

К ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В. В. Плошкин, С. И. Казак

В статье рассмотрены условия труда в отделении цветного литья предприятия и установлена необходимость анализа состояния здоровья работника в связи с условиями его труда. Показана методика оценки уровня безопасности рабочего места с использованием психофизического закона Стивенса, которая может использоваться как дополнение к результатам аттестации рабочих мест. Рассмотрен частный случай внедрения в отделении ресурсосберегающей технологии, которая вместе с тем создает определенные производственные опасности. Анализ новых условий труда показал, что среди производственных факторов, оказывающих негативное воздействие на заливщиков (повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей; ИК-излучение), дополнительно необходимо учитывать повышенный уровень постоянного магнитного поля.

Ключевые слова: профессиональные заболевания, литейное производство, закон Стивенса, аттестация рабочих мест, условия труда

Введение

Внедрение в производство или совершенствование любой технологии должно рассматриваться с учетом вопросов обеспечения безопасных и безвредных условий труда работников. В литейных цехах условия труда работающих определяются комплексом производственных факторов (запыленность, загазованность, шум, вибрация, тепловое излучение, параметры микроклимата и т.д.), которые с учетом многообразия типов оборудования, разветвленной транспортной сети, значительного количества трудоемких операций, выполняемых вручную и требующих большого физического напряжения, неблагоприятно воздействуют на литейщиков. Это способствует повышению производственного травматизма, развитию профессиональных заболеваний и увеличению общей заболеваемости.

Наиболее распространенными среди работников литейных цехов являются заболевания от воздействия пыли (силикоз и пылевой бронхит), вибрации (виброблезнь), шума (неврит слухо-

вого органа) [1] (рис. 1). При этом следует отметить, что пылевая патология и виброблезнь литейщиков составляют для всех случаев в машиностроении более 86 и 50%, соответственно.

Более высокий процент заболеваний силикозом и пылевым бронхитом объясняется преобладанием использования ручного инструмента на обрубных и зачистных работах, техническим состоянием оборудования и низкой эффективностью приточно-вытяжных вентиляционных систем, особенно для локального улавливания и удаления пыли на рабочих местах стерженщиков, формовщиков, обрубщиков, чистильщиков отливок и ремонтников. Повышенная температура воздуха в цехах серийного и мелкосерийного производства также способствует большей степени воздействия пыли на организм человека. Наибольшая заболеваемость невритом слухового органа в литейных цехах приходится на профессии обрубщиков, формовщиков и стерженщиков.

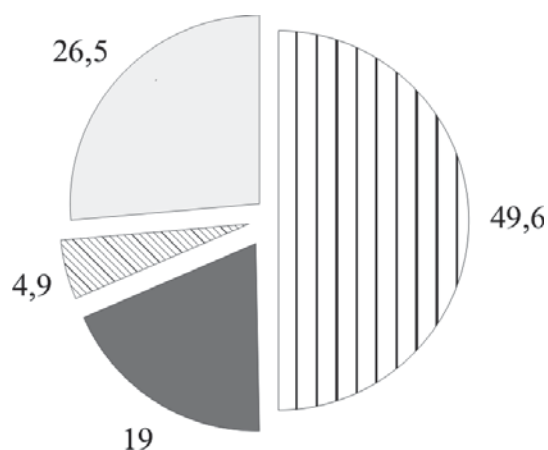


Рис. 1. Распределение профзаболеваний работников литейных цехов (%):

▨ – пылевой бронхит; ▨ – вибробользнь; □ – неврит слухового органа; ■ – силикоз

В литейных цехах также наблюдается значительное количество заболеваний вибрационной патологии, что можно объяснить тем, что работающие (особенно обрубщики и чистильщики отливок), выполняют операции в вынужденных напряженных позах на оборудовании, являющемся источником локальной вибрации.

