

Профессиональные риски здоровью сварщиков при сочетанном влиянии сварочного аэрозоля и охлаждающего микроклимата

Е.М. Полякова, С.А. Сюрин

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
2-я Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

Резюме

Введение. Интенсификация экономической деятельности на территории северных регионов России требует углубления знаний об особенностях сочетанного влияния охлаждающего микроклимата и вредных производственных факторов.

Цель исследования — оценка риска развития нарушений здоровья у электрогазосварщиков (ЭГС) при работе в микроклимате с охлаждающими и допустимыми параметрами.

Материалы и методы. Был проведен сравнительный анализ условий труда и состояния здоровья ЭГС двух предприятий. В основную группу вошли 310 работников, подвергавшихся воздействию сварочных аэрозолей в условиях охлаждающего микроклимата подземного рудника. В контрольную группу были включены 282 работника вагоностроительного завода, работавших в цехах с допустимыми параметрами микроклимата.

Результаты. По данным периодического медицинского осмотра у ЭГС основной группы было установлено 499 хронических заболеваний, а контрольной – 230. В основной группе, по сравнению с контрольной, был повышен риск развития болезней органов пищеварения (ОР = 2,63; ДИ 1,47–4,70; $p = 0,0006$), мочеполовой системы (ОР = 6,55; ДИ 1,51–28,4; $p = 0,004$), костно-мышечной системы и соединительной ткани (ОР = 1,50; ДИ 1,14–1,97; $p = 0,003$), нервной системы (ОР = 5,29; ДИ 1,19–23,4; $p = 0,014$), кожи (ОР = 3,85; ДИ 1,61–9,18; $p = 0,001$), органов дыхания (ОР = 3,23; ДИ 1,84–5,69; $p < 0,001$), инфекционных и паразитарных болезней (ОР = 8,61; ДИ 2,03–36,5; $p = 0,0004$). Также в основной группе было меньше практически здоровых лиц и больше – с двумя и более заболеваниями ($p < 0,001$).

Заключение. У ЭГС, работающих в условиях охлаждающего микроклимата, были выявлены более значительные нарушения здоровья, чем у ЭГС, работающих в цехах предприятия с допустимыми параметрами микроклимата. Полученные результаты обуславливают необходимость разработки дополнительных медико-профилактических мероприятий для данной категории работников.

Ключевые слова: сварщики, условия труда, сварочные аэрозоли, охлаждающий микроклимат, риски здоровью.

Для цитирования: Полякова Е.М., Сюрин С.А. Профессиональные риски здоровью сварщиков при сочетанном влиянии сварочного аэрозоля и охлаждающего микроклимата // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 9. С. 69–77. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-69-77>

Сведения об авторах:

✉ **Полякова** Екатерина Михайловна – младший научный сотрудник отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; e-mail: USTIMENKOEKATERINA_2009@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3493-4592>.

Сюрин Сергей Алексеевич – д.м.н., главный научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Информация о вкладе авторов: Полякова Е.М. – сбор литературных данных, сбор и статистическая обработка материала, анализ материала; Сюрин С.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание и редактирование текста.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение правил биоэтики. Работа выполнялась в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол и дизайн исследования были обсуждены и одобрены локальным комитетом ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора от 12.05.2021, протокол № 35.2.

Статья получена: 08.07.21 / Принята к публикации: 20.08.21 / Опубликовано: 30.09.21

Occupational Health Risks from Combined Exposure to Welding Fumes and Cold Environment for Welders

Ekaterina M. Polyakova, Sergei A. Syurin

Northwest Public Health Research Center, 4 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

Summary

Introduction: Intensification of economic activities in the northern regions of Russia requires a better understanding of the combined health effect of cold environment and occupational risk factors.

Objective: To assess the risk of developing health disorders in gas and electric welders exposed to low and normal workplace temperatures.

Materials and methods: We conducted a comparative analysis of working conditions and health status of welders at two enterprises. The main cohort included 310 workers exposed to welding fumes and cold microclimate in an underground mine. The control cohort included 282 employees of a railcar manufacturing facility performing their functional duties in workshops with acceptable microclimate parameters.

Results: According to the results of periodic medical examinations, 499 chronic diseases were diagnosed in welders of the main cohort against 230 among the controls. Compared to the reference cohort, underground welders were at higher risk of developing diseases of the digestive system (RR = 2.63; CI: 1.47–4.70; $p = 0.0006$), genitourinary (RR = 6.55; CI: 1.51–28.4; $p = 0.004$), musculoskeletal (RR = 1.50; CI: 1.14–1.97; $p = 0.003$), and nervous systems (RR = 5.29; CI: 1.19–23.4; $p = 0.014$), skin (RR = 3.85; CI: 1.61–9.18; $p = 0.001$), respiratory organs (RR = 3.23; CI: 1.84–5.69; $p < 0.001$), as well as infectious and parasitic diseases (RR = 8.61; CI: 2.03–36.5; $p = 0.0004$). Thus, the number of healthy workers was smaller while the number of workers suffering from two or more chronic diseases was bigger in this cohort ($p < 0.001$).

Conclusions: The welders working in cold environment were significantly less healthy than those working in normal workplace temperatures. The results necessitate the development of additional measures of disease prevention for this category of employees.

Keywords: welders, working conditions, welding aerosols, cold environment, health risks.

For citation: Polyakova EM, Syurin SA. Occupational health risks from combined exposure to welding fumes and cold environment for welders. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(9):69–77. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-69-77>

Author information:

✉ Ekaterina M. Polyakova, Junior Researcher, Department of Environmental Research and Public Health in the Arctic Zone of the Russian Federation, Northwest Public Health Research Center; e-mail: USTIMENKOEKATERINA_2009@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3493-4592>.

Sergei A. Syurin, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Northwest Public Health Research Center; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Author contributions: Polyakova E.M. did a literature review, data collection, statistical processing and analysis; Syurin S.A. developed the study conception and design, collected and processed data, and wrote the manuscript. Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Respect for patient rights and principles of bioethics: The research was conducted in accordance with the Helsinki Declaration. The research protocol was approved by the local Biomedical Ethics Committee of the Northwest Public Health Research Center (Minutes No. 35.2 of May 12, 2021).

Received: June 8, 2021 / Accepted: August 20, 2021 / Published: September 30, 2021

Введение. Вопросы сохранения здоровья работников, подвергающихся сочетанному воздействию охлаждающего микроклимата рабочих мест и других вредных производственных факторов, актуальны для России, особенно ее северных и восточных регионов [1–3]. Было доказано, что воздействие охлаждающего микроклимата повышает уровень общей [4] и профессиональной заболеваемости, в частности ускоряет развитие вибрационной болезни [5–7], способствует более ранней манифестации и прогрессированию сердечно-сосудистых заболеваний [8, 9], влияет на формирование «циркумпольного гипоксического синдрома» [10], развитие скелетно-мышечных нарушений [11, 12], а также возникновение нарушений репродуктивной функции как у мужчин, так и у женщин [13, 14].

