

ИНДУКЦИОННЫЕ ПЕЧИ



ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ

СХЕМА
ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ

ИНДУКЦИОННЫЙ
НАГРЕВ

ДОСТОИНСТВА
ИП

СОВРЕМЕННЫЕ
ИП

СПОСОБ
РАБОТЫ

ИНДУКЦИЯ

КОНСТРУКЦИИ
ИП

СИЛОВЫЕ
КАБЕЛИ ДЛЯ ИП

ПЛАВКА СТАЛИ В
ИП

СИСТЕМА
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ИП

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ РАБОТЕ С ИП

ВЫХОД



Индукционная печь,

индукционная плавильная печь - электротермическая установка для плавки материалов с использованием индукционного нагрева.

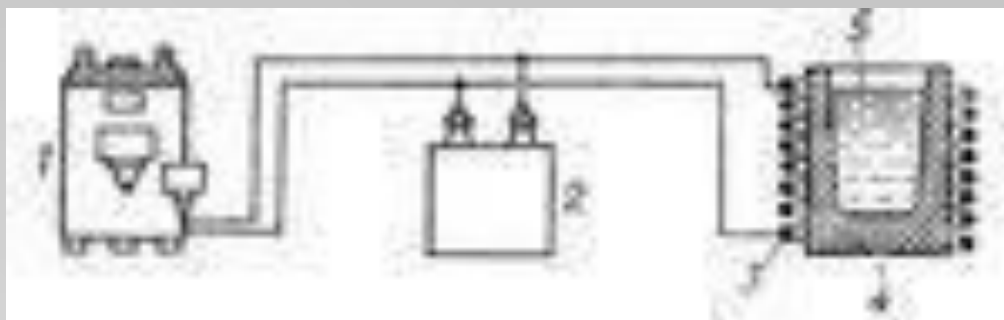
В промышленности применяют в основном индукционные тигельные печи и индукционные каналные печи. Тигельная И. п. состоит из индуктора, представляющего собой соленоид, выполненный из медной водоохлаждаемой трубки, и тигля, который в зависимости от свойств расплава изготавливается из керамических материалов, а в специальных случаях — из графита, стали и др. В тигельных И. п. выплавляют сталь, чугун, драгоценные металлы, медь, алюминий, магний. Печи изготавливают с ёмкостью тигля от нескольких кг до нескольких сотен.



← НАЗАД

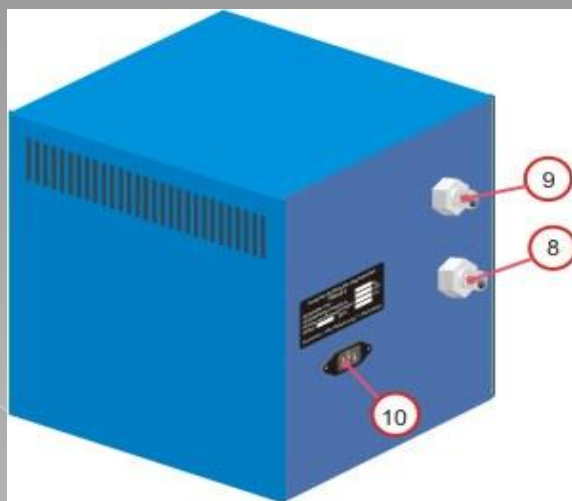
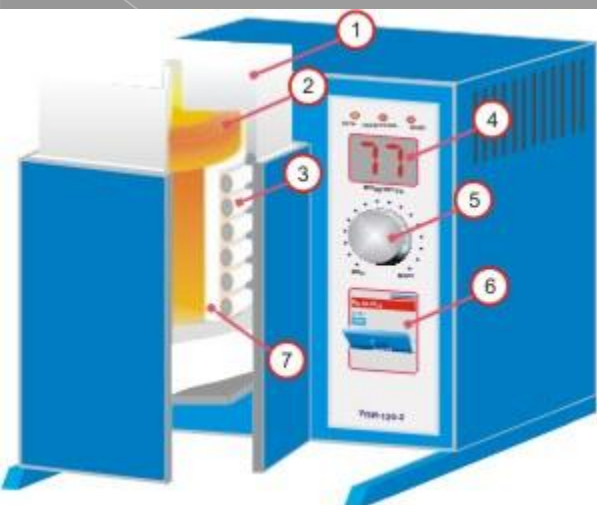
Индукционный нагрев,

нагрев токопроводящих тел за счёт возбуждения в них электрических токов переменным электромагнитным полем. Мощность, выделяющаяся в проводнике при И. н., зависит от размеров и физических свойств проводника (удельного электрического сопротивления, относительной магнитной проницаемости), а также от частоты и напряжённости электромагнитного поля. Источниками электромагнитного поля при И. н. служат индукторы (см. Индуктор нагревательный). И. н. характеризуется неравномерным выделением мощности в нагреваемом объекте. В поверхностном слое, называемом глубиной проникновения, выделяется 86% всей мощности. Для питания индукторов токами средней и высокой частоты применяют машинные и статические преобразователи, а также ламповые генераторы. К наиболее распространённым процессам, использующим И. н., относятся: плавка металлов (см. Индукционная печь), зонная плавка, нагрев под обработку давлением (см. Индукционная нагревательная установка) и др. И. н. — наиболее совершенный бесконтактный способ передачи электроэнергии в нагреваемое тело с непосредственным преобразованием её в тепловую. Принципиальная схема установки с использованием И. н. приведена на рис.



