

УДК 621.793.75

В.В. Жилинский<sup>1</sup>, О.О. Остапук<sup>1</sup>, В.В. Яскельчик<sup>1</sup>,  
В.В. Чаевский<sup>2</sup>, А.М. Милюкова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>БГТУ, Минск, Беларусь;

<sup>2</sup>БГУИР, Минск, Беларусь;

<sup>3</sup>ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь

## **ФОРМИРОВАНИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВА ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ Fe-УДА ДЛЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

В Республике Беларусь широко применяется инструмент со строгальными и рубильными ножами из быстрорежущих сталей в основном производства РФ, КНР и ЕС. Замена такого инструмента требует дополнительных затрат, поэтому восстановление и упрочнение деревообрабатывающего инструмента является важной и актуальной задачей [1].

В настоящее время одним из перспективных направлений восстановления ножевого инструмента является нанесение композитных гальванических покрытий Fe и Cr, модифицированных наноразмерными частицами [1]. В частности, включение ультрадисперсных алмазов (УДА) в железную матрицу позволяет существенно повысить твердость и износостойкость покрытий [2].

В связи с этим, основной целью данной работы является разработка методики формирования на лезвиях стальных ножей деревообрабатывающего инструмента упрочняющих гальванических покрытий Fe-УДА, а также исследование их структуры и физико-механических свойства.

Гальванической методом были сформированы покрытия Fe, Fe-УДА с толщиной 10 мкм на поверхности лезвий деревообрабатывающих ножей из стали 60С2, которые используются при резании заготовок из древесины хвойных пород.

Электролитическое осаждение железа проводили из сульфатного электролита железнения при температуре 30–40° С и плотностях тока 10–20 А/дм<sup>2</sup>. Установлено, что при плотности тока 15 А/дм<sup>2</sup> формируется твердая железная основа с микротвердостью 450–570 НВ<sup>50</sup>. В этом случае величина микротвердости железного покрытия не превышает значения микротвердости основы ножа из закалённой стали 60С2А, которая составляет 520–670 НВ<sup>25</sup>.

Введение в электролит железнения 1 г/л УДА (Colin 450) позволяет получать покрытия Fe-УДА с микротвердостью до 820 НВ<sup>25</sup>.

СЭМ-снимки (Рис. 1) поверхности с кромкой лезвия ножа с Fe-УДА покрытием, полученные с помощью электронного микроскопа MIRA 3 (TESCAN), показывает, что Fe-УДА покрытие достаточно равномерно сформировано на поверхности лезвия и повторяет его рельеф.

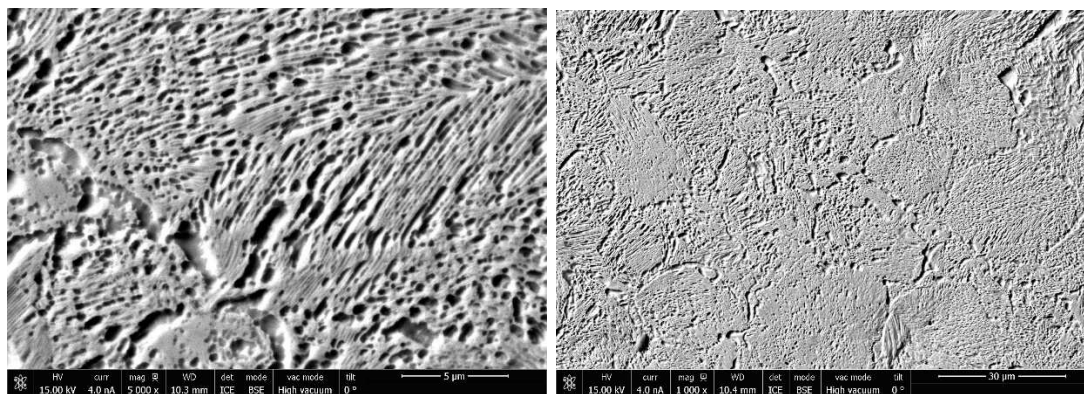


Рис. 1. СЭМ-снимки (помощью электронного микроскопа MIRA 3 (TESCAN)) поверхности с кромкой лезвия ножа с Fe-ДНА покрытием

Шероховатость ( $R_a$ ) покрытия Fe-УДА составляет 2,0–3,8 мкм, что обусловлено исходной шероховатостью лезвия ножа из стали 60С2.

Фазовый состав сформированных Fe-УДА покрытий исследовался методом рентгеноструктурного анализа (РСА) при помощи дифрактометра Ultima IV (Rugaku) в  $\text{Cu-K}_\alpha$  излучении.

