

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 574.24

DOI 10.34014/2227-1848-2020-2-134-144

### СОСТОЯНИЕ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ УЛЬЯНОВСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА

Ю.С. Петряева, С.В. Ермолаева

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск, Россия

*Среди факторов, влияющих на здоровье населения, важную роль играют условия труда. Неудовлетворительные условия труда приводят к высокому уровню профессиональной заболеваемости. Треть от общего числа работников производства задействованы во вредных условиях.*

*Цель исследования – оценка загрязненности воздуха рабочей зоны сварщиков в современном производстве машиностроения.*

*Материалы и методы. В исследовании приняли участие 150 сотрудников, в т.ч. 100 сварщиков (в равных долях исследовалась ручная и полуавтоматическая сварка), а также 50 чел. из группы контроля (25 слесарей цеха сборки и сдачи автомобилей и 25 чел. из числа инженерно-технических работников (ИТР)). Оценивалась ПДК загрязняющих веществ среднесменная. Всего сделано 1900 анализов воздушной среды, которые были выполнены по общепринятым методикам с помощью аспиратора ПУ-4Э, газоанализатора УГ-2 и набора реактивов.*

*Результаты. Воздух рабочей зоны сварочного производства предприятия машиностроения ООО «УАЗ» можно охарактеризовать как загрязненный и умеренно загрязненный. В 47 % проб наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов в 1,5–3,0 раза, в отдельных случаях – в 5 раз (в 6 % проб). По мере удаления от источника выделения концентрация вредных веществ во всех направлениях резко уменьшается и на расстоянии до 4 м не отличается от фоновых показателей загрязнения воздуха помещения. По данным медицинской статистики, общая заболеваемость в подразделениях предприятия увеличивается в ряду: инженерно-технические работники < рабочие сборочного цеха < рабочие сварочного цеха (сварщики).*

*Заключение. Наиболее высокие концентрации и наибольшее количество проб с превышением ПДК зафиксированы при ручном способе сварки металла, что обусловлено многокомпонентностью сырья и меньшей степенью загазованности при полуавтоматической сварке.*

**Ключевые слова:** сварка, воздух рабочей зоны, ПДК, профессиональные заболевания.

**Введение.** Улучшение условий труда работников в промышленности – одна из важнейших социально-экономических задач государства. Предприятие машиностроения ООО «УАЗ» имеет большое значение не только для города, но и для его жителей: здесь трудится порядка 10 тыс. чел., большая часть которых – в производственных цехах. Треть от общего числа работников производства задействована на подготовительном этапе (штамповка, окраска, сварка, закалка деталей и др.). Ряд авторов [1–5] в своих работах указывает на наличие в производственных помещениях

вредных факторов (химическое загрязнение воздуха рабочей зоны, недостаточная освещенность рабочих мест, шум, вибрация и др.), оказывающих негативное действие на организм человека. Ю.Е. Карсакова отмечает, что «...длительное воздействие вредных производственных факторов может привести к функциональному напряжению и поломке компенсаторных механизмов, а следовательно, возникновению профессиональных заболеваний, снижающих уровень соматического здоровья, преждевременному старению организма работающих» [5]. В связи с вышесказанным изуче-

ние состояния здоровья работников разных профессиональных групп представляется своевременным и необходимым.

Несмотря на появление большого количества новых, более современных технологий, предприятие машиностроения нельзя представить без сварки ручного типа, где работник задействован на протяжении всей 8-часовой рабочей смены. При сварке в воздух рабочей зоны в результате конденсации паров расплавленного металла выделяется сварочная аэрозоль, которая беспрепятственно проникает в легочные альвеолы и всасывается в кровь [6, 7]. Состав этой аэрозоли разнообразен и зависит от используемых материалов, химического состава сварочной проволоки и обмазки электродов, но основными компонентами являются такие, как кремний диоксид, который относится к веществам, обладающим канцерогенным действием; озон, раздражающий слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, способный также оказывать влияние на развитие сердечно-сосудистых заболеваний; алюминий [8, 9]. Очень важную роль играет марганец и его соединения, так как практически во всех материалах, используемых в сварке, обнаруживается его содержание. Марганец – элемент, оказывающий влияние на возникновение таких серьезных и опасных для жизни состояний человека, как хроническая марганцевая интоксикация (40 % случаев), поражение центральной нервной, сердечно-сосудистой систем. Кроме того, марганец вызывает аллергию и обладает мутагенным эффектом [10–12]. Хронические отравления соединениями марганца во время электросварки возникают при их концентрациях в воздухе до 2 мг/м<sup>3</sup>. При этом, по данным медицинской статистики, интоксикация проявляется при стаже работы более 10 лет, когда уже диагностируются нейроэндокринные нарушения.

