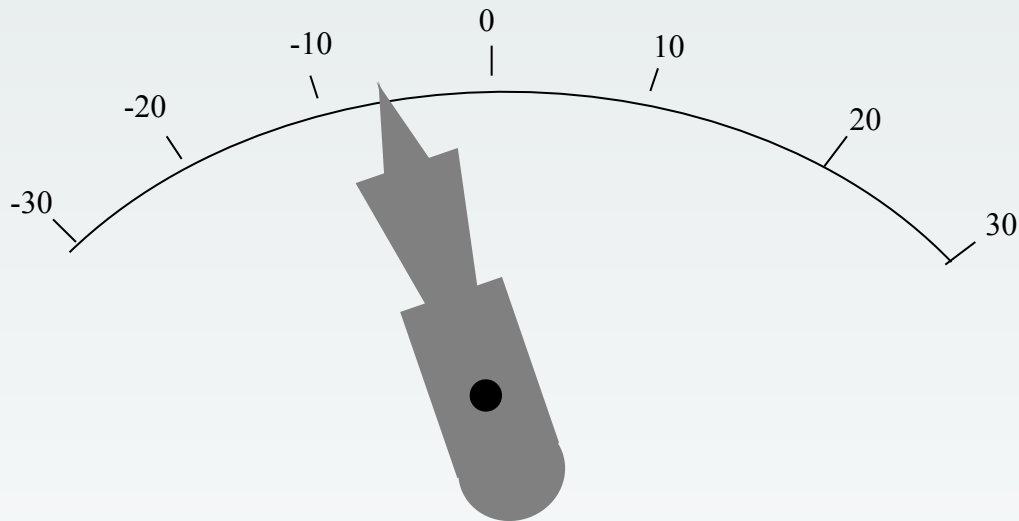


Рис. 1.4.2. Ручка регулировки регулируемого резистора УТС со шкалой температуры.

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

Согласно определению, абсолютная чувствительность любого прибора (S) – это отношение изменения выходной величины (Y) к вызвавшему ее изменению входной величины (X).



Математически это можно выразить в виде производной:

$$S = \frac{dY}{dX} \quad (1.4.2)$$

Чувствительность прибора – это производная от его выходной величины по входной.

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

Задача:



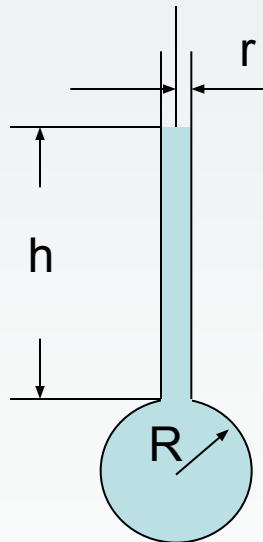
Что такое чувствительность жидкостного термометра?

Принять зависимость объема ртути от температуры в виде:

$$V = V_0(1 + \beta \cdot t)$$

β – коэффициент объемного расширения ртути,

V_0 – объем резервуара при 0°C .



Как она зависит от размера резервуара R и радиуса капилляра r ?

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

$$R_0 (1 + \alpha t) \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4.$$

Согласно этому определению, чувствительность УТС :

$$S_{УТС} = \frac{dR_2}{dt} \quad (1.4.3)$$

Выразив R_2 из (1.4.1), получим:

$$R_2 = \frac{R_0 (1 + \alpha \cdot t) R_3}{R_4}$$

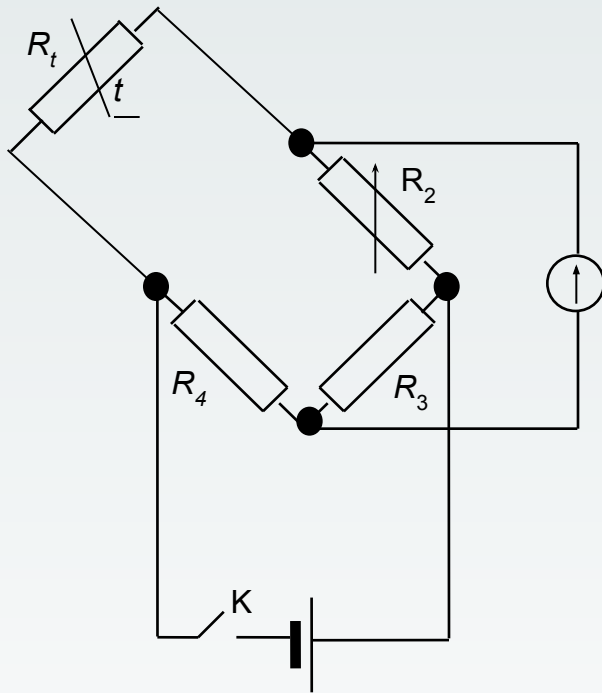
$$S_{УТС} = \frac{dR_2}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{R_0 (1 + \alpha \cdot t) R_3}{R_4} \right) = \frac{R_0 R_3}{R_4} \alpha \approx \frac{R_t R_3}{R_4} \alpha = R_2 \alpha$$

$$S_{УТС} = R_2 \alpha$$

(1.4.4)