← НАЗАД

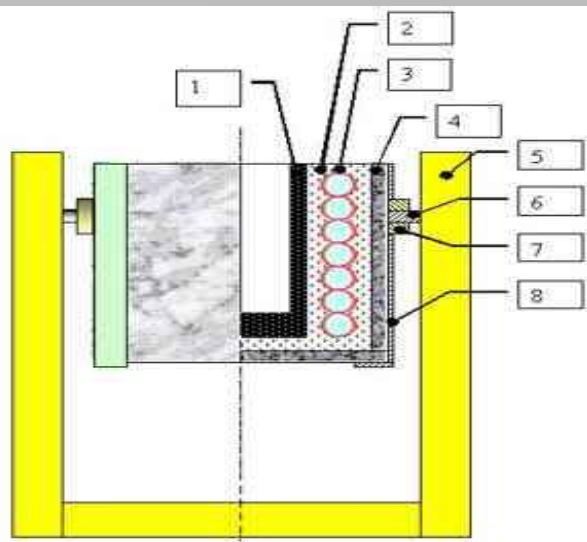
Устройство современных индукционных печей УПИ-60, УПИ-120



1 - крышка, 2 - тигель, 3 - индуктор, 4 - индикатор мощности, 5 - регулятор, 6 - выключатель, 7 - теплоизоляционная вставка. 8- выход воды, 9 - вход воды, 10 - сетевой разъем

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

И серии Дракон



1 - тигель, 2 - теплоизоляционная вставка, 3 - индуктор, 4 - коробка, 5 - рама, 6 - ось, 7 - шарнир, 8 - уголок.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

← назад

Установка представляет собой регулируемый преобразователь частоты, нагрузкой которого является тигель, помещенный в индуктор. Индуктор охлаждается водой. Индуктор изготовлен из медной трубы, покрытой внутри и снаружи полимерным покрытием. Подключение воды может осуществляться к водопроводной сети или к автономной системе подачи воды. Подключение электропитания установки осуществляется к стандартной евророзетке 220В, имеющей заземляющий контакт и обеспечивающей мощность нагрузки - 2кВт.

Внутри индуктора (3) расположена теплоизоляционная вставка (7), в которую помещается графитовый тигель(2). Теплоизоляционная вставка (футеровка) разделяет холодный индуктор и разогретый до высокой температуры тигель. Так как тигель графитовый, а графит - проводник, он разогревается под действием индукционных токов, наводимых индуктором. Для сохранения тепла, тигель накрывается съемной огнеупорной теплоизоляционной керамической крышкой (1). Снаружи индуктор закрыт разборным защитным кожухом. Такое исполнение позволяет исключить проток воздуха, уменьшить тепловые потери, обгорание тигля и дает возможность использования для плавки аргона.

Для удобства обслуживания (замены футеровки, извлечения капель металла и т.д.) плавильная камера индукционных установок сделана разборной, обеспечивая доступ к индуктору.

Индикатор(4), расположенный на передней панели, показывает мощность (в процентах от максимальной мощности), передаваемую для нагрева тигля. Ручкой регулятора мощности(5) задается необходимая мощность, что позволяет регулировать разогрев металла. Тигель с расплавленным металлом вынимается с помощью специальных щипцов.

В случае превышения допустимой мощности включается звуковой сигнал и мигает индикатор "Перегрузка", при этом необходимо снизить уровень мощности. В целях защиты индуктора от перегрева используется контроль водяного охлаждения по расходу и температуре. Защита автоматически отключает установку при уменьшении расхода охлаждающей жидкости или отказа подачи воды (мигает индикатор "Вода"). В случае перегрева охлаждающей жидкости выше 70°С, при работающей установке, автоматически уменьшается мощность и включается звуковой сигнал.

Дракон-600-5 состоит из двух модулей: модуль индуктора (печь) и преобразователя частоты, закрепленных на раме (5) и соединенных гибким кабелем. Индуктор охлаждается водой. Вода в индукторе циркулирует по шлангам, присоединенным к штуцерам блока индуктора. Внутри индуктора (3) расположена теплоизоляционная вставка (2), в которую помещается графитовый тигель(1). Для сохранения тепла, тигель накрывается съемной теплоизоляционной крышкой.

Индикатор, расположенный на передней панели преобразователя, показывает мощность (в процентах от максимальной мощности), передаваемую для нагрева тигля. Ручкой регулятора мощности задается необходимая мощность, что позволяет регулировать разогрев металла.

Блок индуктора крепится к раме шарнирами(6,7). Поворот блока индуктора, для слива металла, осуществляется рычагом. Поворот осуществляется на 130°, что обеспечивает полный слив металла. Нет необходимости в разливочных ковшах или дополнительном оборудовании, так как слив металла обеспечивает графитовый летник, прикрепляемый к тиглю и коробке блока индуктора специальной арматурой.

Для удобства обслуживания (замены футеровки, извлечения капель металла и т.д.), передняя стенка плавильной камеры индукционной установки сделана съемной, обеспечивая доступ к индуктору.

В целях защиты индуктора от перегрева используется контроль водяного охлаждения по расходу и температуре. Защита снижает мощность установки до минимального значения при превышении температуры воды выше 70°C и отключает установку при уменьшении протока воды ниже допустимого уровня.

Индукция электромагнитная -

возникновение электродвижущей силы (эдс индукции) в проводящем контуре, находящемся в переменном магнитном поле или движущемся в постоянном магнитном поле. Электрический ток, вызванный этой эдс, называется индукционным током. И. э. была открыта М. Фарадеем в 1831. Согласно закону Фарадея, эдс индукции E_i в контуре прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока (потока вектора магнитной индукции) Φ через поверхность S , ограниченную этим контуром. В постоянном магнитном поле эдс индукции возникает лишь при таком движении контура, при котором магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, изменяется во времени (т. е. контур при своём движении должен пересекать линии магнитной индукции; при движении вдоль линий поток Φ меняться не будет и эдс не возникнет). В этом случае эдс индукции равна работе магнитной части Лоренца силы по перемещению единичного заряда вдоль замкнутого контура. Если же неподвижный проводник находится в переменном магнитном поле, то эдс индукции равна работе по перемещению единичного заряда вдоль замкнутого контура, совершаемой силами вихревого электрического поля, которое, согласно Максвелла уравнениям, порождается в пространстве при изменении магнитного поля со временем. В системе отсчёта, относительно которой контур покоится, именно это вихревое электрическое поле вызывает движение заряженных частиц, т. е. появление индукционного тока. И. э. лежит в основе работы генераторов электрического тока, в которых механическая энергия преобразуется в электрическую; на этом же явлении основано действие трансформаторов и т. д.

