



БашГАУ

*Башкирский государственный
аграрный университет*

Светотехника и электротехнология

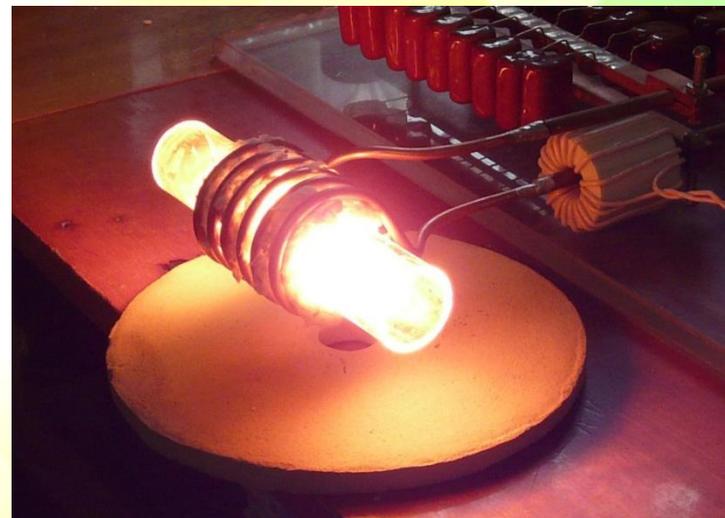
Лекция №3 Электрический нагрев вещества. Проектирование электротермических установок.

ст. преподаватель Халилов Б.Р.

Уфа 2020 г.

Электротермия (от электро... и греч. *thérme* - жар, тепло) – это:

- прикладная наука о процессах преобразования электрической энергии в тепловую энергию;
- раздел электротехники, рассматривающий вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации электротермических установок;
- отрасль энергетики, охватывающая вопросы потребления электрической энергии для нагрева, фазового преобразования материала или сырья, обогрева в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве, медицине и быту;
- совокупность электротехнологических процессов с использованием теплового действия электрической энергии в различных



В электротермии в зависимости от способа преобразования электрической энергии в тепловую различают следующие виды нагрева:

- нагрев сопротивлением,
- дуговой нагрев,
- индукционный нагрев,
- диэлектрический нагрев,
- электронный нагрев,
- нагрев излучением оптического квантового генератора (лазера),
- плазменный нагрев.





Понятие *«электротермические установки»* (или *«электротермическое оборудование»*) включает в себя следующее электротехнологическое оборудование: электрические печи, плазменные реакторы, электрические нагревательные приборы промышленного, коммунального и бытового назначения и т.п.

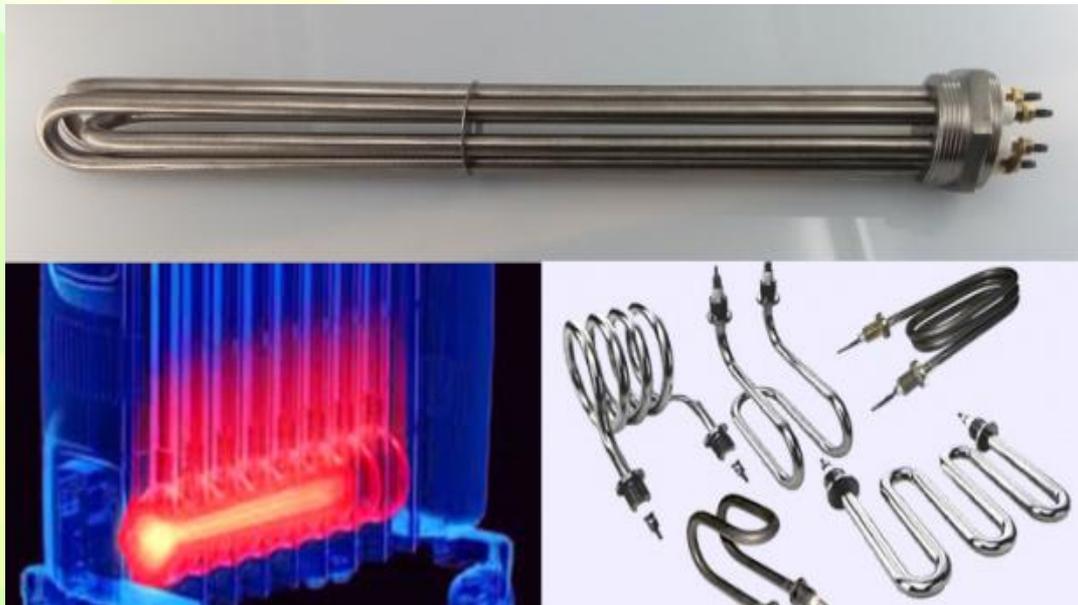
Применение электрической энергии для генерирования теплоты обеспечивает:

