

И. Х. Исрафилов, М. Ф. Шаехов, Я. В. Ившин,
Ф. Ф. Кадыров

УПРОЧНЕНИЕ ВАЛЬЦОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОБОРУДОВАНИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ НА ИХ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ КОНДЕНСАЦИИ ИЗ ПЛАЗМЕННОЙ ФАЗЫ

Ключевые слова: вальцы, упрочняющее покрытие, оборудование легкой промышленности, конденсация из плазменной фазы.

Получено твердое износостойкое покрытие на поверхности вальцов, применяемых в оборудовании легкой промышленности, методом конденсации из плазменной фазы. Измерены параметры шероховатости исходной поверхности и полученного на ней износостойкого покрытия. Проведена плазменная полировка износостойкого покрытия.

Keywords: rolls, hardening coating, light industry equipment, condensation of the plasma phase.

Obtained solid wear resistant coating on the surface of the rollers used in light industry equipment, by condensation of the plasma phase. Measured roughness of the original surface and the resulting wear-resistant coating on it. Held plasma polishing wear-resistant coating.

Одна из проблем кожевенно-мехового производства – это быстрое изнашивание вальцов и рабочих элементов технологического оборудования. Операция вальцевания широко используется в кожевенно-меховом производстве, поэтому целесообразно использовать прокатной инструмент с повышенной работоспособностью [1]. Проблему повышения стойкости прокатных инструментов можно решить, используя поверхностное упрочнение. Существует ряд технологических способов обработки рабочей поверхности, направленных на ее упрочнение, наиболее прогрессивным и эффективным из которых является ионно-плазменный метод нанесения на поверхность инструмента покрытий из твердых соединений. Основные преимущества данного метода – универсальность, высокая производительность и возможность создания оптимальных условий формирования покрытия с заданными служебными характеристиками.

Метод КИБ (конденсация в условиях ионной бомбардировки), позволяет наносить покрытие нитридов, карбидов и других соединений с металлами тугоплавких элементов как на инструмент, изготовленный из углеродистой, быстрорежущей стали так и на твердосплавный инструмент.

В качестве инструмента для полировки покрытия для придания ему прежнего класса шероховатости использовали ВЧ плазму пониженного давления.

В эксперименте использовались 3 пластины из стали марки У8 размером 20х60х4 мм предварительно отполированы пастой ГОИ до 12-13 класса шероховатости. На каждом из образцов при помощи кернa проделывались по 5 отметин для точечной микроскопии.

Анализ шероховатости поверхности проводили на конфокальном лазерном сканирующем 3d микроскопе LEXT 4000 компании Olympus. Поверхность снимали при увеличениях $\times 439$ и $\times 1073$. По данным тарировки микроскопа на эталонах шероховатости установлено, что наиболее истинным значением шероховатости для данного класса шероховатости является значение, снятое при увеличении $\times 1073$.

По данным микроскопии установлено, что параметры шероховатости R_a и R_z контрольных образцов равны 0,014-0,015 мкм и 0,046-0,049 мкм соответственно.

Далее образцы подготавливаются для нанесения покрытия из смеси нитридов металлов IV группы методом конденсации из плазменной фазы на установке ННВ-6.6-И1. Их очищают бензином марки Б-70, затем протирают спиртом [2]. Далее образцы подвешиваются на карусель в вакуумной камере и обрабатываются при следующем режиме:

Ионная очистка: энергия ионов металла – 0,8-1 кэВ, температура подложки – 600°C, время очистки – 10 мин.

Нанесение покрытия: ток на катоде – 65 А, давление в камере – 0,13 Па, потенциал смещения – 200 В, температура подложки – 400°C, время нанесения – 40-50 мин, частота вращения карусели – 2 об./мин.

После нанесения покрытия проверили шероховатость образцов, чтобы установить, как сильно процесс нанесения влияет на класс шероховатости образцов.

По данным микроскопии видно, что класс шероховатости ухудшился, параметры шероховатости R_a и R_z равны 0,062-0,070 мкм и 0,0115-0,152 мкм соответственно.

В целях увеличения класса шероховатости образцов была проведена полировка с помощью высокочастотной индукционной (ВЧИ) плазмы пониженного давления [3]. Полировка проводилась в следующем режиме:

Ток анода – 2,5 А, давление в камере – 40 Па, ток 1-й сетки – 300 мА, ток 2-й сетки – 0,15 А, напряжение 2-й сетки – 520 В, время полировки – 60 мин, расход плазмообразующего газа – 0,04 г/с, расстояние образца от плазмотрона – 60 мм.

