

Литература.

1. Kuznetsov M. A. , Zernin E. A. , Danilov V. I. , Kartsev D. S. Application of nanostructured powders to control characteristic of electrode metal transfer and the process of weld structurization // Applied Mechanics and Materials. - 2013 - Vol. 379. - p. 199-203.
2. Kuznetsov M. A. , Zhuravkov S. P. , Zernin E. A. , Kolmogorov D. E. , Yavorovsky N. A. Influence of Nanostructured Powder Modifiers on the Structure of a Welding Bead // Advanced Materials Research. - 2014 - Vol. 872. - p. 118-122].
3. Makarov S. V., Sapozhkov S. B. Production of Electrodes for Manual Arc Welding Using Nanodisperse Materials // World Applied Sciences Journal . - 2014 - №. 29(6). - p. 720-723/
4. Zhang M, Jian L, Bin P, et al. Workplace exposure to nanoparticles from gas metal arc welding process. J Nanopart Res 2013. 15, № 11, с. [37/1-14]
5. C. Guerreiro, J. F. Gomes, P. Carvalho, T. J. G. Santos, R. M. Miranda, and P. Albuquerque Characterization of airborne particles generated from metal active gas welding process// Inhal Toxicol, 2014; 26(6): 345–352.
6. Юшин, Алексей Александрович. Разработка критериев оценки сварочных свойств установок для дуговой сварки с управляемым каплепереносом : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.02.10 / Юшин Алексей Александрович; - Москва, 2012.- 16 с.: ил. РГБ ОД, 9 12-1/3053
7. Высокочастотные инверторы для сварки на переменном токе и обеспечение их параллельной работы : диссертация ... кандидата технических наук : 05.09.12 / Земсков Антон Владимирович; [Место защиты: Сарат. гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А.]. - Саратов, 2013
8. Кусков В.Н., Мамадалиев Р.А., Обухов А.Г. Переход легирующих элементов в наплавленный металл при сварке стали 12Х18Н10Т/ Фундаментальные исследования № 11-9 / 2013. С. 1794-1797.

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕСУРС РАБОТЫ КОНТАКТНЫХ НАКОНЕЧНИКОВ
СВАРОЧНЫХ ГОРЕЛОК**

К.С. Фадеев, студент,

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, тел. (38451)7-77-65
E-mail:dek-79@mail.ru*

Ресурс работы контактных наконечников сварочных горелок для механизированной сварки плавящимся электродом существенно влияет на стабильность процесса сварки, качество сварного соединения и трудоемкость изготовления сварной конструкции в целом. Факторы, влияющие на ресурс работы контактных наконечников, подразделяются на собственные, внешние и независимые.

Проведем более подробный анализ всех перечисленных факторов.

Конструктивные особенности контактных наконечников

Конструкции устройств для подвода тока к сварочной проволоке применяемые в горелках для сварки плавящимся электродом весьма разнообразны. Однако для механизированной сварки в среде защитных газов тонкими проволоками, вследствие ограничения горелок по габаритам и массе, нашли применение цилиндрические контактные наконечники со сплошным электропроводящим каналом, а также контактные наконечники «сапожкового» типа с одним контактным лепестком. Контактные наконечники «сапожкового» типа не целесообразно использовать при сварке проволоками диаметром более 1,2 мм [1], так как проволока большего диаметра оказывает значительное давление на контактный лепесток, что приводит к его быстрому износу. Еще одним недостатком контактных наконечников «сапожкового» типа является высокая трудоемкость изготовления.

Материалы, применяемые для изготовления контактных наконечников

Ресурс работы контактного наконечника напрямую зависит от свойств материала, из которого он изготовлен. Известно, что износ наконечника возникает в результате действия в контактной паре (сварочная проволока – контактный наконечник) двух процессов: механического и электроэрозионного износа. Также в процессе сварки контактный наконечник подвергается значительным термическим нагрузкам: его температура достигает 500-600⁰С при силе сварочного тока 250-300А. В связи с этим материал контактного наконечника должен обладать высокой тепло- и электропроводностью, а также значительной механической и электроэрозионной стойкостью.

