

Направление подготовки магистров
080200 «Менеджмент»

02_02

Электрооборудование промышленности и электроснабжение



*Суворова И.А., доцент каф.
ЭПП*



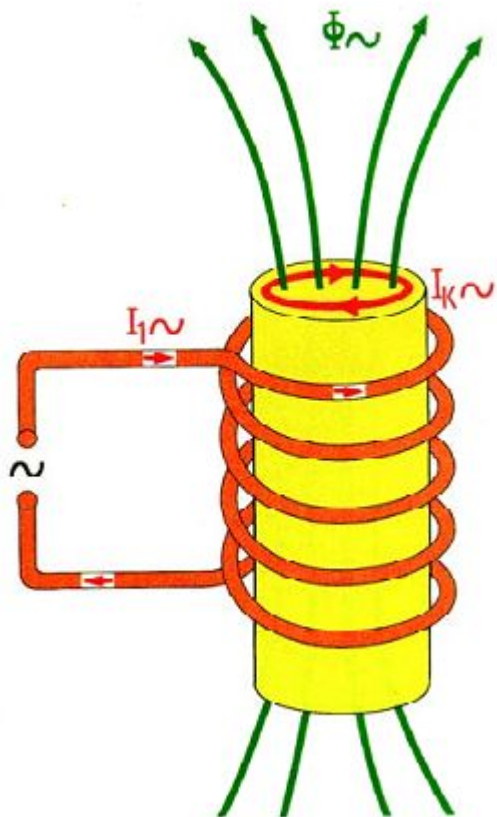
ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

При индукционном нагреве имеют место два вида преобразования энергии:

энергия источника питания преобразуется в энергию магнитного поля (закон электромагнитной индукции), которая, поглощаясь электрически проводящей нагрузкой превращается в тепловую энергию и вызывает нагрев (закон Джоуля-Ленца).

Обязательным элементом индукционной нагревательной установки является индуктор, по которому протекает первичный переменный ток. В результате этого нагрузка взаимодействует с созданным током магнитным потоком. Переменный во времени поток индуцирует в нагреваемом материале э. д.с. и вторичный электрический ток, соответственно.





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

По назначению
индукционные
установки делятся на:

- плавильные печи;
- миксеры;
- нагревательные установки





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

**По частоте тока источника питания
индукционные установки делятся на:**

- печи и нагревательные установки низкой (промышленной) частоты (50 Гц);
- печи и нагревательные установки средней частоты (150–10 000 Гц);
- печи и нагревательные установки высокой частоты (50–1000 кГц).



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

По конструкции индукционные печи и нагревательные установки могут выполняться:

- открытыми, т. е. работающими при атмосферном давлении воздуха
- герметически закрытыми, т. е. работающими или с разрежением воздуха внутри плавильного пространства, или с повышенным давлением при заполнении рабочего пространства нейтральным газом (азотом, аргоном, водородом).



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

По режиму работы различают

- печи и установки периодического действия
- печи и установки непрерывного действия





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

**По принципу действия индукционные
печи подразделяются на:**

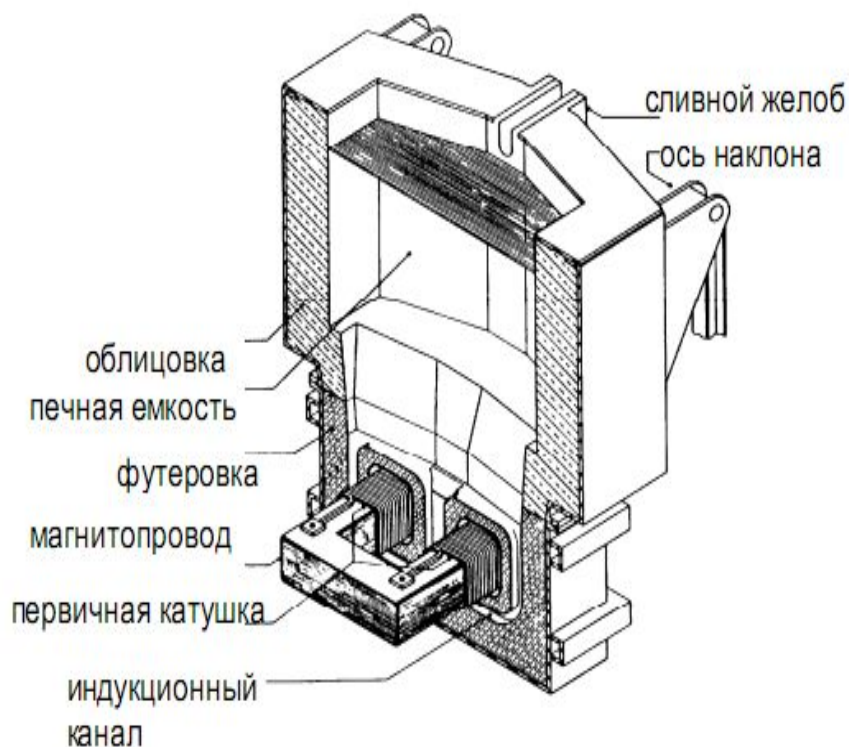
- тигельные (печи без сердечника)
- канальные (печи с сердечником)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

