

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ЛЕНТОЙ ДЕТАЛЕЙ ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**Кассов В. Д., Сатонин А. В., Бережная Е. В., Малыгина С. В., Иваник А. В.**

Рассмотрены санитарно-гигиенические условия при наплавке порошковой лентой с галогено- и углеродсодержащими компонентами. Приведен анализ состава и количества фтористых выделений, образуемых при наплавке композиционных сплавов с CF_4 в составе сердечника, и на основе полученных результатов исследований показано, что наличие местного отсоса снижает концентрацию вредных веществ до предельно допустимых норм. Исследовано влияние скорости отсоса воздуха на уровне дуги на химический состав и твердость наплавленного металла. Установлено, что химический состав и твердость наплавленного металла практически не зависят от изменения скорости отсоса воздуха на уровне дуги в исследуемом интервале.

Розглянуто санітарно-гігієнічні умови при наплавленні порошковою стрічкою з компонентами, що містять галоген та вуглець. Приведено аналіз складу і кількості фтористих виділень, що утворюються при наплавленні композиційних сплавів з CF_4 у складі сердечника, і на основі отриманих результатів досліджень показано, що наявність місцевого відсосу знижує концентрацію шкідливих речовин до гранично припустимих норм. Досліджено вплив швидкості відсосу повітря на рівні дуги на хімічний склад та твердість наплавленого металу. Встановлено, що хімічний склад та твердість наплавленого металу практично не залежать від зміни швидкості повітря на рівні дуги у досліджуваному інтервалі.

The sanitary-hygienic conditions at powder tape deposition with components containing halogen and carbon are considered in the article. An analysis of composition and amount of fluorine containing separations that are created at deposition of composite alloys containing CF_4 in its compound has been shown, and on the base of obtained results of investigations it is shown that the presence of local aeration reduces concentration of harming substances at most possible rates. An influence of aerating velocity near the arc on chemical compound and hardness of deposited metal is investigated. It is established, that the chemical composition and the hardness of deposited metal practically doesn't depend from the change of velocity of the air on the arc level in investigated interval.

Кассов В. Д.	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ПТМ ДГМА
Сатонин А. В.	д-р техн. наук, проф. кафедры АММ
Бережная Е. В.	канд. техн. наук, ассистент кафедры ОиТСП sp@dgma.donetsk.ua
Малыгина С. В.	канд. техн. наук, ст. преп. кафедры ПМ ДГМА
Иваник А. В.	студент ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

УДК 621.791.75

Кассов В. Д., Сатонин А. В., Бережная Е. В., Малыгина С. В., Иваник А. В.**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ЛЕНТОЙ ДЕТАЛЕЙ ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Основными вредными факторами при наплавке открытой дугой является эмиссия сварочного аэрозоля, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, шум дуги, электромагнитные поля. Процессы наплавки, по сути, протекают в реакторах открытого типа, где под воздействием высоких температур и инфракрасного излучения интенсивно испаряются компоненты сердечника и оболочки, которые, окисляясь и конденсируясь за пределами сварочной дуги, образуют субмикронные аэродисперсные частицы. Морфология, состав аэродисперсных частиц и газовой фазы зависят от состава используемых наплавочных материалов и основного металла, а количество – от разновидности и режима наплавки [1]. В процессе выполнения наплавочных работ порошковой лентой воздух производственных помещений загрязняется вредными выделениями, состав и количество которых в основном определяется составом сердечника и оболочки порошковой ленты. Одним из мало изученных факторов загрязнения производственной атмосферы является присутствие в составе шихты порошковой ленты нетрадиционных углеродсодержащих компонентов [2, 3].

Целью работы является оценка санитарно-гигиенических условий при наплавке порошковой лентой с галогено- и углеродсодержащими технологическими добавками в шихте, обеспечивающими протекание в газовой фазе реакций с образованием фтороводорода.

Были исследованы металлургические процессы при наплавке порошковыми лентами композиционного сплава типа релит – мельхиор. Использовали базовый состав порошковой ленты, в которой отсутствуют оксиды металлов, и поэтому можно более надежно проследить влияние галогеносодержащих добавок ($\text{FeCl}_3 + \text{C}$ и CF_4). В состав сердечника вводились равные количества (до 1,2 % от общей массы) исследуемых галогенсодержащих компонентов. Оболочка состояла из двух медных лент марки М1, ГОСТ 1173-77. Опытными порошковыми лентами производили наплавку на пластины из стали Ст 3 на следующих режимах: сварочный ток обратной полярности 550–600 А, напряжение дуги 32–34 В, скорость наплавки 17 м/ч, вылет электрода 60 мм. Коэффициент заполнения порошковых лент 67–70 %. Из наплавленных слоев металла вырезались анодно-механическим способом темплеты и готовились шлифы для макро- и микроанализа. Анализ наплавленного металла показал отсутствие пор и других дефектов. При этом введение в состав сердечника CF_4 обеспечивает снижение содержания водорода в наплавленном металле с 15,8 до 4,9 $\text{см}^3/100 \text{ г}$, а введение ($\text{FeCl}_3 + \text{C}$) – до 8,6 $\text{см}^3/100 \text{ г}$.

