

УДК 621.791

А.С. Смолина, Ю.В. Раков, М.Н. Игнатов

A.S. Smolina, Yu.V. Rakov, A.M. Ignatova

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОТБОРА ПРОБ
МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ ТВЕРДОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ**

**DEVELOPMENT OF THE METHOD OF SELECTION
OF MAGNETIC PARTICLES OF THE SOLID COMPOSITION
OF WELDING AEROSOL**

Представлен новый способ отбора проб магнитных составляющих сварочного аэрозоля при проведении различных сварочных работ. Проведено сравнение данного способа с известными методами, выделены его основные достоинства.

Ключевые слова: сварка, сварочный аэрозоль, магнитные частицы, воздушный фильтр, углеродный скотч.

A new method of sampling the magnetic components of the welding aerosol in carrying out various welding works is presented in this work. The article compares this method with the known ones, and also highlights the main advantages of the proposed method.

Keywords: welding, welding aerosol, magnetic particles, air filter, carbon scotch.

Сегодня трудно представить мир без сварки. Данный процесс присутствует на любом промышленном предприятии, в быту и во многих других сферах деятельности человека, даже в медицине. Любой сварочный процесс имеет целый ряд факторов, который представляет существенную опасность не только для здоровья сварщика, но и для людей, находящихся непосредственно вблизи этого процесса.

При любом виде сварки присутствуют следующие вредные факторы: ультрафиолетовое излучение, инфракрасное излучение, слепящая яркость видимого света, механические повреждения, такие как искры и брызги расплавленного металла, дым, частицы [1].

Одним из самых вредных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека, является сварочный аэрозоль (СА).

Сварочный аэрозоль – это совокупность мельчайших частиц, образовавшихся в результате конденсации паров расплавленного металла, обмазки электродов, содержимого порошковой проволоки или флюсов. Состав СА зависит от состава сварочных и свариваемых материалов. Как правило, сварочный аэрозоль состоит из железа и его окислов, но в него также могут входить такие вещества и их соединения, как марганец, хром, никель, алюминий, медь, цинк, фтор, кремний, азот и другие [2].

Известно, что сварочные аэрозоли представляют собой дисперсную систему, состоящую из двух составляющих: твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА) и газовой составляющей сварочного аэрозоля (ГССА) [1].

По результатам медицинских исследований, сварочные аэрозоли в совокупности с производственной пылью являются самой распространенной причиной развития профессиональных заболеваний у сварщика [3]. Сварочные аэрозоли способны вызывать не только бронхиты и астмы, но и сильные интоксикации, оказывать разрушающее действие на работу головного мозга, в некоторых случаях даже могут вызвать онкологические заболевания.

Как показывают исследования по замерам воздуха в рабочей зоне сварщика, выделяемые в процессе сварки сварочные аэрозоли превышают допустимые нормы в 5–6 раз. Чаще всего в производственных помещениях используется местная и общая вентиляция, а индивидуальные средства защиты пригодны для очистки выдыхаемого воздуха. Обычно вентиляция не оказывает необходимого эффекта, поэтому вредные вещества в рабочей зоне сварщика распределяются неравномерно, и ТССА, попадая в воздушную среду, фактически проникают под маску рабочего.

На сегодняшний день улавливание ТССА можно разделить две стадии. На первой стадии, называемой стационарной, происходит осаждение частиц в чистом фильтре. В этом случае эффективность улавливания и аэродинамическое сопротивление не изменяются во времени и определяются структурой фильтрующего материала, а также свойствами улавливаемых частиц и параметрами газовой смеси.

Вторая стадия называется нестационарной. Для нее характерны структурные и другие модификации в волокнистом фильтре в результате накопления твердых частиц, воздействия влаги, агрессивных газов и т.д., что приводит к изменению качества улавливания и аэродинамического сопротивления во времени [5–7].

В настоящее время для улавливания аэрозолей используют различные ручные и водяные аспираторы, а также разные типы электромеханических аспираторов. Среди ручных аспираторов весьма распространены резиновые груши, ручные насосы (поршневые и беспоршневые), откалиброванные шприцы различной вместимости, газовые пипетки.

Основным методом концентрирования проб при анализе аэрозолей является механическая фильтрация воздушного потока.

