

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 20x60x4 мм предварительно отполированы пастой ГОИ до 12-13 класса шероховатости. На каждом из образцов при помощи керн прорезались по 5 отметин для точечной микроскопии. Анализ шероховатости поверхности проводили на конфокальном лазерном сканирующем 3d микроскопе LEXT 4000 компании Olympus. Поверхность снимали при увеличениях x439 и x1073. По данным тарировки микроскопа на эталонах шероховатости установлено, что наиболее истинным значением шероховатости для данного класса шероховатости является значение, снятое при увеличении x1073. По данным микроскопии установлено, что параметры шероховатости Ra и Rz 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 Ra и Rz 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 $\times 439$ и $\times 1073$

№ образца	Параметры шероховатости До нанесения покрытия	После нанесения покрытия	После полировки
Увеличение насадки, крат	439	1073	Rcp Rcp 1 Ra
0,181 $\pm$ 0,015	0,360 $\pm$ 0,040	0,384 $\pm$ 0,048	0,015 $\pm$ 0,002
0,062 $\pm$ 0,016	0,060 $\pm$ 0,017	Rz	0,571 $\pm$ 0,030
1,292 $\pm$ 0,345	1,333 $\pm$ 0,199	0,048 $\pm$ 0,008	0,152 $\pm$ 0,056
0,128 $\pm$ 0,044	2 Ra	0,195 $\pm$ 0,028	0,388 $\pm$ 0,024
0,391 $\pm$ 0,036	0,014 $\pm$ 0,002	0,068 $\pm$ 0,024	0,058 $\pm$ 0,010
Rz	0,645 $\pm$ 0,060	1,510 $\pm$ 0,310	1,429 $\pm$ 0,780
0,046 $\pm$ 0,004	0,131 $\pm$ 0,041	0,095 $\pm$ 0,048	3 Ra
0,231 $\pm$ 0,030	0,400 $\pm$ 0,050	0,398 $\pm$ 0,052	0,015 $\pm$ 0,03
0,070 $\pm$ 0,005	0,062 $\pm$ 0,005	Rz	0,737 $\pm$ 0,107
1,431 $\pm$ 0,473	1,458 $\pm$ 0,425	0,049 $\pm$ 0,011	0,115 $\pm$ 0,019
0,120 $\pm$ 0,049	По данным микроскопии видно, что при увеличении $\times 1073$ параметры шероховатости образцов незначительно снижаются, а при увеличении $\times 439$, 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 $\times 1073$ 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 $\times 1073$

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.