

Базарова Е.Л.^{1,2,3}, Федорук А.А.³, Рослая Н.А.², Гоголева О.И.², Плотко Э.Г.³, Ошеров И.С.¹, Бабенко А.Г.¹

Оценка профессионального риска при воздействии нагревающего микроклимата в условиях модернизации металлургического предприятия

¹МЧУ «Медико-санитарная часть Тирус», 624760, Верхняя Салда, Свердловская область;

²ФБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 620028, Екатеринбург;

³ФБУН «Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья работников промпредприятий» Роспотребнадзора, 620014, Екатеринбург

Введение. Микроклимат является важнейшим фактором производственной среды, от которого зависят самочувствие, работоспособность, здоровье работников.

Цель исследования – научное обоснование необходимости профилактического вмешательства на рабочих местах модернизируемых участков металлургического предприятия, связанных с воздействием нагревающего микроклимата, по результатам оценки профессионального риска.

Материал и методы. Оценка риска проведена по материалам периодических медицинских осмотров и обращаемости за медицинской помощью с расчётом относительного риска RR, для оценки достоверности результатов использован критерий χ^2 .

Результаты. Рабочие места изучаемых профессий характеризовались нагревающим микроклиматом. По гигиеническим критериям на большинстве рабочих мест условия труда соответствовали вредным и формировали риск развития патологии от малого до очень высокого (классы 3.1–3.4). В целом по предприятию отмечалась, как правило, малая степень связи выявленных нарушений здоровья с нагревающим микроклиматом, но заболеваемость болезнями уха, кожи и мочеполовой системы отвечала критериям производственной обусловленности при средней степени связи с его воздействием. Выявлена достоверно большая распространённость лиц с повышенным артериальным давлением у мужчин и заболеваниями органов пищеварения у женщин; а также производственная обусловленность заболеваний органов пищеварения и кожи при высокой и средней степени связи с воздействием теплового излучения у женщин и мужчин соответственно. Воздействие теплового излучения увеличивало риск развития гинекологической патологии, а также осложнённой беременности, родов и послеродового периода у контролеров в 3,4 (очень высокая степень связи) и 3 раза (высокая степень) соответственно. Относительный риск смертности по причине болезней кровообращения составил в профессиональных группах отжигальщиков – 3,3; кузнецов – 2,8; плавильщиков – 1,8; что требует разработки целевых профилактических программ.

К л ю ч е в ы е с л о в а : повышенная температура воздуха рабочей зоны; тепловое излучение; профессиональный риск; здоровье работников металлургического производства

Для цитирования: Базарова Е.Л., Федорук А.А., Рослая Н.А., Гоголева О.И., Плотко Э.Г., Ошеров И.С., Бабенко А.Г. Оценка профессионального риска при воздействии нагревающего микроклимата в условиях модернизации металлургического предприятия. *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (12): 1460-1466. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1460-1466>

Для корреспонденции: Базарова Екатерина Ливерьевна, канд. мед. наук, докторант ФБУН «ЕМНЦ ПОЗРПП» Роспотребнадзора, врач по гигиене труда МЧУ «Медико-санитарная часть Тирус», 624760, Свердловская область, г. Верхняя Салда. E-mail: bazarova@vsmpro.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи – Базарова Е.Л.; концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи – Федорук А.А.; написание текста – Рослая Н.А.; редактирование – Гоголева О.И., Плотко Э.Г.; концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала – Ошеров И.С.; сбор и статистическая обработка материала – Бабенко А.Г.

Поступила 13.11.2020

Принята к печати 15.12.2020

Опубликована 25.01.2021

Ekaterina L. Bazarova^{1,2,3}, Anna A. Fedoruk³, Natal'ya A. Roslaya², Olga I. Gogoleva², Eduard G. Plotko³, Il'ya S. Osharov¹, Aleksei G. Babenko¹

Occupational risk assessment of the impact of a heating microclimate in conditions of modernization of a metallurgical enterprise

¹Tirus medical and sanitary unit, Verkhnyaya Salda, 624760, Russian Federation;

²Ural State Medical University, Yekaterinburg, 620028, Russian Federation;

³Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

Introduction. A controlled environment is the most significant industrial conditions factor, which predominantly affects the well-being, working capacity, and employees' health.

The objective of this research was the scientific justification of the need for prevention of the upgraded sections of the metallurgical enterprise related to the impact of the heating-controlled environment by results of an estimation of the occupational risk.

Results. The workplaces of the occupations under study were characterized by a heating-controlled environment. Under hygienic criteria, working conditions in most workplaces corresponded to hazardous ones and formed the pathology risk from low to very high (Classes 3.1–3.4). Overall, the enterprise usually registered a small degree of the relationship between the identified health disorders and the heating-controlled environment. Still, the morbidity of diseases of the ear, skin, and urogenital apparatus fulfilled the criteria of industrial conditionality, with an average degree with its influence. Male patients with high blood pressure and females with diseases of the digestive system were identified to show the significant-high incidence. Moreover, there is a high and medium degree of association of diseases of the digestive system and skin with exposure to heat radiation in women and men, respectively. Exposure to heat radiation at controllers raised the risk of developing gynecological abnormalities, as well as complications of pregnancy, childbirth, and the postpartum period by 3.4 times (very high degree of association) and 3.0 times (high degree), respectively. The relative risk of mortality owing to circulatory diseases was 3.3 in occupational groups of *lehr operators*, 2.8 in *blacksmiths*, and 1.8 in *melters* requiring the development of targeted prevention programs.

