

Чаевский В.В.
Гришкевич А.А.
Жилинский В.В.
*УО «Белорусский государственный
технологический университет»*

МОДИФИКАЦИЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО
ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА ПОКРЫТИЯМИ
СПЛАВАМИ Ni-Co, Ni-P И
КОМБИНИРОВАННЫМИ ZrN-Ni-Co-
ПОКРЫТИЯМИ

УДК 674.055: 539.23621

Значение микротвердости комбинированных ZrN-Ni-Co-покрытий в 1,3–1,5 раза превышает величину микротвердости Ni-Co-покрытия на стальной подложке и стали без покрытия. Покрытия сплавом Ni-P, полученные при плотности тока 9 А/дм², имеют максимальное значение микротвердости, превышающее в 2,9 раза величину микротвердости стальной подложки. Основным видом износа стального лезвия ножа с Ni-Co, Ni-P и ZrN-Ni-Co-покрытиями при резании ламинированных древесно-стружечных плит является абразивный износ. Проведенные опытно-промышленные испытания на ОАО «Минскдрев» модифицированных фрез с на лезвиях ножей показали увеличение периода стойкости фрез при резании сосны (штапик) до 30% по сравнению с инструментом без покрытий.

Ключевые слова: фрезерный инструмент, микротвердость, износ, периода стойкости, комбинированные ZrN-Ni-Co-покрытия.

В последнее время для модификации инструмента наряду с осаждением ионно-плазменных покрытий на базе нитридов и карбидов тугоплавких металлов (Ti, Mo, Zr и др.) методом конденсации металлов из плазменной фазы с ионной бомбардировкой поверхности (КИБ), которые позволяют существенно улучшить эксплуатационные свойства изделий, применяемых в различных отраслях промышленности, в т. ч. в станкостроении [1], используется электрохимическое осаждение износостойких сплавов из сульфатных электролитов на поверхность ножей из высоколегированной аустенитной стали [2]. Полученные Fe-Ni-Co- и Ni-Co-покрытия имеют высокие значения микротвердости (до 550 HV). Сообщалось, что химические никель-фосфорные покрытия на углеродистой стали при последующем нанесении TiN, обеспечивают увеличение твердости и прочности сцепления с основой, а также повышение коррозионной стойкости стали с покрытием [3].

В связи с этим целью работы являлось нанесение гальванических покрытий сплавами Ni-Co, Ni-P и комбинированных гальвано-ионно-плазменных ZrN-Ni-Co-покрытий на поверхность двухлезвийных стальных (Р6М5) ножей хвостовых фрез, исследование износа обработанных лезвий ножей при резании ламинированных ДСтП с учетом микротвердости сформированных слоев, определение периода стойкости модифицированного фрезерного инструмента.

Гальванические покрытия сплавами Ni-Co и Ni-P наносили на поверхность лезвий ножей из электролитов при токах 0,4–1,0 А и температурах 40–50°С. Толщина покрытий не превышала 10 мкм. ZrN-покрытия осаждались на ножи с Ni-Co-покрытием на установке ВУ-1Б «Булат» в два этапа: с предварительной обработкой ионами циркония в вакууме 10⁻³ Па при потенциале подложки -1 кВ и последующим нанесением покрытий при токе горения дуги катода 100 А и опорном напряжении -100 В в атмосфере азота при давлении 10⁻¹ Па. Температура при осаждении соответствовала 400–450°С. Толщина ZrN-покрытий не превышала 1,5 мкм.

Микротвердость испытуемых покрытий определялась микротвердомерами AFFRI – MVDM8 (Италия) и ПМТ-3 по методу Виккерса при нагрузке 100 г.

Лабораторные испытания на период стойкости лезвий ножей фрезы сборной диаметром 21 мм при резании ламинированных ДСтП толщиной 25 мм проводили на обрабатывающем центре ROVER-B4.35 (Италия) при следующих режимах: число ножей на фрезе – 2; частота вращения фрезы – 15000 мин⁻¹; припуск – 1,0 мм/проход. Длина резания определялась по критерию потери режущей способности ножа – появлению сколов отделки плиты и не превышала 1200 м. п.

Для определения видов износа обработанных лезвий ножей были проведены с помощью методов растровой и сканирующей электронной микроскопии (РЭМ и СЭМ) на сканирующем электронном микроскопе LEO-1455 VP фрактографические исследования морфологии режущей кромки лезвия ножа после лабораторных испытаний.

