

© АЛЕШИНА Ю.А., НОВИКОВА Т.А., 2024

Читать
онлайн
Read
online

Алешина Ю.А., Новикова Т.А.

Профессиональные факторы риска для здоровья работников литейных производств предприятий машиностроения (обзор литературы)

Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов, Россия

РЕЗЮМЕ

Профилактика болезней, ассоциированных с условиями труда, является приоритетной мерой сохранения здоровья и продления трудового долголетия работающих. Проведён поиск публикаций за 2003–2023 гг., содержащихся в российских и международных базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, CyberLeninka, РИНЦ, описывающих характеристику факторов рабочей среды и трудового процесса и их воздействие на здоровье работников литейных производств предприятий машиностроения. Установлено, что основными вредными (классы 3.1–3.3) факторами рабочей среды и трудового процесса в литейном производстве предприятий машиностроения являются шум, вибрация общая и локальная, нагревающий микроклимат, кремнийсодержащая пыль, химические вещества — углерода оксид, азота оксиды, серы диоксид, пары тяжёлых металлов, акролеин и физические перегрузки. В структуре профессиональной заболеваемости работников основная доля нозологий приходилась на хронический токсико-пылевой бронхит (38,4–61,68%), силикоз (10–16,82%), нейросенсорную тугоухость (12,15–42,8%) и вибрационную болезнь (4,6–9,35%). Силикоз чаще регистрировали у земледельцев, стержеников, формовщиков и чистильщиков, а нейросенсорную тугоухость и вибрационную болезнь — у формовщиков, обрубщиков. Выявлена профессиональная полиморбидность профессиональных заболеваний, обусловленная сочетанным воздействием нескольких вредных производственных факторов. В результате одновременного воздействия разнородных факторов у работников также возможно развитие нескольких болезней, как профессиональных, так и производственно обусловленных. Однако оценка причинно-следственных связей нарушений здоровья с воздействием факторов условий труда до настоящего времени в научных исследованиях не нашла должного отражения.

Заключение. Для разработки обоснованных индивидуальных и групповых медико-профилактических и оздоровительных программ для работников литейных производств необходимы проведение комплексных клинико-лабораторных исследований и эпидемиологическая оценка причинно-следственных связей нарушений здоровья с условиями труда.

Ключевые слова: литейное производство; факторы условий труда; профессиональный риск для здоровья; обзор

Для цитирования: Алешина Ю.А., Новикова Т.А. Профессиональные факторы риска для здоровья работников литейных производств предприятий машиностроения (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2024; 103(5): 462–467. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-5-462-467> <https://elibrary.ru/kuorjo>

Для корреспонденции: Новикова Тамара Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, зав. лаб. Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов. E-mail: novikovata-saratov@yandex.ru

Участие авторов: Алешина Ю.А. — обзор и анализ данных, написание текста; Новикова Т.А. — дизайн и концепция исследования, редактирование, оформление статьи. Все соавторы — утверждение окончательного варианта, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 16.02.2024 / Поступила после доработки: 01.03.2024 / Принята к печати: 09.04.2024 / Опубликовано: 17.06.2024

Yulia A. Aleshina, Tamara A. Novikova

Occupational risk factors for the health of workers in foundries of mechanical engineering enterprises (literature review)

Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation

ABSTRACT

Prevention of diseases associated with working conditions is a priority measure to preserve the health and extend the working life of workers.

A search was carried out for reports during 2003–2023, contained in Russian and international databases: Scopus, Web of Science, PubMed, CyberLeninka, RSCI, describing the characteristics of factors in the working environment and the labour process and their impact on the health of workers in foundries of mechanical engineering enterprises.

The main harmful (classes 3.1–3.3) factors of the working environment and labour process in the foundry production of machine-building enterprises were established to be noise, general and local vibration, heating microclimate, silicon-containing dust, chemicals - carbon oxide, nitrogen oxides, sulfur dioxide, heavy vapours metals, acrolein, etc., physical overload. In the structure of occupational morbidity among workers, the main share of nosologies accounted for chronic toxic dust bronchitis (38.4–61.68%), silicosis (10–16.82%), sensorineural hearing loss (12.15–42.8%), and vibration disease (4.6–9.35). Silicosis was more often recorded in farmers, core workers, molders, cleaners, sensorineural hearing loss and vibration disease — in molders and trimmers. Occupational polymorbidity of occupational diseases caused by the combined influence of several harmful production factors was revealed. As a result of simultaneous exposure to heterogeneous production factors, workers may also develop several, both occupational and work-related, general diseases. However, the assessment of the cause-and-effect relationships of health disorders with the influence of factors in the working environment has not yet been properly reflected in scientific research.

Conclusion. To develop reasonable individual and group medical, preventive, and health programs for foundry workers, it is necessary to conduct comprehensive clinical and laboratory studies and assess the cause-and-effect relationships of health problems with working conditions.

Keywords: foundry; working conditions factors; occupational health risk; review

For citation: Aleshina Yu. A., Novikova T.A. Occupational risk factors for the health of workers in foundries of mechanical engineering enterprises (literature review). *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(5): 462–467. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-5-462-467> <https://elibrary.ru/kuorjo> (In Russ.)

