Электроустановки нагрева сопротивлением

Подготовил : Дубенцов Никита 2ТЭ9

Принцип действия таких установок основан на законе Джоуля-Ленца. Количество теплоты, выделяющейся в проводнике, при прохождении по нему электрического тока зависит от сопротивления проводника, электрического тока в цепи, времени его прохождения.

$$Q = I^2Rt, \quad P = U^2S/(\rho l),$$

где Q — количество выделяющейся теплоты, Дж; I — ток, А; R — сопротивление, Ом; t — время, с; P — мощность, выделяющаяся в проводнике, Вт; U — напряжение, В; S — площадь сечения, м^2; ρ — удельное сопротивление проводника, Ом · м; l — длина проводника, м.

Источником теплоты в установках являются нагревательные элементы (НЭ).

Выбор материала и конструкции НЭ определяется особенностями технологического процесса и конструкции установки.

По температурным пределам работы НЭ подразделяют на 3 группы:

- низкотемпературные, нагрев до 230-430 °С;
- среднетемпературные, нагрев до 630-1030 °С;
- высокотемпературные, нагрев до 2230-3030 °С.

Для изготовления НЭ с рабочей температурой до 1230 °С наиболее распространенным материалом являются:

- нихромы —сплав никеля (75-78 %) и хрома (около 25 %);
- фехрали —- сплав железа (73 %), хрома (13 %), алюминия (4 %);

Для высокотемпературных НЭ наиболее распространены карборунды (спекание кремнезема и угля — SiC), керамика, графит, тугоплавкие металлы (молибден, тантал, вольфрам) и др.

По форме среднетемпературные НЭ выполняются в виде зигзагов (проволочных и ленточных) или спиралей, а высокотемпературные — в виде стержней круглого или квадратного сечения и труб.

Для низкотемпературного нагрева широко применяются **трубчатые электронагреватели — ТЭНы**.

ТЭН представляет собой металлическую трубку, заполненную теплопроводным электроизоляционным материалом, в которой находится электронагревательная спираль.

ТЭНы электробезопасны, могут работать в любой среде, стойки к вибрациям.

Мощность до 15 кВт, напряжение до 380 В, ресурс до 40 тыс. ч, рабочая температура до 730 °С.

Примерами электроустановок нагрева сопротивлением являются: **электрические печи сопротивления (ЭПС)** и различные нагревательные устройства, обеспечивающие технологические процессы производства.

ЭПС применяются для технологических операций в машиностроении, металлургии, легкой промышленности и т. п.

По исполнению печи выпускаются косвенного и прямого действия, по назначению — нагревательные и плавильные, по режиму работы — периодически и непрерывно действующие. По конструкции:

• периодического действия — колпаковые, элеваторные, камерные, шахтные;

• непрерывного действия — конвейерные, толкательные, протяжные.

ЭПС для плавки металлов. Предназначены для выплавки олова, свинца, цинка и других металлов с температурой плавления до 530 "С.

По конструктивному исполнению такие печи делят на тигельные и камерные (или ванные).

Тигельная ЭПС представляет собой металлический сосуд — тигель, помещенный в цилиндрический корпус, выполненный из огнеупорного материала (футеровка). НЭ расположены на футеровке снаружи тигля. КПД печи 50-55 %, удельный расход ЭЭ при плавке алюминия 700-750 кВт • ч/кг.

Камерная ЭПС предназначена для переплавки алюминия на слитки. Она имеет больший объем, КПД до 60-65 %, удельный расход ЭЭ составляет 600-650 кВт • ч/кг.

Во всех типах ЭПС возможен внутренний и внешний обогрев.

