



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2026-2-143-150>  
УДК 621.74:658.382

Поступила 14.04.2026  
Received 14.04.2026

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. М. ЛАЗАРЕНКОВ, И. А. ИВАНОВ, М. А. САДОХА, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: cadoxa@bntu.by

*Рассмотрена усовершенствованная методика комплексной оценки условий труда работающих в литейных цехах. Определены дополнительные коэффициенты к основным производственным факторам условий труда и поправочные коэффициенты для дополнительных производственных факторов с учетом их воздействия на организм человека. Результаты расчета комплексного показателя для отдельных профессий различных участков сталелитейных цехов с массовым характером производства показали необходимость введения дополнительных производственных факторов в расчетное уравнение. Внесены изменения в классификацию литейных цехов (участков) по условиям труда.*

**Ключевые слова.** Условия труда, комплексная оценка, литейный цех, производственные факторы, относительный показатель, класс литейного цеха.

**Для цитирования.** Лазаренков, А. М. Совершенствование методики комплексной оценки условий труда работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, И. А. Иванов, М. А. Садоха, // Литье и металлургия. 2026. № 2. С. 143–150. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2026-2-143-150>.

## IMPROVING THE METHODOLOGY FOR THE COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF WORKERS IN THE FOUNDRY

A. M. LAZARENKOV, I. A. IVANOV, M. A. SADOKHA, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. E-mail: cadoxa@bntu.by

*An improved methodology for the comprehensive assessment of the working conditions of workers in foundries is considered. Additional working conditions to the main production factors have been identified. Correction factors for additional production factors have been determined, taking into account their effects on the human body. The data obtained on the calculation of a complex indicator for individual professions of various sections of steel workshops with a mass production nature showed the need to introduce additional production factors into the calculation equation. Changes have also been made to the classification of foundries (sites) by working conditions.*

**Keywords.** Working conditions, comprehensive assessment, foundry, production factors, relative indicator, foundry class.

**For citation.** Lazarenkov A. M., Ivanov I. A., Sadokha M. A. Improving the methodology for the comprehensive assessment of the working conditions of workers in the foundry. Foundry production and metallurgy, 2026, no. 2, pp. 143–150. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2026-2-143-150>.

Использование на практике разработанной нами методики комплексной оценки условий труда работающих в литейных цехах (участках, рабочих местах) [1] показало, что необходимо рассматривать не только такие факторы производственной среды, как шум, вибрация, содержание пыли и вредных веществ, температуру воздушной среды и интенсивность теплового излучения, но также скорость движения воздуха и освещенность на рабочих местах, а на отдельных рабочих местах участков литейных цехов и напряженность электромагнитных излучений.

Тогда введенный ранее относительный комплексный показатель  $K$ , представляющий сумму отношений значений приведенных факторов производственной среды на рабочих местах к их допустимым значениям, будет учитывать и указанные выше дополнительные производственные факторы:

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{C_{\Phi i}}{C_{\text{Н}i}}, \quad (1)$$

где  $C_{\Phi i}$  – фактическое значение  $i$ -го фактора производственной среды;  $C_{\text{Н}i}$  – нормативное значение  $i$ -го фактора производственной среды;  $n$  – количество учитываемых факторов.

Поэтому с учетом дополнительных производственных факторов (вышеуказанных) уравнение (1) можно записать в следующем виде:

$$K = C_{фш}/C_{нш} + C_{фв}/C_{нв} + C_{фп}/C_{нп} + C_{фз}/C_{нз} + C_{фт}/C_{нт} + C_{фш}/C_{нш} + C_{фс}/C_{нс} + C_{фо}/C_{но} + C_{фэ}/C_{нэ}, \quad (2)$$

где  $C_{ф}$  и  $C_{н}$  – фактические и нормативные значения уровней на рабочих местах соответственно шума, вибрации, пыли, вредных веществ, температуры, интенсивности теплового излучения, скорости движения воздуха, освещенности и напряженности электромагнитного излучения.

Учитывая, что при протекании технологических процессов, как правило, выделяется одновременно несколько вредных веществ, составляющая  $C_{фz}/C_{нz}$  будет иметь вид:

$$C_{фz}/C_{нz} = \sum_{j=1}^m C_{фzj}/C_{нzj},$$

где  $C_{фzj}$  и  $C_{нzj}$  – фактические и нормативные значения концентраций  $j$ -го вредного вещества (фенол, формальдегид, оксид углерода и др.);  $m$  – количество рассматриваемых вредных веществ в воздухе рабочих зон.

