



УДК 621.74:658.382
DOI: 10.21122/1683-6065-2018-4-160-164

Поступила 05.10.2018
Received 05.10.2018

УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ В ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХАХ

А. М. ЛАЗАРЕНКОВ, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. Тел.: +375 (29) 669-90-98

Рассмотрены факторы производственной среды рабочих мест, определяющие условия труда работающих в литейных цехах. Приведены превышения допустимых уровней или концентраций пыли, шума, вибрации и других вредных факторов при различных технологических операциях изготовления отливок.

Ключевые слова. Литейный цех, пыль, вредные вещества, шум, вибрация, освещенность.

Для цитирования. Лазаренков, А. М. Условия труда работающих в литейных цехах / А. М. Лазаренков // Литье и металлургия. 2018. № 4. С. 160–164. DOI: 10.21122/1683-6065-2018-4-160-164.

WORKING CONDITIONS IN FOUNDRIES

A. M. LAZARENKOV, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. Tel.: +375 (29) 669-90-98

The factors of the working environment of workplaces determining working conditions of workers in foundries are considered. The excess of permissible levels or concentrations of dust, noise, vibration and other harmful factors in various technological operations of manufacturing castings is resulted.

Keywords. Foundry, dust, harmful substances, noise, vibration, illumination.

For citation. Lazarenkov A. M. Working conditions in foundries. Foundry production and metallurgy, 2018, no. 4, pp. 160–164. DOI: 10.21122/1683-6065-2018-4-160-164.

В литейных цехах условия труда работающих определяются комплексом производственных факторов, таких, как запыленность, загазованность, шум, вибрация, тепловое излучение, параметры микроклимата, освещенность, которые с учетом многообразия типов оборудования, разветвленной транспортной сетью, значительным количеством трудоемких операций, выполняемых вручную и требующих большого физического напряжения, неблагоприятно воздействуют на литейщиков и способствуют повышению производственного травматизма и развитию профессиональных заболеваний, а также увеличению общей заболеваемости [1].

Пыль выделяется в воздух при многих производственных операциях: приготовлении формовочных и стержневых смесей, изготовлении стержней и форм, выбивке отливок из залитых форм, обрубке и зачистке литья, ремонте плавильных агрегатов и заливочных ковшей. Образующаяся при этом пыль содержит большие количества свободного двуоксида кремния и характеризуется высокой дисперсностью. Весовые концентрации ее при разных операциях различны: при формовке они колеблются от 2 до 10 мг/м³, при обрубке и зачистке отливок и выбивке опок могут в десятки раз превышать предельно допустимые значения [2].

Вредные вещества выделяются при изготовлении стержней, плавке и заливке металла, сушке заливочных ковшей и других технологических процессах. Как правило, в воздухе рабочей зоны обнаруживается оксид углерода, который в основном образуется при горении топлива в вагранке, выгорании органических составляющих из формовочной земли и стержней [3]. При работе печей на твердом и жидком топливе в воздух рабочих помещений может выделяться сернистый ангидрид. С применением новых химических материалов и способов производства значительно расширился спектр токсических веществ в воздухе рабочей зоны литейных цехов.

Процесс заливки металла в оболочковые формы сопровождается возгонкой и пиролизом крепителя. При этом выделяются пары фенола и оксида углерода, а также продукты деструкции в виде акролеина, полициклических ароматических углеводородов, в том числе и бенз(а)пирена.

Использование хромосодержащих добавок и оксидов хрома при изготовлении стержней и форм из жидких самотвердеющих смесей приводит к поступлению в окружающую среду соединений хрома, обладающих выраженными аллергическими свойствами. При литье по газифицируемым пенополистироловым моделям могут выделяться стирол и продукты его деструкции.

При плавке и заливке цветных металлов в воздух рабочей зоны могут поступать соединения меди, цинка, свинца, магния, бериллия и др.

Метеорологические условия. Немаловажная роль в обеспечении нормальных условий труда работающих в литейных цехах принадлежит поддержанию в заданных пределах параметров метеорологических условий, которые определяются совокупностью температуры воздуха, его относительной влажности и скорости движения, интенсивности теплового излучения. 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 [4].