В настоящее время профессия электрогазосварщика (ЭГС) является одной из наиболее распространенных и востребованных [15]. Известно, что в процессе сварки и резки металлов происходит образование опасных и вредных веществ, которые оказывают неблагоприятное воздействие на работника. К таким веществам относятся твердые и газообразные токсические вещества сварочного аэрозоля, состав которых зависит от сварочных материалов и свариваемых металлов, способов и режимов сварки и ряда других обстоятельств [16, 17].

Среди профессиональных нарушений здоровья ЭГС наиболее распространена хроническая интоксикация марганцем [18]. Также отмечается высокая доля бронхолегочных заболеваний, вызванных воздействием сварочного аэрозоля [19]. Прежде всего это пневмокониоз, который выявляется обычно у ЭГС при стаже более 15 лет, и хронический бронхит, возникающий уже через 5 лет работы в профессии [20, 21]. Кроме болезней органов дыхания у ЭГС выявлен высокий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [22], в частности установлена связь между ишемией миокарда и проведением сварочных работ [23].

Важно отметить, что труд ЭГС широко применяется на предприятиях всех отраслей, имеющих рабочие места с охлаждающим микроклиматом как на открытых площадках, так и в производственных помещениях [3, 19]. Происходящая интенсификация экономической деятельности на территории «холодных» регионов Российской Федерации требует углубления знаний об особенностях сочетанного влияния охлаждающего микроклимата и вредных производственных факторов, включая сварочные аэрозоли.

Цель исследования заключалась в оценке риска развития нарушений здоровья у ЭГС при воздействии сварочных аэрозолей в микроклимате с охлаждающими и допустимыми параметрами.

Материалы и методы исследования. Изучены результаты специальной оценки условий труда (СОУТ) и периодических медицинских осмотров (ПМО) ЭГС подземных апатит-нефелиновых рудников (Мурманская область), составивших основную группу, и вагоностроительного предприятия (Ленинградская область), составивших группу контроля. Отличительным признаком условий труда двух групп было наличие (основная группа) или отсутствие (контрольная группа) охлаждающего микроклимата рабочих мест, а общим — экспозиция к сварочным аэрозолям. Все ЭГС были мужчинами.

Математико-статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с применением программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и Epi Info 7.0. Сравнение двух независимых выборок осуществляли с помощью *t*-критерия Стьюдента. Рассчитывали относительный риск (ОР) развития хронической патологии и его 95 % доверительный интервал (ДИ). Различия структуры распределения качественных признаков оценивали с помощью критерия согласия χ^2 . Числовые данные представлены в виде абсолютных значений, процентной доли, среднего арифметического и стандартной ошибки среднего арифметического ($M \pm m$). В качестве критерия статистической надежности выбран не менее чем 95 % доверительный интервал ($p < 0,05$).

Результаты исследования. Результаты СОУТ рабочих мест ЭГС основной группы показывают, что в составе твердой фазы аэрозоля, выделяющегося при сварке, на рабочем месте в зоне дыхания был обнаружен марганец в концентрациях 0,21–0,50 мг/м³ (ПДК – 0,6 мг/м³). Среднесменные концентрации марганца составили 0,23–0,31 мг/м³ (ПДК – 0,2 мг/м³). Среднесменные концентрации диЖелезотриоксида – 1,8–2,2 мг/м³, силикатсодержащей пыли – 1,85 мг/м³ – ниже значений предельно допустимых концентраций. Оценку газовой составляющей проводили по содержанию оксидов азота и оксида углерода. Концентрации определяемых веществ находились в диапазонах 5,9–14,4 мг/м³ (ПДК – 5 мг/м³); 21,3–40,8 мг/м³ (ПДК – 20 мг/м³) соответственно. Рассчитанный эффект суммации для оксидов азота и оксида углерода находится в диапазоне 1,3–4,0. Полученные данные позволяют оценить условия труда по химическому фактору как 3-й класс 1-й степени.

В подземных рудниках добыча руды и погрузочно-доставочные работы осуществляются в условиях охлаждающего микроклимата, что соответствует температуре воздуха, равной 3–8 °С в холодный период года, повышенной влажности (до 100 %) и скорости движения воздуха до 2,0–4,0 м/с. По данным СОУТ микроклимат в подземных условиях имеет охлаждающий характер

и соответствует классу 3.1. Эквивалентный уровень непостоянного шума на рабочем месте ЭГС при проведении ремонтных работ составляет 83–85 дБА, что превышает ПДУ – 80 дБА. Интенсивность ультрафиолетового излучения 200–315 нм (УФ-В + УФ-С) при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук составляет во время проведения сварочных работ 6,18 Вт/м², 8,12 Вт/м², 7,23 при ПДУ 1,0 Вт/м² – класс 3.1.

ЭГС основной группы вынуждены длительное время в течение рабочей смены находиться в неудобной позе, в частности стоя – в течение 30 % времени, до 20 % смены – в фиксированной позе и до 20 % смены – в вынужденной позе, что позволяет оценить тяжесть труда ЭГС основной группы как 3-й класс – тяжелый труд 1-й степени.

При итоговой оценке полученных результатов установлено, что условия труда ЭГС основной группы оцениваются как вредные – 3-й класс 2-й степени. В качестве вредных факторов признаны химические вещества сварочных аэрозолей, шум, неионизирующие излучения, тяжесть труда.

Исследование условий труда ЭГС контрольной группы показало, что работы выполняются в помещении специально оборудованного сварочного поста с вытяжной вентиляцией, а также в производственных помещениях предприятия. В составе сварочного аэрозоля, выделяющегося в воздушную среду при сварке на оборудованном вентиляцией месте, концентрации марганца составляли 0,04–0,12 мг/м³ (ПДК – 0,6 мг/м³), фтористого водорода – 0,02–0,03 мг/м³ (ПДК – 0,5 мг/м³); концентрации диоксида азота, озона, оксида углерода находились ниже предела определения. При выполнении сварочных работ на участках технического ремонта оборудования содержание марганца в воздушной среде составило 0,7–1,8 мг/м³ (ПДК – 0,6 мг/м³), оксида углерода – 5–12 мг/м³ (ПДК – 20 мг/м³), фтористого водорода – 0,2–0,3 мг/м³ (ПДК – 0,5 мг/м³), диоксида азота – < 1 мг/м³ (ПДК – 2 мг/м³). Среднесменные концентрации диоксида азота находились в пределах 6,5–8,7 мг/м³. Полученные результаты позволяют оценить условия труда по химическому фактору как 3-й класс 1-й степени.

