

ВЕНТИЛЯЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.М.Гримитлин, д.т.н., Президент НП «АВОК, Северо-Запад»



Электросварочные процессы широко используются во многих отраслях промышленности при сборке различных изделий и конструкций.

В зависимости от габаритных размеров изделий сборка производится в многопролетных сборочно-сварочных цехах большого объема или в небольших помещениях. Цеха могут быть размещены как в отдельно стоящих одноэтажных зданиях, так и пролетах блокированных корпусов, где одновременно выполняются и другие операции.

Сборочно-сварочные цеха, как правило, характеризуются незначительными тепловыделениями — до 23 Вт на 1 м² площади помещения. Выполняемые в них сварочные работы соответствуют категории работ средней тяжести.

В настоящее время в промышленности наиболее распространены механизированная сварка в углекислом газе и ручная сварка штучными электродами. Также применяется автоматическая сварка под флюсом и в углекислом газе, порошковой проволокой и в инертных газах. В ряде отраслей промышленности используется контактная сварка — в основном точечная и стыковая.

Сварка мелких изделий производится на стационарных рабочих местах — на сварочных столах, размещенных обычно в кабинетах. Изготовление крупногабаритных изделий и их элементов выполняется, как правило, на специальных стендах, кантователях, кондукторах.

Электросварка сопровождается выделением сварочного аэрозоля (СА), содержащего мелкодисперсную твердую фазу и газы. Интенсивность выделений зависит от характеристики процесса, марки сварочных ма-

териалов и свариваемого металла. При этом определяющее влияние оказывает состав сварочного материала. СА содержит соединения железа, марганца, никеля, хрома, алюминия, меди и других веществ, а также газы (оксиды азота, оксид и двуоксид углерода, озон, фтористый водород).

При расчетах вентиляции ориентировочно можно принимать следующие средние часовые расходы сварочных материалов: для ручной сварки штучными электродами — до 1,5 кг; механизированной сварки — 2 кг; автоматической и роботизированной сварки — 4–6 кг. Количество вредных веществ, выделяющихся при различных сварочных процессах, представлено в таблице 1.

Принятые в настоящее время предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварочных цехов приведены в таблице 2.

При отсутствии правильно организованной вентиляции фактическая концентрация вредных веществ в зоне дыхания сварщиков может значительно превышать допустимую. Следствием этого является достаточно высокий по сравнению с другими профессиями уровень профессиональных заболеваний сварщиков: болезнь органов дыхания (пневмокониоз), отравление марганцем, парами других металлов и сварочными газами.

Образующийся при электросварке аэрозоль конденсации характеризуется мелкой дисперсностью. Более 90% частиц (в массовых долях) имеют скорость витания менее 0,1 м/с. Поэтому частицы аэрозоля легко следуют за воздушными потоками аналогично газам.

