

**Комплексная оценка условий труда работающих
в цехах алюминиевого литья**

Студенты Козлов С.В., Лисовский В.О.,
Дударенко А.М., Щербаков Д.Е.
Научный руководитель - Лазаренков А.М.
Белорусский национальный технический университет
Республика Беларусь, г. Минск

Условия труда работающих в цехах алюминиевого литья определяются комплексом факторов производственной среды: шум, вибрация, загазованность, запыленность, температура и скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, электромагнитные излучения.

Цех алюминиевого литья имеет прямоугольную форму с шириной здания 52 м, длиной 120 м и высотой 12,8 м. В программе цеха отливки из алюминия средней массы. Компоновка производственных площадей выполнена в соответствии с технологическим процессом. Планировка и размещение оборудования обеспечивают минимальную длину грузопотоков, исключают их перекрещивание. Цех алюминиевого литья оснащен плавильными печами ИАТ-6 и ИМ 8, в заливочном отделении установлены кокильные комплексы модели 4951КН-01 и кокильные станки модели Л-90, стационарными наждачными станками с абразивными кругами. Транспортировка грузов производится при помощи электропогрузчиков и мостовых кранов грузоподъемностью $Q = 10,0$ т.

Технологические операции, выполненные в плавильных отделениях, характеризуются значительным выделением вредных веществ в виде пыли и газов (оксид алюминия, оксид углерода, оксид азота, железа оксид, пыль с содержанием диоксида кремния). Большое количество пыли выделяется при навеске и загрузке шихты, выбивке и ремонте футеровки печей и ковшей. Специфическими, вредно отражающимися на здоровье рабочих условиями труда в алюминиевых цехах, является пылеобразование и газообразование при плавлении, обточке отливок. Концентрации вредных веществ и пыли превышают предельно допустимые в 1,8-3,4 раза.

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

- плавильные отделения размещены в наиболее высоких пролетах с подветренной стороны здания, для предупреждения попадания газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха;
- использована высокоэффективная очистка от пыли и вредных составляющих всех входящих газов от плавильных печей (пылеосадочные камеры, рукавные фильтры);
- применены наиболее совершенные технологические процессы и оборудования, обеспечивающие отсутствие или незначительное выделение вредных веществ в концентрациях, не превышающих санитарно-гигиенические нормы;
- предусмотрена механизация и автоматизация технологических процессов, исключаящие 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) в цехе алюминиевого литья – средней тяжести Пб. Отмечается превышение допустимых температур на рабочих местах плавильщика и заливщика металла на 3-6 °С, а интенсивности тепловых излучений – в 1,4-3,9 раза.

Параметры микроклимата поддерживаются за счет систем водяного отопления и точной вентиляции. В качестве мер защиты от интенсивных тепловых излучений предусмотрены теплоизоляция нагретых поверхностей, экранирование источников тепловых излучений,

воздушное душирование, использование спецодежды, обуви, а также применение индивидуальные средства защиты (каска и специальных защитных очков, защитных щитков).

В цехе предусмотрено естественное (через световые проемы и окна) и искусственное (электролампы дневного света) освещение. В связи с автоматизацией процесса применяется общее локализованное освещение, т.е. световой поток распределяется с учетом освещения того оборудования, где требуется нахождение человека. В цехе предусмотрено аварийное освещение, величина которого на рабочих местах составляет 10% нормы местного освещения.

Источниками интенсивных шумов в литейном цехе являются индукционная печь, заливочные ковши, зачистные машины. 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, глушители, противозумные укрытия. На участке с повышенным шумом оборудуются комнаты психологической разгрузки. Работающие используют индивидуальные средства защиты: беруши, наушники.

Источниками повышенной вибрации в цехе являются зачистные автоматы. Уровень виброускорения общей технологической вибрации на рабочих местах не превышает 50 дБ, а локальной вибрации при работе с ручным виброинструментом не превышает 76 дБ. Для снижения уровней вибрации в цехе предусмотрены следующие средства защиты: виброизолирующий фундамент, герметичные изолирующие кожухи, индивидуальная защита (специальные антивибрационные рукавицы, обувь с амортизированными подошвами).

Источниками электромагнитного поля в цехе являются плавильные печи ИАТ-6 и ИМ 8. Напряженность электрического поля на участке не превышает 5 Вт/м². Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяются заземленные экраны, кожухи, устанавливаемые на пути излучения.

Для обеспечения безопасности труда работающих 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.

К работе допускают лиц достигших 18 лет, прошедших медицинское освидетельствование, инструктаж по охране труда, обучение и стажировку на рабочем месте. Работающие, использующие в работе грузоподъемные механизмы, обязаны иметь удостоверение. К работе допускают лица в исправной спецодежде при наличии средств индивидуальной защиты (брезентовые рукавицы, очки, защитные очки, щитки и т. д.).

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

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, Ом⁻¹·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

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

$\mu_{\text{э}}^1$ – относительная магнитная проницаемость;

f – рабочая частота, Гц, $f = 2700$.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета экрана индукционной печи

Характеристики печи		ИАТ-6
Мощность печи (максимальная), кВт		1900
Напряжение сети, В		380
Частота тока, Гц		60
Рабочая частота f , Гц		2700
Сила тока в катушке I , А		200
Число витков W , шт		12
Размер рабочего пространства, м	Диаметр D	0,6
	Высота, H	0,8
Радиус катушки a , м		0,32

Таким образом глубина проникновения равна

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{1,65 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^7 \cdot 3,14 \cdot 2600}} = 0,0024.$$

Принимаем толщину стенок экрана $d = 3$ мм. Радиус экрана $a = 0,32$.

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

$$H_p = \frac{W \cdot I \cdot a^2}{4 \cdot p^3} = \frac{12 \cdot 200 \cdot 0,32^2}{4 \cdot 0,4^3} = 960 \text{ А/м.}$$

где p – расстояние от катушки до рабочего места.

Требуемая эффективность экранирования в дБ равна

$$\mathcal{E}_{\text{тр}} = 20 \cdot \lg\left(\frac{H_p}{H_H}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{960}{25}\right) = 31,69 \text{ дБ.}$$

Фактическую величину эффективности экранирования находим по формуле

$$\mathcal{E} = 20 \cdot \lg\left(\frac{a \cdot e^{\frac{d}{\delta}}}{2\sqrt{2} \cdot \delta \cdot \mu_0}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{0,32 \cdot 2,72^{\frac{0,003}{0,0024}}}{2\sqrt{2} \cdot 0,0024 \cdot 1,65}\right) = 40,16 \text{ дБ} \quad (8.5)$$

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