В основном детали скользящих контактов изготавливают из меди различных марок и сплавов на основе меди – латуни и бронзы. Контактные наконечники из латуни применять не целесообразно, поскольку они обладают низкой механической стойкостью и склонностью к свариванию с электродной проволокой. Однако латуни можно применять в биметаллических конструкциях наконечников, которые будут рассмотрены далее. Кроме меди и ее сплавов для изготовления деталей скользящих контактов используют графит или металл, связанный с графитом. Контактные наконечники из таких материалов обеспечивают надежный токосъем и наиболее благоприятные условия скольжения электродной проволоки, однако обладают низкой механической стойкостью.

Для повышения стойкости к истиранию (приблизительно в 3-4 раза) в настоящее время наконечники изготавливают из композиционных материалов на основе меди с добавлением вольфрама, молибдена и др., однако электропроводность таких материалов значительно ниже электропроводности меди, что при сравнительно небольшом износе отверстия вызывает прихватывание проволоки к наконечнику.

На практике невозможно подобрать материал для изготовления контактного наконечника, удовлетворяющий всем условиям его эксплуатации (высокая электропроводность и износостойкость). Поэтому находят применение конструкции наконечников сочетающие в себе свойства различных материалов – биметаллические конструкции. Как правило, такой наконечник представляет собой корпус из электропроводного материала (медь или другие) с износостойкой вставкой, армировкой или облицовкой на выходном торце. Ресурс работы такого наконечника в несколько раз выше ресурса работы монометаллического наконечника, однако, данная конструкция обладает высокой трудоемкостью изготовления [2].

Способы формирования контактной поверхности наконечников

Учитывая все вышесказанное, наиболее рациональной конструкцией контактного наконечника является цилиндрический наконечник со сплошным электродопроводящим каналом, изготовленный из металла или композиционных материалов. Существует несколько способов изготовления контактных наконечников: точением, штамповкой, литьем или спеканием (композиционные материалы). Существенного влияния на ресурс работы наконечника способ изготовления не оказывает, однако следует отметить, что торец наконечника и его боковая поверхность должны подвергаться полировке, т.к. это значительно снижает прилипание брызг расплавленного металла, увеличивая тем самым ресурс его работы.

Электродопроводящий канал наконечника так же получают различными способами: сверлением, экструдированием, дорнованием и др. Наиболее рациональным является способ экструдирования, поскольку при пластическом деформировании поверхность канала подвергается упрочнению, что значительно увеличивает ресурс работы наконечника. При дорновании поверхность канала также подвергается упрочнению, увеличивая ресурс работы наконечника приблизительно в 2 раза [3], однако трудоемкость данного способа значительно выше.

Режимы сварки

Режим сварки оказывает непосредственное влияние на работоспособность контактного наконечника. С увеличением силы тока $I_{св}$, напряжения $U_{св}$ и скорости подачи электродной проволоки увеличивается износ электродопроводящего канала наконечника, особенно вблизи торца. Сила тока и напряжение дуги влияют на электроэрозионный износ канала, скорость подачи проволоки влияет на его механический износ.

Кроме износа электродопроводящего канала существенным недостатком, влияющим на работоспособность контактного наконечника, является налипание брызг расплавленного металла на его поверхность, что нарушает равномерность подачи сварочной проволоки и вызывает ее приваривание к наконечнику. При сварке в CO_2 для каждого диаметра проволоки имеется средний диапазон токов, в пределах которого интенсивность разбрызгивания электродного металла примерно в 2 раза больше, чем при сварке на малых и больших токах. Прилипание брызг к контактному наконечнику в значительной степени зависит от его температуры в процессе сварки, на что непосредственное влияние оказывает сила тока и напряжение, а также расход защитного газа и расстояние от изделия до контактного наконечника [4].

