

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Гришагин В.М.¹, Мутина А.Н.¹

¹ГОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета» 652055, г. Юрга ул. Ленинградская, 26, e-mail: grishagin.v@list.ru

Анализ литературы, посвященной современным средствам вентиляции, свидетельствует о том, что наиболее перспективным направлением в этой области является обеспечение местного удаления сварочного аэрозоля (СА), т.е. создание местных вытяжных устройств, передвижных и переносных фильтровентиляционных аппаратов (ФВА), встроенных в сварочное оборудование устройств отсоса, фильтров для улавливания СА. При этом важной особенностью их является то, что применение ФВА и других устройств местного отсоса с фильтром позволяет решить не только гигиенические проблемы (защита органов дыхания сварщиков от вредных веществ), но и экологические – избавить производственную и окружающую среду от вредных выбросов сварочного производства.

Ключевые слова: фильтровентиляционные аппараты, сварочный аэрозоль, аспирационные устройства, средства индивидуальной защиты органов дыхания, автономные дыхательные аппараты.

ABOUT THE DEVELOPMENT OF VENTILATION SYSTEMS AND INDIVIDUAL PROTECTION EQUIPMENT IN PRODUCTION OF MATERIAL MINING EQUIPMENT

Grishagin V.M.¹, Mutina A.N.¹

¹Yurga Institute of Technology (Affiliate) of Tomsk Polytechnic University 26, Ul. Leningradskaya, Yurga, 652055, E-mail: grishagin.v@list.ru

Analysis of the literature on modern means of ventilation, suggests that the most promising direction in this area is to ensure that local removal of welding aerosol (CA), ie establishment of local exhaust devices, mobile and portable devices filtered air (PVA), built-in welding equipment sucking devices, filters for trapping CA. In this important feature of them is that the use of PVA and other local suction device with a filter can not only solve the hygiene problems (respiratory protection of welders against harmful substances), and environmental - to save the production and the environment from harmful emissions from welding.

Keywords: filter-ventilation machines, welding spray, suction devices, personal respiratory protection, self-contained breathing apparatus.

Введение

Недостатком существующих отечественных ФВА при производстве горно-шахтного оборудования является то, что применяемые в них фильтры очищают воздух преимущественно от твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА) и лишь некоторые отдельные марки ФВА – от вредных веществ газообразной составляющей сварочного аэрозоля (ГССА). Поэтому актуальной остается задача разработки новых фильтров и ФВА, очищающих воздух сварочных цехов как от ТССА, так и от вредных газов. Это даст возможность использовать рециркуляцию воздуха в производственных цехах.

Еще один недостаток имеющихся фильтров заключается в необходимости их периодической регенерации, что создает определенные неудобства. Поэтому важными требованиями к новым разработкам являются необходимость повышения срока службы фильтров и простота их обновления. В этом отношении определенные преимущества имеют электростатические фильтры. В поисках новых фильтров для улавливания токсичных газообразных компо-

нентов СА предпочтение следует отдавать сорбционно-фильтрующим, а также каталитическим материалам. Для очистки воздуха от токсичного монооксида углерода целесообразно применять его низкотемпературное каталитическое доокисление до безвредного углекислого газа. Кроме того, для улавливания вредных газов целесообразно использовать природные зернистые минеральные материалы.

Цель исследования

Как показал опыт, многообразие условий труда при производстве горно-шахтного оборудования требует применения ФВА различной производительности. Перспективными являются разработка и применение ФВА большой производительности (не ниже $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$). ФВА малой производительности (около $100 \text{ м}^3/\text{ч}$) хотя и имеют ограниченную область применения, однако являются экономически выгодными. Наиболее целесообразно их применять в комплекте с горелками, оснащенными аспирационным устройством, при механизированной сварке. По-прежнему актуальной задачей остается разработка соответствующего аспирационного устройства для существующих и новых горелок полуавтоматов, обеспечивающих требуемые эргономические характеристики.

Для особо опасных условий труда сварщиков (замкнутых пространств), где невозможно применение ФВА и других крепящихся местных отсосов, необходимы переносные вентиляционные агрегаты производительностью $2500...3000 \text{ м}^3/\text{ч}$, оснащенные гибким воздуховодом, которые гарантируют также и электробезопасность сварщиков [3; 4].

Материал и методы исследования

Выбор типа средств защиты органов дыхания сварщиков от вредного воздействия СА определяется конструктивными особенностями свариваемого изделия, оснащением места сварки и его расположением. Если особенности рабочего места и свариваемой конструкции не позволяют использовать устройства местного отсоса, передвижные и переносные фильтровентиляционные установки, вентиляторы или сварочное оборудование со встроенным отсосом, то для исключения влияния вредных веществ СА на организм сварщика используют средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) [7]. Особую актуальность применение СИЗОД при выполнении работ по изготовлению горно-шахтного оборудования приобретает при сварке в труднодоступных местах и в замкнутых пространствах (цистернах, резервуарах и т.д.).

