

УДК [616.1+616.2]:616-057

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И КРОВИ У ЭЛЕКТРОСВАРЩИКОВ С РАЗЛИЧНЫМ СТАЖЕМ РАБОТЫ

© 2018 г. А. В. Елифанов, О. Л. Ковязина, О. Н. Лепунова, А. Д. Шалабодов

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

Производственная среда как часть окружающей среды человека складывается из природно-климатических факторов и условий, связанных с профессиональной деятельностью, которые при определенных условиях могут быть вредными. *Цель* исследования – изучить влияние вредных производственных факторов на организм электросварщика. *Методы.* Дана характеристика санитарно-гигиенических условий труда электросварщиков, с использованием комплекса мониторинга кардиореспираторной системы и гидратации тканей определены параметры внешнего дыхания сварщиков, изучены показатели периферической крови (количество эритроцитов, содержание гемоглобина, скорость оседания эритроцитов – СОЭ, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (электрокардиограмма, величина систолического и диастолического артериального давления) и состояние бронхолегочных путей (по результатам спирографических и рентгенологических обследований). Отмечены изменения физиологических показателей у рабочих под воздействием вредных условий производства в зависимости от их стажа работы и возраста. *Результаты.* Установлено, что с увеличением стажа работы электросварщиков увеличивается число страдающих болезнями органов дыхания, костно-мышечной системы и миокардиодистрофией. Сварочный аэрозоль, в составе которого определяется высокое содержание марганца и железа, является причиной развития формирующихся профессиональных патологий: пневмокониоза и пылевого бронхита. Анализ условий труда электросварщиков выявил, что основным вредным производственным фактором является сварочный аэрозоль. У рабочих наблюдалось повышение СОЭ, снижение количества эритроцитов и гемоглобина, нейтрофильный лейкоцитоз, что может говорить о снижении сопротивляемости организма и развитии воспалительного процесса. Была выявлена миокардиодистрофия, которая характеризовалась повышением артериального давления, жалобами на боли в области сердца колющего, ноющего характера, слабостью, утомляемостью. *Вывод.* Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения периодических медицинских осмотров электросварщиков не менее одного раза в год, а также лечебно-профилактических мероприятий, направленных на улучшение состояния здоровья.

**Ключевые слова:** электросварщики, сердечно-сосудистая система, кровь, органы дыхания, сварочный аэрозоль, миокардиодистрофия

## THE IMPACT OF WORKING CONDITIONS ON INDICATORS OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM AND BLOOD IN ELECTRIC WELDERS WITH DIFFERENT LENGTH OF WORK

A. V. Elifanov, O. L. Kovyazina, O. N. Lepunova, A. D. Shalabodov

Tyumen State University, Tyumen, Russia

Production environment as part of the individual's environment consists of the natural-climatic factors and the conditions related to professional activities, which under certain conditions can be harmful. The purpose of the study was to investigate the impact of harmful workplace factors on the organism of a welder. Methods. The characteristic of the sanitary and hygienic working conditions of the welders was given. Parameters of welders' external respiration were identified using a complex of monitoring cardio-respiratory system and tissues hydration. The indices of peripheral blood (erythrocytes number, hemoglobin content, erythrocyte sedimentation rate, functional state of the cardiovascular system (electrocardiogram, the values of systolic and diastolic blood pressure) and the state of bronchopulmonary ways (according to spirographic and x-ray surveys) were studied. Changes of physiological parameters in workers exposed to health hazards, depending on their length of service and age were indicated. Results. The study results revealed that with increase in work experience of welders, number of people suffering from respiratory diseases, diseases of the musculoskeletal system and myocardial dystrophy also increased. Welding aerosol with high content of manganese and iron is the cause of professional pathologies development such as pneumoconiosis and dust bronchitis. The analysis of welders' working conditions revealed that the main harmful production factor was the welding aerosol. The workers had an increase in the erythrocyte sedimentation rate, reduction of red blood cells quantity and hemoglobin, neutrocytosis, which might indicate the reduced resistance of the organism and the development of the inflammatory process. Myocardiodystrophy was detected which is characterized by increased blood pressure, complaints of heart stabbing and aching pain, asthenia, fatigability. Conclusion. The results indicate the necessity to carry out routine health screening of the welders at least once a year, as well as preventive and curative interventions aimed at health improvement.