Анализ влияния условий труда на литейщиков в машиностроительной отрасли (табл. 1) показывает, что наибольшее число случаев профзаболеваний в литейных цехах приходится на несколько профессиональных групп, наименее благополучной из которых является профессия обрубщика – число зарегистрированных случа-

ев профболезней $K_z = 4,48$. Среди заболевших в этой профессиональной группе заболеваемость пылевым бронхитом составляет 48,2%, на долю неврита слухового органа приходится 21,2%, на силикоз – 18,8%, остальные 12% – на вибробользнь. Кроме того, в группе обрубщиков зарегистрированы самые короткие сроки развития вибробользни (12,9 лет), неврита слухового органа (13,9 лет) и силикоза (15,8 лет), что подтверждает значительное влияние условий труда на работающих [1].

Однако условия труда на различных предприятиях могут существенно отличаться вследствие использования различных технологий литья, оборудования, применения различных средств и методов коллективной и индивидуальной защиты работников. В связи с этим необходимо проводить аттестацию рабочих мест по условиям труда (АРМ) (рис. 2, 3) и оценку профессиональных рисков, основанную на ее материалах. Это позволяет выявить вредные производственные факторы на конкретном предприятии, оценить возможный ущерб здоровью работника и разработать мероприятия по снижению негативного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса. По результатам АРМ авторами разработаны трудовоохранные мероприятия (табл. 2) для отделения цветного литья.

Актуальность вопросов изучения профессиональных рисков в России в настоящее время определяется и разработкой страховых механизмов обязательного социального страхования

Таблица 1

Данные о профессиональной заболеваемости в литейных цехах

Профессия	Коэффициент заболеваемости, K_z					Срок развития болезни, лет			
	I	II	III	IV	V	II	III	IV	V
Плавильщик, заливщик	1,90	-	0,58	0,47	0,84	-	20,4	18,7	18,4
Чистильщик	1,69	0,32	0,37	0,47	0,53	12,3	17,7	19,2	14,3
Обрубщик	4,48	0,53	0,95	0,84	2,16	12,9	13,9	15,8	15,2
Термист	0,63	-	0,21	0,16	0,26	-	16,0	13,7	14,8
Земледел	0,95	-	0,16	0,26	0,53	-	19,0	21,0	22,1
Выбивальщик	0,95	-	0,11	0,16	0,69	-	21,6	19,3	17,2
Формовщик	2,10	0,11	0,79	0,26	0,94	19,0	17,9	19,6	18,7
Машинист крана	0,42	-	-	-	0,42	-	-	-	27,0
Стерженщик	1,58	0,05	0,42	0,53	0,58	26,0	21,3	18,5	18,0

Примечание: I – общий, II – вибробользнь, III – неврит слухового органа, IV – силикоз, V – пылевой бронхит. K_z выражается через число случаев развития заболевания, приходящихся на 1000 человек.

Таблица 2

План мероприятий по улучшению условий труда в литейном цехе

Участок	Оборудование	Наименование ОВПФ ¹	Превышение допустимого уровня	Класс условий труда	Предлагаемое мероприятие
Землеприготовительный	смешивающие бегуны; выбивные решетки	диоксид кремния (SiO ₂)	в 4–5 раз	3.2	повышение эффективности работы существующей вентиляционной системы
		шум	на 15–20 дБА	3.3	разработка СКЗ ³ и выбор оптимальных СИЗ ⁴
		общая вибрация	на 11 дБ	3.2	
Формовочный	формовочные машины; пневмотрамбовка	общая вибрация	на 25 дБ	3.4	разработка СКЗ и выбор оптимальных СИЗ
		локальная вибрация	на 11 дБ	3.4	
		оксид углерода (CO)	в 1,15 раз	3.1	повышение эффективности работы существующей вентиляционной системы
		диоксид кремния (SiO ₂)	в 4–5 раз	3.2	
Нанесение керамики при МЛВМ ²	ванна для обсыпки блоков; гидролизер; сушильный шкаф	диоксид кремния (SiO ₂)	в 4–5 раз	3.2	повышение эффективности работы существующей вентиляционной системы
		предельные углеводороды	в 1,4 раз	3.1	
		аммиак	в 1,87 раз	3.1	
Изготовление стержней	сушильный шкаф	аммиак	в 1,25 раз	3.1	повышение эффективности работы существующей вентиляционной системы
Плавка алюминиевых сплавов	плавильные печи	инфракрасное излучение	140–1500 Вт/м ²	3.1	организация воздушного душирования
Кокильное литье	плавильные печи; кокильные машины	инфракрасное излучение	140–1500 Вт/м ²	3.1	организация воздушного душирования
Термическая обработка	шахтные электропечи	инфракрасное излучение	140–1500 Вт/м ²	3.1	организация воздушного душирования
Обрубочный	станки ручное оборудование	шум	до 20 дБА	3.3	разработка СКЗ и выбор оптимальных СИЗ
		локальная вибрация	на 6 дБ	3.3	