По принципу действия СИЗОД разделяются на две группы: фильтрующие (респираторы и противогазы), при использовании которых вдыхаемый человеком воздух очищается от вредных примесей с помощью фильтров или сорбентов, и изолирующие (шланговые и автономные дыхательные аппараты), способствующие изолированию органов дыхания человека от вредного воздействия окружающей среды (чистый воздух для дыхания в этом случае по-

стует из источника дыхательной смеси). По способу подачи воздуха шланговые СИЗОД делятся на самовсасывающие и аппараты с принудительной подачей чистого воздуха в подмасочное пространство (зону дыхания) с помощью воздуходувок, вентиляторов или систем сжатого воздуха после его предварительной очистки. К изолирующим СИЗОД относится также маска сварщика с системой очистки и подачи воздуха в зону дыхания [2; 5].

В зависимости от назначения фильтрующих СИЗОД в соответствии с ГОСТ 12.4.034-85 различают противогазовые (ФГ), служащие для защиты от паров и газообразных веществ, противопылевые (ФП), предназначенные для защиты от различных аэрозолей (дымы, пыли, туманы), а также газопылезащитные (ФГП), применяемые в условиях одновременного содержания в воздухе газов, паров и аэрозолей различных веществ. СИЗОД должны удовлетворять также требованиям ГОСТ 12.4.174-87 – по следующим характеристикам: эффективности защиты, надежности, эргономике, техническому совершенству, а также показателям стандартизации и унификации [2].

Основным требованием к респираторам является обеспечение в течение всего времени их эксплуатации очистки вдыхаемого воздуха от вредных веществ до концентраций, не превышающих предельно допустимые. Сопротивление дыханию является важнейшей аэродинамической характеристикой респираторов и их конструктивных элементов: оно определяется перепадом давления до и после фильтрующего материала, находящегося в потоке воздуха [8]. В качестве физиолого-гигиенической характеристики сопротивление дыханию представляет собой переменную величину, связанную с легочной вентиляцией, структурой дыхательного цикла, тяжестью выполняемой работы, а также с влиянием на дыхание состояния окружающей среды и конструктивных особенностей респираторов. Если в используемых респираторах нормы сопротивления вдоху (100 Па) и выдоху (70 Па) согласно ГОСТ 12.4.041-78 соблюдаются, то они не вызывают существенных изменений в структуре дыхательного цикла и, следовательно, не препятствуют выполнению работы со значительными физическими нагрузками. Хороший респиратор должен эффективно защищать органы дыхания и не затруднять дыхание. Эту задачу удалось решить путем использования в респираторах фильтрующего материала ФПП-15-1,5, называемого «фильтр И.В. Петрянова». Такой материал применен в респираторах типа «Лепесток» [6].

Получили развитие патронные противоаэрозольные респираторы с резиновыми полумасками и фильтрами типа КУГ из материала ФП: «Астра-2», Ф-62, Ф-62Ш, РУ-60М. Разработаны фильтрующие полумаски многократного применения со сменными фильтрами: РП-К, «Снежок-К», «Снежок-КМ», «Снежок-КУ» и «Снежок-КУ-М» [5].

Область применения респиратора той или иной марки определяется главным образом химическим и дисперсным составом аэрозолей, а также их концентрацией в воздухе рабочей

зоны. При электродуговой и газовой сварке в основном применяют респиратор марки «Лепесток-200». В случае использования этого респиратора для защиты от СА при его концентрации 100 мг/м^3 сопротивление респиратора практически не изменяется в течение 3 часов [6].

Существенным недостатком респираторов типа «Лепесток» по отношению к СА является то, что они не могут очищать воздух от вредных газообразных веществ СА (оксидов углерода и азота, а также озона и фтористых газов). Для этих целей разработаны газопылезащитные респираторы модели «Снежок-ГП». Их отличительные особенности - наличие, кроме противоаэрозольного фильтра из материала типа ФП, дополнительного противогазового фильтра из комбинированного волокнистого материала ИВМ, а также возможность оснащения клапаном выдоха [2].

Инженерным центром «Экология в сварочном производстве» (ФХИЗОСиЧ, г. Одесса) при участии ИЭС им. Е.О. Патона, Института охраны труда (г. Санкт-Петербург) и других организаций налажено серийное производство респираторов «Снежок ГП-В». Эти универсальные фильтрующие респираторы предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания от аэрозолей и газообразных соединений (фтористого водорода и четырехфтористого кремния). Они могут применяться в условиях сварочного производства, особенно при работе с электродами и порошковыми проволоками фтористо-кальциевого типа, а также фторсодержащими флюсами, когда воздух загрязняется газообразными фтористыми соединениями [9].