Оценка микроклимата в холодный период года на рабочих местах ЭГС показала, что фактические среднесменные значения температуры воздуха были в пределах 21,7–23,8 °С, скорости движения воздуха – менее 0,1 м/с и относительной влажности – 17–33,4 %. Микроклимат всех производственных помещений соответствовал допустимому классу условий труда (класс 2).

Интенсивность ультрафиолетового излучения 200–315 нм (УФ-В + УФ-С) при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук ЭГС составляет во время проведения сварочных работ 6,18 Вт/м², 8,12 Вт/м², 7,23 при ПДУ 1,0 Вт/м² – класс 3.1. По данным СОУТ, параметры физической, динамической и статической нагрузок, массы перемещаемых вручную деталей и заготовок, количество стереотипных региональных рабочих движений, рабочая поза (стоя – в течение 40 % времени, до 20 % смены – фиксированная поза и до 20 % – вынужденная поза) и другие показатели соответствуют тяжести труда 3-го класса – тяжелый труд 1-й степени.

В целом условия труда ЭГС оцениваются как вредные – 3-й класс 2-й степени. В качестве вредных факторов отмечены химические вещества сварочных аэрозолей, включая вещества фиброгенного действия, и тяжесть трудовых процессов (табл. 1).

ПМО был проведен у 310 и 282 работников основной и контрольной групп соответственно. Значимых различий по возрасту ($41,2 \pm 0,4$ и $40,8 \pm 0,6$ лет, $p = 0,579$) и продолжительности стажа ($8,56 \pm 0,54$ и $8,41 \pm 0,52$ лет, $p = 0,841$) между группами не отмечалось. У ЭГС основной группы было установлено 499 заболеваний одиннадцати классов (по МКБ 10), а контрольной – 230 заболеваний тринадцати классов (табл. 2).

В обеих группах наиболее распространенным классом болезней были болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (см. рисунок). Структура хронической патологии у работников двух сравниваемых групп отличалась по трем классам заболеваний. В основной группе больший удельный вес имели инфекционные и паразитарные заболевания ($p = 0,022$) и болезни органов дыхания ($p = 0,029$), а в контрольной – болезни эндокринной системы, расстройства питания

Таблица 1. Общая оценка условий труда электрогазосварщиков сравниваемых групп

Table 1. General assessment of working conditions of gas and electric welders of the compared cohorts

Факторы производственной среды (ФПС) и трудового процесса (ТП) / Factors of the working environment and work process	Группа / Cohort	
	основная / main	контрольная / control
Химические соединения / Chemicals	3.1	3.1
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия / Aerosols possessing pulmonary fibrogenic potential	2.0	3.1
Шум / Noise	3.1	2.0
Инфразвук / Infrasound	2.0	2.0
Вибрация общая / Whole-body vibration	2.0	2.0
Вибрация локальная / Hand-arm vibration	2.0	2.0
Неионизирующие излучения (в т.ч. УФ-излучение) / Non-ionizing radiation (including ultraviolet radiation)	3.1	3.1
Микроклимат / Microclimate	3.1 (охлаждающий / cold)	2.0
Световая среда / Illumination	2.0	Отсутствует / Absent
Тяжесть трудового процесса / Labor severity	3.1	3.1
Напряженность трудового процесса / Labor intensity	2.0	2.0
Итоговый класс (подкласс) условий труда / Total class (subclass) of working conditions	3.2	3.2
Продолжительность смены / Shift duration	8 часов, бригадная работа / 8 hours, teamwork	11,25 часа, бригадная работа / 11,25 hours, teamwork

Таблица 2. Структура патологии в сравниваемых группах работников, случаи (%)
Table 2. Distribution of diseases in the compared cohorts of workers by disease category, cases (%)

№	Показатель / Indicator	Основная группа / Main cohort (n = 499)	Группа контроля / Control cohort (n = 230)	p
1	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of musculoskeletal system and connective tissue	115 (23,0)	62 (27,0)	0,253
2	Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and adnexa	98 (19,6)	46 (20,0)	0,910
3	Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	76 (15,2)	37 (16,1)	0,767
4	Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	56 (11,2)	14 (6,1)	0,029
5	Болезни органов пищеварения / Diseases of the digestive system	44 (8,8)	14 (6,1)	0,206
6	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases	27 (5,4)	38 (16,5)	< 0,001
7	Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	27 (5,4)	6 (2,6)	0,091
8	Инфекционные и паразитарные болезни / Infectious and parasitic diseases	20 (4,0)	2 (0,9)	0,022
9	Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	12 (2,4)	2 (0,9)	0,161
10	Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	15 (3,0)	2 (0,9)	0,076
11	Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	9 (1,8)	4 (1,7)	0,952
12	Психические расстройства и расстройства поведения / Mental and behavioural disorders	–	2 (0,9)	0,186
13	Новообразования / Neoplasms	–	1 (0,4)	1,000
14	Практически здоровые работники / Healthy workers	64 (20,6)	138 (48,9)	< 0,001
15	Работники с одним заболеванием / Workers suffering from a disease	96 (31,0)	81 (28,7)	0,552
16	Работники с двумя и более заболеваниями / Workers suffering from two or more diseases	150 (48,4)	63 (22,3)	< 0,001
17	Число заболеваний у одного работника / Number of diseases per worker	1,61 ± 0,07	0,81 ± 0,06	< 0,001

