

11. Resolution of Russian Federation Government on 16/04/2012 № 291 «On certification of medical activities (except the stated activity performed by medical institutions of private health care on territory of innovation center «Skolkovo»)» (in Russian).

12. Order of Russian Federation Ministry of Health and Social Development on 12/04/2011 № 302n «On approval of lists for hazardous and (or) dangerous occupational factors and works, that require mandatory preliminary and periodic medical examinations, and on procedure of mandatory preliminary and periodic medical examinations in workers engaged into heavy work and exposed to hazardous and (or) dangerous work conditions» (in Russian).

13. Resolution of XII Russian Congress «Occupation and Health» and V Russian Congress of occupational therapists. Moscow, November 27–29, 2013 // Industrial medicine. — 2014. — 1. — P. 5–7 (in Russian).

14. Labor Code of Russian Federation. № 197-FZ from 30/12/2001 (ed 04/11/2014) (in Russian).

Поступила 23.12.2014

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Воронкова Светлана Владимировна,
зам. гл. врача клиники профпатологии по развитию. E-mail:
SV3341015@yandex.ru.

УДК 621.791.7:613.62:697.9531

О.Л. Маркова, Е.В. Иванова

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ЭЛЕКТРОСВАРЩИКОВ

«Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», д. 4, 2-я Советская ул., Санкт-Петербург 191036, Россия

В работе представлена гигиеническая оценка рабочего места электросварщика по химическому фактору, рассматриваются технические решения по организации приточно-вытяжной вентиляции и способы улучшения воздушной среды при различных сварочных работах.

Ключевые слова: сварочные работы, роботизированная сварка, фильтровентиляционный агрегат, вентиляционная система PUSH-PULL.

O.L.Markova, E.V.Ivanova. Contemporary solutions for better air quality at electric welders workplace

Northwest Public Health Research Center, 4, 2-ya Sovetskaya, Saint-Petersburg 191036, Russia

The article deals with hygienic evaluation of electric welder's workplace, concerning chemical factor, with technical solutions on organization of supply-and-exhaust ventilation and methods to improve air quality in various welding tasks.

Key words: welding works, robot-operated welding, filter ventilation device, ventilation system PUSH-PULL.

Технологический процесс сварки, применяемый во многих областях промышленности (машиностроение, судостроение, строительство, газоснабжение, водоснабжение и др.), относится к технологическим операциям с вредными условиями труда и является одним из наиболее неблагоприятных процессов, с точки зрения риска возникновения профессиональных заболеваний [1,3].

В процессе развития сварочных технологий произошли изменения в видах сварки: появились роботизированные сварочные посты и линии, новые сварочные материалы, широко используется лазерная и плазменная сварка и резка металлов.

На предприятиях используется широкий перечень современных образцов вентиляционного оборудования, в том числе иностранного производства, однако оценка воздушной среды на сварочных про-

изводствах при его эксплуатации, не достаточно изучена.

В связи с этим возникает необходимость проведения дополнительных исследований по изучению химического фактора на рабочих местах электросварщиков.

Целью работы является изучение формирования состояния воздушной среды производственных помещений и воздуха рабочей зоны на рабочих местах сварщиков при применении современных вентиляционных систем, оценка эффективности их работы. Исследования проведены на участке сварки и резки Тихвинского вагоностроительного завода, Ярославского ООО «Линдаб Билдингс», ООО «ССИ «ШЕФФЕР» в Санкт-Петербурге.

Материалы, методы и результаты. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны определяли при проведении сварки и плазменной резки металлов

на роботизированных прокатных модулях, оснащенных стационарными фильтровентиляционными агрегатами системы Kemper с местными отсосами в виде кабины или передвижного зонта [4].

При выполнении исследований на модуле воздух рабочей зоны отбирали внутри кабины во время резки металла, так как для проверки качества резки изделия и замены деталей оператор входит в кабину. Согласно полученным данным концентрации металлов в воздухе рабочей зоны значительно ниже установленных предельно допустимых [2]. При анализе газовой составляющей наибольшие концентрации были получены по диоксиду азота и составляют $1,5 \text{ мг/м}^3$, что также соответствует допустимому уровню. Полученные данные представлены в табл. 1.