Таблица 1. Выделение загрязнителей при сварке металлов

Способ сварки и марка сварочного материала	Выделение загрязнителя, г/кг сварочного материала						Прочих загрязнителей	
	сварочного аэрозоля	соединения марганца	оксидов хрома	фтористого водорода	оксидов азота	оксида углерода	наименование	кол-во
Ручная дуговая сварка сталей электродами								
УОНИ-13/55	18,6	0,97	—	0,93	—	—	фториды	2,6
УОНИ-13/65	7,5	1,41	—	1,17	—	—	фториды	0,8
АНО-4	6,0	0,69	—	—	—	—	—	—
АНО-6	16,3	1,95	—	—	—	—	—	—
АНО-11	22,4	0,87	—	—	—	—	—	—
ЭА-606/11	11,0	0,68	0,6	0,4	1,3	1,4	—	—
МЗЗ-III	40	—	—	—	—	—	—	—
ЦТ-15	7,9	0,55	0,35	1,61	—	—	оксиды никеля	0,39
Ручная дуговая сварка чугуна ЦЧ-4	13,8	0,43	—	1,87	—	—	ванадий	0,54
Ручная дуговая сварка меди ЦЗЧ-1	14,7	0,47	—	1,65	—	—	медь	4,42
Вольфрам под гелием	20	—	—	—	—	—	вольфрам	0,08
							медь	2,1
С _р М-0,75 (проволока)	17,1	0,44	—	—	—	—	медь	15,4
Ручная сварка алюминия ОЗА-1	38,1	—	—	—	—	—	аэрозоль оксида алюминия	20
Проволока:								
ЭП-245	12,4	0,54	—	0,36	—	—	оксиды железа	11,5
ПП-106, ПП-108	12	0,7	—	—	0,8	—	оксиды железа	0,7
Проволока:								
СВ-08Г2С	9,7	0,5	0,02	—	—	14	оксиды железа	7,48
СВ-Х19Н9Ф2С3	7	0,42	0,03	—	—	14	оксиды железа	0,04
СВ-10Х20Н7СТ	8	0,45	0,03	—	—	—	—	—
СВ-16Х16Н25М6	15	2	1	—	—	—	оксиды никеля	—
ЭП-245	12,4	0,61	—	—	—	3,2	—	—
СВ-08ХГН2МТ	6,5	—	0,03	—	0,8	11	оксиды титана	0,4
							медь	11
Проволока:								
МНЖ-КТ5-1-02-0,2	18	0,3	—	—	—	—	оксиды никеля	0,8
КМЦ	8,8	0,6	—	—	—	—	медь	6
Проволока:								
Д-20	10,9	0,09	—	—	—	—	оксиды алюминия	7,6
АМЦ	22,1	0,62	—	—	2,45	—	—	20
АМГ-6Т	50	0,25	—	—	0,33	—	—	8,5
Алюминиевая	10	—	—	—	0,9	—	—	—
Титановая	14,7	—	—	—	—	—	оксиды титана	5
Неплавящиеся электроды	61	—	—	—	—	—	оксиды алюминия	28
ОЗА-2/ак, ОЗА-1	38,5	—	—	—	—	—	—	20
Сварка стали с флюсами								
ОСП-45	0,09	0,03	—	0,2	0,006	—	прочие фториды	0,36
ФЦ-2, ФЦ-6, ФЦ-7	0,09	0,01	—	0,05	0,005	—	соединения кремния	0,03
ФЦ-11, ФЦ-12	0,09	0,05	—	0,02	—	—	—	0,05
АН-22	0,12	0,01	—	0,02	—	—	—	—
АН-26, АН-30, АН-42	0,08	0,05	—	0,03	—	—	—	—
АН-60, АН-64	0,09	0,02	—	—	—	—	—	—
АН-348А	0,1	0,03	—	0,2	0,006	—	прочие фториды	0,16
АНК-30	0,26	0,12	—	0,018	—	—	соединения кремния	0,05
ЖС-450	5,8	0,142	—	0,18	—	22,4	—	—
К-1	0,06	0,023	—	0,15	—	0,5	—	—
К-8	4,9	—	—	0,13	—	17,8	—	—
К-11	1,3	0,089	—	0,14	0,6	—	—	—

Таблица 2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварочных цехов

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс Опасности	Агрегатное состояние (а – аэрозоль, п-пары)	Примечание
содержание марганца в сварочных аэрозолях, масс. % до 20 до 20-30	0,20 0,10	2 2	a a	
хроматы, бихроматы	0,01	1	a	в пересчете на CrO ₃
оксид хрома (Cr ₂ O ₃)	1,00	2	a	
никель и его оксиды	0,05	1	a	в пересчете Ni
оксид цинка	0,50	2	a	
титан и его диоксид	10,00	4	a	
алюминий и его сплавы	2,00	2	a	по Al
медь металлическая	1,00	2	a	
вольфрам	6,00	3	a	
диоксид кремния аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10 до 60 %	2,00	4	a	
диоксид азота	2,00	2	п	
озон	0,10	1	п	
оксид углерода	20,00	4	п	
фтористый водород	0,05	1	п	
соли фтористоводородной кислоты: хорошо растворимые (NaF, KF) плохо растворимые (AlF ₃ , NaAlF ₄)	0,20 0,50	2 2	a a	по HF по HF

Источник выделения вредных веществ при электро-сварке — сварочная дуга — имеет незначительные размеры. Непосредственно вблизи ее концентрация вредных веществ очень высока. Далее конвективный поток над сварочной ванной и нагретым металлом (изделием) выносит СА в воздух помещения; при этом происходит интенсивное подмешивание окружающего воздуха.