Для оценки условий труда на отдельных участках или в литейных цехах в целом с помощью показателя  $K$  необходимо осуществлять определение показателя по каждому фактору на всех рабочих местах и затем вычислять средние величины  $K$  из расчета на одно условное рабочее место. Это позволяет учесть влияние применяемых технологических процессов, производственного оборудования, характера производства и других особенностей литейного цеха на условия труда работающих. Значение  $K$  на одно условное рабочее место позволит сравнивать условия труда на аналогичных участках или в литейных цехах.

Тогда с учетом сказанного выше уравнение (1) можно записать в следующем виде:

$$K = \frac{1}{tp} \sum_{s=1}^t \sum_{\gamma=1}^p \sum_{i=1}^n \frac{C_{\Phi i}}{C_{Hi}}, \quad (3)$$

где  $n$  – количество факторов на  $i$ -м рабочем месте;  $p$  – количество рабочих мест на  $u$ -м участке цеха;  $t$  – количество участков в  $s$ -м литейном цехе.

Однако при определении показателя  $K$  по уравнению (3) не учитываются особенности влияния различных производственных факторов на организм работающих. Поэтому при расчетах значений  $C_{ф}/C_{н}$  на рабочих местах следует полученные величины умножать на поправочные коэффициенты влияния каждого фактора производственной среды на организм работающих.

При оценке влияния шума на организм человека исходили из величины уровней шума на каждом рабочем месте с учетом превышения фактических уровней над нормативными, а также выраженных изменением громкости звука, продолжительности шумового стажа работы и вероятности нарушения слуха на различных уровнях шума [2–4]. Исходя из изложенного выше и данных о вероятности нарушения слуха при разных уровнях шума и стаже работы, значения поправочного коэффициента влияния шума на работающих  $K_{шш}$  приняли равными:

$K_{шш} = 0$  – при уровне звука в пределах допустимого 80 дБА;

$K_{шш} = 0,1$  – при уровне звука в пределах 81–85 дБА;

$K_{шш} = 0,3$  – при уровне звука в пределах 86–90 дБА;

$K_{шш} = 0,5$  – при уровне звука в пределах 91–100 дБА;

$K_{шш} = 0,8$  – при уровне звука в пределах 101–110 дБА;

$K_{шш} = 1,0$  – при уровне звука более 110 дБА.

Величину поправочного коэффициента влияния вибрации на работающих  $K_{вв}$  определяли исходя из величины эквивалентного уровня вибрации, стажа работы и вероятности развития вибрационной болезни. Вибрация при длительном воздействии на организм человека может привести к патологическим изменениям, а затем и профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. Воздействие общей вибрации нарушает работу нервной системы и анализаторов: вестибулярного, зрительного. Наблюдаются головные боли, боли в пояснице, конечностях, области желудка, раздражительность, расстройство координации движений, вестибулярная неустойчивость. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно наблюдается воздействие вибрации на нервные окончания, мышечные и костные ткани, выражающееся в понижении кожной чувствительности, уплотнении сухожилий мышц, отложении солей в суставах кистей и пальцев, что приводит к болям,

деформациям и снижению подвижности суставов. К факторам, усугубляющим воздействие вибраций на организм, относятся мышечные нагрузки, микроклимат, интенсивный шум. При работе с ручным механизированным инструментом может возникнуть акроасфиксия (симптом мертвых пальцев) – потеря чувствительности, побеление пальцев, кистей рук. При воздействии общей вибрации более выражены изменения со стороны центральной нервной системы: появляются головокружения, шум в ушах, ухудшение памяти, нарушение координации движений, вестибулярные расстройства, похудение.