Key words: elevated temperature of the working zone air; thermal radiation; occupational risk; health of workers of metallurgical production

For citation: Bazarova E.L., Fedoruk A.A., Roslaya N.A., Gogoleva O.I., Plotko E.G., Oshero I.S., Babenko A.G. Occupational risk assessment of the impact of a heating microclimate in conditions of modernization of a metallurgical enterprise. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (12): 1460–1466. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1460-1466> (In Russ.)

For correspondence: Ekaterina L. Bazarova, MD, Ph.D, doctoral student at Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; doctor of occupational health at Private medical institution “Medical and sanitary unit “Tirus”, Verkhnyaya Salda, 624760, Russian Federation. E-mail: bazarova@vsmmpo.ru

Information about the authors:

Bazarova E.L., <https://orcid.org/0000-0002-7377-6024>; Roslaya N.A., <https://orcid.org/0000-0001-9076-9742>
Plotko E.G., <https://orcid.org/0000-0002-3031-2625>; Babenko A.G., <https://orcid.org/0000-0002-1424-6103>

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

Acknowledgement. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Contribution: Bazarova E.L. – research concept and design, the collection and processing of the material, statistical processing, writing a text, approval of the final version of the article; Fedoruk A.A. – research concept and design, writing a text, editing, approval of the final version of the article; Roslaya N.A. – writing a text; Gogoleva O.I., Plotko E.G. – editing; Oshero I.S. – research concept and design, the collection and processing of the material, statistical processing; Babenko A.G. – the collection and processing of the material, statistical processing.

Received: November 13, 2020

Accepted: December 15, 2020

Published: January 25, 2021

Введение

Микроклимат является важнейшим фактором производственной среды, от которого во многом зависят тепловое состояние, самочувствие, работоспособность, здоровье работников и производительность труда [1–4]. Значительные контингенты работников «горячих» участков производственных зданий (плавильных, кузнечных, прокатных, термической обработки) металлургических предприятий подвергаются воздействию нагревающего микроклимата – фактора универсального действия, оказывающего влияние на все процессы, происходящие в организме, вызывающего изменения функционального и патологического характера, прежде всего со стороны систем кровообращения, пищеварения, кожи, крови, глаз, органов дыхания, репродукции, нервной, иммунной и эндокринной систем [5–8], в связи с чем задача гигиенической оценки микроклимата как базовой основы прогнозирования состояния здоровья, разработки стратегии по минимизации профессионального риска (ПР) остаётся актуальной [9, 10].

Целью исследования являлось научное обоснование необходимости профилактического вмешательства на рабочих местах модернизируемых участков металлургического предприятия, связанных с воздействием нагревающего микроклимата, по результатам оценки профессионального риска.

Материал и методы

Исследование проводили на предприятии по производству титановых сплавов, включающем 40 цехов различных металлургических переделов. Ведущими факторами условий труда изучаемого производства являлись неблагоприятный микроклимат, шум, общая и локальная вибрация, электромагнитные поля, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и вредные вещества в воздухе рабочей зоны, тяжесть трудового процесса. Фактические параметры микроклимата изучали по данным производственного контроля, результатам аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда за последние 20 лет.

Оценку ПР проводили в целом по производству и более детально в 8 профессиональных группах (табл. 1). Во всех профессиях, кроме контролеров кузнечно-прессовых работ, заняты мужчины. Средний возраст работников предприятия – $40,3 \pm 0,10$ года, средний стаж работы – $23,6 \pm 0,11$ года.

Оценка ПР была проведена согласно Руководству Р 2.2.1766-03¹ и включала оценку априорного и апостериорного (реализованного) ПР. В первом случае по степени превышения параметров микроклимата соответствующих ПДУ (по СанПиН 2.2.4.3359-16²) устанавливали класс условий труда (КУТ), согласно Руководству Р 2.2.2006-05³, во втором – использовали подходы, изложенные в методике НИИ медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова [2, 11, 12]. Прогнозирование нарушений здоровья для наиболее характерных рабочих мест в каждой профессиональной группе осуществляли по модели Р.Ф. Афанасьевой [2, 13].

Оценку реализованного ПР проводили по социально значимым показателям состояния здоровья: заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) по данным обращаемости за 5 лет, распространённости хронической патологии (РХП) и нарушений крови по данным периодических медицинских осмотров (ПМО) за 2 года. В среднем на ПМО ежегодно обследовались 12 657 работников предприятия, в том числе 7356 мужчин и 5301 женщина. Число лиц, подвергающихся воздействию повышенной интенсивности теплового облучения, согласно поимённым спискам лиц, подлежащих ПМО, составило 1382 человека, или 10,4% от общей численности (1210 мужчин, или 16,1% от численности работников, и 172 женщины, или 3% от численности ра-

¹ Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766-03. М.: 2003.

² Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. СанПиН 2.2.4.3359-16. М., 2016.

³ Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05. М., 2005.

