

ВИНТОВАЯ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВАЯ НАПЛАВКА ДЕТАЛЕЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА

В данной работе исследовалась возможность восстановления изношенных штоков гидроцилиндров упрочняющей плазменно-порошковой наплавкой покрытия системы Fe-C-Cr-V.

Ключевые слова: наплавка, штока, малый диаметр, плазменная наплавка, схема наплавки, режим наплавки.

Штоки малого диаметра – 50 мм и менее невозможно восстановить традиционными методами дуговой наплавки в связи с их короблением и деформацией, а также сложностью формирования правильных валиков на столь малых диаметрах. Поэтому плазменно-порошковая наплавка является единственно возможным способом их восстановления.

Химический состав присадочного порошка приведён в таблице. При плазменной наплавке происходит угар легирующих элементов, в связи с чем, химический состав наплавленного покрытия может значительно отличаться от химического состава присадочного порошка. При наплавке двудуговым плазмотроном происходит относительно незначительный перегрев сварочной ванны, а частицы присадочного порошка не подвержены длительному нагреву непосредственно в дуге, а прогреваются плазменной струёй, работающей от дуги косвенного действия, имеющей максимальную силу тока равную 30 % от общего тока. В результате наблюдаются высокие коэффициенты перехода всех легирующих элементов из присадочного порошка в наплавленный металл (табл. 1).

Химический состав штока гидроцилиндра соответствует отечественной марки стали 45, в связи с чем исследование режимов наплавки производили на образцах из этой марки стали.

Штоки малого диаметра в процессе наплавки испытывают существенный неравномерный нагрев, который вызывает их значительную деформацию и коробление [1; 2]. Традиционные схемы наплавки с наложениями валиков на 30–50 % ширины не способны обеспечить бездеформационную наплавку, поэтому применили схему наплавки, при которой валики накладывались по винтовой линии с шагом равным их четырёхкратной ширине (рис. 2). Такая схема наплавки позволяет равномерно распределить теплоту сварочной ванны по всему телу штока, не допуская местного сосредоточения теплоты и чрезмерного перегрева штока.

Таблица 1

Химический состав, коэффициенты перехода легирующих элементов и степень эвтектичности покрытий

Режим наплавки	%	Содержание элементов, %						S_s
	$K_{пер}$	Fe	C	Cr	V	Si	Mn	
Присадочный порошок	%	72,8	3,15	19,3	3,15	0,6	1,0	0,99
Покрытие	%	73,33	3,03	17,60	3,05	1,35	1,64	1,36
	$K_{пер}$	1,007	0,962	0,912	0,968	2,25	1,64	

Валики накладывались по винтовой линии в направлении от первого ко второму. После наложения валика 3, в стык к нему накладывался валик 4 (рис. 1, а), и далее валики 5 и 6 (рис. 1, б). После наложения первого слоя валиков между ними остались впадины, поэтому поверх первого слоя накладывался второй слой валиков, по аналогичной схеме (рис. 1, в).

Плазменно-порошковую наплавку производили на токе 180 А с дополнительным обдувом тела штока холодным сухим воздухом.

Структура наплавленных покрытий напоминает структуру литого металла, но имеющую свои особенности, вызванные прежде всего спецификой технологии плазменной наплавки [3]. Следствием наличия металлургического сцепления покрытия с подложкой является непостоянство химического состава, структуры и свойств покрытия по толщине, а также наличие внутренних напряжений, вызванных усадочными явлениями при кристаллизации сварочной ванны.

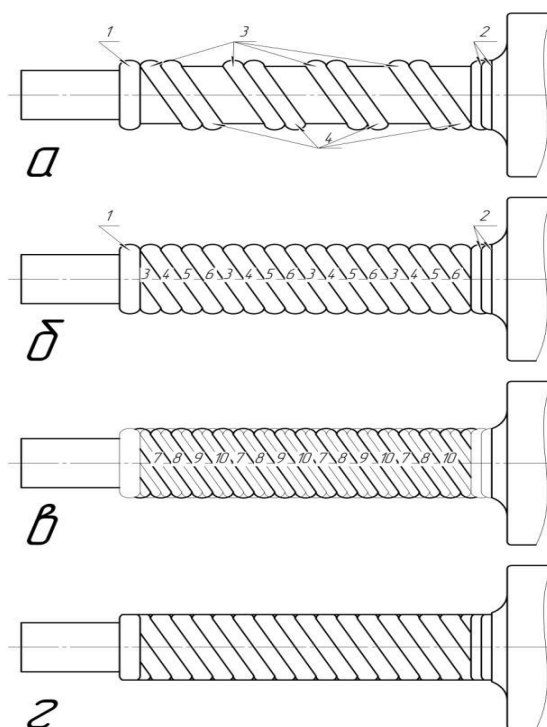


Рис. 1. Схема наложения валиков на шток: а – схема наложения первых четырёх валиков; б – схема наложения валиков первого слоя; в – схема наложения валиков второго слоя; г – после механической обработки

При наплавке покрытия 315Х19Ф3 на общем токе 180 А с обдувом тела штока воздухом 0,2 МПа, формируется структура покрытия эвтектического типа (рис. 2, а). Металлографически выявляется незначительное количество первичных карбидов M_7C_3 в количестве 3,2 % (рис. 2, б), со средним размером в поперечнике 16,4 мкм. Наличие этих карбидов обусловлено некоторым

смещением степени эвтектичности в сторону заэвтектических составов ($S_3 = 1,3606$).