For correspondence: Tamara A. Novikova, MD, PhD, head of the Laboratory, Saratov Hygiene Medical Research Center, Saratov, 410022, Russian Federation. E-mail: novikovata-saratov@yandex.ru

Contribution: Aleshina Yu.A. — Review and analysis of data, writing text; Novikova T.A. — research design and concept, editing, preparation of the article. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: February 16, 2024 / Revised: March 1, 2024 / Accepted: April 9, 2024 / Published: June 17, 2024

Литейное производство является ключевым звеном и структурной единицей предприятий отраслей обрабатывающей промышленности, применяющих литые заготовки для производства основных видов готовой продукции [1]. Наиболее широко литьё деталей из чёрных и цветных сплавов используется в отраслях машиностроительного комплекса. Традиционно технологический процесс литья включает несколько последовательных этапов: изготовление форм и стержней для заливки металла; подготовка материалов для плавки и загрузка их в печи; плавка металла и заливка в формы; выбивка отливок из форм; обрубка и очистка остывших и затвердевших заготовок [2]. Каждый из технологических этапов характеризуется специфическими особенностями производственных процессов и сочетанием различных производственных факторов [3–6], воздействие которых может приводить к развитию у работников профессиональных болезней [7, 8] и способствовать возникновению хронической соматической патологии [9–12].

Литейное производство — стратегическая отрасль промышленности. По оценке экспертов Российской ассоциации литейщиков, в ближайшей перспективе ожидается рост производства за счёт увеличения объёмов выпуска отечественной продукции машиностроения [1], что требует создания новых высокопроизводительных рабочих мест, определяющими критериями эффективности которых являются безопасность и сохранение здоровья работников в процессе трудовой деятельности [13, 14].

В свете изложенного разработка мер профилактики у работников литейных производств нарушений здоровья, риск-ассоциированных с воздействием факторов трудового процесса и производственной среды как совокупности физических и химических факторов, воздействующих на человека в процессе труда, является актуальным направлением исследований гигиены и медицины труда.

Цель исследования — анализ и обобщение данных отечественных и зарубежных научных публикаций, посвящённых оценке профессиональных факторов риска для здоровья работников литейных производств.

Проведён анализ публикаций в отечественных и зарубежных официальных библиографических базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, CyberLeninka, РИНЦ с 2003 по 2023 г. Проанализировано более 200 источников научной литературы, из них в обзор вошли 46 публикаций, удовлетворяющих теме поиска.

Согласно имеющимся в научной литературе данным, производственными факторами, определяющими вредные условия труда в литейном производстве, являются запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, производственный шум, вибрация общая и локальная, тепловое излучение, электромагнитные поля, тяжесть и напряжённость трудового процесса [3–6]. Наиболее неблагоприятными по химическому фактору являются условия труда работников плавильно-заливочного участка — плавильщиков, огнеупорщиков, литейщиков металлов и сплавов. Расплавы выделяют пары металлов (железа, свинца, меди, цинка, магния) в концентрациях на уровне чувствительности методик. Эти пары обладают токсическим действием, способны свободно и глубоко проникать в дыхательные пути в силу своей высокой дисперсности (0,3–0,6 мкм) [15]. Наиболее опасны аэрозоли окислов высокотоксичных металлов свинца, цинка, марганца (опасен для репродуктивного здоровья), никеля (канцероген), образующихся при плавке легированных

сталей и цветных металлов [16]. Заливка металла в земляные формы сопровождается его горением и выгоранием органических составляющих из формочной земли и стержней. При этом в воздух рабочей зоны выделяются азота диоксид (раздражающее и остронаправленное действие), углерода оксид (опасен для репродуктивного здоровья), серы диоксид (остронаправленное действие) в концентрациях, превышающих их ПДК в 1–2 раза. Использование хромсодержащих добавок при подготовке стержней и форм приводит к выделению соединения хрома (хром (VI) триоксид), обладающего аллергическим и канцерогенным действием [17]. При заливке металла в оболочковые формы в зону дыхания могут поступать ароматические углеводороды, акролеин (раздражающее действие), фенол (опасен для репродуктивного здоровья) в концентрациях, превышающих ПДК в 1,05–1,28 раза [6].

Плавильные печи, оборудование для сушки стержней, могут быть источниками выделения оксида углерода в концентрациях, превышающих ПДК в 1,2 раза, окислов азота (< ПДК). Наибольшие концентрации оксида углерода, превышающие ПДК в 1,24–2,07 раза, отмечались на рабочих местах плавильщиков и заливщиков [18].

Операции по подготовке шихты к плавке, изготовление формочных смесей, выбивка и очистка отливок, чистка оборудования характеризуются пылеобразованием. Работники шихтовых и плавильных участков при сушке стержней (шихтовщики, огнеупорщики, плавильщики, сушильщики стержней) подвержены воздействию аэрозолей конденсации с размерами пылевых частиц 0,3–0,4 мкм в концентрациях 5–20 г/м³ и аэрозолей дезинтеграции с содержанием диоксида кремния (SiO₂) 20–50% [19], обладающих высокой фиброгенной активностью.