Анализ результатов исследований параметров микроклимата на рабочих местах литейных цехов в холодный и теплый периоды года показывает, что в теплый период года в литейных цехах с любым характером производства температура воздуха соответствует нормативным значениям на всех участках за исключением рабочих мест плавильно-заливочного участка, где она выше на 7–12 °С. Кроме того, отмечено превышение допустимых температур на 2–6 °С в термообрубочных отделениях (на участках отжига отливок на 3–6 °С и при съеме отливок с эпрон-конвейеров даже на 6–8 °С) литейных цехов массового производства, на 2–4 °С выше на выбивном участке литейных цехов серийного производства (при выбивке средних и крупных отливок, которые остаются в помещении участка и отдают значительное количество тепла). Однако при выбивке форм в цехах серийного производства на автоматизированных решетках превышений допустимых температур на рабочих местах выбивальщиков не отмечается, так как отливки со смесью проваливаются в подвальное помещение.

Аналогичное положение отмечается и в холодный период года, однако значения превышений допустимых температур фиксируются несколько большие (нормативные величины в этот период имеют меньшие абсолютные значения). В то же время на рабочих местах шихтовых отделений литейных цехов температура воздуха ниже нормативных значений, что объясняется практически постоянно открытыми въездными воротами, вывозом больших объектов формовочных и шихтовых материалов и отсутствием источников тепловыделений. Недостаточные температуры воздуха отмечаются и на большинстве участков литейных цехов с серийным и мелкосерийным характером производства, которые расположены у наружных стен помещения (смесеприготовительный, формовочный). Кроме того, системы отопления не обеспечивают поддержания требуемых температур в помещениях литейных цехов в холодный период года.

Анализ результатов исследований скоростей движения воздуха на рабочих местах показал, что в холодный период года на большинстве участков литейных цехов не отмечается значительной подвижности воздуха, когда ворота, двери, светоаэрационные фонари и окна закрыты. Исключением является шихтовый и плавильно-заливочный участки всех цехов независимо от характера производства. Значительные скорости движения воздуха на рабочих местах шихтовых дворов объясняются открытыми или неплотно закрытыми въездными воротами для транспорта и, как правило, с двух сторон участка, что приводит к сквознякам. На рабочих местах плавильно-заливочных отделений всех литейных цехов также отмечены превышения допустимых скоростей движения воздуха, что объясняется применением установок воздушного душирования на рабочих местах плавильщиков и заливщиков.

В теплый период года в цехах массового производства в основном картина, аналогичная холодному периоду, сохраняется. Только отмечаются большие превышения допустимых скоростей особенно на участках, расположенных у открытых въездных ворот (шихтовый, смесеприготовительный, выбивной и др.). В литейных цехах серийного и мелкосерийного производства в теплый период отмечаются повышенные скорости движения воздуха на всех участках. Причина этого – неизолированность участков цеха друг от друга, расположение большинства участков у наружных стен, что при открытых воротах и светоаэрационных проемах приводит к постоянным воздушным потокам.

Проведенные исследования параметров микроклимата рабочих мест литейных цехов показали, что фактические значения интенсивного теплового излучения в большинстве случаев превышают допустимые величины.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в литейных цехах не приняты все необходимые меры по стабилизации микроклимата на рабочих местах. Это приводит к снижению работоспособности в цехе и росту количества простудных заболеваний. Общая заболеваемость работающих в литейных цехах превышает общезаводские показатели в 1,18–1,72 раза.

Шум. Одним из вредных производственных факторов, определяющих условия труда в литейных цехах и неблагоприятно воздействующих на работающих, является шум, который при длительном воздействии на организм человека может привести к патологическим изменениям, а затем и профессиональному заболеванию – невриту слухового органа. Результаты исследований шума литейных машин показали, что параметры шума основных видов оборудования смесеприготовительных, стержневых, формовочных, плавильно-заливочных, выбивных и обрубочно-очистных участков превышают допустимые значения. При этом наибольшие превышения допустимого уровня отмечаются на рабочих местах у стержневых и формовочных встряхивающих машин (на 15–25 дБ), выбивных решеток (на 20–30 дБ), обрубочно-очистного оборудования (на 18–27 дБ) [5].