¹ ОВПФ – опасные и вредные производственные факторы.
² МЛВМ – метод литья по выплавляемым моделям.
³ СКЗ – средства коллективной защиты.
⁴ СИЗ – средства индивидуальной защиты.

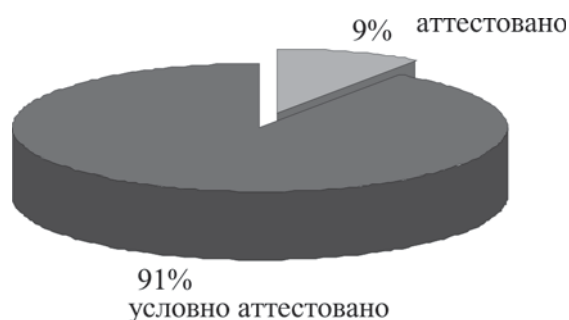


Рис. 2. Результаты АРМ
в отделении цветного литья

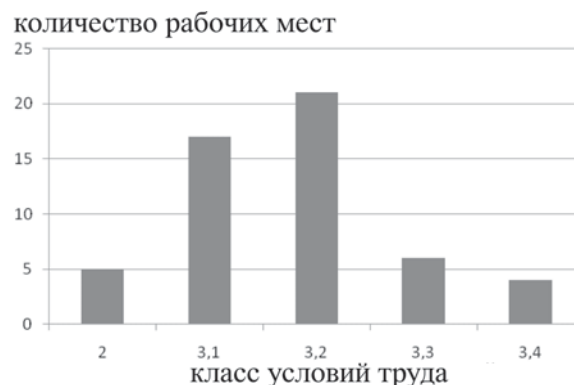


Рис. 3. Оценка условий труда
на рабочих местах

от несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний и формированием обязательных профессиональных пенсионных систем. Постановлением Правительства РФ от 1 декабря 2005 г. № 713 утверждены «Правила отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска» [2], которые определяют порядок отнесения видов деятельности к классу профессионального риска в целях установления страховых тарифов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Только с помощью современных методов изучения профессиональных рисков возможно получить правильное представление о субъектах социальной защиты, определить приоритеты государственной социальной политики, разработать адекватную рыночным отношениям модель управления охраной труда.

Модель оценки профессиональных рисков

Примененная методика [3] оценки уровня безопасности рабочего места и обобщенного уровня профессионального риска использует психофизический закон Стивенса¹, описывающий, с учетом закона Вебера², связь между интенсивностью раздражителя J и величиной ощущения x как:

$$x = K (J - J_o)^n, \quad (1)$$

где K – константа, зависящая от единицы измерения; J – замеры факторов производственной среды (интенсивности раздражителя) либо классы условий труда, установленные при АРМ; J_o – пороговое значение интенсивности

раздражителя для данных условий; n – психофизический показатель степени (изменяется для разных раздражителей от 0,2 до 3,5).

