

## ГАЗОВЫЕ СМЕСИ КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ MIG/MAG

Крюков А.В.<sup>1</sup>, Павлов Н.В.<sup>1</sup>

*Юргинский технологический институт (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, Россия (652050, Юрга, ул. Ленинградская, 26), e-mail: pavlin123@rambler.ru*

Одной из наиболее экономичных и эффективных разновидностей электродуговой сварки является сварка в углекислом газе. Но при всех достоинствах данного способа сварки имеется ряд существенных недостатков, основным из которых является нестабильность переноса электродного металла, приводящая к повышенному разбрызгиванию электродного металла. Совершенствования сварки плавящимся электродом в CO<sub>2</sub> можно вести по двум направлениям: химико-физическому и энергетическому. Наибольший практический и экономический интерес представляет химико-физическое направление и, в частности, газовые смеси. Проведенный анализ существующих и применяемых защитных газов и смесей показал, что наиболее целесообразно использовать смесь газов Ar+CO<sub>2</sub>. Данная смесь позволяет в определенных пределах эффективно управлять технологическими характеристиками: производительностью, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла.

Ключевые слова: сварка в защитных газах, химико-физическое направление, инертные газы, активные газы, коэффициент разбрызгивания.

## GAS MIXTURE AS A WAY IMPROVING PROCESSES WELDING MIG/MAG

Kryukov A.V.<sup>1</sup>, Pavlov N.V.<sup>1</sup>.

*Yurginskij Technological Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, "National Research Tomsk Polytechnic University", Jurga, Russia (652050, Jurga, Leningradskaya str., 26), e-mail: pavlin123@rambler.ru*

One of the most economical and efficient varieties arc welding is a welding in carbon dioxide. But with all the advantages of this method of welding, there are some significant drawbacks. The main of which is the instability of electrode metal transfer leads to increased splashing of electrode metal. Improving GMAW in CO<sub>2</sub> can lead in two directions: the chemical-physical and energy. The greatest practical and economical interest chemico-physical and in particular the direction of the gas mixture. The analysis of existing and applicable protective gases and mixtures based on them showed that the most appropriate to use a gas mixture Ar+CO<sub>2</sub>. This mixture allows, within certain limits to effectively manage processability, productivity of the losses on spraying the metal electrode, the shape and mechanical properties of the weld metal and the quantity of penetration of the base metal.

Keywords: welding shielding gases, chemical-physical direction, inert gases, reactive gases, spraying rate.

Сварка металлов относится к таким технологическим процессам, на основе которых реконструируются целые отрасли промышленности, совершенствуются техника строительства, повышается производительность труда, улучшается качество изделий и снижается их себестоимость [14].

Одной из наиболее экономичных и эффективных разновидностей электродуговой сварки является сварка в углекислом газе [18].

### Основная часть

При сварке в CO<sub>2</sub> защиту зоны сварки осуществляется потоком газа, подаваемым с помощью горелки к месту сварки. Источником нагрева при сварке в CO<sub>2</sub> служит

электрическая дуга, горящая между электродной проволокой подаваемой в зону сварки, и изделием. Дуга расплавляет кромки деталей и электродную проволоку, переходящую в виде капель на деталь, при этом образуется общая металлическая ванна. По мере перемещения дуги ванна затвердевает, образуя сварной шов, соединяющий кромки деталей [20].

Способ сварки в  $\text{CO}_2$  имеет следующие преимущества [14]:

- высокая концентрация энергии дуги;
- высокая проплавливающая способность дуги, что обеспечивает меньшую зону температурного влияния, большие скорости сварки и более высокую экономичность процесса;
- повышенная производительность труда;
- стойкость против образования пор и трещин, которая обусловлена газовой защитой атмосферой в зоне сварки;
- возможность визуального наблюдения формирования шва и высокая маневренность процесса, который обеспечивают выполнение швов в любой конфигурации в различных пространственных положениях;
- возможность механизации и автоматизации всего цикла сварки.

Но при всех достоинствах данного способа сварки, имеется ряд существенных недостатков. Основным из которых, является нестабильность переноса электродного металла, приводящая к повышенному разбрызгиванию электродного металла [14, 20].

