

Литература.

1. Введение в основы сварки: учебное пособие / В.И. Васильев, Д.П. Ильященко, Н.В. Павлов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 317с.
2. Обзор российского рынка сварочных электродов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.marketcenter.ru](http://www.marketcenter.ru)
3. Соколов Г.Н., Лысак И.В., Трошков А.С., Зорин И.В., Горемыкина С.С., Самохин А.В., Алексеев Н.В., Цветков Ю.В. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама // Физика и химия обработки материалов. 2009. №6. С. 18 – 25
4. Гордин С.О., Смирнов А.Н., Князьков В.Л. Состав износостойкого покрытия для износостойкой наплавки // Вестник Кузбасского государственного технического университета. №2. 2015. С. 106 – 108.
5. Соколов Г.Н., Трошков А.С. Влияние нанодисперсных карбидов WC и никеля на структуру и свойства наплавленного металла // Сварка и диагностика. 2011. №3. С. 36 – 38.
6. S. V. Makarov and S. B. Sapozhkov Use of complex nanopowder (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si, Ni, Ti, W) in production of electrodes for manual arc welding // World Applied Sciences Journal 22 (Special Issue on Techniques and Technologies). 2013. P. 87-90.
7. S. V. Makarov and S. B. Sapozhkov Production of electrodes for manual arc welding using nanodisperse materials // World Applied Sciences Journal. 2014. 29 (6). P. 720-723.

**МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НАБРЫЗГИВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ СВАРКЕ В АКТИВНЫХ ГАЗАХ**

*К.С. Фадеев, студент группы 3-10А41,*

*научный руководитель: Колмогоров Д.Е., к.т.н.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом нашла широкое применение при изготовлении конструкций из углеродистых и легированных сталей [1]. Однако данный способ сварки имеет недостатки, которые снижают эффективность его применения. К ним, в первую очередь, относится повышенное разбрызгивание электродного металла. Оно ведет к увеличению расхода электродной проволоки и защитного газа.

Причинам и механизму разбрызгивания посвящено множество работ [2,3 и др.]. Основными причинами разбрызгивания являются:

- 1) реактивные силы, выталкивающие капли металла за пределы шва в начале короткого замыкания;
- 2) интенсивное газовыделение в объеме жидкого металла капли и сварочной ванны, сопровождающееся взрывообразными выбросами расплавленного металла из сварочной ванны;
- 3) газо-гидродинамический удар при разрушении перемычки между электродом и переходящей в сварочную ванну каплей при сварке с короткими замыканиями;
- 4) недостаточная стабильность процесса сварки;
- 5) увеличение размера капель переносимого электродного металла при повышенном напряжении.

Следствием повышенного разбрызгивания является набрызгивание – сцепление брызг расплавленного металла с поверхностью деталей сварочной аппаратуры и свариваемых изделий. Это происходит за счет механического сцепления с неровностями поверхности, физико-химического сцепления образующихся соединений типа шпинелей и приваривания, основанного на межатомном взаимодействии металла капли и изделия. Количество трудноудаляемых брызг, достигающих поверхности, зачищенной наждачным кругом, составляет около 73% от их общего количества, поверхности, подвергнутой пескоструйной обработке – 67% и поверхности в состоянии поставки – 47% [4].

Забрызгивание деталей сварочной горелки, свариваемых изделий и сборочно-сварочных приспособлений требует введение дополнительной технологической операции – очистки поверхностей от брызг, что составляет 20-40% от общей трудоемкости для изделий и 10-15% для деталей сварочной горелки [2]. Это приводит к дополнительным затратам на зачистку, расход виброинструмента и энергии, что повышает себестоимость изготовления сварных конструкций. К тому же забрызгивание

сопла горелки ухудшает защиту зоны сварки, а дополнительный нагрев деталей горелки приводит к выходу их из строя. Поэтому снижение разбрызгивания и, как следствие, набрызгивания – это наиболее острая проблема, решение которой снизит себестоимость сварки в углекислом газе и риск заболеваемости рабочих, занятых на зачистке изделий от брызг металла, виброболезнью.



Рис. 1. а) набрызгивание на сварное соединение; б) забрызгивание деталей сварочной горелки; в) схема разбрызгивания электродного металла при сварке.

Рассмотрим подробнее основные методы борьбы с набрызгиванием электродного металла при механизированной сварке в защитных газах.

**Применение водяного охлаждения.** Данный способ ориентирован на предохранение деталей сварочной горелки от брызг расплавленного металла. Охлаждение сопла и токоподводящего наконечника сварочной горелки повышает эффективность его очистки от налипших брызг. При этом время между зачистками возрастает на 40% [5].

**Неметаллические материалы.** Для снижения стоимости, веса и количества налипающих брызг газоподводящие сопла изготавливают из термостойких неметаллических материалов. Например, предложено использовать паронит, свернутый в виде трубчатого вкладыша, но при высоких температурах паронит выгорает, требуется частая замена сопел. В работе [6] предлагается изготавливать сопла из термостойких стеклопластиков на основе кремнийорганических смол, при этом отмечается легкость удаления брызг металла, налипших на поверхность сопла. При этом экономия меди составляет более 5 кг. в год на каждый полуавтомат.