Таблица 1

Температура воздуха, ТНС-индекс и интенсивность теплового облучения на рабочих местах изучаемых профессиональных групп

Профессия Рабочее место	Категория работ	Показатель микроклимата						Класс условий труда по Р 2.2.2006-05*
		температура воздуха, °С		ТНС-индекс, °С		интенсивность теплового облучения, Вт/м ²		
		ПДУ в период года:		диапазон регистрируемых максимальных значений	ПДУ		регистрируемые значения	
		тёплый	холодный			ПДУ 140 Вт/м ²		
Плавильщики электронно-лучевого переплава	Пб	16–21	15–21	23,1–29,0	19,5–23,9	22,6–24,3	320–510	3.1–3.2/3.1
Плавильщики гарнисажного переплава	Пб	16–21	15–21	22,5–29,5	19,5–23,9	25,4	320–2000	2–3.3/3.2
Кузнецы автоматизированных кузнечно-прессовых комплексов:								
операторская	Ia	21–28	20–25	22,2–27,0	22,2–26,4	21,8	38–130	2
на погрузчиках	IIa	18–22	17–22	23,0–25,3	20,5–25,1	21,8	110–980	3.2–3.4/3.2
на манипуляторах	Пб	16–21	15–21	23,0–37,0	19,5–23,9	23,9–25,8	390	3.1
у печей и прессов (бригадиры и подручные)	III	15–26	13–21	23,0–29,5	18,0–21,8	22,8–26,3	171–2400	3.2–3.4/3.3
Нагревальщики	Пб	16–21	15–21	27,0–30,0	19,5–23,9	26,1	540–2000	3.1–3.3/3.3
Прокатчики горячего металла	Пб	16–21	15–21	25,0–30,0	19,5–23,9	25,2–29,0	630–2400	3.3–3.4/3.3
Отжигальщики	Пб	16–21	15–21	26,1–28,1	19,5–23,9	24,2–24,8	187–2000	3.1–3.2/3.2
Огнеупорщики	Пб	16–21	15–21	22,0–27,2	19,5–23,9	24,0–24,1	110–1200	2–3.2/3.1
Контролёры кузнечно-прессовых работ	IIa	18–22	17–22	22,3–32,7/27,8**	20,5–25,1	22,9–24,8	580–2500	2–3.3/3.2

Примечание. * Итоговые классы условий труда по фактору «микроклимат» с учётом хронометражных данных / класс, наиболее характерный для большинства рабочих мест в профессиональной группе; ** – в тёплый / холодный период года.

ботниц). Сравнивали заболеваемость лиц, подвергавшихся и не подвергавшихся воздействию нагревающего микроклимата (отдельно: теплового излучения – ТИ и повышенной температуры воздуха). Связь между воздействием повышенной температуры воздуха, ТИ и нарушениями здоровья считалась статистически достоверной при значении критерия $\chi^2 > 3,84$; $P < 0,05$. Достоверность различий заболеваемости по полу и между группами работающих в условиях труда разных классов по микроклимату оценивали по критерию Стьюдента t . Оценку связи между показателями заболеваемости и стажем работы осуществляли с использованием коэффициента корреляции r и его значимости по критерию t [14], корреляционную связь r^* считали достоверной при $t \geq 0,05$.

Результаты

Новые технологические процессы внедряются на каждом из этапов производства титановых сплавов: выплавке слитков, обработке давлением, термообработке, механической обработке, отделочных операциях, технологическом контроле. Регистрируемые уровни температуры воздуха рабочей зоны, ТНС-индекса и интенсивности теплового облучения на изучаемых рабочих местах и итоговый класс по фактору, установленный с учётом хронометражных данных, представлены в табл. 1.

Показатели микроклимата, как правило, превышали ПДУ. Технологическими операциями, характеризующимися наибольшей тепловой нагрузкой, являются разборка литейных комплектов, выгрузка слитков из плавильных печей, заготовок – из нагревательных и закалочных печей, подача их к прессам и прокатным станам, на места охлаждения, работа непосредственно у кузнечных прессов по корректировке положения штамповки, использованию технологических смазок, замене инструмента, у станов – по замерам толщины листов, регулировке подачи воды на валки, маркиров-

ка штамповок. На изучаемых рабочих местах микроклимат оценён как нагревающий. ПР по гигиеническим критериям категорировался от пренебрежимо малого у кузнецов-операторов в пультовых (класс 2), малого – у плавильщиков электронно-лучевой плавки (ЭЛП), кузнецов на манипуляторах, огнеупорщиков (класс 3.1), среднего – у плавильщиков гарнисажного переплава (ГРЭ), кузнецов на погрузчиках, отжигальщиков, контролёров кузнечно-прессовых работ (КПР) (класс 3.2) до высокого – у нагревальщиков, прокатчиков, бригадиров кузнецов и их подручных (класс 3.3) и очень высокого – на части рабочих мест кузнецов у прессов высокой мощности (класс 3.4).

Согласно прогнозной модели Р.Ф. Афанасьевой, на рабочих местах при КУТ по нагревающему микроклимату 3.3 (нагревальщики, прокатчики, бригадиры кузнецов и их подручных) прогнозируется сильное напряжение реакций терморегуляции, накопление тепла в организме $\Delta Q_{тс} = 4$ кДж/кг, снижение физической работоспособности и производительности труда до 29 и 36,5% соответственно. Имеется риск острых нарушений здоровья, в том числе риск несмертельного теплового удара. Хронические нарушения здоровья после одного года работы – в формах вегетососудистой дистонии по кардиальному или гипертоническому типу, гипертензии, поражении миокарда, болезнях органов пищеварения, гипохлоремии. Относительный риск смерти от болезней артерий, артериол и капилляров составит 3,8; от гипертонической болезни – 11,4; от ИБС – 2,5.

На рабочих местах при КУТ по нагревающему микроклимату 3.2 (контролёры КПР, отжигальщики, плавильщики ГРЭ, кузнецы – водители автопогрузчиков) прогнозируется выраженное напряжение реакций терморегуляции, накопление тепла в организме $\Delta Q_{тс} = 3,3$ кДж/кг, снижение работоспособности и производительности труда до 25 и 27,9% соответственно. Относительный риск смерти от болезней артерий, артериол и капилляров составит 2,6; от гипертонической болезни – 10,4; от ИБС – 1,8.