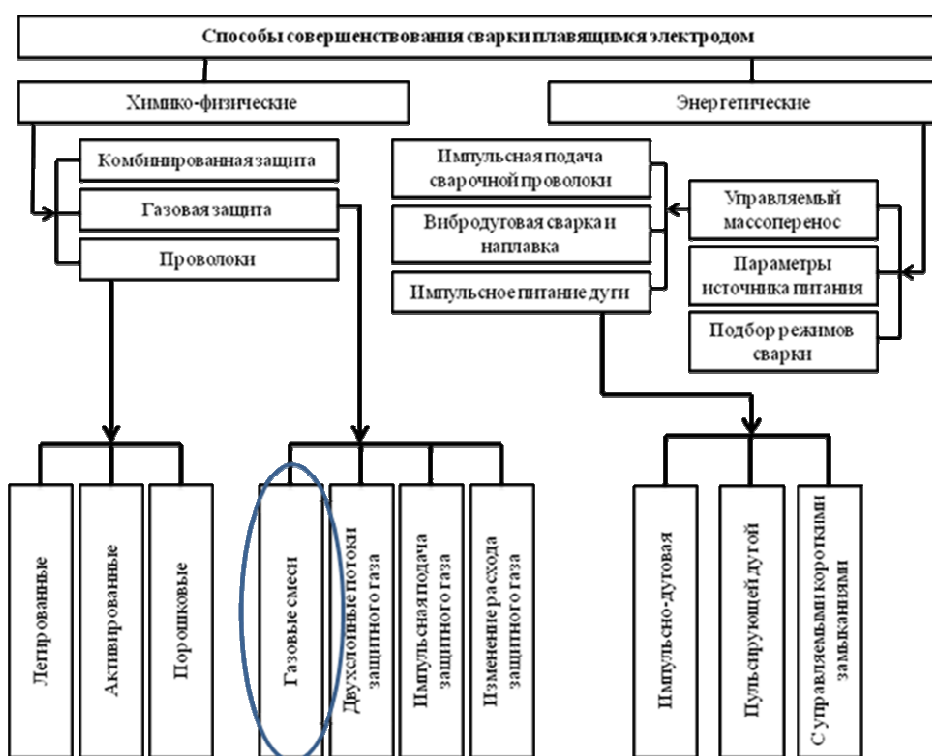
Основными причинами нестабильности переноса электродного металла являются реактивные силы, выталкивающие капли металла за пределы шва; интенсивное газовыделение в объеме жидкого металла капли и сварочной ванны, сопровождающееся взрывообразными выбросами расплавленного металла из сварочной ванны; газогидродинамический удар при разрушении перемычки между электродом и переходящей в сварочную ванну каплей при сварке с короткими замыканиями; увеличение размера капель переносимого электродного металла при повышенном напряжении и давлении плазменных потоков [3, 7].

На основании обобщения литературных данных приведенных в работе [21] приведена классификация основных методов и способов совершенствования сварки плавящимся электродом в  $\text{CO}_2$ , схема которой представлена на рисунке.

Совершенствования сварки плавящимся электродом в  $\text{CO}_2$  можно вести по двум направлениям: химико-физическому и энергетическому.

Химико-физическое направление основано на воздействии на металлургические и энергетические процессы сварки путем изменения состава газовой среды.

Второе направление основано на воздействии на энергетические параметры режимов сварки [6].



Способы совершенствования сварки плавящимся электродом в  $\text{CO}_2$

Наибольший практический и экономический интерес представляет химико-физическое направление и в частности газовые смеси.

Изменяя состав газовой среды можно в определенных пределах эффективно управлять технологическими характеристиками: производительностью, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла [2].

Применение различных газовых смесей ( $\text{Ar}+\text{He}$ ,  $\text{Ar}+\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2+\text{O}_2$ ,  $\text{Ar}+\text{CO}_2+\text{O}_2$ ) для дуговой сварки плавлением различных материалов в России началось с конца 80-х начала 90-х годов 19 в. [16, 24].

Исследованию влияния защитной газовой среды на процесс сварки посвящено большое количество работ: Асниса А.Е., Воропай Н.М., Гутмана Л.М., Иванова Е.Н., Иванова Н.С., Новикова О.М., Новожилова Н.М., Островского О.М., Потапьевского А.Г., Радько Э.П. и др.

Основное деление газов и газовых семей осуществляется:

- инертные газы и смеси на их основе;
- активные газы и смеси на их основе.

### **Инертные газы и смеси на их основе**

Из инертных газов при сварке наиболее широкое применение получили аргон и гелий.

Исследованию защитной газовой среды в соотношении  $Ar+20\% CO_2$  при механизированной сварке уделено большое количество работ. Использование данного соотношения (в сравнении с  $100\% CO_2$ ) позволяет обеспечить лучшее формирование шва, уменьшить величину разбрызгивания электродного металла, повысить циклическую долговечность стыковых, тавровых, угловых видов сварных соединений в 1,8...3,92 раза [4, 15, 17, 23].