**Key words:** electric welder, cardiovascular system, blood, respiratory system, welding aerosol, myocardiodystrophy

### Библиографическая ссылка:

Елифанов А. В., Ковязина О. Л., Лепунова О. Н., Шалабодов А. Д. Влияние условий труда на показатели кардиореспираторной системы и крови у электросварщиков с различным стажем работы // Экология человека. 2018. № 3. С. 27–32.

Elifanov A. V., Kovyazina O. L., Lepunova O. N., Shalabodov A. D. The Impact of Working Conditions on Indicators of Cardiorespiratory System and Blood in Electric Welders with Different Length of Work. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 3, pp. 27-32.

В настоящее время в различных отраслях промышленности возрастает использование электросварочных работ [9, 10, 12]. Установлено, что при различных видах сварки электрической дугой рабочие подвергаются воздействию комплекса неблагопри-

ятных производственных факторов, среди которых значительное место занимают сварочные аэрозоли (СА), а также ультрафиолетовая и инфракрасная радиация, шум и др. [4, 11, 15, 17].

Сварочные аэрозоли представляют собой сложные

многокомпонентные газоаэрозольные (пылегазовые) смеси. Частицы твердой составляющей СА имеют высокую дисперсность (0,01–0,1 мкм) и включают широкий спектр металлов (Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Al и др.), их окислов и более сложных комплексных соединений в сочетании с теми или иными «сварочными» газами (CO, HF, NO, NO<sub>2</sub>) [4, 20].

Риск развития пылевых заболеваний легких определяется массой пыли, попавшей в легкие. Тяжелый физический труд и неблагоприятный микроклимат создают дополнительную нагрузку на дыхательную и сердечно-сосудистую системы сварщиков и усугубляют неблагоприятное действие пыли. Поэтому влияние СА на организм представляет собой комбинированное воздействие вредных веществ, имеющих различные механизмы повреждающего действия — от фиброгенного и общетоксического до аллергенного и канцерогенного. Многочисленные клинико-гигиенические исследования [5, 7, 16] свидетельствуют о том, что наиболее распространенными профессиональными заболеваниями среди рабочих сварочных профессий являются пневмокониоз и хронический бронхит. Нередки случаи развития у лиц этой профессиональной группы интоксикации металлами и «сварочными» газами.

В связи с этим целью работы явилось изучение влияния вредных производственных факторов на организм электросварщика.

#### Методы

Функционально-диагностические обследования 130 рабочих-мужчин (от 30 до 55 лет) сборочно-сварочных цехов проводились на базе депо по ремонту грузовых вагонов Свердловской железной дороги — филиала ОАО «Российские железные дороги». Все обследованные были разделены в зависимости от стажа работы на три группы: в первую вошли рабочие со стажем от 1 до 5 лет, во вторую — со стажем от 6 до 10 лет и в третью — со стажем более 10 лет. Группу контроля составили 22 мужчины (токари, слесари), не имеющие производственного контакта с СО.

При изучении условий труда электросварщиков проводилась комплексная оценка загрязнения воздуха рабочей зоны путем химического анализа проб согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 № 3388), ГОСТ 12.1.014-94 «Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками». Концентрации СА в воздухе определялись гравиметрическим методом, а компоненты твердой и газовой составляющей СА в воздушной среде — фотометрическим. Для изучения параметров микроклимата (температура и относительная влажность) отбирался воздух в сборочно-сварочных цехах во время сварочных работ в зоне дыхания

электросварщиков. Оценивали результаты согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21).

При помощи комплекса мониторной кардиореспираторной системы и гидратации тканей КМ-АР-01 оценивали параметры внешнего дыхания сварщиков: жизненную емкость легких (ЖЕЛ), максимальную вентиляцию легких (МВЛ), минутный объем дыхания (МОД) и объем форсированного выдоха (ОФВ). Для выявления бронхоспазма ставили ингаляционную пробу с сальбутамолом и проводили обзорную рентгенографию легких [8, 14]. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) измеряли с помощью аппарата Панченкова, количество эритроцитов, содержание гемоглобина в крови электросварщиков определялось кондуктометрическим методом с помощью гематологического анализатора «АВХ MICROS 60» [6]. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы у электросварщиков измеряли величину систолического и диастолического артериального давления (АД) согласно рекомендациям ВОЗ методом Н. С. Короткова после пятиминутного отдыха три раза на правой руке [3].