Методика допускает использовать как сами замеры факторов производственной среды, так и классы условий труда, установленные при аттестации рабочих мест, согласно гигиенической классификации условий труда [4]. Для количественной оценки обобщенного уровня профессионального риска $R_{\text{пс}}$ классы условий труда могут быть условно переведены в баллы риска (табл. 3):

Таблица 3
Соотношение классов условий труда
и баллы риска

Классы условий труда	3.1	3.2	3.3	3.4
Баллы риска	3	4	5	6

При определении обобщенного уровня риска (и уровня безопасности) необходимо учитывать состояние условий производственной среды по факторам с отклонениями от их нормативных значений в сторону снижения качества среды. Принимая, что все факторы производственной среды действуют независимо друг от друга, для оценки обобщенного уровня риска $R_{\text{пс}}$ используем зависимости:

$$R_{\text{пс}} = 1 - S_{\text{пс}}; \quad (2)$$

$$S_{\text{пс}} = \prod_{i=1}^n S_{\text{пс}_i}; \quad (3)$$

$$S_{\text{пс}_i} = \frac{(x_{\text{max}} + 1) - x_i}{x_{\text{max}}}, \quad (4)$$

¹ Закон Стивенса (частный случай закона Вебера) учитывает полную осведомленность испытуемого о целях, задачах и ходе проведения эксперимента.

² Закон Вебера, основной психофизический закон, определяет связь между интенсивностью ощущения и силой раздражения, действующего на какой-либо орган чувств.

Таблица 4
Рассчитанные уровни безопасности $S_{\text{ПС}_i}$
для классов условий труда

Класс условий труда [4]	Уровень безопасности $S_{\text{ПС}_i}$
3.1	0,67
3.2	0,5
3.3	0,33
3.4	0,17

где $S_{\text{ПС}}$ – обобщенный уровень безопасности производственной среды, отнесенный к общему трудовому стажу; $S_{\text{ПС}_i}$ – уровень безопасности по i -му фактору производственной среды; n – число учитываемых факторов среды; x_i – балльная оценка по i -му фактору среды, определяемая по классу условий труда в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 [4]; x_{max} – максимальная балльная оценка (принимается в соответствии со шкалой риска $x_{\text{max}} = 6$).

В расчетах полагалось, что риск повреждения здоровья наступает за трудовой стаж по данной профессии в течение m лет и может быть определен из выражения:

$$S_{\text{ПС}} = (1 - r_{\Gamma})^m, \quad (5)$$

где r_{Γ} – годовой профессиональный риск (риск нанесения вреда здоровью за время работы по данной профессии).

Из формулы (5) получаем:

$$r_{\Gamma} = 1 - \sqrt[m]{S_{\text{ПС}}}, \quad (6)$$

где m – трудовой стаж, составляющий 12 лет 6 месяцев³.

Для каждой профессии уровень безопасности $S_{\text{ПС}_i}$ рассчитывается для рабочего места по каждому ОВПФ с соответствующим классом условий труда (табл. 4).

Расчет профессиональных рисков в литейном производстве

С учетом независимости действия вредных факторов производственной среды обобщенный уровень безопасности по каждой профессии представляет собой произведение отдельных уровней по i -му ОВПФ на рабочих местах. В таблице 5 приведены уровни безопасности для классов условий труда, установленных в результате АРМ в отделении цветного литья на одном из предприятий ракетно-космической отрасли. Также были рассчитаны обобщенные уровни безопасности и риска, а также годового профессионального риска (табл. 6).

Таким образом, уровень риска $R_{\text{ПС}}$ и годового профессионального риска r_{Γ} для работников отделения цветного литья достаточно высокие. Например, у 29 из 100 формовщиков ручной формовки с трудовым стажем 12 лет 6 месяцев может быть выявлено профессиональное заболевание. Уровень риска для работников одной профессии

³ Право на пенсию по старости на льготных условиях имеют лица, чей стаж в литейном производстве составил не менее 12 лет 6 месяцев, а общий трудовой стаж – не менее 25 лет [5].

