

УДК 621.791.92

ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ПОРОШКОВ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА И НИКЕЛЯ

Анастасия Андреевна Александрова

Студент 4 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: К.О. Базалеева,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Введение

В настоящее время лазерная наплавка является перспективным методом восстановления изношенных деталей, создания защитных покрытий, кроме того, она может быть использована для прототипирования трехмерных деталей. Процесс основан на синхронной коаксиальной подаче на поверхность детали тонкой струи порошкового материала и лазерного луча. Под действием лазерного луча происходит перекристаллизация подаваемого порошка, а также тонкого поверхностного слоя самой детали. Область воздействия лазера на обрабатываемую поверхность составляет доли миллиметра, однако лазер может сканировать поверхность детали, создавая, таким образом, из подаваемого порошка сплошное покрытие. Основными технологическими параметрами данного процесса являются мощность лазерного пучка, скорость сканирования лазера по поверхности детали, а также диаметр фокусирующего пятна на ее поверхности [1].

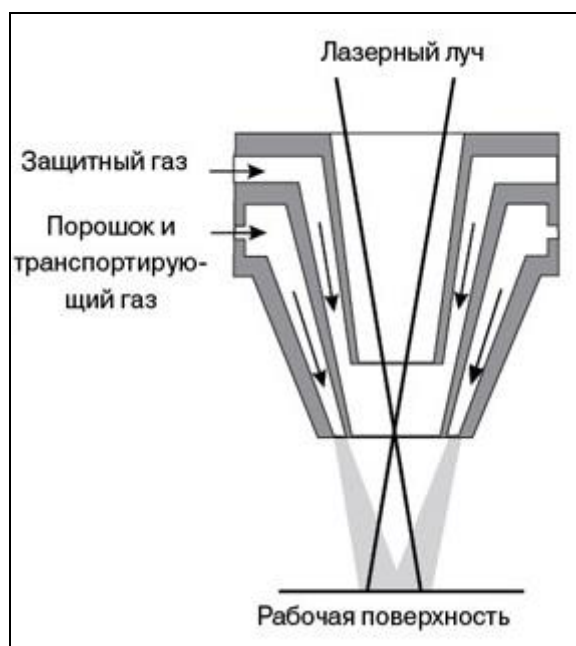


Рис. 1. Схема наплавки с коаксиальной подачей порошка.

Материал и методика

В данной работе исследовалась структура износостойких покрытий, полученных методом лазерной наплавки порошковых материалов на основе карбида вольфрама и никелевого самофлюсующегося сплава. Схема данного метода представлена на рисунке 1. Состав используемых для наплавки порошков приведен в таблице 1, их дисперсность составляла $53\div 106$ и $53\div 150$ мкм, соответственно, и они были получены методом газовой

атомизации. Также известно расчетное значение твердости порошка на никелевой основе, оно составляет 425 HV.

Таблица 1. Химический состав порошков

Порошок	Ni	Cr, %	Fe, %	B, %	Si, %
1560	База	7,5	2,5	1,6	3,5
Порошок	W	C, %	Co, %		
44712-10	База	5,5	12		

Покрывание наносилось на стальную подложку. Мощность лазера составляла 1500 Вт. Были исследованы три покрытия с различным соотношением в составе карбида вольфрама и никелевой матрицы.

Фазовый состав наплавленных покрытий исследовался методом рентгенодифракционного анализа на дифрактометре D8 ADVANCE фирмы Bruker AXS в фильтрованном $\text{Co K}\alpha$ – излучении. Структура наплавленных слоев изучалась методом металлографического анализа; оценивалось распределение карбидных частиц по объему наплавленного слоя. Кроме того, определялись значения микротвердости по глубине наплавленного слоя. Измерения микротвердости проводились с нагрузкой 50 г, чтобы иметь возможность оценить твердость разных структурных составляющих. Погрешность измерения микротвердости составляла 5%.

Результаты исследования

На рисунке 2 и 3 представлены микроструктуры наплавленных слоев. Из рисунков видно, что в структуре сплава присутствуют темные частицы округлой формы с размытыми границами, практически равномерно распределенные по матрице, предположительно, карбиды вольфрама и более светлая матрица с дендритным строением, которая, предположительно, представляет собой никелевую основу. Трещины в структуре не наблюдаются, однако зафиксировано некоторое количество пор. При этом микроструктура трех разных образцов незначительно отличаются друг от друга, единственно, в третьем наплавленном слое на поверхности значительно больше частиц WC и меньше никелевой основы. Методом количественной металлографии было оценено количество карбида вольфрама в исследуемых образцах. Оно составило 65; 75 и 90% соответственно.

