

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОЙ ДУГИ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Майстренко Н.Ю.

Оренбургский государственный университет

Как известно защитный газ оказывает влияние на физические и металлургические характеристики процесса сварки, предопределяя тем самым его технологические возможности качество и механические свойства металла шва. В настоящей работе, экспериментально, определялось влияние состава защитной газовой среды на физико-механические свойства сварного металла шва и технологические характеристики сварочной дуги (разбрызгивание, производительность в зависимости от диаметра, вылета, степени легирования электродной проволоки) в диапазоне токов 200-550 А. Ранее проведенные исследования [1-3], до конца, не позволяют судить об эффективности использования различных защитных газовых сред в их сопоставлении.

Также приведены данные о качестве и механических свойствах металла шва. При исследованиях наплавляли валики, эквивалентные шву с катетом 6 мм, на пластины (размером 14×70×350 мм) из стали СтЗсп. Поверхность пластин подвергалась пескоструйной очистке и обезжириванию нефрасом. Валики наплавлялись автоматом АДПГ-500 (источник питания ВС-300) проволокой Св-08Г2С диаметром 1,4-2,5 мм и Св-08Х20Н9Г7Т диаметром 1,4-2,0 мм. В качестве защитных газов использовали CO_2 , $\text{CO}_2+20\% \text{O}_2$ и $\text{Ar}+5\% \text{O}_2$. Оптимальные соотношения между током и напряжением, обеспечивающие минимальное разбрызгивание и высокую устойчивость дуги, определялось по длине дуги. Потери на разбрызгивание, а так же производительность процесса сварки определяли по разности масс проволоки и пластин до и после сварки. В диапазоне малых значений тока потери на разбрызгивание невелики и составляют 2-6 %. Влияние защитной среды незначительно. В диапазоне средних значений тока разбрызгивание зависит от состава защитного газа. При использовании углекислого газа разбрызгивание максимально, при использовании же смеси $\text{Ar}+5\% \text{O}_2$ минимально. Это связано с видом переноса электродного металла через дуговой промежуток. [1,2]. Характер изменения переноса электродного металла, а следовательно, и величины разбрызгивания можно проследить по осциллограммам тока и напряжения при сварке в углекислом газе и аргоноокислородной смеси проволокой Св-08Г2С диаметром 1,4. Так, при сварке в диапазоне токов 250-280 А наблюдается смешанный перенос электродного металла, что сопровождается разбрызгиванием. Увеличение тока до 350-400 А способствует мелкокапельному переносу и резкому уменьшению разбрызгивания.

Установлено, что добавка кислорода к углекислому газу способствует измельчению капель электродного металла за счет изменения поверхностного натяжения, но не изменяет вида переноса капель [2]. Разница в величине разбрызгивания незначительна.

В диапазоне больших значений тока потери на разбрызгивание полностью зависят от длины дуги. При длине дуги менее 2 мм дуга заглубляется в сварочную ванну и приобретает режущие свойства. При длине дуги более 4 мм усиливается ее блуждание, разбрызгивание достигает 20% и более. Влияние защитной среды ослабевает, что связано с насыщением атмосферы дуги парами электродного металла [4, 5]. Для сварки в углекислом газе высоколегированной проволокой характерно постепенное увеличение разбрызгивания с увеличением тока для меньшего диаметра (1,4 мм) и уменьшение разбрызгивания для большего диаметра (2 мм)

При сварке в аргонокислородной смеси наблюдается незначительное увеличение потерь на угар и разбрызгивание во всем диапазоне значений сварочного тока. Так же при сварке в аргонокислородной смеси увеличение вылета существенно не сказывается на величине разбрызгивания для низколегированной проволоки. В данном случае при сварке проволокой большего диаметра рекомендуется использовать вылет 60 мм. Повешение степени легирования электродной проволоки приводит к увеличению потерь на разбрызгивание при сварке, как в углекислом газе, так и в аргонокислородной смеси. Результаты экспериментальных данных показывают, что наименьшие потери электродного металла на разбрызгивание достигаются при сварке в аргонокислородной смеси во всем диапазоне рассматриваемых значений тока. В диапазоне струйного переноса разбрызгивание практически отсутствует. Степень разбрызгивания при сварке в смеси углекислого газа и кислорода та же, что и при сварке только в углекислом газе. Таким образом, наименьшие потери на разбрызгивание достигаются при использовании проволоки диаметром 1,4 мм и вылете не более 25 мм. Дальнейшее увеличение вылета приводит к увеличению разбрызгивания.