[СХЕМА](#)

[← НАЗАД](#)

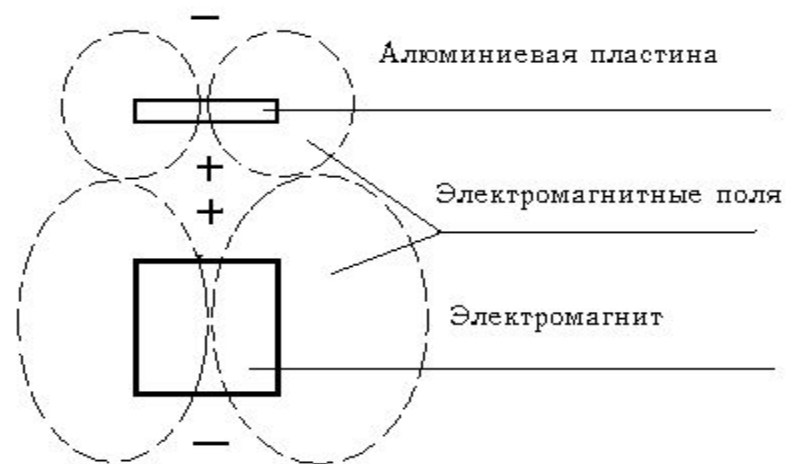
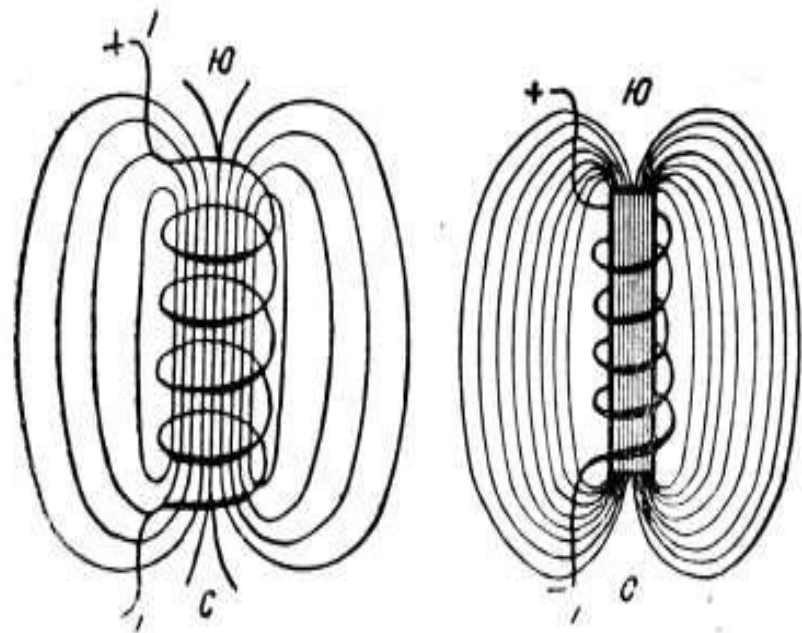
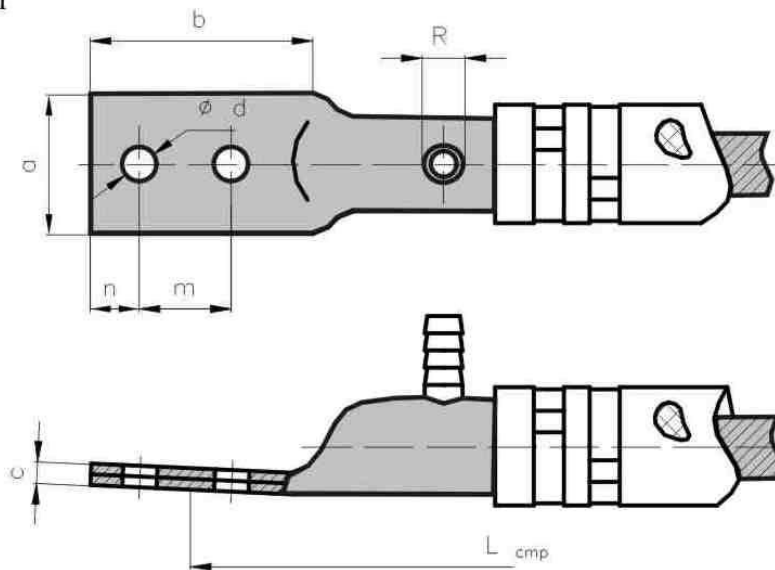


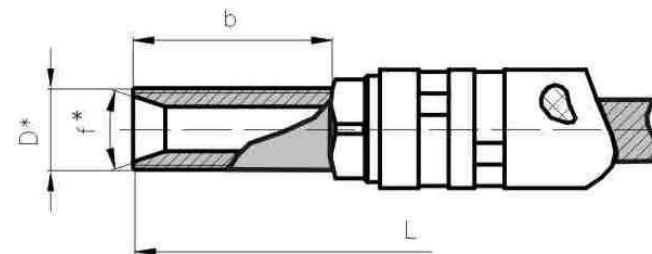
РИС.1 Парящая над электромагнитом алюминиевая пластина.

СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ ДЛЯ ИП

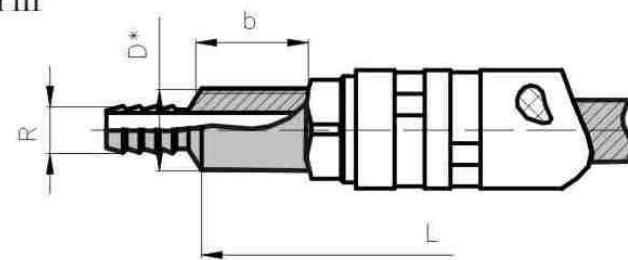
Тип I



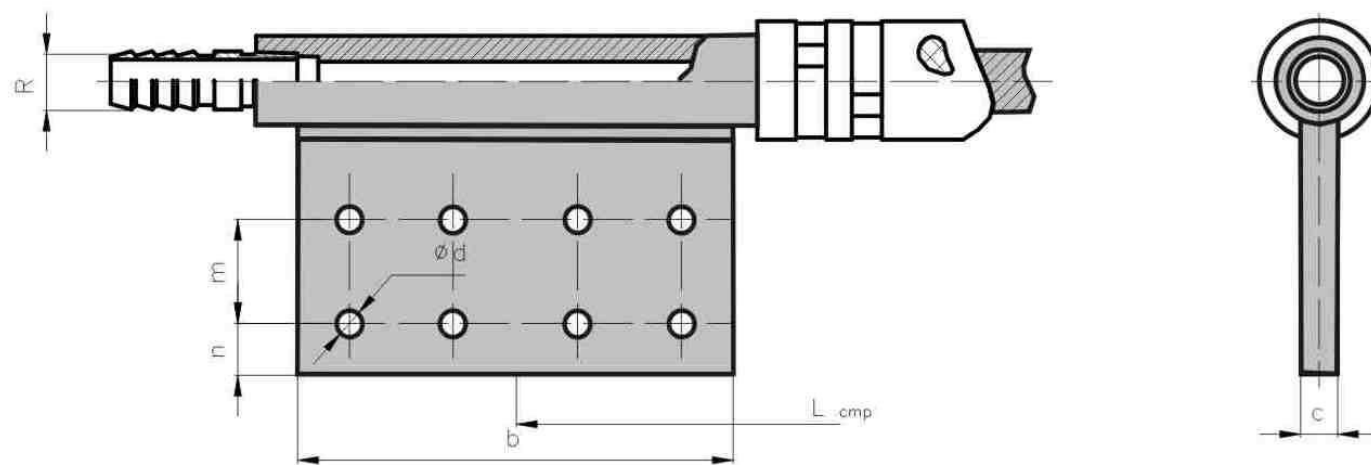
Тип II



Тип III



Тип IV



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

← НАЗАД

Силовой кабель -

электрический кабель, предназначенный для передачи электроэнергии от места её производства (или преобразования) к промышленным предприятиям, силовым и осветительным установкам стационарного типа, транспортным и коммунальным объектам. Термин "С. к." в общепринятом смысле относят обычно к кабелям на напряжение до 35 кВ, преимущественно с бумажной изоляцией, пропитанной вязким изоляционным составом. Для более высоких напряжений используют кабель с избыточным давлением масла

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧЕЙ СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ

Система электропитания средней частоты (СЭПСЧ) строится, как правило, на основе статических преобразователей частоты, осуществляющих преобразование энергии трехфазной сети переменного тока промышленной частоты в энергию однофазного тока средней частоты. Функционально преобразователи строятся по двухзвенной схеме и включают выпрямитель и автономный инвертор. В зависимости от мощности выпрямитель строится по 6-пульсной, 12-пульсной или 24-пульсной мостовой схеме с соответствующим соединением обмоток силового питающего трансформатора. При этом обеспечивается снижение гармонических составляющих входного тока до требуемого уровня.

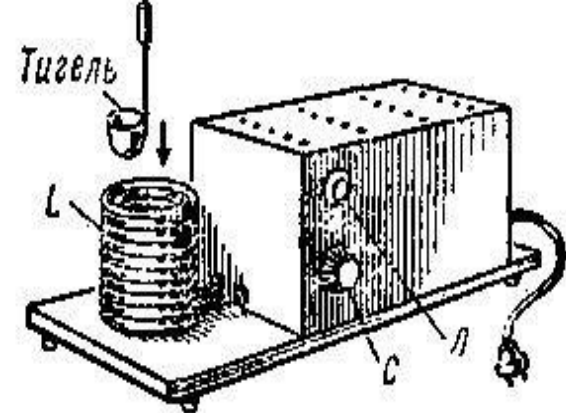
Автономные инверторы строятся по схеме инвертора тока с параллельной компенсацией индуктора печи, инвертора напряжения с последовательной компенсацией индуктора печи или резонансного инвертора, в котором последовательно с нагрузочным контуром, образованным индуктором печи и параллельно соединенным блоком компенсирующих конденсаторов, включается коммутирующий колебательный контур [3]. Схемы инвертора тока и инвертора напряжения по сути дуальны, поэтому предпочтение той или иной схемы следует отдавать в зависимости от типа используемого полупроводникового прибора. В последние годы наблюдается значительный прогресс в создании силовых полупроводниковых приборов. Наряду с развитием по параметрам быстродействующих тиристоров, появились мощные IGBT транзисторы, что позволяет создавать мощные среднечастотные преобразователи на полностью управляемых полупроводниковых приборах. Тиристоры наиболее эффективны в схемах с параллельной компенсацией нагрузки, поскольку имеют высокий класс напряжения и допускают последовательное соединение при относительно низкой мощности шунтирующих цепей, обеспечивающих равномерное распределение напряжения, что позволяет осуществлять преобразование энергии на высоких напряжениях и относительно небольших токах. Напротив, IGBT транзисторы более эффективны в схемах инверторов с последовательной компенсацией нагрузки, т.к. допускают параллельное соединение модулей без применения делителей тока и требуют значительных затрат для обеспечения распределения напряжения при их последовательном соединении. Транзисторные инверторы обеспечивают глубокое регулирование выходных параметров электрической энергии при высоких показателях качества потребляемой энергии. В них отсутствует проблема коммутационной устойчивости. Однако при создании преобразователей большой мощности до 10 МВт и выше тиристорные инверторы все же более предпочтительны ввиду значительно возросшей единичной мощности и динамических характеристик современных быстродействующих тиристоров. Проблема повышения надежности работы тиристорных преобразователей и диапазона регулирования выходных параметров энергии более успешно решается при использовании запираемых тиристоров или IGCT структур, которые только появились на мировом рынке силовых полупроводниковых приборов

диаграмма активной мощности, подводимой к
нагрузке и массы металла в тигле.

← назад



СХЕМА ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ



УГЛУБЛЕННАЯ СХЕМА

Для расплавления куска цинка достаточно нагревать его в течение 15...20 с. Катушка L - бескаркасная, состоит из 10 витков провода ПЭВ 0,8, внутренний диаметр витка 12 мм. Конденсатор С от вещательного радиоприемника (с удаленной каждой второй пластиной).