Индукционные канальные электропечи



- Работают как правило на промышленной частоте.
- Предназначены для плавки цветных металлов с температурой разливки:
 - цинк -480-500 °С
 - алюминий – 700-750°С
 - сплавов меди –1100-1200 °С
 - меди – 1200-1250°С
 - чугуна –1400-1450°С



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

Достоинства индукционных канальных печей:

- Высокий КПД, поэтому плавка проходит с низким расходом электроэнергии
- Малый угар металла, т.к. нет перегрева на поверхности металла.
- Электродинамическое перемешивание.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

Недостатки индукционных канальных печей:

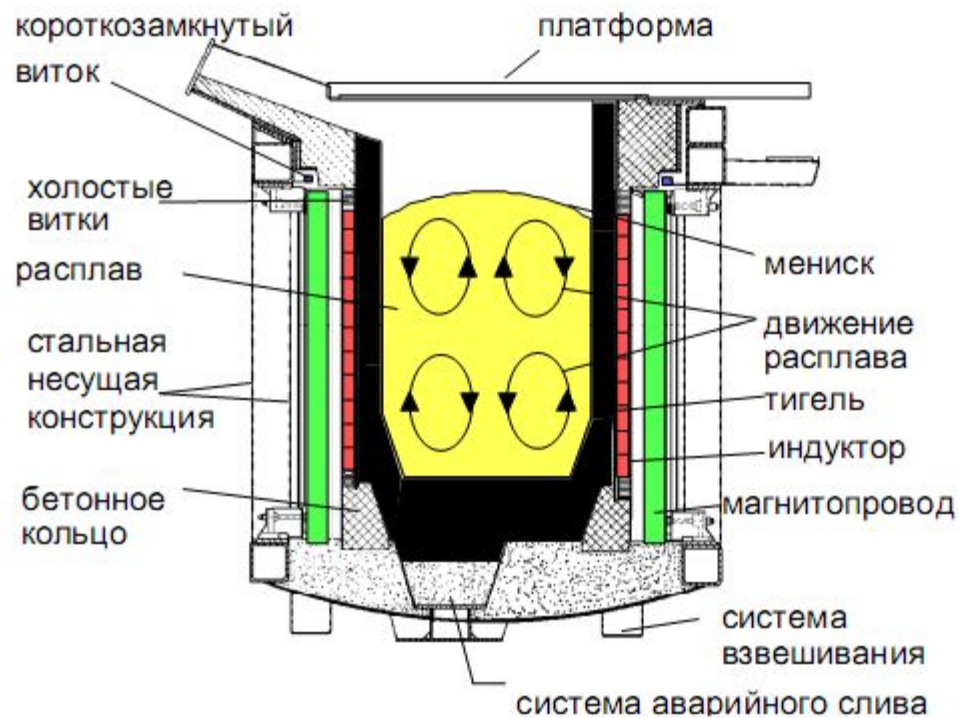
- Необходимость круглосуточного режима работы.
 - Необходимость выплавки металлов и сплавов с однородным составом.
- Малая стойкость огнеупорной футеровки канальной части для плавки высокотемпературных металлов и сплавов.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

Тигельные печи



Электроустановки индукционного нагрева

Индукционные тигельные печи (ИТП)

В зависимости от размеров рода расплавляемого материала и области применения ИТП работают на промышленной частоте (50 Гц) или средних частотах до 1000 Гц. Современные мощные среднечастотные

ИТП для плавки чугуна имеют емкость до 12 тонн и мощность до 10 МВт. ИТП промышленной частоты разрабатываются для больших емкостей, чем среднечастотные, до 150 тонн для плавки чугуна.

Интенсивное перемешивание ванны имеет особое значение при выплавке однородных сплавов, например латуни. Поэтому в этой области широко используются ИТП промышленной частоты. Наряду с применением для плавки в настоящее время тигельные печи используются также для выдержки жидкого металла перед разливкой.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Электроустановки индукционного нагрева

Преимущества ИТП:

- Легкое достижение высоких температур, т.к. нагрев прямой.
- Отсутствие соприкосновения с топливом, электродами, что обеспечивает чистоту химсостава.
- Интенсивное перемешивание под действием электродинамических сил.
- Малая окисляемость и угар металла из-за более холодного шлака на поверхности металла.
- Возможность проведения плавки в вакууме, защитной среде.

Электроустановки индукционного нагрева

Преимущества индукционного нагрева по сравнению с другими методами нагрева

- Передача электроэнергии непосредственно нагреваемое тело позволяет осуществить прямой нагрев материалов и значительно увеличить его скорость по сравнению с печами косвенного нагрева.
- Максимальный уровень температур может быть высоким и ограничивается только применяемыми огнеупорными материалами.
- При передаче электроэнергии в нагреваемое тело не нужны контактные устройства, что упрощает конструкцию и позволяет применить индукционный метод в условиях автоматизированного поточного производства, а также осуществлять нагрев в вакууме и защитных средах.
- Благодаря явлению поверхностного эффекта на высоких частотах максимальная мощность выделяется в поверхностном слое нагреваемого изделия, и тем самым индукционный метод при закалке обеспечивает быстрый нагрев поверхности изделия, позволяя получить ее высокую твердость, при сохранении вязкой сердцевины.
- В индукционных плавильных печах возникают электродинамические усилия, способствующие циркуляции расплава в общем объеме тигля. Это ускоряет процесс плавки и позволяет получить металл со стабильными и однородными свойствами.