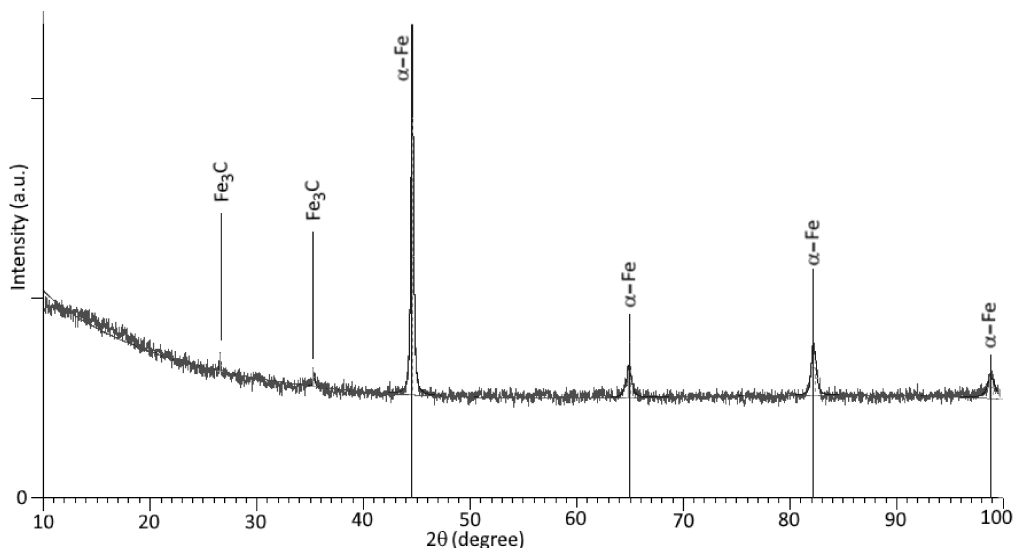


Рис. 2. Рентгенограмма Fe-УДА покрытия

Рис. 2 показывает, что Fe-УДА покрытие, осажденное на поверхность лезвий строгальных ножей, содержат фазы  $\alpha\text{-Fe}$ ,  $\text{Fe}_3\text{C}$ .

Результаты скретч-тестов показывают относительно высокую прочность Fe-УДА покрытия – разрушение покрытия начинается после 1000 м (Рис. 3). Характер разрушения покрытия можно отнести к типу разрушения при сжатии и растяжении [1].

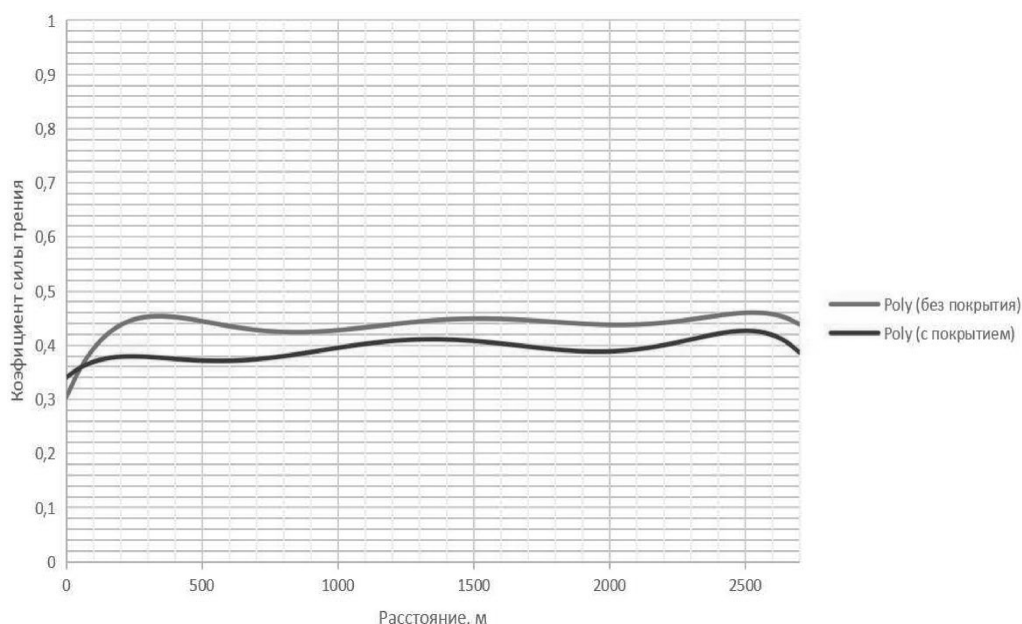


Рис. 3. Зависимость коэффициент трения от расстояния при скретч-тесте Fe-УДА покрытия на поверхности ножа из стали 60С2

На основании Рис. 3 можно сделать вывод, что для Fe-УДА покрытия коэффициент трения возрастает с 0,35 до 0,4 после 1000 м истирания стальным шариком (ШХ10) и далее незначительно колеблется до момента разрушения покрытия при 2500 м истирания. Характер разрушения покрытия можно описать как скалывание [1]. С точки зрения скретч-теста Fe-УДА покрытия демонстрируют хорошую адгезию к подложке. Следует отметить, что для непокрытого ножа из стали 60С2 (Рис. 3) характерна величина коэффициента трения равная 0,41–0,45.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Chayeuski V., Taleb A., Zhyllinski V., Kuleshov A., Shtempliuk R. Preparation and characterization of the Cr-nanodiamonds/MoN coatings with performant mechanical properties // Coatings. – 2022. – Vol. 12, iss. 7. – P. 1012.
2. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник: в 2 т. / под ред. М.А. Шлугера. – М.: Машиностроение. 1985 – Т. 1. – 240 с.