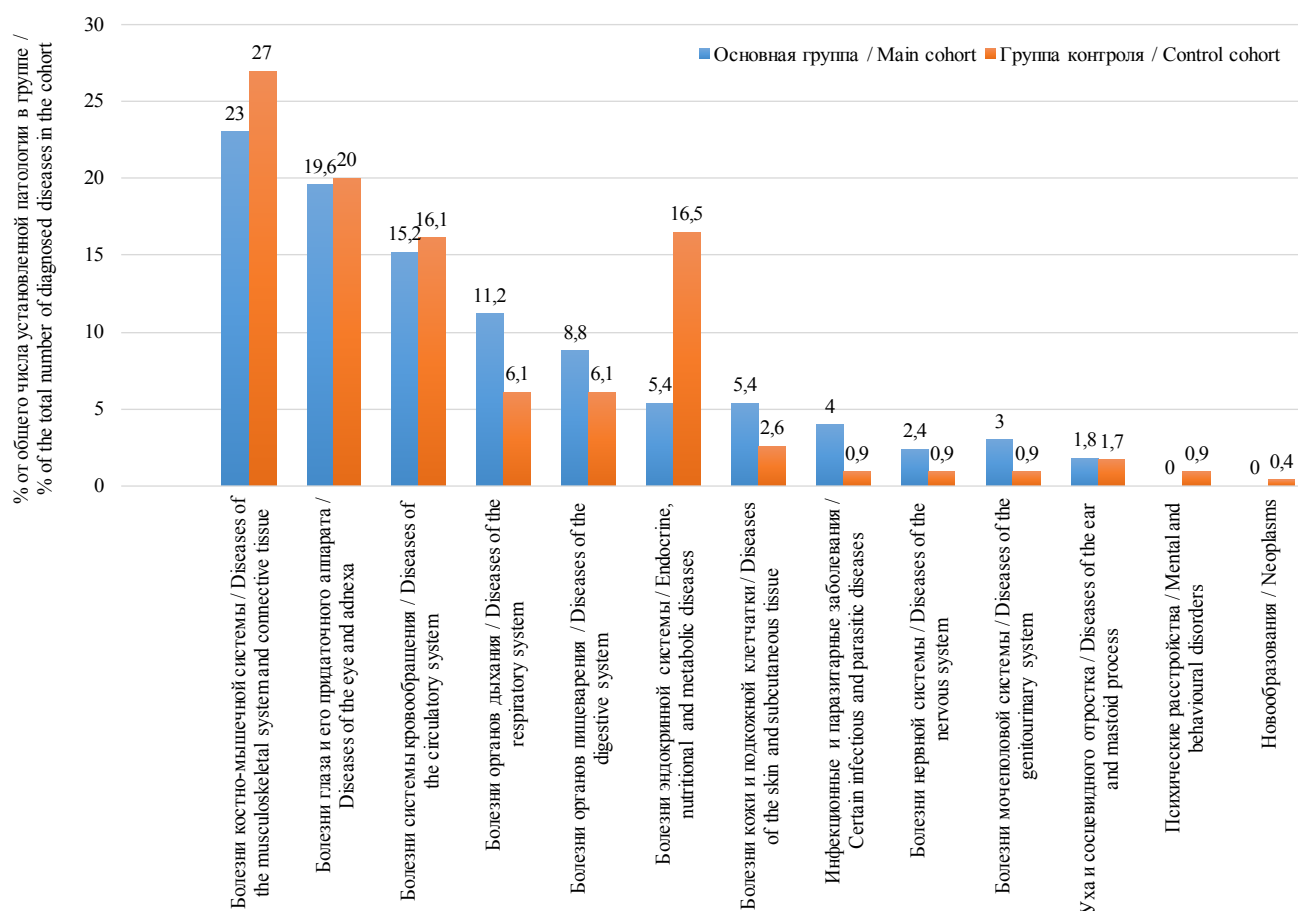


Рисунок. Структура хронической патологии электрогазосварщиков при воздействии сварочных аэрозолей в микроклимате с охлаждающими и допустимыми параметрами

Figure. Distribution of chronic diseases in gas and electric welders exposed to welding fumes at cold and normal working temperatures by disease category

и нарушения обмена веществ ($p < 0,001$) за счет более частого выявления ожирения. Кроме того, в основной группе была меньше доля практически здоровых лиц и больше — с двумя и более заболеваниями, диагностируемыми у одного работника ($p < 0,001$). Также в основной группе, по сравнению с контрольной группой, отмечалось большее число заболеваний, выявляемых у одного работника ($p < 0,001$).

Общий риск развития болезней всех классов в основной группе был существенно выше, чем в контрольной группе: ОР = 1,37; ДИ 1,23–1,53; $\chi^2 = 35,6$; $p < 0,001$. Также он был выше для семи отдельных классов заболеваний, в том числе для болезней органов пищеварения (ОР = 2,63; ДИ 1,47–4,70; $\chi^2 = 11,7$; $p = 0,0006$), мочеполовой системы (ОР = 6,55; ДИ 1,51–28,4; $\chi^2 = 8,53$; $p = 0,004$), костно-мышечной системы и соединительной ткани (ОР = 1,50; ДИ 1,14–1,97; $\chi^2 = 8,75$; $p = 0,003$), нервной системы (ОР = 5,29; ДИ 1,19–23,4; $\chi^2 = 6,10$; $p = 0,014$), кожи (ОР = 3,85; ДИ 1,61–9,18; $\chi^2 = 10,9$; $p = 0,001$), органов дыхания (ОР = 3,23; ДИ 1,84–5,69; $\chi^2 = 19,3$; $p < 0,001$), инфекционных и паразитарных болезней (ОР = 8,61; ДИ 2,03–36,5; $\chi^2 = 12,7$; $p = 0,0004$).

Изучено влияние изменений возраста на показатели здоровья ЭГС, осуществляющих сварочные работы в охлаждающем микроклимате и в микроклимате с допустимыми параметрами. Они были минимальными и проявлялись только большей долей болезней эндокринной системы у работников контрольной группы в возрасте 30–41 и 41–50 лет (табл. 3).

Риск развития хронической патологии у работников основной группы, по сравнению с контрольной, был выше в возрасте до 30 лет (ОР = 2,22; ДИ 1,07–4,65; $\chi^2 = 6,20$; $p = 0,0127$), 31–40 лет (ОР = 1,51; ДИ 1,23–1,86; $\chi^2 = 17,4$; $p < 0,001$) и 41–50 лет (ОР = 1,39; ДИ 1,18–1,65; $\chi^2 = 16,7$; $p < 0,001$). Только в возрасте свыше 50 лет вероятность формирования заболеваний в обеих группах существенно не отличалась: ОР = 1,17; ДИ 0,97–1,42; $\chi^2 = 2,81$; $p = 0,094$.

Динамика показателей здоровья, связанных с увеличением возраста, в сравниваемых группах имела сходный характер, но была более выраженной в основной группе за счет более раннего (31–40 лет) увеличения доли лиц с полиморбидной патологией и числа заболеваний, диагностированных у одного работника ($p < 0,001$). В обеих группах в возрасте 41–50 лет происходило уменьшение числа практически здоровых лиц, а в возрасте более 50 лет — дальнейшее ухудшение показателей здоровья. Значимые различия определялись между сравниваемыми группами и проявлялись следующими признаками: большим числом заболеваний, выявляемых у одного работника в основной группе во всех возрастах ($p < 0,05$ – $0,001$); большей долей лиц с полиморбидной патологией в возрасте 31–40 и 41–50 лет ($p < 0,001$); меньшей долей практически здоровых лиц в возрасте до 30 лет, 31–40 лет и 41–50 лет ($p < 0,05$ – $0,001$) (табл. 4).