Шум, создаваемый основными литейными машинами, является широкополосным, звуковое поле неоднородно в связи с наличием источников шума, различных по уровню акустической мощности и характеру спектра. Шум, создаваемый оборудованием с ударным режимом работы, непостоянный, с максимальным уровнем звуковой мощности в области средних и высоких частот. Это позволяет с полным основанием говорить о значительном воздействии шума на формовщиков, выбивальщиков форм, обрубщиков и чистильщиков литья. Так, в литейных цехах массового производства у оборудования создаются значительные шумовые зоны, охватывающие практически все места плавильно-заливочных, формовочных, выбивных и обрубочно-очистных участков, которые наблюдаются практически в течение всей рабочей смены. Кроме того, в ряде случаев неудачное расположение литейных конвейеров создает повышенные уровни шума и на других участках. Особенности литейных цехов серийного производства является то, что, несмотря на большое число технологических процессов, меньший уровень автоматизации и механизации этих процессов позволяет выбрать более рациональное и, как правило, изолированное расположение оборудования, создающего повышенные уровни шума, а это в свою очередь приводит к повышенным шумам на отдельных участках или зонах, концентрирующихся непосредственно у шумного оборудования, в меньшей степени воздействуя на других работников этих участков. Кроме того, следует отметить, что в этих цехах работа оборудования происходит циклично (т. е. не постоянно, как в литейных цехах массового производства) и эквивалентные уровни шума будут иметь меньшие значения. Особенно это видно при работе литейного цеха в ступенчатом режиме. Так, в цехе среднего и крупного литья шум встряхивающих машин наблюдается только в первую смену и в течение примерно 1–1,5 ч во время изготовления необходимого количества полуформ. Выбивные решетки работают в третью смену, когда происходит только выбивка отливок из форм.

Вибрация. Одним из вредных производственных факторов, определяющих условия труда в литейных цехах и неблагоприятно воздействующих на работающих, является вибрация, которая при длительном воздействии на организм человека может привести к патологическим изменениям, а затем и профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. В последние годы вибрационная патология занимает ведущее место в структуре профессиональной заболеваемости. Вклад в это негативное явление машиностроительных отраслей обусловлен, с одной стороны, выпуском и поставкой потребителям виброопасных машин и агрегатов, а с другой – использованием вибрационных технологий и процессов, а реализация разовых или эпизодических мероприятий, как правило, не решает проблемы вибробезопасности труда на машиностроительных предприятиях. Результаты проведенных исследований вибрации литейного оборудования показали, что в литейных цехах наибольшие превышения уровней общей вибрации наблюдаются в области средних и высоких частот 16, 31,5 и 63 Гц на рабочих местах формовщиков у встряхивающих машин и выбивальщиков. Однако значительно большему воздействию локальной вибрации подвергаются литейщики, обслуживающие ручной формовочный инструмент, станки и инструмент для очистки отливок и инструмент для обрубки литья. При этом превышение допустимых значений отмечается практически во всем диапазоне частот (наибольшие превышения в области низких частот).

Изучение вибрационных режимов оборудования в литейных цехах с различным характером производства показало, что наибольшему воздействию вибрации подвергаются работающие в цехах массового производства, где имеет место более продолжительный контакт человека с источниками вибрации, несмотря на более высокий (хотя и недостаточный) уровень механизации и автоматизации процессов. Однако доля ручного труда и в цехах массового производства еще высока, особенно на финишных опе-

рациях. Применение оборудования ударного действия на формовочных и выбивных участках также создает повышенные вибрационные нагрузки на работающих [6, 7].

Следует также отметить ряд технологических процессов, при протекании которых не возникает вибрационных нагрузок на работающих. Это изготовление стержней и форм на безударных машинах, с использованием жидкостекольных и холоднотвердеющих смесей, выбивка форм прессовым методом.

Учитывая значительные вибрационные нагрузки на литейщиков, проектировщикам оборудования для литейного производства следует создавать высокопроизводительные автоматизированные и механизированные комплексы (включая промышленные роботы), позволяющие ликвидировать ручной труд и исключить контакт работающих с источниками вибрации. А учитывая, что создание вибробезопасного инструмента и оборудования является трудноразрешимой задачей, необходимо внедрять физиологически обоснованные режимы труда и отдыха работающих в литейных цехах.

