

Основы электротехнологии

Занятие 3

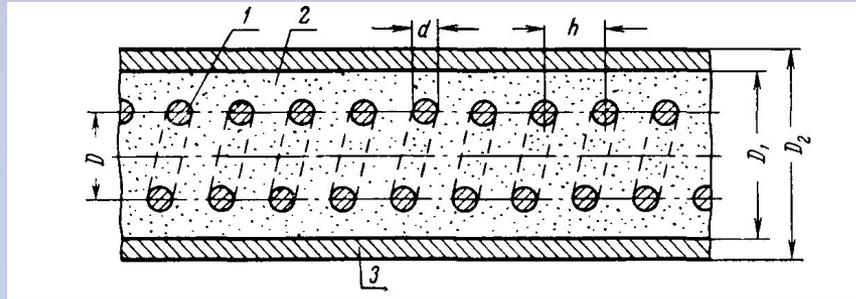
**Электрический нагрев
сопротивлением
(косвенный нагрев)**

Основы нагрева

Косвенный нагрев наиболее часто используется в электрических печах сопротивления, основным элементом которых является нагреватель, главным элементом которого является тело нагрева – нагревательное сопротивление.

Одним из примеров нагревательного сопротивления является ТЭН – трубчатый электронагреватель

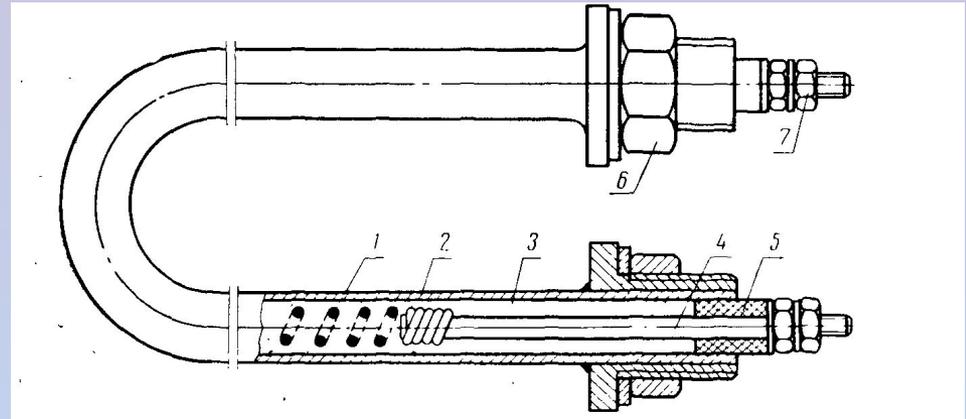
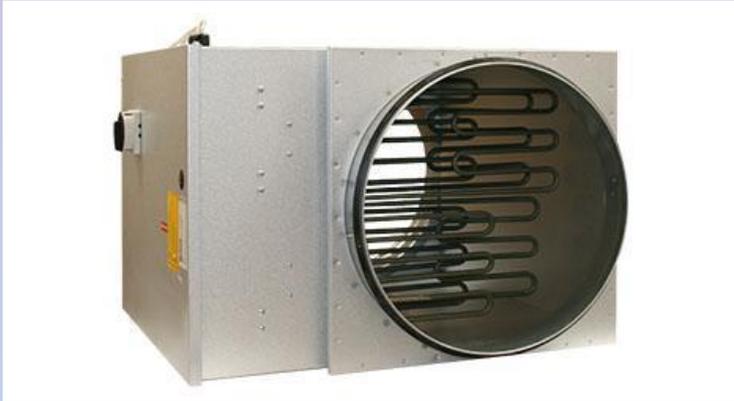
Трубчатый нагреватель



1-нихромовая спираль; 2 – наполнитель; 3- трубка.

ТН представляет собой металлическую трубку 3, по центру которой проходит токопроводящая нихромовая спираль (нить) 1 определенного сопротивления. Внутренняя плоскость трубки заполнена теплопроводящим электрическим изолятором 2.

КАЛОРИФЕР



а) калорифер; б) ТЭН герметического нагревателя

1-нихромовая спираль, 2- трубка, 3 – наполнитель, 4- выводная шпилька, 5 – герметизирующая уплотнительная втулка, 6 – гайка для крепления,
7 – выводы.

Калорифер нужен для нагрева воздуха в системах вентиляции, кондиционирования воздуха, а также в установках осушения с помощью кипящей, перегретого пара, которые поступают от источников, расположенных вне теплоснабжения.

ТЭН калорифера состоит из тонкостенной (0,8 - 1,2 мм) металлической трубки (оболочки), в которой размещена спираль из проволоки большого удельного электрического сопротивления.

Концы спирали соединены с контактным стержнем, наружные выводы которого служат для подключения нагревателя к питающей сети.

Материалом трубки может быть углеродистая сталь, если температура поверхности ТЭНа в рабочем режиме не превышает 450°C, и нержавеющая сталь при более высоких температурах или при работе ТЭНа в агрессивных средах.

Спираль изолируют от трубки наполнителем, имеющим высокие электроизоляционные свойства и хорошо проводящим теплоту.

В качестве наполнителя чаще всего, применяют периклаз (кристаллическая смесь магния).

Регулирование мощности нагревателя

- изменение сопротивления нагревателя
- изменением питающего напряжения

Расчет калорифера

Целью расчета является выбор спирали для ТЭНа калорифера заданной мощности для подогрева воздуха. Задано напряжение, пределы регулирования мощности, средняя температура нагреваемого воздуха, термическое сопротивление нагревателя.

По размерам калорифера развернутая длина нагревателя должна находиться в пределах 1,0-1,2 м.

Порядок расчета

1. Определяется рабочий ток
2. Выбирается материал для спирали
3. Удельное сопротивление при рабочей температуре

$$\rho_t = \rho_{20} (1 + \alpha\theta)$$

4. Определяется диаметр проволоки

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \rho_t \cdot P^2}{\pi^2 \cdot U^2 \cdot W}}$$

W – удельная поверхностная мощность, Вт/м².

5. Определяется длина нагревателя

$$L = \sqrt[3]{\frac{PU^2}{4\pi\rho_t W^2}}$$

6. Выбирается форма спирали: проволочная спираль, проволочный и ленточный зигзаг

Для проволочных спиралей из нихромовых сплавов средний диаметр витка:

$$D=(8-10)\cdot d$$

Для железохромоалюминевых сплавов:

$$D=(5-8)\cdot d$$

Шаг спирали $h=(2-4) \cdot d$

Количество витков: $n = \frac{L}{\sqrt{(\pi D^2) + h^2}}$

Длина спирали

$$l=h \cdot n$$

7. По полученным размерам проверяется мощность нагревателя

$$P = \frac{U^2 \cdot s \cdot 10^{-3}}{\rho_t L}$$

S-площадь витка

По результатам расчета (длина спирали должна быть меньше длины нагревателя) сделать вывод о правильности расчета, либо необходимости изменения размеров

Варианты для расчета

Расчитать спираль для ТЭН калорифера для подогрева воздуха. Задана мощность калорифера, напряжение 380/220. Средняя температура нагреваемого воздуха 25 °С, термическое сопротивление нагревателя $13,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$. По размерам калорифера развернутая длина должна находиться в пределах 1,0-1,2 м.

Принимаем многосекционный нагреватель, в каждой фазе секции по 2 нагревателя, число секций 4.

Вариант	Материал для нагрева	$\rho_{20}, \text{ Ом*м}$	$\alpha, \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	Рабочая температура, $^\circ\text{C}$
1	Нихром	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$	700
2	Сталь 10	$0,13 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$	580