В воздухе рабочей зоны лиц, занятых подготовкой шихты, формочкой, очисткой и обрубкой отливок (земледелов, стерженщиков, формовщиков, выбивальщиков отливок, обрубщиков, чистильщиков изделий), определяются преимущественно аэрозоли дезинтеграции, характеризующиеся полидисперсностью. По результатам исследований (Лазаренков А.М. и соавт.), концентрации пыли с содержанием SiO₂ 2–10% в воздухе рабочей зоны земледелов, стерженщиков, формовщиков, сборщиков форм колебались от 1,8 до 24,7 мг/м³ [16]. По данным других авторов, содержание пыли в процессе приготовления форм составляло в среднем 10 мг/м³, при выбивке и очистке литья — 20–80 мг/м³ [18]. В процессе пескоструйной очистки отливок, при очистке в выбивных решётках преобладала высокофиброгенная пыль в концентрации 100 мг/м³ и более при содержании SiO₂ до 90% дисперсностью более 100 мкм. Доля респираторной фракции мелкодисперсной пыли (до 2 мкм), обладающей наибольшей биологической активностью, составляла 2,3% [20]. При зачистке и обрубке отливок в составе пыли определялись примеси металлов (железа, меди, никеля, свинца, цинка) ниже ПДК [16]. Условия труда работников соответствовали по химическому фактору вредным класса 3.2, по содержанию аэрозолей преимущественно фиброгенного действия — вредным классов 3.1 и 3.3 [21]. Воздействие вредных веществ и пыли происходило в условиях нагревающего микроклимата, виброакустического загрязнения среды, тяжёлой физической нагрузки. Все эти факторы способны усиливать поступление токсических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) в органы дыхания,

при этом крупные частицы (> 10 мкм) могут проникать в глубокие отделы лёгких, надолго там задерживаться и вызывать фиброз лёгочной ткани [17].

По данным Яшкиной Е.А. с соавт. и Лазаренкова А.М. с соавт., на рабочих местах плавильщиков металлов и сплавов, огнеупорщиков, литейщиков металлов и сплавов, сушильщиков стержней плавильно-заливочного участка температура воздуха превышала допустимые значения на $7-12$ °С, в шихтовом и выбойном отделениях (на рабочих местах шихтовщиков, выбивальщиков отливок, обрубщиков, чистильщиков изделий) – на $3-7$ °С; на всех участках литейных цехов отмечались повышенная скорость движения воздуха и пониженная ($13,3-13,5\%$) относительная влажность воздуха [4, 19]. Интенсивность теплового излучения при обслуживании плавильных, закалочных печей и ванн составляла 1054 Вт/м², экспозиционная доза – $2571,8$ Втм², что превышало допустимые уровни в $7,5$ и $4,1$ раза (классы $3.1-3.2$) [21, 22]. Опасность воздействия инфракрасного излучения состоит в интенсивном накоплении тепла организмом и напряжении функциональных систем, обеспечивающих температурный гомеостаз (нейроэндокринной, сердечно-сосудистой, респираторной), нарушении обмена веществ, обезвоживании организма и потере минеральных солей и витаминов [17, 23].

Согласно исследованиям, проведённым сотрудниками Белорусского национального технического университета, создаваемый основными литейными машинами плавильно-заливочного участка шум является широкополосным непрерывным спектром, постоянным, а превышение эквивалентных уровней звука составляет от 3 до 6 дБА. На рабочих местах смесеприготовительных, стержневых, формовочных, выбивных и обрубочно-очистных участков шум, генерируемый оборудованием с ударным режимом работы, – постоянный, с максимальным уровнем звуковой мощности в области средних и высоких частот с превышением эквивалентных уровней звука на $14-24$ дБА. Наибольшие превышения ПДУ шума отмечались у стержневых и формовочных встряхивающих машин ($9-16$ дБА), выбивных решёток ($14-22$ дБА), дробеструйных камер ($4-18$ дБА), обрубочно-очистного оборудования ($66-24$ дБА) [11, 19, 23]. Вследствие воздействия производственного шума у работников могут возникать нарушения обмена (углеводного, белкового, липидного, витаминного, водно-солевого) [17, 24], способен формироваться риск сердечно-сосудистых и цереброваскулярных патологий, нарушений функций центральной нервной системы [25], профессиональной потеря слуха [17, 26].

Воздействию локальной вибрации работники литейных производств подвергаются при работах с ручными инструментами – пневматическими трамбователями в процессе ручной формовки и пневматическими отбойными молотками при выбивке отливок из форм, очистке литья (формовщики, обрубщики), шлифовальной машины (чистильщики) при зачистке изделий. Имеются сведения о превышении ПДУ локальной вибрации на $5-6$ ДБ, что соответствует вредным условиям класса 3.2 [12, 19]. При контакте с оборудованием ударного типа (встряхиватели, трамбователи) работники подвержены общей вибрации, превышающей ПДУ практически во всём диапазоне частот с наибольшими уровнями ($> ПДУ$ на $6-12$ дБ) в области низких частот (класс 3.2) [11, 21]. Воздействие локальной вибрации может приводить к повреждению периферических сосудов, нервной системы, что проявляется болью и онемением верхних конечностей в сочетании с костно-мышечными дистрофическими изменениями. Общая вибрация ведёт к травматизации межпозвоночных дисков и костной ткани, возникновению и прогрессированию дегенеративных изменений в позвоночнике, развитию вибрационной болезни. Известно влияние вибрации на окислительный метаболизм, систему крови, нейрогуморальную регуляцию, иммунную и центральную нервную системы, мышечную и соединительную ткани [17]. Характерное для литейного производства комбинированное воздействие виброакустических факторов увеличивает риск

развития профессиональной тугоухости [27], болезней сердечно-сосудистой и других систем организма [28, 29].

