

ТЕМА 20. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ

20.1. Общие сведения и классификация систем электрического отопления

Системы электрического отопления в зависимости от времени потребления энергии и времени отопления помещения подразделяются на прямые (если время потребления электроэнергии и время отопления совпадают) и аккумуляционные (если время потребления электроэнергии и время отопления не совпадают), работающие по закону Джоуля-Ленца (нагрев с сопротивлением) и использующих эффект Пельтье.

В зависимости от температуры на теплоотдающих поверхностях на низкотемпературные (с температурой на теплоотдающих поверхностях не более 100°C) и высокотемпературные (с температурой на теплоотдающей поверхности более 100°C).

Закон Джоуля-Ленца может быть сформулирован следующим образом: электрическая энергия, проходя по нагревательному элементу и преодолевая его сопротивление, полностью переходит в тепловую. Закон Джоуля-Ленца выражается следующим уравнением

$$Q = I^2 R t, \quad (20.1)$$

где Q – количество тепловой энергии, выделяющейся за промежуток времени t , Дж;

I – сила тока, А;

R – сопротивление проводника, Ом;

t – время прохождения электрического тока по проводнику, с.

В соответствии с законом Ома сила тока I , А, прямо пропорциональна напряжению U , В, подаваемому на проводник и обратно пропорциональна сопротивлению проводника R , Ом, то есть

$$I = \frac{U}{R}. \quad (20.2)$$

Подставляя из (20.2) в (20.1) получим

$$Q = \frac{U^2}{R^2} \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t. \quad (20.3)$$

Формулой (20.3) удобнее пользоваться при проведении расчетов, если известно напряжение питающей сети.

Эффект Пельтье, открытый в 1834 году, заключается в следующем: при протекании электрического тока I , А, через контакт двух разнородных проводников в месте контакта в зависимости от направления тока в единицу времени выделяется или поглощается некоторое количество теплоты Q_n , Дж/с, пропорциональное силе тока, то есть

$$Q_n = \Pi \cdot I, \quad (20.4)$$

где Π – коэффициент Пельтье, (Дж·А)/с.

20.2. Электрическое аккумуляционное отопление

Электротеплоаккумулирующие приборы потребляют электроэнергию только в периоды снижения других электрических нагрузок. Такие приборы, выравнивающие суточное потребление электроэнергии, повышают эффективность работы энергосистем.

Общий суточный цикл работы электротеплоаккумулирующего прибора включает в себя периоды «зарядки» (обычно ночной), в течение которого нагревательные элементы подключены к электрической сети, и периоды «разрядки», когда нагревательные элементы от сети отключены.

Наибольшее распространение получили теплоаккумулирующие печи. Для аккумуляции теплоты в печах имеется сердечник из теплоемкого, теплопроводного, взрывобезопасного дешевого материала без запаха. Эффективным материалом считается магнезит.

В бытовых электротеплоаккумулирующих печах температура сердечника не превышает 600°С. Для увеличения продолжительности разряда и ограничения температуры кожуха 100°С применяют тепловую изоляцию сердечника.

Электротеплоаккумулирующие печи с твердым теплоаккумулирующим материалом подразделяют на три типа (рис.20.1):

- нерегулируемые (рис.20.1, а) – наиболее простые и дешевые; при их применении возникают наибольшие колебания температуры помещения.

Теплоту они отдают за счет излучения и конвекции примерно в равных долях;

- аккумулирующие конвекторы (рис.20.1, б); внутренний конвективный канал и регулирующий клапан позволяют поддерживать более ровную температуру помещения в течение суток;

- динамические теплоаккумуляторы (рис.20.1, в) – наиболее совершенные, со встроенным двухскоростным вентилятором и регулирующим клапаном. Основной способ теплоотдачи – вынужденная конвекция. Высокотемпературный воздух, прошедший через П-образный канал, смешивается с воздухом помещения, что обеспечивает допустимую (обычно 40...50°C) температуру на выходе из решетки. Сигнал на включение и выключение поступает от датчика температуры, устанавливаемого в помещении.

