

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирсанов, С.В. Инструменты для обработки точных отверстий. 2-е издание, исправленное и доп. / С.В. Кирсанов [и др.] – М.: Машиностроение, 2005 – 183 с.
2. Новое в электрофизической и электрохимической обработке материалов / Л.Я. Попилова [и др.]; под ред. Л.Я. Попиловой. – Л.: Машиностроение, 1972. – 360 с.
3. Головкина, Е.Я. Метод электроимпульсного полирования металлов / Е.Я. Головкина [и др.], // Машиностроение / Респ. межвед. сб. науч. тр. – Минск, 1988. – Вып. 13. – С. 40-43.
4. Синькевич, Ю.В. Особенности формообразования поверхностей при электроимпульсном полировании / Ю.В. Синькевич [и др.], // Машиностроение. / Респ. межвед. сб. науч. тр. Минск – 2003. – Вып. 19. – С. 119-124.
5. Способ электрообработки: пат. 1425972 А1 СССР, В 23 Н 9/14 / В.Н. Чачин, А.Э. Паршутто, Г.М. Кухаренск, Д.М. Пинский, В.А. Хлебцевич, В.И. Кудашов; заявитель Белорус. политех. ин-т. – № 4098835/31-08; заявл. 25.07.86.
6. Грилихес, С.Я. Электрохимическое и химическое полирование: Теория и практика. Влияние на свойства металлов / С.Я. Грилихес. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1987. – 232 с.

УДК 621.7/9.048.7

Кардаполова М.А., Девойно О.Г., Суханова Е.В.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ И СОСТАВА ЛЕГИРУЮЩЕЙ ОБМАЗКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМИНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Алюминий и его сплавы благодаря высокой удельной прочности, тепло и электропроводности, коррозионной стойкости, хорошей обрабатываемости и относительно низкой стоимости находят все более широкое применение в промышленности в качестве конструктивных материалов. Однако возможность широкого использования алюминия и его сплавов для изготовления деталей, работающих в условиях трения, во многих случаях ограничивается вследствие низкой твердости и, соответственно, износостойкости. Поэтому в настоящее время повышение износостойкости алюминиевых изделий, работающих в различных условиях трения, является актуальной проблемой, что связано также с возможностью замены большой номенклатуры стальных и чугунных деталей алюминиевыми для облегчения веса машин и оборудования. Перспективность лазерной технологии для попытки решения задачи поверхностного упрочнения алюминия определяется возможностью превратить в достоинство то свойство алюминия, которое при других методах обработки является основным недостатком – его легкоплавкость; покрытие формируется из частиц высокой твердости, хорошо смачиваемых и перемешивающихся с твердым раствором на основе алюминия. Существующие работы в этой области показывают широкий спектр возможностей, открывающихся при использовании концентрированных источников энергии. [1]

Целью работы является изучение влияния параметров лазерной обработки и состава легирующей обмазки на износостойкость алюминиевых изделий.

Предварительный выбор легирующих компонентов осуществлялся на основании проведенного анализа литературных данных, а также анализа диаграмм состояния двойных систем. [2].

Наибольший эффект упрочнения был получен на алюминии и алюминиевых сплавах при легировании их боридами, в частности боридом железа (FeB). Покрытие имеет ярко вы-

раженную гетерогенную структуру, представляющую собой твердый раствор на основе алюминия и равномерно распределенные высокотвердые включения. Микроструктура покрытия показана на рисунке 1.

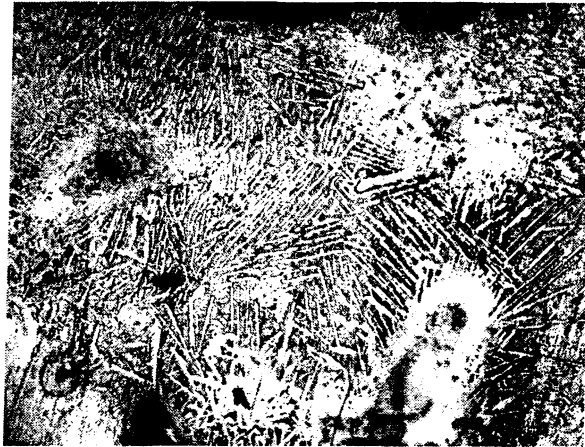


Рисунок 1-Структура алюминия после лазерного легирования

Лазерное легирование боридами позволило варьировать комплексом физико-механических свойств, в частности, повысить микротвердость поверхности до 9000 - 11000 МПа. Данная микротвердость определяется микротвердостью образовавшихся при воздействии лазерного луча фаз, что может положительно сказаться на износостойкости полученного покрытия. Однако получение упрочненного слоя, в полной мере удовлетворяющего требованиям значительного повышения износостойкости, возможно лишь при комплексной модификации матрицы и упрочняющей фазы, что может быть реализовано при использовании в качестве обзак многокомпонентных составов.