В этой связи в качестве объекта для дальнейших исследований (дающего максимальный эффект при минимальном его количестве) был выбран CF_4 . Были проведены исследования по определению образования фтористых соединений при наплавке композиционных сплавов. Из зоны сварочной дуги отбирали пробы воздуха в газоходе по методу внешней фильтрации. Схема отбора проб представлена на рис. 1. Для очистки воздуха от фоновых загрязнений перед поглотителями помещали патроны с фильтрами из ткани ФПП-А. На фильтрах АФА определяли адсорбированные поверхностью твердые составляющие сварочного аэрозоля (ТССА) газообразных веществ, а также, что не исключено, растворимые и нерастворимые фториды, образующие наряду с газами в процессе деструкции CF_4 . Очищенный от пыли воздух пропускали через жидкостные поглотители с пористой пластиной. Химический анализ определения фтористого водорода производили по методике [4]. Определение фторуглеродистых соединений производили согласно рекомендациям [5]. При этом использовался групповой метод определения фторуглеродистых газообразных веществ. Метод основан на термическом разложении летучих фторорганических соединений в кварцевой трубке и поглощении образующегося тетрафторида кремния

(SiF₄) водой. При наличии HF исследуемая аэрозоль предварительно пропускается через разбавленный раствор едкой щелочи. Отбор проб производили в газовые пипетки, анализ по методике, описанной в работе [5]. Определение образования возможных фторуглеродистых соединений производили по концентрации перфторизобутилена, как наиболее токсичному веществу.

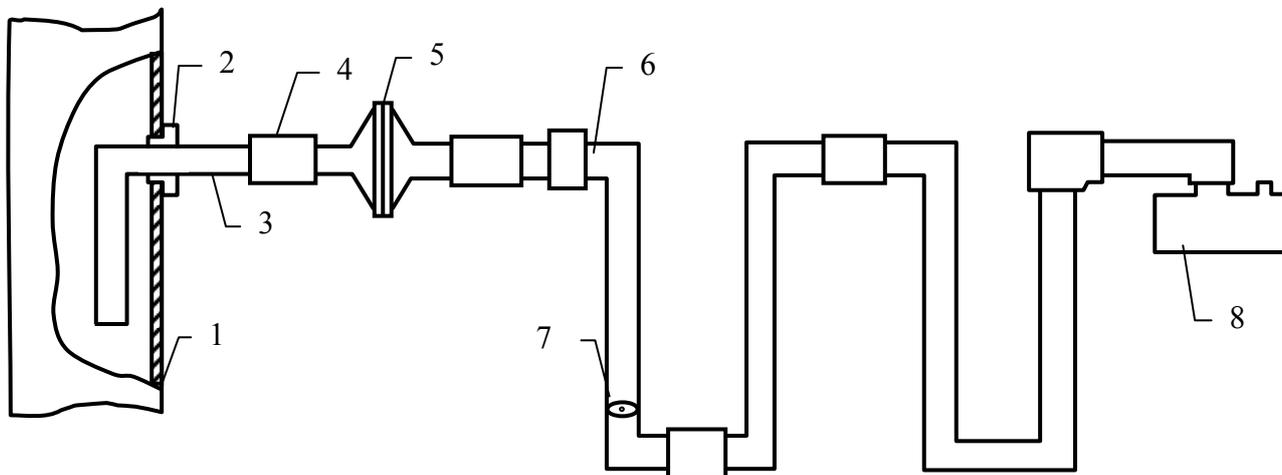


Рис. 1. Схема отбора проб при наплавке:

1 – вентиляционный газоход; 2 – уплотняющая пробка; 3 – пылезаборная трубка; 4 – соединительная муфта; 5 – патрон с фильтром; 6 – поглотители; 7 – пористая перегородка; 8 – аспиратор

Определение образования возможных фторуглеродистых соединений производили по концентрации перфторизобутилена, как наиболее токсичному веществу: предельно допустимая концентрация (ПДК) которого установлена равной 0,1 мг/м³. Для фторуглеродистых соединений CF₄ и COF₂ нормы ПДК не установлены. Кроме того, при исследовании обнаружены повышенные образования оксида и двуоксида углерода. Содержание оксида углерода изменялось в пределах от 15,6 до 31,5 мг/м³, а двуоксида – от 0,2 до 0,4 %, что связано с выделением углерода из интеркалированного фтором углерода и карбида вольфрама в процессе наплавки. Полученные в результате исследований данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Валовые выделения фтористых соединений при наплавке порошковыми лентами открытой дугой с интеркалированным фтором графитом в сердечнике, г/кг.

