

Электродный нагрев

Принцип нагрева

Применяют для проводников второго рода (различные жидкости).

Сущность нагрева состоит в том, что вещество помещают между электродами и нагревают электрическим током, протекающим по материалу от электрода к электроду. Электроды выполняют функцию подвода тока к среде и сами не нагреваются.

Основными носителями тока в электролитах являются ионы, которые получаются в результате распада растворенных солей, щелочей, кислот. При пропускании через такую жидкость электрического тока ионы начнут движение к соответствующим электродам, образуя при этом ток ионной проводимости. По мере своего движения к электродам положительно и отрицательно заряженные ионы запасают электрическую энергию. При соударении с атомами и молекулами передают им избыток энергии, которая переходит в тепло. Так происходит нагрев электролита. Степень нагрева электролита в межэлектродном промежутке определяется мощностью интервала, межэлектродным расстоянием, площадью электрода.

Основными носителями тока в электролитах являются **ионы**, которые получаются в результате распада растворенных солей, щелочей, кислот.

При пропускании через такую жидкость электрического тока ионы начнут движение к соответствующим электродам, образуя при этом ток ионной проводимости.

По мере своего движения к электродам положительно и отрицательно заряженные ионы запасают электрическую энергию. При соударении с атомами и молекулами передают им избыток энергии, которая переходит в тепло. Так происходит нагрев электролита. Степень нагрева электролита в межэлектродном промежутке определяется мощностью интервала, межэлектродным расстоянием, площадью электрода.

Плотность тока на электродах

Процесс нагрева жидкости сопровождается сложными электрохимическими реакциями, проходящими на электродах. Результатами этих реакций является образование вредных веществ, разложение воды на водород и кислород, которые смешиваясь образуют взрывоопасный газ. Избежать этих процессов можно выполнив правильный выбор материалов электрода и недопущением превышения допустимой величины плотности тока на электродах. Для изготовления электродов самыми лучшими считаются нержавеющая сталь, титан.

Плотность тока на электродах определяется максимальным током и площадью электрода:

$$j=I/s$$

При использовании обычной стали допустимое значение плотности тока для плоских электродов составит 0.5 A/cm^2 , а для цилиндрических 2 A/cm^2 .

Электродный нагреватель

Электродный нагреватель представляет собой систему электродов, предназначенных для подвода электрического тока к нагреваемому материалу. К основным параметрам нагревателей относятся: число фаз, количество электродов, электрическая схема соединения, форма, размеры и материал электродов, расстояние между электродами.

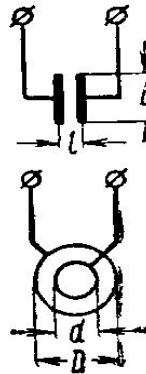
Расчет электродного нагревателя

Исходными данными для расчета являются:

- Производительность установки Q , м³/ч
- Диапазон температур нагреваемой жидкости
- Удельное сопротивление жидкости
- Параметры питающей сети (U, f)

1. Выбор типа электродной системы

В котлах малой мощности (до 1 кВт) используется однофазная система электродов, основными параметрами которой являются b -ширина электродов; l -длина межэлектродного промежутка; d -внутренний диаметр корпуса нагревателя, мм; D -внешний корпус нагревателя, мм

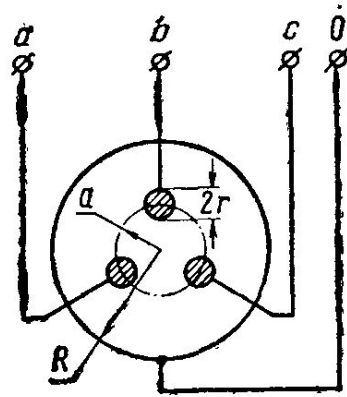


Для расчета параметров электродной системы необходимо вычисление геометрического коэффициента электродного нагревателя K .

$$K=l/b$$

$$K = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{D}{d}$$

В котлах большой мощности используется трехфазная система электродов, для такой системы со стержневыми электродами радиусом r , расположенными в корпусе с диаметром $D=2K$ в вершинах равностороннего треугольника на расстоянии a от оси цилиндра



$$K = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{3a^2(R^2 - a^2)^3}{r^2(R^6 - a^6)}$$

2. Определение размеров электродов и расстояния между ними

Для любой температуры t мощность определяется как:

$$P_t = \frac{U^2 \cdot h \cdot (20 + t)}{40 \cdot \rho_{20} \cdot K}$$

U -напряжение питающей сети, h - высота электродов, ρ_{20} – удельное сопротивление жидкости при температуре 20°C

Средняя мощность за время нагрева и отношение мощностей:

$$P_{cp} = \frac{Gc(t_2 - t_1)}{t\zeta_T}$$

G - заданная производительность (м³/ч)

Время нагрева τ от температуры t_1 до t_2 (T – постоянная времени нагрева) :

$$t = T \ln \frac{20 + t_2}{20 + t_1},$$

$$T = \frac{40GcK\rho_{20}}{U^2 h \zeta_T}$$

3. Высота электродов

Если задано время нагрева, то можно определить высоту электродов:

$$h = \frac{40GcK\rho_{20}}{U^2\zeta_T} \ln \frac{20 + t_2}{20 + t_1}$$

4. Проверка по плотности тока

Полученную площадь электрода проверяют по условиям максимальной плотности тока

$$j_{\max} = \frac{k_n U}{K \rho_t b}$$

b - для плоских электродов их ширина, для цилиндрических — длина окружности сечения или дуги окружности.

Полученное значение проверяют по максимальной плотности тока исходя из условия

$$j_{\max} < j_{\text{доп}}$$

Варианты

Рассчитать электродный нагреватель для парового электродкотла производительностью Q . Температура воды из водопроводной сети 10°C , удельное сопротивление при 20°C $2000 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, напряжение питания U . Корпус цилиндрический с диаметром D .

Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/кг }^{\circ}\text{C}$, тепловой КПД $0,97$.

Указание: при расчетах необходимо перевести производительность из $\text{м}^3/\text{ч}$ в кг/с . Электродную систему выбрать самостоятельно из таблицы 1. Для систем 5 и 6 принимается $a=0.51R$, $r=0.21R$. Для остальных систем Параметр b принимаете самостоятельно.

Вариа нт	Q, $\mathcal{M}^3/\text{ч}$	U,B	D, мм
1	0,5	380	120
2	2	220	140
3	4	380	90