



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-4-117-121>
УДК 621.74:658.382

Поступила 07.09.2023
Received 07.09.2023

УСЛОВИЯ ТРУДА ОПЕРАТОРА–ЛИТЕЙЩИКА НА АВТОМАТАХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ

А. М. ЛАЗАРЕНКОВ, М. А. САДОХА, Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: cadoxa@rambler.ru

Приведены результаты комплексной оценки условий труда на рабочих местах оператора-литейщика на автоматических линиях, факторы производственной среды их определяющие. Установлено, что при комплексной оценке условий труда оператора-литейщика необходимо учитывать факторы производственной среды и их абсолютные значения при выполнении отдельных технологических операций получения отливок.

Ключевые слова. Литейный цех, оператор-литейщик, автоматические линии, шум, вибрация, запыленность, загазованность, микроклимат.

Для цитирования. Лазаренков, А. М. Условия труда оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях / А. М. Лазаренков, М. А. Садоха // Литье и металлургия. 2023. № 4. С. 117–121. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-4-117-121>.

WORKING CONDITIONS OF AN OPERATOR–CASTER ON AUTOMATIC MACHINES AND LINES

A. M. LAZARENKOV, M. A. SADOKHA, Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. E-mail: cadoxa@rambler.ru

The results of a comprehensive assessment of working conditions for operator-casters on automatic lines are presented, including the factors of the production environment that determine these conditions. It has been established that a comprehensive assessment of the working conditions of operator-casters should take into account the factors of the production environment and their absolute values when performing individual technological operations in obtaining castings.

Keywords. Foundry shop, operator-caster, automatic lines, noise, vibration, dustiness, gas content, microclimate.

For citation. Lazarenkov A. M., Sadokha M. A. Working conditions of an operator-caster on automatic machines and lines. Foundry production and metallurgy, 2023, no. 4, pp. 117–121. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-4-117-121>.

Изготовление отливок в литейных цехах массового производства в настоящее время в основном осуществляется на автоматических линиях и с применением другого механизированного и автоматизированного оборудования. Управление работой линий и другого оборудования производится, как правило, программируемыми контроллерами, оснащенными пультами управления, которые могут быть установлены как непосредственно на оборудовании, так и в отдельном помещении на каждом технологическом участке.

Передача стержней, отливок и других приспособлений с одного технологического передела на другой осуществляется зачастую автоматизированно с помощью транспортеров, рольгангов и других устройств. Однако следует отметить, что изучаемые линии и другое оборудование литейного цеха еще недостаточно совершенны. Не все операции на линиях автоматизированы, что приводит к необходимости использования ручного и механизированного труда при выполнении ряда операций, чаще в начале и конце технологической цепочки, иногда при передаче отливок с одной линии на другую.

Автоматические линии и другое оборудование обслуживают операторы, которые управляют их работой, наблюдают за ходом технологического процесса, периодически осуществляют выборочный контроль качества изготавливаемой продукции, а также проводят текущие наладочные работы.

Пульты управления линиями и другим оборудованием в большинстве случаев не вынесены в отдельные изолированные помещения, а расположены вблизи управляемого оборудования. В связи с чем работающие постоянно находятся на рабочих местах непосредственно у оборудования. При этом их производственная деятельность требует напряжения функции внимания, сопровождается

нервно-эмоциональным напряжением и периодически требует применения физических усилий для выполнения отдельных операций.

Специфика производственной деятельности операторов в литейных цехах отражена на соотношении времени активных действий и наблюдения. В литейных цехах операторы контролируют и управляют ходом технологического процесса 60–75 % времени, а их активные действия, связанные с физическими усилиями, занимают до 15 % рабочего дня.

Характеристика работ оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях

Ведение процесса приготовления, регенерации и сушки формовочных и стержневых смесей, формовки, изготовления стержней, заливки форм, выбивки, очистки и зачистки отливок, приготовления краски и трактов раздачи формовочной и стержневой смесей на автоматах и автоматических линиях при помощи штурвальных кнопочных станций пульта управления, распределительных щитов и телевизионных камер, удаленных или изолированных от участков литейного производства. Наблюдение за работой контролируемого объекта по пневматической схеме, световой и звуковой сигнализации. Осуществление взаимодействия работ на участках.