Проведенные исследования показали, что литейное оборудование создает уровни вибрации, превышающие допустимые при общей технологической вибрации в среднем до 4–6 дБ, при локальной – до 14–16 дБ, а вибрационная болезнь фиксируется у литейщиков при стаже работы с ручным вибрационным инструментом 10–15 лет [5]. Вероятность развития вибрационной болезни по зависимости, приведенной в работах [3, 4], равна для общей вибрации 0,06, а локальной – 0,15. Учитывая, что общая технологическая вибрация незначительно превышает нормативную величину и только на отдельных рабочих местах при продолжительности действия составляет не более 0,3–0,4 рабочего времени, окончательно коэффициент влияния общей вибрации на работающих  $K_{пво}$  приняли равным 0,2. Для локальной вибрации следует выделить несколько интервалов, которые принимали согласно разработанной нами классификации признаков оценки условий труда [7]. С учетом указанной классификации коэффициент влияния локальной вибрации на работающих  $K_{пвл}$  в интервале допустимых значений (76 дБ) вибрации равен 0, в интервале 77–80 дБ – 0,2, в интервале 81–86 дБ – 0,6, при вибрации более 86 дБ – 1,0.

При определении поправочного коэффициента влияния пыли  $K_{пп}$  на организм работающих исходили из содержания в пыли кремнезема, предельно допустимой концентрации, класса опасности, дисперсности пыли и особенностей действия на организм работающего [2]. Качественный состав пыли предопределяет возможность и характер ее действия на организм человека. Определенное значение имеют форма и консистенция пылевых частиц, которые легко осаждаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и могут стать причиной хронических бронхитов, а также профессиональных пылевых заболеваний (пневмокониозы, наибольшую опасность представляет силикоз при работе в условиях значительного загрязнения воздуха свободной двуокисью кремния  $SiO_2$ ). В литейных цехах заболевание силикозом отмечается у земледелов, стерженщиков и формовщиков, так как концентрации пыли в их рабочих зонах при разных операциях колеблются от 2 до 12 мг/м<sup>3</sup>. При выбивке отливок из опок, обрубке и зачистке концентрация пыли может превышать допустимые значения в десятки раз.

Заболеемость силикозом находится в прямой зависимости от концентрации вдыхаемой пыли и содержания в ней свободной двуокиси кремния. Наибольшей агрессивностью обладают частицы размером от 0,5 до 5 мкм, которые достигают легких и задерживаются там. Определяющим в развитии силикоза является агрессивность пылевого фактора (концентрация и дисперсность пыли, содержание в ней  $SiO_2$ ).

Предельно допустимая концентрация пыли в зависимости от содержания в ней кремнезема составляет: 1 мг/м<sup>3</sup> при содержании  $SiO_2$  более 70%; 2 мг/м<sup>3</sup> – при содержании  $SiO_2$  от 10 до 70%; 4 мг/м<sup>3</sup> – при содержании  $SiO_2$  от 2 до 10%, определяющего вероятность возникновения у работающих профессионального заболевания силикоз, пылевой бронхит [2]. Независимо от содержания кремнезема пыль относится к 3-му классу опасности и считается веществом фиброгенного действия. Исходя из изложенного выше, значения поправочного коэффициента влияния пыли на работающих  $K_{пп}$  приняли равными:

$K_{пп} = 0$  – при концентрации пыли в пределах допустимой;

$K_{пп} = 0,4$  – при содержании кремнезема в пыли от 2 до 10% и содержании частиц до 5 мкм до 30%;

$K_{пп} = 0,7$  – при содержании кремнезема в пыли от 10 до 70% и содержании частиц до 5 мкм от 30 до 60%;

$K_{пп} = 1,0$  – при содержании кремнезема в пыли более 70% и содержании частиц до 5 мкм более 60%.

Значения поправочного коэффициента влияния вредных веществ  $K_{пвв}$  на организм определяли исходя из класса опасности и токсикологической характеристики вредных веществ [2]. Для веществ 1-го класса опасности (бензпирен, свинец, никель и его соединения, которые приводят к отравлению организма и воздействию на многие системы человека) был установлен коэффициент  $K_{пвв}$ , равный 1,0; для 2-го класса опасности (фенол, формальдегид, акролеин, бензол, марганец и др., которые сильно воздействуют на нервную, сердечно-сосудистую системы, раздражают кожу и слизистые оболочки) – 0,7; для 3-го класса опасности (ангидрид сернистый, ксилол, толуол, фурфурол, оксиды азота, воздействие которых аналогично веществам 2-го класса, однако степень и выраженность влияния отмечаются меньшие) – 0,5; для вещества 4-го класса опасности (аммиак, оксид углерода, ацетон и другие уже считаются

малоопасными, однако при высоких концентрациях их действие усиливается) – 0,3 (при содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны в концентрациях, превышающих предельно допустимые).