- 1) возможность концентрации большой энергии в малых объемах, следствием чего могут быть высокие температуры, недостижимые при других способах теплогенерации;
- 2) большие скорости нагрева и компактность конструкции электротермических установок;
- 3) возможность регулирования значения температуры и областей её распределения в рабочем пространстве электротермической установки, что позволяет осуществлять равномерный нагрев в больших объемах материалов и изделий (при прямом электронагреве) или избирательный нагрев (при поверхностной закалке, при зонной плавке), создавая при этом благоприятные условия для автоматизации теплового и технологического процессов;
- 4) возможность создания в рабочем пространстве электротермических установок вакуума, что позволяет использовать давление как фактор регулирования параметров технологического процесса (вакуумные или компрессионные электрические печи), применять контролируемые (инертные или защитные) атмосферы для защиты нагреваемых материалов и изделий от вредных воздействий воздуха (и частности, уменьшение угара);
- 5) отсутствие дымовых газов (продуктов сгорания топлива), что позволяет увеличить коэффициент использования тепла – КПД электротермических установок, обуславливая чистоту их рабочих поверхностей;
- 6) транспортабельность и простоту подачи электрической энергии (по линиям электропередачи).

Более широкое развитие электротермии сдерживается из-за существующих недостатков, присущих такому способу генерации теплоты:

- 1) более высокая стоимость эксплуатации электротермических установок по сравнению с другими типами нагревателей и печей;
- 2) высокая стоимость изготовления, комплектации и эксплуатации электротермического оборудования, а следовательно, большие капитальные затраты, более высокие требования к технической культуре производства, большой расход дорогих и дефицитных материалов на изготовление электротермического оборудования;
- 3) меньшая надёжность, долговечность и ремонтпригодность электротермических установок;
- 4) зависимость работы электротермической установки от режима работы энергосистемы.

Основы теории электрического нагрева вещества



Электрический нагрев – это нагрев тел или вещества с использованием электрической энергии.

При электрическом нагреве в материале создаётся электрическое поле. Способы его образования могут быть различными.

Способы создания электрического поля при электронагреве

- 1) Электрическое поле в проводнике создаётся при непосредственном его подключении к источнику Э.Д.С. Под действием поля свободные заряды (ионы, электроны) начинают перемещаться. Сталкиваясь с нейтральными атомами и молекулами, они отдают запас кинетической энергии, который расходуется на увеличение теплового движения частиц, и температура вещества повышается.
- 2) Электрическое поле в проводнике, расположенном в индукторе, наводится переменным магнитным полем. Наведённое электрическое поле вызывает движение свободных зарядов, энергия которых, как и в первом случае, превращается в теплоту.
- 3) Электрическое поле в диэлектрике, находящемся в конденсаторе, вызывает движение связанных зарядов, которые под влиянием электрического поля смещаются один относительно другого только в некоторых пределах. Смещение происходит с «трением», что приводит к выделению теплоты.

