

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ФОРМУ НАПЛАВЛЯЕМОГО ВАЛИКА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Д.А. Чинахов, Е.Г. Григорьева, Е.И. Майорова

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В настоящее время остро стоит проблема повышения долговечности быстро изнашиваемых узлов машин. Восстановление изношенных деталей является важным резервом повышения эффективности использования различных машин и механизмов. [1].

Восстановить деталь можно с помощью наплавки, нанося расплавленный металл на поверхность изделия, нагретую до оплавления или до температуры надежного смачивания жидким наплавленным металлом. Наплавленный металл связан с основным металлом весьма прочно и образует одно целое с изделием. Толщина наплавленного металла, образованного одним или несколькими слоями, может быть различной 0,5...10 мм и более [2].

Существуют различные способы наплавки: электродуговая наплавка под слоем флюса, электрошлаковая, вибродуговая, импульсно-дуговая, плазменная, электромагнитная, лазерная, электроконтактная наплавка [3]. Все перечисленные способы обладают некими преимуществами, но и имеют ряд недостатков, сдерживающих их широкое применение.

В настоящее время наиболее распространённым способом восстановления рабочих поверхностей, является наплавка в среде защитных газов. Процесс характеризует: низкая себестоимость, высокая производительность, возможность формирования наплавленных поверхностей с большим диапазоном свойств. Наплавка в CO_2 имеет и недостатки: большие потери электродного материала, снижение усталостной прочности восстанавливаемых деталей. Авторы работ [4-6] предлагают усовершенствовать технологии наплавки. Но для реализации усовершенствованных технологий наплавки необходимо изготовление дорогостоящего оборудования. Это является сдерживающим фактором, ограничивающим широкое применение данных способов.

Наплавка в среде защитных газов характеризуется значительным термическим влиянием на деталь, вследствие чего в наплавленном слое имеется значительная доля основного металла. Необходимые свойства металла наплавленного слоя зависят от его химического состава, который, в свою очередь, определяется составом основного и дополнительного металлов и долями их участия в образовании шва. Влияние разбавления слоев основным металлом тем меньше, чем меньше доля основного металла в формировании слоя. В большинстве случаев желательно иметь в наплавленном слое состав, максимально приближающийся к составу наплавленного металла, поэтому необходимо стремиться к минимальному проплавлению основного металла, т.е. к уменьшению доли основного металла в металле шва. В связи с этим актуальной задачей является разработка технологии управления геометрией наплавленного валика.

Изучением возможности управления формообразованием шва и ЗТВ при сварке плавящимся электродом занимаются многие ученые. Разработано множество технологий и устройств способствующих управлению формообразованием сварных швов [7]: изменение режимов сварки, наложение импульсов тока, программирование режимов, наложение магнитных полей на сварочную ванну, формирование механических импульсов и вибрации электрода, изменение геометрии электрода, добавление различных химических элементов в состав проволоки, изменение состава защитного газа и т.д. Существуют различные пути управления геометрией шва, но ни один из них не может претендовать на роль универсального подхода к решению проблемы.

Цель работы: определить влияние расхода защитного газа на геометрию наплавленного валика, произвести расчет коэффициентов, характеризующих форму наплавленных валиков, установить условия для высококачественного формирования наплавленного слоя металла.

Известны работы авторов [8-12], в которых успешно применяется управление газодинамикой потока защитного газа при сварке плавящимся электродом, в том числе и с применением двухструйного сварочного сопла, что обеспечивает повышение механических свойств сварных соединений.

Сварка и наплавка являются родственными процессами. Поэтому стоит предположить, что разработанный способ с двухструйной газовой защитой [9] так же успешно можно применять и для восстановления изношенной поверхности.

Для сравнительной оценки геометрических параметров наплавленного валика были проведены эксперименты по сварке с традиционной (одноструйной) и двухструйной газовой защитой.

Для определения влияния потока защитного газа на геометрию шва при сварке плавящимся электродом в CO_2 был проведен эксперимент на реальном объекте исследования. Во время проведения эксперимента выполняли наплавку валика на пластину из стали 45 толщиной 10 мм сварочной проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в защитном газе CO_2 . Наплавку валика выполняли сваркой с одноструйной (коническое сопло) и с двухструйной газовой защитой. Режим сварки: $I=195$ А, напряжение дуги $U = 27$ В, вылет электродной проволоки $L=12$ мм, расход защитного газа устанавливали 10, 20 и 30 л/мин. Эксперименты проводили в равных условиях и на одинаковых режимах со скоростью сварки $V = 4$ мм/с и $V = 3$ мм/с. Источники питания Shtorm-Lorch V 50 AC/DC, сварочная установка VD – 1500.

На полученных сварных образцах провели измерение геометрических параметров сварных швов (e – ширина шва, g – усиление шва, h – глубина проплавления, t – толщина шва). На основании полученных данных произвели расчет коэффициентов характеризующих форму наплавленных валиков: коэффициент формы сварного шва Ψ_f , коэффициент формы проплавления $\Psi_{пр}$, коэффициент выпуклости шва Ψ_v (таблица 1, 2).