Для статистического анализа результатов исследования применяли пакет прикладных программ STATISTICA 6,0, значимость различий между группами оценивали по двухстороннему t-критерию Стьюдента.

#### Результаты

Основными факторами профессионального риска при современных процессах сварки металлов являются повышенные уровни загрязнения воздуха рабочей зоны СА, нагревающий и охлаждающий микроклимат, функциональное асимметричное перенапряжение костно-мышечной системы верхних конечностей [7, 10]. Основным вредным производственным фактором является СА, оказывающий ингаляционное токсико-пылевое воздействие на организм [4, 20].

Анализ проб воздуха при определении максимальных концентраций марганца, как наиболее токсичного компонента СА, показал, что при работе электродами марки МР-3 его средняя концентрация составила  $(1,26 \pm 0,25)$  мг/м<sup>3</sup>, при максимально-разовой величине ПДК 0,6 мг/м<sup>3</sup>, то есть наблюдалось превышение ПДК в 2,1 раза. Среднесменная концентрация аэрозоля фиброгенного действия в сумме составила  $(16,8 \pm 4,2)$  мг/м<sup>3</sup> при величине ПДК 10 мг/м<sup>3</sup>, что в 1,7 раза его превышала. Содержание оксида железа также превышало ПДК в 1,5 раза и составило  $(9,7 \pm 1,9)$  мг/м<sup>3</sup> против величины ПДК 6 мг/м<sup>3</sup>. По результатам исследования можно заключить, что СА и его компоненты (марганец и железо) являются наиболее вредными веществами и могут оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. В процессе сварки образуются окись углерода и окислы азота, концентрации ко-

торых находятся на уровне предельно допустимых значений.

Микроклиматические условия на большинстве рабочих мест не соответствовали гигиеническим требованиям. В сварочно-сборочных цехах, в силу их больших размеров и недостаточно эффективной работы вентиляционной системы, температура воздуха была подвержена сильным колебаниям даже в течение суток. Температурный градиент составил 10–12 °С, а в холодное время года на рабочих местах регистрировалась температура даже ниже допустимых значений.

Электросварка, сопровождающаяся нагревом конструкций, характеризуется воздействием на рабочего высоких температур воздуха и высокой интенсивностью инфракрасного излучения. Нагревающий микроклимат формировался на всех рабочих местах, где осуществлялся предварительный нагрев конструкций. Хронометраж рабочей смены сварщиков показал, что 87 % времени рабочие трудились на производственной площадке, из них 73 % времени были заняты непосредственно сваркой. При этом, орудуя ручной сваркой, рабочие находились в вынужденно неудобной позе и близко к месту образования аэрозоля.

Таким образом, в процессе трудовой деятельности электросварщики основную часть рабочего времени находятся в неудобной рабочей позе и подвергаются воздействию высоких концентраций высокодисперсного аэрозоля, содержащего соединения железа и марганца, и неудовлетворительным температурным условиям. Все эти факторы могут способствовать развитию легочных патологий.

При оценке функциональных показателей внешнего дыхания (табл. 1) было обнаружено снижение фактической ЖЕЛ и МВЛ по отношению к должным величинам, сокращение ОФВ за 1 с. Выявленные отклонения регистрировались у сварщиков уже при стаже работы до 5 лет, что могло быть обусловлено воздействием токсических компонентов СА на легочную паренхиму, приводящим к развитию рестриктивных процессов, снижающих ее эластичность и растяжимость.

С увеличением профессионального стажа (более 10 лет) у обследуемых происходили более значительные изменения перечисленных показателей: уменьшение ЖЕЛ по сравнению с контролем, резкое отклонение ЖЕЛ и МВЛ от должных величин, статистически значимое снижение пробы Тиффно. Эти изменения, по-видимому, связаны с нарушением бронхиальной проходимости и свидетельствуют об обструктивном типе легочной недостаточности.