Таблица 2

Показатели риска при оценке влияния теплового излучения и повышенной температуры воздуха на заболеваемость работников

Нарушение здоровья	RR	CI (RR)	EF, %	CO	OR	CI (OR)	χ^2
<i>Воздействие теплового излучения</i>							
Артериальная гипертензия	1,18**	1,03–1,35	15,25	Малая	1,28	1,05–1,56	5,89
Гипергликемия	1,49***	1,17–1,89	32,89	Малая	1,57	1,20–2,06	10,77
ЗВУТ органов дыхания	1,06*	1,00–1,13	5,66	Малая	1,09	1,00–1,19	3,65т
ЗВУТ болезнями костно-мышечной системы	1,11**	1,02–1,20	9,91	Малая	1,14	1,03–1,26	6,43
ЗВУТ болезнями уха	1,42***	1,17–1,72	29,58	Малая	1,44	1,18–1,76	13,01
ЗВУТ болезнями мочеполовой системы	1,63***	1,48–1,80	38,65	Средняя	1,75	1,57–1,96	97,7
Повышенный гемоглобин	1,35***	1,21–1,51	25,93	Малая	1,84	1,47–2,30	29,18
Тромбоцитопения	1,48**	1,07–2,04	32,43	Малая	1,54	1,08–2,20	5,66
Лейкоцитоз	1,57***	1,28–1,93	36,31	Средняя	1,76	1,36–2,27	18,76
<i>Повышенная температура воздуха</i>							
Артериальная гипертензия	1,11*	0,99–1,24	9,91	Малая	1,17	0,99–1,38	3,43т
РХП органов дыхания	1,24**	1,03–1,50	19,35	Малая	1,28	1,03–1,59	5,02
РХП нервной системы	1,15*	0,99–1,34	13,04	Малая	1,19	0,99–1,44	3,28т
РХП кожи	1,60***	1,23–2,07	37,5	Средняя	1,66	1,26–2,20	12,64
ЗВУТ болезнями глаза	1,4***	1,14–1,72	28,57	Малая	1,41	1,14–1,74	10,23
ЗВУТ болезнями уха	1,88***	1,65–2,14	46,81	Средняя	1,94	1,69–2,22	90,90
ЗВУТ болезнями мочеполовой системы	1,78***	1,66–1,91	43,82	Средняя	1,94	1,78–2,11	241,4
Повышенный гемоглобин	1,22***	1,07–1,39	18,03	Малая	1,47	1,14–1,89	8,84
Лейкоцитоз	1,36**	1,05–1,76	26,47	Малая	1,46	1,06–2,01	5,46

Примечание. RR – относительный риск (relative risk); CI – 95% доверительный интервал относительного риска; EF – этиологическая доля (этиологическая фракция, etiological fraction), %; CO – степень обусловленности нарушений здоровья, вызванных фактором риска; OR – отношение шансов (odds ratio); CI (OR) – 95% доверительный интервал отношения шансов; χ^2 – критерий хи-квадрат. Различие между группой лиц в контакте с лиц с повышенной температурой воздуха/тепловым излучением и неэкспонированными работниками предприятия: * – имеют тенденцию к статистической значимости ($2,706 < \chi^2 < 3,84$); ** – достоверны ($\chi^2 > 3,84$; $p < 0,05$); *** – достоверны ($\chi^2 > 6,635$; $p < 0,01$).

На рабочих местах плавильщиков ЭЛП, кузнечов-водителей рельсовых манипуляторов, огнеупорщиков (КУТ 3.1) прогнозируется умеренное напряжение реакций терморегуляции, накопление тепла в организме $\Delta Q_{тс} = 2,75$ кДж/кг, снижение физической работоспособности – до 19%, снижение производительности труда при физической работе – до 22%. Относительный риск смерти от болезней артерий, артериол и капилляров составит 1,8; от гипертонической болезни – 9,2; от ИБС – 1.

При анализе материалов ЗВУТ и ПМО отмечается вклад повышенной температуры воздуха рабочей зоны и теплового излучения в развитие хронической патологии ряда органов и систем организма и увеличение ЗВУТ (табл. 2). С воздействием ТИ достоверно связано увеличение ЗВУТ болезнями костно-мышечной (RR = 1,1) и мочеполовой (RR = 1,6) систем; уха (RR = 1,4); увеличение распространенности лиц с повышенным артериальным давлением (RR = 1,2), гемоглобином (RR = 1,4), гипергликемией (RR = 1,5), лейкоцитозом (RR = 1,6), тромбоцитопенией (RR = 1,5); наблюдалась тенденция к достоверной связи увеличения ЗВУТ органов дыхания (RR = 1,1).

Статистически значимая связь выявлена между повышенной температурой воздуха и увеличением ЗВУТ болезнями уха (RR = 1,9); мочеполовой системы (RR = 1,9); глаза (RR = 1,4); увеличением РХП кожи (RR = 1,6), органов дыхания (RR = 1,2), увеличением распространенности лиц с повышенным количеством лейкоцитов (RR = 1,4) и гемоглобина (RR = 1,2). Наблюдалась тенденция к достоверной связи между воздействием повышенной температуры и увеличением РХП нервной системы (RR = 1,2), распространенностью

повышенного АД (RR = 1,1) (см. табл. 2). Патологию уха, кожи и мочеполовой системы можно отнести к производственным обусловленным заболеваниям при средней степени связи с работой (далее – ССР; термин и его категорирование приняты согласно Руководству Р 2.2.1766-03) по нагревающему микроклимату. В классе болезней костно-мышечной системы выявлен повышенный риск заболеваемости воспалительными полиартропатиями (RR = 1,64; EF = 38,85%; $\chi^2 = 30,1$; средняя ССР); в классе болезней органов пищеварения – болезнями печени (RR = 1,79; EF = 45,08%; $\chi^2 = 25,3$; средняя ССР).