Изменения продолжительности стажа оказывали минимальное влияние на структуру хронических заболеваний в обеих группах. В основной группе отмечалось увеличение удельного веса болезней

Таблица 3. Распространенность и структура заболеваний у лиц сравниваемых групп в зависимости от их возраста, случаи (%)

Table 3. The prevalence and distribution of diseases in workers of the compared cohorts by age, cases (%)

Показатель / Indicator	Возраст, лет / Age, years			
	≤ 30 (n = 44) (n = 6)	31–40 (n = 173) (n = 73)	41–50 (n = 185) (n = 92)	> 50 (n = 97) (n = 59)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	6 (13,6) 2 (33,3)	35 (20,2) 19 (26,0)	47 (25,4) 22 (23,9)	26 (26,8) 19 (32,2)
Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and adnexa	10 (22,7) 2 (33,3)	31 (17,9) 15 (20,5)	40 (21,6) 16 (17,4)	17 (17,5) 13 (22,0)
Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	4 (8,9) 1 (16,7)	18 (10,4) 8 (11,0)	28 (15,1) 14 (15,2)	26 (26,8) [#] 14 (23,7)
Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	7 (15,9) 0	28 (16,2) 4 (5,5)	13 (7,0) 7 (7,6)	8 (8,2) 4 (6,8)
Болезни органов пищеварения / Diseases of the digestive system	3 (6,8) 0	22 (12,7) 6 (8,2)	15 (8,1) 8 (8,7)	4 (4,1) 0
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases	4 (8,9) 1 (16,7)	7 (4,0) 12 (16,4)*	10 (5,4) 18 (19,6)*	4 (4,1) 7 (11,9)
Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	2 (4,5) 0	11 (6,4) 3 (4,1)	11 (5,9) 3 (3,3)	3 (3,1) 0
Инфекционные и паразитарные / Infectious and parasitic diseases	4 (8,9) 0	7 (4,0) 1 (13,4)	8 (4,3) 1 (1,1)	1 (1,0) 0
Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	0 0	1 (8,3) 1 (13,4)	3 (12,5) 0	0 0
Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	1 (25,0) 0	2 (16,7) 1 (13,4)	6 (25,0) 2 (2,2)	16 (34,8) 1 (1,7)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	2 (4,5) 0	3 (2,3) 2 (2,7)	3 (1,6) 0	3 (3,1) 0
Психические расстройства и расстройства поведения / Mental and behavioural disorders	0 0	0 0	1 (1,1) 0	1 (1,7) 0
Новообразования / Neoplasms	0 0	0 1 (13,4)	0 0	0 0

Примечание: числитель – основная группа; знаменатель – контрольная группа; # – статистически значимые различия ($p < 0,05$) внутри групп;

* – статистически значимые различия ($p < 0,05$) между группами.

Note: the numerator is the main cohort; the denominator is the reference cohort; # statistically significant differences ($p < 0.05$) within the cohorts;

* statistically significant differences ($p < 0.05$) between the cohorts.

Таблица 4. Влияние возраста на здоровье работников сравниваемых групп, случаи (%)
Table 4. Effects of age on the health status of workers in the compared cohorts, cases (%)

Показатель / Indicator	Возраст, лет / Age, years			
	≤ 30 (n = 45) (n = 21)	31–40 (n = 134) (n = 123)	41–50 (n = 92) (n = 100)	> 50 (n = 39) (n = 38)
Практически здоровые работники / Healthy workers	17 (37,8) 15 (71,4)*	32 (23,9) 71 (57,7)*	0 (10,9) ¹ 45 (45,0) ^{1,3*}	5 (12,8) ^{2,5} 6 (23,1) ^{2,4}
Работники с одним заболеванием / Workers suffering from a disease	24 (53,3) 6 (28,6)*	45 (33,6) ¹ 34 (27,6)	22 (23,9) ³ 28 (28,0) ^{1,3}	5 (12,8) ^{2,4,5} 6 (23,1) ^{3,4}
Работники с двумя и более заболеваниями / Workers suffering from two or more diseases	4 (8,9) 0	57 (42,5) ¹ 19 (15,4)*	60 (65,2) 27 (27,0)*	29 (74,4) ^{2,3,4} 14 (53,8) ^{2,4}
Число заболеваний у одного работника / Number of diseases per worker	0,95 ± 0,15 0,29 ± 0,06*	1,29 ± 0,08 ¹ 0,59 ± 0,07*	2,01 ± 0,09 ¹ 0,92 ± 0,10 ^{1,3*}	2,49 ± 0,15 ^{2,3,4} 1,55 ± 0,15 ^{2,4,5*}

Примечание: числитель – основная группа; знаменатель – контрольная группа; * – статистически значимые различия ($p < 0,05$) между группами; ¹ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при возрасте ≤ 30 лет и 41–50 лет; ² – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при возрасте ≤ 30 лет и более 50 лет; ³ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при возрасте 31–40 лет и 41–50 лет; ⁴ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при возрасте 31–40 лет и более 50 лет; ⁵ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при возрасте 41–50 лет и более 50 лет.

Note: the numerator is the main cohort; the denominator is the reference cohort; * statistically significant differences ($p < 0.05$) between the cohorts; ¹ statistically significant differences ($p < 0.05$) between the age groups of ≤ 30 years and 41–50 years; ² statistically significant differences ($p < 0.05$) between the age groups of ≤ 30 years and > 50 years; ³ statistically significant differences ($p < 0.05$) between the age groups of 31–40 and 41–50 years; ⁴ statistically significant differences ($p < 0.05$) between the age groups of 31–40 and > 50 years; ⁵ statistically significant differences ($p < 0.05$) between the age groups of 41–50 and > 50 years.

системы кровообращения при стаже более 50 лет по сравнению со стажем до 5 лет ($p < 0,01$). В группе контроля таких изменений структуры патологии не было. Между двумя группами отмечалось только одно отличие: при стаже 11–15 лет доля болезней эндокринной системы у работников контрольной группы была больше, чем в основной ($p < 0,001$) (табл. 5).

В основной группе, по сравнению с контрольной, повышенный риск развития хрони-

ческой патологии отмечался при стаже до 5 лет ($OR = 1,39$; ДИ $1,97-1,70$; $\chi^2 = 10,4$; $p = 0,001$), 6–10 лет ($OR = 1,5$; ДИ $1,20-1,89$; $\chi^2 = 13,9$; $p = 0,0002$) и 41–50 лет ($OR = 1,25$; ДИ $1,00-1,55$; $\chi^2 = 4,49$; $p = 0,034$). При стаже свыше 15 лет существенных различий между двумя группами не выявлялось ($OR = 1,13$; ДИ $0,92-1,39$; $\chi^2 = 1,52$; $p = 0,218$) (табл. 6).