Таким образом, полученные материалы указывают на усиление поражения со стороны аппарата дыхания с увеличением стажа у сварщиков. Происходит диффузное поражение бронхов с нарушением их проходимости, снижение эластичности легочной ткани, что является причиной нарушения внешнего дыхания. Все сказанное позволяет предположить, что наблюдаемые изменения со стороны легочной

Таблица 1

**Функциональные показатели внешнего дыхания электросварщиков в зависимости от стажа работы**

Показатель	Контрольная группа (n=22)	Первая группа (n=40)	Вторая группа (n=78)	Третья группа (n=12)
Частота дыхания в минуту	14,62 ± 0,22	19,60 ± 0,82*	20,70 ± 1,08*	20,6 ± 1,3*
МОД, л	6,09 ± 0,06	19,70 ± 1,30***	21,80 ± 1,90***	21,40 ± 1,60***
ЖЕЛ, л	4,32 ± 0,34	3,46 ± 0,28*	3,08 ± 0,42**	2,36 ± 0,22***#
ЖЕЛ от должной величины, %	90,00 ± 0,66	60,20 ± 3,52***	56,40 ± 2,80***	48,60 ± 2,54***#^
ОФВ, %	3,33 ± 0,11	2,92 ± 0,26	2,34 ± 0,10*	1,90 ± 0,12***#^
Проба Тиффно, %	90,28 ± 2,56	83,44 ± 4,52	82,98 ± 3,20*	76,42 ± 5,44*
МВЛ, л/мин	99,70 ± 1,28	80,10 ± 2,18***	78,50 ± 3,60***	57,40 ± 4,70***#^/^^
МВЛ от должной величины, %	85,70 ± 1,84	57,20 ± 2,11***	54,30 ± 4,18***	49,10 ± 3,40***

*Примечание.* Значимость различий с показателями: контрольной группы \* – p < 0,05, \*\* – p < 0,09, \*\*\* – p < 0,099; рабочих стажевой группы 1–5 лет # – p < 0,05, ### – p < 0,099; рабочих стажевой группы 6–10 лет ^ – p < 0,05, ^^ – p < 0,09.

системы связаны со специфическими условиями труда электросварщиков [8, 19].

По результатам медицинских осмотров основными формами патологии легких у обследованных сварщиков от воздействия СА были пневмокониоз и хронический бронхит. При рентгенологическом обследовании пневмокониоз I стадии характеризовался усилением и деформацией сосудисто-бронхиального рисунка. При этом кровеносные сосуды были видны на снимке более отчетливо, чем в норме, проецировались также продольные сечения бронхов. На фоне измененного легочного рисунка появлялись нежносетчатые ячеистые образования и узелковые тени размером 1–2 мм в диаметре, которые возникали симметрично в средних отделах обоих легочных полей.

При II стадии пневмокониоза 34,8 % обследуемых жаловались на одышку при незначительной физической нагрузке во время ходьбы, 28,7 % – на боли в грудной клетке и межлопаточном пространстве, связанные с актом дыхания, 12,3 % – на сухой кашель, особенно по утрам. На рентгенологической картине были видны более выраженные изменения в легких, чем у работников с пневмокониозом I стадии, узелки достигали 3–4 мм в диаметре и густо покрывали два легочных поля в средненижних отделах. Корни легких были уплотнены, деформированы и имели «обрубленный» вид.

При продолжении работы в контакте с СА пневмокониоз, по-видимому, прогрессировал и постепенно осложнялся хроническим бронхитом. При этом отмечалось снижение мощности выдоха и пробы Тиффно, что подтверждало факт нарушения бронхиальной проходимости. На рентгенограммах легких определялись усиление и деформация легочного рисунка,

главным образом в прикорневых зонах и нижних отделах. Наиболее часто у обследованных наблюдался пневмокониоз II стадии – 28,8 %, реже хронический бронхит – 18,6 % и пневмокониоз I стадии – 13,6 %. Пневмокониоз и развитие хронического пылевого бронхита диагностировались при стаже работы более 10 лет, то есть развитие профессиональной патологии происходило после длительного контакта с вредным фактором. Значительное число случаев профессиональных заболеваний электросварщиков наблюдалось при стаже работы более 16 лет. Таким образом, сроки развития и частота заболеваемости пневмокониозом и хроническим бронхитом у сварщиков в значительной мере зависели от длительности работы в данной профессии.