При анализе ЗВУТ выявлен достоверно повышенный риск развития новообразований отдельных локализаций: злокачественных новообразований органов пищеварения (RR = 2,32; EF = 56,87%; $\chi^2 = 44,55$; высокая ССР), губы, полости рта и глотки (RR = 3,59; EF = 72,12%; $\chi^2 = 8,45$; очень высокая ССР), доброкачественных новообразований кожи (RR = 2,32; EF = 55,2%; $\chi^2 = 3,88$; высокая ССР). Отмечалась тенденция к значимому различию ЗВУТ новообразованиями органов дыхания (RR = 1,44; EF = 30,31%; $\chi^2 = 3,38$; малая ССР).

В нашем исследовании выявлено увеличение РХП эндокринной системы, уха, кожи, новообразований, гинекологических заболеваний при большей степени вредности условий труда по показателю ТИ (табл. 3), однако различия заболеваемости работников с разными КУТ не были статистически значимы. Отмечалась достоверно большая РХП уха, кожи и эндокринной системы у работников, подвергавшихся воздействию ТИ, в сравнении с неэкспонированными, уже при классе условий труда 2. При КУТ 3.3–3.4

Таблица 3

Распространённость нарушений здоровья у работающих в условиях нагревающего микроклимата, в зависимости от классов условий труда по тепловому излучению

Нарушение здоровья	Класс условий труда / количество работающих, человек		
	2/924	3.1–3.2/306	3.3–3.4/44
	Распространённость патологии (%) / Относительный риск		
Болезни эндокринной системы	22,2 / 1,12*	15,4 / 0,8	31,8 / 1,67**
Новообразования	2,7 / 0,6	2,3 / 0,54	4,5 / 1,08
Болезни уха	4,2 / 1,43**	2,6 / 0,69	4,5 / 1,22
Болезни кожи	9,8 / 1,58**	10,1 / 1,47**	9,1 / 1,31
Гинекологическая патология	25,8 / 0,85	28,6 / 1,06	Нет женщин

Примечание. Здесь и в табл. 4: различие заболеваемости между группами лиц с нагревающим микроклиматом и остальными работниками предприятия: * – имеет тенденцию к статистической значимости ($2,706 < \chi^2 < 3,841$); ** – различие заболеваемости между группами достоверно ($\chi^2 > 3,84$).

Таблица 4

Распространённость нарушений здоровья у работающих в условиях повышенной интенсивности теплового облучения в зависимости от пола и возраста

Нарушение здоровья	Мужчины, n = 1210	Женщины, n = 172	Возраст, лет / количество работающих, человек				
			18–25 / 130	26–35 / 516	36–45 / 337	46–55 / 315	56 и старше / 79
	Распространённость хронической патологии (%) / Относительный риск						
Болезни системы кровообращения	26,0 / 0,9	28,1 / 1,2	4,6 / 1,3	10,5 / 1,3	26,4 / 1,2*	50,5 / 1,2	64,6 / 1,1
Повышенное АД на ПМО	39,6* / 0,9	20,5 / 0,8	13,8 / 0,9	26,9 / 1,3**	40,9 / 1,2**	52,7 / 1,1*	59,5 / 1,1
Болезни органов пищеварения	25,0* / 1,6**	48,0 / 2,7**	25,4 / 2,1**	25,4 / 1,8**	29,1 / 1,7**	28,9 / 1,5**	41,8 / 1,7**
Болезни КМС	35,2 / 1,1*	39,8 / 1,1	8,5 / 1,1	24,4 / 1,2**	39,2 / 1,2*	54,3 / 1,1*	65,8 / 1,3**
Болезни ОД	10,9 / 1,0	10,5 / 1,3	9,2 / 1,0	7,9 / 1,0	14,2 / 1,5**	12,4 / 1,2	12,7 / 1,0
Болезни уха	2,8 / 0,7	3,5 / 1,8	0	1 / 0,8	1,2 / 0,6	6,0 / 1,6*	11,4 / 1,3
Болезни кожи	11,2 / 1,4**	12,3 / 2,2**	9,2 / 1,0	9,5 / 1,5**	13,1 / 2,5**	10,8 / 1,5**	20,3 / 2,3**
Гинекологическая патология	–	25,7 / 0,9	50,0 / 1,4	26,7 / 0,9	25,0 / 0,9	27,3 / 0,9	7,1 / 0,2
Повышенная масса тела	66,7 / 1,0	67,3 / 1,2**	42,3 / 1,1	59,3 / 1,2**	72,4 / 1,1**	79,7 / 1,1**	83,5 / 1,1
Повышенный холестерин крови	51,6 / 1,0	50,9 / 1,0	20,0 / 1,1	39,5 / 1,1*	57,6 / 1,1	71,4 / 1,0	77,2 / 1,0

Примечание. * – Различия заболеваемости между полами достоверны, $p < 0,01$ ($t > 2,58$).

наблюдалось увеличение РХП эндокринной системы в 1,4 раза в сравнении с допустимыми условиями труда (с 22,2 до 31,8%); заболеваемость болезнями эндокринной системы по величине относительного риска (1,67) соответствовала критерию производственно обусловленной при средней ССР с воздействием ТИ.