Значения поправочного коэффициента влияния температуры воздушной среды  $K_{пт}$  определяли исходя из величины превышения допустимых значений для основных работ, выполняемых в литейных цехах (работы с энергозатратами категорий IIб и III), которые могут привести к расстройству механизма терморегуляции (способность поддерживать температуру тела человека на постоянном уровне), что приводит к тепловому истощению (слабость, тошнота, вялость), тепловым судорогам или тепловому удару. Влияние нагревающего микроклимата на организм человека в условиях литейных цехов может привести к серьезным изменениям со стороны сердечно-сосудистой, центральной нервной и других систем, вызывая уменьшение массы человека, сгущение крови, нарушение солевого баланса, развитию витаминного дефицита, недостаточному кровообращению сердца, снижению секреции желудочного и поджелудочного сока, желчи, ослаблению внимания, ухудшению координации движений, замедлению реакций, тепловым ударам.

В результате перегрузки сердца и изменений в сердечной мышце и сосудах, вызываемых высокой температурой, может возникать острая сердечно-сосудистая недостаточность. В случаях, когда тепловое воздействие сопровождается большой потерей хлоридов, возникает судорожная болезнь (жалобы на периодически возникающие болезненные судороги различных групп мышц, чаще – ног, лица, иногда переходящие в общие судороги). Систематические отклонения параметров микроклимата от норм приводят к хроническим простудным заболеваниям, заболеваниям суставов, тепловым ударам, судорогам, стрессовым состояниям [2,13].

Исходя из изложенного выше, значения поправочного коэффициента влияния температуры воздушной среды  $K_{пт}$  были приняты равными:

$K_{пт} = 0$  – при соответствии допустимым значениям;

$K_{пт} = 0,2$  – при превышении допустимых значений на 1–5 °С;

$K_{пт} = 0,6$  – при превышении допустимых значений на 6–10 °С;

$K_{пт} = 1,0$  – при превышении допустимых значений более 10 °С.

Значения поправочного коэффициента влияния скорости движения воздушной среды  $K_{псд}$  определяли исходя из превышения допустимой для основных выполняемых в литейных цехах работ (категории IIб и III). Большая подвижность воздуха приводит к переохлаждению организма и возникновению простудных заболеваний, радикулиту, функциональным сдвигам в сердечно-сосудистой системе.

Повышенная скорость движения воздушной массы приводит к переохлаждению (увеличивает теплоотдачу с поверхности кожи, что при низких температурах воздуха может вызвать переохлаждение организма), вызывает простудные заболевания, бронхиты, патологии почек, а также может привести к болезням суставов и мышц из-за локального охлаждения, воздействие на нервную систему: сильный и продолжительный ветер вызывает возбуждение и раздражение.

Пониженная скорость способствует застою воздуха, что приводит к ощущению духоты, увеличению концентрации углекислого газа, снижению работоспособности и общего самочувствия.

При высоких температурах повышенная скорость может быть полезной, улучшая испарение пота и предотвращая перегрев, однако при очень высоких температурах она может, наоборот, ускорить перегрев организма [2,13].

С учетом изложенного выше значения поправочного коэффициента влияния скорости движения воздушной среды  $K_{псд}$  были приняты равными:

$K_{псд} = 0$  – при соответствии допустимым значениям;

$K_{псд} = 0,2$  – при превышении допустимых значений в 1,1–1,5 раза;

$K_{псд} = 0,5$  – при превышении допустимых значений в 1,5–2,0 раза;

$K_{псд} = 1,0$  – при превышении допустимых значений более чем в 2 раза.

При установлении поправочного коэффициента влияния тепловых излучений  $K_{пг}$  исходили из степени переносимости человеком тепловой радиации [13,14]. Воздействие инфракрасного излучения может быть общим и локальным. Основная реакция организма на инфракрасное облучение – изменение температуры облучаемых и удаленных участков тела. При длинноволновом излучении повышается температура поверхности тела, а при коротковолновом – изменяется температура легких, головного мозга, почек и т.п. Воздействуя на мозговую ткань, коротковолновое излучение вызывает так называемый «солнечный удар» (головная боль, головокружение, учащение пульса и дыхания, потемнение в глазах, нарушение координации движений, потеря сознания). При воздействии на глаза наибольшую опасность

представляет коротковолновое излучение. Возможное последствие воздействия инфракрасного излучения на глаза – появление инфракрасной катаракты.