При комплексной оценке условий труда оператора-литейщика необходимо учитывать факторы производственной среды и их абсолютные значения при выполнении отдельных технологических операций [1, 2].

При подготовке формовочных и стержневых смесей на оператора-литейщика воздействуют следующие производственные факторы: шум, вибрация, запыленность и загазованность воздушной среды, микроклимат (температура воздуха и интенсивность теплового излучения). Повышенные уровни шума, превышающие допустимый уровень на 5–12 дБА, отмечались при выполнении работ по подготовке исходных материалов и смесей (дробилки, мельницы, смешивающих бегуны и установки). Уровень виброускорения общей технологической вибрации превышал допустимую величину на 1–3 дБ при выполнении работ оператора-литейщика у дробилок и мельниц. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны отмечалось при операциях загрузки и выгрузки материалов, превышающее предельно допустимую концентрацию в 2,7–5,9 раза. Повышенные концентрации пыли в воздухе рабочей зоны (до 1,4–3,6 раз) отмечались при сушке песка у сушил барабанных и вертикальных, а также при сушке песка в кипящем слое. Вредные вещества (оксид углерода, оксиды азота, фенол, формальдегид) фиксировались на рабочих местах у оборудования для сушки песка и термической регенерации отработанной формовочной и стержневой смесей. Однако превышения предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны не отмечалось. Повышенные концентрации фенола и формальдегида (в 1,2–1,5 раза) зафиксированы на рабочих местах у установок приготовления холоднотвердеющих смесей.

Температура воздуха в теплый период года на рабочих местах операторов превышает на 3–5 °С нормативные величины при выполнении работ по сушке песка в сушилах, при сушке песка в кипящем слое. Аналогичное положение отмечается и в холодный период года, однако значения превышений допустимых температур фиксируются несколько большие (4–6 °С). Исследования интенсивности теплового излучения на рабочих местах операторов при нахождении у сушил показали превышение допустимой величины только при выполнении работ (150–240 Вт/м² при допустимой 140 Вт/м²). Приведенные значения факторов производственной среды подтверждаются и данными работ [3–10].

При выполнении работ по изготовлению стержней на оператора-литейщика воздействуют шум, запыленность, вредные вещества, параметры микроклимата (температура и скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения). Уровень шума на рабочих местах в зависимости от применяемого оборудования и способов изготовления стержней находится в интервале 78–90 дБ (машины встряхивающие с допрессовкой, пескоструйно-пескострельные машины) и в основном превышает допустимый уровень 80 дБ. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны оператора превышает предельно допустимую концентрацию в 1,4–2,6 раза в зависимости от технологических процессов изготовления стержней. Вредные вещества (оксид углерода, фенол, формальдегид, ангидрид сернистый и другие) фиксировались на рабочих местах при изготовлении стержней, а также при доотверждении готовых стержней на стеллажах у рабочих мест. Самая неблагоприятная обстановка по оксиду углерода, фенолу и формальдегиду отмечается на рабочих местах стерженщиков при изготовлении стержней по нагреваемой оснастке, где концентрации превышали допустимые в 1,3–2,4 раза. Интенсивность теплового излучения на рабочих местах превышает допустимую величину только при изготовлении стержней по нагреваемой оснастке (360–480 Вт/м² при допустимой 140 Вт/м²).

При выполнении работ по изготовлению форм на оператора-литейщика воздействуют шум, вибрация, запыленность и загазованность, параметры микроклимата (температура и скорость движения воздуха). Уровень шума на рабочих местах оператора в зависимости от применяемого оборудования и способов изготовления форм находится в интервале 85–93 дБА (машины встряхивающие) и превышает допустимый уровень 80 дБА. Уровень виброускорения общей технологической вибрации на рабочих местах у машин встряхивающих без амортизации ударов превышает допустимый на 2–4 дБ. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимую концентрацию в 1,4–2,7 раза в зависимости от технологических процессов изготовления форм (при наполнении опок песчано-глинистой смесью, счистке лишней смеси, очистке подмодельных плит). При изготовлении форм из холоднотвердеющих смесей в воздухе рабочей зоны фиксируются небольшие превышения допустимых концентраций по фенолу и формальдегиду в 1,1–1,4 раза.