Существуют исследования, в которых предложено повысить содержание аргона  $85\% Ar+15\% CO_2$  и использовать наряду с защитным газом активирующие флюсы. Использование активатора позволяет увеличить глубину проплавления как в сравнении со сваркой в  $CO_2$  (в 1,6 раза). Также изменяется форма сварного шва, а проплавление с пальцеобразного, характерного для процесса в чистом аргоне, изменяется на клинообразное [11].

Находят применения защитные газовые смеси содержащие в себе добавки кислорода. Использование газовой смеси  $70\% Ar+5\% O_2+25\% CO_2$  позволяет осуществлять сварку в вертикальных положениях, обеспечивая стабильный процесс сварки, высокие механические свойства с одновременным снижением величины разбрызгивания электродного металла [5].

В работе [25] предложено использовать смесь  $Ar+2...14\% O_2$ , при сварке плавящимся электродом алюминия и его сплавов. Данная смесь позволяет увеличить глубину проплавления и уменьшить пористость швов.

Находит ограниченное применение и смеси с добавкой водорода при сварке цветным металлов [11].

#### **Активные газы и смеси на их основе**

Существует большое количество работ посвященных возможности применения активных газов (углекислый газ, кислород, азот). В данных работах в качестве основы используется углекислый газ, а дополнительно добавляется кислород, азот и водород [1, 8, 9, 10, 12, 13, 19, 22].

Первоначально предложенная Х. Секигучи и И. Масумото смесь активных газов с добавлением кислорода нашла широкое применение при сварке низколегированных и углеродистых сталей [12].

Добавление кислорода за счет уменьшения сил поверхностного натяжения приводит к повышению окислительной способности газовой среды, а также к росту массы капли и ее объема [8]. Швы, выполненные при использовании кислорода, имеют высокие механические свойства, без образования кристаллизационных трещин [1,13,19].

В работе [12] в результате проведенных исследований по определению оптимального соотношения защитной газовой среды было установлено, что соотношение 70 % CO<sub>2</sub>+30 % O<sub>2</sub> обеспечивает лучшее формирование шва.

Применение азота и водорода в дополнении с углекислым находит не столь широкое применение.

Азот используют в качестве защитной среды при сварке меди, по отношению к которой он является инертным газом.

В работе [19] предлагается вводить небольшое количество азота при сварке конструкций работающих в условиях низких температур. В совокупности с электродной проволокой содержащей нитридообразующие элементы (алюминий и титан) данная защитная газовая среда, обеспечивает увеличение вязкости металла шва.

Сварка плавящимся электродом в атмосфере водорода характеризуется низкой устойчивостью дуги и плохим формированием шва, образованием большого количества пор, поэтому водород в газовую смесь вводят минимально [10].

#### **Вывод:**

Проведенный анализ существующих и применяемых защитных газов и смесей на их основе показал, что наиболее целесообразно использовать смесь газов Ar+CO<sub>2</sub>. Использование трех компонентной смеси с введением третьего газа кислорода приведет к возможному угару легирующих элементов, что может негативно сказаться на прочностных характеристиках сварного соединения. Использование же в качестве основного газа CO<sub>2</sub> приведет к повышению коэффициента потерь электродного металла на угар и разбрызгивание, что негативно скажется на себестоимости продукции.

*Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 14\_08\_31036*

#### **Список литературы**

1. Аснис А.Е., Гутман Л.М., Покладий В.Р., Иванков Н.Д. Повышение стойкости швов против пор и трещин при сварке в смеси углекислого газа и кислорода // Автоматическая сварка. –1972. - №10. – С. 1-4.
2. Аснис А.Е., Гутман Л.М., Покладий В.Р. «Сварка в смеси активных газов». – Киев: Наукова думка, 1982. – 216 с.
3. Заруба, И. И. Электрический взрыв как причина разбрызгивания металла // Автоматическая сварка. – 1970. - № 3. – С. 14-18.