Таблица 5
Уровни безопасности и классы условий труда по АРМ в литейном цехе

Наименование профессии	Показатели факторов					
	химический	микроклимат	неионизирующие излучения	шум	вибрация общая	вибрация локальная
Плавильщик	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	0,5 / 3.2	0,67 / 3.1	-	-
Заливщик	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	-	-
Чистильщик	-	-	-	0,33 / 3.3	-	0,33 / 3.3
Обрубщик	-	-	-	0,33 / 3.3	-	0,33 / 3.3
Термист	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	0,5 / 3.2	-	-	-
Земледел	0,5 / 3.2	-	-	0,5 / 3.2	-	0,33 / 3.3
Выбивальщик	0,5 / 3.2	-	-	0,17 / 3.4	0,5 / 3.2	-
Формовщик	0,67 / 3.1	-	-	0,67 / 3.1	0,17 / 3.4	0,17 / 3.4
Крановщик	0,5 / 3.2	-	0,67 / 3.1	0,5 / 3.2	-	-
Стерженщик	0,5 / 3.2	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	-	-
Модельщик	0,5 / 3.2	0,67 / 3.1	0,67 / 3.1	0,5 / 3.2	-	-

Примечание: в числителе – уровень безопасности; в знаменателе – класс условий труда.

будет различаться при работе в неодинаковых условиях труда (см. табл. 5).

В то время, согласно данным работы [1], только у двух из 1000 формовщиков ручной формовки были выявлены профессиональные заболевания, при этом зарегистрированные сроки развития болезней в среднем составляют 18 лет 6 месяцев, то есть на 6 лет больше стажа, используемого при расчете профессионального риска. Мы предполагаем, что имеющаяся статистика профессиональных заболеваний [1] не отражает реальных уровней риска, которым подвергаются работники литейного производства. Это может быть связано как с неудовлетворительной организацией выявления и учета профессиональных заболеваний, так и с необъективной оценкой условий труда (см. табл. 5). Считаем необходимым отметить, что примененный в данной работе метод математического моделирования оценки профессиональных рисков не приведен в «Руководстве по оценке профессионального риска для здоровья работников» [6].

Тем не менее, величина годового профессионального риска r_{Γ} связана со статистикой профзаболеваний по профессиям литейного производства, приведенной в работе [1] (см. табл. 1), полиномиальной зависимостью 6-й степени (рис. 4), корреляционным отношением $\theta = 0,53$ с доверительной вероятностью $\alpha = 0,1$. Величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,51$ (степень полинома определяется количеством экстремумов кривой).

Таким образом, методика оценки уровня

безопасности рабочего места с использованием психофизического закона Стивенса может применяться для прогнозирования вероятностей нанесения вреда здоровью работников в процессе трудовой деятельности, с учетом результатов аттестации рабочих мест.

Анализ производственных опасностей при внедрении ресурсосберегающей технологии

Задача снижения расходов на производство без снижения требований к качеству производимой продукции всегда является не простой для производственных предприятий. Например, использование вторичных ресурсов – лома и отхо-

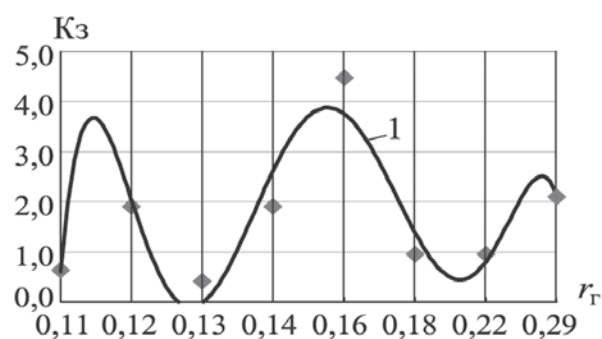


Рис. 4. Зависимость коэффициента заболеваемости K_z по профессиям литейного производства [1] от величины годового профессионального риска r_{Γ} :

◆ – данные для общего K_z (табл. 1 и 6);
1 – полиномиальная зависимость 6-й степени

Таблица 6

Обобщенные уровни безопасности и риска получения профессионального заболевания рабочими отделения цветного литья

Профессия*	Уровень безопасности, $S_{\text{пс}}$	Уровень риска, $R_{\text{пс}}$	Годовой профессиональный риск**, r_{Γ}
Плавильщик	0,15	0,85	0,14
Заливщик	0,20	0,80	0,12
Чистильщик	0,11	0,89	0,16
Обрубщик	0,11	0,89	0,16
Термист	0,22	0,78	0,11
Земледел	0,08	0,92	0,18
Выбивальщик	0,04	0,96	0,22
Формовщик	0,01	0,99	0,29
Машинист крана	0,17	0,83	0,13
Стерженщик	0,15	0,85	0,14
Модельщик	0,11	0,89	0,16

* Соответствуют штатному расписанию отделения цветного литья.