Основная группа заболеваний сварщиков – это пылевой бронхит, бронхиальная астма, токсико-химические поражения легочной ткани, пневмокониозы от смешанной пыли, относящиеся к доброкачественным видам опухолей с медленным развитием патологического процесса [5, 13, 14].

Чрезвычайно важным является изучение токсического действия химического загрязне-

ния воздуха рабочей зоны с установлением зависимости «доза – эффект», что требует проведения токсикологических исследований [15–17]. Необходима всесторонняя оценка влияния загрязненного воздуха на организм работающих, взаимосвязи между длительностью профессионального стажа и показателями соматического здоровья, уровнем адаптации и степенью старения и т.д.

**Цель исследования.** Оценка загрязненности воздуха рабочей зоны сварщиков в современном производстве машиностроения.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования был выбран вредный производственный фактор – загазованность воздуха рабочей зоны сварочного производства предприятия машиностроения ООО «УАЗ» (Ульяновский автомобильный завод). В исследовании приняли участие 150 сотрудников, в т.ч. 100 сварщиков (в равных долях исследовалась ручная и полуавтоматическая сварка), а также 50 чел. из группы контроля (25 слесарей цеха сборки и сдачи автомобилей и 25 чел. из числа инженерно-технических работников (ИТР)). Отбор проб проводился в первой половине дня (исследовались рабочие места первой смены) в разное время года: в июне и декабре. Обследовались 100 рабочих мест сварщиков и по 25 мест рабочих сборочного цеха и ИТР. Оценивалась предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющих веществ среднесменная.

Анализ загрязнения воздуха рабочей зоны проводился согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ГОСТ 12.1.014-94 «Воздух рабочей зоны. ССБТ», МУ МЗ СССР № 1924-78 «Гигиеническая оценка сварочных материалов и способов сварки, наплавки и резки материалов». Мониторинг осуществлялся с помощью аспиратора ПУ-4Э и газоанализатора УГ-2. Для отбора проб использовались фильтры типа АФА-ВП для улавливания и определения весовой концентрации аэрозолей в газовой среде и АФА-ХП, предназначенные для улавливания твердых и жидких аэродисперсных примесей и последующего проведения их химического анализа. Концентрации сварочного аэрозоля определялись гравиметрическим методом. Отбор проб

выполнялся согласно МУ МЗ РФ № 4 от 18.12.2002 «Современные методы оценки профессиональной экспозиции к воздействию вредных веществ в форме аэрозолей». Компоненты твердой и газовой составляющих сварочного аэрозоля определялись согласно МР МЗ РФ № 4945-88 «Определение вредных веществ в сварочном аэрозоле (твердая фаза и газы)» и ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Всего выполнено 1900 анализов воздушной среды.

**Результаты и обсуждение.** Изучение условий труда сварщиков сварочного производства показало, что в процессе сварки рабочие подвергаются воздействию комплекса вредных производственных факторов, главным из которых является сварочный аэрозоль.

На предприятии проводится много работ с помощью ручной и полуавтоматической сварки, сопровождающихся большим выбросом в воздух рабочей зоны сварочного аэрозоля, что может привести, как уже отмечалось, к появлению профессиональных заболеваний.

Следует отметить, что 15 % сварочных работ выполняют женщины в возрасте 30–47 лет. Оставшаяся часть работников – мужчины, возрастной состав которых можно разделить на три группы: 18–35 лет – 20 %, 36–50 лет – 50 %, 55–70 лет – 15 % работников.

Сварочный процесс не превышает 60 % сменного времени, остальное время у сварщика занимают вспомогательные и подготовительные операции: наладка оборудования, смена электродов, уборка рабочего места и т.п. В цехах эксплуатируются две различные вентиляционные установки – местная на рабочем месте (типа ФВА-1200) и вытяжная общеобменная.

В качестве материала сварщики используют высоколегированную сталь типа У7А (инструментальная легированная углеродистая сталь) и электроды типа Э46 в большинстве случаев.

