

Батыркулов Н., Токтогулов Т.С.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИНДУКЦИОННОЙ ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

N. Batyrkulov, T.S. Toktogulov

ELECTROMAGNETIC RADIATION INDUCTION FURNACES

УДК: 628.58:537.811(043)

Исследовано электромагнитное поле плавильной индукционной печи. Разработаны защитные экраны от ЭМП. Выбраны оптимальные расстояния от экрана до источника ЭМП.

The electromagnetic field about the melting induction furnace is investigated. The filter from electromagnetic a field is developed. The near field of radiation electromagnetic a field is estimated.

Биологическая активность электромагнитных полей СВЧ зависит от длины волны. Наибольшее действие оказывают дециметровые волны, наименьшее – миллиметровые. Волны миллиметрового диапазона поглощаются поверхностными слоями кожи, сантиметрового – кожей и подкожной клетчаткой, дециметровые – внутренними органами. Эффект воздействия зависит от интенсивности поля и продолжительности контакта.

До интенсивности 10 мВт/см² поле СВЧ оказывает нетепловой эффект, при большей интенсивности – термическое воздействие.

Кроме теплового действия (которое достаточно хорошо изучено), возникает и нетепловое действие (еще мало изученное и неясное).

Воздействие поглощения энергии организмом тем более выражено, чем больше частота поля. Селективный тепловой эффект в разных тканях организма также зависит от воздействующей частоты. Различные ткани организма имеют разную диэлектрическую постоянную и разную проводимость, вследствие чего поглощение ими энергии на разных частотах и нагрев тканей неодинаковы. На частотах до 10 МГц размеры тела человека малы по сравнению с длиной волны, и диэлектрические процессы в тканях слабо выражены.

Электромагнитные волны могут вызывать острые и хронические поражения.

Поражения сказываются в нарушениях нервной системы, сердечно-сосудистой системы, системы кроветворения, других органов. Острые поражения встречаются редко. Чаще наблюдаются легкие хронические поражения. Субъективные ощущения при этом – быстрая утомляемость, головные боли и т.п.; возможны также перегрев организма, изменение частоты пульса, сосудистые реакции.

Облучение может вызвать катаракту (поражение хрусталика глаз). Это объясняется плохой тепло-регуляцией глаза (в котором нет сосудов, играющих главную роль в охлаждении нагреваемых тканей) и незащищенностью его от воздействий, поэтому хрусталик перегревается.

Начальные изменения, возникающие в организме под воздействием электромагнитных полей, обратимы. Более выраженные стадии заболевания могут привести к снижению трудоспособности.

Санитарными нормами и правилами при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот установлены следующие гигиенические нормативы. Интенсивность электромагнитных полей не должна превышать:

а) по электрической составляющей в диапазоне частот 100 кГц – 30 МГц* 20 В/м, 30–300 МГц 5 В/м;

б) по магнитной составляющей в диапазоне частот 100 кГц – 1,5 МГц 5 В/м;

в) в диапазоне частот 300–300 000 МГц при действии в течение всего рабочего дня 10 мкВт/см², до 2 ч за рабочий день 100 мкВт/см², до 20 мин за рабочий день 1000 мкВт/см² **, в остальное рабочее время ≤ 10 мкВт/см²;

г) в диапазоне СВЧ для лиц, не связанных профессионально с облучением, и для населения ≤ 1 мкВт/см².

Каждая промышленная установка снабжается техническим паспортом, в котором указаны электрическая схема, защитные приспособления, место применения, диапазон волн, допустимая мощность и т. д.

По каждой установке ведут эксплуатационный журнал, в котором фиксируют состояние установки, режим работ, исправления, замену деталей, изменения напряженности поля.

Пребывание персонала в зоне воздействия электромагнитных полей (хотя и ниже предельных нормативов) ограничивается минимально необходимым для проведения рабочих операций временем.

Новые установки вводят в эксплуатацию после приемки их (при которой устанавливают выполнение требований и норм охраны труда, норм по ограничению полей и радиопомех) и регистрации в соответствующих органах радиоинспекции.