На рабочем месте оператора роботизированного прокатного модуля, оснащенного стационарным фильтровентиляционным агрегатом системы Kemper 8000 (передвижной зонт), отбор проб осуществлялся у пульта управления. Установлено, что концентрации вредных веществ не превышают предельно-допустимых уровней для воздуха рабочей зоны (табл. 2).

Эффективность очистки фильтровентиляционным агрегатом системы Kemper 8000 находилась в пределах от 92,4% до 98,6%, а концентрации после очистки значительно ниже ПДКс.с. рабочей зоны и составляют (в % от ПДКс.с. рабочей зоны): сварочная аэрозоль 39,3%, марганец — 9,0%, дижелезо триоксид — 27,0%. Выброс очищенного воздуха производится в верхнюю зону производственного помещения.

Одним из предложений на рынке вентиляционного оборудования является внедрение системы PUSH-PULL. С одной стороны вентиляционной системы загрязненный воздух втягивается (PULL) в воздуховоды,

фильтруется и выдувается (PUSH) через решетки воздуховода с другой стороны вентиляционной системы. Системы (PUSH-PULL) предназначены для предотвращения накопления сварочных аэрозолей и газов в цехах, где производятся работы, связанные со сваркой и резкой металлов (в основном крупногабаритных деталей). Фильтровентиляционные системы эксплуатируются в помещении как конечное устройство по рециркуляционной схеме.

Испытания данного вида оборудования были проведены в цехах производства сварных балок. Содержание вредных веществ в сварочном аэрозоле (твердая фаза, газы) в воздухе рабочей зоны электросварщиков оценивалось на автоматических и полуавтоматических машинах.

Отбор проб воздуха проводили в зоне дыхания электросварщика при выполнении характерных производственных операций. Работа велась в соответствии с рабочими регламентами. На сварочных постах осуществлялась сварка металлоконструкций с использованием сварочных аппаратов для сварки MIG S8 Speed Pulse в среде инертных газов (аргон, углекислота), проволока марки ОК Aristo Rod 12.50.

Согласно технологическому процессу максимальные габариты металлоконструкций достигают $14000 \times 3000 \times 600 \text{ мм}$. Конструкция кантуется при помощи мостовых и консольных кранов для полной проварки её со всех сторон. После установки конструкции и её фиксации при помощи грузозахватных приспособлений электросварщик производит до 15 подходов для проведения сварочных работ.

Электросварщику необходимо проводить работу с изменением высоты, угла сварки. Отличительная особенность данной сварки связана с тем, что места

Таблица 1

Концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны внутри кабины

Место отбора проб	Наименование определяемого вещества	Концентрация, мг/м^3	ПДК, мг/м^3
На рабочем месте оператора роботизированного прокатного модуля (кабина)	марганец	$0,038 \pm 0,008$	0,6/0,2
	дихром триоксид	$0,008 \pm 0,0016$	3/1
	никель	$<0,005 (0,004)$	0,05
	дижелезо триоксид	$2,94 \pm 0,59$	—/6
	озон	$<0,04$	0,1
	углерод оксид	$<2 (0)$	20
	азота диоксид	$1,5 \pm 0,4$	2

Таблица 2

Концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны у пульта

Место отбора проб.	Наименование определяемого вещества	Концентрация, мг/м^3	ПДК, мг/м^3
На рабочем месте оператора роботизированного прокатного модуля (передвижной зонт)	марганец	$0,015 \pm 0,003$	0,6/0,2
	дихром триоксид	$0,009 \pm 0,0018$	3/1
	никель	$0,010 \pm 0,002$	0,05
	дижелезо триоксид	$2,12 \pm 0,42$	—/6
	озон	$<0,04$	0,1
	углерод оксид	$<2 (0)$	20
	азота диоксид	$<1 (0,2)$	2

сварки расположены на различной высоте (от 0,5 до 1,0 м) по всей длине конструкции, что предполагает работу в вынужденной позе, работу на корточках, с выполнением наклонов более 30 градусов.