Известно устройство (Информационное письмо. Серия: Справочное оборудование, № 61, Киев, 1989) (установка фильтр-поглонительная УФП2-УХП4), представляющее собой промышленный пылесос с фильтром рукавного типа, снабженным системой регенерации, основанной на механическом встряхивании.

Недостатком данного устройства является неудобство встряхивания фильтра, поскольку для его проведения необходимо снять побудитель тяги, а затем установить его на прежнее место. Сильфонообразная структура фильтра также осложняет удаление загрязнений с его поверхности, поскольку пыль с вышерасположенных выступов поверхности фильтра сыпается на нижерасположенные выступы, что вызывает задерживание пыли по пути ко дну корпуса.

Известно всасывающее устройство с фильтрацией воды (рис. 1), содержащее зону всасывания воздуха и загрязнений снаружи, контейнер с водой или иной жидкостью, в который направляется всасываемое вещество для первичного смешивания воздуха и воды, криволинейный канал на выходе из контейнера, в котором происходит дополнительное смешивание воздуха и воды, вращающийся динамический сепаратор на выходе из криволинейного канала, обеспечивающий отделение воздуха от возможных остаточных частиц и от жидкости, турбину с приводом от двигателя, через которую пропускается воздушная масса перед выбросом ее наружу, передаточный канал для жидкости, отделенный от воздушной массы, внутри контейнера.

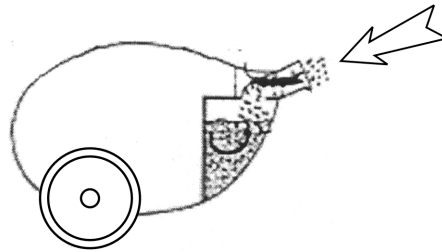


Рис. 1. Всасывающее устройство с фильтрацией воды

Кроме этого, существует всасывающее устройство, представленное в патенте SU 1507420 A1 (рис. 2). Оно представляет собой магнитный фильтр, который содержит вертикальный цилиндрический корпус диаметром 50 мм и высотой 700 мм, заполненный слоем чугуной стружки. Электромагнитная система фильтра представляет собой четыре электромагнитных катушки, надетых на корпус фильтра и соединенных последовательно одна с другой.

Улавливание твердых частиц сварочного аэрозоля ведут на ткань Петрянова типа ФППД-4. Эффективность улавливания оценивают весовым мето-

дом на аналитических весах ВЛА-200 м. Улавливание частиц сварочного аэрозоля идет за счет остаточной намагниченности насадки.

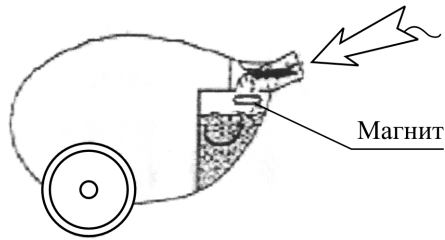


Рис. 2. Всасывающее устройство с фильтрацией воды с размещением магнита

Недостатком представленного устройства следует считать следующее: улавливание частиц происходит при помощи электромагнитной системы фильтра и создается только при протекании электрического тока. При отключения электрического тока у электромагнита исчезают его свойства, а магнитные частицы (ферро- и парамагнетики) возвращаются в свое исходное хаотичное состояние.

Задачей создания нового способа является разработка ранее не используемого метода отбора пробы магнитных частиц твердой составляющей СА, который бы позволял улавливать магнитные частицы твердой составляющей сварочного аэрозоля в зоне дыхания сварщика с помощью пробоотборного устройства. Отбор пробы осуществляют после зажигания сварочной дуги и создания направленного воздушного потока в зону дыхания сварщика пробоотборным устройством. Для улавливания твердой составляющей сварочного аэрозоля служат углеродсодержащая поверхность двустороннего углеродистого скотча, который расположен на держателе, и магнит, на который прикрепляется данный скотч. Благодаря магниту в рабочей зоне дыхания или из рабочей зоны дыхания сварщика на углеродный скотч осаждаются магнитные частицы (ферро- и парамагнетики) сварочного аэрозоля. По окончании процесса сварки скотч отклеивают и помещают в контейнер для осуществления последующего анализа. Обеспечивается возможность отбора проб в стационарных и полевых условиях без использования дорогостоящего оборудования при низкой трудоемкости.