Батыркулов Н. и Утепова А.Б. сообщали о повышении на рабочих местах работников плавильно-заливочного участка уровней электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых обораудованием плавильного участка, как по электрической, так и магнитной составляющим [30]. Под воздействием ЭМП в условиях повышенных температур окружающего воздуха возникает опасность перегрева организма и функциональных нарушений органов пищеварения, нервной, сердечно-сосудистой систем, обмена веществ, у рабочих появляются одышка, ломота, мышечная слабость, головные боли, возможны нарушения зрения [31, 32].

Неблагоприятным фактором условий труда в литейных цехах является также недостаточное искусственное и естественное освещение, не компенсируемое профилактическим ультрафиолетовым облучением (класс 3.1). Этот фактор присутствует на рабочих местах литейного участка, термической закалки и отпуска, обработки металла [5, 19]. Недостаточное освещение рабочих зон обуславливает повышенный риск травматизма [33] и ведёт наряду с воздействием химических веществ раздражающего действия, содержащихся в зоне дыхания работников, к развитию конъюнктивита, может способствовать прогрессированию инволюционных изменений зрительного анализатора [32].

Трудовая деятельность работников литейного производства требует значительных физических динамических нагрузок при выполнении операций по подъёму и перемещению тяжестей вручную. Формовка опок, разлив металла вручную, удаление остатков стержней и каркасов из отливок, очистка отливок и другие операции выполняются в неудобных (60% и более смены) и вынужденных ($> 25\%$ смены) рабочих позах с частыми (> 300 раз за смену) наклонами. Наиболее тяжёлые операции с подъёмом и длительным удержанием грузов массой $4-5$ кг, статической и динамической общей нагрузкой при перемещении груза вручную от 1 до 5 м ($> 35\ 000$ кгм) характерны для трудовой деятельности формовщиков, обрубщиков, выбивальщиков, чистильщиков отливок. Напряжённость труда обусловлена работами на высоте, у нагретых поверхностей и расплавов металла. Характерны нагрузка на слуховой анализатор, эмоциональные нагрузки, связанные с высокой ответственностью за результат собственной деятельности и значимостью ошибок, с риском для собственной жизни и безопасности других лиц [4, 21].

Вредные условия труда могут являться причиной развития у работников функциональных расстройств и органических повреждений ряда органов и систем, профессиональных и общесоматических хронических болезней. По данным Галимовой Р.Р. с соавт., у работников предприятий машиностроения наиболее часто в процессе периодических медицинских осмотров (ПМО) диагностировали болезни костно-мышечной системы (54%), системы кровообращения (42%). Также выявлялись болезни уха и сосцевидного отростка ($26,9\%$), органов пищеварения (18%), глаза и его придаточного аппарата ($11,5\%$), нервной системы ($9,5\%$), органов дыхания ($4,2\%$), эндокринной системы (4%), мочеполовой системы ($1,5\%$) [9]. Балабановой Л.А. с соавт. отмечен рост в последнее десятилетие заболеваемости болезнями мочеполовой системы, кожи и подкожной клетчатки, органов пищеварения, органов дыхания, злокачественными новообразованиями [7]. Лазаренковым А.М. показано, что в структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) работников большее количество случаев приходилось на острые респираторные инфекции и грипп ($52,3\%$), далее следовали болезни костно-мышечной системы ($15,12\%$), органов дыхания ($4,29\%$), гипертоническая болезнь ($2,66\%$), болезни кожи ($1,95\%$), ишемическая болезнь сердца ($1,48\%$) [11].

Длительное воздействие вредных производственных факторов может приводить к развитию у работников литейного производства профессиональных болезней (ПБ) и интоксикаций различной степени тяжести. Наиболее рас-

пространственными являлись ПБ от воздействия кремнийсодержащей пыли, шума и вибрации.

При поточном производстве, по данным исследований Хамитовой Р.Я., основная доля ПБ работников литейных производств машиностроительных комплексов приходилась на хронический пылевой бронхит (61,68%) и силикоз (16,82%), нейросенсорную тугоухость (НСТ) (12,15%), вибрационную болезнь (9,35%) [15]. Аналогичные данные были получены другими авторами [8, 34]. Силикоз чаще регистрировали у земледельцев, стерженщиков, формовщиков [15, 19], НСТ — у обрубщиков, формовщиков, выбивальщиков [11]. По данным Лазаренкова А.М. с соавт., профессиональные бронхиты составляли 38,4% случаев, нейросенсорная тугоухость — 42,8%, силикоз — 10%. Следующие ранговые места принадлежали вибрационной болезни (4,6%) и интоксикациям от воздействия растворителей и свинца (1,6%). Пневмоконоз (за исключением силикоза), профессиональные дерматиты, хроническая обструктивная болезнь лёгких составляли в сумме 2,6% случаев [11, 33]. При этом у обрубщиков, чистильщиков литья чаще выявлялись патологии органов дыхания в сочетании с вибрационной болезнью и НСТ, а у формовщиков, стерженщиков — НСТ с силикозом [8].