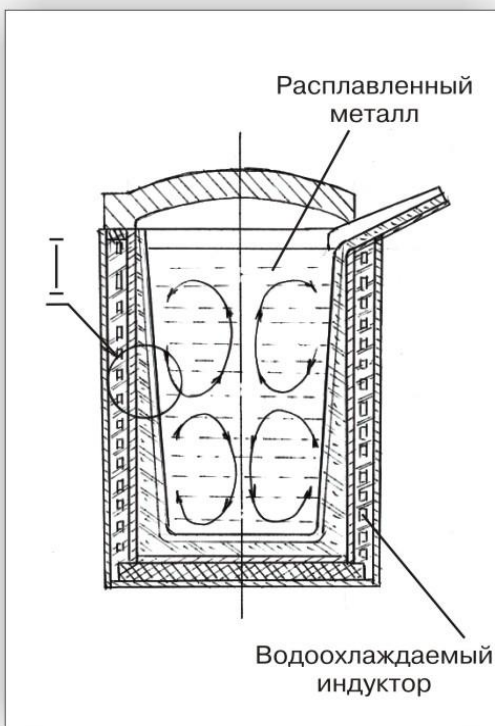
Мощность устройства такова, что оно практически мгновенно нагревает до красного каления, например, отвертку. Скорость плавления металла в индукционных печах зависит прежде всего от мощности генератора, частоты, потерь на гистерезис, на вихревые токи в куске металла и скорости передачи тепла в окружающую среду. Лампы рекомендуется применять мощные, но число их при параллельном включении не должно превышать четырех.

Печь питается от сети переменного тока 220 В через выпрямитель. Конденсаторы С1 - керамические или слюдяные с рабочим напряжением 1500 ... 2000 В, Др-дрессели высокой частоты.

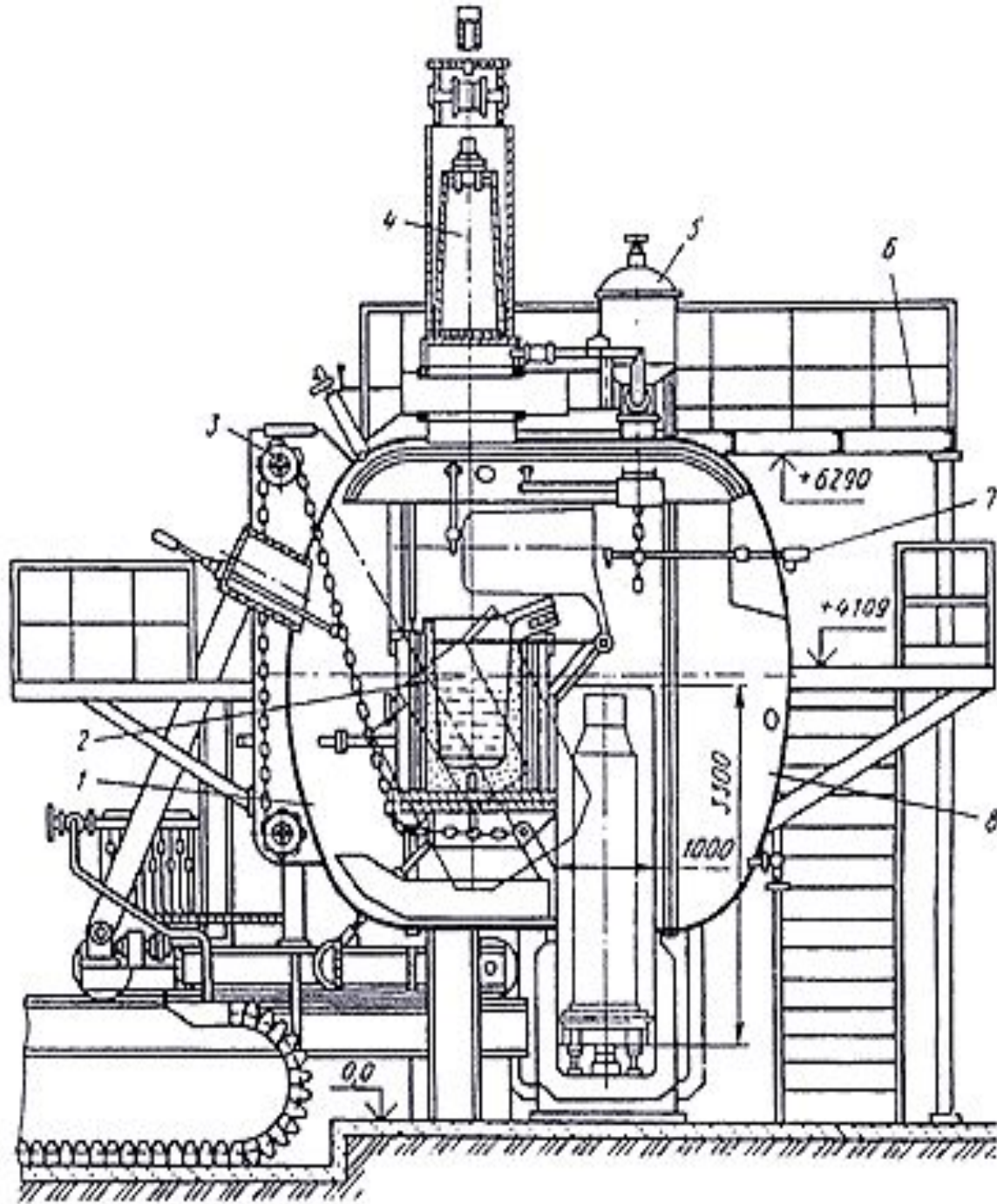
ПЛАВКА МЕТАЛЛА

Некоторое количество стали выплавляется в тигельных **ИНДУКЦИОННЫХ печах**, в которых расплавляемый металл находится в керамическом тигле, помещенном внутрь многovitкового цилиндрического индуктора (**рис. 17.22**). Диапазон емкостей современных тигельных **индукционных печей** весьма велик — от нескольких килограммов (в основном для исследовательских работ в лабораториях) до десятков тонн.