В химическом составе исследуемого сварочного аэрозоля было выявлено преобладание диоксида кремния, диоксида азота, оксида серы, оксида углерода, соединения алюминия, а также такие опасные элементы, как марганец, озон и хром (табл. 1, 2).

Анализ среднесменных концентраций сварочного аэрозоля при ручном способе сварки показал, что лишь 18 проб из 100 соответствуют ПДК ( $6,0 \text{ мг/м}^3$ ), 59 проб превышают ПДК в 2–3 раза и в 23 пробах выявлено 5ПДК. По результатам анализа полуавтоматического способа сварки 40 проб соответствуют ПДК, в 47 пробах обнаружено превышение ПДК в 2,5 раза и в 13 пробах – 5ПДК. При этом результаты анализов в июне и декабре как при ручной, так и при полуавтоматической сварке практически не отличаются.

Среднесменные концентрации озона в июне при ручном способе сварки следующие: 33 пробы из 100 соответствуют ПДК, в 9 пробах содержание озона ниже уровня определения. При этом в июне превышают ПДК в 1,5 раза 26 проб, в декабре – 32 пробы. Разница в показаниях июня и декабря при полуавтоматическом способе сварки невелика: в 17 пробах из 100 не определено наличие озона, 60 проб соответствуют норме, 23 пробы превышают ПДК в 1,5 раза.

Концентрации оксида углерода при ручном способе сварки в июне и декабре не имеют больших различий: 20 проб из 100 соответствуют норме, 63 пробы превышают ПДК в 1,8 раза, показания 17 проб составляют 2ПДК. При полуавтоматическом способе сварки нет больших различий в замерах июня и декабря: они соответствуют норме в 44 пробах, в 45 пробах отмечено превышение в 1,8 раза, в 11 – в 2 раза.

Концентрации диоксида азота при ручной сварке в июне в 28 пробах не превышают ПДК, в 2 пробах превышают ПДК в 1,75 раза, в декабре эти показатели составляют 21 и 12 соответственно. При полуавтоматическом способе не обнаружилось превышение ПДК.

Среднесменные концентрации диоксида кремния при полуавтоматической сварке превышают ПДК в 1,78 раза в 29 пробах в декабре и в 21 пробе в июне, в 2,25 раза в 1 пробе в декабре, в оставшихся пробах превышение ПДК не обнаружено. При ручном способе сварки в июне и декабре в 53 пробах из 100 обнаружено превышение ПДК в 1,78 раза и в 15 пробах из 100 – в 2,25 раза.

Таблица 1  
Table 1Количественный химический анализ воздуха рабочей зоны (июнь), мг/м<sup>3</sup>  
Quantitative chemical analysis of the in-plant atmosphere (June), mg/m<sup>3</sup>

Определяемый компонент Analyte	ПДК MAC	Диапазон концентраций Concentration range	Сварочное производство Welding production		Сборочное производство Assembly production	Инженерно-технические работники Engineers and technicians
			Ручная сварка Manual welding	Полуавтоматическая сварка Semiautomatic welding		
			Количество проб с содержанием вещества Number of samples containing the substance			
Сварочная пыль Welding dust	6,0	1,9–6,0	9	20	-	-
		<b>10,5–19,5</b>	29	21	-	-
		<b>20,5–30,0</b>	12	9	-	-
Mn и его соединения Mn and its compounds	0,2	0,1–0,2	-	-	-	-
		<b>0,20–0,29</b>	20	30	-	-
		<b>0,3–0,4</b>	30	20	-	-
O <sub>3</sub>	0,1	>0,03	6	10	-	25
		0,07–0,10	18	30	-	-
		<b>0,10–0,15</b>	26	10	-	-
CO	20,0	>20,0	10	23	20	-
		<b>20,5–36,0</b>	30	20	5	-
		<b>37,0–42,0</b>	10	7	-	-
NO <sub>2</sub>	2,0	>0,6	20	32	-	-
		0,6–2,0	28	18	-	-
		<b>2,0–3,5</b>	2	-	-	-
SiO <sub>2</sub>	6,0	4,0–6,0	16	29	-	-
		<b>6,3–10,7</b>	26	21	-	-
		<b>12,3–13,5</b>	8	-	-	-
SO <sub>2</sub>	10,0	>1,0	25	39	-	-
		1,0–5,0	15	4	-	-
		5,0–10,0	10	7	-	-
Cr (VI)	0,03	>0,03	47	50	-	-
		0,035	3	-	-	-
Al и его сплавы Al and its alloys	2,0	0,5–2,0	50	50	-	-