Наивысшая производительность (при одинаковых условиях) достигается при сварке в углекислом газе; низшая – в аргонокислородной смеси. При оценке производительности по наплавленному металлу наблюдается незначительное отклонение от указанной закономерности для проволоки диаметром 2 мм в диапазоне малых и средних значений тока, что связано с различными потерями электродного металла на разбрызгивание в зависимости от состава защитного газа. При сварке закаливающихся углеродистых сталей целесообразнее оценивать эффективность сварочной по продуктивности $G(\text{кг}/\text{кВт}\cdot\text{ч})$ процесса сварки форм. (1) [5]:

$$G = \frac{F_H \gamma v}{IU}, \quad (1)$$

где F_H - площадь сечения наплавленного валика или переплавленного металла;

γ - удельный вес;

I, U - сварочный ток и напряжение;

v - скорость сварки.

Наибольшая эффективность (по количеству расплавленного электродного металла) действия сварочной дуги (исходя из критерия продуктивности) в зависимости от режима сварки и защитной среды достигается при сварке в аргоно-кислородной смеси, а меньшая – в смеси углекислого газа и кислорода. Наибольшей проплавающей способностью обладают дуги при сварке в смесях газов, наименьшей – только в углекислом газе.

Защитная среда, определяя форму дуги, оказывает влияние на склонность металла шва к порообразованию. Швы, выполненные при сварке в углекислом газе и смеси его с кислородом (при токе до 500 А и скорости сварки до 70 м/ч), дефектов типа пор не имеют. Швы, особенно многослойные, выполненные в аргонокислородной смеси (при токе свыше 380-400 А), имеют большое количество вытянутых газовых полостей. Главной причиной порообразования, вероятнее всего, является форма дуги и величина ее силового воздействия на ванну расплавленного металла [6], пропорциональная квадрату сварочного тока. Правильность данного утверждения подтверждается отсутствием пор в металле шва при сварке в углекислом газе и смеси его с кислородом. В связи с этим при сварке в углекислом газе и смеси его с кислородом. В данных случаях дуга не имеет формы конуса.

Процесс порообразования при сварке в аргонокислородной смеси представляется следующим образом. Дуга при достижении определенной величины силового воздействия оттесняет жидкий металл, образуя газовую полость, ограниченную поверхность конуса дуги. Нависший над газовой полостью жидкий металл накрывает ее, и газы, находящиеся в полости, не успевают выделиться до кристаллизации металла сварочной ванны и остаются в макро объемах закристаллизовавшегося металла шва [6]. В связи с этим при сварке в аргоно-кислородной смеси необходимо ограничивать ток дуги, чтобы получить беспористые швы.

Механические свойства оценивались в соответствии с ГОСТ 6996-66. Повышение механических свойств металла шва при сварке в аргонокислородной смеси (по сравнению со сваркой в углекислом газе) связано с меньшей засоренностью металла шва неметаллическими включениями типа 2FeO , SiO_2 и SiO_2 , а так же меньшим содержанием остаточных газов O_2 , N_2 , H_2 . Повышение чистоты металла шва связано с физико-химическими процессами взаимодействия аргона с жидким металлом [5].

Технологическая себестоимость 1 кг наплавленного металла при сварке в углекислом газе, смеси углекислого газа и кислорода и аргонокислородной смеси (проволока Св-08Г2С, диаметр 1,4 мм, сварочный ток 350 А) представляет соотношение 1:0,98:1,23 соответственно.

Итогами теоретического исследования и экспериментального исследования являются результаты, которые могут служить рекомендацией при выборе оптимального варианта технологии применительно к конкретной сварной конструкции.

Список литературы

1. *Петров А. В. Перенос металла в дуге при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов / А. В. Петров, Т. И. Семенов // Автоматическая сварка. — 2001. — № 5. — С. 11–14.*
2. *Казак В. Г. Перенос металла в дуге и проплавление основного металла при сварке в среде защитных газов/ В.Г. Казак, С.Т. Стимский, В.И. Галинич // Машиностроение — 2005. — № 4. — С. 41–44.*
3. *Потапьевский А. Г., К вопросу о механизме образования удлиненных газовых полостей при дуговой сварке / А. Г. Потапьевский, Г. Г. Чернышев // Сварочное производство - 2008. — № 9. — С. 11–16.*
4. *Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга / Г.И. Лесков, Н.П. Лавришев // Машиностроение. — 2009. — № 3. — С. 37–42.*
5. *Власов Н. Н., Применение инертного газа для улучшения качества стали Н. Н. Власов, П.Р. Кузьмичев // «СОУЭЛО» — 2007. — С. 22–24.*
6. *Деев Г.Ф. Дефекты сварных швов / Г.Ф. Деев И.Р. Пацкевич. Киев: Наук. Думка, 1989. — 208 с.*