Под действием переменного магнитного поля, создаваемого индуктором, в нагреваемом металле индуцируется электродвижущая сила. За счет джоулева тепла, выделяющегося в металле под действием тока, металл нагревается и плавится. Электромагнитные силы оказывают на жидкий металл статическое и динамическое воздействия, в результате чего верхняя часть металла отжимается от стенок тигля, а во всем объеме возникает электродинамическая циркуляция.










← НАЗАД



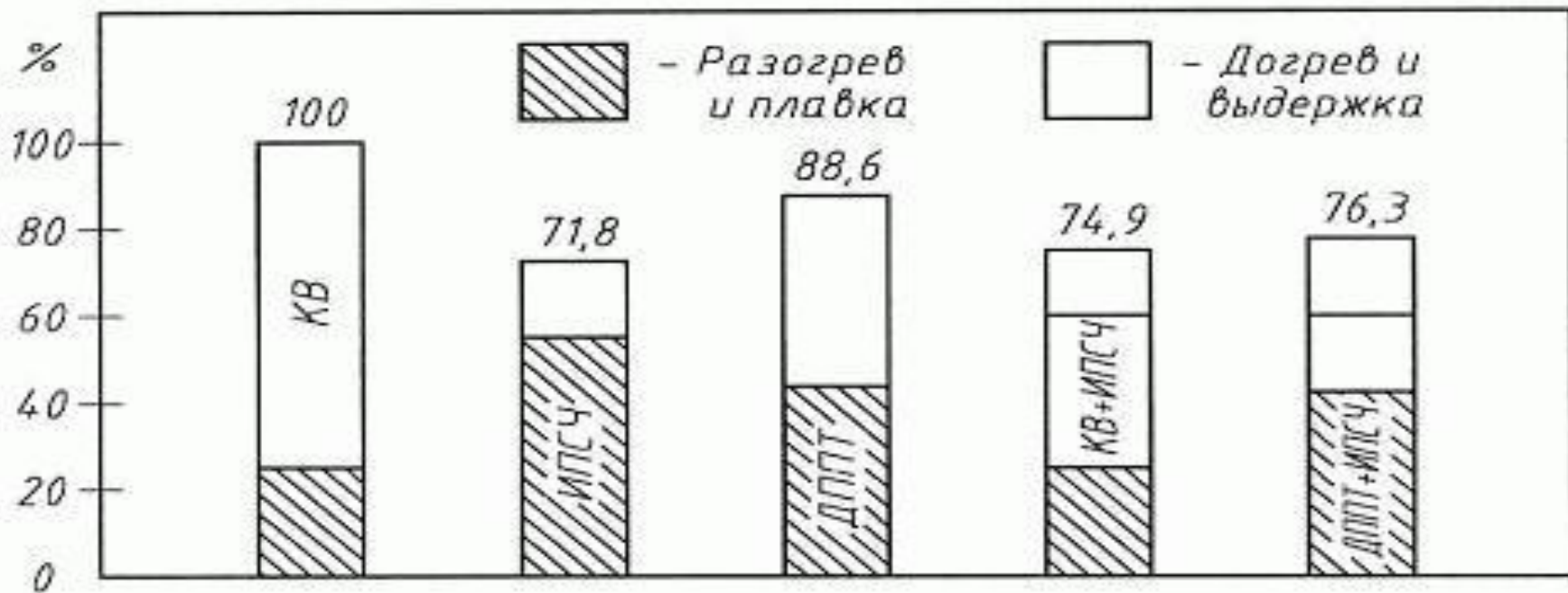
1 - подвижная и неподвижная части корпуса соответственно; 2— тигель; 3— механизм наклона; 4— камера загрузки; 5— дозатор; 6— рабочая площадка; 7— устройство для чистки тигля

ДОСТОИНСТВА ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ

-  отсутствие электродов и соответственно отсутствие науглероживания металла;
-  отсутствие дуг и соответственно меньше насыщение металла азотом и водородом;
-  перемешивание металла;
-  возможность выплавлять металл в любой контролируемой атмосфере и вообще в вакууме, а соответственно и малый угар легирующих, отсутствие газов и т. п.
-  легко регулировать тепловой процесс, изменяя параметры тока.
-  можно получать высокую температуру металла.
-  возможность создавать окислительную, восстановительную, нейтральную атмосферу и вакуум, что позволяет раскислять металл с образованием минимального количества неметаллических включений.

**гистограмма энергетических расходов
различных видов плавильных агрегатов**

 назад



Как видно из рисунка, самой дешевой плавкой по энергозатратам является одиночная плавка в индукционной печи средней частоты со средним расходом электроэнергии 560 кВт×ч/т. Далее идет дуговая плавка KB + ИПСЧ. В коксовой вагранке производится разогрев и плавка чугуна до температуры 1370 °С с удельным расходом кокса 13,3%, а затем металл переливается в ИПСЧ и догревается в температурном диапазоне 1300 – 1550 °С с удельным расходом 106 кВт×ч/т. Энергозатраты при такой комбинации оборудования на 25% ниже, чем при одиночной плавке в KB. Примерно на том же уровне по энергозатратам находится дуговая плавка ДППТ + ИПСЧ. При этом дуговая печь расходует 544 кВт×ч/т для получения расплава чугуна с температурой 1370 °С, а в индукционной печи производится догрев и выдержка металла (1300, 1500 °С) с расходом энергии 106 кВт×ч/т [3].

СПОСОБ РАБОТЫ

При пропускании тока через индуктор в металле, находящемся в тигле, индуцируются мощные вихревые токи, что обеспечивает нагрев и плавление металла. Для уменьшения потерь тепла, печь имеет съемный свод. Тигель изготавливают из кислых (кварцит) или основных (магнезитовый порошок) огнеупоров. Для выпуска плавки печь наклоняют в сторону сливного жѐлоба.