По мере удаления от источника как по горизонтали, так и по вертикали концентрация вредных веществ резко уменьшается и на расстоянии соответственно 2 и 4 м приближается к общему фону загрязнения воздуха помещения.

Общий фон в вентилируемых цехах, как правило, не превышает уровня ПДК. Но в зоне дыхания сварщика, выполняющего ручные операции, содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля значительно (в 7–10 раз) превосходит как фон, так и ПДК.

Обеспечение требуемой чистоты воздуха в рабочей зоне производственного помещения при правильной организации технологического процесса достигается путем рационального сочетания местной вытяжной, общеоб-

менной, приточно-вытяжной вентиляции, эффективной очистки удаляемого воздуха.

Многообразие способов сварки, а также типов изготавливаемых изделий способствовало созданию большого количества конструкций местных вытяжных устройств. Они могут быть систематизированы в следующие группы: подъемно-поворотные самофиксирующиеся вытяжные устройства; переносные воздухоприемники с держателями; местные отсосы, встроенные в сварочное оборудование; местные отсосы, встроенные в оснастку рабочих мест автоматизированных и механизированных поточных линий; местные отсосы, обслуживающие роботизированные сварочные установки.

Подъемно-поворотные местные вытяжные устройства. Этот вид устройств включает воздухоприемник, фиксирующийся в любом пространственном положении посредством шарниров и тяг, и гибкий шланг диаметром 160 и 200 мм, присоединяющий воздухоприемник к магистральному воздуховоду централизованной вытяжной системы низкого или среднего давления либо к индивидуальному вентиляционному или фильтро-вентиляционному агрегату (рис.1, 2). Конструкция вытяжных устройств позволяет максимально приблизить воздухоприемник к источнику выделения вредностей и тем самым добиться высокой эффективности их улавливания (80–85%).

Подъемно-поворотные вытяжные устройства являются наиболее универсальными и могут быть использованы при любых видах сварки как в нестационарных, так и в стационарных условиях.

Использование консолей, телескопических устройств и шарниров позволяет легко перемещать и устанавливать воздухоприемник в нужном положении. Один воздухоприемник может обслуживать зону сварки радиусом до 8 м от места крепления устройства.

Важным параметром, определяющим эксплуатационную пригодность передвижного вытяжного устройства, является зона эффективного улавливания, то есть область изделия, на которой будет осуществляться улав-



Рисунок 1. (Ляна)



Рисунок 2. (Лиана с консолью)



Рисунок 3. (Грум)

ливание не менее 80% сварочного аэрозоля без дополнительного перемещения воздухоприемника.

Исходя из условий выполнения технологического процесса, минимальный диаметр зоны эффективного улавливания принят равным 400 мм, что примерно соответствует длине шва, провариваемого одним электродом. Практика показывает, что такая зона эффективного улавливания приемлема и при механизированной сварке, поскольку через аналогичные интервалы времени сварщик прерывает сварку для проверки качества шва. Минимальная высота подвески воздухоприемника над изделием определяется удобством выполнения операций и может быть принята равной 400 мм.

Основные конструкции подъемно-поворотных устройств приведены на рисунках 1–3. При ручной сварке в труднодоступных местах и закрытых емкостях, а также на крупногабаритных конструкциях используются переносные воздухоприемники с магнитными держателями.

При проведении сварочных работ в труднодоступных местах (цистерны, баки, емкости с горловинами малой площади и т.п.) используются воздухоприемники с магнитными держателями. Указанными воздухоприемниками (рис.7) снабжены устройства «Спрут» и «Лань».

Устройство «Спрут» состоит из одинарной или двойной консольной балки, на которой крепится гибкий шланг диаметром 160 мм с воздухоприемником.

Устройство «Лань» состоит из вентилятора, гибкого шланга и воздухоприемника, который можно закреплять на металлической поверхности в непосредственной близости от источника выделения вредностей.