В последнее время в ФХИЗОСиЧ разработаны новые респираторы аналогичного назначения (для защиты от СА) с облегченными формированными полумасками «Снежок ФГП-В», а также «Снежок ГП-озон» и «Снежок ФГП-озон» [1; 10; 11]. В конструкциях последних двух марок респираторов используется катализатор низкотемпературного разложения озона. Поэтому такие респираторы могут применяться для защиты органов дыхания сварщиков, занимающихся аргонодуговой сваркой алюминиевых сплавов и другими способами сварки в защитных газах, при которых в воздухе рабочей зоны образуется озон.

Шланговые и автономные изолирующие защитные маски имеют ряд преимуществ перед СИЗОД фильтрующего типа. Воздух подается в лицевую часть маски в количестве, обеспечивающем постоянное избыточное давление, что исключает подсос в зону дыхания воздуха, загрязненного токсическими веществами. При этом лицо работающего омывается струей чистого воздуха, что при высоких температурах обеспечивает требуемые микроклиматические условия для теплосъема. Отработанный воздух выходит наружу через неплотности. В отличие от респираторов, в подмасочном пространстве таких устройств отсутствует сопротивление дыханию, а содержание углекислого газа во вдыхаемом воздухе невелико. Подача свежего воздуха предупреждает запотевание стекол маски. Период действия этих

средств защиты ничем не ограничивается, кроме физиологических возможностей работающих в них [2].

Конструктивные особенности масок сварщика с системой подачи чистого воздуха в зону дыхания predeterminedenны необходимостью защитить органы дыхания от вредных веществ СА, а глаза – от ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучений. Их основные параметры следующие: температура подаваемого воздуха – 12...25 °С; относительная влажность воздуха – 50...60%; расход подаваемого воздуха – 100...200 л/мин [4; 5].

Составными частями таких устройств являются защитная маска сварщика, фильтрующий элемент, побудитель подачи воздуха и соединительный шланг.

По способу подачи воздуха в подмасочное пространство различают следующие системы: стационарные для очистки и подачи воздуха; портативные с вентилятором и фильтром, устанавливаемыми на поясе сварщика или на маске; централизованные, с подачей и очисткой воздуха от сети сжатого воздуха.

Маска должна иметь светофильтр, защищающий глаза от излучения сварочной дуги; причем в ее конструкции следует предусматривать возможность наблюдения за подготовительными операциями при выполнении сварки без подъема маски. В зависимости от этого разработаны такие виды масок: со светофильтром на жидких кристаллах с управляемой переменной оптической плотностью (автоматическое затемнение); со светофильтром на основе поликарбонатов с переменной оптической плотностью; с откидывающимся светофильтром постоянной оптической плотности [4; 5].

Рассмотрим отдельные типичные образцы указанных средств индивидуальной защиты. Наиболее эффективными и удобными в эксплуатации являются маски со светофильтром на жидких кристаллах с автономной системой очистки и подачи воздуха в зону дыхания. Общеизвестны маски Speedglas Fresh Air фирмы Hornell Speedglas Ins. (США), Airstream фирмы Racal (Великобритания), Fresh Air Unit фирмы Nederman (Швеция) и др., обеспечивающие надежную защиту глаз, лица и органов дыхания сварщика. Принцип действия применяемого в таких масках светофильтра основан на изменении его коэффициента пропускания (прозрачности фильтра) при зажигании сварочной дуги.

Что касается системы подачи чистого воздуха под маску, то наибольшее распространение за рубежом нашли автономные системы, крепящиеся на поясе сварщика. Такие системы состоят из электрического побудителя тяги, подающего воздух под маску, фильтрующего блока для очистки загрязненного сварочными аэрозолями воздуха, забираемого из рабочей зоны сварщика, и гибких шлангов, соединяющих систему очистки и подачи воздуха с защитной маской.