Аустенит полностью находится в эвтектических колониях пластинчатого и розеточного строения. Межпластинчатое расстояние карбидных частиц в эвтектике составляет 1,2 мкм, а ориентация главного направления роста их колоний перпендикулярна к металлу подложки, что и предопределяет высокую микротвёрдость такой эвтектики и износостойкость покрытия в целом.

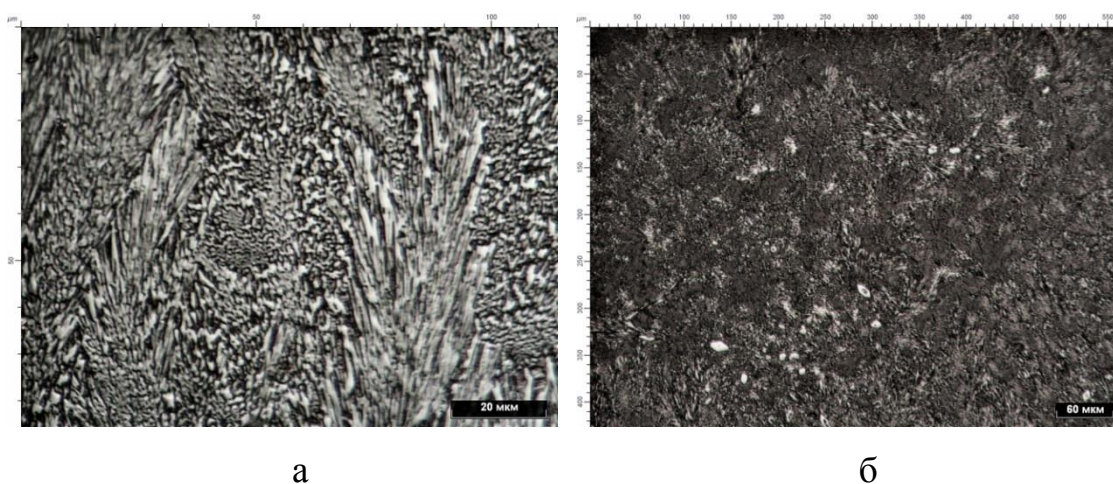


Рис. 2. Микроструктура покрытия, наплавленного на токе 180 А с обдувом воздухом 0,2 МПа: а – морфология эвтектики, $\times 1000$; б – общий вид, $\times 200$

Очевидно, что при проплавлении подложки дугой сварочная ванна образуется за счёт частиц присадочного порошка, а также ферритных и перлитных зёрен металла подложки, находящихся вдоль линии сплавления. При этом цементитные пластинки перлита не успевают раствориться в жидкой фазе сварочной ванны, а только лишь коагулируют и всплывают на некоторую высоту, оставаясь в наплавленном металле. Отсутствие металлографически различимых коагулированных частиц цементита в средней зоне наплавленного металла подтверждает предположение о попадании цементита в покрытие из металла подложки, так как высвободившийся из оплавленных перлитных зёрен цементит по мере перемешивания в средней части покрытия растворяется и становится металлографически неразличимым. К тому же, хромованадиевые

чугуны при содержании хрома 18,61 % и ванадия 3,25 % обладают полностью инвертированной структурой, в которой цементит образовываться при кристаллизации не должен [4].

Наличие цементита в покрытии негативно сказывается на его износостойкости и эксплуатационных свойствах в целом, поэтому необходимо обеспечить режимы наплавки, при которых подмешивание металла подложки будет минимальным.

Наплавка на токе 180 А с введением принудительного охлаждения наплавленного металла позволяет производить бездеформационную наплавку штоков малого диаметра, а в зоне сплавления сформировать структуру с плавным переходом свойств от подложки к наплавленному металлу, благодаря формированию кристаллизационной прослойки высоколегированного аустенита и избеганию образования мартенсита в зоне сплавления.

Литература

1. Нефедьев С. П. Особенности структуры и свойства поверхностных слоёв углеродистых сталей с плазменным упрочнением и наплавкой комплексно-легированным белым чугуном: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2012. 136 с.
2. Сравнение структуры и свойств литых и наплавленных износостойких материалов / А. Н. Емелюшин, С. П. Нефедьев [и др.] // Литейные процессы, 2012. № 11. С. 141–145.
3. Гнусов С. Ф., Дегтерев А. С. Влияние режимов плазменной наплавки на микроструктуру карбида ванадия в покрытиях на основе порошка ПР-Х18ФНМ // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 324. № 2. С. 63–71.
4. Емелюшин А. Н., Нефедьев С. П., Гусева Е. Н. Повышение эксплуатационной стойкости деталей подшипниковых узлов клетей прокатных станов // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб.

науч. тр. / под ред. А. Г. Корчунова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2012. С. 109–113.