Формирование хронической патологии у работающих в условиях повышенной интенсивности ТИ происходило быстрее в сравнении с остальной популяцией работающих соответствующего возраста, что выражалось в значении относительного риска ($RR > 1$) в большинстве групп (табл. 4). Во всех возрастных группах наблюдали повышенную РХП органов пищеварения и костно-мышечной системы. У работников 18–25 лет отмечали наибольший относительный риск развития патологии органов пищеварения. Заболевание кожи являлись производственно-обусловленными при высокой степени связи с воздействием ТИ в возрастных группах 36–45 и 56 и более лет. Выявлены гендерные различия в реакциях на воздействие ТИ у лиц экспонированной группы: у мужчин наблюдалась достоверно превышающая аналогичные показатели среди женщин большая распространённость (в 1,9 раза) лиц с повышенным артериальным давлением. У женщин в сравнении с мужчинами РХП органов пищеварения выше (в 1,9 раза) (см. табл. 4). У экспони-

рованных лиц обоих полов наблюдали достоверное превышение в сравнении с неэкспонированными лицами того же пола РХП органов пищеварения и кожи, которые являлись производственно-обусловленными при средней и высокой степени связи с воздействием теплового излучения у мужчин и женщин соответственно.

В отдельных изучаемых профессиональных группах степень связи с условиями работы в нагревающем микроклимате находилась в диапазоне от малой до почти полной. В профессии нагревальщика выявлена высокая степень связи между нагревающим микроклиматом и РХП уха ($RR = 2,2$), средняя – с РХП кожи, ЗВУТ органов дыхания и артериальной гипертензии ($RR = 1,7$). РХП и ЗВУТ болезней костно-мышечной системы при малой ССР ($RR = 1,3–1,4$) достоверно связаны со стажем работы в профессии ($r = 0,59$ и $0,69$ соответственно; прямая связь средней силы). В профессии отжигальщика выявлена высокая степень связи между условиями труда и РХП органов пищеварения в целом ($RR = 2,2$), ЗВУТ язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки ($RR = 2,4$), болезнями печени и желчного пузыря ($RR = 2,4$), артериальной гипертензии ($RR = 2,2$) и средняя – со ЗВУТ болезнями костно-мышечной системы ($RR = 1,6$). Коэффициент корреляции между РХП системы кровообращения и стажем составлял 0,62 (связь средней силы).

В профессиональных группах плавильщиков ЗВУТ болезнями уха и кожи превышала показатели группы сравнения в 2,1 раза; РХП органов дыхания – в 2,2 (высокая ССР); ЗВУТ язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки; РХП эндокринной и нервной систем, органов пищеварения – в 1,8 раза, ЗВУТ бронхитами – в 2 раза (средняя ССР). Первичная инвалидность плавильщиков по причине острого нарушения мозгового кровообращения составила 6,9 на 10 000 работников. В профессии прокатчика ЗВУТ бронхитами превышала показатель группы сравнения в 1,7 раза (средняя ССР), ИБС – в 1,1; артериальной гипертензии – в 1,2 раза (при наличии прямой связи средней силы ($r = 0,32$) между заболеваемостью болезнями системы кровообращения со стажем). В профессии огнеупорщика РХП болезнью органов дыхания превышала показатель группы сравнения в 3,7 раза (очень высокая ССР) при сильной связи со стажем работы в профессии ($r = 0,89$); органов пищеварения и нервной системы – в 1,6 и 1,7 раза соответственно (средняя ССР). В профессиональных группах кузнецов РХП органов дыхания, кожи и мочевыделительной системы выше, чем в группе сравнения, в 3,1; 2,5 и 2,4 раза соответственно (высокая ССР), в первом случае выявлена средняя ($r = 0,45$), а в последнем – сильная ($r = 0,9^*$) связь со стажем. ЗВУТ болезнями уха у кузнецов превышала показатель группы сравнения в 2,6 раза, язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки – в 2,3 раза, инфекционными болезнями – в 2,5 раза (высокая ССР). Средняя степень связи была выявлена между нагревающим микроклиматом и РХП нервной системы ($RR = 1,7$); ЗВУТ кожи ($RR = 1,6$; при средней силе связи со стажем, $r = 0,67^*$). Относительный риск ЗВУТ болезнью системы кровообращения при сравнении заболеваемости кузнецов, работающих во вредных и допустимых условиях труда по фактору ТИ, составил $RR = 2,7$ (высокая ССР), при $r = 0,4$ (связь средней силы со стажем); болезнью костно-мышечной системы – $RR = 2,5$ (высокая ССР), болезнью уха – $RR = 1,2$ (малая). Первичная инвалидность кузнецов по причине болезнью системы кровообращения составила 7,1 на 10 000 работающих в профессии.

У контролёров КПП выявлена высокая степень связи между нагревающим микроклиматом и ЗВУТ по осложнениям беременности, родов и послеродового периода ($RR = 3$, средняя связь со стажем, $r = 0,36$), крови ($RR = 2,9$); средняя степень связи с РХП кожи ($RR = 1,8$), крови ($RR = 2$). Относительный риск ЗВУТ болезнью системы кровообращения при сравнении заболеваемости контролёров КПП во вредных и допустимых условиях труда по фактору ТИ составил $RR = 17,32$ (почти полная ССР); гинекологической патологии – $RR = 3,37$ (очень высокая ССР).