Таблица 2  
Table 2Количественный химический анализ воздуха рабочей зоны (декабрь), мг/м<sup>3</sup>  
Quantitative chemical analysis of the in-plant atmosphere (December), mg/m<sup>3</sup>

Определяемый компонент Analyte	ПДК MAC	Диапазон концентраций Concentration range	Сварочное производство Welding production		Сборочное производство Assembly production	Инженерно-технические работники Engineers and technicians
			Ручная сварка Manual welding	Полуавтоматическая сварка Semiautomatic welding		
			Количество проб с содержанием вещества Number of samples containing the substance			
Сварочная пыль Welding dust	6,0	1,9–6,0	9	20	-	-
		<b>7,5–20,0</b>	30	26	-	-
		<b>20,5–30,0</b>	11	4	-	-
Mn и его соединения Mn and its compounds	0,2	0,1–0,2	-	-	-	-
		<b>0,20–0,29</b>	23	37	-	-
		<b>0,3–0,4</b>	27	13	-	-
O <sub>3</sub>	0,1	>0,03	3	7	-	25
		0,07–0,10	15	30	-	-
		<b>0,10–0,15</b>	32	13	-	-
CO	20,0	>20,0	10	21	15	-
		<b>20,5–36,0</b>	33	25	10	-
		<b>37,0–42,0</b>	7	4	-	-
NO <sub>2</sub>	2,0	>0,6	17	30	-	-
		0,6–2,0	21	20	-	-
		<b>2,0–3,5</b>	12	-	-	-
SiO <sub>2</sub>	6,0	4,0–6,0	16	20	-	-
		<b>6,3–10,7</b>	27	29	-	-
		<b>12,3–13,5</b>	7	1	-	-
SO <sub>2</sub>	10,0	>1,0	27	39	-	-
		1,0–5,0	19	6	-	-
		5,0–10,0	4	5	-	-
Cr (VI)	0,03	>0,03	50	50	-	-
		0,035	-	-	-	-
Al и его сплавы Al and its alloys	2,0	0,5–2,0	50	50	-	-

Во всех отобранных пробах сварочного аэрозоля было выявлено превышение ПДК марганца: при ручном способе сварки в декабре превышение в 1,45 раза в 23 пробах и в 1,5–2,0 раза в 27 пробах, в июне в 1,45 раза в 20 пробах и 1,5–2,0 раза в 30 пробах; при полуавтоматическом способе сварки в декабре обнаружено превышение в 1,45 раза в 37 пробах, в 1,5–2,0 раза в 13 пробах, в июне – в 30 и 20 пробах соответственно. Концентрации диоксида серы и алюминия при ручном и полуавтоматическом способах сварки не превышали ПДК, 3 пробы хрома составили 1,16ПДК.

Высокодисперсный аэрозоль сложного состава оказывает фиброгенное, токсическое, раздражающее, сенсибилизирующее действие. Сварочный аэрозоль также содержит след никеля, меди и цинка [18, 19].

В контрольных группах было обнаружено лишь незначительное содержание оксида углерода (сборочный цех) и озона (ИТР), концентрации которых не превышали ПДК. Поэтому воздух рабочей зоны контрольных групп может определяться как чистый.

По результатам проведенного исследования (табл. 1, 2) можно охарактеризовать воздух рабочей зоны сварочного производства предприятия машиностроения ООО «УАЗ» как загрязненный и умеренно загрязненный.

В среднем наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов в 1,5–3,0 раза (более чем в 47 % проб), в отдельных случаях – в 5 раз (в 6 % проб). Выявилось, что наибольший вклад в загрязнение воздуха сварочного производства вносят сварочная пыль, марганец, озон, диоксид углерода и диоксид кремния (табл. 3).

