

## ФИНИШНАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ НЕТЕПЛОСТОЙКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Ключевые слова:* режущий инструмент, очистка поверхности, ВЧЕ плазменная обработка.

*Исследованы защитные свойства тонкопленочного покрытия и поверхность режущих инструментов из нетеплостойких сталей с предварительной обработкой в ВЧЕ плазме и в тлеющем разряде. Показано, что очистка ВЧЕ плазмой позволяет улучшить адгезионные свойства поверхности стали перед нанесением защитных покрытий.*

*Keywords:* cutting tools, surface cleaning, high-frequency plasma processing.

*We investigated the protective properties of the thin-film coating and the surface of steel, which is processed in the plasma and in glow discharge. It is shown that RF capacitive plasma cleaning improves adhesion of the steel surface prior to application of coatings.*

Операция обработки резанием в кожевенно-меховом производстве используется от подготовительных операций до финишной обработки полуфабриката, поэтому, задача уменьшения интенсивности изнашивания режущих инструментов и увеличения срока его службы остается одной из актуальных проблем кожевенно-мехового производства. Режущие инструменты для обработки органических волокнистых материалов изготавливают в основном из нетеплостойких сталей. В меховых предприятиях такие инструменты используются для мездрения, строгания и разбивки шкур.

На сегодняшний день существует множество технологии обработки поверхности направленные на его упрочнение, наиболее универсальным из которых является метод нанесения на поверхность инструмента покрытий из сверхтвердых соединений (нитриды, карбиды тугоплавких металлов). Среди существующих методов получения таких материалов особый интерес представляют тонкие нанокристаллические покрытия, полученные в вакууме методом физического осаждения, а именно, вакуумно-дуговым осаждением (метод КИБ). Метод КИБ не позволяет наносить износостойкие покрытия на инструменты из нетеплостойких сталей т.к. при очистке температура достигает до 700 °С что приводит к отпуску материала. Поэтому перед нанесением покрытия необходимо провести плазменную очистку поверхности.

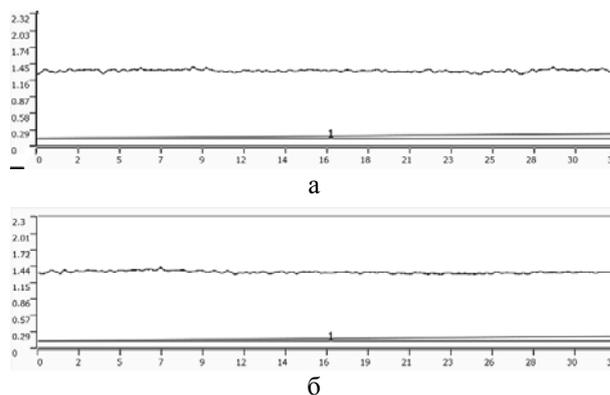
Исследования проводились на экспериментальных плазменных установках КНИТУ кафедры ПНТВМ. В данной работе для исследований выбраны следующие быстроизнашиваемые рабочие элементы: дисковый нож для строгания и мездрения пушно-меховых шкур из стали 9ХФ, пластинчатый нож для разбивки шкур из стали У8. На предприятиях инструменты из таких материалов используется в основном с твердостью от 55 до 58 HRC и соответственно температура отпуска таких инструментов составляет 200-350 градусов. Поэтому при очистке необходимо использовать ионы низкой энергии.

Финишную подготовку поверхности осуществляли в высокочастотной емкостной плазме экспериментальной установки [1], а так же традицион-

ным методом в тлеющем разряде в ионно-плазменной установке. По технологическому процессу напыления защитных покрытий, приведенный в документации на ионно-плазменную установку, параметрами обработки в тлеющем разряде являются следующие: давление в камере – 12-15 Па, напряжение – 700-900 В, рабочий газ – N<sub>2</sub>/Ar (70%/30%), время обработки 30 минут.

Плазменную обработку в ВЧ плазме поверхности осуществляли в вакууме 60-70 Па, напряжение – 6,5 кВ, ток анода – 0,6 А рабочий газ – N<sub>2</sub>/Ar (70%/30%), время обработки 30 минут. Режимы определены на основании ранее проведенных исследований [2].

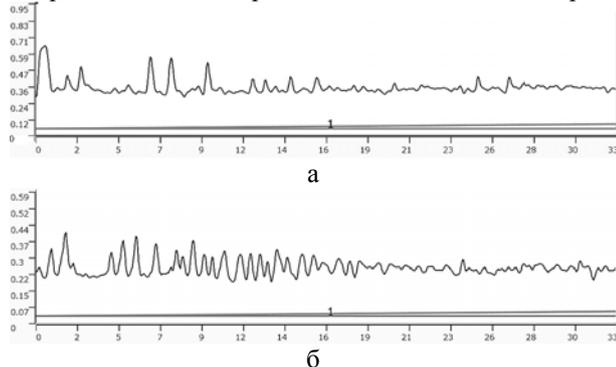
После очистки в ВЧ плазме и в тлеющем разряде исследовали рельеф поверхности образцов на конфокальном лазерном микроскопе (рис. 1-3).