Таким образом, работающие в литейных цехах подвергаются воздействию вибрации при изготовлении форм из песчано-глинистых смесей на встряхивающих формовочных машинах, при выбивке отливок из форм, при очистке и обрубке литья, т. е. там, где человек находится у литейного оборудования ударного типа (при общей вибрации) или контактирует с источниками вибрации через руки (локальная вибрация). Причем следует отметить, что источники локальной вибрации создают значительно большие уровни вибрации, чем общей. Поэтому при проектировании или реконструкции литейных цехов предпочтение следует отдавать технологическим процессам, где используется безударное оборудование, работающее в автоматизированном режиме. Также необходимо использовать формовочные и стержневые смеси непригарные легковыбиваемые из отливок и опок.

На основании изложенного выше можно сделать вывод о том, что вибрация оказывает значительное влияние на работающих в литейных цехах, степень воздействия которого определяется применяемыми технологическими процессами и оборудованием для изготовления стержней и форм, выбивки, обрубки и очистки отливок, уровнем механизации и автоматизации, а также характером производства.

Производственное освещение. Исследование естественного освещения участков литейных цехов показало, что коэффициент естественного освещения не соответствует нормированным значениям практически на всех участках цехов. Такое положение создается за счет того, что остекления боковых окон и светоаэрационных фонарей сильно загрязнены и не подвергаются чистке в установленные сроки. Часто часть площади оконных проемов закрыты эстакадами, технологическим оборудованием.

Результаты исследований искусственного освещения рабочих мест литейных цехов показали недостаточность освещенности практически на всех участках литейных цехов. При изучении причин выявлено, что не все лампы работают (перегоревшие лампы длительное время не заменяются), установленные сроки чистки светильников не соблюдаются. Все это приводит к значительному снижению освещенности рабочих мест. Такое неблагоприятное положение в литейных цехах серийного и мелкосерийного производств в сравнении с цехами массового производства объясняется тем, что в данных цехах невысокий уровень механизации и автоматизации, а на каждом участке необходимо использовать грузоподъемные механизмы, такие, как мостовой кран. Использование мостовых кранов приводит к размещению светильников общего освещения на большой высоте (8–15 м от пола цеха), что значительно затрудняет оперативную замену перегоревших ламп, чистку и мойку светильников. А это существенно снижает световой поток от светильника и не обеспечивает требуемой освещенности. После проведения плановой чистки и мойки светильников и замены перегоревших ламп освещенность рабочих мест увеличивается в 2–3 раза [6, 8].

Гистограммы распределения искусственного освещения по уровням (ступеням) до и после чистки, мойки светильников и замены перегоревших ламп показали, что до проведения профилактических мероприятий освещенность соответствовала нормам только на 21,5% рабочих мест литейных цехов массового, 15,4 – серийного и 12,8% – в цехе мелкосерийного производства. Несколько лучшее положение с освещением отмечается в литейных цехах массового производства, технологические процессы и оборудование которых позволяют размещать светильники на меньшей высоте в связи с отсутствием на большинстве участков мостовых кранов, а также использованием в светильниках дуговых ртутных высокого давления ламп большой мощности.

После осуществления профилактических мероприятий освещенность соответствовала нормам на 78,6% рабочих местах литейных цехов массового, 63,6 – серийного и 58,3% – мелкосерийного производства. Поэтому необходимо определять оптимальные варианты осветительных установок с использованием ламп типа ДРЛ и МГЛ на стадии проектирования или реконструкции, а также для действующих

литейных цехов; следует строго выполнять рекомендуемые сроки проведения профилактических мероприятий, что позволит создавать требуемые зрительные условия труда литейщиков или значительно улучшить их.

