

УДК 621.791.02

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕКСИЛОГО ГАЗА ПРИ ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ

Иванников В.А.¹, Новиков А.П.¹, Поляков И.Е.¹, Бокарева Н.С.¹

¹ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова - Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, Воронеж, e-mail: nadezdabokareva09@yandex.ru

Цель предстоящей работы – получить дополнительные экспериментальные данные, характеризующие защитные свойства углекислого газа в условиях наплавки вибрирующим электродом. В качестве присадочного материала использовалась проволока из стали 20, 30ХГСА и X20НШЦГ6. В работе получены опытные данные о зависимости от частоты вибрации (коротких замыканий дугового промежутка) и определена окислительная способность дуговых газов при подаче в зону наплавки воздуха, смеси азота (90,4%) с кислородом (9,6%), углекислого газа и аргона. Рассмотрены закономерности уменьшения расхода легирующих элементов. Была выяснена степень окислительной способности углекислого газа при взаимодействии металла с газовой средой в зоне дуги. Обнаружены вероятные причины пористости металлов, наплавленных в углекислом газе. Так же рассматривается зависимость скорости сварки и пористости металла. Для выяснения причин пористости при вибродуговой наплавке в углекислом газе были проведены три серии опытов. Цель их – определение зависимости между пористостью металла и расходом углекислого газа, скоростью подачи электродной проволоки и скоростью сварки. Полученные данные о пористости наплавленных валиков в зависимости от параметров режима наплавки обобщены и представлены в данной статье.

Ключевые слова: вибродуговая наплавка, углекислый газ, пористость металла, легирующие элементы, окислительная способность углекислого газа.

PROTECTIVE PROPERTIES OF CARBON DIOXIDE DURING VIBRATION ARC SURFACING

Ivannikov V.A.¹, Novikov A. P.¹, Polyakov I. E.¹, Bokareva N.S.¹

¹"Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, e-mail: nadezdabokareva09@yandex.ru

The purpose of this work is to obtain additional experimental data that characterize the protective properties of carbon dioxide under conditions of surfacing with a vibrating electrode. As an additive material, a wire made of steel 20, 30XGSA and X20NISHG6 was used. Experimental data on the dependence on the frequency of vibration (short circuits of the arc gap) were obtained and the oxidative capacity of arc gases was determined when air, a mixture of nitrogen (90.4%) with oxygen (9.6%), carbon dioxide and argon were supplied to the surfacing zone. The regularities of reducing the consumption of alloying elements are considered. The degree of oxidative capacity of carbon dioxide in the interaction of metal with the gas medium in the arc zone was

determined. Probable causes of porosity of metals deposited in carbon dioxide were found. The dependence of the welding speed and the porosity of the metal is also considered. To determine the causes of porosity when welding wyprodukowany in carbon dioxide were carried out three series of experiments. Their purpose is to determine the relationship between the porosity of the metal and the consumption of carbon dioxide, the feed rate of the electrode wire and the welding speed. The obtained data on the porosity of the deposited rollers depending on the parameters of the surfacing mode are summarized and presented in this article.

Keywords: vibro-arc surfacing, carbon dioxide, metal porosity, alloying elements, oxidative capacity of carbon dioxide.

Углекислый газ относится к группе активных защитных газов. Результатом этого является интенсивное окисление многих элементов во время сварки и наплавки, а в некоторых случаях – наполнение металла углеродом.

Хотя изучению защитных свойств углекислого газа посвящено много исследований, и этот газ нашел широкое применение в сварочном производстве, ряд его свойств изучен недостаточно, особенно свойства, определяющие взаимодействие газа с металлом при вибродуговой наплавке.

Материалы и методы. Опытная наплавка производилась на вибродуговой установке от выпрямителя ВСГ-3А. Полярность тока обратная. Защитный газ подавался в зону наплавки через концентрическое сопло диаметром 16 мм. В качестве присадочного материала использовалась проволока из стали 20, 30ХГСА и Х20НЩГ6. Химический состав электродной проволоки приведен в таблице 1.

Таблица 1 Химический состав электродной проволоки

Проволока	Содержание элементов, %			
	C	Mn	Si	Cz
Сталь 20	0,22	0,71	0,32	0,16
30ХГСА	0,27	0,94	1,02	1,05
Х20НЩГ6	0,08	6,33	0,53	19,2

Защитные свойства углекислого газа оцениваются, как известно, количеством растворенного в наплавленном металле азота и водорода и его окислительной способностью по сравнению с другими средами.