В отечественных источниках научной литературы имеются единичные работы, основанные на принципах доказательной медицины, свидетельствующие о профессиональной обусловленности нарушений здоровья работников машиностроительных предприятий вследствие воздействия производственных факторов [9, 21]. Однако вопросы оценки профессионального риска (ПР) для здоровья работников литейных цехов в этих исследованиях не освещены.

Имеются немногочисленные работы по оценке ПР для здоровья работников литейных производств, свидетельствующие о среднем (существенном) риске у профессиональных групп литейщиков и риске выше среднего у обрубщиков. Однако эти исследования выполнены с использованием технологий системы менеджмента риска, предназначенных для ведения системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья в организациях [35–37].

Зарубежные авторы сосредоточили внимание в основном на оценке риска для здоровья работников литейных заводов от воздействия паров тяжёлых металлов, кремнийсодержащей пыли и шума. Уровень риска возникновения пневмоконоза от воздействия неорганической пыли был

оценён как умеренный [38], профессиональной потери слуха от шума — непереносимый [39]. Имеются результаты, показывающие повышенный риск развития ишемической болезни сердца, цереброваскулярных патологий, хронической обструктивной болезни лёгких, бронхита и пневмонии [39, 40]. Исследования среди работников литейных цехов в Восточной Азии, Европе и США показали подверженность риску смертности от рака лёгких из-за систематического воздействия кремнийсодержащей пыли в высоких концентрациях [41].

Заключение

Аналитический обзор научных публикаций показал, что в настоящее время профессиональная деятельность работников литейных производств машиностроительных предприятий сопровождается воздействием комплекса вредных факторов трудового процесса и производственной среды, основными из которых являются токсические химические вещества, кремнийсодержащая пыль, производственный шум, тепловое излучение, тяжесть трудового процесса. Условия труда работников литейного производства различных профессий являются вредными 1–3-й степеней (классы 3.1–3.3).

Воздействие вредных производственных факторов способно инициировать развитие профессиональных болезней (пневмоконозы, в том числе силикоз, хронический токсико-пылевой бронхит, вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость) и способствовать возникновению общей патологии — болезней органов дыхания, костно-мышечной, пищеварительной, нервной систем, системы кровообращения, болезней кожи, глаза и его придаточного аппарата. Вместе с тем причинно-следственные связи нарушений здоровья работников литейных производств в машиностроении с воздействием факторов производственной среды и трудового процесса практически не исследовались.

Таким образом, результаты аналитического обзора свидетельствуют о необходимости комплексных исследований профессионального риска для здоровья работников литейного производства, результаты которых могут лечь в основу научного обоснования и разработки индивидуальных и групповых медико-профилактических программ сохранения здоровья и профессионального долголетия.

Литература

(п.п. 6, 12, 23, 26–29, 38–41 см. References)

- Бозо Н.В., Малышева Е.В., Филатова Н.А. Состояние машиностроения в современной российской экономике. *Идеи и идеалы*. 2020; 12(4–2): 277–90. <https://doi.org/10.17212/2075-0862-2020-12.4.2-277-290> <https://elibrary.ru/xxfwuh>
- Садох А.М., Андрушевич А.А. Применение литых деталей в машиностроении. *Литье и металлургия*. 2022; (2): 18–22. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-2-18-22>
- Трушкова Е.А., Насонова С.Ю., Тенгаева А.Н., Омельченко Е.В. Оценка условий труда и здоровья работников литейного производства. В кн.: *Актуальные проблемы науки и техники. Материалы национальной научно-практической конференции*. Ростов-на-Дону; 2020: 323–5. <https://elibrary.ru/tisqhe>
- Яшкина Е.А., Бокарев А.И. Условия труда работников литейного цеха и обоснование мероприятий по их улучшению. В кн.: *Техносферная безопасность. Материалы Шестой Всероссийской молодежной научно-технической конференции с международным участием*. Омск; 2019: 41–3. <https://elibrary.ru/fhawux>
- Толмачёва Л.В., Новоселова Т.Н., Фазлиев И.К. Анализ опасных и вредных факторов современного литейного производства машиностроительных отраслей. В кн.: *Достижения современной науки и образования. Материалы I международной междисциплинарной конференции*. Ростов-на-Дону; 2017: 86–8. <https://elibrary.ru/урамрр>
- Балабанова Л.А., Камаев С.К., Имамов А.А., Радченко О.Р. Оценка риска нарушения состояния здоровья работников машиностроения. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(1): 76–9. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-76-79> <https://elibrary.ru/opalud>
- Кураш И.А., Рыбина Т.М., Кардаш О.Ф., Семенов И.П., Кудрейко Н.П. Ретроспективный анализ профессиональной заболеваемости на предприятии машиностроительной отрасли. *Медицина труда и профпатология*. 2013; (24–2): 3–8. <https://elibrary.ru/zbjyng>
- Галимова Р.Р., Валеева Э.Т., Дистанова А.А., Гирфанова Л.В., Салаватова Л.Х., Газизова Н.Р. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников машиностроения. *Медицина труда и экология человека*. 2020; (1): 36–43. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10103> <https://elibrary.ru/szbzbp>
- Лазаренков А.М. Исследование влияния условий труда на общую заболеваемость литейщиков. *Литье и металлургия*. 2019; (3): 156–9. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-156-159> <https://elibrary.ru/pxnuct>
- Лазаренков А.М., Хорева С.А. Влияние шума на профессиональную заболеваемость работающих в литейных цехах. *Литье и металлургия*. 2016; (3): 131–2. <https://elibrary.ru/xejuhb>
- Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(9): 527–32. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532> <https://elibrary.ru/htkrky>
- Самарская Н.А. Охрана труда в современной экономике России: направления и перспективы развития. *Экономика труда*. 2023; 10(11): 1739–58. <https://doi.org/10.18334/et.10.11.119502> <https://elibrary.ru/swgcbb>
- Хамитова Р.Я., Лоскутов Д.В. Профессиональный риск развития болезней органов дыхания у работников литейных цехов машиностроительных предприятий. *Гигиена и санитария*. 2012; 91(1): 23–6. <https://elibrary.ru/pfqxir>
- Баукова Н. Вредные и опасные производственные факторы в различных цехах на предприятиях машиностроения. *Специалист по охране труда*. 2014; (21): 28.