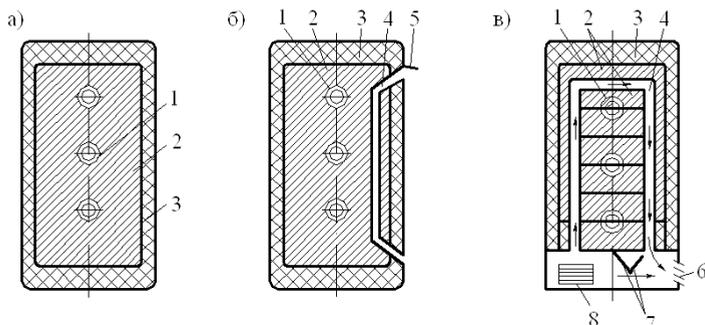


Рис.20.1 – Электрические теплоаккумуляционные печи различных типов: а) нерегулируемая печь; б) аккумулирующий конвектор; в) динамический теплоаккумулятор; 1- нагревательные элементы; 2- теплоаккумулирующий слой; 3- теплоизоляция; 4- воздушный канал; 5- клапан; 6- решетка; 7- байпасные воздушные клапаны; 8- вентилятор

В настоящее время специалисты пытаются решить проблему выравнивания нагрузок на энергосистему введением дифференцированных по времени суток тарифов. Низкий тариф действует с 23.00 до 7 часов, а в остальное время – обычный.

20.3. Электрические переносные отопительные приборы

Рассмотрим принципиальную схему электрического радиатора с промежуточным теплоносителем (рис. 20.2)

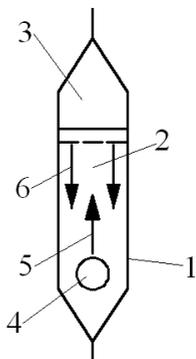


Рис.20.2 - Принципиальная схема электрического радиатора с промежуточным теплоносителем: 1-герметичный корпус; 2-жидкий теплоноситель (минеральное масло); 3-объем не заполненный жидкостью, который служит для компенсации температурного расширения жидкости; 4 - электронагреватель; 5 - восходящий поток жидкости; 6 - более холодная жидкость

Электрорадиаторы маслonaполненные - это низкотемпературные приборы у которых средняя температура поверхности равна 85-95 °С.

Принципиальная схема электрического камина представлена на рис.20.3.

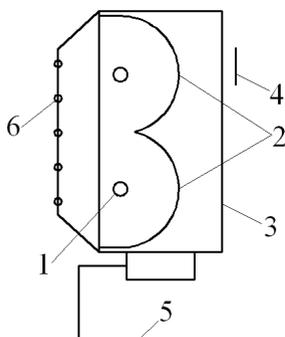


Рис. 20.3 - Принципиальная схема электрокамина с двумя нагревателями, сопряженными индивидуальными отражателями и прямоугольным световым окном: 1-нагреватель; 2-сопряженные отражатели (из алюминия); 3-корпус; 4-ручка переноса; 5-опора; 6-ограждающая решетка.

Принципиальная схема электроконвектора изображена на рис. 20.4.

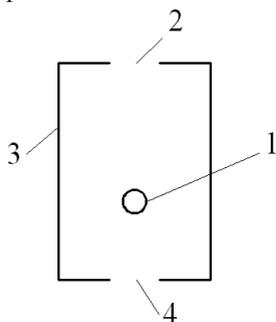


Рис. 20.4- Принципиальная схема электроконвектора: 1- нагревательный элемент; 2-отверстие для выхода воздуха; 3-корпус; 4-отверстие для входа воздуха.

Корпус экранирует излучение нагревательного элемента на окружающие предметы и тем самым увеличивает конвективную составляющую теплопередачи. Одновременно корпус служит своеобразной дымовой трубой, увеличивая естественную тягу и расход воздуха через конвектор. В качестве нагревателя обычно используют открытую спираль или трубчатый электронагревательный элемент (ТЭН).

Трубчатые электронагревательные элементы (ТЭНы) (рис. 20.5) состоят из стальных или латунных цельнотянутых трубок \varnothing 12-14 мм с толщиной стенки 1-1,5 мм, внутри которых запрессованы спирали из нихромовой, константовой или фехральной проволоки. Допускаемая температура нагрева нихрома и фехрала 1200 °С, константана 500°С. В качестве заполнителя трубок применяют окись магния или кварцевый песок.

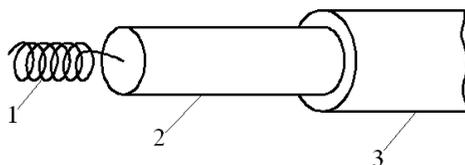


Рис. 20.5 - Схема ТЭНа: 1- спираль; 2- электроизоляция; 3- металлическая трубка

Заполнители, обладая хорошей теплопроводностью одновременно служат электрической изоляцией. Трубчатые электронагреватели выполняются также в виде металлической спирали, смонтированной в прозрачную трубку.

Известны также комбинированные электроотопительные приборы, например, электрокамин – конвектор [17], «сухой» электрорадиатор [17], электронагревательная печь ПЭТ [8].

Тепловая мощность переносных электрических отопительных приборов лежит в пределах от 480 до 3000 Вт.