Содержание азота в металле определяется химическим анализом стружки металла, наплавленного проволокой из стали 30ХГСА в один слой. Параметры режимов наплавки образцов и результаты химического анализа стружки обобщены в таблице 2.

Таблица 2 Параметры режимов наплавки образцов и результаты химического анализа стружки

Расход CO_2 л/час	Содержание в металле, %	
	Углерода	Азота
0	0,14	0,065
500	0,20	0,036
1000	0,20	0,018
1500	0,21	0,039
2000	0,21	0,041

Постоянные условия наплавки:

1. Диаметр электродной проволоки 2,2 мм;
2. Частота вибрации 70 Гц;
3. Размах вибрации 2 мм;
4. Скорость подачи 1,48 см/сек;
5. Скорость наплавки 0,42 см/сек;
6. Напряжение холостого хода источника тока 22,5 В;
7. Рабочее напряжение 19,5 В;
8. Рабочий ток 135 А.

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что с увеличением расхода углекислого газа содержание растворенного в металле азота снижается до некоторого

минимума (в наших опытах до 0,018%), а затем начинает повышаться. Указанный минимум находится при расходе CO_2 1000 л/час. Переход углерода с увеличением расхода CO_2 возрастает от 0,14% (при наплавке в атмосфере воздуха) до 0,21% (при наплавке с подачей в зону дуги 2000 л/час углекислого газа). Из этого следует, что углекислый газ имеет высокую окислительную способность при сварке и наплавке различных сталей.

Основная часть. В настоящей работе получены опытные данные о зависимости от частоты вибрации (коротких замыканий дугового промежутка) и определена окислительная способность дуговых газов при подаче в зону наплавки воздуха, смеси азота (90,4%) с кислородом (9,6%), углекислого газа и аргона [3, с.45].

Коэффициенты перехода кремния, марганца и углерода возрастают с увеличением частоты вибрации. Таковую зависимость, очевидно, можно объяснить тем, что с увеличением частоты вибрации электрода увеличивается частота перехода электродных капель в сварочную ванну. Это приводит к уменьшению времени существования капли и, как следственно, меньшему выгоранию легирующих элементов.

Кроме того, с увеличением расхода углекислого газа коэффициент перехода углерода возрастает, а коэффициенты перехода других элементов уменьшаются.

Явление менее интенсивного выгорания углерода при наплавке в среде углекислого газа можно объяснить высоким парциальным давлением окиси углерода в дуговых газах в результате диссоциации CO_2 на кислород и окись углерода.

Уменьшению выгорания углерода способствует также выделение сажистого углерода на поверхности детали и восстановление углерода на поверхности детали и восстановление углерода из его окиси хромом, марганцем и другими карбидообразующими элементами [4, с.125]. Именно последними двумя процессами объясняется явление наполнения углеродом металла, наплавленного в среде углекислого газа аустенитной хромоникелевой проволокой.

Большая окислительная способность углекислого газа проявляется, главным образом, при выгорании кремния, марганца и других легирующих элементов.

Повышение коэффициента перехода углерода с увеличением расхода углекислого газа можно объяснить более интенсивным процессом отложения сажистого углерода на наплавляемой поверхности из-за большого количества окиси углерода, выходящей из зоны сварки и контактирующей с относительно холодным металлом образца. В связи с этим необходимо обратить внимание на важность соблюдения минимально допустимых расходов углекислого газа при сварке деталей

из хромоникелевой аустенитной стали, чтобы избежать опасности межкристаллитной коррозии. Одна из причин этой коррозии – повышенное содержание углерода в металле.

С увеличением расхода воздуха, подаваемого в зону сварки, коэффициенты перехода легирующих элементов уменьшаются, а суммарный расход кислорода увеличивается. Эти закономерности объясняются притоком кислорода в реакционную зону.

В зависимости перехода легирующих элементов от расхода аргона и смеси азота с кислородом наблюдается максимум, а в зависимости от суммарного расхода кислорода на окисление элементов – минимум. В наших опытах с газовой насадкой, отмеченные экстремумы бывают при работе 1000 л/час.