На рисунке 4 представлена дифрактограмма, полученная с наплавленного слоя, а в таблице 2 приводится идентификация линий данной дифрактограммы[4]. Дифрактограммы, полученные со всех исследованных образцов, имели подобный вид. Рентгенодифракционный фазовый анализ показал, что наиболее интенсивные линии дифрактограммы принадлежат фазе с гексагональной кристаллической решеткой WC, кроме того, в сплаве присутствуют никелевый твердый раствор с ГЦК решеткой, а также, предположительно, интерметаллидная фаза $(\text{Co,Fe})_7\text{W}_6$. Судя по интенсивности, количества никелевой фазы и интерметаллидного соединения в сплаве незначительное.

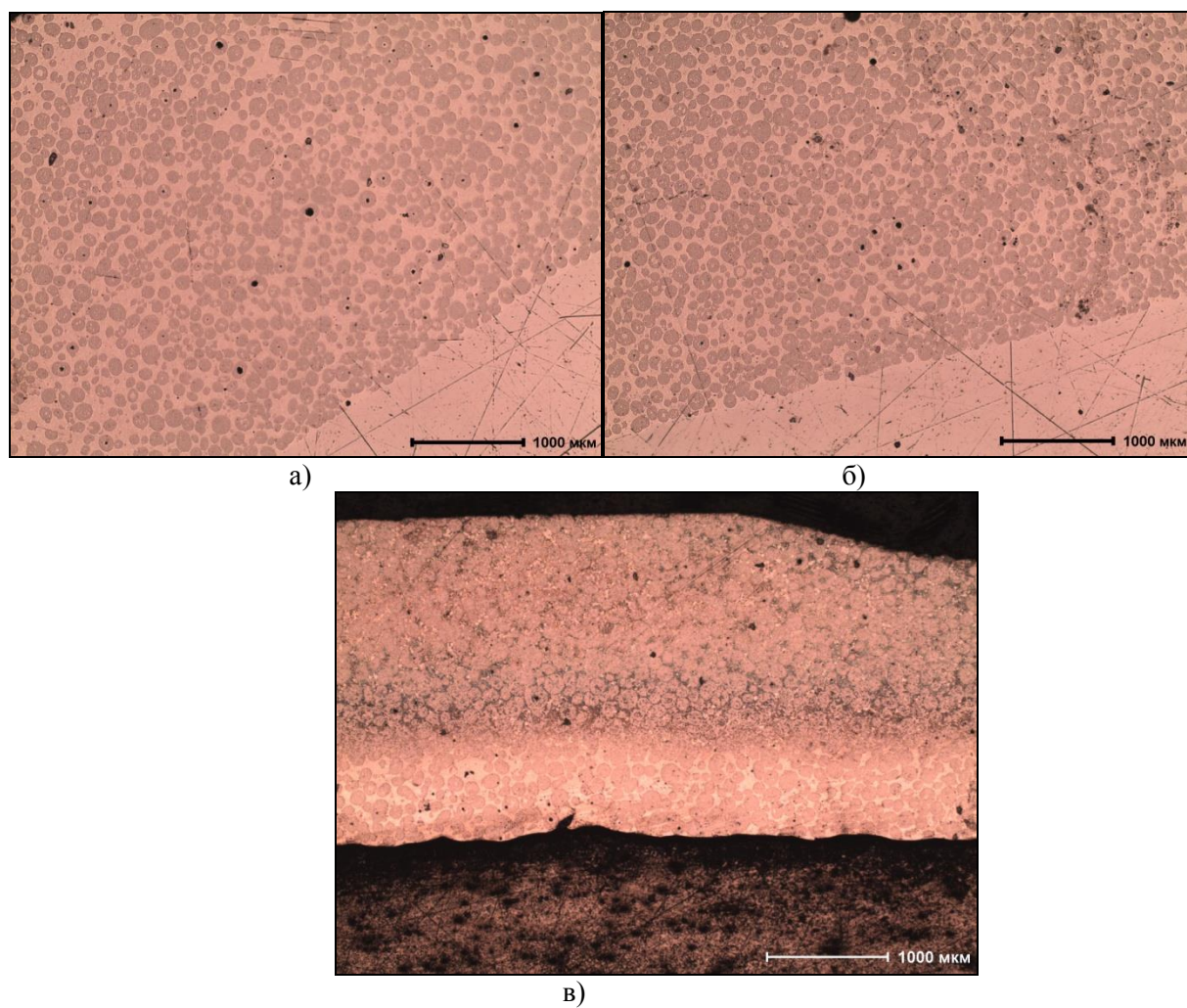


Рис. 2. Микроструктуры наплавленного покрытия с разным соотношением карбида вольфрама: а) 65% WC; б) 75%WC; в) 90%WC.