Электрический нагрев (электронагрев) – раздел науки и техники, изучающий преобразование электроэнергии в термическую энергию для полезных целей.

Электротермический эффект – выделение или поглощение тепловой энергии, обусловленное продольным градиентом температуры при протекании электрического тока через однородный проводник.

Косвенный электронагрев – процесс электронагрева, при котором образуемое тепло передаётся нагревательному материалу.

Прямой электронагрев – процесс электронагрева, при котором ток проходит через нагреваемый материал.

Дуговой нагрев – метод нагрева, в котором тепло производится главным образом одной или несколькими электрическими дугами.

Индукционный нагрев – нагрев тел в электромагнитном поле, осуществляемый за счёт явлений электромагнитной индукции.

Инфракрасный нагрев – метод нагрева, основанный на передаче энергии инфракрасным излучением.

Диэлектрический нагрев – метод нагрева, при котором тепло в основном генерируется в неэлектропроводном теле за счёт движения электрических зарядов на атомном или молекулярном уровне под воздействием электрического поля в диапазоне частот от 1 МГц до 300 МГц.

Нагрев сопротивлением – метод нагрева, в котором теплота образуется эффектом Джоуля-Ленца в электрическом проводнике, соединённом непосредственно с источником электроэнергии.

Нагрев токами сверхвысокой частоты – метод нагрева, при котором тепло, в основном генерируется молекулярным движением и ионной проводимостью в неэлектропроводном материале под действием электромагнитных волн в диапазоне частот между 300 МГц и 300 ГГц (длины волн от 1 м до 1 мм).

Плазменный нагрев – метод нагрева, использующий тепловые и/или электрические свойства ионизированного газа.

Электротермическое оборудование (ЭТО) – устройство, комплект технологических устройств для преобразования электроэнергии в тепловую.

Электротермическая установка (ЭТУ) – установка, состоящая из электротермического, электрического и механического оборудования, необходимого для её работы и применения.

КПД ЭТУ – отношение энергии, преобразованной в полезную теплоту, ко всей электроэнергии, подводимой для получения этой полезной теплоты.

Индуктор электронагревателя (печи) – конструктивный узел, включающий индуктирующий провод.

Камера для нагрева – замкнутая нагреваемая область печи, в которой выполняется термообработка.





Башкирский государственный
аграрный университет

БашГАУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Нагревательный элемент – деталь, съёмная или несъёмная, содержащая нагревательный проводник и приспособления, которые образуют самостоятельное устройство.

Нагревательный кабель (провод) – кабель (провод) с жилами высокого электрического сопротивления, предназначенный для обогрева различных объектов.

Электрод – токопроводящая деталь, предназначенная для осуществления контакта со средой, имеющей малую удельную проводимость.