Данные по шероховатости контрольных, опытных образцов после нанесения покрытия и ВЧИ опытных образцов после полировки приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Шероховатость (в мкм) контрольных образцов в 5 точках при увеличениях x439 и x1073

№ образца	Параметры шероховатости	Увеличение насадки, крат					
		До нанесения покрытия	После нанесения покрытия	После полировки	До нанесения покрытия	После нанесения покрытия	После полировки
		439			1073		
		R _{cp}			R _{cp}		
1	R _a	0,181±0,015	0,360±0,040	0,384±0,048	0,015±0,002	0,062±0,016	0,060±0,017
	R _z	0,571±0,030	1,292±0,345	1,333±0,199	0,048±0,008	0,152±0,056	0,128±0,044
2	R _a	0,195±0,028	0,388±0,024	0,391±0,036	0,014±0,002	0,068±0,024	0,058±0,010
	R _z	0,645±0,060	1,510±0,310	1,429±0,780	0,046±0,004	0,131±0,041	0,095±0,048
3	R _a	0,231±0,030	0,400±0,050	0,398±0,052	0,015±0,003	0,070±0,005	0,062±0,005
	R _z	0,737±0,107	1,431±0,473	1,458±0,425	0,049±0,011	0,115±0,019	0,120±0,049

По данным микроскопии видно, что при увеличении x1073 параметры шероховатости образцов незначительно снижаются, а при увеличении x439, снижение параметров довольно существенное.

Данный результат становится объяснимым при рассмотрении морфологии поверхностей до и после нанесения покрытия (рис. 1,2).

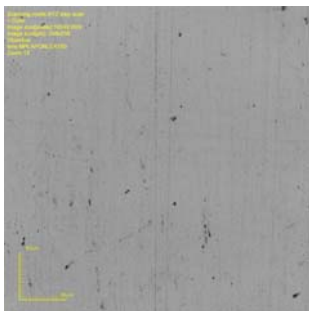


Рис. 1 - Поверхность образца до нанесения покрытия. Увеличение x1073

Из рисунков видно, что столь сильное ухудшение параметров шероховатости вызвано наличием капельной фазы на поверхности образцов. В связи с этим, использование ВЧИ плазмы для полировки не приводит к заметному положительному эффекту.

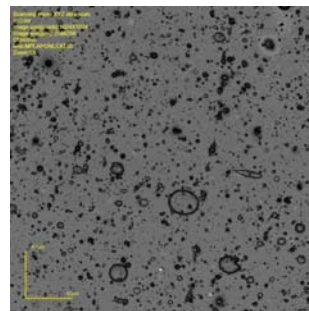


Рис. 2 - Поверхность образца после нанесения покрытия конденсацией из плазменной фазы. Увеличение x1073

Выводы

1. Использование ВЧИ плазмы для полировки покрытий, нанесенных методом конденсации из плазменной фазы, является не рентабельным, т.к. она не позволяет удалить капельную фазу с поверхности.
2. При нанесении покрытий методом конденсации из плазменной фазы, целесообразно использовать каплеуловитель, чтобы избежать формирования капельной фазы на поверхности, что приведет к менее заметному ухудшению параметров шероховатости исходной поверхности.

Работа поддержана Министерством образования и науки РФ, проект № 2196 базовой части государственного задания.

Литература

1. Тихонова Н.В., Абдуллин И.Ш., Махоткина Л.Ю., Жуковская Т.В. Разработка технологии и производства обуви с верхом из низкосортной натуральной кожи с использованием ВЧ-плазмы пониженного давления// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №5. С.67-69.
2. Абдуллин И.Ш., Васильев И.И. Финишная подготовка поверхности нетеплостойких инструментальных сталей перед нанесением защитных покрытий// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №5. С.180-182.
3. Васильев И.И., Абдуллин И.Ш., Миронов М.М. Взаимодействие плазмы с поверхностью металлических изделий// Вестник Казанского технологического университета. 2014. №7. С.71-74.

© **И. Х. Исрафилов** - д.т.н., проф. каф. высокоэнергетических процессов и агрегатов Набережночелнинского института КФУ, irmaris@yandex.ru; **М. Ф. Шаехов** - д.т.н., проф. каф. плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов КНИТУ, shaechov@kstu.ru; **Я. В. Ившин** - д.х.н., проф. каф. технологии электрохимических производств КНИТУ; **Ф. Ф. Кадиров** - асп. каф. плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов КНИТУ,

© **I.H. Israphilov** - Ph.D., professor of "high-energy processes and units" Naberezhnochelninskiy Institute KFU, irmaris@yandex.ru; **M.F. Shaehov** - Ph.D., professor of department "plasma-chemical and macromolecular nanotechnology materials" KNRTU, shaechov@kstu.ru; **J.V. Ivshin** - D.Sc., Professor of the Department "Technology of electrochemical industry" KNITU; **F.F. Kadyrov** - graduate student of department "plasma-chemical and macromolecular nanotechnology materials" KNRTU, kadyrovff@yandex.ru.