Увеличение продолжительности стажа у работников обеих групп приводило к снижению

Таблица 5. Распространенность и структура заболеваний у работников сравниваемых групп в зависимости от стажа работы, случаи (%)

Table 5. The prevalence and distribution of diseases among workers of the compared cohorts by length of service, cases (%)

Показатель / Indicator	Стаж, лет / Years of employment			
	≤ 5 (n = 139) (n = 80)	6–10 (n = 131) (n = 58)	11–15 (n = 109) (n = 48)	> 15 (n = 120) (n = 44)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	<u>30 (21,6)</u> 26 (32,5)	<u>22 (16,8)</u> 16 (27,6)	<u>30 (27,5)</u> 11 (22,9)	<u>33 (27,5)</u> 9 (20,5)
Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and adnexa	<u>27 (19,4)</u> 12 (15,0)	<u>30 (22,9)</u> 12 (20,7)	<u>21 (19,3)</u> 12 (25,0)	<u>20 (16,7)</u> 10 (22,7)
Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	<u>12 (8,6)</u> 9 (11,3)	<u>17 (13,0)</u> 7 (12,7)	<u>17 (15,6)</u> 11 (22,9)	<u>30 (25,0)[#]</u> 10 (22,7)
Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	<u>19 (13,7)</u> 5 (6,3)	<u>14 (10,7)</u> 2 (3,4)	<u>11 (10,1)</u> 3 (6,3)	<u>12 (10,0)</u> 3 (6,8)
Болезни органов пищеварения / Diseases of the digestive system	<u>15 (10,8)</u> 4 (5,0)	<u>15 (11,5)</u> 6 (10,3)	<u>4 (3,7)</u> 2 (4,2)	<u>10 (8,3)</u> 2 (4,5)
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases	<u>7 (5,0)</u> 1 (16,7)	<u>8 (6,1)</u> 12 (16,4)	<u>6 (5,5)</u> 18 (19,6)*	<u>3 (2,5)</u> 7 (11,9)
Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	<u>10 (7,2)</u> 4 (5,0)	<u>8 (6,1)</u> 0	<u>4 (3,7)</u> 1 (2,1)	<u>5 (4,2)</u> 1 (2,3)
Инфекционные и паразитарные / Infectious and parasitic diseases	<u>9 (6,5)</u> 2 (2,5)	<u>5 (3,8)</u> 1 (1,7)	<u>5 (4,6)</u> 1 (2,1)	<u>1 (0,8)</u> 0
Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	<u>4 (2,9)</u> 1 (1,3)	<u>2 (1,5)</u> 1 (1,7)	<u>6 (5,5)</u> 0	<u>3 (2,5)</u> 0
Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	<u>3 (2,2)</u> 1 (1,3)	<u>2 (1,5)</u> 0	<u>2 (1,8)</u> 0	<u>2 (1,7)</u> 2 (4,5)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	<u>2 (1,4)</u> 1 (1,3)	<u>7 (5,3)</u> 1 (1,7)	<u>2 (1,8)</u> 0	<u>1 (0,8)</u> 0
Психические расстройства и расстройства поведения / Mental and behavioural disorders	<u>0</u> 0	<u>0</u> 1 (1,7)	<u>0</u> 0	<u>0</u> 1 (2,3)
Новообразования / Neoplasms	<u>0</u> 1 (1,3)	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0

* – статистически значимые различия ($p < 0.05$) между группами.

Note: the numerator is the main cohort; the denominator is the reference cohort; # statistically significant differences ($p < 0.05$) within the cohorts; * statistically significant differences ($p < 0.05$) between the cohorts.

Таблица 6. Влияние изменений стажа на здоровье работников сравниваемых групп, случаи (%)
Table 6. Effects of the length of service on the health status of workers of the compared cohorts, cases (%)

Показатель / Indicator	Стаж, лет / Years of employment			
	≤ 5 (n = 119) (n = 126)	6–10 (n = 91) (n = 90)	11–15 (n = 51) (n = 40)	> 15 (n = 49) (n = 26)
Практически здоровые работники / Healthy workers	35 (29,4) 71 (56,3)*	22 (24,2) 49 (54,4)*	4 (7,8) ^{1,3} 12 (30,0) ^{1,3*}	3 (6,1) ^{2,4} 6 (23,1) ^{2,4,5}
Работники с одним заболеванием / Workers suffering from a disease	44 (37,0) 34 (27,0)	26 (28,6) 27 (30,0)	15 (29,4) 11 (27,5)	11 (22,4) ² 6 (23,1)
Работники с двумя и более заболеваниями / Workers suffering from two or more diseases	40 (33,6) 21 (16,7)*	43 (47,3) 14 (15,6)*	32 (62,7) ^{1,3} 17 (42,5) ^{1*}	35 (71,4) ^{2,4,5} 14 (53,8) ²
Число заболеваний у одного работника / Number of diseases per worker	1,17 ± 0,09 0,63 ± 0,07*	1,44 ± 0,12 0,64 ± 0,09*	2,14 ± 0,19 ^{1,3} 1,20 ± 0,14 ^{1,3*}	2,45 ± 0,19 ^{2,4} 1,69 ± 0,19 ^{2,4,5*}

Примечание: числитель – основная группа; знаменатель – контрольная группа; * – статистически значимые различия ($p < 0,05$) между группами; ¹ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при стаже ≤ 5 лет и 11–15 лет; ² – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при стаже ≤ 5 лет и более 15 лет; ³ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при стаже 6–10 лет и 11–15 лет; ⁴ – статистически значимые различия ($p < 0,05$) при стаже 6–10 лет и более 15 лет.

Note: the numerator is the main cohort; the denominator is the reference cohort; * statistically significant differences ($p < 0.05$) between the cohorts; ¹ statistically significant differences ($p < 0.05$) between ≤ 5 years of employment and 11–15 years; ² statistically significant differences ($p < 0.05$) between ≤ 5 years of employment and > 15 years; ³ statistically significant differences ($p < 0.05$) between 6–10 years of employment and 11–15 years; ⁴ statistically significant differences ($p < 0.05$) between 6–10 years of employment and > 15 years.

($p < 0,01$) доли практически здоровых лиц, повышению ($p < 0,01$) доли работников с двумя и более заболеваниями, а также росту ($p < 0,001$) числа заболеваний, диагностируемых у одного работника (стаж 11–15 лет). Между группами отмечались существенные различия по величине долей практически здоровых лиц и лиц с полиморбидной патологией при стаже до 5 лет ($p < 0,001$), 6–10 лет ($p < 0,001$) и 11–15 лет ($p < 0,05–0,001$). При всех четырех вариантах продолжительности стажа число заболеваний, выявляемых у одного работника, было больше в основной, чем в контрольной группе.

Обсуждение. Представленное исследование выявило у экспонированных к холоду ЭГС ряд данных, заслуживающих внимания и обсуждения. Прежде всего это существенно более высокий риск формирования у них хронических заболеваний, развитие которых непосредственно не связано с локальным или общим охлаждением организма. К их числу можно отнести диагностированные болезни кожи (остеофолликулит, дерматит, нейродермит), органов пищеварения (язва двенадцатиперстной кишки), инфекционные (хронический вирусный гепатит) заболевания.

Проведенный нами анализ отечественной и зарубежной научной литературы не позволил найти исследований с аналогичными целями и дизайном, поэтому у нас не было возможности сравнить полученные результаты с показателями других авторов. Однако можно выдвинуть гипотезу, что в основе наблюдаемого феномена лежит снижение устойчивости организма к инфекции, возникающее при действии сварочных аэрозолей в условиях охлаждения. Предположение основано на данных литературных источников, которые отмечают более быстрое истощение функциональных резервов организма, связанных с поддержанием температурного гомеостаза в охлаждающей среде [4, 24, 25].