Для трибологических испытаний при сухом трении на поверхность образцов из алюминия чистотой 0.999 % наносили порошок бориды железа FeB грануляцией 40...50 мкм в виде водной суспензии толщиной 0,2 мм, затем оплавливали газовым углекислотным лазером непрерывного действия «Комета-2» с измеренной мощностью 1 кВт

Ускоренные сравнительные испытания материалов на износ при сухом трении проводили на машине трения МТ – 1 при линейной скорости вращения истирающего диска 2,3 м/с (угловой 880 об/мин) нагрузке Р (0,5 кг), твердости диска 40 -45 HRC. Для определения интенсивности изнашивания (Y) использовали метод планирования эксперимента. При проведении данного эксперимента осуществлялось варьирование скорости перемещения детали относительно луча лазера (X₁) от 500 (-1) до 1000 (+1) мм/мин и диаметра луча (X₂) от 1 (-1) до 2 (+1) мм; коэффициент перекрытия оставался неизменным и был равен 1; матрица планирования эксперимента приведена в таблице 1. Параметром оптимизации (точнее, минимизации) служила величина интенсивности изнашивания покрытия, зависимость интенсивности изнашивания от времени и коэффициент корреляции K_{корр} функции Y=A+B·x представлена в таблице 2.

Таблица 1 - Матрица планирования эксперимента

Опыт	Входные факторы	
	X ₁	X ₂
1	+1	+1
2	-1	-1
3	+1	-1
4	-1	+1

Таблица 2 - Зависимость интенсивности изнашивания от времени и коэффициент корреляции

№ образца	Время испытаний, сек			K _{кор}	А	В
	30	60	120			
1	7,01	4,05	2,19	0,9498	7,940	-0,0504
2	3,53	2,28	1,40	0,9582	3,960	-0,0224
3	3,37	2,10	1,64	0,8986	3,600	-0,0176
4	3,53	2,10	1,33	0,9353	3,915	-0,0228
Al	22,70	11,77	6,45	0,9260	2,536	-0,1675

Как видно из таблицы, лазерным легированием удалось добиться повышения износостойкости в 3 раза по сравнению с неупрочненным состоянием материала. Исследованием установлено, что коэффициент корреляции находится для всей матрицы планирования и чистого алюминия в пределах 0,8986...0,9582, т.е. для всех опытов наблюдается одинаковая отрицательная корреляция между интенсивностью изнашивания и временем испытаний.

Получено уравнение регрессии, связывающее интенсивность изнашивания со скоростью движения детали относительно луча лазера, и диаметром луча лазера:

$$Y = 1,64 - 0,27667 \cdot X_1 - 0,15333 \cdot X_2$$

Анализ уравнения показал, что между параметрами существует отрицательная корреляция. С уменьшением скорости лазерной обработки и диаметра луча лазера интенсивность изнашивания увеличивается. Наибольшее влияние на износостойкость упрочненных образцов оказывает скорость лазерного луча, при увеличении которой до значения 1000 мм/мин наблюдается минимальный износ упрочненной поверхности.

Проведенные эксперименты по поверхностному легированию изделий из алюминия боридом железа показали его достаточно сильное модифицирующее воздействие на количество упрочняющей фазы.

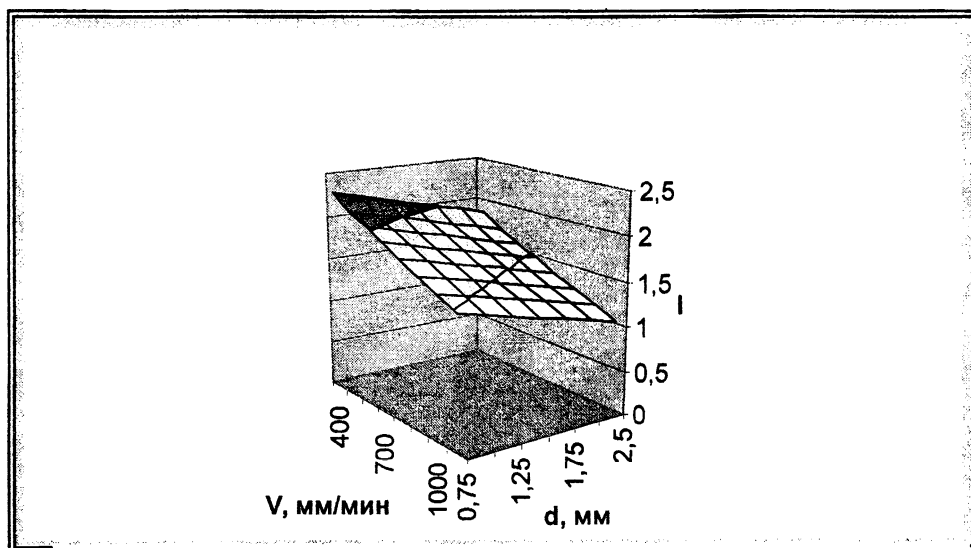


Рисунок 2-Интенсивность изнашивания покрытия при P=0.5 кг; t=120 с

Влияние параметров лазерной обработки на интенсивность изнашивания приведено на рисунке 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Упрочнение деталей лучом лазера / В.С.Коваленко, Л.Ф.Головко, Е.Ф.Меркулов, А.И.Стрижак; Под ред. В.С.Коваленко. - Киев: Техника, 1981.-131 с. 2. Хадсен,Е., Андерко Дж. Диаграммы двойных сплавов. М.: Мир. 1981.-197 с.