При выполнении работ по заливке жидкого металла в формы на оператора-литейщика воздействуют шум, загазованность, параметры микроклимата (температура и скорость движения воздуха, интенсивность тепловых излучений). Уровень шума на рабочих местах операторов-литейщиков в зависимости от способов заливки находится в интервале от 85 до 91 дБА. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимую концентрацию в 1,2–1,6 раза при выполнении работ на заливочных участках. Вредные вещества, такие, как оксид углерода, оксиды азота, фенол, формальдегид, фиксировались на рабочих местах при заливке форм, в которых использованы стержни на органических связующих. Концентрации указанных веществ превышали ПДК в 1,2–1,8 раза. Повышенные концентрации фенола и формальдегида зафиксированы при заливке форм из холоднотвердеющей смеси (1,1–1,7 раза). Интенсивность тепловых излучений составляет 790–2320 Вт/м² при заполнении ковшей у плавильных агрегатов и 1390–4880 Вт/м² при разливке металла в ковши и формы (меньшие значения относятся к цветным металлам, а большие – к черным металлам).

При выполнении работ по выбивке отливок из форм на оператора-литейщика воздействуют шум, вибрация, запыленность и загазованность, параметры микроклимата (температура и скорость движения воздуха, интенсивность тепловых излучений). Уровни шума на рабочих местах оператора при нахождении у выбивных решеток превышали допустимые значения на 12–17 дБА. Уровни виброускорения общей технологической вибрации превышали допустимый уровень на 2–5 дБ на рабочих местах оператора у выбивных решеток. Повышенное содержание пыли отмечалось в воздухе рабочей зоны при нахождении у выбивных решеток (в 1,5–2,8 раза). Вредные вещества (оксид углерода, фенол, формальдегид и др.) в зависимости от применяемых формовочных и стержневых материалов фиксировались на рабочих местах при выбивке отливок из форм в концентрациях, незначительно превышающих допустимые значения (в 1,3–1,7 раза). Интенсивность теплового излучения при нахождении у выбивных решеток составляла 280–520 Вт/м².

При выполнении работ по обрубке и зачистке отливок на оператора-литейщика воздействуют шум, вибрация, запыленность, параметры микроклимата. Уровень шума при обрубке отливок на рабочих местах в зависимости от применяемого оборудования и инструмента находится в интервале от 86 до 102 дБА и значительно превышает допустимый уровень 80 дБА. Уровень локальной вибрации при использовании ручного инструмента превышает допустимые значения на 3–5 дБ. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны при выполнении работ по обрубке отливок превышает предельно допустимые концентрации в 1,7–3,9 раза. Уровень шума при зачистке отливок в зависимости от применяемого оборудования находится в интервале 87–98 дБА и превышает допустимый уровень 80 дБА. Уровень локальной вибрации при выполнении вышеуказанных работ превышает допустимую величину на 2–5 дБ. Запыленность воздуха рабочей зоны превышает допустимую величину в 2,1–4,0 раза при зачистке и доводке отливок на наждачных станках абразивными кругами сухим способом.

При использовании высокоавтоматизированных линий для получения отливок оператор-литейщик основное рабочее время находится в помещении пультовой, где факторы производственной среды в пределах допустимых уровней и концентраций. Однако их деятельность связана с элементами умственного труда, напряжением внимания, зрения и слуха, нервно-эмоциональным напряжением, наблюдением за ходом технологического процесса, периодически осуществляемым выборочным контролем качества изготавливаемой продукции, проведением текущих наладочных работ. Длительность выполнения вышеуказанных операций зависит от типов автоматизированных линий, типажа изготавливаемых отливок, времени активных действий и наблюдения.

В табл. 1 приведены результаты исследований параметров микроклимата (температура и скорость движения воздуха) на рабочих местах операторов-литейщиков при осуществлении различных

технологических операций изготовления отливок в холодный и теплый периоды года. Анализ полученных результатов показывает, что в теплый период года температура воздуха на рабочих местах оператора-литейщика превышает на 3–12 °С нормативные величины при выполнении различных технологических операций. Аналогичное положение отмечается и в холодный период года, однако значения превышений допустимых температур фиксируются несколько большие, так как нормативные значения в этот период года имеют меньшие величины.