Таблица 1

Коэффициенты геометрических параметров сварных швов
при скорости сварки $V=4$ мм/с

Расход защитного газа Q, л/мин	Одноструйная газовая защита			Двухструйная газовая защита		
	Коэффициент формы свар- ного шва $\Psi_f = e / t$	Коэффициент формы про- плавления $\Psi_{пр} = e / h$	Коэффициент выпуклости шва $\Psi_v = e / g$	Коэффициент формы свар- ного шва $\Psi_f = e / t$	Коэффициент формы про- плавления $\Psi_{пр} = e / h$	Коэффициент выпуклости шва $\Psi_v = e / g$
10	1,74	3,33	3,66	2,09	4,06	4,3
20	1,83	3,66	3,66	2,47	5,03	4,85
30	1,83	3,66	3,66	2,74	5,83	5,18

Таблица 2

Коэффициенты геометрических параметров сварных швов
при скорости сварки $V= 3$ мм/с

Расход защитного газа Q, л/мин	Одноструйная газовая защита			Двухструйная газовая защита		
	Коэффициент формы свар- ного шва $\Psi_f = e / t$	Коэффициент формы про- плавления $\Psi_{пр} = e / h$	Коэффициент выпуклости шва $\Psi_v = e / g$	Коэффициент формы свар- ного шва $\Psi_f = e / t$	Коэффициент формы про- плавления $\Psi_{пр} = e / h$	Коэффициент выпуклости шва $\Psi_v = e / g$
10	1,81	3,62	3,62	2,34	4,54	4,83
20	1,89	3,96	3,62	2,76	5,96	5,16
30	2,03	4,06	4,06	3,01	6,67	5,74

Значение коэффициента формы шва Ψ_f обычно лежит в пределах от 0,72 до 3. Для обоих способов наплавки данный коэффициент находится в пределах нормы. Значения коэффициента формы проплавления $\Psi_{пр}$ должны лежать в диапазоне 0,8...4,0. При большем значении – получаются широкие швы с малой глубиной проплавления. Это является положительным моментом при наплавке.

Значения $\Psi_{пр}>4$, имеет место при двухструйной газовой защите, на всем диапазоне варьирования расхода защитного газа $Q=10, 20, 30$ л/мин. Стоит отметить, что при скорости сварки $V= 3$ мм/с коэффициент $\Psi_{пр}$ имеет более высокие значения, чем при сварке со скоростью $V= 4$ мм/с. При увеличении расхода газа и уменьшении скорости сварки в опыте с двухструйной газовой защитой, уменьшается проплавление основного металла. Этим успешно можно пользоваться на практике, по необходимости регулируя долю основного металла в металле шва.

Значения коэффициента выпуклости Ψ_v должны составлять не более 7-10. Чем меньше значение, тем шов будет более узкий и высокий с резким переходом от основного металла к металлу шва. Для сварки с двухструйной газовой защитой данный коэффициент несколько выше, что характеризует более плавный переход. Более высокие значения коэффициента выпуклости имеют швы при сварке с двухструйной газовой защитой на скорости сварки $V= 3$ мм/сек.

По результатам проведенных исследований установлено, что расход защитного газа и скорость сварки оказывают существенное влияние на геометрию наплавленного валика. Расчет коэффи-

циентов, характеризующих форму наплавленных валиков, подтвердил положительное влияние потока защитного газа при сварке с двухструйным соплом на формирование наплавленного слоя.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНО ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ РФФИ В РАМКАХ НАУЧНОГО ПРОЕКТА № 16-38-00194 МОЛ_А

Литература.

1. Абакумов Ю.Ф., Козлов А.В., Зуйков С.С., Юсипов Р.Ф. Ресурсосбережение в машиностроении // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2014. - № 3. С. 32-41.
2. Чинахов Д.А., Григорьева Е.Г., Майорова Е.И. Влияние расхода защитного газа на форму наплаваемого валика при восстановлении изношенных деталей//Актуальные проблемы в машиностроении.-2016.-№3.- С.37-42.
3. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление. – Рипол Классик, 1985.
4. Чигарев В. В. Повышение работоспособности деталей и инструмента наплавкой гетерогенного слоя / В. В. Чигарев, В. П. Иванов, И. С. Псарева // Захист металургійних машин від поломок: зб. наук. пр. / ПДТУ. - Маріуполь, 2003. - Вип. 7. - С. 234-237.
5. Мозок В. М., Лебедев В. А. Новые возможности ремонтов деталей тяжелой техники импульсно-дуговой сваркой и наплавкой вне ремзаводов // Металлообработка. 2009. №4.С. 16–19.
6. Lebedev V. A.,Maksimov S. Yu. Reduction in power consumption and weld quality control in welding using a controllable pulsed feed of electrode wire / International Congress on Advances in Welding Science and Technology for Construction, Energy and ansportation Systems (AWST-2011). 24–25 October 2011.Antalya, Turkey. 371–373 p.18 ISSN
7. Потапьевский А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев., Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.
8. Грибовский Г., Кравчук Б., Ленивкин В.А. Влияние двухслойного кольцевого потока защитных газов на процесс сварки плавящимся электродом// Сварочное производство. - 1996. - № 4. - С. 6-8.
9. Чинахов Д.А. Влияние режимов сварки плавлением на структуру и свойства соединений из легированных сталей: монография// Монография / Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 114 с.
10. Федоренко Г.А., Иванова И.В., Синяков К.А. Совершенствование технологического процесса сварки в защитных газах на ветру//Сварочное производство.– 2010.- № 1. – С.6 – 13.
11. Чинахов Д. А., Воробьев А. В., Томчик А. А. Влияние активного защитного газа на распределение тепла в зоне сварки //Тяжелое машиностроение. – 2013. – №. 1. – С. 23-26.
12. Шейко П.П., Жерносеков А.М., Шевчук С.А. Технологические особенности сварки плавящимся электродом низколегированных сталей с чередующейся подачей защитных газов // Автоматическая сварка. – 1997. – № 8. – С. 32–36.