При внутреннем обогреве нагреватели ТЭНы размещены в расплавленном металле и работают при температуре не выше 570 °С

При внешнем расположении открытых высокотемпературных нагревателей можно получить температуру в рабочем пространстве печи до 930 °С

Принципиальная электрическая схема управления ЭПС

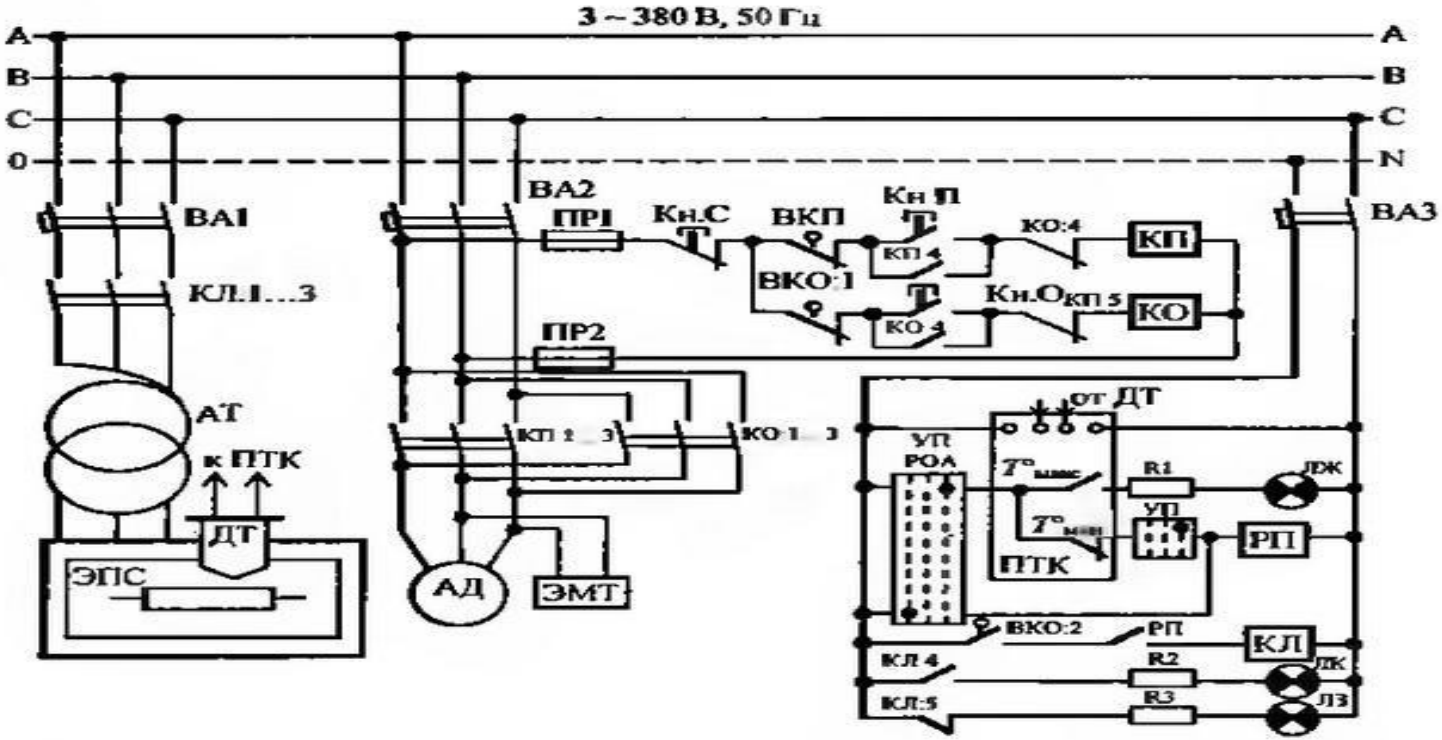

Рис. 1.2-4. Принципиальная электрическая схема управления печью сопротивления

Предназначена для управления защиты и сигнализации однозонной камерной ЭПС.

Основные элементы схемы:

АТ — автотрансформатор трехфазный, для питания нагревателя печи;

АД с ЭМТ — асинхронный двигатель с электромагнитным тормозом, для подъема и опускания двери камеры, реверсивный;

КП и КО — контакторы подъема и опускания двери камеры;

ВКП и ВКО — выключатели конечные поднятого и опущенного состояния двери;

КЛ — контактор линейный для подключения и отключения АТ к сети;

РП — реле промежуточное, для коммутации цепи КЛ;

ДГ — датчик температуры печи. Органы управления.