Одним из направлений в создании местной вытяжной вентиляции в сварочном производстве является оснащение сварочного оборудования местными отсосами. Широко распространены и горелки для механизированной сварки в углекислом газе. Имеются решения, в которых отсос выполнен в виде отдельного элемента – воздухоприемной насадки, пристроенной к существующей горелке. Другим вариантом являются специальные конструкции горелок со встроенным воздухоприемным устройством и совмещенными или отдельными вентиляционными и технологическими коммуникациями. Устройство (рис.7) состоит из воздухоприемника с кольцевым или щелевым всасывающим отверстием, расположенным над срезом сопла для подачи защитного газа, и гибкого шланга, соединяющего воздухоприемник с индивидуальным побудителем тяги повышенного вакуума (высоконапорный вентилятор, воздушоструйный эжектор или фильтровентиляционный агрегат) или с коллектором централизованной высоковакуумной системы. Необходимое разрежение в системе должно составлять 18...20 кПа.

Разработано большое количество конструкций полуавтоматических горелок, оснащенных местными отсосами. По принципиальной схеме они, как правило, мало отличаются друг от друга, но имеют некоторые конструктивные особенности, учитывающие специфику того или иного вида сварочного производства.

Достоинством горелок, оснащенных местными отсосами, является то, что они обеспечивают улавливание СА, при этом не требуется специально перемещать отсосы в процессе сварки. Наиболее они эффективны при сварке горизонтальных швов, в случае вертикальных швов эффективность улавливания значительно снижается. К недостаткам горелок относится то, что из-за расположения воздухоприемника в непосредственной близости от зоны сварки возникает необходимость увеличения расхода защитного газа.

В ряде конструкций возрастает масса горелки, а следовательно, и нагрузка на руку сварщика, что ограничивает сферу их применения.

Использование полуавтоматических горелок со встроенными местными отсосами целесообразно при сварке в труднодоступных местах и крупногабаритных конструкций, а также при сварке швов значительной протяженности, когда другие виды местных вытяжных устройств использоваться быть не могут.

Известен ряд опытных конструкций сварочных автоматов, оснащенных местными отсосами.

Малогабаритные воздухоприемники, встроенные в сварочное оборудование, оснащенные гибкими шлангами, имеют значительное гидродинамическое сопротивление и должны подключаться к высоковакуумным системам.

При изготовлении сварочных изделий раскрой металла осуществляется машинами газовой или плазменной резки. При сборке изделий используется также ручная резка. Процессы тепловой резки сопровождаются выделением мелкодисперсной пыли и газов. Частицы пыли менее 5 мкм составляют 98%. Количество выделяющихся вредных веществ и их состав зависят от вида разрезаемого металла и режима резки (табл. 3).

Распространение образующегося аэрозоля при резке определяет струя газа, которая подхватывает и со значительной скоростью несет пыль и газы. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе рационального способа локализации вредных выделений.

При раскрое листового металла на столах основная схема улавливания аэрозоля включает отсос загрязненного воздуха из-под листа. На рис. 6 показан стол для ручной резки, который включает емкий пылегазоприемник – короб, разделенный на секции длиной 1,0–1,5 м. В стенке

Таблица 3. Выделение загрязнителей при газовой и плазменной резке металлов

Способ резки, вид и толщина металла	Выделение на 1 м реза, г/м за 1 час работы, г/ч, в том числе оксидов													
	Аэрозоля, всего в		Mg		Cr		Ni		Al		CO		NO _x	
	г/м	г/ч	г/м	г/ч	г/м	г/ч	г/м	г/ч	г/м	г/ч	г/м	г/ч	г/м	г/ч
Резка газовая стали углеродистой Толщиной														
5 мм	2,25	74	0,07	2,3							1,5	50	1,2	40
10 мм	4,5	130	0,13	3,8							2,2	6,3	2,2	65
20 мм	9	200	0,27	6							2,3	65	2,4	—
Резка газовая стали делигированной толщиной														
5 мм	2,5	80			0,12	4					1,3	43	1	35
10 мм	5	150			0,23	6,7					1,9	55	1,5	43
20 мм	10	225			0,47	10,5					2,6	57	2	45
Резка газовая стали марганцевистой толщиной														
5 мм	2,5	80	0,6	20							1,4	46	1,1	36
10 мм	5	140	1,6	35							2	58	1,6	47
20 мм	10	220	2,4	55							2,7	60	2,2	50
Резка газовая сплавов титана толщиной														
4 мм	5	140							4,7	130	0,6	17	0,2	6
12 мм	15	315							14	280	1,5	32	0,6	13
20 мм	25	390							22	345	2,5	38	1	16
30 мм	35	350							33	335	2,7	—	1,5	—
Резка плазменная стали углеродистой толщиной														
10 мм	40	810	0,12	24							1,4	—	7	—
Резка плазменная стали низколегированной толщиной														
14 мм	6	790	0,18	24							2	265	10	130
20 мм	10	960	0,3	29							2,5	—	14	—
Резка плазменная стали легированной толщиной														
5 мм	3	990			0,14	46					1,5	—	6	200
10 мм	5	1370			0,24	66					1,9	470	10	—
20 мм	12	1600			0,58	77					2,1	—	13	—
Резка плазменная стали марганцевистой толщиной														
5 мм	4	790	0,72	140							1,4	—	7	128
10 мм	6	765	1,16	1,50							2	265	10	—
20 мм	10	920	1,73	170							2,5	—	13	—
Резка сплавов алюминия толщиной														
8 мм	3	—							2,5	—	0,5	—	2	612
20 мм	4	480							3,5	440	0,6	75	3	—
80 мм	6,5	—							8	—	1	—	9	—
Резка плазменная сплавов титана толщиной														
10 мм	3	455					2,7	425			0,4	—	11	160
20 мм	7	645					6,4	515			0,5	40	15	—
30 мм	12,5	680					12	640			0,6	—	19	—