**Термостойкие покрытия.** Нанесение на медные сопла и токоподводящие наконечники термостойких покрытий, например алмазоподобных, нитридоциркониевых, титановых, нитридотитановых, значительно снижает количество и прочность сцепления прилипающих брызг к рабочей поверхности сопел и токоподводящих наконечников. Это позволяет снизить трудоемкость зачистки и увеличить длительность эксплуатации на 30 – 80%. [7].

Все вышеперечисленные способы направлены на снижение набрызгивания только на детали сварочной горелки и не могут применяться при защите свариваемых материалов.

**Применение защитных покрытий.** Снижение набрызгивания поверхности свариваемых деталей, деталей горелки, а также сборочно-сварочного оборудования, происходит при нанесении защитных покрытий на эти поверхности. Данный способ защиты свариваемых изделий от брызг расплавленного металла заключается в том, что поверхность металла покрывают защитным слоем в виде экрана или раствора веществ, высыхающего перед сваркой и препятствующего прилипанию брызг к основному металлу. Исследования по разработке защитных покрытий ведутся как у нас в стране, так и за рубежом. В настоящее время разработано большое количество защитных покрытий, различных по составу, свойствам и способам нанесения, которые эффективно защищают поверхности от набрызгивания. В связи с невысокой стоимостью и простотой использования, различные типы покрытий широко применяются на ряде предприятий России [4].

Защитные покрытия должны обладать следующими свойствами: иметь хорошие защитные свойства (чем больше сцепление брызг с поверхностью, тем хуже защитные свойства); в состав покрытия должны входить недорогие и недефицитные материалы; обладать хорошими санитарно-гигиеническими свойствами; не должны отрицательно влиять на стабильность процесса сварки и перенос электродного металла, а также на механические свойства и химический состав сварного соединения.

В зарубежных странах в настоящее время наибольшее распространение получили пасты и аэрозоли, применяемые особенно часто при сварке плавящимся электродом в активных газах для предотвращения налипания брызг металла. Однако в качестве распыляющего газа в таких аэрозолях часто применяют смесь пропана и бутана, что при сварочных работах совершенно недопустимо. Кроме того, имеется ряд других недостатков:

- трудноудаляемость с поверхности изделия;
- большой расход на погонный метр сварного шва;
- потеря свойств при отрицательных температурах;
- высокая стоимость.

Сотрудниками кафедры Сварочного производства ЮТИ ТПУ разработаны функциональные покрытия, обладающие рядом преимуществ по сравнению с зарубежными аналогами, а именно:

- не являются взрывоопасными;
- легко удаляются с поверхности свариваемых изделий и деталей сварочной горелки;
- имеют малый расход на погонный метр шва;
- не теряют своих свойств при отрицательных температурах;
- имеют более низкую стоимость.

Нанесение функциональных покрытий на поверхность свариваемых изделий и детали сварочной горелки различными способами (окунанием, распылением и др.) снижают интенсивность набрызгивания в 3-10 раз по сравнению со сваркой без применения защитных покрытий [8].

В настоящее время разрабатываются функциональные покрытия, которые не только снижают набрызгивание на поверхность свариваемых изделий, но и положительно влияют на стабильность процесса сварки.

Литература.

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. / Под ред. Б.Е. Патона – М.: Машиностроение, 1974. 767 с.
2. Медведенко Н.Ф. Причины разбрызгивания металла при сварке с короткими замыканиями в CO<sub>2</sub> // Сварочное производство. 1968. № 5. С. 14 – 15.
3. Заруба И.И. Механизм разбрызгивания металла при дуговой сварке // Автоматическая сварка. 1970. №11. С. 12 – 16.
4. Федько В.Т., Сапожков С.Б., Соколов П.Д., Ястребов А.П. Элементы теории и технологии защиты поверхности от брызг расплавленного металла при сварке в углекислом газе. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 140с.
5. Дмитрик В.В., Акулов А.И. Снижение забрызгивания сопел горелок для сварки в углекислом газе // Сварочное производство. 1991. №2. С. 27 – 29.
6. Попов В.А. Сопло к сварочным горелкам // Сварочное производство. 1989. № 8. С. 29 – 30.
7. Дмитрик В.В., Пузиков В.М. и др. К разработке термостойких покрытий сопел и мундштуков сварочных горелок // Сварочное производство. 1993. №7. С 25 – 27.
8. Зернин Е.А. Технологические и реологические свойства покрытий, применяемых при сварке в углекислом газе. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. – 133с

### **СВАРКА «ХОЛОДНОЙ» ДУГОЙ**

*А.В. Дмитриева, студент группы 10А22,  
научный руководитель: Крампит М.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Благодаря появлению новых способов сварки, при которых уменьшается тепловложение в материал, стало возможным сваривать без риска прожога. Новизна и развитие новых технологий захватывает современность огромными масштабами. То, что было лет пятьдесят назад мыслью и полетом фантазии – на сегодняшний день приобретает свои реальные черты.

К требованиям «выше, дальше, быстрее», которые современный мир уже много лет предъявляет к технике, в последнее время добавилось требование «легче». Это, прежде всего, касается автомобилестроения, где уменьшение веса позволяет достичь экономии топлива при ускорении, пере-