Анализ показателей периферической крови электросварщиков выявил, что у рабочих всех групп с увеличением стажа работы уменьшилось число эритроцитов. Параллельно с уменьшением уровня эритроцитов отмечалась тенденция к снижению уровня гемоглобина. В группе рабочих со стажем 11–20 лет были выявлены наиболее низкие показатели эритроцитов и гемоглобина по сравнению с аналогичными показателями рабочих со стажем до 10 лет (табл. 2). Во всех группах наблюдалось увеличение показателя СОЭ, но наибольшие изменения были зафиксированы у сварщиков со стажем более 10 лет.

У электросварщиков со стажем работы 1–5 лет показатели лейкоцитов значимо не отличались от показателей контрольной группы. С увеличением стажа работы (6–10 лет) выявлено статистически значимое увеличение количества лейкоцитов в сравнении с показателями группы со стажем 1–5 лет и показателями контрольной группы. По результатам гемограммы установлено статистически значимое снижение содержания нейтрофилов, что объясняет относительное увеличение содержания лимфоцитов.

Основываясь на анализе состояния периферической крови электросварщиков, можно полагать, что тенденция к уменьшению числа эритроцитов и количества гемоглобина связано с токсико-гемолитическим действием СА. Повышение СОЭ, увеличение числа лейкоцитов связано с развитием патологических процессов в бронхах, приводящих к воспалительному процессу [2, 6, 13, 18].

По результатам измерений систолического и диастолического артериального давления было рассчитано среднее АД, которое составило (90,67 ± 2,28) мм рт. ст. в контроле и (101,26 ± 0,75) мм рт. ст. у рабочих со стажем работы 1–5 лет; (100,86 ± 1,08) – у рабочих со стажем 6–10 лет; (104,60 ± 1,55) – у рабочих со стажем 11–20 лет. Во всех стажевых группах данный параметр превышал показатель контрольной группы, что свидетельствовало о состоянии функционального напряжения сердечно-сосудистой системы, характеризующемся повышением артериального давления и снижением сократительной способности миокарда. Установлено, что с увеличением стажа работы в условиях воз-

действия СА в воздухе рабочей зоны увеличивалось число больных с миокардиодистрофией. Так, при обследовании электросварщиков в группе рабочих со стажем 1–5 лет миокардиодистрофия выявлена в 11,54 % случаев; со стажем 6–10 лет – в 31,25 % случаев; со стажем более 10 лет – в 38,46 % случаев. На электрокардиограмме (ЭКГ) сварщиков с миокардиодистрофией выявлены изменения зубца Т, сегмента ST, интервалов Р–Q и Q–Т, что свидетельствовало о возможных нарушениях в миокарде.

Таблица 2

Показатели крови электросварщиков в зависимости от стажа работы

Группа, n	2013 год	2014 год	2015 год
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> (норма 4,0–5,1) [2]			
Первая, n=40	4,46 ± 0,05	4,39 ± 0,04	4,31 ± 0,05*
Вторая, n=78	4,42 ± 0,17	4,25 ± 0,25	4,15 ± 0,15*
Третья, n=12	4,40 ± 0,26	4,15 ± 0,15*	4,05 ± 0,06***
Контрольная, n=22	4,49 ± 0,11	4,49 ± 0,12	4,63 ± 0,20
Гемоглобин, г/л (норма 132–164) [2]			
Первая, n=40	146,59 ± 1,26	145,08 ± 1,43	147,60 ± 2,15
Вторая, n=78	146,70 ± 1,83	146,77 ± 1,34	144,72 ± 1,90*
Третья, n=12	146,15 ± 1,73	144,44 ± 1,30	140,48 ± 2,01*^#
Контрольная, n=22	147,30 ± 1,87	146,93 ± 1,47	151,71 ± 3,28
СОЭ, мм/ч (норма 1–10) [2]			
Первая, n=40	4,90 ± 0,58	5,40 ± 0,31*	6,30 ± 0,36*
Вторая, n=78	6,50 ± 0,32*#	7,20 ± 0,45*#	8,50 ± 0,52*#
Третья, n=12	10,20 ± 0,68***##^/\	10,50 ± 0,51***#^/\	12,20 ± 1,00***##^/\
Контрольная, n=22	4,20 ± 0,22	4,40 ± 0,27	5,60 ± 0,35
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> (норма 4,1–8,8) [2]			
Первая, n=40	7,26 ± 0,52	7,35 ± 0,31	7,24 ± 0,24
Вторая, n=78	8,29 ± 0,70*	9,42 ± 0,62*#	9,70 ± 0,94*#
Третья, n=12	9,80 ± 0,80*#/\	9,59 ± 0,73*#	9,85 ± 0,88*#
Контрольная, n=22	7,14 ± 0,26	7,20 ± 0,36	7,33 ± 0,52
Лимфоциты, % (норма 19–37) [2]			
Первая, n=40	28,5 ± 0,9	29,0 ± 1,0	29,7 ± 0,7
Вторая, n=78	29,8 ± 1,0	30,1 ± 0,5*	30,6 ± 0,4*
Третья, n=12	31,7 ± 0,8*#	32,1 ± 0,7*#/\	34,8 ± 0,9*#/\
Контрольная, n=22	27,4 ± 1,2	27,9 ± 0,6	28,7 ± 1,0
Нейтрофилы, % (норма 47–72) [2]			
Первая, n=40	59,10 ± 0,23*	59,20 ± 0,16	59,70 ± 0,20
Вторая, n=78	58,80 ± 0,19*	58,60 ± 0,21*#	57,50 ± 0,24*#
Третья, n=12	58,40 ± 0,13*	57,20 ± 0,17*#	56,30 ± 0,18*#/\
Контрольная, n=22	60,70 ± 0,26	59,90 ± 0,30	60,10 ± 0,32

