

О. Г. ДЕВОЙНО, М. А. КАРДАПОЛОВА, О. Н. КАВАЛЬЧУК
«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 результаты 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 (рис.1, а). На фотографии можно увидеть четкую границу между покрытием и основой, а также поры и микротрещины.

Лазерная обработка (рис.1, б) приводит к гомогенизации химических соединений в покрытии и кристаллизации пересыщенных фаз вследствие распространения температурного градиента и высокой скорости охлаждения. Обработанный лазером слой не имеет микротрещин и пор. Отсутствует граница между покрытием и основой. Толщина обработанного лазером покрытия составляет 40-50 мкм с ЗТВ в пределах 30-40 мкм.

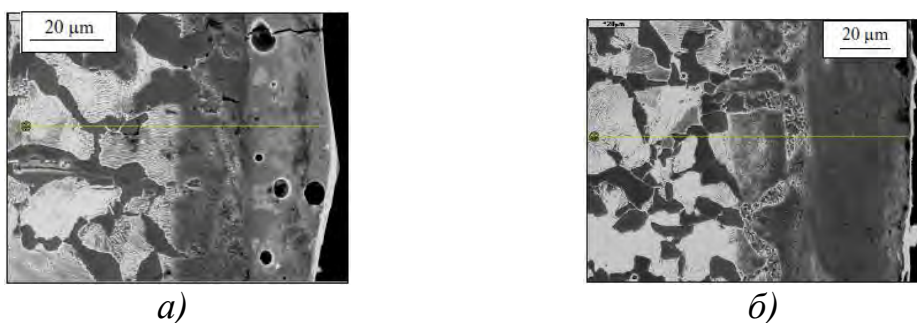


Рис. 1. Микроструктуры электроискрового покрытия (а) и электроискрового покрытия после лазерной обработки (б)

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

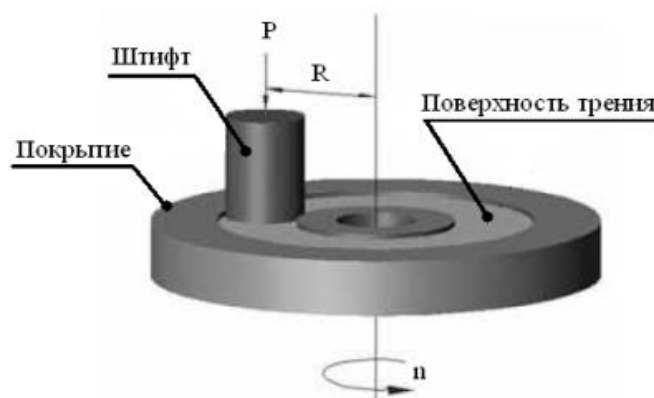


Рис. 2. Принцип работы прибора типа «штифт-на-диске»

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

Для ЭИ покрытий стабилизация силы трения наступает после 280 с и ее значение колеблется в пределе 6,0–6,2 Н. (рис. 3). После лазерной обработки их сила трения стабилизируется в течение 400 с и ее значение находится в интервале 3,9–4,1 Н. Средняя сила трения ВК8 покрытий приблизительно на 35 % выше, чем у модифицированных лазером (в момент стабилизации).

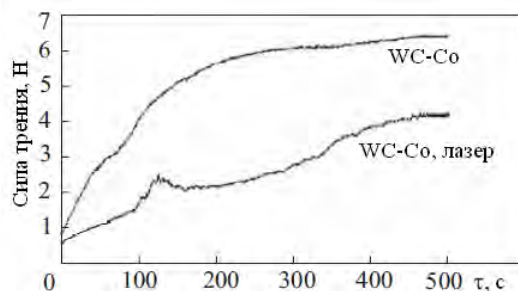


Рис. 3. Диаграмма зависимости силы трения от времени испытания

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

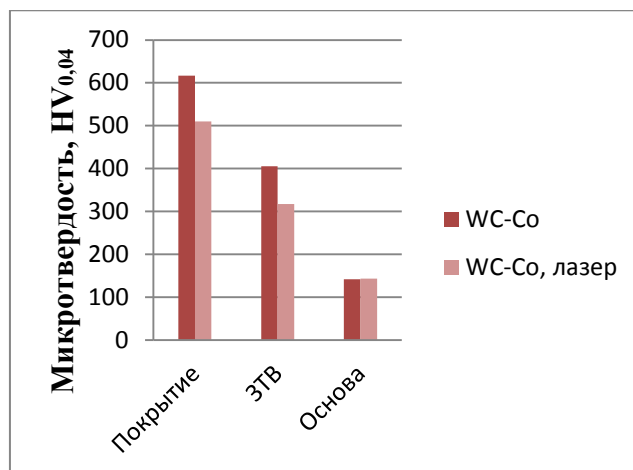


Рис. 4. Гистограмма результатов исследований на микротвердость

Средняя микротвердость подложки после ЭИЛ составила 142 HV_{0.04}, как и в начальном состоянии. Средняя микротвердость ВК8 покрытий – 617 HV_{0.04}, что в 3,35 раза больше по сравнению с материалом основы. Микротвердость ЗТВ после лазерной обработки повысилась в 1,85 раза относительно материала основы.

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