Исходя из указанного выше, поправочный коэффициент  $K_{пг}$  в зависимости от интенсивности теплового облучения приняли равным:

$K_{пг} = 0$  – при тепловом облучении в пределах допустимой величины, равной  $140 \text{ Вт/м}^2$ ;

$K_{пг} = 0,2$  – при  $141\text{--}560 \text{ Вт/м}^2$ , которую человек переносит неопределенно долго;

$K_{пг} = 0,4$  – при  $561\text{--}1400 \text{ Вт/м}^2$ , которую человек переносит в течение 2,5–6 мин;

$K_{пг} = 0,7$  – при  $1401\text{--}2800 \text{ Вт/м}^2$ , которую человек переносит в течение 30–60 с;

$K_{пг} = 1,0$  – при более  $2800 \text{ Вт/м}^2$ , которую человек переносит в течение 3–30 с.

Значения поправочного коэффициента влияния освещенности  $K_{посв}$  на рабочих местах определяли исходя из отклонения освещенности рабочей поверхности от нормативных значений (поэтому необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства. При переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения). Освещение обеспечивает зрительное восприятие, воздействует на эндокринную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, повышает безопасность труда. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую человеком посредством зрения, вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы, может являться причиной производственного травматизма. Освещение влияет на производительность труда и качество выпускаемой продукции [2,15].

Значения поправочного коэффициента влияния освещенности  $K_{посв}$  приняли равными:

$K_{посв} = 0$  – при соответствии допустимым значениям;

$K_{посв} = 0,5$  – при отклонении от допустимых значений до 25 %;

$K_{посв} = 1,0$  – при отклонении от допустимых значений более 25 %.

При установлении поправочного коэффициента влияния электромагнитных излучений  $K_{пэмп}$  исходя из действия электромагнитных полей с учетом интенсивности излучения, времени воздействия и частоты излучения согласно Гигиенической классификации с учетом интенсивности излучений и времени воздействия (электромагнитные излучения могут вызывать нарушения нервной системы, сердечно-сосудистой системы, системы кроветворения и других органов). Субъективные ощущения при этом – быстрая утомляемость, боли в области сердца, головные боли и т.п.; возможен перегрев организма, изменение частоты пульса, сосудистые реакции. Степень и характер воздействия электромагнитных полей на организм человека определяются интенсивностью излучения, режимом облучения (непрерывный или прерывистый), продолжительностью воздействия, размером облучаемой поверхности тела, индивидуальными особенностями человека, комбинированным действием совместно с другими факторами производственной среды [2,16]. При воздействии электромагнитного поля в течение 8 ч уровень напряженности магнитного поля не должен превышать  $5 \text{ А/м}$ :

$K_{пэмп} = 0$  – при показателях напряженности электромагнитного поля в пределах допустимой величины;

$K_{пэмп} = 0,5$  – при показателях напряженности электромагнитного поля, превышающих допустимые величины до 5 раз и времени воздействия до 50 % времени смены;

$K_{пэмп} = 1,0$  – при показателях напряженности электромагнитного поля, превышающих допустимые величины более 5 раз и времени воздействия более 50 % времени смены.

Также следует отметить, что различные производственные факторы воздействуют на работающих не полную рабочую смену. Поэтому при определении значений суммарного показателя  $K$  необходимо учитывать и временной фактор. Тогда с учетом изложенного выше уравнение (3) принимает следующий вид:

$$K = \frac{1}{tp} \sum_{s=1}^t \sum_{\gamma=1}^p \sum_{i=1}^n \frac{C_{\Phi i}}{C_{Н i}} \cdot K_{\Pi i} \cdot K_{\tau i}, \quad (4)$$

где  $K_{\Pi i}$  – поправочный коэффициент влияния  $i$ -го фактора производственной среды на организм работающих;  $K_{\tau i}$  – коэффициент, учитывающий время воздействия  $i$ -го фактора в долях рабочей смены;  $p$  – количество рабочих мест на  $\gamma$ -м участке цеха;  $t$  – количество участков в  $s$ -м литейном цехе.