Характеристики сварочной проволоки

Наиболее значимыми характеристиками сварочной проволоки, влияющими на ресурс работы контактных наконечников, являются:

- химический состав и механические свойства;

- состояние поверхности до прохождения через механизм подачи (наличие покрытий и технологической смазки) и после прохождения механизма подачи (наличие или отсутствие насечек от роликов подающего механизма);

- давление электродной проволоки на стенки электродопроводящего канала.

На ресурс работы наконечника так же оказывает влияние химический состав сварочной проволоки, поскольку химический состав влияет на твердость проволоки и неравномерность загрузки контактирующей части наконечника. Например, при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т наконечники изнашиваются сильнее, чем при сварке проволокой Св-08Г2С, т.к. при сварке проволокой Св-08Г2С в торцевой части наконечника передается 84% сварочного тока, а при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т – 96% [5].

На электроэрозионный и механический износ контактных наконечников большое влияние оказывает состояние поверхности сварочной проволоки, а именно наличие покрытий и технологической смазки. Технологическая смазка на поверхности проволоки, являясь диэлектриком, способствует возникновению электрических разрядов, вызывающих повышенный электроэрозионный износ канала наконечника, однако отсутствие технологической смазки увеличивает механический износ канала. Наименьший износ наконечника наблюдается при сварке омедненной проволокой. Это обусловлено хорошими токопроводящими свойствами медного покрытия, снижающего интенсивность электроэрозионных процессов. Механический износ также невелик, поскольку относительно пластичное медное покрытие не оказывает абразивного воздействия на канал наконечника [2].

Большое влияние на ресурс работы наконечника оказывает состояние поверхности сварочной проволоки прошедшей через механизм подачи. Поскольку механизмы подачи снабжаются подающими роликами с различной поверхностью (с насечкой или без), то на проволоке прошедшей через ролики с насеченной поверхностью образуются неровности, вызывающие повышенный износ наконечника.

Кроме вышеперечисленных факторов на износ наконечника влияет давление сварочной проволоки на стенки электродопроводящего канала. Это давление зависит от радиуса кривизны проволоки проходящей через тракт подачи сварочного полуавтомата или автомата, диаметра проволоки и ее жесткости.

Физико-химические технологии повышения ресурса работы

К физико-химическим технологиям относится нанесение различных термостойких покрытий на поверхность контактных наконечников в целях уменьшения налипания брызг расплавленного металла. Существует два основных вида термостойких покрытий: покрытия, наносимые на контактные наконечники методом ионного осаждения и в последствии не удаляемые с их поверхности (алмазоподобные, нитридоциркониевые и нитридотитановые покрытия) увеличивающие длительность эксплуатации наконечников на 30-80% [6]; покрытия в виде жидкостей и аэрозолей наносимые на контактные наконечники различными способами (окунанием, распылением и др.) и в последствии удаляемые с их поверхности снижающие интенсивность забрызгивания в 3-10 раз по сравнению со сваркой без применения защитных покрытий [4].

Способы восстановления работоспособности

В большинстве случаев контактные наконечники после изнашивания электродопроводящего канала в дальнейшем не используются, что приводит к нерациональному расходу цветных металлов. Однако существуют способы восстановления работоспособности контактных наконечников, которые заключаются в увеличении канала наконечника по диаметру для использования с проволоками большего сечения, также изношенный наконечник можно использовать в качестве держателя для наконечника меньших размеров. Контактный наконечник меньших размеров изготавливают из того же материала, что и обычный, однако материал- и трудоемкость его изготовления значительно меньше [7]. Возможно восстановление изношенного наконечника при помощи медного штифта, который помещается в предварительно рассверленный канал и затем формируется новый электродопроводящий канал [8]. Кроме рассмотренных способов существует способ восстановления не требующий дополнительного расхода цветных металлов. Он заключается в изменении размеров электродопроводящего канала путем пластического деформирования цилиндрической части наконечника в специальной пресс-форме, а восстановление первоначального диаметра канала осуществляется сверлением сжатого участка со стороны резьбового участка. Данный способ является эффективным и довольно простым при восстановлении работоспособности контактных наконечников, при этом в процессе деформации металл на цилиндрическом участке подвергается упрочнению, что повышает износостойкость при эксплуатации [9].