№ лент	Содержание CF ₄ в шихте, масс. %	Фториды		Фтористый водород после фильтра	Общее содержание фтористого водорода	Перфторбутилен
		растворимые	нерастворимые			
1	0	–	–	–	–	–
2	1,2	0,215	0,4	0,054	0,27	0,023

Примечание. В таблице указано среднее значение из 10 замеров

Согласно перечню токсичных веществ, наибольшую опасность представляет фтористый водород. Предельная допустимая концентрация фтористого водорода установлена 0,5 мг/м³.

Результаты проведенных исследований по определению качественного и количественного состава выделяющихся вредных веществ по методике [1] при наплавке таковы: масса сгоревшей порошковой ленты 532 г/мин; интенсивность выделения пыли 6187 мг/мин; удельные выделения пыли и основных составляющих сварочного аэрозоля: пыль – 11,2 г/кг; медь – 0,7 г/кг; никель – 0,3 г/кг; оксиды марганца в пересчете на MnO – 2,1 г/кг; вольфрам – 0,26 г/кг [6]. Результаты расчета необходимого воздухообмена для создания требуемых санитарно-гигиенических условий представлены в табл. 2.

Таблица 2

Количество воздуха, необходимое для растворения до предельно допустимых концентраций сварочных аэрозолей

Наименование вредных веществ	Величины предельно допустимых концентраций, ПДК, мг/м ³	Количество воздуха м ³ на 1 кг расходуемой порошковой ленты
Оксиды марганца в пересчете на MnO	0,3	6500
Фтористый водород	0,05	800
Соединения меди	1,0	1200
Соединения никеля	0,5	800
Соединения вольфрама и карбида вольфрама	6,0	50

Из анализа расчета воздухообмена следует, что определяющей вредностью для исследуемой порошковой ленты является марганец. Введение в состав сердечника порошковой ленты SF₄ удовлетворяет металлургическим и санитарно-гигиеническим требованиям при проведении наплавочных работ. При протягивании воздуха через местный отсос обеспечиваются нормальные условия работы. Однако снижение концентрации токсичных веществ за счет установки местных газоотсосных устройств может нарушить защиту расплавленного металла сварочной ванны от атмосферы воздуха. Лишение сварочной ванны защитной атмосферы приводит к нежелательным процессам, изменению химического состава и свойств наплавленного металла. Оболочка экспериментальных порошковых лент состояла из двух стальных лент размером 0,4 × 24 мм и 0,4 × 22 мм, которые соединялись между собой замковыми соединениями. Сечение готовых порошковых лент имело прямоугольную форму (размер 3 × 19 мм). Порошковые ленты изготавливались с соблюдением технологических режимов, и их постоянство выдерживалось в процессе протяжки на стане.

Эксперименты проводились на постоянных режимах: сварочный ток обратной полярности в пределах 700–750 А, напряжение дуги 28–30 В, скорость наплавки составляла 36 м/ч. Для определения гигиенических условий исследовалось состояние воздушной среды в зоне дыхания сварщика и в газоотходе. Исследование валовых выделений пыли и основных токсичных составляющих аэрозоля показало, что в состав аэрозоля входят (г/кг): пыль – 13,0; оксиды железа – 4,68; оксиды хрома – 3,35; оксиды марганца – 1,60; оксид кремния – 2,34; никель – 0,04, а валовое выделение газообразного оксида углерода не превышает 2 г/кг [7]. Химический состав сварочного аэрозоля при наплавке порошковыми лентами следующий (масс. %): 33,78 Fe₂O₃, 2,24 FeO, 19,17 Cr₂O₃, 9,73 MnO, 17,76 SiO₂, 0,32 Ni. Определяли также количество вредных выделений на различном расстоянии от рабочего места. При расстоянии места отбора проб от сварочной дуги 3 м содержание вредных веществ составляет (мг/м³): 5,9 ± 0,1 пыли; 3,2 ± 0,8 N₂O₅; 0,12 ± 0,01 HF; 3,5 ± 0,9 CO; 0,64 ± 0,9 O₃. При сокращении этого расстояния до 1 м содержание вредных веществ составляет (мг/м³): 21,8 ± 0,8 пыли; 5,3 ± 0,34 N₂O₅; 1,45 ± 0,06 HF; 17,29 ± 1,81 CO; 5,6 ± 0,45 O₃.