17. Измеров Н.Ф. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
18. Никитенко А.О., Лежнев Г.И. Борьба с пылью в литейном цехе машиностроительного производства. В кн.: *Техносферная безопасность. Материалы пятой всероссийской научно-технической конференции*. Омск; 2018: 96–9. <https://elibrary.ru/xrdbfj>
19. Лазаренков А.М., Иванов И.А., Садох М.А. Воздействие факторов производственной среды на работающих в литейном производстве. *Литье и металлургия*. 2023; (2): 129–35. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-2-129-135>
20. Иванова И.А., Манохин В.Я. Оценка дисперсного состава пыли участка черного литья. *Вестник Донского государственного технического университета*. 2010; 10(2): 200–4. <https://elibrary.ru/mvjipt>
21. Новикова Т.А., Безрукова Г.А., Кочетова Н.А., Мигачева А.Г., Алешина Ю.А., Райкова С.В. Профессиональный риск развития хронических неинфекционных заболеваний у работников производства подшипников. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2023; 67(6): 561–9. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2023-67-6-562-569> <https://elibrary.ru/izjwum>
22. Лазаренков А.М., Хорева С.А. Оценка параметров микроклимата рабочих мест литейных цехов. В кн.: *Литейное производство и металлургия. Труды 25-й Международной научно-технической конференции*. Минск; 2017: 216–8. <https://elibrary.ru/bmcsev>
24. Молев М.Д., Шеметов А.И. Оценка воздействия производственного шума на работников литейных цехов. *Научный альманах*. 2017; (10–2): 109–12. <https://doi.org/10.17117/na.2017.10.02.109> <https://elibrary.ru/zvhfgr>
25. Спирин В.Ф., Старшов А.М. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы). *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19>
30. Батыркулов Н., Утепова А.Б. Электромагнитное излучение металлургического оборудования. *Наука и новые технологии*. 2010; (7): 22–6. <https://elibrary.ru/vrutjz>
31. Измеров Н.Ф., ред. *Российская энциклопедия по медицине труда*. М.: Медицина; 2005. <https://elibrary.ru/uxilfc>
32. Бабанов С.А. Профессиональные поражения органов зрения. *Медицинская сестра*. 2018; 20(7): 7–12. <https://doi.org/10.29296/25879979-2018-07-02> <https://elibrary.ru/ylygcp>
33. Лазаренков А.М., Николайчик Ю.А. Комплексная оценка условий и безопасности труда работающих в литейном производстве. *Литье и металлургия*. 2021; (4): 116–22. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-4-116-122> <https://elibrary.ru/dfyjqb>
34. Толкачева Н.А., Семенов И.П. Особенности условий труда и заболеваемости в литейных производствах (на примере РУП «Минский тракторный завод»). *Здоровье и окружающая среда*. 2013; (23): 85–8. <https://elibrary.ru/zaueih>
35. Максимова М.А. Оценка профессиональных рисков для работников литейного цеха. *XXI век. Техносферная безопасность*. 2021; 6(1): 75–93. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2021-1-75-93> <https://elibrary.ru/wymscv>
36. Валькевич В.П., Клебанов Р.Д. Оценка профессиональных рисков ущерба состоянию здоровья работников литейного и кузнечного производств. *Здоровье и окружающая среда*. 2011; (18): 9–12. <https://elibrary.ru/zbkcer>
37. Паурин Г.В., Филиппов А.А., Шевченко С.М. Профессиональный риск в литейном производстве. *Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях*. 2019; (2): 21–5. <https://elibrary.ru/vvghmb>

