

ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Кавальчук О.Н., Лапковский А.С.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

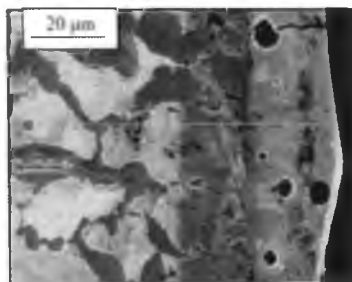
Одним из недорогих и наиболее распространенных методов является электроискровое легирование (ЭИЛ). Но электроискровые покрытия обладают рядом недостатков, которые значительно снижают их применение. Проблема решается обработкой покрытий лазером. Цель лазерной обработки – уменьшить поверхностную пористость и избавиться от царапин, трещин и неоднородности, повысить плотность покрытия.

Материалы и параметры процесса. В ходе проведения исследований покрытия наносили методом электроискрового легирования, используя электрод из твердого сплава ВК8 (92% WC и 8% Co) с поперечным сечением 3?4 мм (анод) на образцы в форме колец, изготовленных из углеродистой стали 45 (катод).

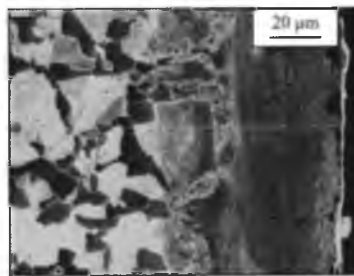
Для нанесения покрытия использовалась электроискровая установка модели ЭИУ–8А. Основываясь на результатах предварительных исследований были приняты оптимальными для ЭИЛ следующие параметры: напряжение $U = 230$ В, емкость конденсатора $C = 300$ мкФ, сила тока $I = 2,4$ А.

Последующая лазерная обработка проводилась со следующими параметрами: диаметр пятна $d = 1$ мм; плотность мощности $q = 0,2$ Вт/мм²; скорость луча $v = 250$ мм/мин; обработка проводилась в фокусе.

Обсуждение результатов. Микроструктурный анализ показал, что толщина электроискрового слоя составила 20-30 мкм, а зона термического влияния (ЗТВ) простирается на 15-20 мкм в основу (рисунок 1а). На фотографии можно увидеть четкую границу между покрытием и основой, а также поры и микротрещины.



а)



б)

Рисунок 1 – Микроструктуры электроискрового покрытия (а) и электроискрового покрытия после лазерной обработки (б)

Трибологические исследования электроосажденных покрытий были выполнены с использованием прибора типа «штифт-на-диске», Т-01М, принцип действия которого изображен на рисунке 2.

Испытания проводились со следующими параметрами трения: скорость вращения $v = 637 \text{ мин}^{-1}$, число оборотов $n = 5305$ пов., продолжительность испытания $t = 500$ с (вплоть до приработки, определенной при предварительных испытаниях), нагрузка в пределах 5-15 Н.

Стабилизация силы трения наступает после 280 с для электроискровых покрытий, ее значение колеблется в пределах 6-6,2 Н (рисунок 3). Для ЭИ покрытий после лазерной обработки сила трения стабилизируется после 400 с и ее значение колеблется в пределах 3,9-4,1 Н. Средняя сила трения ВК8 покрытий приблизительно на 35% выше, чем у модифицированных лазером (в момент стабилизации).

Микротвердость исследовалась по методу Виккерса под нагрузкой 40 г параллельно в трех зонах: покрытие, ЗТВ и основа (рисунок 4).

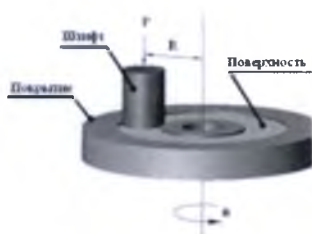


Рисунок 2 – Принцип работа прибора типа «штифт-на-диске»

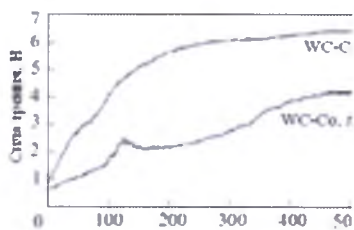


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости силы трения от времени испытания

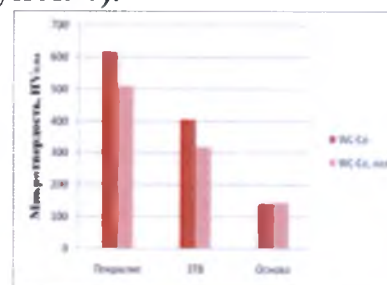


Рисунок 4 – Гистограмма результатов исследований на микротвердость

Средняя микротвердость подложки после ЭИЛ составила $142 \text{ HV}_{0,04}$, как и в начальном состоянии. Средняя микротвердость ВК8 покрытий – $617 \text{ HV}_{0,04}$, что на 335% больше по сравнению с материалом основы. Микротвердость ЗТВ после лазерной обработки повысилась на 185% относительно материала основы.

После применения лазерной обработки микротвердость электроискровых покрытий уменьшилась незначительно, а именно на 21%. Это снижение может быть причиной перераспределения внутренних напряжений.

Выводы. На основе проведенных испытаний можно сделать следующие выводы:

1) Применяя сфокусированный лазерный луч, можно влиять на поверхностные свойства покрытий.

2) Лазерная обработка приводит к снижению пористости поверхностного слоя и исчезновению микротрещин.

3) Среднее значение силы трения (в момент приработки), полученное во время трибологических исследований для электроискровых покрытий приблизительно на 30% выше тех значений, которые получены для таких же покрытий после обработки лазером.

4) Лазерная обработка вызвала 21%-ное уменьшение микротвердости электроискровых ВК8 покрытий.