Среднее значение микротвердости Ni-Co-покрытия на стальной основе составило 9,6 ГПа, а ZrN-Ni-Co-покрытия – 13,0 ГПа, что практически в 1,3 раза превышает величину микротвердости Ni-Co-покрытия и в 1,5 раза величину микротвердости стальной подложки без покрытия (8,5 ГПа).

Установлено также, что максимальное значение микротвердости 430 HV имеют покрытия сплавом Ni-P, полученные в электролите при плотности тока 9 А/дм², превышающие в этом случае в 2,9 раза величину микротвердости стальной подложки без покрытия (150 HV). Результаты измерения зависимости микротвердости покрытий от плотности тока представлены в таблице.

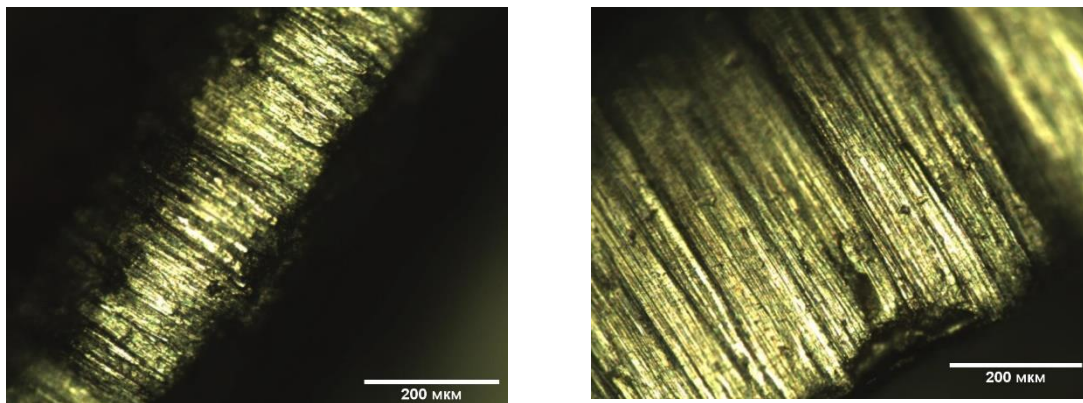
Таблица 1

Результаты исследования влияния плотности тока на микротвердость осажденного из электролита сплава Ni-P

i , А/дм ²	Микротвердость, HV		HV _{cp}
	Образец № 1	Образец № 2	
1	240	270	255
2	270	289	280
4	284	295	289
5	324	307	316
6	358	367	362
7	397	423	410
8	401	405	403
9	426	434	430

На основании анализа данных таблицы, можно сделать вывод, что с увеличением плотности тока микротвердость полученных покрытий возрастает.

Оптические снимки изношенной кромки лезвия ножа с ZrN-Ni-Co- и Ni-Co-покрытиями (рис. 1) показывают, что степень износа лезвия ножей с ZrN-Ni-Co-покрытием (рис. 1,*а*) значительно меньше, чем в случае лезвия ножей с Ni-Co-покрытием (рис. 1,*б*).



a *б*
Рисунок 1 – Снимки изношенного лезвия ножа с ZrN-Ni-Co-покрытием (*a*) и с Ni-Co-покрытием (*б*) после резания ламинированной ДСтП

В процессе резания ламинированной ДСтП наблюдается абразивный износ как гальванических (типа Ni-Co-покрытий), так и гальвано-ионно-плазменных ZrN-Ni-Co-покрытий на лезвии ножа (рис. 2), хотя степень износа лезвия ножей с ZrN-покрытием значительно меньше, чем в случае лезвия ножей с Ni-Co-покрытием [1, 2].

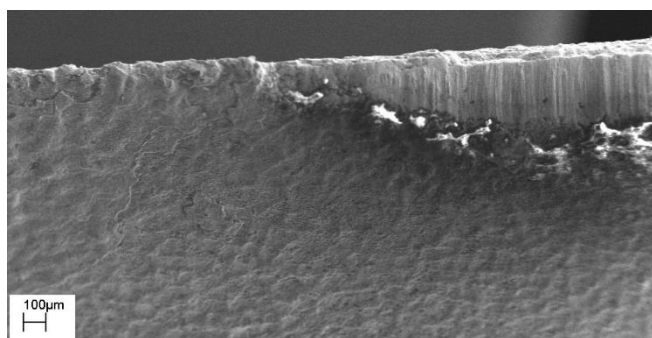


Рисунок 2 – РЭМ-снимок кромки лезвия стального ножа с Ni-Co-покрытием после резания ламинированных ДСтП