Отмечена более высокая, чем в контроле, ЗВУТ новообразованиями в профессии отжигальщика – в 3 раза, нагревальщика – в 2,1 раза (высокая ССР), огнеупорщика – в 1,9 раза (средняя ССР). Регистрировали повышенную ЗВУТ травмами в профессиях кузнеца – в 2,2 раза (высокая ССР); отжигальщика – в 1,5 раза; плавильщика – в 1,5 раза; прокатчика – в 1,4 раза; нагревальщика – в 1,2 раза. В профессиях отжигальщика, кузнеца и плавильщика регистрировали случаи смерти от болезнью системы кровообращения в трудоспособном возрасте. Среднегодовой показатель смертности от болезнью системы кровообращения (ИБС и острые нарушения мозгового кровообращения в сумме) за 2006–2015 гг. составил 3,23 на 1000 работников в профессии отжигальщика; 2,73 – кузнеца и 1,73 – плавильщика при среднезаводском показателе 0,98 ($RR = 3,3$; 2,8 и 1,8 соответственно).

Обсуждение

В целом характер и степень наблюдаемых изменений здоровья в указанных профессиях согласуются с прогнозируемыми по модели Р.Ф. Афанасьевой и с материалами научной литературы [1–10, 13, 15]. Известно, что более

высокая заболеваемость у рабочих «горячих» цехов объясняется снижением иммунной реактивности уже через год работы в условиях контакта с интенсивным ТИ [15]. В то же время авторами получены новые данные об особенностях формирования нарушений здоровья работников, подвергающихся гипертермическому воздействию в условиях современного металлургического производства титановых сплавов.

Следует отметить, что увеличение риска развития патологии различных органов и систем в изучаемых профессиональных группах обусловлено помимо нагревающего микроклимата комплексным воздействием всех факторов, характерных для изучаемого производства, а также поведенческих факторов риска. Например, если лейкоцитоз при воздействии ТИ наблюдали у 25% работающих, а у курящих работников – у 27,1%, то при сочетании ТИ и курения – у 30,1% ($RR = 1,88$), повышенный уровень гемоглобина наблюдали у 58,2; 58,1 и 67,9% работающих ($RR = 1,58$) соответственно, то есть имело место усиление эффектов влияния этих стрессоров на кровь. Повышенная заболеваемость новообразованиями может указывать на модифицирующий эффект нагревающего микроклимата при воздействии химических канцерогенов. Травматизм обусловлен снижением физической работоспособности и развитием утомления при воздействии всего комплекса вредных производственных факторов, включая нагревающий микроклимат.

В связи с вышеизложенным ограничением данного исследования является возможность использования его результатов применительно к конкретному производству с присущими ему факторами риска, детерминированными специфическими технологическими процессами. Установленные статистически значимые связи между воздействием нагревающего микроклимата и нарушениями здоровья диктуют необходимость проведения дальнейших исследований с привлечением методов многофакторного анализа и могут являться научным обоснованием разработки мер по нормализации микроклимата на рабочих местах.

Заключение

Рабочие места изучаемых профессий модернизируемых участков металлургического производства титановых сплавов характеризовались нагревающим микроклиматом. Согласно априорной оценке риска, условия труда на большинстве рабочих мест по параметрам микроклимата соответствуют вредным и формируют риск развития патологии от малого до очень высокого. По результатам апостериорной оценки риска в целом по предприятию в условиях внедрения новых технологий отмечали малую степень связи выявленных нарушений здоровья с нагревающим микроклиматом, однако заболеваемость болезнями уха, кожи и мочеполовой системы отвечала критериям производственной обусловленности при средней ССР. При воздействии ТИ выявлена достоверно большая распространённость лиц с повышенным артериальным давлением у мужчин и заболеваниями органов пищеварения у женщин; а также производственная обусловленность заболеваний органов пищеварения и кожи высокой и средней степени связи с воздействием ТИ у женщин и мужчин соответственно. Воздействие ТИ у контролёров КПП увеличивало риск развития гинекологической патологии, а также осложнений беременности, родов и послеродового периода в 3,4 (очень высокая ССР) и 3 раза (высокая ССР) соответственно. Относительный риск смертности работников трудоспособного возраста по причине болезнью кровообращения составил в профессиональных группах отжигальщиков – 3,3; кузнецов – 2,8; плавильщиков – 1,8; что требует разработки целевых профилактических программ.

Литература

- Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А., Бурмистрова О.В., Лосик Т.К. Микроклимат. В кн.: Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. *Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль*. М.: Медицина; 2003: 461–93.
- Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., ред. *Профессиональный риск для здоровья работников. Руководство*. М.: Травант; 2003: 142–9.
- Шахбазян Г.Х., Шлейфман Ф.М. *Гигиена производственного микроклимата*. Киев: Здоров'я; 1977.
- Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А., Бабаян М.А., Лебедева Н.В., Лосик Т.К., Субботин В.В. К обоснованию регламентации термической нагрузки среды на работающих в нагревающем микроклимате (на примере сталеплавильного производства). *Медицина труда и промышленная экология*. 1997; (2): 30–4.
- Головкова Н.П., Яковлева Т.П., Михайлова Н.С., Тихонова Г.И. Отдаленные последствия влияния нагревающего микроклимата различной интенсивности на здоровье металлургов. *Бюллетень Научного совета «Медико-экологические проблемы работающих»*. 2004; (3): 58–60.
- Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. *Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль*. М.: Медицина; 2003.
- Измеров Н.Ф., ред. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
- Семенникова Т.К., Лихачева Е.И., Филатова Р.И., Колмогорцева В.М. Клинические проявления хронического воздействия нагревающего микроклимата на металлургов и кузнецов. *Гигиена труда и профессиональные заболевания*. 1992; (5): 23–6.
- Рудаков М.Л., Степанов И.С. Оценка профессионального риска при воздействии нагревающего микроклимата при ведении подземных горных работ. *Записки горного института*. 2017; 225: 364–8. <https://doi.org/10.18454/pmi.2017.3.364>
- Самыкина Е.В., Самыкин С.В. Влияние нагревающего микроклимата как приоритетного фактора риска развития профессиональной патологии. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье*. 2017; (5): 144–7.
- Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.В., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (8): 4–12. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-8-4-12>
- Догле Н.В., Юркевич А.Я. *Заболеемость с временной утратой трудоспособности (методы изучения)*. М.: Медицина; 1984.
- Афанасьева Р.Ф., Прокопенко Л.В., Пальцев Ю.П., Бессонова Н.А., Бурмистрова О.В., Ермоленко А.Е. и соавт. Производственный стресс, обусловленный воздействием физических факторов, критерии его оценки и профилактики. В кн.: Измеров Н.Ф., ред. *Актуальные проблемы медицины труда*. М.; 2006: 49–130.
- Измеров Н.Ф., Капцов В.А., Денисов Э.И., Овакимов В.Г. Проблема оценки профессионального риска в медицине труда. *Медицина труда и промышленная экология*. 1993; 33(3–4): 1–4.
- Ретнев В.М., Дедкова Л.Е., Андропова Е.Р., Бойко И.В., Милутка Е.В. Заболевания, связанные с повышенной или пониженной температурой окружающей среды. В кн.: Гребеньков С.В., Бойко И.В., ред. *Профессиональные заболевания от воздействия физических факторов*. СПб.; 2014: 37–47.

