

## **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  $\text{CO}_2$  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  $\Psi_f$ , коэффициент формы проплавления  $\Psi_{пр}$ , коэффициент выпуклости шва  $\Psi_v$  (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  $\Psi_f$  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  $\Psi_v$  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.