References

1. Bozo N.V., Malysheva E.V., Filat'eva N.A. The state of mechanical engineering in the modern Russian economy. *Ideji i idealy*. 2020; 12(4–2): 277–90. <https://doi.org/10.17212/2075-0862-2020-12.4.2-277-290> <https://elibrary.ru/xfwiwh> (in Russian)
2. Sadokha M.A., Andrushevich A.A. Application of cast parts in mechanical engineering. *Lit'e i metallurgiya*. 2022; (2): 18–22. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-2-18-22> (in Russian)
3. Trushkova E.A., Nasonova S.Yu., Ten'gaeva A.N., Omel'chenko E.V. Assessment of working conditions and health of foundry workers. In: *Current Problems of Science and Technology. Materials of the National Scientific and Practical Conference [Aktual'nye problemy nauki i tekhniki. Materialy natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii]*. Rostov-na-Donu; 2020: 323–5. (in Russian)
4. Yashkina E.A., Bokarev A.I. Working conditions of foundry workers and justification for measures to improve them. In: *Technosphere Safety. Materials of the Sixth All-Russian Youth Scientific and Technical Conference with International Participation [Tekhnosfernaya bezopasnost'. Materialy Shestoii Vserossiiskoi molodezhnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. Omsk; 2019: 41–3. <https://elibrary.ru/fhawyx> (in Russian)
5. Tolmacheva L.V., Novoselova T.N., Fazliev I.K. Analysis of dangerous and harmful factors of modern foundry production in machine-building industries. In: *Achievements of modern science and education [Dostizheniya sovremennoi nauki i obrazovaniya. Materialy I mezhdunarodnoi mezhdistsiplinarnoi konferentsii]*. Rostov-na-Donu; 2017: 86–8. (in Russian)
6. Rahimimoghadam S., Layegh Tizabi M.N., Khanjani N., Emkani M., Ganjali A. Carcinogenic risk assessment and changes in Spirometric indices in casting and welding workers exposed to Metal fumes. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 2022; 23(8): 2743–8. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2022.23.8.2743>
7. Balabanova L.A., Kamaev S.K., Imamov A.A., Radchenko O.R. Risk assessment of health disorders in employees at the machinery enterprise. 2020; 99(1): 76–9. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-76-79> <https://elibrary.ru/opalud> (in Russian)
8. Kurash I.A., Rybina T.M., Kardash O.F., Semenov I.P., Kudreiko N.P. Retrospective analysis of occupational diseases at machine-building factory. *Meditsina truda i profpatologiya*. 2013; (24–2): 3–8. <https://elibrary.ru/bzbynr> (in Russian)
9. Galimova R.R., Valeeva E.T., Distanova A.A., Girfanova L.V., Salavatova L.Kh., Gazizova N.R. Hygienic assessment of working conditions and health status of mechanical engineering worker. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2020; (1): 36–43. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10103> <https://elibrary.ru/szbzbp> (in Russian)
10. Lazarenkov A.M. Research of influence of working conditions on the general incidence of foundrymen. *Lit'e i metallurgiya*. 2019; (3): 156–9. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-156-159> <https://elibrary.ru/pnxycr> (in Russian)
11. Lazarenkov A.M., Khoreva S.A. Influence of noise on professional incidence of workers in foundry shops. *Lit'e i metallurgiya*. 2016; (3): 131–2. <https://elibrary.ru/xejuhb> (in Russian)
12. Gerhardsson L., Ahlstrand C., Ersson P., Jonsson P., Gustafsson E. Vibration related symptoms and signs in quarry and foundry workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2021; 94(5): 1041–8. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01660-8>
13. Bukhtiyarov I.V. Current state and main directions of preservation and strengthening of health of the working population of Russia. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(9): 527–32. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532> <https://elibrary.ru/htkrsy> (in Russian)
14. Samarskaya N.A. Labor occupational safety in the modern Russian economy: directions and development trends. *Ekonomika truda*. 2023; 10(11): 1739–58. <https://doi.org/10.18334/et.10.11.119502> <https://elibrary.ru/swgcbb> (in Russian)
15. Khamitova R.Ya., Loskutov D.V. Occupational risk for respiratory diseases in foundry shop workers at machinery enterprises. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2012; 91(1): 23–6. <https://elibrary.ru/pfqxir> (in Russian)
16. Batsukova N. Harmful and dangerous production factors in various workshops at mechanical engineering enterprises. *Spetsialist po okhrane truda*. 2014; (21): 28. (in Russian)
17. Izmerov N.F. *Occupational Pathology: National Guidelines [Professional'naya patologiya: natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. (in Russian)
18. Nikitenko A.O., Lezhnev G.I. Dust control in a machine-building foundry. In: *Technosphere Safety. Materials of the Fifth All-Russian Scientific and Technical Conference [Tekhnosfernaya bezopasnost'. Materialy pyatoi vs Rossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii]*. Omsk; 2018: 96–9. (in Russian)
19. Lazarenkov A.M., Ivanov I.A., Sadokha M.A. The impact of industrial environmental factors on workers in foundries. *Lit'e i metallurgiya*. 2023; (2): 129–35. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-2-129-135> (in Russian)
20. Ivanova I.A., Manokhin V.Ya. Estimation of dust disperse composition of ferrous casting section. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2010; 10(2): 200–4. <https://elibrary.ru/mvjipt> (in Russian)
21. Novikova T.A., Bezrukova G.A., Kochetova N.A., Migacheva A.G., Aleshina Yu.A., Raikova S.V. Occupational risk of developing chronic non-communicable diseases in bearing production workers. *Zdravookhraneniye Rossiiskoi Federatsii*. 2023; 67(6): 561–9. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2023-67-6-562-569> <https://elibrary.ru/izjwum> (in Russian)
22. Lazarenkov A.M., Khoreva S.A. Estimation of parameters of a microclimate of the workplaces foundries. In: *Foundry and metallurgy. Proceedings of the 25th International Scientific and Technical Conference [Liteinoe proizvodstvo i metallurgiya. Tруды 25-й Международной научно-технической конференции]*. Минск; 2017: 216–8. <https://elibrary.ru/bmcsev> (in Russian)
23. Flouris A.D., Dinas P.C., Ioannou L.G., Nybo L., Havenith G., Kenny G.P., et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*. 2018; 2(12): 521–31. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7)
24. Moлев M.D., Shemetov A.I. Assessment of the impact of industrial noise on foundry workers. *Nauchnyi al'manakh*. 2017; (10–2): 109–12. <https://doi.org/10.17117/na.2017.10.02.109> <https://elibrary.ru/zvhfgr> (in Russian)
25. Spirin V.F., Starshov A.M. On some problems of chronic effects of industrial noise on the body of workers (literature review). *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19> (in Russian)
26. Thaper R., Sesek R., Garnett R., Acosta-Sojo Y., Purdy G.T. The combined impact of hand-arm vibration and noise exposure on hearing sensitivity of agricultural/forestry workers-a systematic literature review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2023; 20(5): 4276. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054276>
27. Dzhambov A.M., Dimitrova D.D. Heart disease attributed to occupational noise, vibration and other co-exposure: Self-reported population-based survey among Bulgarian workers. *Med. Pr.* 2016; 67(4): 435–45. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00437>
28. Bolm-Audorff U., Hegewald J., Pretzsch A., Freiberg A., Nienhaus A., Seidler A. Occupational noise and hypertension risk: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17(17): 6281. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176281>