Рассчитанный таким образом относительный показатель  $K$  позволяет сравнивать условия труда на отдельных рабочих местах, на участках и в различных литейных цехах. Однако не позволяет оценить условия труда в отдельно взятом цехе. Поэтому были установлены классы литейных цехов по условиям

труда, которые определяются исходя из приведенных значений показателя  $K$ . Класс литейных цехов с благоприятными условиями труда нами исключен, так как в литейных цехах практически такое положение невозможно.

1-й класс – литейные цеха с удовлетворительными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения параметров незначительно превышают допустимые величины и при которых не отмечается значительных изменений в состоянии здоровья работающих (тепловые излучения в пределах 141–560 Вт/м<sup>2</sup>, шум – превышения уровня звука до 5 дБ, вибрация – до 3 дБ, пыль – до 3 раз, вредные вещества – до 1,5 раз, температура воздуха – на 1–5 °С, скорость движения воздуха – до 1,5 раз, освещенность рабочих мест – в пределах допустимых значений, напряженность электромагнитных излучений – в пределах допустимых значений); суммарное значение относительного показателя  $K = \text{до } 5,0$ ;

2-й класс – литейные цеха с неблагоприятными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения параметров превышают допустимые величины и при которых могут регистрироваться случаи профессиональных заболеваний (тепловые излучения – в пределах 561–1400 Вт/м<sup>2</sup>, шум – до 15 дБ, вибрация – до 10 дБ, пыль – до 10 раз, вредные вещества – до 3 раз, температура воздуха – более нормативных на 6–10 °С, скорость движения воздуха – до 2,5 раз, освещенность рабочих мест – ниже допустимых значений до 25 %, напряженность электромагнитных излучений – превышает допустимые величины до 5 раз); суммарное значение относительного показателя  $K = 5,1–15$ ;

3-й класс – литейные цеха с весьма неблагоприятными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения параметров значительно превышают допустимые величины и при которых регистрируются случаи профессиональных заболеваний (тепловые излучения – более 1400 Вт/м<sup>2</sup>, шум – более 15 дБ, вибрация – более 10 дБ, пыль – более 10 раз, вредные вещества – более 3 раз, температура воздуха – более 10 °С, скорость движения воздуха – более 2,5 раз, освещенность рабочих мест – ниже допустимых значений более 25 %, напряженность электромагнитных излучений – превышает допустимые величины более 5 раз); суммарное значение относительного показателя  $K$  более 15.

Для проверки работоспособности усовершенствованной методики были проведены расчеты суммарного значения относительного комплексного показателя  $K$  по формуле (4) для отдельных профессий участков сталелитейных цехов с массовым характером производства. Для этого были использованы данные значений параметров производственных факторов условий труда, полученных при исследовании рассматриваемых профессий [8–12]. Полученные результаты расчетов приведены в таблице.

**Значения показателя  $K$  на рабочих местах сталелитейных цехов с массовым характером производства**

Профессия	Факторы производственной среды									Суммарное значение $K$ по участку (цеху)
	шум	вибрация	пыль	вредные вещества	температура воздуха	скорость движения воздуха	тепловое излучение	освещение	электромагнитные излучения	
Земледел	0,66	0,19	1,77	0,53		0,19		0,35		3,69
Стерженщик	0,93	0,12	1,56	1,94	0,22	0,26	0,22	0,45		5,71
Формовщик	1,57	0,38	1,28	0,42	0,16	0,23		0,39		4,43
Плавильщик	1,44	0,17	1,11	1,38	1,31	0,47	1,85	0,36	0,28	8,38
Заливщик	1,26	0,12	0,92	1,42	1,38	0,54	1,73	0,42		7,79
Выбивальщик форм	1,76	0,37	2,28	0,57	0,37	0,39	0,11	0,24		6,09
Обрубщик	2,64	1,19	2,98	0,49	0,13	0,53		0,28		8,24
Чистильщик литья	1,97	0,96	2,62	0,46		0,33		0,24		6,58
Среднее значение $K$ по факторам	1,53	0,44	1,82	0,90	0,45	0,37	0,49	0,34	0,04	6,38

Изучение полученных результатов показало, что в сталелитейных цехах с массовым характером производства у оборудования создаются значительные шумовые зоны, охватывающие практически все рабочие места большинства участков и которые наблюдаются практически в течение всей рабочей смены. В этих цехах наибольшее число профессиональных заболеваний связано с воздействием на работающих чрезмерного шума от используемого литейного оборудования, более высоким уровнем механизации и автоматизации и более продолжительным воздействием. Объективность данного распределения заболеваемости невритом слухового органа у работающих в литейных цехах массового производства подтверждается и значениями показателя  $K$ , которые имеют наибольшие значения на рабочих местах обрубщика, чистильщика литья, выбивальщика форм, формовщика.