** $m = 12$ лет 6 месяцев.

дов – при производстве отливок из алюминиевых сплавов обеспечивает значительную экономию первичного сырья и энергоносителей, что ведет к снижению материалоемкости и себестоимости металлопродукции. Однако использование при выплавке алюминиевых сплавов повышенного количества низкосортной шихты (переплава отходов, лома, возврата разной природы и происхождения), которая практически не сортируется и не подготавливается к плавке ввиду большой трудоемкости этой работы, приводит к неравновесным, газонасыщенным расплавам, содержащим повышенное количество неметаллических включений (НМВ), микронеоднородностей различных размеров и состава, что снижает эксплуатационные свойства отливок.

Для минимизации газосодержания и НМВ в алюминиевых расплавах применяют различные способы обработки и рафинирования: флюсование, фильтрацию, вибрацию, продувку газами и т.д. Так в работе [7] отмечено, что в отделении цветного литья одного из предприятий ракетно-космического комплекса рассматривается вопрос о внедрении ресурсосберегающей технологии обработки алюминиевых расплавов магнитным полем в процессе заливки. По мнению разработчиков, это приведет к улучшению механических и технологических свойств сплавов АК7ч (табл. 7), в связи с измельчением микроструктуры при использовании в шихте вторичного сырья [8].

При обработке струи расплава постоянным магнитным полем (ПМП) конусной катушки, влияние электромагнитных сил способствует уменьшению скорости движения газовых и неметаллических включений в потоке расплава,

проходящего через устройство (рис. 6). Так как НМВ, являясь по физической сути диамагнетиками, подвергаются «торможению» магнитным полем, и после заливки включения накапливаются в литниковой чаше формы [8]. В процессе обработки расплава величина индукции магнитного поля B по оси катушки меняется в интервале от 0,1–0,9 Тл.

Проведенный при разработке трудовых мероприятий для внедрения ресурсосберегающей технологии двухфакторный дисперсионный анализ показал (табл. 8), что свойства сплава АК7ч (предел прочности σ_b , относительное удлинение δ , содержание водорода) значительно изменяются только в результате обработки

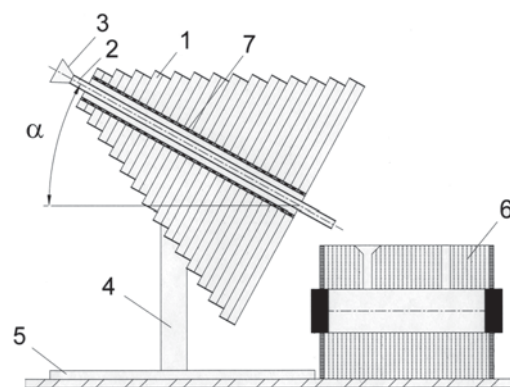


Рис. 5. Схема устройства для обработки расплава магнитным полем при заливке:

- 1 - конусная индуктивная катушка;
- 2 - керамический желоб; 3 - воронка;
- 4 - стойки; 5 - станина;
- 6 - литейная форма;
- 7 - трубчатый каркас из кварцевого стекла

Таблица 7

Изменение свойств сплава АК7ч после обработки расплава магнитным полем [7]

Состав шихты	Механические свойства сплава				Содержание водорода, см³/100г	
	σ _в , МПа		δ, %			
	Исходный	ПМП	Исходный	ПМП	Исходный	ПМП
100% чушковых материалов	194	216	3,2	5,0	0,72	0,53
50% чушковых материалов и 50% вторичного сырья	193	229	2,9	4,6	0,85	0,51
100% вторичного сырья	182	215	2,3	4,5	0,96	0,64

расплава ПМП и не зависят от состава шихты (количества вторичного сырья) с доверительной вероятностью $\alpha = 0,05$. Следовательно, применение технологии обработки расплава магнитным полем в процессе заливки позволит получать отливки требуемого качества при использовании в шихте повышенного содержания вторичного сырья без его сортировки и подготовки к плавке, что существенно снижает трудоемкость производства и не требует дополнительных затрат на трудовые охранные мероприятия.

