

Литература.

1. Moore P.L., Howse D.S., Wallach E.R. Development of Nd:YAG Laser and Laser /MAG Hybrid Welding for Land Pipeline Application // Welding and Cutting. - 2004. - №4. - P. 186 - 190.
2. Томи С., Зефелд Т. Особенности применения гибридной лазерно-дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитного газа // Автоматическая сварка. - 2006. - №6. - С.36- 39.
3. Parameter Influence in CO<sub>2</sub>-laser/MIG Hybrid Welding / Nilsson K., Heimbs K., Engstrom H., Kaplan A. F. H. // Proc. of Int. Conf IIW Doc. IV-843-03, 2003. - P. 17 - 23.
4. Гибридная лазерно-дуговая сварка металлов больших толщин / Туричин Г.А., Цибульский И.А., Кузнецов М.В., Сомонов В.В. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. - 2010. - №110. - С. 181-187.
5. Tig or MIG Arc Augmented Laser Welding of Thick Mild Steel Plate. / Matsuda J., Utsumi A., Katsumura M., Hamasaki M., Nagata S. // Joining and Materials. - 1988. - №7. - P.31-34.
6. Hybrid Nd:YAG/GMAW Welding of Ultra High Strength Steel / Verwimp J., Gedopt J., Maes G., Haver W. V. // Proc. of the 6 Int. Conf. "Beam Technology and Laser Application", Russia, Saint-Petersburg, 2009. - P. 315 - 321.
7. Лазерная и лазерно-дуговая сварка сталей в защитных газах / В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, А.В. Сиора, А.В. Бернацкий, Е.И. Гончаренко, Т.Г. Чижская // Автоматическая сварка. - 2007. - №1. - С. 34 - 38.
8. Исследование формирования пористости алюминиевых сплавов при лазерной и лазерно-дуговой сварке / Туричин Г.А., Цибульский И.А., Кузнецов М.В., Сомонов В.В., Валдайцева Е.А. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. - 2010г. - №110. - С. 175 - 181
9. Лазерно-дуговая сварка алюминий-магниевого сплава / Туричин Г.А., Цибульский И.А., Кузнецов М.В., Сомонов В.В. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. - 2011г. - №135. - С. 194 - 200.
10. Распределение магния в металле шва при лазерно-дуговой сварке алюминий-магниевого сплава / Туричин Г.А., Цибульский И.А., Кузнецов М.В., Шелуховская Д.В. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. - 2012. - №159. - С. 110 - 116.
11. Effects of welding positions on droplet transfer in CO<sub>2</sub> laser-MAG hybrid welding / Y.B. Chen, J.C. Feng, L.Q. Li, Y. Li, S. Chang // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. - 2013. - 68. - P. 1351 - 1359.
12. Лазерно-дуговая сварка в различных пространственных положениях / Туричин Г.А., Цибульский И.А., Кузнецов М.В., Ахметов А.Д., Величко О.В. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. - 2013. - Т.1. - №183. - С. 218-225.
13. High-power CO<sub>2</sub> Laser-MIG Hybrid Welding for Increased Gap Tolerance. Hybrid Weldability of Thick Steel Plates with a Square Groove / T. Hayashi, S. Katayama, N. Abe, A. Omori // Welding International. - 2004. - 18(9). - P. 692 - 701.
14. V. Lopota, G. Turichin, E. Valdaitseva, E. Beyer, S. Voellmar, Marangoni Convection in the Rear Part of Melting Pool in Keyhole Laser Welding, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. - 2004. - T.5399. - P. 204-211.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ ГОРЕЛОК  
В АВТОМАТИЧЕСКИХ СВАРОЧНЫХ СИСТЕМАХ**

*А.В. Филонов, ст. преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 5-09-06*

*E-mail: a.filonow@mail.ru*

Современные механизированные и автоматизированные сварочные системы не редко строятся на базе унифицированных узлов и приспособлений. Показателен пример использования фирмой Noboruder (Япония) сварочных горелок для механизированной сварки в качестве сварочных головок для автоматической сварки [1]. Горелка закрепляется в специальном механизме перемещения (рис. 1), который обеспечивает стабильную скорость сварки и может функционировать в различных пространственных положениях.

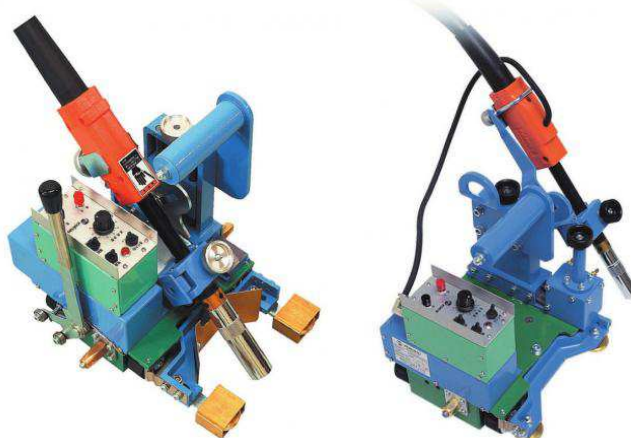


Рис. 1. Механизмы перемещения горелок сварочных полуавтоматов серии Noboruder

Автоматизированные системы для сварки, построенные на базе унифицированных сварочных горелок, имеют неоспоримые достоинства, обусловленные тем, что в качестве рабочего органа применяется именно сварочная горелка, а не специальная сварочная головка. Основные преимущества сварочных горелок – относительная конструктивная и эксплуатационная простота. Но наряду с преимуществами остаются и некоторые отрицательные особенности их использования.