Аналогичная картина имеет место и на рабочих местах указанных профессий по другим производственным факторам: по вибрации наибольшие значения показателя  $K$  отмечаются на рабочих местах обрубщика и чистильщика литья; по пыли – на рабочих местах обрубщика, чистильщика литья и выбивальщика форм; по вредным веществам – стерженщика, плавильщика и заливщика; по температуре воздуха – плавильщика и заливщика; по тепловым излучениям – плавильщика и заливщика. По скорости движения воздуха и освещенности рабочей поверхности значительных отличий не отмечается, однако для полной оценки условий труда литейщиков эти производственные факторы необходимо учитывать. Напряженность электромагнитных излучений имеет место на рабочих местах плавильщиков с использованием электродуговых и индукционных печей.

С учетом дополнительных производственных факторов условий труда значения  $K$  на рабочих местах рассматриваемых профессий увеличились. В целом комплексная оценка условий труда с использованием усовершенствованной методики для рассмотренного сталелитейного цеха с массовым характером производства показала, что данный литейный цех относится ко 2-му классу с неблагоприятными условиями труда.

Таким образом, усовершенствованная методика комплексной оценки условий труда в литейных цехах позволяет определить класс условий труда отдельных профессий, участков и литейных цехов в целом в зависимости от применяемых технологических процессов и используемого оборудования при разработке проектов новых, реконструируемых и действующих литейных цехов (участков) и выбрать оптимальный вариант.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков, А.М. Методика комплексной оценки условий труда в литейном производстве / А.М. Лазаренков, Т.П. Кот // Литье и металлургия. – 2021. – № 3. – С. 112–117.
2. Алексеев, С.В. Гигиена труда / С.В. Алексеев, В.Р. Усенко. – М.: Медицина, 1988. – 576 с.
3. Заборов, В.И. Защита от шума и вибрации в черной металлургии / В.И. Заборов, Л.Н. Кличко, Г.Г. Росин. – М.: Металлургия, 1976. – 248 с.
4. Романов, С.Н. Биологическое действие вибрации и звука / С.Н. Романов. – М.: Машиностроение, 1991. – 160 с.
5. Лазаренков, А.М. Исследование вибробезопасности труда в литейном производстве / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина // Литейное производство. – 2022. – № 5. – С. 30–35.
6. Лазаренков, А.М. Охрана труда на предприятиях металлургического производства: учеб. пособие / А.М. Лазаренков. – Минск: Технопринт, 2002. – 264 с.
7. Лазаренков, А.М. Классификация производственных факторов литейного производства / А.М. Лазаренков // Литье и металлургия. – 2021. – № 3. – С. 118–122.
8. Лазаренков, А.М. Комплексная оценка условий труда работающих на плавильно-заливочных участках литейных цехов / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина // Литейное производство. – 2023. – № 8. – С. 24–34.
9. Лазаренков, А.М. Комплексная оценка условий труда работающих на стержневых участках литейных цехов / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина // Литейное производство. – 2023. – № 9. – С. 29–37.
10. Лазаренков, А.М. Комплексная оценка условий труда работающих на формовочных участках литейных цехов / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина // Литейное производство. – 2023. – № 10. – С. 25–33.
11. Лазаренков, А.М. Условия труда земледельцев, работающих на смесеприготовительных участках литейных цехов / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина // Литье и металлургия. – 2023. – № 4. – С. 122–126.
12. Лазаренков, А.М. Условия труда на рабочих местах в отделениях финишных операций литейных цехов / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина, А.А. Новик // Литье и металлургия. – 2023. – № 1 – С. 138–142.
13. Лазаренков, А.М. Влияние параметров микроклимата на работающих в литейных цехах / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Литье и металлургия. – 2012. – № 3. – С. 79–81.
14. Бабалов, А.Ф. Промышленная теплозащита в металлургии / А.Ф. Бабалов. – М.: Металлургия, 1971. – 186 с.
15. Лазаренков, А.М. Исследование зрительных условий труда в литейном производстве / А.М. Лазаренков, М.А. Садохина, Т.П. Кот // Литейщик России. – 2022. – № 10. – С. 40–43.
16. Электромагнитные излучения и здоровье человека / Ф.И. Одинаев [и др.] // Вестник ТГУ. – 2015. – Т. 20, вып. 6. – С. 143–147.