Сроки проведения периодических осмотров и плано-предупредительных ремонтов регламентируют.

Работы по настройке, регулировке, проверке проводят обученные лица с санкции начальника цеха; он должен лично удостовериться в подготовленности к выполнению работ, назначить ответственное лицо и бригаду (не менее двух человек).

Обязательны медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические.

При обнаружении воздействия электромагнитных полей на организм или выраженных форм общих заболеваний работника переводят на другую работу.

Лица моложе 18 лет к работам с источниками электромагнитных излучений не допускают.

Персонал проходит производственное обучение, инструктаж по охране труда и стажирование (не менее 6–12 дней), после чего квалификационная комиссия присваивает квалификационную группу.

Промышленное производство характеризуется комплексом вредных и опасных факторов (шум, вибрация, электромагнитное поле, лазерное излучение, недостаточная освещенность, радиоактивность, электрический ток, пыль, вредные и ядовитые вещества, повышенное тепло, пожары, взрывы).

Зачастую на человека действует несколько вредных факторов (шум и вибрация; пыль и промышленное тепло; недостаточная освещенность и электромагнитное поле и т.п.)

Металлургическое производство характеризуется комплексным влиянием вредных факторов на организм работающего. Так при индукционном плавлении металла, диэлектрической обработке материалов, резке металла на человека воздействуют шум, вибрация, электромагнитное поле, лазерное излучение, инфракрасное излучение (тепловой поток), пыль.

Одним из вредных условий труда в металлургии наблюдается при работе на электросталеплавильных (дуговых) печах. Мощный поток электромагнитного поля излучается в рабочую зону. Человеческий организм не способен оценивать невидимые лучи неионизирующего излучения. Это усугубляет условия труда сталеваров.

При работе электросталеплавильных печей (ЭСПП) на практике отсутствуют меры защиты человека от электромагнитного поля. Поэтому весьма актуально проведение исследований по оценке уровней ЭМП от ЭСПП, локализации их и проведение технических мероприятий по снижению уровней вредных излучений.

Исследования проводили в цехе на высоте 1,8 м (на уровне головы работника); 1,4 м (на уровне груди) работника и на высоте 1,0 м (на уровне пояса работника). Расстояние от источника ЭМП до работника составляло 0,5; 1 м; 2 м.

На АО «Казферросталь» было проведено исследование источников электромагнитного излучения.

На территории этого предприятия имеется сталеплавильный цех, в котором используются дуговые плавильные печи.

Производство стали в электропечах является более совершенным способом, чем в мартеновских печах.

При плавке стали в электропечах отсутствует окислительное пламя. Металл меньше окисляется и

насыщается окислами. Возможность получения более высоких температур в печах позволяет получать стали и специальные сплавы с большим содержанием легирующих элементов.

Дуговые печи построены на использовании тепла электрической дуги, образующейся между графитовыми (или угольными) электродами и металлической ванной, развивающей температуру до 3500° С и выше. Питающий электрический ток подают от понижающего трансформатора по гибкому кабелю и медным шипам к электродам.

Первичная обмотка трансформатора питается током высокого напряжения (6000–30000 В), который преобразуется в ток низкого напряжения нескольких ступеней от 90 до 280 В. Мощность трансформатора в основном определяется емкостью печи. При плавке твердой шихты в зависимости от марки получаемой стали расход электрической энергии колеблется в пределах от 600 до 950 квт*ч/т получаемого металла.

Источниками электромагнитного излучения в сталеплавильном цехе являются:

- понижающие трансформаторы ТДН -110/10
- электроды дуговой печи
- кабели, подводящие электроэнергию к дуговым печам.

Одной из задач исследования являлось изучение уровней электромагнитных полей индукционных плавильных печей.

Индукционная печь (рисунок 1) состоит из индуктора, представляющего собой первичную обмотку трансформатора, и тигля, изготовленного из огнеупорного материала, в котором производится плавка стали.