Таблица 3  
Table 3

**Процентное соотношение проб**  
**Sample percentage**

Наименование компонента Component	Отклонения от ПДК Deviations from the MPC				Количество проб с превышением ПДК, % Number of samples exceeding MAC, %
	Ниже уровня определения Below the level of determination	ПДК MAC	Превышение в 1–3 раза Exceedance of statutory criteria (1–3 times)	Превышение в 4–5 раз Exceedance of statutory criteria (4–5 times)	
Сварочная пыль Welding dust	-	8	106	36	71
O <sub>3</sub>	26	3	81	-	40,5
CO	-	4	136	-	68
NO <sub>2</sub>	99	7	14	-	7
SiO <sub>2</sub>	-	2	117	51	84
Mn	-	-	200	-	100
Cr	-	97	3	-	1,5

Среди химических веществ, содержащихся в сварочном аэрозоле, многие имеют однонаправленное действие и обладают эффектом суммации. Они представляют определенную опасность для организма, вызывая даже при кратковременном воздействии раз-

витие острого отравления. За счет гемолитического действия повреждаются ингибиторы ферментов, регулирующие дыхательную функцию, что вызывает отек легких и приводит к остановке дыхания.

В отдельных случаях концентрация вредных веществ в зоне дыхания сварщика, выполняющего ручные операции, достигает 5ПДК и более (табл. 3). С потоком воздуха с поверхности нагреваемого металла сварочный аэрозоль поступает в зону дыхания и в воздух производственного помещения. По мере удаления от источника выделения концентрация вредных веществ во всех направлениях резко уменьшается и на расстоянии до 4 м не отличается от фоновых показателей загрязнения воздуха помещения.

По данным медицинской статистики, общая заболеваемость в подразделениях предприятия увеличивается в ряду: инженерно-технические работники < рабочие сборочного цеха < рабочие сварочного цеха (сварщики).

**Заключение.** Таким образом, среди факторов производственной среды современной сварки металлов важную роль играют промышленные аэрозоли, характер и условия образования которых определяются сложной и многоступенчатой технологией обработки металла. Наиболее высокие концентрации и наибольшее количество проб с превышением ПДК зафиксированы при ручном способе сварки, что обусловлено многокомпонентностью сырья и меньшей степенью загазованности при полуавтоматической сварке. Также есть незначительная разница в результатах анализа, полученных в июне и декабре. В зимний месяц показатели загрязнения оказались немного выше, что может быть связано с низкой степенью проветривания помещения для сохранения температурного режима цеха.

Ведущую роль среди выделяемых во время сварки химических элементов играют

соединения марганца и озон. Наибольшие их концентрации отмечены при ручной сварке металла.

Данные медицинского осмотра изучаемой профессиональной группы свидетельствуют о большой распространенности болезней органов дыхания и нервной системы. По статистике профзаболеваний за 2013–2018 гг., в сварочном производстве было зафиксировано 77 заболеваний, 30 из которых по причине воздействия химического фактора – сварочного аэрозоля, что составляет 39 % от общего числа профзаболеваний производства.

По данным З.С. Кусраевой, средний возраст электросварщиков с установленным диагнозом профзаболевания составил  $46,0 \pm 9,4$  года, средний стаж работы в профессии –  $22,5 \pm 8,2$  года [20]. По отдельным нозологическим формам средний возраст и стаж составил: для хронической марганцевой интоксикации –  $44,8 \pm 9,3$  и  $21,5 \pm 8,2$  года, вегетативно-сенсорной полиневропатии –  $46,8 \pm 12,5$  и  $22,3 \pm 9,6$  года, хронического бронхита –  $42,6 \pm 8,9$  и  $18,6 \pm 9,4$  года, пневмокониоза –  $45,4 \pm 9,8$  и  $21,4 \pm 8,6$  года, миофиброза мышц предплечий –  $48,7 \pm 9,2$  и  $24,4 \pm 11,6$  года соответственно.

Очень важно учесть, что часто выявляется не одна, а сразу несколько форм профессиональных заболеваний. Доля рабочих, имеющих два и более профессиональных заболевания, составляет 30 % от общего числа. Частота выявления тех или иных патологий у сварщика составляет 1/3 от обследуемых, и число больных с профпатологией увеличивается с увеличением стажа работника.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Ахаладзе Н.Г., Поляков А.А., Душечкина Н.Б. Биологический возраст и физическая работоспособность в донозологической диагностике рабочих и служащих судостроительного предприятия. Физиология человека. 1991; 3 (17): 150.
2. Вербовой А.Ф. Состояние нейроэндокринной системы при пылевых заболеваниях легких: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Самара; 2006. 23.
3. Венедиктов Д.Д. Глобальные проблемы здравоохранения и пути их решения. М.: Медицина; 2000. 288.
4. Иржак Л.И., Поляков П.В., Осколкова Е.М. Функциональные пробы для оценки легочного дыхания. Физиология человека. 2001; 3 (27): 76–80.