В процессе заливки земляной формы на заливщиков оказывают негативное воздействие *повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей; ИК-излучение*, источниками которого являются расплав алюминия в ковше и нагретая перед заливкой опока. Также при ручной заливке рабочие находятся в неудобной позе, удерживая тяжелый ковш с расплавом. Шум от производственного оборудования на участке заливки форм, как правило, не превышает предельно допустимого уровня. Источники общей и локальной вибраций обычно отсутствуют.

Ресурсосберегающая технология обработки расплава постоянным магнитным полем в процессе заливки предусматривает использование устройства, величина индукции магнитного поля B по оси катушки которого может дости-

гать 0,9 Тл. Следовательно, необходимо предварительно оценить, будет ли оказывать влияние ПМП на заливщиков в рабочей зоне во время работы устройства.

Для изучения условий труда при работе в условиях постоянных магнитных полей необходимо фиксировать характеристики действующего постоянного магнитного поля, а также соответствующие факторы производственной среды физической и химической природы. Биологические реакции, вызываемые воздействием ПМП, могут проявляться выраженными деструктивными изменениями в тканях и органах или функциональными сдвигами, затрагивающими различные системы организма. Эти реакции обусловлены тем, что ткани и жидкости организма состоят из различных коллоидов и электролитов, то есть относятся к несовершенным диэлектрикам и плохим проводникам. На общее воздействие магнитного поля могут реагировать все системы организма. Биологической основой этих реакций служат, вероятно, неспецифические изменения характера биохимических реакций, происходящих на клеточном уровне [9].

Оценка и нормирование ПМП осуществляется, согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 [10], по уровню магнитного поля дифференцированно, в зависимости от времени его воздействия на работника за смену для условий общего (на все

Таблица 8

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Источник вариации	Свойство сплава		
	σ_v , МПа	δ , %	содержание водорода, см ³ /100г
Состав шихты ($F^{0,05}_{2;2}$)	$\frac{2,88}{19,00}$	$\frac{7,00}{19,00}$	$\frac{4,83}{19,00}$
Изменение свойства ($F^{0,05}_{2;1}$)	$\frac{50,80}{18,51}$	$\frac{154,71}{18,51}$	$\frac{36,31}{18,51}$

Примечание: в числителе – $F^{0,05}_{1-p}$ расчетное; в знаменателе – $F^{0,05}_{1-p}$ табличное.

Таблица 9

Сравнительные данные предельно допустимых уровней ПМП в США и России

Тип воздействия	Норма воздействия за рабочий день, мТл		
	до 10 минут	11-60 минут	более 61 минуты
Общее (на все тело)	$\frac{30}{500}$	$\frac{20}{100}$	$\frac{10}{10}$
Локальное (кисти рук, предплечье)	$\frac{50}{2000}$	$\frac{30}{1000}$	$\frac{15}{100}$

Примечание: в числителе – норма в России; в знаменателе – норма в США.

тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействия в единицах напряженности – А/м или в единицах магнитной индукции – мТл. Рекомендуемая в ресурсосберегающей технологии величина индукции магнитного поля B по оси катушки применяемого устройства превышает предельно допустимые уровни (воздействие до 10 минут за смену, табл. 9) как для общего, так и для локального воздействия в 30 и в 18 раз соответственно.

Однако, например, подходы к нормированию ПМП в США и в России основаны на различных концепциях воздействия (см. табл. 9), поэтому оборудование, поставляемое в Россию из США, может не отвечать требованиям безопасности по уровням электромагнитного поля и ПМП.