Для выполнения данных сварочных работ электросварщики обеспечены средствами индивидуальной защиты: сварочными щитками 3M Speedglas 9002X и 9100 FX Air. В каждой модели имеется система принудительной подачи воздуха, в комплект которой входит предфильтр, противоаэрозольный фильтр Р (SL) и фильтр противогазовый со степенью защиты A1B1E1.

Измерения концентраций вредных веществ, выделяющихся при сварке, были выполнены на сварочных постах. Полученные данные приведены в табл. 3.

На основании проведенных исследований (12 сварочных постов) установлено, что содержание марганца в воздухе рабочей зоны на рабочих местах электросварщиков в 30% отобранных проб превышает ПДК в 1,02–1,4 раза, содержание оксида углерода превышает допустимые уровни в 100% исследуемых проб (1,7–3,7 раз).

Концентрации остальных компонентов сварочного аэрозоля находятся в пределах, не превышающих ПДК в воздухе рабочей зоны.

Следует отметить, что распространение сварочного аэрозоля в воздухе рабочей зоны находится в значительной зависимости от сконструированной системы вентиляции. Часть сварочных работ может проводиться в благоприятных условиях (свободное удаление сварочного аэрозоля), другая часть в неблагоприятных (когда конструкция загораживает электросварщика), что можно проследить по полученным данным.

Вместе с тем, при проведении сварочных работ с установленной системой вентиляции, электросварщик сам может корректировать месторасположение в пространстве в зависимости от конфигурации поступившей металлоконструкции.

Следующий этап исследований включал оценку воздушной среды в радиусе 1 м от рабочего места электросварщика в связи с необходимостью оценки загрязнения воздуха рабочей зоны для других профессий, работающих непосредственно вблизи сварочного поста. К таким профессиям могут быть отнесены: оператор автоматических и полуавтоматических линий станков и установок, мастер, водитель погрузчика, машинист-оператор крана, управляемого с пола, контролер ОТК, инспектор ОТК, главный сварщик, инженер по сварке. Полученные данные представлены в табл. 4.

На основании полученных данных можно констатировать, что содержание вредных веществ в составе сварочного аэрозоля на расстоянии 1 м. значительно ниже ПДК данных веществ в воздухе рабочей зоны. Существующая тенденция просматривается во всех отобранных пробах, на всех сварочных постах, во всех боксах без исключения.

Фоновые концентрации в помещении цеха определяли в проходах между сварочными боксами. Полученные данные характеризуют общую запыленность и загазованность в производственных помещениях при производстве рабочих операций (табл. 5).

На основании проведенных исследований установлено, что фоновые концентрации на порядок меньше ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Большая часть полученных концентраций ниже нижнего предела определения методик.

Выводы. 1. Применение роботизированных сварочных модулей с использованием стационарных фильтровентиляционных агрегатов значительно улучшает условия труда на рабочих местах операторов сварочных машин по химическому фактору. 2. Наибольшая эффективность удаления сварочного аэрозоля из рабочей зоны сварщика и производственного помещения в целом достигается сочетанием применения системы PUSH-PULL и местных вытяжных устройств.