5. *Карсакова Ю.Е.* Оценка биологического возраста у работников вредного производства. Научно-исследовательская деятельность в классическом университете: ИвГУ-2003: материалы научной конференции. 19–21 февраля 2003 г. Иваново; 2003: 80–81.
6. *Ишекова Н.И., Сидоров П.И., Соловьев А.Г.* Состояние регуляторных механизмов у женщин с различной массой тела на Севере. Экология человека. 2001; 2: 23–25.
7. *Косарев В.В., Бабанов С.А., Глазистов А.В.* Биологическое старение организма при воздействии фиброгенных аэрозолей. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2009; 4 (1): 89–91.
8. *Кусраева З.С.* Оценка профессионального риска при современных методах электродуговой сварки и резки металлов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2011. 25.
9. *Юценко К.А., Булат А.В., Леченко О.Г., Безушко О.Н., Самойленко Н.Ю., Довгаль Д.И., Каховский Н.Ю.* Влияние состава основного металла и электродного покрытия на гигиенические характеристики сварочных аэрозолей. Автоматическая сварка. 2009; 7: 45–50.
10. *Башкирева А.С.* Особенности заболеваемости с временной утратой трудоспособности на автотранспортных предприятиях Казани. Актуальные проблемы гигиены: труды Всероссийской научной конференции, посвященной 125-летию кафедры общей гигиены. Казань: Медицина; 1994: 164–166.
11. *Куценко С.А.* Основы токсикологии. СПб.: Фолиант; 2004. 716.
12. *Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А.* Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: ГУ НИИ ЭЧиГОС им. А.Н. Сысина РАМН; 2002. 408.
13. *Демин В.Ф., Голиков В.Я., Иванов Е.В.* Нормирование различных видов риска. Гигиена и санитария. 2002; 6: 30–36.
14. *Баевский Р.М.* Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии. М.: Медицина; 1979. 295.
15. *Зибарев Е.В.* Современные методы гигиенической оценки электросварочного аэрозоля и профилактика его вредного воздействия на организм работников: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2006. 17.
16. *Куролан С.А.* Геоэкологические аспекты мониторинга здоровья населения промышленных городов. Соросовский образовательный журнал. 2001; 6: 21–28.
17. *Морозова Л.В., Газеева И.М., Соколова Л.В.* Адаптационный потенциал как показатель адаптационных возможностей организма. Экология человека. 2002; 1: 20–22.
18. *Баевский Р.М.* Оценка и классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации. Вестник АМН СССР. 1989; 8: 73–79.
19. *Бражкин А.В.* Научно-методические основы прогнозирования безопасных для здоровья населения уровней химического загрязнения окружающей среды (на примере крупного промышленного города): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 1998. 51.
20. *Кусраева З.С.* Профессиональная заболеваемость электросварщиков. Допустимое воздействие на окружающую среду и совершенствование системы экологической безопасности: материалы XVI межотраслевой международной конференции. 24–30 апреля 2008 г. СПб.: Спектр; 2008: 23–25.

*Поступила в редакцию 20.11.2019; принята 17.02.2020.*

#### **Авторский коллектив**

**Петряева Юлия Сергеевна** – аспирант кафедры биологии, экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: ys.petryaeva@sollers-auto.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0920-5144>.

**Ермолаева Светлана Вячеславовна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: erm\_iv@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7791-5001>.

**Образец цитирования**

Петряева Ю.С., Ермолаева С.В. Состояние воздуха рабочей зоны сварочного производства на примере Ульяновского автомобильного завода. Ульяновский медико-биологический журнал. 2020; 2: 134–144. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-2-134-144.