References

- Afanas'eva R.F., Bessonova N.A., Burmistrova O.V., Losik T.K. Microclimate. In: Izmerov N.F., Suvorov G.A. *Physical Factors of the Production and Natural Environment. Hygiene Evaluation and Control [Fizicheskie faktory proizvodstvennoy i prirodnoy sredy. Gigenicheskaya otsenka i kontrol']*. Moscow: Meditsina; 2003: 461–93. (in Russian)
- Izmerov N.F., Denisov E.I., ed. *Occupational Health Risk for Employees. Manual [Professional'nyy risk dlya zdorov'ya rabotnikov. Rukovodstvo]*. Moscow: Trovant; 2003: 142–9. (in Russian)
- Shakhbazyan G.Kh., Shleyfman F.M. *Hygiene of the Industrial Microclimate [Gigiena proizvodstvennogo mikroklimata]*. Kiev: Zdorov'ya; 1977. (in Russian)
- Afanas'eva R.F., Bessonova N.A., Babayan M.A., Lebedeva N.V., Losik T.K., Subbotin V.V. On the justification of regulation of the thermal workload of the environment for workers engaged in a heating microclimate (on the example of steelmaking). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1997; (2): 30–4. (in Russian)
- Golovkova N.P., Yakovleva T.P., Mikhaylova N.S., Tikhonova G.I. Long-term consequences of the influence of the heating microclimate of various intensity on the health of metallurgists. *Byulleten' Nauchnogo soveta «Mediko-ekologicheskie problemy rabotayushchikh»*. 2004; (3): 58–60. (in Russian)
- Izmerov N.F., Suvorov G.A. *Physical Elements of the Production and Natural Environment. Hygiene Evaluation and Control [Fizicheskie faktory proizvodstvennoy i prirodnoy sredy. Gigenicheskaya otsenka i kontrol']*. Moscow: Meditsina; 2003. (in Russian)
- Izmerov N.F., ed. *Professional Pathology: National Guide [Professional'naya patologiya: natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. (in Russian)
- Semennikova T.K., Likhacheva E.I., Filatova R.I., Kolmogortseva V.M. Clinical manifestations of chronic exposure to the heating microclimate on metallurgists and blacksmiths. *Gigiena truda i professional'nye zabolevaniya*. 1992; (5): 23–6. (in Russian)
- Rudakov M.L., Stepanov I.S. Assessment of professional risk caused by heating microclimate in the process of underground mining. *Zapiski gornogo instituta*. 2017; 225: 364–8. <https://doi.org/10.18454/pmi.2017.3.364> (in Russian)
- Samykina E.V., Samykin S.V. The impact of heating microclimate as a priority risk factor for occupational diseases. *Vestnik meditsinskogo instituta «REAVIZ»: rehabilitatsiya, vrach i zdorov'e*. 2017; (5): 144–7. (in Russian)
- Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Lagutina G.N., Pfaf V.F., Chesalin P.V., Stepanyan I.V. Criteria and algorithms of work-relatedness assessment of workers' health disorders. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (8): 4–12. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-8-4-12> (in Russian)
- Dogle N.V., Yurkevich A.Ya. *Morbidity with Temporary Disability (Study Methods) [Zabolevaemost' s vremennoy utratoy trudospobnosti (metody izucheniya)]*. Moscow: Meditsina; 1984. (in Russian)
- Afanas'eva R.F., Prokopenko L.V., Pal'tsev Yu.P., Bessonova N.A., Burmistrova O.V., Ermolenko A.E., et al. Occupational stress due to physical factors, its evaluation and prevention criteria. In: Izmerov N.F., ed. *Current Problems of Occupational Medicine [Aktual'nye problemy meditsiny truda]*. Moscow; 2006: 49–130. (in Russian)
- Izmerov N.F., Kaptsov V.A., Denisov E.I., Ovakimov V.G. The issue of occupational risk evaluation in occupational health. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1993; 33(3–4): 1–4. (in Russian)
- Retnev V.M., Dedkova L.E., Andronova E.R., Boyko I.V., Milutka E.V. Diseases related to high or low ambient temperature. In: Greben'kov S.V., Boyko I.V., ed. *Occupational Diseases from the Impact of Physical Factors [Professional'nye zabolevaniya ot vozdeystviya fizicheskikh faktorov]*. St. Petersburg; 2014: 37–47. (in Russian)