#### REFERENCES

1. Lazarenkov A. M., Kot T. P. Metodika kompleksnoj ocenki uslovij truda v litejnom proizvodstve [The method of comprehensive assessment of working conditions in the foundry production]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2021, no. 3, pp. 112–117.
2. Alekseev S. V., Usenko V. R. *Gigiena truda* [Occupational hygiene]. Moscow, Medicina Publ., 1988, 576 p.
3. Zaborov V. I., Klitschko L. N., Rosin G. G. *Zashchita ot shuma i vibracii v chernoj metallurgii* [Protection from noise and vibration in ferrous metallurgy]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1976, 248 p.
4. Romanov S. N. *Biologicheskoe dejstvie vibracii i zvuka* [Biological action of vibration and sound]. Moscow, Mashinostroenie, 1991, 160 p.

5. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A.** Issledovanie vibrobezopasnosti truda v litejnom proizvodstve [Research of vibration safety of labor in foundry production]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2022, no. 5, pp. 30–35.
6. **Lazarenkov A. M.** *Ohrana truda na predpriyatiyah metallurgicheskogo proizvodstva: ucheb. posobie* [Occupational safety at metallurgical enterprises: textbook]. Minsk, Tekhnoprint Publ., 2002, 264 p.
7. **Lazarenkov A. M.** Klassifikatsiya proizvodstvennykh faktorov litejnogo proizvodstva [Classification of production factors of foundry production]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2021, no. 3, pp. 118–122.
8. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A.** Kompleksnaya ocenka uslovij truda rabotayushchih na plavil'no-zalivochnykh uchastkah litejnykh cekhov [Comprehensive assessment of working conditions of workers in the melting and pouring sections of foundries]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2023, no. 8, pp. 24–34.
9. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A.** Kompleksnaya ocenka uslovij truda rabotayushchih na sterzhnevnykh uchastkah litejnykh cekhov [Comprehensive assessment of working conditions of workers in core sections of foundries]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2023, no. 9, pp. 29–37.
10. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A.** Kompleksnaya ocenka uslovij truda rabotayushchih na formovochnykh uchastkah litejnykh cekhov [Comprehensive assessment of working conditions of workers in molding sections of foundries]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2023, no. 10, pp. 25–33.
11. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A.** Usloviya truda zemledelov, rabotayushchih na smeseprigotovitel'nykh uchastkah litejnykh cekhov [Working conditions of agricultural workers on mixing plant areas of foundry shops]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2023, no. 4, pp. 122–126.
12. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A., Novik A. A.** Usloviya truda na rabochih mestah v otdeleniyakh finishnykh operacij litejnykh cekhov [Working conditions at workplaces in finishing operations departments of foundries]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2023, no. 1, pp. 138–142.
13. **Lazarenkov A. M., Horeva S. A.** Vliyanie parametrov mikroklimata na rabotayushchih v litejnykh cekhah [Influence of microclimate parameters on workers in foundry shops]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2012, no. 3, pp. 82–84.
14. **Babalov A. F.** *Promyshlennaya teplozashchita v metallurgii* [Industrial heat protection in metallurgy]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1971, 186 p.
15. **Lazarenkov A. M., Sadokha M. A., Kot T. P.** Issledovanie zritel'nykh uslovij truda v litejnom proizvodstve [Study of visual working conditions in foundry production]. *Litejshchik Rossii = Foundryman of Russia*, 2022, no. 10, pp. 40–43.
16. **Odinaev F. I., Odinaev Sh. F., Shafiev Sh. I., Shutova S. V.** Elektromagnitnye izlucheniya i zdorov'e cheloveka [Electromagnetic radiation and human health]. *Vestnik TGU = Bulletin TSU*, 2015, vol. 20, iss. 6, pp. 143–147.