Под действием электромагнитного поля индуктора при плавке происходит интенсивная циркуляция жидкого металла, что способствует ускорению химических реакций, получению однородного по химическому составу металла, быстрому всплыванию неметаллических включений, выравниванию температуры.

В индукционных печах выплавляют сталь и сплавы из легированных отходов методом переплава, или из чистого шихтового железа и скрапа с добавкой ферросплавов методом сплавления.

После расплавления шихты на поверхность металла загружают шлаковую смесь для уменьшения тепловых потерь металла и уменьшения угара легирующих элементов, защиты его от насыщения газами.

При плавке в кислых печах, после расплавления и удаления плавильного шлака, наводят шлак из боя стекла. Для окончательного раскисления перед выпуском металла в ковш вводят ферросилиций, ферромарганец и алюминий.

В основных печах раскисление проводят смесью из порошкообразной извести, кокса, ферросилиция, ферромарганца и алюминия.

В основных печах выплавляют высококачественные легированные стали с высоким содержанием марганца, титана, никеля, алюминия, а в печах с кислой футеровкой – конструкционные, легированные другими элементами стали.

В печах можно получать стали с незначительным содержанием углерода и безуглеродистые сплавы, так как нет науглероживающей среды.

При вакуумной индукционной плавке индуктор, тигель, дозатор шихты и изложницы, помещают в вакуумные камеры. Получают сплавы высокого качества с малым содержанием газов, неметаллических включений и сплавы, легированные любыми элементами.

На второй стадии, когда получен расплав металла, начинается этап легирования и коррекции химического состава металла. Рассматриваемая СЭПСЧ позволяет осуществить перераспределение мощности по секциям индуктора, иными словами, произвести фокусировку мощности в отдельных зонах тигля печи и обеспечить различные виды активного перемешивания металла.

СХЕМА

НАЗАД



КОНСТРУКЦИИ ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Российской электротехнологической компанией разработан ряд индукционных тигельных печей средней частоты для скоростных плавки черных и цветных металлов, отвечающих современным требованиям металлургического и литейного производства. Наилучшие показатели эффективности ИПСЧ во многом определяются оптимальным выбором геометрических параметров индуктора частоты тока возбуждения и удельной активной мощности для плавки определенного металла, а также физическими характеристиками и толщиной футеровки.

Для плавки черных металлов заводом производятся тигельные печи серии ИПП емкостью от 60 до 400 кг, работающие на частоте 2400 Гц. Технические характеристики этих печей приведены в таблице

ТИП ОБОРУДОВАНИЯ	ЕМКОСТЬ ТИГЛЯ, т	НОМИНАЛЬНАЯ ЧАСТОТА ТОКА ИНДУКТОРА, Гц	НОМИНАЛЬНАЯ АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ, кВт	ВРЕМЯ ПЛАВКИ ЧУГУНА, мин.	УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, кВт ч/т
ИПП-0,06-2,4	0,06	2400	100	45	540
ИПП-0,16-2,4	0,16	2400	160	55	550
ИПП-0,25-2,4	0,25	2400	250	55	550
ИПП-0,40-2,4	0,40	2400	320	75	560

Индукционные печи серии ИППМ рассчитаны на объемы плавки черных металлов от 1 до 10 тонн. Печи этой серии работают на частотах 200, 1000 Гц, их технические характеристики приведены в таблице

ТИП ОБОРУДОВАНИЯ	ЕМКОСТЬ ТИГЛЯ, т	НОМИНАЛЬНАЯ ЧАСТОТА ТОКА ИНДУКТОРА, Гц	НОМИНАЛЬНАЯ АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ, кВт	ВРЕМЯ ПЛАВКИ ЧУГУНА, мин.	УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, кВт ч/т
ИППМ-1,0-1,0	1,0	1000	750	60	540
ИППМ -2,5-0,5	2,5	500	1100	80	560
ИППМ -6,0-0,25	6,0	250	7000	60	530

**ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ**

← НАЗАД

Отличительной особенностью конструкции этих печей является то, что по внешней стороне индуктора устанавливаются магнитопроводы, позволяющие повысить напряженность магнитного поля в зоне расплава металла и увеличить КПД печи и, как следствие, снизить расход электроэнергии до 500,520 кВт ч/т. Для снижения теплотерь в печах этой серии установлена над тиглем крышка с гидравлическим механизмом поворота.

Важное значение для обеспечения надежности и необходимого ресурса работы индукционных печей имеет технология выполнения и выбор огнеупорной футеровки. Условия работы футеровки в индукционных тигельных печах очень сложные - на подвергается большим механическим воздействиям, особенно в печах большого объема, из-за активного перемешивания наблюдается большой абразивный износ.

Поэтому толщина футеровки существенно влияет на показатели эффективной работы печи, ее стремятся сделать, по возможности, более тонкой, следовательно, она работает при больших температурных градиентах. Кроме этого, футеровка должна быть шлакоустойчивой, т.к. индукционные печи работают с "холодным" шлаком, активно взаимодействующим с материалом футеровки.

Для плавки черных металлов футеровку индукционных печей выполняют из кварцевой набивной массы. К достоинствам этого материала следует отнести высокую абразивную стойкость, малое изменение объема при разогреве, низкую стоимость. Однако известные недостатки: низкая термическая стойкость, образование довольно легкоплавких соединений при взаимодействии с расплавом, относительно низкая предельная температура (1640°C) – вызывают необходимость поиска материалов с более высокими характеристиками. Особый интерес среди огнеупоров нового поколения вызывают низкоцементные и керамические огнеупорные бетоны.

Низкоцементные бетоны обладают высокими показателями, которые превосходят прочие огнеупорные материалы по плотности, пористости, огнеупорности, термостойкости, шлакоустойчивости, не теряют своей механической прочности с повышением температуры.



ПЛАВКА СТАЛИ В ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ

Некоторое количество стали выплавляется в тигельных **индукционных печах**, в которых расплавляемый металл находится в керамическом тигле, помещенном внутри многovitкового цилиндрического индуктора. Диапазон емкостей современных тигельных **индукционных печей** весьма велик — от нескольких килограммов (в основном для исследовательских работ в лабораториях) до десятков тонн.

