

Оценка условий труда плавильщиков, обслуживающих индукционные печи

Студенты гр. 10405319 Руленков А.Д., Ерошенко П.А.
Научный руководитель – Лазаренков А.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Условия труда на рабочих местах плавильщиков, обслуживающих индукционные печи при выплавке чугуна и стали определяются комплексом факторов производственной среды: шум, загазованность, запыленность, температура воздуха, интенсивность теплового излучения, электромагнитные излучения.

Исследования были проведены на плавильном участке литейного цеха оснащенных плавильными печами ИТП FS 60. Технологические операции, выполняемые на участке, характеризуются значительным выделением вредных веществ в виде пыли и газов (оксид углерода, оксид азота, железа оксид, пыль с содержанием диоксида кремния). Большое количество пыли выделяется при навеске и загрузке шихты, выбивке и ремонте футеровки индукционных печей и разливочных ковшей. Концентрации вредных веществ и пыли превышают предельно допустимые в 1,5-2,1 раза.

В литейном цехе предусмотрены мероприятия по снижению содержания вредных веществ и пыли:

- плавильный участок размещен в наиболее высоких пролетах с подветренной стороны здания, для предупреждения попадания газов и нагретого воздуха на другие участки цеха;
- использована высокоэффективная очистка от пыли и вредных веществ отходящих от печей газов (рукавные фильтры);
- предусмотрена механизация и автоматизация отдельных технологических операций, исключающих выделение пыли и вредных веществ.

Метеорологические условия на рабочем месте определяются температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха и интенсивностью теплового облучения. Категория выполняемых работ (по энергозатратам) на участке – средней тяжести Пб. Отмечается превышение допустимых температур воздушной среды на рабочих местах плавильщика металла на 4-7 °С, а интенсивности тепловых излучений – в 3,3-8,9 раза (в зависимости от технологической операции – загрузка шихты, плавка металла, слив жидкого металла в разливочные ковши и др.).

Защита от интенсивных тепловых излучений обеспечивается теплоизоляцией нагретых поверхностей, экранированием источников тепловых излучений, воздушным душированием, использованием спецодежды, обуви, а также применением индивидуальных средств защиты (каска и специальные защитные очки, защитные щитки).

Источниками интенсивных шумов на плавильном участке литейного цеха являются индукционные печи, грузоподъемные механизмы. Характер шума – широкополосный, длительность воздействия от 4 до 8 ч. Уровень шума на рабочих местах не превышает допустимый 80 дБА. Для снижения уровней шума предусмотрены: изолирующие кожухи, противошумные укрытия, индивидуальные средства защиты (наушники).

Источниками электромагнитного излучения на рабочем месте являются индукционные плавильные печи. Напряженность электрического поля на рабочем месте плавильщика не превышает 5 Вт/м². Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяются защитные экраны, устанавливаемые вокруг индуктора печи.

Для обеспечения безопасности труда плавильщиков предусмотрены следующие меры:

- устранение непосредственного контакта рабочих с материалом и готовой продукцией, отходами производства;
- автоматическое управление плавильными печами;
- наличие систем сигнализации, извещающих о нарушении технологического процесса или условий безопасности труда;
- применение средств коллективной защиты (отопление, вентиляция и др.).

К работе допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, инструктаж по охране труда, обучение и стажировку на рабочем месте.

Также был проведен расчет экрана индукционной печи, который обеспечивает защиту плавильщика от электромагнитных излучений. В таблице 1 представлены данные для расчета экрана индукционной печи.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета экрана индукционной печи

Характеристики печи		ИТП FS 60
Мощность печи (максимальная), кВт		2500
Напряжение сети, В		380
Частота тока, Гц		50
Рабочая частота f , Гц		2400
Сила тока в катушке I , А		200
Число витков W , шт.		16
Размер рабочего пространства, м	Диаметр D	0,89
	Высота, H	1,455
Радиус катушки a , м		0,615

Глубина проникновения электромагнитного поля в экран определяется по формуле

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\mu_{\text{э}} \cdot \sigma_{\text{э}} \cdot \pi \cdot f}},$$

где $\sigma_{\text{э}}$ – удельная проводимость материала экрана, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$,

$$\sigma_{\text{э}} = 1 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1};$$

$\mu_{\text{э}}$ – абсолютная магнитная проницаемость материала экрана, Гн/м

$$\mu_{\text{э}} = \mu_0 \mu_{\text{э}}^1, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7};$$

$\mu_{\text{э}}^1$ – относительная магнитная проницаемость, 1,65 Гн/м;

f – рабочая частота, Гц, $f = 2400$.

Таким образом глубина проникновения равна

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{1,65 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^7 \cdot 3,14 \cdot 2400}} = 0,0025.$$

Принимаем толщину стенок экрана $d = 3$ мм. Радиус экрана $a = 0,615$.

Требуемую эффективность экранирования $\mathcal{E}_{\text{ТР}}$ находим путем деления величины напряженности поля, создаваемого катушкой на рабочем месте без экрана H_p , на величину допустимой напряженности поля H_H , равной 25 А/м.

Значение H_p находим по формуле

$$H_p = \frac{W \cdot I \cdot a^2}{4 \cdot p^3} = \frac{16 \cdot 200 \cdot 0,615^2}{4 \cdot 0,6^3} = 4728 \text{ А/м.}$$

где p – расстояние от катушки до рабочего места.

Требуемая эффективность экранирования в дБ равна

$$\mathcal{E}_{\text{ТР}} = 20 \cdot \lg\left(\frac{H_p}{H_H}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{4728}{25}\right) = 42,53 \text{ дБ.}$$

Фактическую величину эффективности экранирования находим по формуле

$$\mathcal{E} = 20 \cdot \lg\left(\frac{a \cdot e^{\frac{d}{\delta}}}{2\sqrt{2} \cdot \delta \cdot \mu_{\text{Э}}}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{0,615 \cdot 2,72^{\frac{0,003}{0,0025}}}{2\sqrt{2} \cdot 0,0025 \cdot 1,65}\right) = 44 \text{ дБ}$$

Фактическая величина эффективности экранирования превышает требуемую эффективность экранирования. Следовательно, рассчитанный экран обеспечивает необходимую защиту плавильщика от электромагнитных полей.