Примечание. Значимость различий с показателями: контрольной группы \* – p < 0,05, \*\*\* – p < 0,009; рабочих стажевой группы 1–5 лет # – p < 0,05, ### – p < 0,009; рабочих стажевой группы 6–10 лет ^ – p < 0,05, /\ – p < 0,09, /\ /\ – p < 0,009.

Клинически миокардиодистрофия характеризовалась жалобами на боли в области сердца: колющие боли отмечались у 68,8 % обследованных, ноющие и тянущие боли — у 13,3 и 17,7 % соответственно. Среди факторов, провоцирующих боли в сердце, преобладала физическая нагрузка — 53,3 % случаев, в 24,4 % случаев боли возникали в состоянии покоя, в 22,2 % — после психоэмоциональной нагрузки. Среди других жалоб у больных с дистрофией миокарда встречались: слабость (22,2 %), ощущение «нехватки» воздуха (8,8 %), плохой сон (13,3 %), утомление к концу рабочего дня (24,4 %).

### Обсуждение результатов

Анализ условий труда электросварщиков выявил, что основным вредным производственным фактором является сварочный аэрозоль, в составе которого определялось высокое содержание марганца и железа, превышающее ПДК в 1,5–2 раза и формирующее профессиональную патологию: пневмокониоз и пылевой бронхит [1, 13].

Пневмокониоз развивался у электросварщиков при стаже работы от 11 до 15 лет и характеризовался нарушениями функции внешнего дыхания по рестриктивному типу. Хронический бронхит формировался после 10 лет работы, при этом нарушения внешнего дыхания проявлялись более отчетливо и развивались по обструктивному типу легочной недостаточности.

Полученные нами результаты флюорографического обследования легких показали усиление легочного рисунка, обусловленное скоплением рентгеноконтрастных частиц металлической пыли электросварочного аэрозоля, что свидетельствовало о развитии у электросварщиков фиброза легких.

У рабочих наблюдалось повышение СОЭ, снижение количества эритроцитов и гемоглобина, нейтрофильный лейкоцитоз, что может говорить о снижении сопротивляемости организма и развитии воспалительного процесса. Была выявлена миокардиодистрофия, которая характеризовалась изменениями на ЭКГ зубца Т, сегмента ST, интервалов P–Q и Q–T, повышением артериального давления, жалобами на боли в области сердца колющего, ноющего характера, слабостью, утомляемостью.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения периодических медицинских осмотров электросварщиков не менее одного раза в год, а также лечебно-профилактических мероприятий, направленных на улучшение состояния здоровья.

### Список литературы

1. Белоскурская Г. И., Фейгин И. Г., Жуматов Ж. Г. Пневмокониозы и хронические бронхиты от воздействия кварцевой пыли. Алма-Ата: Казахстан, 1987. 236 с.
2. Беляев Н. П., Гнеушев М. И., Егорова Т. И. Справочник лабораторных и функциональных показателей здоровья человека. М., 1992. 163 с.
3. Воробьева З. В. Основы патофизиологии и функциональной диагностики системы дыхания. М.: Изд-во ФГП

«Вторая типография» ФУ «Медбиоэкстрем» при МЗ РФ, 2002. 228 с.