Индуктор изготавливается в виде катушки из медной трубки, по которому во время плавки циркулирует вода. К индуктору при помощи гибкого кабеля или медных шин подается электрический ток от мотор-генератора. Мощность генераторов принимают от 1,0 до 0,3 кВт/кг загружаемого металла в печь. Мощность и частоту тока определяют в зависимости от емкости тигля и рода переплавляемой шихты.

В работе для снижения уровней переменных электромагнитных полей использовали следующие мероприятия.

Уменьшение мощности излучения обеспечивается правильным выбором генератора (мощность генератора целесообразно выбирать не более той, которая необходима для реализации технологического процесса и работы устройства). В тех случаях, когда необходимо уменьшить мощность излучения генератора, для излучений радиочастотного диапазона применяют поглотители мощности, которые ослабляют энергию излучения до необходимой степени на пути от генератора к излучающему устройству.

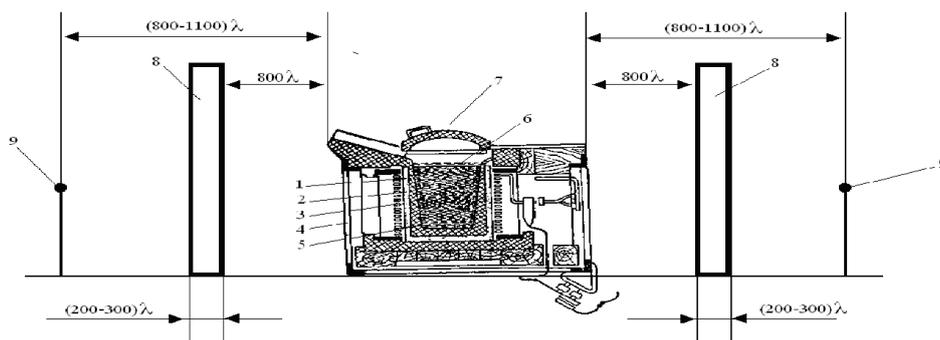


Рис. 1. Схема экранирования индукционной печи ЛПЗ-2-67М:
1-тигель; 2-теплоизолирующая прослойка; 3-индуктор; 4-каркас печи;
5-металл; 6-шлак; 7-индукционная печь; 8-СРЭ; 9-рабочее место.

Поглотители мощности бывают коаксиальные и волноводные. Поглотителем энергии служат специальные вставки из графита или материалов углеродистого состава, а также специальные диэлектрики. При поглощении электромагнитной энергии выделяется теплота, поэтому для охлаждения поглотителей применяют охлаждающие ребра или проточную воду.

Увеличение расстояния от источника излучения. В дальней зоне излучения, т.е. на расстояниях примерно больших $1/6$ длины волны излучения, плотность потока энергии (ППЭ) уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния, а напряженности электрического и магнитного полей – обратно пропорционально расстоянию, т.е. при увеличении расстояния от источника излучения в 2 раза ППЭ уменьшается в 4 раза, а напряженности (Е и Н) в 2 раза.

В ближней зоне излучения при расстояниях примерно меньших $1/6$ длины волны излучения напряженность электрического поля уменьшается обратно пропорционально кубу, а магнитного поля

– квадрату расстояния для электрических излучателей, например, для высоковольтных линий электропередач промышленной частоты. Для магнитных излучателей наоборот – напряженность магнитного поля снижается обратно пропорционально кубу, а электрического поля – квадрату расстояния. Энергия в ближней зоне не излучается.

Для источников излучения промышленной частоты длина волны $\lambda=c/f=3\cdot 10^8/50=6\cdot 10^6$ м, т. е. человек всегда находится в ближней зоне излучения, а напряженность электрического поля быстро снижается с увеличением расстояния. Так, при увеличении расстояния в 2 раза напряженность электрического поля уменьшается в 8 раз. Наибольшее значение напряженности электрического поля высоковольтных линий электропередач имеет место вблизи крайних фазных проводов.

Заключение: исследовано электромагнитное поле плавильной индукционной печи ЛПЗ-2-67М. Разработаны защитные экраны от ЭМП. Выбраны оптимальные расстояния от экрана до источника ЭМП.

Рецензент: к.т.н. Бейшекеев К.К.