Повышение риска развития инфекционных и кожных заболеваний, болезней мочеполовой системы, органов дыхания и пищеварения (инфекция *Helicobacter pylori* при язвенной болезни) возможно трактовать с указанных выше позиций. Также наши данные подтверждают факт повышения распространенности болезней органов дыхания при сочетанном воздействии вредных химических соединений (диоксид серы) и переохлаждения, хотя

в цитируемом исследовании сварочные аэрозоли не изучались [4]. Меньше вопросов вызывает возникновение у ЭГС, работающих в условиях охлаждающего микроклимата, повышенного риска развития болезней костно-мышечной и нервной систем. Такие изменения у лиц, подвергающихся охлаждению, но не связанных со сварочными аэрозолями, были описаны ранее [11, 12, 26].

Также важно отметить, что охлаждение на рабочем месте сопровождалось уменьшением доли практически здоровых лиц, увеличением доли лиц с полиморбидной патологией и числа нозологических форм заболеваний, диагностируемых у одного работника. Эти изменения поддерживают вышеприведенные данные о повышении риска развития семи классов хронической патологии. Однако в любом случае полученные в ходе выполнения работы сведения являются предварительными и для их подтверждения необходимы дополнительные исследования.

Заключение. У ЭГС, экспонированных к сварочным аэрозолям в условиях охлаждающего микроклимата подземного рудника, были выявлены более значительные нарушения здоровья, чем у ЭГС, работающих в цехах предприятия с допустимыми параметрами микроклимата. Они проявлялись повышенным риском развития болезней органов пищеварения, мочеполовой системы, костно-мышечной и нервной систем, кожи и подкожной клетчатки, органов дыхания, инфекционных и паразитарных заболеваний. Помимо этого, среди ЭГС, подвергающихся охлаждению, отмечалось снижение удельного веса практически здоровых лиц, повышение доли лиц с полиморбидной патологией и числа хронических заболеваний, диагностируемых у одного работника. Полученные данные обуславливают необходимость разработки дополнительных медико-профилактических мероприятий для ЭГС, работающих в условиях охлаждающего микроклимата.

Список литературы

1. Горбанев С.А., Никанов Н.А., Чашин В.П. Актуальные проблемы медицины труда в Арктической зоне Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 9. С. 50–51.
2. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю. и др. Новый подход к анализу влияния погодных условий на организм человека // Гигиена

- и санитария. 2018. Т. 97. № 11. С. 1038–1042. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1038-42
3. Полякова Е.М., Мельцер А.В., Чашин В.П., Ерастова Н.В. Гигиеническая оценка вклада охлаждающих метеорологических факторов в формирование профессионального риска нарушений здоровья работающих на открытой территории в холодный период года // Анализ риска здоровью. 2020. № 3. С. 108–116. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.13
 4. Чашин В.П., Сюрин С.А., Гудков А.Б., Попова О.Н., Воронин А.Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.
 5. Лахман О.Л., Колесов В.Г., Панков В.А., Руквишников В.С., Шаяхметов С.Ф., Дьякович М.П. Вибрационная болезнь от воздействия локальной вибрации у горнорабочих в условиях Сибири и Севера. Иркутск, 2008. 204 с.
 6. Burström L, Järvholm B, Nilsson T, Wahlström J. White fingers, cold environment, and vibration – exposure among Swedish construction workers. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(6):509–513. doi: 10.5271/sjweh.3072
 7. Сюрин С.А. О влиянии охлаждающего микроклимата на профессиональную патологию работников в Арктике // Безопасность и охрана труда. 2020. № 3 (84). С. 74–77.
 8. Рахманов Р.С., Миханович Н.В. К проблеме оценки риска здоровью населения в природно-климатических условиях Камчатки // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 3 (252). С. 7–9.
 9. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Szykowska A, Koszuda-Włodarczyk W, Makowiec-Dabrowska T. Physiological reaction to work in cold microclimate. *Int J Occup Med Environ Health*. 2006;19(2):123–131. doi: 10.2478/v10001-006-0020-y
 10. Нагибович О.А., Уховский Д.М., Жекалов А.Н. и др. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2016. № 2(54). С. 202–205.
 11. Рахманов Р.С., Колесов С.А., Аликуберов М.Х., Потехина Н.Н., Белоуско Н.И., Тарасов А.В. К вопросу о риске здоровью при влиянии погодноклиматических условий в холодный период года у работающих // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 70–77. doi: 10.21668/health.risk/2018.2.08
 12. Farbu EH, Skandfer M, Nielsen C, Brenn T, Stubhaug A, Höper AC. Working in a cold environment, feeling cold at work and chronic pain: a cross-sectional analysis of the Tromsø Study. *BMJ Open*. 2019;9(11):e031248. doi: 10.1136/bmjopen-2019-031248
 13. Ордианц И.М., Побединская О.С., Макаева Д.А., Алиева Э.А. Цитометрическое прогнозирование невынашивания ранней беременности // Мать и дитя в Кузбассе. 2014. № 2 (57). С. 108–111.
 14. Чёрная Е.Е., Попов А.Д., Каспарова А.Э., Юрина М.А., Шумилов С.П. Беременность и адаптация в условиях субарктического региона // Экология человека. 2018. № 12. С. 46–54. doi: 10.33396/1728-0869-2018-12-46-54
 15. Маркова О.Л., Кирьянова М.Н., Плеханов В.П., Иванова Е.В. Факторы риска для здоровья электрогазосварщиков при использовании различных видов сварки // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60. № 8. С. 502–510. doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-8-502-510
 16. Kirichenko KY, Agoshkov AI, Drozd VA, et al. Characterization of fume particles generated during arc welding with various covered electrodes. *Sci Rep*. 2018;21;8(1):17169. doi: 10.1038/s41598-018-35494-1
 17. Лазаренков А.М. Исследование условий труда работающих в литейных цехах при выполнении сварочных работ // Литье и металлургия. 2019. № 3. С. 163–165. doi: 10.21122/1683-6065-2019-3-163-165
 18. Park RM, Berg SL. Manganese and neurobehavioral impairment. A preliminary risk assessment. *Neurotoxicology*. 2018;64:159–165. doi: 10.1016/j.neuro.2017.08.003
 19. Трушкова Е.А., Ладная Е.В. Особенности профессиональных заболеваний электросварщиков при выполнении сварочных работ на производстве // Молодой ученый. 2016. № 18.1 (122.1). С. 25–27. Доступно по: <https://moluch.ru/archive/122/33781/> (дата обращения 07.06.2021).
 20. Ильяшенко Д.П., Гришагин В.М. Сварочный аэрозоль как основной фактор, влияющий на безопасность труда сварщика // Сварочное производство. 2009. № 5. С. 51–54.
 21. Riccelli MG, Goldoni M, Poli D, Mozzoni P, Cavallo D, Corradi M. Welding fumes, a risk factor for lung diseases. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7):2552. doi: 10.3390/ijerph17072552
 22. Li H, Hedmer M, Kåredal V, et al. A cross-sectional study of the cardiovascular effects of welding fumes. *PLoS One*. 2015;10(7):e0131648. doi: 10.1371/journal.pone.0131648
 23. Sjögren B, Fossum T, Lindh T, Weiner J. Welding and ischemic heart disease. *Int J Occup Environ Health*. 2002;8(4):309–311. doi: 10.1179/107735202800338597
 24. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
 25. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1 (17). С. 70–75.
 26. Farbu EH, Höper AC, Brenn T, Skandfer M. Is working in a cold environment associated with musculoskeletal complaints 7–8 years later? A longitudinal analysis from the Tromsø Study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2021;94(4):611–619. doi: 10.1007/s00420-020-01606-6