4. Дубейковская Л. С., Зибарев Е. В., Чащин М. В. Сварочный аэрозоль как основной неблагоприятный гигиенический фактор у сварщиков // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И. И. Мечникова. 2005. № 1. С. 87–91.

5. Косарев В. В., Бабанов С. А. Профессиональная хроническая обструктивная болезнь легких // Consilium medicum. 2014. № 16 (3). URL: <http://con-med.elpub.ru/jour/article/view/364> (дата обращения: 30.01.2017).

6. Кузник Б. И. Физиология и патология системы крови. М.: Вузовская книга, 2004. 296 с.

7. Любченко П. Н. Структура профессиональных заболеваний электросварщиков // Медицина труда и промышленная экология. 2000. № 8. С. 7–10.

8. Нефедов В. Б. Руководство по исследованию функций внешнего дыхания. М., 2001. 35 с.

9. Прохоров А. А. Гигиена и физиология труда на железнодорожном транспорте / под ред. А. А. Прохорова. М.: Транспорт, 1973. 197 с.

10. Соколова Л. А., Попова О. Н., Калинина М. М., Богданов М. Ю., Кочешова Г. Ф., Гудков А. Б. Прогнозирование риска развития профессиональных заболеваний среди сборщиков корпусов металлических судов машиностроительного предприятия // Экология человека. 2015. № 1. С. 10–14.

11. Соколова Л. А., Попова О. Н., Бузинов Р. В., Калинина М. М., Гудков А. Б. Гигиеническая оценка влияния условий труда на заболеваемость с временной утратой трудоспособности работников цеха сборки корпусов металлических судов машиностроительного предприятия // Экология человека. 2016. № 3. С. 18–23.

12. Фоминых В. П., Яковлев А. П. Электросварка. Изд. 4-е. М.: Высшая школа, 1976. 288 с.

13. Хиккинс К. Расшифровка клинических лабораторных анализов / пер. с англ. под ред. В. Л. Эмануэля. М.: БИНОМ, 2006. 376 с.

14. Akbar-Khanzadeh F. Long-term effects of welding fumes upon respiratory symptoms and pulmonary function // Journal of Occupational Medicine. 1980. N 22. P. 337–341.

15. Billings C. G. and Howard P. Occupational siderosis and welders' lung: a review // Monaldi Arch. Chest Dis. 1993. N 48. P. 304–314.

16. Jarvela M., Kauppi P., Tuomi T., Lukkone R., Lindholm H., Niemine R., Moilanen E., Hannu T. Inflammatory response to acute exposure to welding fumes during the working day // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. 2013. N 26 (2). P. 220–229.

17. Koskela K., Oksa P., Sauni R., Linnainmaa M., Toivio P., Lehtimäki L., Moilanen E., Nieminen R., Luukkonen R., Uitti J. Pulmonary inflammation in foundry-workers // Journal of Occupational & Environmental Medicine. 2015. N 57 (2). P. 124–128.

18. Sobaszek A., Boulenguez C., Frimat P., Robin H., Haguenoer J. M., Edme J.-L. Acute respiratory effects of exposure to stainless steel and mild steel welding fumes // Journal of Occupational & Environmental Medicine. 2000. N 42. P. 923–931.

19. Yamamoto S., Katagiri K., Ando M., Chen X.-Q. Suppression of pulmonary antibacterial defense mechanisms and lung damage in mice exposed to fluoride aerosol // Journal of Toxicology and Environmental Health. 2001. N 62. P. 485–494.

20. Zimmer A. T., Biswas P. Characterization of the aerosols resulting from arc welding processes // Journal of Aerosol Science. 2001. N 32. P. 993–1008.