Таким образом, при оценке условий труда работающих в литейных цехах необходимо учитывать комплекс указанных выше факторов производственной среды, применяемые технологические процессы и оборудование, продолжительность нахождения работающего у оборудования, характер производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков А. М., Хорева С. А. Анализ производственных факторов литейных цехов // Тр. 24-й Междунар. науч.-техн. конф. «Литейное производство и металлургия 2016. Беларусь». Минск, 19–21 октября 2016. С. 117–120.
2. Лазаренков А. М., Хорева С. А. Влияние пыли в воздухе рабочих мест на профессиональную заболеваемость работающих в литейных цехах // Тр. 24-й Междунар. науч. техн. конф. «Литейное производство и металлургия 2016. Беларусь». Минск, 19–21 октября 2016. С. 115–116.
3. Лазаренков А. М. Прогнозирование содержания вредных веществ в воздухе рабочих зон участков литейных цехов / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // *Литье и металлургия*. 2012. № 3 (67). С. 79–81.
4. Лазаренков А. М. Влияние параметров микроклимата на работающих в литейных цехах / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева // *Литье и металлургия*. 2012. № 3 (67). С. 82–84.
5. Лазаренков А. М. Оценка влияния шума на работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // *Литье и металлургия*. 2011. № 3 (62). С. 194–195.
6. Лазаренков А. М. Оценка влияния вибрации на работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // *Литье и металлургия*. 2011. № 3 (62). С. 192–193.
7. Лазаренков А. М. Влияние локальной вибрации на работающих в литейных цехах / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева // *Литье и металлургия*. 2016. № 3 (84). С. 128–130.
8. Лазаренков А. М., Хорева С. А. Оценка зрительных условий литейщиков // Тр. 23-й Междунар. науч.-техн. конф. «Литейное производство и металлургия 2015. Беларусь». Жлобин, 21–22 октября 2015. С. 85–86.

REFERENCES

1. Lazarenkov A. M., Horeva S. A. Analiz proizvodstvennyh faktorov litynyh cehov [Analysis of production factors foundries]. *Trudy 24-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Litejnoe proizvodstvo i metallurgija 2016, Belarus'»*. Minsk, 19–21 oktjabrja 2016 [Proceedings of the 24th International Scientific and Technical Conference «Foundry Production and Metallurgy 2016, Belarus». Minsk, October 19–21, 2016]. Minsk, pp. 117–120.
2. Lazarenkov A. M., Horeva S. A. Vlijanie pyli v vozduhe rabochih mest na professional'nuju zabolevaemost' rabotajushhij v litynyh cehah [The effect of dust in the air of workplaces on the occupational morbidity of workers in foundries]. *Trudy 24-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Litejnoe proizvodstvo i metallurgija 2016, Belarus'»*. Minsk, 19–21 oktjabrja 2016 [Proceedings of the 24th International Scientific and Technical Conference «Foundry Production and Metallurgy 2016, Belarus». Minsk, October 19–21, 2016]. Minsk, pp. 115–116.
3. Lazarenkov A. M., Horeva S. A., Mel'nichenko V. V. Prognozirovanie soderzhanija vrednyh veshhestv v vozduhe rabochih zon uchastkov litynyh cehov [Prediction of harmful substances in the air of working areas of foundry sites]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2012, no. 3, pp. 79–81.
4. Lazarenkov A. M., Horeva S. A. Vlijanie parametrov mikroklimata na rabotajushhij v litynyh cehah [Influence of microclimate parameters on workers in foundries]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2012, no. 3, pp. 82–84.
5. Lazarenkov A. M., Horeva S. A., Mel'nichenko V. V. Ocenka vlijaniya shuma na rabotajushhij v litynom proizvodstve [Assessment of the impact of noise on workers in the foundry]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2011, no. 3, pp. 194–195.
6. Lazarenkov A. M., Horeva S. A., Mel'nichenko V. V. Ocenka vlijaniya vibracii na rabotajushhij v litynom proizvodstve [Evaluation of the impact of vibration on workers in the foundry]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2011, no. 3, pp. 192–193.
7. Lazarenkov A. M., Horeva S. A. Vlijanie lokal'noj vibracii na rabotajushhij v litynyh cehah [Influence of local vibration on workers in foundries]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2016, no. 3, pp. 128–130.
8. Lazarenkov A. M., Horeva S. A. Ocenka zritel'nyh uslovij lityshhikov [Evaluation of the visual conditions of foundry workers]. *Trudy 23-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Litejnoe proizvodstvo i metallurgija 2015, Belarus'»*. Zhlobin, 21–22 oktjabrja 2015 [Proceedings of the 23rd International Scientific and Technical Conference «Foundry Production and Metallurgy 2015, Belarus». Zhlobin, October 21–22, 2015]. Zhlobin, pp. 85–86.