Защита от электромагнитных излучений в широком диапазоне частот может предусматривать различные средства и методы, но лучших результатов добиваются путем экранирования [10]. Наиболее совершенная форма магнитного экрана – многослойная сфера из магнитных и немагнитных прослоек, толщина которых по мере удаления от центра увеличивается в геометрической прогрессии. В качестве материала используется пермаллой (79НМ, 79НМ-4, 76НХД). Возможно использование защиты расстоянием с учетом экспоненциального затухания напряженности поля.

Таким образом, объективная оценка условий труда заливщиков при использовании ресурсосберегающей технологии возможна только после аттестации вновь организованных рабочих мест с определением уровней ПМП в точках, где работник может находиться в ходе технологического процесса, а также данных по оценке других имеющихся ОВПФ.

Предполагаемый экономический эффект от применения вторичного сырья без дополнительной подготовки к плавке и низкой стоимости дополнительных технологических устройств для обработки расплава магнитным полем в процессе заливки (см. рис. 6) в отделении цветного литья может составить не менее 40 тыс. руб. на тонну литейной продукции. Можно рекомендовать часть этих средств направить на улучшение условий труда работников отделения цветного литья.

Заключение

На основе результатов аттестации рабочих мест в отделении цветного литья были рассчи-

таны уровни безопасности, обобщенные уровни риска и годовой профессиональный риск для рабочих с использованием психофизического закона Стивенса.

Возможность применения данной методики оценки уровня безопасности рабочего места и прогнозирования вероятностей повреждения здоровья работников в процессе трудовой деятельности подтверждается статистической зависимостью рассчитанных уровней годового профессионального риска по профессиям в отделении цветного литья от числа случаев профзаболеваний по профессиям литейного производства на машиностроительных предприятиях России и Белоруссии.

Рекомендуемая в ресурсосберегающей технологии величина индукции магнитного поля применяемого устройства превышает предельно допустимые уровни как для общего, так и для локального воздействия. Оценка профессиональных рисков и разработка методов защиты рабочей зоны будут проведены по результатам аттестации вновь организованных рабочих мест заливщика

Список литературы

1. Влияние условий труда на профессиональную заболеваемость литейщиков / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева, В.В. Мельниченко и др. // Литейное производство, 2006. № 3. С. 19–25.
2. Постановление Правительства РФ № 713 «Об утверждении Правил отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска» от 1 декабря 2005 г.
3. Евсеев А.Я. Математическое моделирование системы оценки и управления профессиональными рисками // Справочник специалиста по охране труда. 2007. № 12. С. 10–14.
4. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05.
5. Федеральный закон № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» от 17 декабря 2001 г.
6. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Р 2.2.1766-03.
7. Деев В.Б. Технологии обработки алюминиевых сплавов в процессе их приготовления // Литейное производство. 2006. № 9. С. 18–24.

8. Цецорина С.А. Исследование влияния магнитного поля на свойства литейных алюминиевых сплавов и разработка ресурсосберегающей технологии их получения: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новокузнецк, 2008. – 19 с.
9. Пальцев Ю.Н. Электромагнитные поля // Безопасность и медицина труда. 2003. № 7(56). С. 27–30.
10. Электромагнитные поля в производственных условиях. СанПиН 2.2.4.1191-03.

Материал поступил в редакцию 26.06.2009

**ПЛОШКИН
Всеволод
Викторович**

E-mail: **v4957545@yandex.ru**
Тел. +7(495) 918-99-91

Доктор технических наук, профессор кафедры охраны труда Российского государственного социального университета (РГСУ). Эксперт по сертификации работ по охране труда в организациях. Область научных интересов – металлведение сталей и сплавов, обработанных с применением концентрированных потоков энергии; экспертиза условий труда. Автор более 70 научных трудов, в том числе трех учебников.

**КАЗАК
Сергей
Иванович**

E-mail: **btp-rgsu@yandex.ru**
Тел. +7 (495) 918-99-91

Инженер по охране труда ЗАО «Тетра Пак АО». Область научных интересов – аттестация рабочих мест по условиям труда на предприятиях.