#### References

1. Beloskurskaya G. I., Feigin I. G., Zhumatov Zh. G. *Pnevmoniozy i khronicheskie bronkhity ot vozdeistviya kvartsevoi pyli* [Pneumoconiosis and chronic bronchitis from exposure to quartz dust]. Alma-Ata, Kazakhstan, 1987, 236 p.
2. Belyaev N. P., Gneushev M. I., Egorova T. I. *Spravochnik laboratornykh i funktsional'nykh pokazatelei zdorov'ya cheloveka* [Handbook of laboratory and functional indicators of health]. Moscow, 1992, 163 p.
3. Vorob'eva Z. V. *Osnovy patofiziologii i funktsional'noi diagnostiki sistemy dykhaniya* [Fundamentals of pathophysiology and functional diagnosis of the respiratory system]. Moscow, 2002, 228 p.
4. Dubeikovskaya L. S., Zibarev E. V., Chashchin M. V. Welding aerosol as the main factor unfavorable hygienic welders. *Vestnik Sankt-Peterburgskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii im. I. I. Mechnikova* [Vestnik of Saint Petersburg state medical Academy]. 2005, 1, pp. 87-91. [in Russian]
5. Kosarev V. V., Babanov S. A. Professional chronic obstructive pulmonary disease. *Consilium medicum*. 2014, 16 (3). Available at: <http://con-med.elpub.ru/jour/article/view/364> (accessed 30.01.2017).
6. Kuznik B. I. *Fiziologiya i patologiya sistemy krovi* [The Physiology and pathology of the blood system]. Moscow, Vuzovskaya kniga Publ., 2004, 296 p.
7. Lyubchenko P. N. The structure of the professional disease of welders. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2000, 8, pp. 7-10. [in Russian]
8. Nefedov V. B. *Rukovodstvo po issledovaniyu funktsii vneshnego dykhaniya* [Guide to the study of external respiratory function]. Moscow, 2001, 35 p.
9. Prokhorov A. A. *Gigiya i fiziologiya truda na zheleznodorozhnom transporte* [Hygiene and physiology of labour in rail transport]. Moscow, Transport Publ., 197 p.
10. Sokolova L. A., Popova O. N., Kalinina M. M., Bogdanov M. Yu., Kocheshova G. F., Gudkov A. B. Prediction of occupational diseases risk among assemblers of vessel metal hulls of machine building plant. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 1, pp. 10-14. [in Russian]
11. Sokolova L. A., Popova O. N., Buzinov R. V., Kalinina M. M., Gudkov A. B. Hygienic assessment of working conditions impact on morbidity with temporal disability of

workers in vessel metal hulls assembly shop of machine building plant. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 3, pp. 18-23. [in Russian]

12. Fominykh V. P., Yakovlev A. P. *Elektrosvarka* [Electric Welding]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1976, 288 p.

13. Khikkins K. *Rasshifrovka klinicheskikh laboratornykh analizov* [Transcript of clinical laboratory tests]. Moscow, BINOM Publ., 2006, 376 p.

14. Akbar-Khanzadeh F. Long-term effects of welding fumes upon respiratory symptoms and pulmonary function. *Journal of Occupational Medicine*. 1980, 22, pp. 337-341.

15. Billings C. G. and Howard P. Occupational siderosis and welders' lung: a review. *Monaldi Arch. Chest Dis*. 1993, 48, pp. 304-314.

16. Jarvela M., Kauppi P., Tuomi T., Lukkone R., Lindholm H., Niemine R., Moilanen E., Hannu T. Inflammatory response to acute exposure to welding fumes during the working day. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2013, 26 (2), pp. 220-229.

17. Koskela K., Oksa P., Sauni R., Linnainmaa M., Toivio P., Lehtimaki L., Moilanen E., Nieminen R., Luukkonen R., Uitti J. Pulmonary inflammation in foundry-workers. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*. 2015, 57 (2), pp. 124-128.

18. Sobaszek A., Boulenguez C., Frimat P., Robin H., Haguenoer J. M., Edme J.-L. Acute respiratory effects of exposure to stainless steel and mild steel welding fumes. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*. 2000, 42, pp. 923-931.

19. Yamamoto S., Katagiri K., Ando M., Chen X.-Q. Suppression of pulmonary antibacterial defense mechanisms and lung damage in mice exposed to fluoride aerosol. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 2001, 62, pp. 485-494.

20. Zimmer A.T., Biswas P. Characterization of the aerosols resulting from arc welding processes. *Journal of Aerosol Science*. 2001, 32, pp. 993-1008.

#### Контактная информация:

Елифанов Андрей Васильевич – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой анатомии и физиологии человека и животных ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

Адрес: 625043, г. Тюмень, ул. Пирогова, д. 3

Тел. 89044999244

E-mail: andelwas@mail.ru