Вывод:

Учитывая влияние всех вышеперечисленных факторов на ресурс работы контактных наконечников при механизированной сварке в CO_2 целесообразно применять цилиндрические контактные наконечники со сплошным электропроводящим каналом, полученным способом экструдирования, изготовленные из меди или композиционных материалов на основе меди с полированной поверхностью. Необходимо избегать сварки на средних токах, при которых резко усиливается разбрызгивание, и вести сварку с возможно меньшим напряжением дуги. Не допускать уменьшения расхода защитного газа и выбирать оптимальное расстояние от изделия до контактного наконечника. По возможности использовать проволоку меньшего диаметра с омедненной поверхностью и подающие механизмы с гладкими роликами. Для увеличения ресурса работы наконечника применять термостойкие покрытия для защиты от брызг расплавленного металла, а также применять способы восстановления работоспособности для изношенных контактных наконечников.

Литература.

1. Потапьевский А.Г. Сварка в углекислом газе. – М.: Машиностроение, 1984. – 80с.
2. Федько В.Т., Сапожков С.Б., Колмогоров Д.Е. Сварочные токоподводы, применяемые при автоматической и механизированной сварке плавлением (обзор) // Сварочное производство. 2004. №12. С.23-29
3. Скворцов В.Ф., Арляпов А.Ю., Яшутин А.Г. Дорнование отверстий в токоподводящих наконечниках, применяемых при сварке плавящимся электродом в углекислом газе // Обработка металлов. – 2003. - №2. – С.24.
4. Федько В.Т. Технология, теоретические основы и средства снижения трудоемкости при сварке в углекислом газе: Учебник. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 398с.
5. Бригидин В.Я., Конотоп Д.А. Повышение долговечности токоподводящих наконечников сварочных автоматов и полуавтоматов // Автоматическая сварка. – 1980. - №1. – С.67.
6. Данильченко Б.В., Дмитрик В.В., Притула С.И. Способы уменьшения забрызгивания сопел и токоподводящих мундштуков сварочных горелок // Сварочное производство. – 1995. - №9. – С.22 - 25
7. Черный О.М. Токоподводящие наконечники многократного использования для сварочных горелок // Сварочное производство. – 1990. - №5. – С.22.
8. Бондаренко И.А. Переоборудование шланговых полуавтоматов для сварки в CO_2 с одновременной очисткой проволоки // Автоматическая сварка. – 1967. - №5. – С.57.
9. Федько В.Т., Колмогоров Д.Е., Бегляков В.Ю. Способ восстановления контактных наконечников // Заявка №2005113057/02(015063) от 29.04.2005

**ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ
УПРАВЛЯЮЩИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

А.Д. Размышляев, д.т.н., проф., М.В. Агеева, к.т.н., доц., П.А. Выдмыш, аспирант
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина
87500, Украина, г. Мариуполь, ул. Университетская, 7. тел. 38 (0629) -333941*

**Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина
84313, Украина, Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72, +38 (097) -2174719
E-mail: marinamykta@rambler.ru*

Общеизвестно, что проблематичным является применение автоматической электродуговой сварки для получения качественно сформированных стыковых соединений. Особенно возрастают трудности при односторонней сварке стыковых соединений типа С4 металла толщиной 4 мм. В ГОСТе 8713-79 указано, что возможна сварка стыковых соединений типа С4 металла толщиной 4 мм при использовании медной, либо флюсомедной подкладки.

Анализ последних публикаций показал, что исследований, посвященных проблеме улучшения формирования швов при односторонней сварке стыковых соединений из малоуглеродистых сталей малых толщин, в частности, толщин 4 мм и менее, незначительно. В то же время имеются публикации [1..4], в которых показано, что при автоматической электродуговой наплавке проволокой под флюсом на изделия из малоуглеродистых сталей использование управляющего продольного магнитного поля позволяет существенно уменьшить глубину проплавления металла. Исследований о влиянии магнитных полей на проплавление и формирование металла шва стыковых соединений при ду-