

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕСТНОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ УСЛОВИЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВЫМИ ЛЕНТАМИ

О. Г. ЛЕВЧЕНКО, д-р техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины),
В. В. ЧИГАРЕВ, д-р техн. наук (Приазов. техн. ун-т, г. Мариуполь)

Рассмотрены особенности выбора оптимальных параметров местной вытяжной вентиляции с учетом скорости движения воздуха в зоне дуги и объема удаляемого воздуха для повышения эффективности улавливания вредных веществ из зоны наплавки порошковыми лентами.

Ключевые слова: сварочные аэрозоли, вредные вещества, концентрация, фильтровентиляционные агрегаты, дуговая наплавка, порошковая лента, объем удаляемого воздуха, расчеты

Наиболее эффективными средствами защиты производственной и окружающей среды от вредных веществ, образующихся при электродуговой сварке (наплавке), являются местные вытяжные устройства в комплексе с фильтровентиляционными агрегатами. Они улавливают сварочные аэрозоли (СА) непосредственно в зоне сварки, очищают от них воздух, который затем возвращается обратно в помещение, решая таким образом гигиенические, экологические и экономические проблемы [1]. Основной задачей расчета местных вытяжных устройств для рабочих мест сварщиков является определение скорости удаления воздуха от источника образования СА, что обеспечивает высокую (не менее 75 об. %) эффективность удаления вредных веществ согласно существующим нормам [2]. Остальная объемная доля СА (25 %) должна разбавляться до предельно допустимой концентрации (ПДК) с помощью общеобменной вентиляции. При этом основным требованием к воздуху рабочей зоны (согласно ГОСТ 12.1.005–88) является снижение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны до ПДК.

Для того чтобы обеспечить эффективность удаления СА необходимо учитывать, что это зависит от характеристик вытяжного устройства (формы, условия входа воздуха во всасывающее отверстие), источника выделения вредных веществ (способа сварки, вида сварочного оборудования, марки сварочного материала), условий подтекания воздуха ко всасывающему отверстию (размера и формы ограничивающих поверхностей) и расстояния от него до источника образования СА — сварочной дуги. Кроме того, следует принимать во внимание, что при сварочных процессах практически всегда осуществляется взаимодействие потока воздуха, удаляемого местным отсосом, с защитной атмосферой, что может привести (при определенном расходе удаляемого воздуха) к нежелательным последствиям — изменению химического состава и

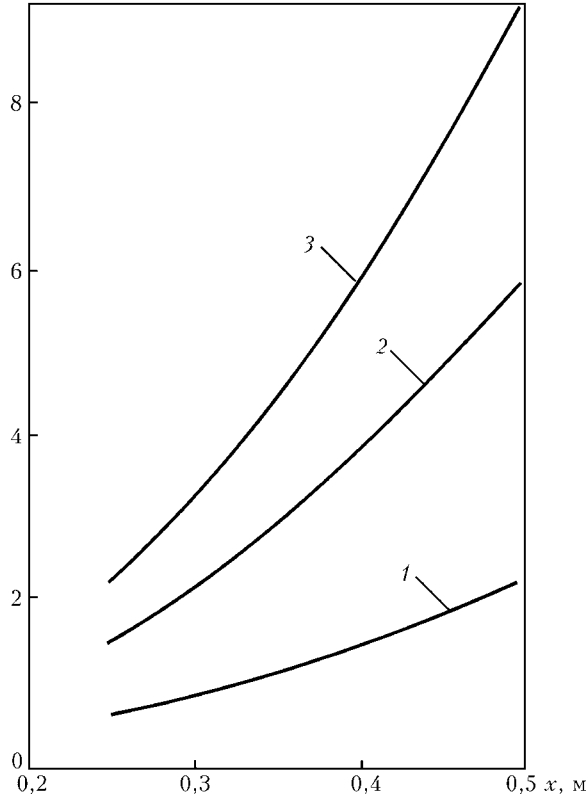
свойств наплавленного металла. Скорость удаления воздуха должна устанавливаться такой, чтобы не нарушить газовую защиту расплавленного металла. Для эффективного улавливания СА достаточно обеспечить в зоне наплавки (возле дуги) требуемую скорость движения удаляемого воздуха через всасывающее отверстие. Таким образом, расчет параметров местного отсоса сводится к определению скорости воздуха в зоне всасывания, выбору расстояния для эффективного улавливания СА и достижению требуемой скорости движения удаляемого воздуха [3]. Эффективность улавливания СА повышается прямо пропорционально указанной скорости. На выбор значений последней в зоне сварки (наплавки) влияет мощность сварочной дуги, наличие газовой защиты, а также ряд других факторов и она изменяется в пределах 0,2...0,5 м/с в зависимости от способа сварки [2]. Так, интенсивность образования СА при автоматической наплавке порошковыми лентами в несколько раз выше, чем при ручной дуговой сварке покрытыми электродами и механизированной сварке и наплавке порошковыми проволоками [4]. Поэтому обычно используемые при указанных способах сварки средства местной вентиляции [1] не обеспечивают эффективное удаление СА из зоны наплавки порошковыми лентами.