Таблица 1. Отклонение значений температуры и скорости движения воздуха на рабочих местах оператора-литейщика от нормативных величин

Технологическая операция	Период года	
	теплый	холодный
	Величина отклонения температуры воздуха от допустимых значений, °С	
Подготовка формовочных и стержневых смесей	на 3–5 °С выше	на 4–6 °С выше
Изготовление стержней	на 4–7 °С выше	на 3–6 °С выше
Изготовление форм	на 3–6 °С выше	на 4–7 °С выше
Заливка жидкого металла в формы	на 8–12 °С выше	на 10–16 °С выше
Выбивка отливок из форм	на 5–8 °С выше	на 4–7 °С выше
Обрубка и зачистка отливок	на 5–8 °С выше	на 6–9 °С выше
	Кратность превышения допустимых значений скорости движения воздуха на рабочих местах	
Подготовка формовочных и стержневых смесей	1,4–1,8	1,2–1,5
Изготовление стержней	1,3–1,6	1,3–1,5
Изготовление форм	1,2–1,6	1,2–1,6
Заливка жидкого металла в формы	1,6–2,2	1,5–1,9
Выбивка отливок из форм	1,4–1,9	1,4–1,7
Обрубка и зачистка отливок	1,3–1,7	1,2–1,5

Превышение допустимых значений скоростей движения воздуха (кратность превышения от 1,2 до 1,9) на рабочих местах объясняется наличием приточно-вытяжной вентиляции с кратностью воздухообмена от 4 до 12 в зависимости от выполняемых технологических операций и открытыми воротами в помещениях литейных цехов при ввозе и вывозе формовочных и шихтовых материалов, готовой продукции и др.

Класс условий труда на рабочих местах оператора-литейщика при выполнении различных технологических операций по каждому фактору производственной среды, показателям тяжести и напряженности трудового процесса и общая оценка определялись на основании Санитарных норм и правил «Гигиеническая классификация условий труда» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 № 211) (табл. 2).

Таблица 2. Классификация рабочего места оператора-литейщика по условиям труда при выполнении различных технологических операций

Технологическая операция	Класс условий труда на рабочих местах								
	производственные факторы						тяжесть трудового процесса	напряженность трудового процесса	общая оценка
	шум	вибрация	пыль	вредные вещества	инфракрасные излучения	температура воздуха			
Подготовка формовочных и стержневых смесей	3.2 (3.1)	3.1	3.2	3.1	2	3.1	3.1	2	3.2
Изготовление стержней	3.2	2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2	3.2
Изготовление форм	3.2	3.1	3.1	3.1	2	2	3.1	2	3.2
Заливка жидкого металла в формы	3.2	2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	2	3.3
Выбивка отливок из форм	3.3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2	3.3
Обрубка и зачистка отливок	3.2 (3.3)	3.1	3.1	2	2	2	3.1	2	3.2 (3.3)

Из таблицы видно, что общая оценка условий труда оператора-литейщика при выполнении большинства технологических операций изготовления отливок относится к классу 3.2 (характеризуются такими производственными факторами, уровни которых имеют отклонения от гигиенических нормативов

и вызывают стойкие функциональные изменения в организме, приводящими в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости), а при заливке жидкого металла в формы и при обрубке и зачистке отливок – к классу 3.3 (характеризуются такими производственными факторами, уровни которых имеют отклонения от гигиенических нормативов и приводят к развитию, как правило, профессиональных заболеваний легкой и средней степеней тяжести).