Данный метод можно отнести к способам улавливания магнитных частиц (ферро- и парамагнетиков) твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА), образующейся при дуговой сварке. Способ может быть использован для улавливания и отбора проб ТССА при проведении различных сварочных процессов, например сварки под флюсом, сварки порошковой проволокой, сварки в углекислом газе, а также при кислородной и плазменной резке металлов.

В данном способе используется двусторонний углеродный скотч производства ООО «ТЕСКАН» (Чехия). Стороны скотча представляют собой слой высокодисперсного углерода (0,5–1,0 μm), нанесенный на клейкую основу и постоянный магнит.

Твердые частицы сварочного аэрозоля притягиваются магнитом, осаждаются на углеродсодержащую поверхность скотча и за счет клейкой основы удерживаются на нем.

Возможность приклеивания скотча, отклеивание его после окончания процесса сварки и хранение его в контейнере дают возможность осуществлять последующий анализ пробы в специальных лабораторных условиях, а не непосредственно у рабочего места сварщика, что упрощает и удешевляет известные способы отбора проб.

На рис. 3 показана схема осуществления отбора пробы ТССА согласно рассматриваемому способу.

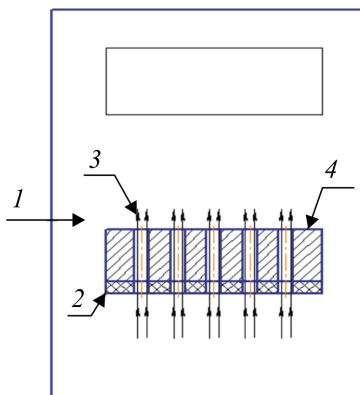


Рис. 3. Схема осуществления отбора пробы ТССА:

1 – маска сварщика; 2 – углеродный скотч;
3 – поток воздуха; 4 – магнит

Подводя итог ранее сказанному, можно сделать вывод о том, что новый предложенный способ отбора пробы магнитных частиц твердой составляющей СА является универсальным. Он позволяет более тщательно изучить важнейшие характеристики магнитных ТССА, а это в дальнейшем может способствовать обеспечению безопасности труда при сварочных работах.

Список литературы

1. Чудинова Я.Н., Смолина А.С. Снижение негативного воздействия на здоровье человека при ремонтно-сварочных работах // Сварка. Реновация. Триботехника: тез. докл. VIII Урал. науч.-практ. конф. / отв. ред. В.А. Корот-

ков, В.Ф. Пегашкин; УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил, 2017. – 133 с.

2. Принципы прогнозирования состава твердой составляющей сварочного аэрозоля по виду электродного покрытия / Д.А. Кузнецов, А.С. Смолина, Ю.В. Раков, М.Н. Игнатов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение. – 2014. – № 2. – С. 25–34.

3. Раков Ю.В., Смолина А.С., Игнатов М.Н. Влияние сварочных аэрозолей на здоровье сварщика // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 29–30 января 2017 г. – Кемерово, 2017. – Т. 2. – С. 430–433.

4. Способ определения концентрации пыли и аэрозоля при дуговой сварке: пат. № 2105287 Рос. Федерация / Игнатов М.Н., Онорин О.А., Ханов А.М. – № 96119120/25; заявл. 25.09.1996.

5. Фильтр: пат. 3173208 Рос. Федерация, МКП7 В 01 D 46/26 / Громова Л.В., Караминский В.Д. – Заявл. 11.11.1999; опубл. 10.09.2001.

6. Писаренко В.Л., Рогинский М.Л. Вентиляция сварочных мест в сварочном производстве. – М.: Машиностроение, 1981. – 120 с.

7. Серпионова Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров. – М.: Высшая школа, 1969. – 414 с.

8. Исследование химических соединений в твердой фазе сварочных аэрозолей / Т.С. Вебляя, А.П. Головатюк, Н.П. Харченко, Л.А. Шевченко // Комплексные средства защиты оператора при дуговой сварке и перспективные направления работ в этой области. – М.: Информэлектро, 1978. – 11 с.

Получено 10.10.2017

Смолина Анна Сергеевна – магистрант, кафедра «Сварочное производство и технология конструкционного материала», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: A2n7n@yandex.ru.

Раков Юрий Владимирович – магистрант, кафедра «Сварочное производство и технология конструкционного материала», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: rakov-yv@mail.ru.

Игнатов Михаил Николаевич – доктор технических наук, профессор, кафедра «Сварочное производство и технология конструкционного материала», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: iampstu@gmail.com.