

ВЛИЯНИЕ ZrC-, ZrC/Ni-ДНА-ПОКРЫТИЙ НА ИЗНОС ЛЕЗВИЙ НОЖЕЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА

В.В. Чаевский¹, В.В. Жилинский¹, А.К. Кулешов², П.В. Рудак³, Štefan Barčík⁴, Peter Koleda⁴

¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь; chayeuski@belstu.by

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

³Bel Huawei Technologies LLC, Минск, Беларусь

⁴Technology Technical University in Zvolen, Slovak Republic

Содержащие ультрадисперсные алмазы, получаемые детонацией взрывчатых веществ (ДНА) [1], композиционные электрохимические покрытия (КЭП) изделий и деталей различного назначения показывают высокие физико-механические свойства. Кроме того, сформированные методами гальванической обработки и конденсацией с ионно-плазменной бомбардировкой (КИБ) комбинированные ZrN-Ni-Co-покрытия на лезвиях ножей хвостовых фрез обеспечивают при резании материалов из ДСтП и хвойных пород древесины повышение периода стойкости режущего инструмента [2].

Цель. Поэтому для решения задач, направленных на увеличение ресурса работы инструмента, необходимо было разработать методику послойного осаждения, сформировать ионно-плазменные ZrC, гальванические Ni-ДНА и комбинированные ZrC/Ni-ДНА покрытия на поверхности лезвий ножей деревообрабатывающего инструмента и исследовать их износостойкость с учетом фазового и элементного состава.

Материалы и методы. Для выполнения работы были выбраны фрезы с ножами фирмы Leitz (Германия) из твердого сплава карбида вольфрама WC — 2 вес.% Co, которые широко применяются в деревообрабатывающей промышленности РБ.

Ni-ДНА КЭП наносили на подготовленную поверхность лезвий ножей при плотностях тока 0,4—4,0 А/дм² в гальваностатическом режиме электролиза из сульфаминовокислых электролитов никелирования. В качестве дисперсной фазы использовали ДНА марки «УДА-ВК» (ТУ РБ 28619110.001-95). Концентрация ДНА в электролите составляла 5 г/дм³. Толщина Ni-ДНА КЭП составила 10 мкм. ZrC-покрытия осаждались методом КИБ на поверхность лезвий ножей и с Ni-ДНА-покрытием на установке ВУ-1Б «Булат» по стандартной методике: с предварительной обработкой ионами циркония подложки в вакууме 10⁻³ Па при потенциале подложки -1 кВ и последующим нанесением покрытий при токах горения дуги катода 80—100 А и опорном напряжении, равном -100 В, в атмосфере углеводорода С_{Н₄} при давлении 10⁻¹ Па. Температура при осаждении соответствовала 700—800 °С. Толщина ZrC-покрытий не превышала 1,5 мкм.

Фазовый состав полученных покрытий исследовался методом рентгеноструктурного анализа при помощи дифрактометра Ultima IV (Rigaku) в Cu-K_α излучении. Морфология поверхности и элементный состав образцов изучалась методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроана-

лиза с использованием микроскопа LEO-1455 VP.

Опытно-промышленные испытания на период стойкости модифицированных ножей фрезы диаметром 21 мм при резании ламинированных ДСтП толщиной 16 мм проводили на станке с ЧПУ RANC-330. Рассчитанная длина резания ДСтП составила 9000—10000 м.п. Объемный износ лезвия ножа рассчитывался по методике определения поперечных размеров кромки лезвия по всей ее длине с помощью оптического микроскопа с учетом первоначального неизношенного угла заточки лезвия [3].

Результаты и их обсуждение. Рентгенограммы ZrC/Ni-ДНА-покрытия показывают наличие рефлекса наноалмаза (111) и рефлексов, соответствующих фазам ZrC, α-Ni. Установлено, что в условиях производства необработанные лезвия ножей фрез и лезвия с покрытиями испытывают интенсивный абразивный износ. Для ZrC-покрытий наблюдается достаточно четкая граница истирания на расстояниях до ~50 мкм от острия лезвия в отличие от ZrC/Ni-ДНА-покрытий, для которых характерна переходная область истирания (до ~100 мкм), связанная с наличием переходного Ni-ДНА-слоя. Выполненный расчет объемного износа лезвия ножей модифицированных фрез «табл. 1» показывает, что износ лезвия с ZrC-покрытием уменьшается более чем в 1,3 раза по сравнению с лезвием ножа без покрытия и лезвием с ZrC/Ni-ДНА-покрытием.

Таблица 1. Результаты расчета объемного износа лезвия ножей после резания ламинированной ДСтП

Вид обработки	Объемный износ, ×10 ⁷ мкм ³
Без покрытия	129,9 ± 0,9
ZrC-покрытие	93,6 ± 0,6
ZrC/Ni-ДНА-покрытие	115,2 ± 0,8

Благодарности. Работа выполнена в рамках ГПНИ РБ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии 4.1.25», подпрограмма «Плазменные и пучковые технологии».

1. Burkat G. K., Dolmatov V. Yu. Application of ultrafine-dispersed diamonds in electroplating // *Phys. Solid State*. — 2004 (46), no 4, 703—710
2. Физико-механические свойства ZrN-Ni-Co-покрытий на лезвиях стальных ножей деревообрабатывающего инструмента / В. В. Чаевский [и др.] // Труды БГТУ. — 2015, № 6, 97—101
3. Influence of high energy treatment on wear of edges knives of wood-cutting tool / V. Chayeuski [et al.] // *MM Science J*. — 2016 (6), 1519—1523