Таблица 3

Концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны

Место отбора проб	Наименование определяемого вещества	Концентрация, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
Сварочный пост №1 На рабочем месте электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах (до щитка)	марганец	0,36±0,07	0,6/0,2
	дихром триоксид	0,012±0,002	3/1
	никель	0,010±0,002	0,05
	дижелезо триоксид	1,4±0,3	–/6
	медь	<0,02(0,015)	1/0,5
	кремний диоксид	<0,5(0,26)	3/1
	углерод оксид	35±8,8	20
	азота диоксид	1,4±0,4	2
Сварочный пост №2 На рабочем месте электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах (до щитка)	марганец	0,80±0,16	0,6/0,2
	дихром триоксид	0,012±0,002	3/1
	никель	<0,005	0,05
	дижелезо триоксид	3,9±0,8	–/6
	медь	<0,02(0,019)	1/0,5
	кремний диоксид	<0,5(0,47)	3/1
	углерод оксид	67±17	20
	азота диоксид	1,5±0,4	2

Таблица 4

Концентрации химических веществ в воздушной среде сварочных участков

Место отбора проб	Наименование определяемого вещества	Концентрация, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
Сварочный пост №1 В радиусе 1 м от места сварки	марганец	0,066±0,013	0,6/0,2
	дихром триоксид	0,009±0,002	3/1
	никель	<0,005	0,05
	дижелезо триоксид	0,42±0,08	–/6
	медь	<0,02(0,005)	1/0,5
	углерод оксид	<2(1,9)	20
	азота диоксид	<1(0,4)	2
Сварочный пост №1 В радиусе 1 м от места сварки	марганец	0,25±0,05	0,6/0,2
	дихром триоксид	0,008±0,002	3/1
	никель	<0,005	0,05
	дижелезо триоксид	0,65±0,13	–/6
	медь	<0,02(0,010)	1/0,5
	углерод оксид	<2(1,5)	20
	азота диоксид	<1(0,4)	2

Таблица 5

Концентрации химических веществ в воздухе производственных помещений

Место отбора проб	Наименование определяемого вещества	Концентрация, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
В проходе между постами	дижелезо триоксид	0,21–0,28	–/6
	марганец	0,057–0,069	0,6/0,2
	хром,	0,007–0,009	3/1
	никель	<0,005	0,05
	медь	<0,02(0,005–0,006)	1/0,5
	углерод оксид	<2(0,42–0,44)	20
	азота диоксид	<1(0,58–0,88)	2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 4)

1. Зибарев Е.В., Чащин М.В., Никонова С. М., Кусраева З.С., Кузьмин А.В., Ellngsen D.G., Thomassen I. // Мед. труда. — 2010. — №4 — С. 14-17.

2. Маркова О.А., Иванова Е.В. Гигиенические исследования воздушной среды на рабочих местах операторов сварочных машин роботизированных модулей. / Актуальные проблемы медицины труда. Сохранение здоровья работников как важнейшая национальная задача: материалы научной конференции с международным участием / под ред. С.В. Гребеньков, И.В. Бойко. — СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. — С. 53–54.

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

REFERENCES

1. Zibarev E.V., Chashchin M.V., Nikonova S. M., Kusraeva Z.S., Kuz'min A.V., Ellngsen D.G., Thomassen I. // Industrial medicine, 2010. — 4. — P.14–17 (in Russian).

2. Markova O.L., Ivanova E.V. Hygienic studies of ambient air at workplace of robotic cell welding machine operators. In: Topical

problems of occupational medicine. Workers' health preservation as the most important national objective. Materials of scientific conference with international participation. S.V. Greben'kov, I.V. Boyko, eds. St-Petersburg: Izd-vo SZGMU im. I.I. Mechnikova, 2014. — P. 53–54 (in Russian).

3. R 2.2.2006-05 «Manual on hygienic evaluation of working environment and working process factors. Criteria and classification of work conditions». Moscow, 2005 (in Russian).

4. Ellingsen D.G., Berlinger B., Bast-Pettersen R., Thomassen Y., Zibarev E., Kusraeva Z., Chashchin M., Chashchin V. // Environmental Sciences: Processes and Impacts, 2013. — V. 15. — № 2. — С. 357–365.

Поступила 23.12.2014

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Маркова Ольга Леонидовна,
ст. науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», канд. биол. наук. E-mail: olleonor@mail.ru.

Иванова Елена Викторовна,
науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья». E-mail: ventilyaciya48@mail.ru.