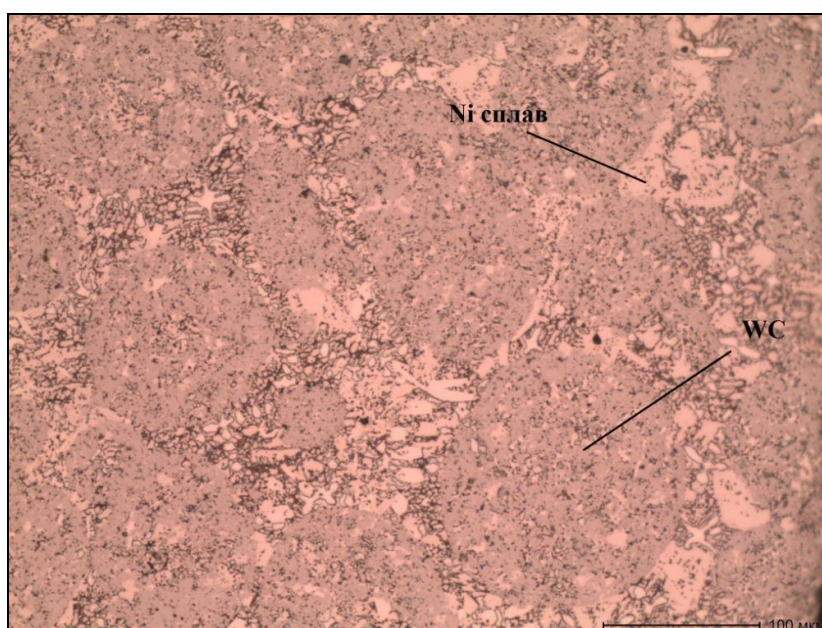


Рис. 3 Структура наплавленного покрытия.

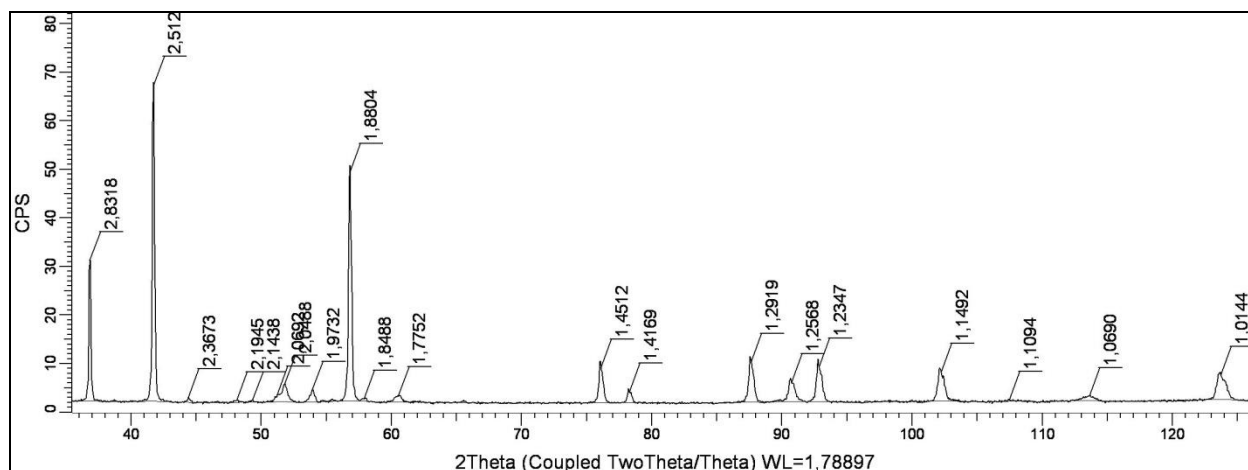


Рис. 4 Дифрактограмма наплавленного покрытия.

Таблица 2. Идентификация линий дифрактограммы

№	d, Å	I,	hkl	Фаза
1	2,8318	5533	001	WC
2	2,5126	12433	100	WC
3	2,3673	190	110	(Co,Fe) ₇ W ₆
4	2,1945	72,2	343	(Co,Fe) ₇ W ₆
5	2,1438	73,4	444	(Co,Fe) ₇ W ₆
6	2,0692	270	312	(Co,Fe) ₇ W ₆
7	2,0488	692	111	Ni
8	1,9732	470	022	(Co,Fe) ₇ W ₆
9	1,8804	8990	101	WC
10	1,8488	88,7	243	(Co,Fe) ₇ W ₆
11	1,7752	245	200	Ni
12	1,4512	1361	110	WC
13	1,4169	426	002	WC
14	1,2919	1571	111	WC
15	1,2568	741	200	WC
16	1,2347	1362	102	WC
17	1,1492	1141	201	WC
18	1,0690	168	311	Ni
19	1,0144	964	112	WC