Целью настоящей работы является выбор оптимальных параметров местной вытяжной вентиляции (скорости и объема удаляемого воздуха) для повышения эффективности улавливания вредных веществ из зоны наплавки порошковыми лентами.

Проведены исследования влияния скорости всасывания воздуха на изменение химического состава металла, полученного наплавкой порошковой лентой типа ПЛ-АН-101 с сердечником различной композиции. В одной серии экспериментов использовали порошковую ленту с сердечником из комплексно-легированного сплава, в другой — из механической смеси таких же компонентов, что и в сплаве, обеспечивающих при наплавке получение металла типа сормайт-1. Оболочка порошковой ленты состояла из двух стальных лент размером 0,4×24 и 0,4×22 мм, соединенных с помощью замка в одну ленту с сечением прямоугольной формы



$L \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{ч}$



Зависимость требуемого объема L воздуха, удаляемого с помощью местного вытяжного устройства, от расстояния x расположения приемного отверстия до сварочной дуги при разной скорости движения воздуха в зоне наплавки $v_x = 0,2$ (1), $0,5$ (2) и $0,8$ м/с (3)

размером 3×19 мм. Механическая смесь компонентов сердечника порошковой ленты состояла из порошков феррохрома, графита, ферромарганца, никеля, ферросилиция, алюминия и магния. В комплексный сплав входили те же элементы, но предварительно сплавленные, а при изготовлении сердечника порошковой ленты дополнительно вводили

алюминиево-магниевую смесь порошков в соотношении 1:1. Порошковые ленты изготавливали с соблюдением технологических режимов, которые оставались постоянными на протяжении всего процесса протяжки на стане.

Эксперименты выполняли на следующем режиме: постоянный сварочный ток (обратная полярность) $I_{св} = 750 \dots 800$ А; напряжение на дуге $U_d = 30 \dots 32$ В; скорость наплавки $v_n = 36,5$ м/ч.

Скорость всасывания воздуха в зависимости от положения шибера на уровне воздухозаборного устройства составляла $9,0, 6,4$ и $2,5$ м/с, а на уровне сварочной дуги (уровень шва) — $0,8, 0,5$ и $0,2$ м/с. Малые значения этой скорости определяли с помощью термоэлектроанемометра. Достоверность данных о необходимых химическом составе и твердости наплавленного металла достигалась за счет увеличения количества измерений [5]. Полученные результаты приведены в таблице.

На основании исследований установлено, что на химический состав и твердость наплавленного металла скорость движения воздуха на уровне дуги в пределах $0,2 \dots 0,8$ м/с существенно не влияет. Дальнейшее увеличение этой скорости приводит к заметному изменению указанных параметров. Таким образом, для повышения эффективности улавливания СА местным отсосом допустимую скорость удаления воздуха можно увеличивать от $0,5$ (как принято при дуговой сварке [2]) до $0,8$ м/с. Исходя из значения скорости движения воздуха вычисляются объем L воздуха, удаленного с помощью местного отсоса, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L = 3600F_0v_0, \quad (1)$$

где F_0 — площадь всасываемого отверстия, м^2 ; v_0 — нормируемая скорость движения воздуха в этом отверстии, м/с. Значения F_0 определяются конструктивными особенностями технологического оборудования и выбранного всасывающего отверстия, а v_0 находят исходя из условий обеспечения

Влияние скорости отсоса воздуха на химический состав наплавленного металла

Состав сердечника порошковой ленты	Скорость движения воздуха, м/с		Химический состав, мас. %					HRC
	на уровне шва	на уровне отсоса	C	Mn	Si	Cr	Ni	
Механическая смесь компонентов	0,8	9,0	2,80	1,80	2,40	23,1	2,92	52
	0,8	9,0	2,80	1,50	2,40	20,5	2,30	51
	0,8	9,0	2,65	1,33	2,54	21,0	2,46	50
	0,5	6,4	2,55	1,52	2,35	22,0	3,02	51
	0,5	6,4	3,15	1,40	2,30	19,7	2,76	49
	0,2	2,5	2,50	1,50	3,00	23,4	3,02	50
	Без отсоса	Без отсоса	2,55	1,44	2,99	20,6	2,82	50
Комплексно-легированный сплав	0,8	9,0	2,75	2,12	3,06	24,2	3,80	52
	0,8	9,0	2,80	1,50	2,96	23,7	3,01	53
	0,8	9,0	2,90	1,50	2,54	23,5	3,02	50
	0,5	6,4	2,75	1,83	2,55	22,8	3,50	52
	0,5	6,4	2,80	1,50	2,58	20,5	2,79	53
	0,2	2,5	2,70	1,50	2,04	22,1	2,79	52
	Без отсоса	Без отсоса	2,71	1,40	2,15	20,4	2,66	52

заданной скорости движения воздуха v_x в зоне сварки (наплавки) на расстоянии x от центра всасывающего отверстия. Для отсосов простейшей формы с круглыми и квадратными отверстиями без экрана

$$v_0 = 16(x/d)^2 [6], \quad (2)$$

где d — диаметр круглого отверстия или гидравлический диаметр для квадратного отверстия.