Классификация электротермических установок



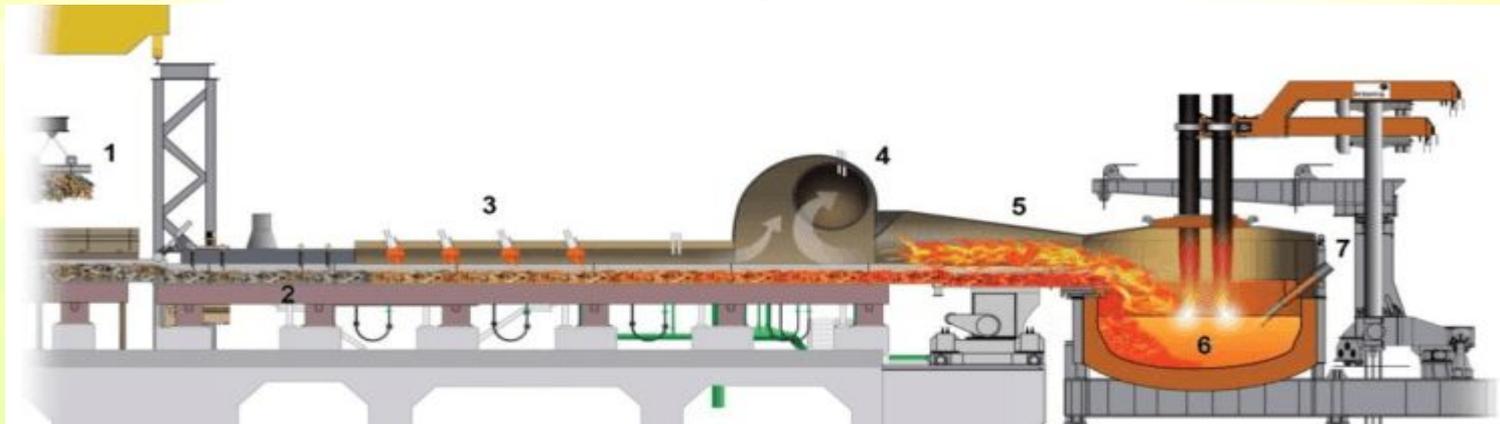


Башкирский государственный
аграрный университет

БашГАУ

Задачи и содержание проектирования электротермических установок

*Задача проектирования – создание действующего электротермического оборудования, которое обеспечивает данный технологический процесс с максимальным использованием возможности установок и минимальные приведённые затраты, создаёт условия для наибольшей производительности труда обслуживающего персонала, соответствует правилам техники безопасности, правилам устройства и эксплуатации электроустановок.**



Поверочный расчёт выполняют для определения паспортных данных электротермической установки при их отсутствии или для установления возможности использования готовой установки в конкретных, отличающихся от паспортных, условиях эксплуатации.

Полный расчёт электротермической установки включает в себя тепловой, электрический, аэродинамический, гидравлический и механический.

Тепловой расчёт проводят с целью определения технических данных установок (мощности, температуры поверхности нагревательных элементов, интенсивности теплоотдачи, параметров тепловой изоляции, теплового КПД), обеспечивающих технологические требования, которые определяют по единой для всех электротермических установок методике.



Электрический расчёт тесно связан с тепловым и состоит в выборе напряжения питания, рода тока, частоты, в определении геометрических размеров нагревателя, электрического КПД и коэффициента мощности, разработке схемы управления и способа регулирования мощности.

Аэродинамический расчёт связан с нахождением расхода воздуха (газа), проходящего через установку, выбором вентиляторов, определением сечения воздухопроводов и размеров распределительных решёток. От правильности решения этого вопроса зависит теплоотдача нагревательных элементов, а, следовательно, срок службы, тепловой и электрической КПД.

Гидравлический расчёт выполняют для определения расхода жидкости через установку, выбора насоса и сечения трубопровода.

Механический расчёт проводят с целью определения геометрических размеров установки, массы, материалоемкости и её механической прочности.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «Электротермия».
2. Что изучает «Электротермия»?
3. Какой энергетический баланс в сельском хозяйстве?
4. Перечислите виды нагрева, способы и закономерности преобразования электрической энергии в тепловую.
5. Термины, применяемые в электротермии.
6. Классификация электротермических установок.
7. Задачи и содержание проектирования электротермических установок

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Багаев, А. А.](#) Электротехнология [Текст]: учеб. пособие / А. А. Багаев, А.И. Багаев.- Барнаул.: АГАУ, 2006. - 320 с.: ил. – 10000экз.– ISBN5-93957-135-2.
- Баранов, Л.А.** Светотехника и электротехнология [Текст]: учебник для вузов / Л.А. Баранов, В.А. Захаров, – М.: КолосС, 2008. – 344 с.: ил. – 50000 экз.– ISBN 978-5-9532-0710-2
- Баев, В.И.** Практикум по электрическому освещению и облучению [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Баев – М.: КолосС, 2008. – 192 с.: – 8000 экз.– ISBN 978-5-9532-0593-1