Работоспособность горелки зависит от её конструкции и применяемых материалов. При сварке отдельные детали горелки подвергаются тепловому нагреву за счёт сварочной дуги, а также из-за контакта с брызгами расплавленного металла. Основными уязвимыми элементами горелок являются сопла, изоляционные втулки, токоподводящие наконечники и мундштуки. Следствием уязвимости этих элементов является их повышенный расход в процессе эксплуатации, что не может не сказаться на конечной цене выпускаемого изделия. Кроме того, замена износившихся деталей и зачистка сопла приводят к потерям рабочего времени.

Не смотря на большое количество усовершенствований, как сварочного оборудования, так и сварочных материалов очистка газового сопла от брызг расплавленного металла остаётся актуальной проблемой. Время, затрачиваемое на очистку сопла, зависит от способа его крепления к головной части горелки. Широко используемые современные способы крепления сопел представлены на рис. 2 [2].

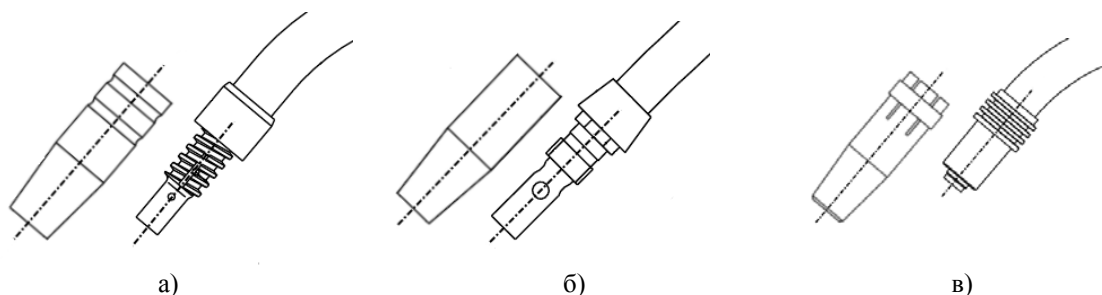


Рис. 2. Конструкции крепления сопел к сварочным горелкам

Газовые сопла фиксируются при помощи специального пружинного элемента (рис. 2, а), установленного на мундштуке, либо при помощи резьбового соединения (рис. 2, б). Широкое распространение получила конструкция, в которой газовое сопло изготавливается по принципу канги (рис. 2, в), т.е. хвостовая часть делается разрезной – разделённой на лепестки. Зажим осуществляется лепестками сопла под действием осевого усилия, приложенного к конической части мундштука горелки.

Оригинальный способ крепления предложен фирмой Fronius, который реализован на горелках серии Robacta [3]. Нажать, прокрутить, снять – такой принцип заложен в систему крепления Quick Snap (быстрый щелчок) благодаря механическому блокирующему механизму. Способ обеспечивает такую же надёжность крепления, как и при использовании резьбового соединения.



Рис. 3. Способ закрепления газового сопла Quick Snap фирмы Fronius

Описанные варианты крепления сопел имеют как свои плюсы, так и минусы. К плюсам можно отнести надёжность крепления и фиксации сопла, большой ресурс работы. Минусами способов крепления, представленных на рис. 2 и 3, являются повышенные требования к точности изготовления. Это сказывается на стоимости изделия, и горелки в сторону удорожания.

Другой недостаток выявляется в процессе эксплуатации – наблюдается процесс припекания резьбового соединения внутренней втулки к мундштуку горелки (рис. 2, б), что приводит к выходу из строя как мундштука, так и сопла, а, следовательно, и к увеличению объёмов реновации этих элементов сварочных горелок.

Ещё один недостаток проявляется при очистке сопла от налипших брызг. Из-за надёжности крепления и разогрева нет возможности быстро снять и очистить забрызганное сопло. Для осуществления снятия требуется либо выждать некоторое время, требующееся для охлаждения сопла, либо использовать механический инструмент и защитную спецодежду, либо учитывать все эти факторы в совокупности. В свою очередь использование инструмента приводит к нарушению целостности сопла, а процесс остывания – к потерям рабочего времени.

Анализ информационных источников показывает, что при MIG/MAG сварке в основном применяют медные сопла, так как теплофизические характеристики меди обеспечивают ей наибольшее соответствие условиям эксплуатации. Для увеличения срока службы деталей горелок, подвергающихся тепловому нагреву за счёт сварочной дуги и брызг расплавленного металла, есть два пути: первый – разработка материалов и конструкций, позволяющих противостоять тепловому воздействию; второй – разработка способов уменьшения разбрызгивания.

Литература.

1. Механизмы перемещения горелок сварочных полуавтоматов серии Noboruder // Электронный ресурс: <http://shtorm-its.ru/catalog/noboruder-mehanizmyi-peremescheniya>
2. Филонов А.В. Конструктивные особенности сопел для горелок сварочных полуавтоматов // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Сборник трудов III Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых учёных. Том 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – С. 100-104.
3. Robacta gas-cooled // Электронный ресурс: [http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-DE4DE763-6F7219AF/fronius\\_international/hs.xml/79\\_13634\\_ENG\\_HTML.htm](http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-DE4DE763-6F7219AF/fronius_international/hs.xml/79_13634_ENG_HTML.htm)

#### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ**

*И.Л. Шитарев, д.т.н., проф., В.Г. Смелов, к.т.н., доц., А.В. Сотов, аспирант*

*Самарский государственный аэрокосмический университет*

*443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34*

*E-mail: SotovAnton@yandex.ru*

При импульсной лазерной наплавке присадочный материал вручную подводит к месту обработки. В качестве присадочного материала в большинстве случаев используется тонкая проволока диаметром от 0,15 до 0,6 мм. Лазерный луч расплавляет подаваемую проволоку. Расплав прочно соединяется с материалом основания, достигающим температуры начала плавления, и застывает в та-