Широко используются также маски, к которым поступает воздух от внутрицеховой компрессорной системы. Комплект включает герметичную маску; фильтр с активированным углем для очистки воздуха от примесей; редуктор, подсоединенный к магистрали со сжатым воздухом; предохранительный клапан, спускающий воздух из маски при его избыточном давлении; индикаторное устройство, позволяющее определять степень загрязнения активированного угля в фильтре, и поясной ремень, на котором смонтированы все перечисленные элементы.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ работ дал возможность определить следующие основные требования к конструкции маски, применяемой в системах подачи воздуха в зону дыхания:

- струя воздуха под щитком должна распределяться симметрично относительно носа и рта сварщика;

- скорости воздушных струй, исходящих из различных точек воздухораспределительного устройства, должны быть одинаковыми во избежание эжекционного эффекта;

- для создания требуемого избыточного давления воздуха под маской, препятствующего проникновению под нее сварочного аэрозоля, расход подаваемого воздуха должен составлять не менее 200 л/мин. Однако с учетом физиолого-гигиенических требований к маске оптимальной является подача воздуха под маску со скоростью 100...200 л/мин [4].

По последним данным Киевского института медицины труда АМН Украины, для обеспечения норм микроклимата расход подаваемого воздуха должен составлять 30...40 л/мин. В зависимости от конструкции маски расход подачи воздуха в зону дыхания может быть и больше.

Анализ литературы, посвященной СИЗОД сварщиков от СА, позволяет выделить два основных направления в решении этой проблемы: применение фильтрующих респираторов; использование масок сварщика с системой очистки и подачи воздуха в зону дыхания.

Первое из них – более простое, однако из-за не совсем удовлетворительных характеристик респираторов в физиологическом отношении (сопротивление дыханию) длительность их применения ограничена. Респираторы целесообразно использовать лишь в тех случаях, когда невозможно применять другие, более удобные средства защиты от СА.

Второе направление лишено этих недостатков. Применение защитной маски с системой подачи очищенного воздуха позволяет наиболее эффективно защищать органы дыхания от СА и обеспечивать необходимые физиологические требования к СИЗОД.

Заключение

Фильтры, применяемые в таких системах, должны иметь низкое аэродинамическое сопротивление, очищать воздух как от твердых частиц СА, так и от вредных газообразных

компонентов (оксидов углерода и азота, а также озона, фтористого водорода, тетрафтористого кремния и др.). Система подачи воздуха должна быть портативной и крепиться на поясе сварщика, иметь небольшую массу, значительную емкость фильтра, высокую производительность нагнетания воздуха и автономную систему электрического питания вентилятора. Что касается защиты органов зрения этими масками, то необходимы различные конструкции устройств: с подвижным и открывающимся светофильтром, с переменной оптической плотностью, с комбинацией темного и прозрачного светофильтра.

Список литературы

1. Высокоэффективные средства защиты органов дыхания. Фильтро-вентиляционные установки: Проспект МПЦ «Антарес». – Одесса, 2003. – 4 с.
2. Каминский С.Л., Басманов П.И. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. – М. : Машиностроение, 2002. – 128 с.
3. Левченко О.Г., Метлицкий В.А. Современные средства вентиляции при сварке (обзор) // Автомат. сварка. – 2005. – № 3. – С. 40–48.
4. Левченко О.Г., Метлицкий В.А. Современные средства вентиляции рабочих мест и индивидуальной защиты сварщиков (обзор). – Киев : ИЭС им. Е.О. Патона, 2007. – 32 с.
5. Левченко О.Г., Метлицкий В.А. Современные средства индивидуальной защиты органов дыхания сварщиков (обзор) // Автомат. сварка. – 2005. – № 7. – С. 45–50.
6. «Лепесток» (легкие респираторы) / И.В. Петрянов, В.С. Кошечев, П.И. Басманов и др. – М. : Наука, 1994. – 216 с.
7. Методические рекомендации по применению средств индивидуальной защиты органов дыхания. – Л. : ВНИИОТ ВЦСПС, 2002. – 44 с.
8. Общие требования к фильтрующим респираторам / С.Н. Шатский, С.Л. Каминский, П.И. Басманов и др. // Методико-технические проблемы индивидуальной защиты человека. – М. : Медицина, 2007. – С. 85–91.
9. Фильтрующий газопылезащитный респиратор «Снежок ГП-В» / А.А. Эннан, В.И. Байденко, В.Г. Шнейдер и др. – Киев, 1990. – 2 с. – (Информ. письмо / АН УССР, Институт электросварки им. Е.О. Патона; № 33).
10. Эннан А.А., Шнейдер В.Г., Байденко В.И. Универсальная маска для защиты сварщика // Автомат. сварка. – 2005. – № 3. – С. 57–58.
11. Эннан А.А., Большаков Д.А., Горбань Л.Н. Облегченные респираторы типа «Снежок» // Сварщик. – 1999. – № 1. – С. 32–33.

Рецензенты:

Шевченко Л.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой аэрологии, охраны труда и природы, ГОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет», г. Кузбасс.

Сапожков С.Б., д.т.н., профессор кафедры сварочного производства, ГОУ ВПО «Томский политехнический университет, Юргинский технологический институт», г. Юрга.