

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19466

(13) С1

(46) 2015.08.30

(51) МПК

C 23C 8/00 (2006.01)

(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(21) Номер заявки: а 20121756

(22) 2012.12.17

(43) 2014.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Кавальчук Ольга Николаевна; Кардаполова Маргарита Анатольевна; Девойно Олег Георгиевич; Дьяченко Ольга Владимировна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) БЕЛЯЕВ Г.Я. и др. Машиностроение, 1989, вып. 14, - С. 102-105.

ВУ 5378 С1, 2003.

ВУ 4078 С1, 2001.

ВУ 12054 С1, 2009.

RU 2295578 С2, 2007.

SU 1744146 А1, 1992.

CN 102383127 А, 2012.

(57)

Способ упрочнения металлической поверхности, включающий лазерную обработку и последующее электроискровое легирование, **отличающийся** тем, что на упрочняемую поверхность предварительно наносят слой аморфного бора, а лазерную обработку осуществляют посредством лазерного луча с плотностью мощности от $0,1 \cdot 10^9$ до $0,2 \cdot 10^9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$,

скоростью перемещения луча от 150 до $250 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ и коэффициентом перекрытия от 0,9 до 1,0.

Изобретение относится к электроэрозионным методам упрочнения, в частности для упрочнения металлической поверхности, и может быть использовано для упрочнения и повышения износостойкости режущего инструмента.

Известен способ комбинированного упрочнения металлической поверхности [1], при котором на образец из стали 45 наносят покрытие электроискровым легированием электродом WC-Co (97 % WC и 3 % Co) с последующей обработкой поверхности лазерным излучением.

Недостатком данного способа является то, что он не обеспечивает достаточную износостойкость покрытия.

Известен способ упрочнения металлической поверхности [2], при котором на поверхность образца из стали 45 наносят суспензию из порошков Ti, C и Ni в цапонлаке, затем по порошковому слою проводят электродом марки "стеллит", инициируя процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Таким образом создаются благоприятные условия для активации поверхности и осуществления химического взаимодействия между материалами покрытия и основы.

Недостатком данного способа является низкая сплошность получаемых покрытий.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является способ упрочнения металлической поверхности [3], заключающийся в том, что на первом этапе проводится лазерная обработка поверхности на установке "Квант-16" с энергией импульса 25 Дж при диаметре пучка $d = 2$ мм и коэффициенте перекрытия 0,6; на втором этапе проводится электроискровое легирование электродом из твердого сплава ВК-8 на установке ЭФИ-46А при токе короткого замыкания $I_{к.з.} = 4,1$ А и рабочем токе $I_p = 2,2$ А.

Данный способ позволяет увеличить толщину упрочняемого покрытия и снизить возможность образования трещин в упрочненном слое.

Недостатком прототипа является то, что он не обеспечивает достаточную износостойкость.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении износостойкости упрочняемой поверхности.

Поставленная задача достигается тем, что в способе упрочнения металлической поверхности, включающем лазерную обработку и последующее электроискровое легирование, на упрочняемую поверхность предварительно наносят слой аморфного бора, а лазерную обработку осуществляют посредством лазерного луча с плотностью мощности от $0,1 \cdot 10^9$ до $0,2 \cdot 10^9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, скоростью перемещения луча от 150 до $250 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ и коэффициентом перекрытия от 0,9 до 1,0.

Слой аморфного бора, наносимый на упрочняемую поверхность перед лазерной обработкой, выполняет роль легирующей обмазки. Соединяясь с основой, он образует бориды Fe_2B , FeB . Бориды, разрушая окисные пленки, образующиеся в ванне расплава при эрозии электродов, способствуют повышению прочности сцепления, увеличивают количество упрочняющей боридной фазы, что обеспечивает повышение износостойкости.

При обработке лазерным лучом, имеющим скорость перемещения выше $250 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ (или) плотности мощности ниже $0,1 \cdot 10^9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, в поверхностном слое не успевают произойти диффузионные процессы и недостаточно энергии для образования боридов.