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

Значит, для повышения чувствительности УТС следует:



Обычно придерживаются соотношения:

$$R_t \approx R_3 \quad R_2 \approx 10R_3 \quad R_4 \approx 0,1R_3$$

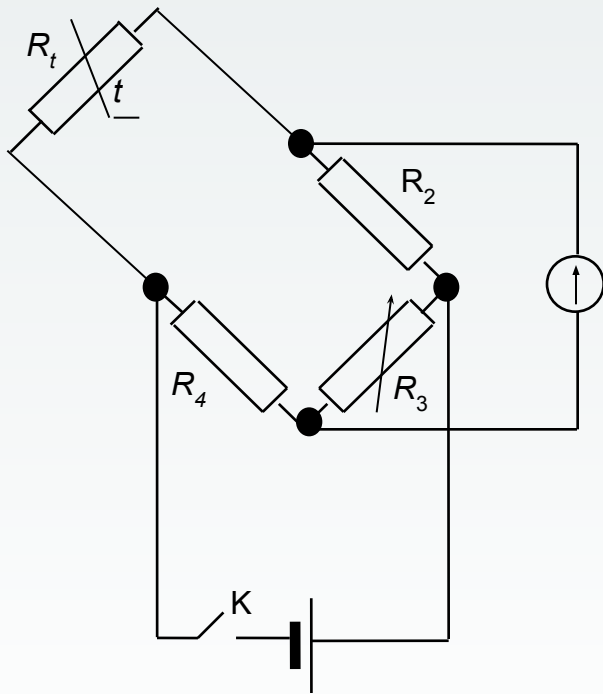
- брать материалы для терморезисторов с большим коэффициентом α ,
- значение регулируемого сопротивления (R_2) должно быть возможно большим.

Следовательно, значение сопротивления противоположного плеча (R_4) должно быть малым.

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

Задача:

Вывести формулу для чувствительности УТС в случае, если регулируемым резистором является R_3 .



1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

Специфические погрешности УТС

1. Нагревание датчика электрическим током.

Способы уменьшения этой погрешности:

1.1. Уменьшение напряжения питания схемы,

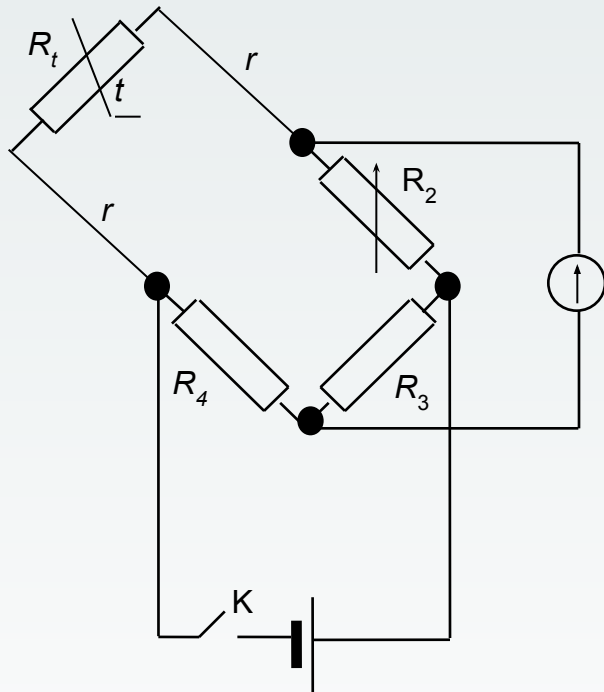
1.2. Увеличение значения сопротивления терморезистора R_t ,

1.3. Аспирация датчика потоком воздуха,

1.4. Применение импульсного тока с малой длительностью импульсов и современных быстродействующих цифровых измерительных приборов.

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

2. Изменение сопротивления идущих к датчику проводов.



Способы уменьшения этой погрешности:

1.1. Применение подводящих проводов из константана,

1.2. Применение малоомных проводов:

$$r \ll R_t$$

1.3. Применение трехпроводной схемы.