В работе отдельно определялось значение микротвердости карбидных частиц и отдельно микротвердость никелевой матрицы. Микротвердость карбидных частиц составляла примерно $1100 \text{ HV}_{0.05}$, и она одинакова во всех исследованных покрытиях и практически не изменяется по глубине наплавленного слоя. Значения микротвердости матрицы сильно возрастают по мере удаления от подложки. На рисунке 5 приведена зависимость микротвердости никелевой матрицы от глубины наплавленного слоя. Из рисунка видно, что во всех исследованных покрытиях значение микротвердости никелевой матрицы в глубине наплавленного слоя около подложки составляет примерно $670 \div 750 \text{ HV}_{0.05}$, а на поверхности возрастает до $870 \div 900 \text{ HV}_{0.05}$. Такие высокие значения микротвердости никелевого твердого раствора указывают на его высокое пересыщение легирующими элементами. А увеличение значения микротвердости на поверхности наплавленного слоя, предположительно, связано с ростом пересыщенности никелевого твердого раствора примесными атомами: Cr, Fe, W и C.

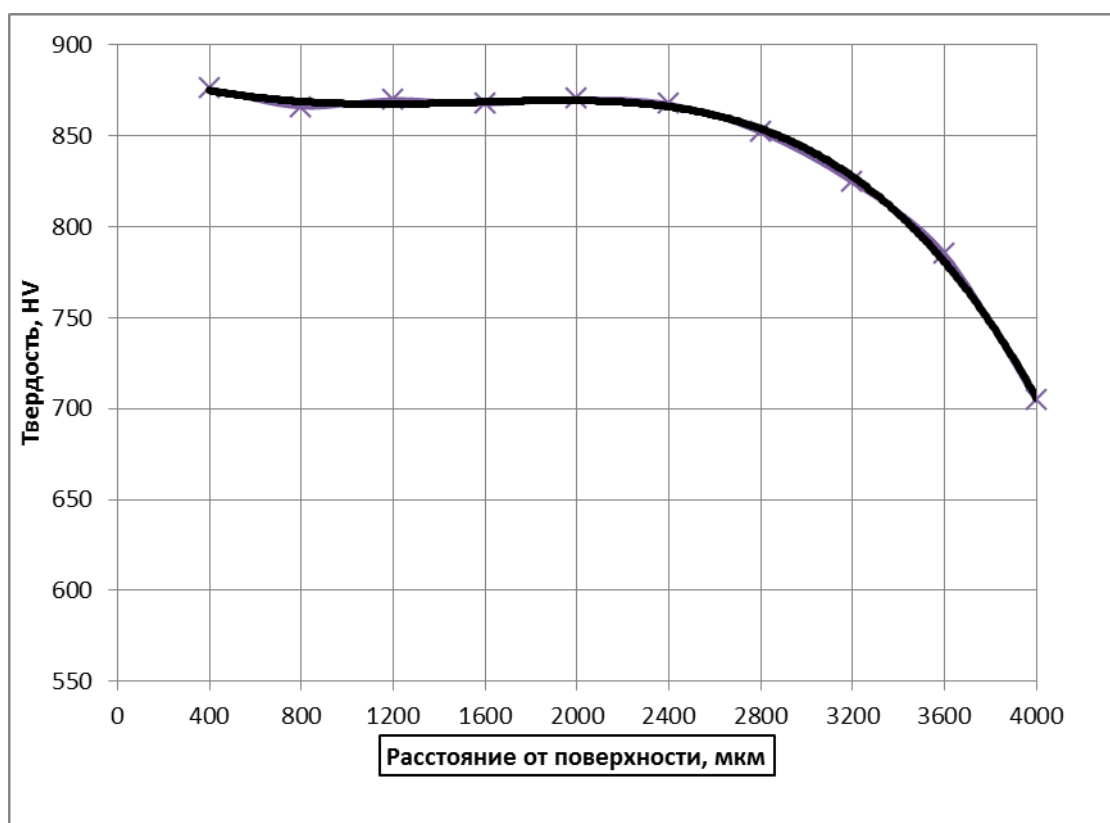


Рис. 5 Изменение микротвердости матрицы по глубине наплавленного слоя

Заключение

Исследована структура износостойкого покрытия, полученного методом лазерной наплавки. Показано что в структуре полученного покрытия присутствуют частицы гексагонального карбида WC, никелевый твердый раствор с ГЦК решеткой и интерметаллидная фаза $(\text{Co,Fe})_7\text{W}_6$.

Установлено, что при таком способе наплавки твердость покрытия составляет около 900 HV , что объясняется высокой концентрацией карбида и пересыщением никелевого твердого раствора.

Литература

1. Мисюров А.И., Федоров Б.М. Технология лазерной наплавки // М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
2. <http://www.mirprom.ru/public/metody-i-primeneniye-lazernoy-naplavki.html>
3. <http://www.mirprom.ru/public/lazernaya-naplavka-poverhnosti.html>