Эксперименты показали, что концентрация вредных выделений на расстоянии 1 м от дуги превышает допустимые нормы, что требует специальных мер по обеспечению безопасных условий работы. Снижение концентрации вредных выделений в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых может быть обеспечено применением местного отсоса. Скорости отсоса воздуха и объемы необходимо устанавливать оптимальные, чтобы не было нарушения газовой защиты у дуги. Проведены исследования влияния скорости всасываемого воздуха на изменение химического состава наплавленного металла. Скорость всасываемого воздуха в зависимости от положения шибера на уровне газоприемника составляет 2,5; 4; 6 и 9 м/с, а на уровне сварочной дуги – соответственно 0,2; 0,5 и 0,8 м/с. Определение малых скоростей производили термоэлектроанемометром. При скорости воздуха на уровне шва 0,2 м/с и 2,5 м/с на уровне отсоса химический состав металла шва (масс. %): 2,49 С; 1,50 Мп; 2,29 Si; 23,3 Cr; 3,01 Ni, – а твердость металла шва 50 HRC. При скорости воздуха на уровне шва 0,5 м/с и 6,4 м/с на уровне отсоса химический состав металла шва (масс. %): 2,54 С; 1,52 Мп; 2,35 Si; 22,1 Cr; 3,01 Ni, – а твердость металла шва 51 HRC. При скорости воздуха на уровне шва 0,8 м/с и 9,0 м/с на уровне отсоса химический состав металла шва (масс. %): 2,79 С; 1,81 Мп; 2,41 Si; 23,0 Cr; 2,93 Ni, – а твердость металла шва 52 HRC. Без отсоса воздуха химический состав металла шва следующий (масс. %): 2,55 С; 1,44 Мп; 2,99 Si; 20,6 Cr; 2,82 Ni, – а твердость металла шва 50 HRC.

Эксперименты показали, что химический состав и твердость наплавленного металла практически не зависят от изменения скорости отсоса воздуха на уровне дуги в исследуемом интервале. Учитывая, что интересы современной экологии распространяются не только на область защиты окружающей среды, но и внутренней среды человека, использование имеющихся систем вентиляции производственных помещений, а также средств индивидуальной защиты органов дыхания от сварочного аэрозоля позволит надежно защитить от профессиональных заболеваний сварщиков. Направление дальнейших исследований – изучение влияния галогеносодержащих добавок в шихту порошковых электродов при наплавке комплекснолегированных сплавов.

ВЫВОДЫ

Приведен анализ состава и количества фтористых выделений, образуемых при наплавке композиционных сплавов с CF_4 в составе сердечника, и на основе полученных результатов исследований показано, что наличие местного отсоса снижает концентрацию вредных веществ до предельно допустимых норм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиеническая оценка воздушной среды при сварочных работах / В. И. Киреев, Н. И. Мосолов, А. П. Головатюк, С. А. Супрун // Методы оценки производственной среды промышленных предприятий. – М. : Медицина, 1980. – С. 91–100.
2. Кассов В. Д. Математическое моделирование поведения водорода при наплавке порошковой лентой с галогено и углеродосодержащими компонентами / В. Д. Кассов // Зб. наук. праць Українського державного морського технічного університету. – Миколаїв : УДМТУ. – 2002. – № 3 (381). – С. 31–41.
3. Кассов В. Д. Термодинамическое моделирование поведения водорода при наплавке порошковыми лентами с фторуглеродными добавками в сердечнике / В. Д. Кассов // Вісник Приазовського держтехуніверситету : зб. наук. праць. – Маріуполь, 2002. – № 12. – С. 161–164.
4. Методологические указания на определение вредных веществ в воздухе. – М. : ЦРИА Морфлот, 1981. – 248 с.
5. Перегуд Е. А. Химический анализ воздуха промышленных предприятий / Е. А. Перегуд, Е. В. Герпет. – Л. : Химия, 1970. – 440 с.
6. Санитарно-гигиенические условия при наплавке порошковой лентой, содержащей фторид графита / В. Д. Кассов, В. В. Чигарев, И. В. Воленко, С. В. Малыгина // Тез. докл. междунар. научн.-методич. конф. «Современные проблемы сварки и родственных технологий, совершенствование подготовки кадров». – Мариуполь: ПГТУ, 2001. – С. 96–98.
7. Кассов В. Д. Санитарно-гигиеническая оценка условий труда при наплавке порошковыми лентами с нетрадиционными углеродосодержащими компонентами / В. Д. Кассов, В. В. Чигарев // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Бизнес, экология, здоровье». – Донецк, 2001. – С. 46–48.

Статья поступила в редакцию 07.11.2011 г.