Review article

29. Golmohammadi R., Darvishi E. The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors – a systematic review. *Noise & Health*. 2019; 21(101): 125–41. https://doi.org/10.4103/nah.nah_4_18
30. Batyrculov N., Utepova A.B. Radio waves of metallurgical equipment. *Nauka i novye tekhnologii*. 2010; (7): 22–6. <https://elibrary.ru/vputjp> (in Russian)
31. Izmerov N.F., ed. *Russian Encyclopedia of Occupational Medicine [Rossiyskaya entsiklopediya po meditsine truda]*. Moscow: Meditsina; 2005. (in Russian)
32. Babanov S.A. Occupational injuries of the organ of vision. *Meditsinskaya sestra*. 2018; 20(7): 7–12. <https://doi.org/10.29296/25879979-2018-07-02> <https://elibrary.ru/ylgjcp> (in Russian)
33. Lazarenkov A.M., Nikolaichik Yu.A. The integrated working conditions and labor safety assessment in foundries. *Lit'e i metallurgiya*. 2021; (4): 116–22. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-4-116-122> <https://elibrary.ru/dfyqb> (in Russian)
34. Tolkacheva N.A., Semenov I.P. Morbidity and working conditions characteristics in foundries (on the example of the Minsk tractor plant). *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda*. 2013; (23): 85–8. <https://elibrary.ru/zaueih> (in Russian)
35. Maksimova M.A. Assessment of professional risks for employees of the foundry of the “production company” LLC (Irkutsk). *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2021; 6(1): 75–93. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2021-1-75-93> <https://elibrary.ru/wymscv> (in Russian)
36. Val'kevich V.P., Klebanov R.D. Assessment of occupational risk of damage to the health of workers occupied in foundry and forging manufacture. *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda*. 2011; (18): 9–12. <https://elibrary.ru/zbkcer> (in Russian)
37. Pachurin G.V., Filippov A.A., Shevchenko S.M. Occupational risk in the foundry industry. *Okhrana truda i tekhnika bezopasnosti na promyshlennykh predpriyatiyakh*. 2019; (2): 21–5. <https://elibrary.ru/vvghmb> (in Russian)
38. Zeverdegani S.K., Ordudari Z., Karimi A., Esmaeili R., Khorvash M.K. Comparison of the chemical health risk assessment of exposure to metal fumes for the furnace operator of a foundry industry using quantitative and semi-quantitative methods. *Heliyon*. 2023; 9(1): 12913. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12913>
39. Duan D., Leng P., Li X., Mao G., Wang A., Zhang D. Characteristics and occupational risk assessment of occupational silica-dust and noise exposure in ferrous metal foundries in Ningbo, China. *Front. Public Health*. 2023; 11: 1049111. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1049111>
40. Andersson L., Hedbrant A., Bryngelsson I.L., Vihlborg P., Särndahl E., Westberg H. Silica exposure and cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory morbidity in a cohort of male Swedish iron foundry workers. *J. Occup. Environ. Med.* 2023; 65(9): 731–9. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002890>
41. Khuniqi H.N., Rasoulzadeh Y., Mohammadian Y. DNA damage in foundry workers using non-invasive micronucleus cytome assay. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen. Mutagen.* 2023; 891: 503686. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2023.503686>

Информация об авторах

Алешина Юлия Александровна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов, Россия. E-mail: julita-80@mail.ru

Новикова Тамара Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, зав. лаб. гигиены труда Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов, Россия. E-mail: novikovata-saratov@yandex.ru

Information about the authors

Yuliya A. Aleshina, MD, PhD, senior researcher, Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-9798-3151> E-mail: julita-80@mail.ru

Tamara A. Novikova, MD, PhD, Associate Professor, Head of the Lab. of Occupational Hygiene, Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation, Saratov, 410022, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1463-0559> E-mail: novikovata-saratov@yandex.ru