Обработка при скорости перемещения лазерного луча ниже $150 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$ и (или) плотности мощности больше $0,2 \cdot 10^9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, приводит к интенсивному плавлению поверхностного слоя в зоне воздействия лазерного луча, в результате чего образующиеся бориды растворяются в материале основы, концентрация их в поверхностном слое резко снижается, и количества боридной фазы не хватает для восстановления окисных пленок и повышения износостойкости.

При обработке лазерным лучом с коэффициентом перекрытия меньше 0,9 происходит частичное оплавление предыдущей лазерной дорожки и как следствие растворение боридной фазы в материале основы.

При обработке лазерным лучом с коэффициентом перекрытия больше 1,0 на обрабатываемой поверхности остаются участки, не подвергшиеся воздействию лазерного излучения, на которых не происходит образование боридной фазы.

Пример.

На образцы из стали 45 наносился слой аморфного бора толщиной 0,1 мм, поверхность подвергали воздействию непрерывного лазерного излучения, для чего использовался CO_2 -лазер непрерывного действия максимальной мощностью излучения 1 кВт, затем на электроискровой установке ЭФИ-46А при рабочем напряжении 50 В и рабочем токе 2,4 А наносилось покрытие электродом из твердого сплава ВК-8.

Упрочненную поверхность образцов проверяли на износостойкость на машине торцового трения на следующих режимах: давление $P = 1,24$ МПа, скорость скольжения $V = 2$ м/с, время испытаний - 3 ч, среда - масло индустриальное 20. Контртело - трубка из

BY 19466 C1 2015.08.30

твердого сплава ВК8. Оценка величины износа проводилась на профилографе-профшюметре модели 252 по глубине вытертой лунки.

Режимы лазерной обработки и результаты проведенных исследований приведены в таблице.

№ № п/п	Режимы лазерной обработки			Величина износа, мкм	Износостой- кость, мкм ⁻¹
	Скорость переме- щения лазерного луча v, мм/мин	Плотность мощности q, ×10 ⁹ Вт/м ²	Коэффици- ент перекры- тия, К		
1	2	3	4	5	6
1	100	0,09	0,8	7,1	0,141
2		0,1	0,9	6,9	0,145
3		0,2	1,0	7,1	0,141
4		0,3	1,1	7,0	0,143
5	150	0,09	0,8	6,9	0,145
6		0,1	1,0	4,3	0,233
7		0,2	0,9	4,4	0,227
8		0,3	1,1	6,8	0,147
9	200	0,09	1,1	6,9	0,145
10		0,1	0,9	4,3	0,233
11		0,2	1,0	4,2	0,238
12		0,3	0,8	6,7	0,149
13	250	0,09	1,1	6,9	0,145
14		0,1	1,0	4,4	0,227
15		0,2	0,9	4,2	0,238
16		0,3	1,2	7,0	0,143
17	300	0,09	1,2	6,8	0,147
18		0,1	1,1	6,9	0,145
19		0,2	1,0	7,0	0,143
20		0,3	0,9	7,0	0,143
21	Прототип			7,0	0,143

Из таблицы видно, что в зависимости от режима лазерной обработки износостойкость увеличивается в 1,6-1,7 раза по сравнению с прототипом.

Источники информации:

1. Radek N., Wajs E. and Luchka M. WC-Co покрытия, полученные электроискровым легированием, модифицированные лазерной обработкой // "Powder Metallurgy and Metal Ceramic". - Vol. 47. - No. 3-4. - 2008.

2. Реут О.П., Хина Б.Б., Маркова Л.В., Толстяк Э.Н., Саранцев В.В. "Технология нанесения покрытий на основе карбида титана ЭИО деталей с СВС-реагентами // Литье и металлургия. - № 1 (41). - 2007. - С. 145 - 152.

3. Беляев Г.Я., Ковалевский В.Н., Орлов В.Г. и др. Применение лазерного излучения для предварительной обработки штамповой оснастки при электроискровом легировании // Машиностроение. - Минск: Выш. шк., 1989. - Вып. 14. - С. 102-105.