РИСУНОК

Под действием переменного магнитного поля, создаваемого индуктором, в нагреваемом металле индуцируется электродвижущая сила. За счет джоулева тепла, выделяющегося в металле под действием тока, металл нагревается и плавится.

Электромагнитные силы оказывают на жидкий металл статическое и динамическое воздействия, в результате чего верхняя часть металла отжимается от стенок тигля, а во всем объеме возникает электродинамическая циркуляция.

Выпуклый мениск затрудняет обработку металла шлаком, поскольку шлак стекает к стенкам тигля; достаточно высокая скорость турбулентного движения металла усиливает износ футеровки. В принципе, если электромагнитные силы достаточно велики и могут уравновесить действие гравитационных сил тяжести, можно осуществить индукционную плавку во взвешенном состоянии, без тигля (бестигельная плавка).

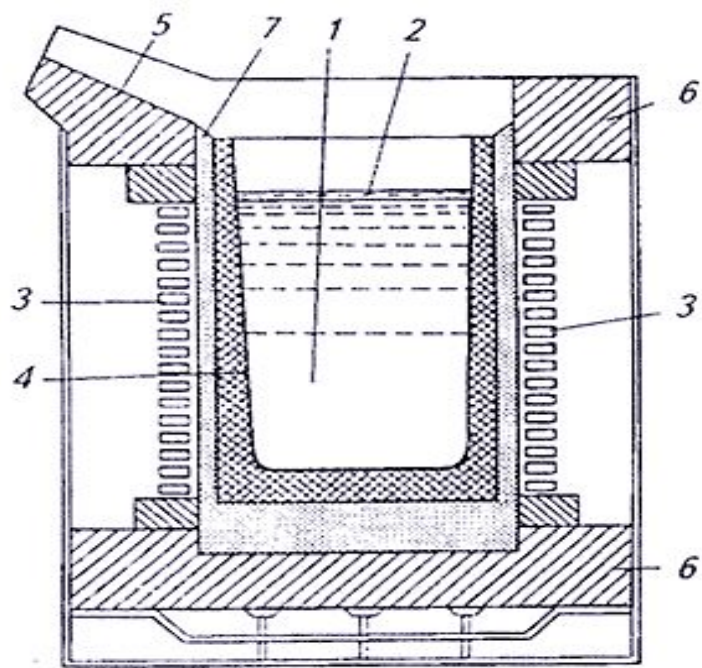
Практически в обычных индукционных печах шлак нагревается от жидкого металла. Если шлак холодный и вязкий, то соответственно нет условий для удаления серы и фосфора.

Этот недостаток таких печей в какой-то мере устраняется использованием крышек (**рис. 17.23**), а в некоторых современных установках — плазменных горелок.

РИСУНОК

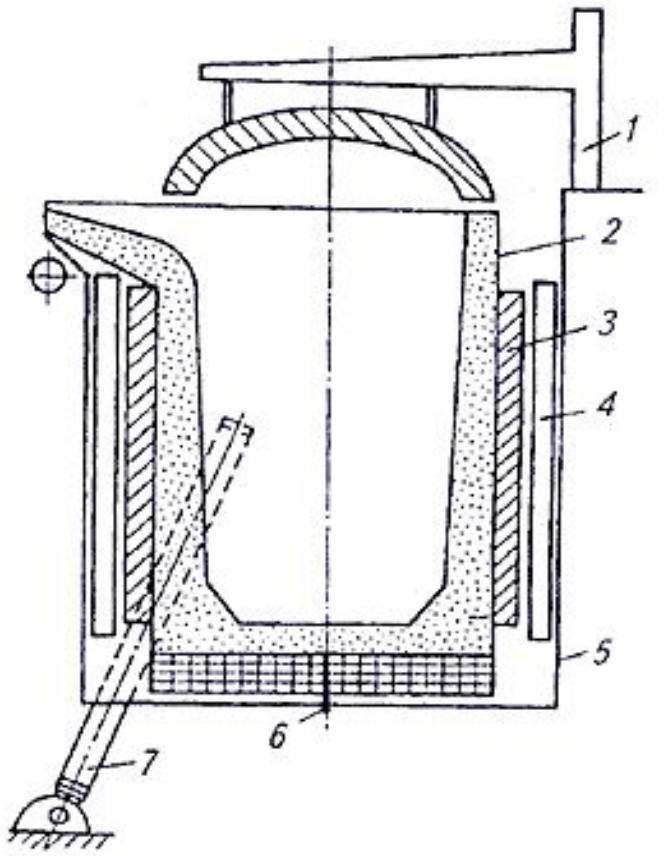
← НАЗАД

Тигельная индукционная печь



1 — жидкая сталь; 2—шлак; 3 — водоохлаждаемая катушка индуктора; 4— огнеупорная футеровка; 5— сливной носок; 6— огнеупорный кирпич; 7— термоизоляция

Промышленная тигельная открытая индукционная печь



1 — механизм подъема и
отворота свода; 2 — тигель; 3 —
индуктор; 4 — магнитопроводы
(ферромагнитные экраны); 5 —
кожух; 6 — сигнализатор; 7 —
механизм наклона



типичная реакция человека на электромагнитное излучение в зависимости от его плотности мощности

Средства защиты:

- коллективные:
 - сигнализирющие
 - системы дистанционного управления
- индивидуальные
- по принципу действия
- оградительные
- блокирующие

Сигнализирующие устройства

Дают информацию о работе технологического оборудования, а также об опасности и вредных факторах, которые при этом возникают. По назначению делятся на три группы:

- оперативная сигнализация
- предупредительная
- опознавательная

По способу передачи:

- звуковая (сирены, звонки)
- комбинированная
- визуальная (по запаху)
- одаризационная (по запаху)

Для визуальной используются источники искусственного света: табло, цветовая окраска, флажки (ручная).

Оперативная применяется при испытаниях на стендах, автоматически включается.

Предупредительная - указатели, плакаты, система знаков (запрещающие, предупреждающие - желтого цвета).