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)

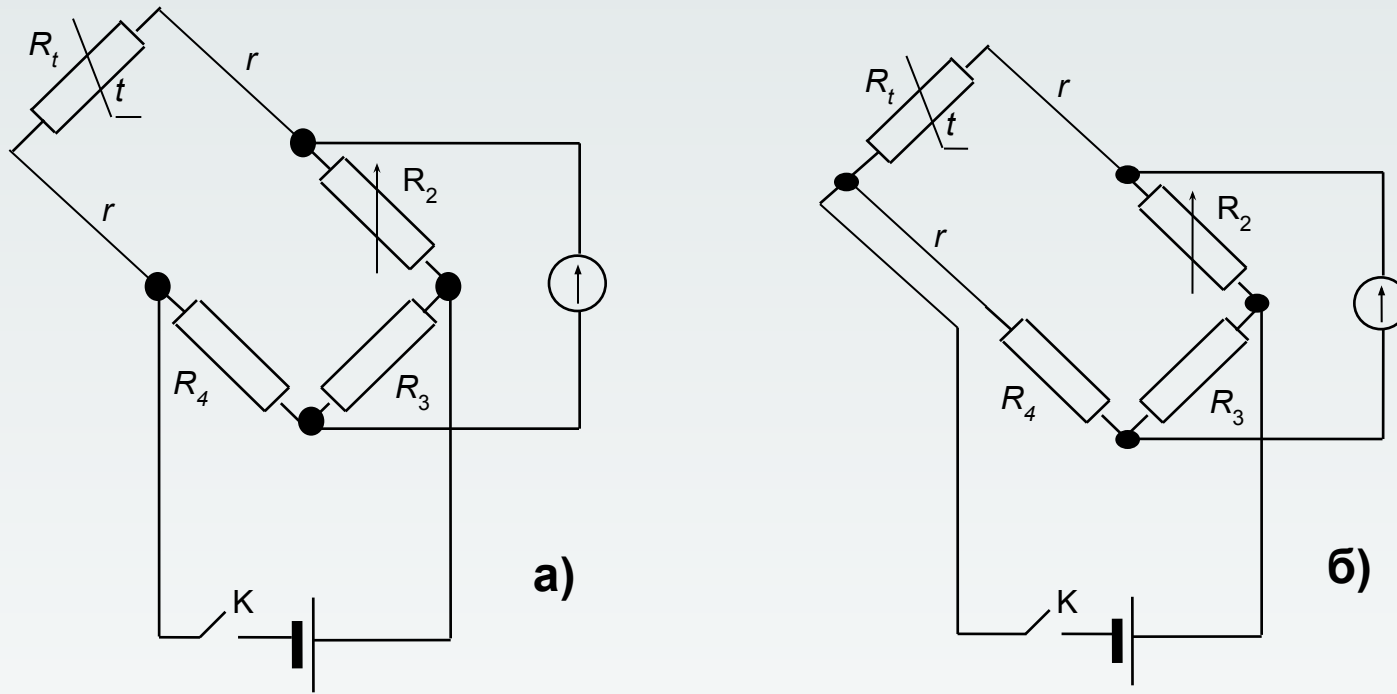


Рис. 1.4.3. Двухпроводная (а) и трехпроводная (б) схемы термометра сопротивления.

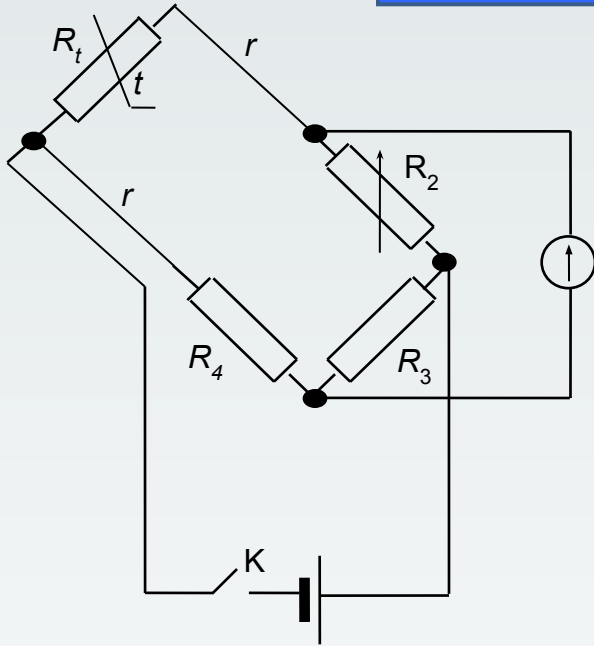
Уравнение баланса моста для двухпроводной схемы:

$$(R_t + 2r) \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4 \quad (1.4.5)$$

А для трехпроводной схемы:

$$(R_t + r) \cdot R_3 = R_2 \cdot (R_4 + r) \quad (1.4.6)$$

1.4. Уравновешенный термометр сопротивления (УТС)



$$(R_t + 2r) \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4 \quad (1.4.5)$$

$$(R_t + r) \cdot R_3 = R_2 \cdot (R_4 + r) \quad (1.4.6)$$

Если сопротивление двух проводов изменяется одновременно, то уравнение (1.4.5) нарушается существенно, т.к. величина r входит только в левую часть уравнения.

В уравнении (1.4.6) изменяются обе части, поэтому оно нарушается гораздо меньше.

Третий провод вообще не входит в плечи моста. Следовательно, изменение его сопротивления никак не сказывается на уравнении (1.4.6), а значит, и на результатах измерения.