**IN-PLANT WELDING PRODUCTION ATMOSPHERE:  
ULYANOVSK AUTOMOBILE PLANT CASE-STUDY****Yu.S. Petryaeva, S.V. Ermolaeva**

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

*Working conditions are among the most important factors affecting public health. Poor working conditions lead to high occupational morbidity. A third of the total number of employees are subject to an array of potentially harmful conditions at work.*

*The purpose of the study is to assess the air pollution of the welders' working area in a modern engineering industry.*

*Materials and Methods. The study involved 150 employees, including 100 welders (manual and semi-automatic welding were studied equally), as well as 50 people from the control group (25 locksmiths in the car assembly and delivery workshop and 25 engineers and technicians). The authors estimated time-weighted average concentrations. A total of 1900 air samples were analyzed. A PU-4E aspirator, a UG-2 gas analyzer, and a set of reagents were used for that purpose.*

*Results. In-plant welding production atmosphere of the automobile manufacturer UAZ can be characterized as polluted and moderately polluted. In 47 % of samples, heavy metal content exceeded maximum allowable concentrations (MACs) by 1.5–3.0 times, in some cases by 5 times (in 6 % of samples). As you move away from the emission source, the concentration of harmful substances decreases sharply in all directions and it does not differ from the background air pollution indicators at a distance of 4 m. According to medical statistics, the overall incidence in the enterprise units is increasing as following: engineers and technicians < assembly shop workers < welding shop workers (welders).*

*Conclusion. The highest concentrations and the largest number of samples exceeding MAC were recorded in shops with a manual method of metal welding. It results from multicomponent nature of the raw material and the lesser degree of gas contamination during semi-automatic welding.*

**Keywords:** *welding, in-plant atmosphere, maximum allowable concentration (MAC), occupational diseases.*

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

**References**

1. Akhaladze N.G., Polyakov A.A., Dushechkina N.B. Biologicheskii vozrast i fizicheskaya rabotosposobnost' v donozologicheskoy diagnostike rabochikh i sluzhashchikh sudostroitel'nogo predpriyatiya [Biological age and physical performance in prenosological diagnosis of workers and employees in a ship-building enterprise]. *Fiziologiya cheloveka*. 1991; 3 (17): 150 (in Russian).
2. Verbovoy A.F. *Sostoyanie neyroendokrinnoy sistemy pri pylevykh zabolevaniyakh legkikh* [Neuroendocrine system in dusty lung diseases]: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Samara; 2006. 23 (in Russian).
3. Venediktov D.D. *Global'nye problemy zdravookhraneniya i puti ikh resheniya* [Global health problems and their solution]. Moscow: Meditsina; 2000. 288 (in Russian).
4. Irzhak L.I., Polyakov P.V., Oskolkova E.M. Funktsional'nye proby dlya otsenki legochnogo dykhaniya [Pulmonary function tests]. *Fiziologiya cheloveka*. 2001; 3 (27): 76–80 (in Russian).
5. Karsakova Yu.E. Otsenka biologicheskogo vozrasta u rabotnikov vrednogo proizvodstva [Assessment of the biological age in hazardous industry workers]. *Nauchno-issledovatel'skaya deyatel'nost' v klassicheskoy universitete: IvGU-2003: materialy nauchnoy konferentsii*. 19–21 fevralya 2003 g. Ivanovo [Research activity at a classical university: IvSU-2003: Proceedings of a Scientific Conference. February 19–21, 2003, Ivanovo]. Ivanovo; 2003: 80–81 (in Russian).