Для выбора оптимальных параметров местной вытяжной вентиляции (скорости и расхода удаляемого воздуха) при различных значениях x и d определяли v_0 по (2), а L — по (1). Расчеты, выполненные при $d = 0,16$ и $0,20$ м (как принято в современных вытяжных устройствах), показали, что диаметр отверстия местного отсоса не влияет на расход в нем воздуха. Увеличение же расстояния вытяжного отверстия до зоны наплавки (для расчетов выбран оптимальный диапазон $0,25... 0,50$ м [1]) при соблюдении необходимой скорости движения воздуха ($0,8$ м/с) должно обеспечиваться соответствующим повышением объема удаленного воздуха. Благодаря полученной зависимости (рисунок) объема воздуха, удаляемого вытяжным отверстием, от расстояния расположения последнего до сварочной дуги можно вычислить оптимальные параметры местной вытяжной вентиляции. С помощью полученной зависимости определено, что разработанные новые средства местной вентиляции производительностью 2000 и 4000 м³/ч [7] можно эффективно использовать при наплавке порошковыми лентами, располагая их приемные устройства на расстоянии соответственно $0,25$ и $0,35$ м от сварочной дуги. При этом обеспечивается необходимая эффективность улавливания СА и не изменяются химический состав и твердость наплавленного металла.

Peculiarities of selection of optimal parameters for local exhaust ventilation, allowing for the air velocity within the arc zone and amount of the removed air, are considered in terms of improvement of the efficiency of entrapping harmful materials from the flux-cored strip surfacing zone.

Поступила в редакцию 15.03.2005,
в окончательном варианте 30.05.2005

Выводы

1. Для защиты производственной среды от вредных веществ, образующихся при наплавке порошковыми лентами, рекомендуется применять местные вытяжные устройства производительностью от 2000 до 4000 м³/ч, обеспечивающие эффективное улавливание СА на расстоянии не более $0,25... 0,35$ м от сварочной дуги.

2. Максимальная скорость движения воздуха, удаляемого из зоны наплавки порошковой лентой, должна составлять $0,8$ м/с.

3. При увеличении (в случае необходимости) расстояния между приемным вытяжным устройством и зоной наплавки порошковой лентой объем удаляемого воздуха следует увеличивать в соответствии с полученной зависимостью.

1. Левченко О. Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві: Навч. посібник. — К.: Основа, 2004. — 98 с.
2. № 1009-73. Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов. — М.: Минздрав СССР, 1973. — 28 с.
3. Гримитлин М. И., Лифшиц Г. Д., Позин Г. М. Теоретические основы расчета местных вытяжных устройств в сварочном производстве // Актуальные проблемы вентиляции и экологической безопасности в сварочном производстве: Материалы краткосрочного семинара, г. Ленинград, 5-6 июля 1990 г. — Л.: Об-во «Знание» РСФСР, 1990. — С. 12-19.
4. Информационно-поисковая система гигиенических характеристик сварочных аэрозолей / В. Ф. Демченко, О. Г. Левченко, В. А. Метлицкий, С. С. Козлитина // Свароч. пр-во. — 2001. — № 8. — С. 41-45.
5. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. — М.: Мир, 1973. — 957 с.
6. Безопасность производственных процессов: Справочник / С. В. Белов, В. Н. Бринза, Б. С. Векшин и др. / Под ред. С. В. Белова. — М.: Машиностроение, 1985. — 448 с.
7. Левченко О. Г., Агасьян Н. Ю. Современные средства местной вентиляции для сварочного производства // Сварщик. — 2004. — № 5. — С. 40-42.



СВАРКА И РЕЗКА — 2006

6-я Международная специализированная выставка

28-31 марта 2006 г.

Беларусь, г. Минск

В рамках выставки состоится Международная научно-техническая конференция

«СОЕДИНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

(Лицо для контакта: Радченко А. А., тел.: +375 17 239 98 07, 232 63 63;

факс: +375 17 210 11 17; E-mail: Aradch@wpc-i.anitex.by).

Приглашаем Вас принять участие в выставке

Наш адрес: 220035, Минск, Республика Беларусь, ул. Тимирязева, 65

<http://www.minskexpo.com>

Руководитель проекта Федорова Е. В. (E-mail: e_fedorova@solo.by)