УП — универсальный переключатель («ручное»-0-«автоматическое»), для выбора режима управления;

НТК— прибор теплоконтроля, для управления в автоматическом режиме;

Кн.П, Ки.О, Кн.С — кнопки «Подъем», «Опускание», «Стоп» двери.

Режимы работы:

- автоматический — основной, от ПТК;

- ручной — резервный, от У П.

Работа схемы

вод в работу в «Автоматическом режиме».
становить УП — «А» — подключается ПТК и собирается цепь РП ($T°_{мин}$),
РП ↑ — собирается цепь КЛ (РП замкнется),
КЛ ↑ — подключится к сети АТ (КЛ:1…3),
— собирается цепь, засветится лампа «красная» ЛК (КЛ:4),
— разомкнется цепь, погаснет ЛЗ (КЛ:5).
ПС подключена к сети, засвечена ЛК — «ЭПС включена», начат процесс азогрева.
егулирование $T_{ЭПС}$ °С.
егулирование двухпозиционное в соответствии с рис. 1.2-1.
Включение и отключение печи осуществляется через контакт $T_{мин}$ °С в ТК при достижении $T_{зад}$ °С.
Но так как есть «зона нечувствительности», то отключение будет при $_{мин}$ °С = $T_{зад}$ °С + ΔT °С, а включение при $T_{мин}$ °С = $T_{зад}$ °С – ΔT °С.
ри отключении. Размыкается цепь РП (контакт $T_{мин}$ °С).
РП ↓ — размыкается цепь КЛ (контакт РП),
КЛ ↓ — отключается от сети АТ (КЛ:1…3), а следовательно, и ЭПС,
— собирается цепь ЛЗ, лампа засвечивается «ЭПС — отключена» (КЛ:5),
— размыкается цепь ЛК, лампа гаснет.
роцесс повторяется до полного прогрева изделия, а длительность его опре-еляется технологическими условиями, УП — «0».
ыгрузка изделия.
нП ↑↓ — кратковременно, при этом:
КП ↑ — подключится к сети АД с ЭМТ (КП:1…3), растормозится и будет работать на «Подъем»,
— становится на самопитание (КП:4),
— блокируется цепь КО (КП:5).
ри достижении верхнего положения ВКП — разомкнется, КП ↓ и «подъ-м» прекратится, АД остановится.
зделие выгружается, другое загружается, дверь опускается.
нО↑↓ — кратковременно, при этом:
КО ↑ — подключится к сети АД с ЭМТ (КО:1…3), растормозится и будет работать на «опускание»,
— становится на самопитание (КО:4),
— блокируется цепь КП (КО:5).
ю достижении нижнего положения ВКО:1 — разомкнется, КО ↓ и «опус-ание» прекратится, АД остановится.
одготовится цепь КЛ (ВКО:2).
абота в «ручном режиме».
ключение и отключение ЭПС производится с помощью УП, установкой его оответственно в положение «Р» и «О». Контроль температуры визуальный.

Аварийный режим.
Если при работе в режиме «А» по достижении $T_{фак}$ °С = $T_{зад}$ °С + ΔT °С отключения не произойдет ($T_{мин}$ °С — не разомкнется), то по достижении $T_{макс}$ °С собирается цепь лампы «желтой» ЛЖ, ЛЖ засветится — предупредительный сигнал о неисправности.

Защита, блокировки, сигнализация:
сиовая цепь АТ — от токов КЗ (ВА1),
силовая цепь АД — от токов КЗ и перегрузки (ВА2),
цепи управления АД — от токов КЗ (ПР1, ПР2),
цепи управления и сигнализации — от токов КЗ (ВА3),
взаимная блокировка цепей КП и КО (КО:5, КП:5).
Ограничение перемещений двери в крайних положениях (ВКП, ВКО:1).
«Запрет» на включение ЭПС при открытой двери (ВКО:2).
ЛЗ — «ЭПС отключена».
ЛК — «ЭПС включена».
ЛЖ — «Превышение $T_{зад}$ °С.

Питание цепей:
3 ~ 380 В, 50 Гц — силовая сеть,
1 ~ 380 В, 50 Гц, линейное — цепи управления АД,
1 ~ 220 В, 50 Гц — цепи управления и сигнализации.