6. Ishekova N.I., Sidorov P.I., Solov'ev A.G. Sostoyanie regulatorynykh mekhanizmov u zhenshchin s razlichnoy massoy tela na Severe [Regulatory mechanisms in women with different body weights living in the northern regions]. *Ekologiya cheloveka*. 2001; 2: 23–25 (in Russian).
7. Kosarev V.V., Babanov S.A., Glazistov A.V. Biologicheskoe starenie organizma pri vozdeystvii fibrogennykh aerorozley [Biological body aging under exposure to fibrogenic aerosols]. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2009; 4 (1): 89–91 (in Russian).
8. Kusraeva Z.S. *Otsenka professional'nogo riska pri sovremennykh metodakh elektrodugovoy svarki i rezki metallov* [Assessment of professional risk under modern methods of electric arc welding and metal cutting]: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. St. Petersburg; 2011. 25 (in Russian).
9. Yushchenko K.A., Bulat A.V., Lechenko O.G., Bezushko O.N., Samoilenko N.Yu., Dovgal' D.I., Kakhovskiy N.Yu. Vliyanie sostava osnovnogo metalla i elektrodnogo pokrytiya na gigenicheskie kharakteristiki svarochnykh aerorozley [Impact of the base metal composition and electrode coating on hygienic characteristics of welding sprays]. *Avtomatskaya svarka*. 2009; 7: 45–50 (in Russian).
10. Bashkireva A.S. Osobennosti zaboлеваemosti s vremennoy utratoy trudospobnosti na avtotransportnykh predpriyatiyakh Kazani [Characteristics of morbidity with temporary disability at Kazan motor transport enterprises]. *Aktual'nye problemy gigienny: trudy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu kafedry obshchey gigienny* [Topical problems of hygiene: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 125<sup>th</sup> Anniversary of the Chair of General Hygiene]. Kazan': Meditsina; 1994: 164–166 (in Russian).
11. Kutsenko S.A. *Osnovy toksikologii* [Basics of toxicology]. St. Petersburg: Foliant; 2004. 716 (in Russian).
12. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. *Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu* [Public health risk assessment under exposure to chemicals polluting the environment]. Moscow: GU NII EChIGOS im. A.N. Sysina RAMN; 2002. 408 (in Russian).
13. Demin V.F., Golikov V.Ya., Ivanov E.V. Normirovanie razlichnykh vidov riska [Rationing of various risks]. *Gigiena i sanitariya*. 2002; 6: 30–36 (in Russian).
14. Baevskiy R.M. *Prognozirovanie sostoyaniya na grani normy i patologii* [Prediction of the condition on the verge of norm and pathology]. Moscow: Meditsina; 1979. 295 (in Russian).
15. Zibarev E.V. *Sovremennye metody gigenicheskoy otsenki elektrosvarochnogo aerorozlya i profilaktika ego vrednogo vozdeystviya na organizm rabotnikov* [Modern methods of hygienic assessment of electric welding aerosol and prevention of its harmful effects on employees]: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. St. Petersburg; 2006. 17 (in Russian).
16. Kurolap S.A. Geoekologicheskie aspekty monitoringa zdorov'ya naseleniya promyshlennykh gorodov [Geoecological aspects of public health monitoring in industrial cities]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*. 2001; 6: 21–28 (in Russian).
17. Morozova L.B., Gazeeva I.M., Sokolova L.V. Adaptatsionnyy potentsial kak pokazatel' adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma [Adaptation potential as an indicator of the body adaptive capabilities]. *Ekologiya cheloveka*. 2002; 1: 20–22 (in Russian).
18. Baevskiy P.M. Otsenka i klassifikatsiya urovney zdorov'ya s tochki zreniya teorii adaptatsii [Assessment and classification of health levels in terms of the adaptation theory]. *Vestnik AMN SSSR*. 1989; 8: 73–79 (in Russian).
19. Brazhkin A.V. *Nauchno-metodicheskie osnovy prognozirovaniya bezopasnykh dlya zdorov'ya naseleniya urovney khimicheskogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy (na primere krupnogo promyshlennogo goroda)* [Scientific and methodological foundations for predicting levels of chemical environmental pollution that are safe for public health (a large industrial city – case-study)]: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. St. Petersburg; 1998. 51 (in Russian).
20. Kusraeva Z.S. Professional'naya zaboлеваemost' elektrosvarshchikov [Occupational morbidity in arc welders]. *Dopustimoe vozdeystvie na okruzhayushchuyu sredu i sovershenstvovanie sistemy ekologicheskoy bezopasnosti: materialy XVI mezhotraslevoy mezhdunarodnoy konferentsii* [Occupational morbidity in arc welders. Permissible environmental impact and improvement of the environmental safety system: Proceedings of the 16<sup>th</sup> Interdisciplinary International Conference]. 24–30 April 2008. St. Petersburg: Spektr; 2008: 23–25 (in Russian).

**Information about the authors**

**Petryaeva Yuliya Sergeevna**, Postgraduate student, Chair of Biology, Ecology and Nature Management, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: ys.petryaeva@sollers-auto.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0920-5144>.

**Ermolaeva Svetlana Vyacheslavovna**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Chair of Biology, Ecology and Nature Management, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: erm\_iv@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7791-5001>.

**For citation**

Petryaeva Yu.S., Ermolaeva S.V. Sostoyanie vozdukha rabochey zony svarochnogo proizvodstva na primere Ul'yanovskogo avtomobil'nogo zavoda [In-plant welding production atmosphere: Ulyanovsk automobile plant case-study]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskiy zhurnal*. 2020; 2: 134–144. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-2-134-144 (in Russian).