Несмотря на то, что высокая твердость и прочность сформированных твердых покрытий к воздействию деформационных нагрузок позволяет, по-видимому, увеличить стойкость к хрупкому износу лезвия модифицированных ножей при резании ДСтП [1], в процессе резания на некотором этапе происходит хрупкое частичное разрушение этих покрытий в области лезвия ножа. Вероятно, это связано с ухудшением адгезии покрытия к подложке вследствие резкого увеличения температуры на границе «лезвие ножа – ДСтП», приводящее к отслаиванию и разрушению покрытия. Тем не менее, необходимо отметить, что наличие нитрида циркония [4], обладающего высокой термической и окислительной стойкостью, в комбинированном ZrN-Ni-Co-покрытии, позволяет до разрушения покрытия значительно уменьшать воздействие этих процессов на износ лезвия ножа.

Проведенные на предприятии ОАО «Минскдрев» (г. Минск) опытно-промышленные испытания модифицированных фрез при резании сосны (штапик) показали, что период стойкости фрезерного инструмента с ZrN-Ni-Co-покрытиями увеличивается до 30% по сравнению с необработанным инструментом.

Литература

1. Влияние ZrN, Mo-N покрытий, сульфатирования на износ ножей дереворежущего инструмента / А.К. Кулешов [и др.] // Трение и износ, т.35, № 3. – Гомель: ГНУ ИММС НАН Беларуси, 2014, С. 276–286.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

2. Кубрак П.Б., Жилинский В.В., Чаевский В.В. Осаждение износостойких покрытий сплавом Fe-Ni из сульфатных электролитов // Труды БГТУ. 2014. № 3: Химия и технология неорганических веществ. – С. 51–53.
3. J.L. He, M.H. Hon // Surface and Coatings Technology, no 53, 1992, P. 93–98.
4. Особенности износа упрочненных методом КИБ лезвий ножей дереворежущего фрезерного инструмента при обработке ДСТП / А.А. Гришкевич [и др.] // Сборник материалов VII Междунар. науч.техн. конф. «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» 19–21 сентября 2012г., Минск. Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2012. Кн. 2. С. 297–303.

Chayeuski V.V., Grishkevich A.A., Zhyllinski V.V. **Modification wood milling tool by alloys coatings ni- co, ni-p and combined zrn-ni-co coatings**

Microhardness of combined ZrN-Ni-Co-coatings is to 1,3–1,5 times more than microhardness of Ni-Co-coating on steel substrate and bare steel. Coatings alloy Ni-P obtained at a current density of 9 A/dm² have a maximum value of microhardness greater than 2,9 times the value of the microhardness of the steel substrate. When cutting laminated chipboard by steel knives of milling tool with a Ni-Co, Ni-P and ZrN-Ni-Co-coatings, main type of surface wear of edges knives is abrasive. Pilot testing of tool modified with combined ZrN-Ni-Co-coatings at OJSC “Minskdrv” when cutting pine confirmed relevance of the tests carried out, showed an increase in durability period of cutters to 30% compared with bare tool.

Keywords: milling tools, micro-hardness, wear, tool life, combined ZrN-Ni-Co-coating.

References

1. Influence of ZrN, Mon coatings sulfotsianirovanie wear knives wood-cutting tool / AK Kuleshov [et al.] // Friction and Wear, T.35, № 3. - Gomel: GNU MPRI NASB 2014, C. 276-286.
2. Kubrak PB, Žilina VV VV Chayevskiy The deposition of wear-resistant coatings in Fe-Ni alloy from sulfate electrolytes // Proceedings BSTU. 2014. number 3: Chemistry and Technology of Inorganic Substances. - S. 51-53.
3. J.L. He, M.H. Hon // Surface and Coatings Technology, no 53, 1992, P. 93–98.
4. Features of wear reinforced by CIB knife blades of wood-cutting tools in the processing of particleboard / AA Grishkevich [et al.] // Collection of materials VII Intern. nauch.tehn. Conf. "On-time methods and technologies for the creation and processing of materials" on September 19-21, 2012., Minsk. Minsk: PTI of NAS of Belarus, 2012. Kn. 2. C. 297-303.