Уменьшение окисления легирующих элементов с увеличением расхода рассматриваемых газов до 1000 л/час можно объяснить улучшением защитного действия струи истекающего окисления при расходе свыше 1000 л/час – подсосом воздуха в зону дугового разряда вследствие турбулентности истечения газового потока.

Результаты. Пористость наплавленного металла, являясь одной из качественных характеристик, служит также критерием при оценке защитных свойств рассматриваемой среды. Для выяснения причин пористости при вибродуговой наплавке в углекислом газе были проведены три серии опытов. Цель их – определение зависимости между пористостью металла и расходом углекислого газа, скоростью подачи электродной проволоки и скоростью сварки. Методика предусматривала наплавку на круглые образцы из стали 15ХСНД диаметром 45 мм кольцевых валиков проволоками трех различных марок стали: сталь 20,30ХГСА, Х20Н1ОГ6. Наплавка валиков производилась на вибродуговой установке с боковым подводом проволоки.

Размах вибрации конца электродной проволоки во всех опытах составлял 2 мм, расстояние сопла от образца 15 мм, диаметр сопла – 16 мм. Во всех опытах сопротивление рабочей цепи составляло 0,0275 ом, а индуктивность – 0,32 мгн. Наплавка каждого валика производилась на сухой и охлажденной до комнатной температуры образец. После наплавки кольцевых валиков образцы разрезались на токарном станке так, чтобы плоскость реза проходила по осевой линии валика. Затем эта плоскость шлифовалась и подвергалась травлению 5%-ным раствором азотной кислоты. Обработанные таким образом шлифы пересматривались под микроскопом МБС-1 с 16-кратным увеличением. Все попавшие в плоскость среза поры

подсчитывались. При этом начало и конец валика из рассматриваемого участка исключались.

Результаты показывают, что с увеличением расхода углекислого газа при сварке хромоникелевой проволокой Х20НЩГ6 количество уменьшается до расхода 500 л/час. Дальнейшее увеличение расхода газа на пористость металла, наплавленного этой проволокой, не влияет.

При наплавке углеродистыми и низколегированными проволоками из сталей 20 и 30ХГСА пористость направленного металла с увеличением расхода углекислого газа до 750-1250 л/час уменьшается, а затем начинает увеличиваться. Если эти данные сопоставить с данными таблицы 1. По содержанию азота и по коэффициентам перехода углерода, марганца и кремния из проволоки в наплавленный металл, то можно сделать вывод о том, что появление пор при увеличенных расходах углекислого газа обусловлено азотом, который попадает в зону горения дуги в результате подсоса воздуха.

Выводы.

1. При температурах взаимодействия металла с газовой средой в зоне дуги углекислый газ обладает меньшей окислительной способностью, чем воздух.
2. Коэффициент перехода углерода из электродной проволоки в наплавлении металл растет с увеличением расхода углекислого газа, подаваемого в зону наплавки.
3. В зависимости количества азота, растворенного в наплавленном металле, от расхода углекислого газа имеется минимум, который соответствует минимуму пористости.
4. Наиболее вероятной причиной пористости металла, наплавленного в углекислом газе, является неудовлетворительная защита зоны дуги от азота воздуха из-за больших отклонений расхода CO_2 от оптимальных значений.

Список литературы.

1. Банов М. Д., Казаков Ю. В., Козулин М. Г. и др.; под ред. Ю. В. Казакова. Сварка и резка материалов: Учебное пособие. — Издание 2-ое, стереотипное. — Издательский центр «Академия», 2002. — 400 с. — ISBN 5-7695-0695-4.
2. Глебов Л. В., Пескарев Н. А., Фегенбаум Д.С. Расчет и конструирование машин контактной сварки. М., «Энергия», 1968. 410 с.
3. Попов В. С., Попов С. М., Губарь Е. Я. и др. Точечная сварка стали с вакуумно-диффузионным хромовым покрытием. — «Сварочное производство», 1974, № 7, с. 24—25

4. Пугачев А. И., Рязанцев В. И., Шавырин В. Н., Шавловский А. С., Пацкевич И.Р., Попков А.М. Автоматическая наплавка в углекислом газе с принудительным охлаждением детали струей воды, ЦБТИ ЮУСНХ, 1965.
5. Усовершенствование процесса точечной сварки по неметаллическим прослойкам — «Сварочное производство», 1971, № 1, с. 22—24.
6. Контактная электросварка // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.