References

1. Gorbanev SA, Nikanov AN, Chashchin VP. Occupational medicine challenges in Russian Arctic area. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(9):50–51. (In Russ.)
2. Saltykova MM, Bobrovnikskii IP, Yakovlev MYu, Banchenko AD, Nagornev SN. A new approach to the analysis of the influence of weather conditions on the human organism. *Gigiena i Sanitariya*. 2018;97(11):1038–1042. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1038-42
3. Polyakova EM, Mel'tser AV, Chashchin VP, Erastova NV. Hygienic assessment of contribution made by cooling meteorological factors into occupational risks of health disorders for workers who have to work outdoors in cold season. *Health Risk Analysis*. 2020;(3):108–116. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2020.3.13
4. Tchashin VP, Siurin SA, Goudkov AB, Popova ON, Voronin AYU. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2014;(9):20–26. (In Russ.)
5. Lakhman OL, Kolesov VG, Pankov VA, Rukavishnikov VS, Shayakhmetov SF, Dyakovich MP. [Vibrational disease of miners in Siberia and the Russian North caused by exposure to hand-arm vibration.] Irkutsk, 2008. (In Russ.)
6. Burström L, Järvholm B, Nilsson T, Wahlström J. White fingers, cold environment, and vibration – exposure among Swedish construction workers. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(6):509–513. doi: 10.5271/sjweh.3072
7. Syurin SA. On the influence of the cooling microclimate on the occupational pathology of wor-

- kers in the Arctic. *Bezopasnost' i Okhrana Truda*. 2020;(3(84)):74–77. (In Russ.)
8. Rakhmanov RS, Mikhannoshina NV. On problem of evaluation of health risk for population due to natural-climatic conditions of Kamchatka. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2014;(3(252)):7–9. (In Russ.)
 9. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Szyjowska A, Koszada-Włodarczyk W, Makowiec-Dabrowska T. Physiological reaction to work in cold microclimate. *Int J Occup Med Environ Health*. 2006;19(2):123–131. doi: 10.2478/v10001-006-0020-y
 10. Nagibovich OA, Ukhovskiy DM, Zhekalov AN, et al. Mechanisms of hypoxia in Arctic zone of Russian Federation. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii*. 2016;(2(54)):202–205. (In Russ.)
 11. Rakhmanov RS, Kolesov SA, Alikberov MKh, et al. Health risks for workers caused by weather and climatic conditions during a cold season. *Health Risk Analysis*. 2018;(2):70–77. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2018.2.08
 12. Farbu EH, Skandfer M, Nielsen C, Brenn T, Stubhaug A, Höper AC. Working in a cold environment, feeling cold at work and chronic pain: a cross-sectional analysis of the Tromsø Study. *BMJ Open*. 2019;9(11):e031248. doi: 10.1136/bmjopen-2019-031248
 13. Ordiyants IM, Pobedinskaya OS, Makaeva DA, Alieva EA. Cytomorphometry forecasting miscarriage early pregnancy. *Mat' i Ditya v Kuzbasse*. 2014;(2(57)):108–111. (In Russ.) Accessed September 21, 2021. <https://mednauki.ru/index.php/MD/issue/viewIssue/55/54>
 14. Ttyornaya EE, Popov AD, Kasparova AE, Yurina MA, Shumilov SP. Pregnancy and adaptation in the conditions of the Subarctic region. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2018;(12):46–54. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2018-12-46-54
 15. Markova OL, Kir'yanova MN, Plekhanov VP, Ivanov va EV. Health risk factors among electric and gas welders using different types of welding. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020;60(8):502–510. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-8-502-510
 16. Kirichenko KY, Agoshkov AI, Drozd VA, et al. Characterization of fume particles generated during arc welding with various covered electrodes. *Sci Rep*. 2018;8(1):17169. doi: 10.1038/s41598-018-35494-1
 17. Lazarenkov AM. A study of working conditions in foundries when performing welding operations. *Lit'e i Metallurgiya*. 2019;(3):163–165. (In Russ.) doi: 10.21122/1683-6065-2019-3-163-165
 18. Park RM, Berg SL. Manganese and neurobehavioral impairment. A preliminary risk assessment. *Neurotoxicology*. 2018;64:159–165. doi: 10.1016/j.neuro.2017.08.003
 19. Trushkova EA, Ladnaya EV. [Features of occupational diseases of electric welders when performing production welding.] *Molodoy Uchenyy*. 2016;(18.1(122.1)):25–27. (In Russ.) Accessed June 17, 2021. <https://moluch.ru/archive/122/33781/>
 20. Il'yashchenko DP, Grishagin VM. [Welding aerosol as the main factor affecting occupational safety of welders.] *Svarochnoye Proizvodstvo*. 2009;(5):51–54. (In Russ.)
 21. Riccelli MG, Goldoni M, Poli D, Mozzoni P, Cavallo D, Corradi M. Welding fumes, a risk factor for lung diseases. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7):2552. doi: 10.3390/ijerph17072552
 22. Li H, Hedmer M, Kåredal V, et al. A cross-sectional study of the cardiovascular effects of welding fumes. *PLoS One*. 2015;10(7):e0131648. doi: 10.1371/journal.pone.0131648
 23. Sjögren B, Fossum T, Lindh T, Weiner J. Welding and ischemic heart disease. *Int J Occup Environ Health*. 2002;8(4):309–311. doi: 10.1179/107735202800338597
 24. Hasnulin VI, Hasnulin PV. Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2012;(1):3–11. (In Russ.)
 25. Solonin YuG, Boyko ER. Medical and physiological aspects of vital activity in the Arctic. *Arktika: Ekologiya i Ekonomika*. 2015;(1(17)):70–75. (In Russ.)
 26. Farbu EH, Höper AC, Brenn T, Skandfer M. Is working in a cold environment associated with musculoskeletal complaints 7–8 years later? A longitudinal analysis from the Tromsø Study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2021;94(4):611–619. doi: 10.1007/s00420-020-01606-6