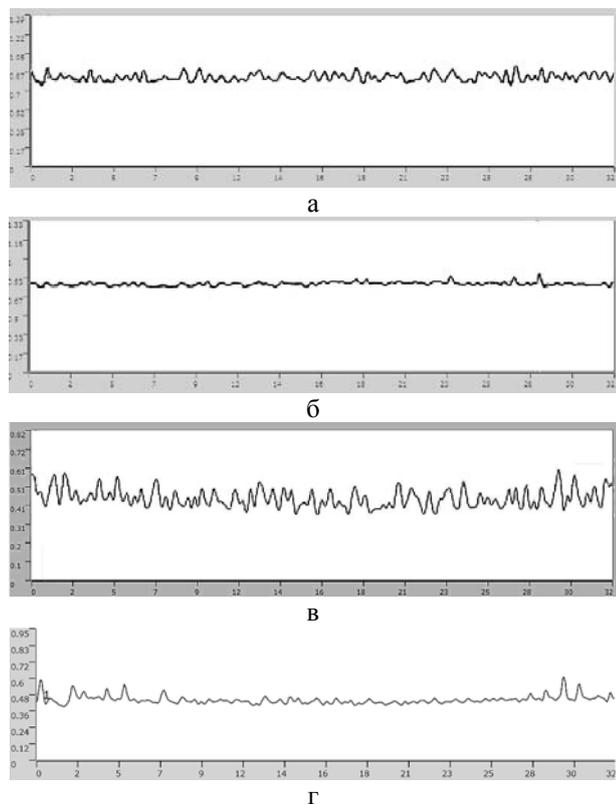
**Рис. 1 – Рельеф поверхности стали 9ХФ до обработки в тлеющем разряде (а) и после (б)**

Как видно из рисунка после процесса очистки в ВЧ плазме шероховатость поверхности уменьшается, более однородным становится, это можно объяснить с траекторией движения ионов вблизи заряженной шероховатой поверхности. В ВЧ емкостном разряде на поверхности образца образуется слой положительного заряда. Так как поверхность имеет шероховатость появляется эффект искривления силовых линий электрического поля из-за концентрации поверхностного заряда на вершинах мик-

ронеровностей.[3] В двойном электрическом слое напряженность электрического поля почти на поря-



**Рис. 2 – Рельеф поверхности стали У8 до обработки в тлеющем разряде (а) и после (б).**



**Рис. 3 – Рельеф поверхности стали 9ХФ до ВЧ плазменной обработки (а) и после (б), и стали У8 до ВЧ плазменной обработки (в) и после (г)**

док выше напряженности плоского поля. В результате этого ионный поток в двойном слое с энергией 80-100 эВ, в соответствии с искривлением силовых линий электрического поля в непосредственной близости к поверхности, фокусируется на неоднородностях

поверхностного электрического заряда. Такая фокусировка ионного потока позволяет использовать слабоинтенсивные потоки для модификации поверхностных нанослоев. [3]

Очистка традиционным методом в тлеющем разряде не позволяет уменьшить микронеровности, шероховатость не изменяется, в некоторых случаях даже ухудшается.

Далее наносили износостойкое покрытие из нитрида титана на ионно-плазменной установке дугового разряда толщиной 3 мкм. Защитные свойства полученных покрытий проверяли по ГОСТ 9.905-2007. Образцы подвергались к коррозионным испытаниям в 60% азотной кислоте температурой 70°С в течении 1 часа. Коррозионные поражения оценивали по ГОСТ 9.311-87. Площадь коррозионных поражений:

- образец без предварительной обработки - 1,1 %

- образец с предварительной обработкой в тлеющем разряде - 0,9 %

- образец с предварительной ВЧ плазменной обработкой - 0,09 %

Потеря массы на единицу площади в соответствии ГОСТ Р 9.907—2007 :

- образец без предварительной обработки - 5,02 мг/см<sup>2</sup>

- образец с предварительной обработкой в тлеющем разряде - 4,54 мг/см<sup>2</sup>

- образец с предварительной ВЧ плазменной обработкой - 0,15 мг/см<sup>2</sup>

Как показали исследования, для нанесения ионно-плазменных покрытий на рабочие элементы из нетеплостойких сталей без отпуска материала необходимо провести финишную обработку в ВЧ плазме емкостного разряда, после которой защитные свойства покрытий возрастает на порядок.

## Литература

1. Сагбиев И.Р. Характеристики высокочастотного емкостного разряда пониженного давления в процессах обработки материалов// Вестник Казан. Гос. Технол. Ун-та.- 2007, № 3-4. - С. 283-289.
2. Абдуллин И.Ш., Васильев И.И. Очистка поверхности стали 9ХФ в плазме ВЧ емкостного разряда для нанесения наноструктурированного покрытия pvd методом// Вестник Казан. Гос. Технол. Ун-та.- 2007, № 3-4. - С. 283-289.
3. Абдуллин И.Ш. Модификация нанослоев в высокочастотной плазме пониженного давления / И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, И.Р. Сагбиев, М.Ф.Шаехов. – Казань: Изд-во Казан. технол. ун-та, 2007. – 356 с.