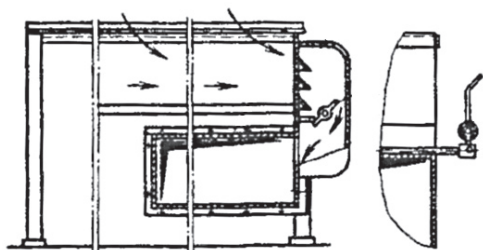


Рисунок 6. (Секционный отсос от раскроечного стола)

каждой секции имеется решетка, через которую полость секции сообщается с ответвлением сборочного вытяжного канала, проходящего вдоль стола и присоединенного к вытяжному вентилятору. Каждое ответвление снабжено дросселем. С целью сокращения объема удаляемого воздуха с помощью дросселя включается только одна рабочая секция.

Для машинной резки на поточных линиях разработан ряд конструкций местных вытяжных устройств от раскроечных рам, в которых включение рабочих секций осуществляется автоматически, синхронно с движением машины и резака.

Удельный объем воздуха, удаляемого с 1 м^2 площади раскроечной рамы, по результатам экспериментальных данных может быть принят следующим: $2500 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2$ – при газовой резке; $4000 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2$ – при плазменной резке. Воздух, удаляемый местными вытяжными устройствами при тепловой резке металлов, перед выбросом в атмосферу следует подвергать очистке.

Обычно применяется двухступенчатая очистка: первая ступень — циклонный аппарат типа ВЗП, вторая ступень — электростатический фильтр или механический

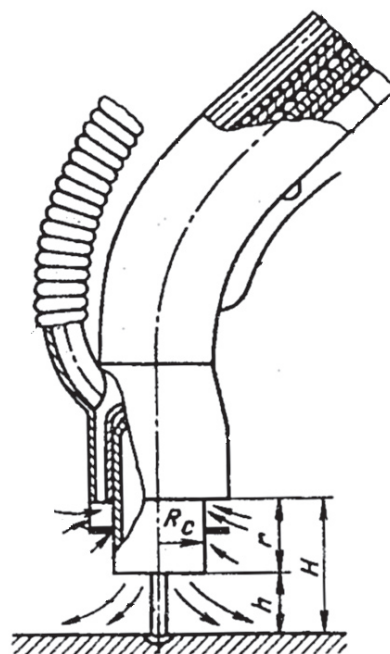


Рисунок 7. (Принципиальная схема горелки для механизированной сварки в углекислом газе со встроенным отсосом)

фильтр — электростатический фильтр или механический фильтр с импульсной продувкой.

Вопросы очистки удаляемого воздуха от сварочного аэрозоля, организации общеобменной вентиляции и рециркуляции будут рассмотрены в следующих публикациях.



mitsubishi
ELECTRIC

УМНЫЕ
КОНДИЦИОНЕРЫ ДЛЯ
УМНОГО ДОМА

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

WWW.ARKTIKA.RU