4. Карасев М.В., Работинский Д.Н., Головин С.В., Ладьянжский А.П., Павленко Г.В., Р. Розерт, Stein Drahtug, Зинченко А.В. Влияние режима механизированной сварки в смесях газов на служебные свойства наплавленного металла // Сварщик в России. – 2007. - №6. – С. 35-40.
5. Лебедев Б.Ф., Загребенюк С.Д., Свечинский С.Д., Римский С.Т., Гинзбург Г.М. Сварка вертикальных швов с принудительным формированием на стали 10ХСНД в газовых смесях на основе аргона // Автоматическая сварка. – 1985. - №10. – С. 58-61.
6. Лебедев В.А. Тенденция развития механизированной сварки с управляемым переносом электродного металла (Обзор) // Автоматическая сварка. – 2010. - №10 – С. 45-53.
7. Лесков Г. И. Электрическая сварочная дуга. М.: Машиностроение, 1970. 335с.
8. Пат.1260 (Япон.). Метод дуговой сварки в защитном газе / Масумото Исао, Секигучи Харудзиро. – Оpubл. 11.03.1959.
9. Пат. 3258842 (США). Gas-shielded arc welding method / Morita Sadayoshi, Nishi Takeshi, Kukuno Tsuguro. – Оpubл. 05.07.66.
10. Пат. 52 – 100339 (Япон.). Процесс дуговой сварки в защитном газе / Мацумото Масаси, Ивата Тесио. – Оpubл. 23.08.77.
11. Патон Б.Е., Савицкий М.М. Применение активных флюсов и активных газов для повышения эффективной дуговой и плазменной сварки // Автоматическая сварка. – 2003. - №5. – С. 3-6.
12. Покладий, В.Р. Влияние вылета электродной проволоки на режим сварки в смеси углекислого газа и кислорода // Автоматическая сварка. – 1972. - №8. – С. 6-9.
13. Покладий В.Р., Яровой Л.Я., Федоренко А.В., Новиков В.П., Редько Г.В. Опыт промышленного применения сварки в смеси углекислого газа и кислорода // Автоматическая сварка. – 1972. - №10. – С. 1-4.
14. Потапьевский, А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом [Текст] / А.Г. Потапьевский // М.: Машиностроение. – 1974. – 240 с.
15. Римский С.Т., Свечинский В.Г., Шейко П.П., Павшук В.М., Жерносеков А.М. Импульсно-дуговая сварка низколегированных сталей плавящимся электродом в смеси аргона с углекислым газом // Автоматическая сварка. – 1993. - №2. – С. 38-41.
16. Рошупкин Н.П., Блинец Н.А., Медведев Н.М., Свечинский Г.В., Римский С.Т. Опыт производственного применения защитных газовых смесей на основе аргона заводами В/О Союзстальконструкция // Автоматическая сварка. – 1984. - №3. – С. 5-53.
17. Сварка в защитных газовых смесях. – Проспект ОАО Завод УРАЛТЕХГАЗ, 2004. – 8 с.
18. Солодский С.А., Зернин Е.А., Павлов Н.В. Повышение эффективности сварки плавящимся электродом в защитных газах // Материалы международного Китайско-

Российского форума безопасного производства шахты и технологий оборудования, посвященного 60-летию Ляонинского технического университета. – Фусинь: Изд. ЛГУ, 2009. – С. 44-47.

19. Слуцкая Т.М., Аснис А.Е., Тюрин А.Я. Влияние атмосферы дуги на перенос электродного металла // Автоматическая сварка. – 1974. - №10. – С. 71-72.

20. Федько В.Т. Технология, теоретические основы и средства снижения трудоемкости при сварке в углекислом газе. Учебник. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2004. – 398 с.

21. Федько В.Т., Брунов О.Г., Солодский С.А., Крюков А.В., Соколов П.Д. Методы борьбы с разбрызгиванием при сварке в  $\text{CO}_2$  //Технология машиностроения. – 2005. - №5. – С. 24-30.

22. Федько В.Т., Шматченко В.С. Влияние компонентов газовой среды на теплофизические свойства сварочной дуги // Сварочное производство. – 2001. - №8. – С. 27-32.

23. Цыган Б.Г. Сопротивление усталости сварных узлов кузова пассажирского вагона, выполненных сваркой в  $\text{CO}_2$  и  $\text{Ar}+\text{CO}_2$  // Автоматическая сварка. – 1998. - №10. – С. 42-46.

24. Языков Ю.Ф., Алексина И.В. Преимущества сварки в защитных газовых смесях // Сварочное производство. – 2008.- №9. – С. 29-30.

25. Survey of shielding gases for MIG welding. – Doc. IW XII – B – 170-74 (XII – 590 – 74).

#### **Рецензенты:**

Крампит А.Г., д.т.н., профессор, Юргинский технологический институт (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г.Юрга;

Сапожков С.Б., д.т.н., профессор, Юргинский технологический институт (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г.Юрга.