Таким образом, при общей оценке условий труда оператора-литейщика необходимо учитывать длительность воздействия производственных факторов при всех технологических операциях получения отливок (применяемые стержневые и формовочные смеси, типы автоматических линий, применяемое оборудование – стержневое, формовочное, плавильное, выбивное, обрубочное, очистное).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков, А.М. Классификация производственных факторов литейного производства / А.М. Лазаренков // Литье и металлургия. – 2021. – № 3. – С. 118–122.
2. Лазаренков, А.М. Классификация рабочих мест литейного производства по условиям труда / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Литье и металлургия. – 2009. – № 3 (52). – С. 92–98.
3. Лазаренков, А.М. Исследование шумового фактора условий труда в литейном производстве / А.М. Лазаренков, М.А. Садохва // Литье и металлургия. – 2022. – № 2. – С. 130–136.
4. Лазаренков, А.М. Исследование вибробезопасности труда в литейном производстве / А.М. Лазаренков, М.А. Садохва // Литейное производство. – 2022. – № 5. – С. 30–35.
5. Исследование условий труда по пылевому фактору в литейных цехах с различным характером производства / А.М. Лазаренков [и др.] // Литье и металлургия. – 2023. – № 1. – С. 135–137.
6. Лазаренков, А.М. Исследование воздуха рабочих зон литейных цехов / А.М. Лазаренков // Литье и металлургия. – 2019. – № 2. – С. 138–142.
7. Лазаренков, А.М. Исследование воздушной среды рабочих зон литейных цехов при современных технологиях изготовления стержней и форм / А.М. Лазаренков, М.А. Садохва // Литейщик России. – 2022. – № 93. – С. 29–32.
8. Лазаренков, А.М. Оценка параметров микроклимата рабочих мест литейных цехов / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Тр. 25-й Междунар. науч.-техн. конф. «Литейное производство и металлургия 2017. Беларусь». Минск, 18–19 октября 2017 г. – Минск, 2016. С. 216–218.
9. Лазаренков, А.М. Исследование теплового фактора условий труда в литейном производстве / А.М. Лазаренков, И.А. Иванов, М.А. Садохва // Литье и металлургия. – 2022. – № 2. – С. 123–129.
10. Лазаренков, А.М. Оценка условий труда работающих в литейных цехах с массовым характером производства / А.М. Лазаренков // Литье и металлургия. – 2017. – № 4 (89). – С. 134–137.

REFERENCES

1. Lazarenkov A.M. Klassifikacija proizvodstvennyh faktorov litejnogo proizvodstva [Classification of foundry production factors]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2021, no. 3, pp. 118–122.
2. Lazarenkov A.M., Horeva S.A. Klassifikacija rabochih mest litejnogo proizvodstva po uslovijam truda [Classification of foundry workplaces by working conditions]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2009, no. 3 (52), pp. 92–98.
3. Lazarenkov A.M., Sadokha M.A. Issledovanie shumovogo faktora uslovij truda v litejnom proizvodstve [Study of the noise factor of working conditions in foundries]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2022, no. 2, pp. 130–136.
4. Lazarenkov A.M., Sadokha M.A. Issledovanie vibrobezopasnosti truda v litejnom proizvodstve [Study of vibration safety in foundry production]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2022, no. 5, pp. 30–35.
5. Lazarenkov A.M., Sadokha M.A., Kot T.P., Novik A.A. Issledovanie uslovij truda po pylvomu faktoru v litejnyh cehah s razlichnym harakterom proizvodstva [Study of working conditions according to the dust factor in foundries with different types of production]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2023, no. 1, pp. 135–137.
6. Lazarenkov A.M. Issledovanie vozduha rabochih zon litejnyh cehov [Study of air in foundry work areas]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2019, no. 2, pp. 138–142.
7. Lazarenkov A.M., Sadokha M.A. Issledovanie vozduшной sredy rabochih zon litejnyh cehov pri sovremennyh tehnologijah izgotovlenija stержnej i form [Study of the air environment of working areas of foundries using modern technologies for manufacturing cores and molds]. *Litejshhik Rossii = Foundry worker of Russia*, 2022, no. 93, pp. 29–32.
8. Lazarenkov A.M., Horeva S.A. Ocenka parametrov mikroklimate rabochih mest litejnyh cehov [Assessment of microclimate parameters of foundry workplaces]. *Trudy 25-j Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. "Litejnoe proizvodstvo i metallurgija 2017, Belarus"*. Minsk, 18–19 oktjabrja 2017 = *Proceedings of the 25th Intern. scientific-technical conf. "Foundry and metallurgy 2017, Belarus"* Minsk, October 18–19, 2017, pp. 216–218.
9. Lazarenkov A.M., Ivanov I.A., Sadokha M.A. Issledovanie teplovogo faktora uslovij truda v litejnom v litejnom proizvodstve [Study of the thermal factor of working conditions in a foundry in foundry production]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2022, no. 2, pp. 123–129.
10. Lazarenkov A.M. Ocenka uslovij truda rabotajushhijh v litejnyh cehah s massovym harakterom proizvodstva [Assessment of working conditions for workers in foundries with mass production]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2017, no. 4 (89), pp. 134–137.