

5. Гришкевич, А. А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие для вузов / А. А. Гришкевич. – Минск : БГТУ, 2014. – 90 с.

УДК 674.914:674.338

И. К. Клепацкий, В. В. Раповец

(I. K. Klepackij, V. V. Rapovec)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@bstu.unibel.by

**ПРОМЫШЛЕННАЯ АПРОБАЦИЯ
МЕТОДИК ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ
ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**INDUSTRIAL APPROBATION OF SURFACE HARDENING TECHNIQUES FOR
KNIVES OF MILLING AND CHAIRING EQUIPMENT**

Статья представляет результаты промышленной апробации дереворежущих ножей с модифицированной поверхностью торцово-конических фрез фрезерно-брусующего станка; выполнен их анализ.

По результатам промышленной апробации были установлены методики упрочнения ножей, которые позволили добиться результатов технологической стойкости равными и превосходящими по стойкости ножей зарубежного производства (период технологической стойкости увеличен до 20 % в сравнении с ножами, эксплуатируемыми на предприятии).

This article presents the results of industrial testing of modified wood-cutting knives of face-conical mills of a milling and chipper machine and their analysis is carried out

Based on the results of industrial testing, methods for hardening knives were established, which made it possible to achieve technological resistance equal and superior to that of imported knives (the period of technological resistance was increased to 20 % compared to the knives operated at the enterprise).

Повышение требований к качеству продукции из древесины, рациональное использование древесного сырья требуют новых разработок, нацеленных на совершенствование агрегатного оборудования.

Исходя из опыта производства, режущий инструмент фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например, углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС повышенной прокаливаемости, применяются высоколегированные стали марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ и 55Х7ВСМФ [1–6]. Для фрезерно-брусующих станков также применяются различные методики увеличения технологической стойкости режущего инструмента [7].

Была изготовлена опытная партия ножей торцово-конических фрез из стали 6ХС, конструкции, аналогичной импортной (производства Faba, Польша, сталь 40Х10С2М), выбранной на основании ранее проведенных исследований [6–9]. Характеристика процесса потери режущей способности предопределяет необходимость упрочнения режущего инструмента в зонах с активным износом, так как за их границами свойства материала не играют роли в затуплении инструмента.

С точки зрения экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов упрочняющей обработке по улучшению свойств материала следует подвергать только

локальную поверхность инструмента, непосредственно участвующую в резании. Ножи были подвергнуты различным методам поверхностной модификации, позволяющим повысить их технологическую стойкость: термической обработке (ТО), комбинации ТО и магнитно-импульсной обработке (МИО), а также ТО и ионно-вакуумного азотирования (ИВА).

Технологические параметры проведения промышленных испытаний в условиях производства ОАО «Борисовский ДОК» следующие: фрезерно-брусующая машина второго ряда V25 в составе линии агрегатной переработки древесины LINK (Германия), материал обработки – древесина хвойных пород [9] (сосна, ель; соотношение, %, состав пород 93/7 соответственно); объём обработки – 2 100 м³; время работы – 40 ч.; скорость подачи – 36 м/мин; частота вращения фрез – 800 мин⁻¹.

За время проведения опытно-промышленных испытаний на участок переработки поступала древесина с большим диапазоном влажности (20–45 %) и наличием абразивных элементов, что негативно сказывалось на работоспособности дереворежущего инструмента по сравнению с обработкой чистой и более однородной по влажности свежесрубленной древесины.

Методом слепков [9] определялся радиус округления ρ , мкм, режущей кромки. Часть из комплекта ножей подверглись термической обработке – закалке с температурой 750 °С и отпуском в масляной ванне с температурой 250 °С. После ТО твёрдость составила 56 HRC.

Результаты измерений радиусов округления режущей кромки ρ_n , мкм, опытного образца за 5 смен (n) работы (одна смена длится 8 ч.) представлены на графике (рис. 1).

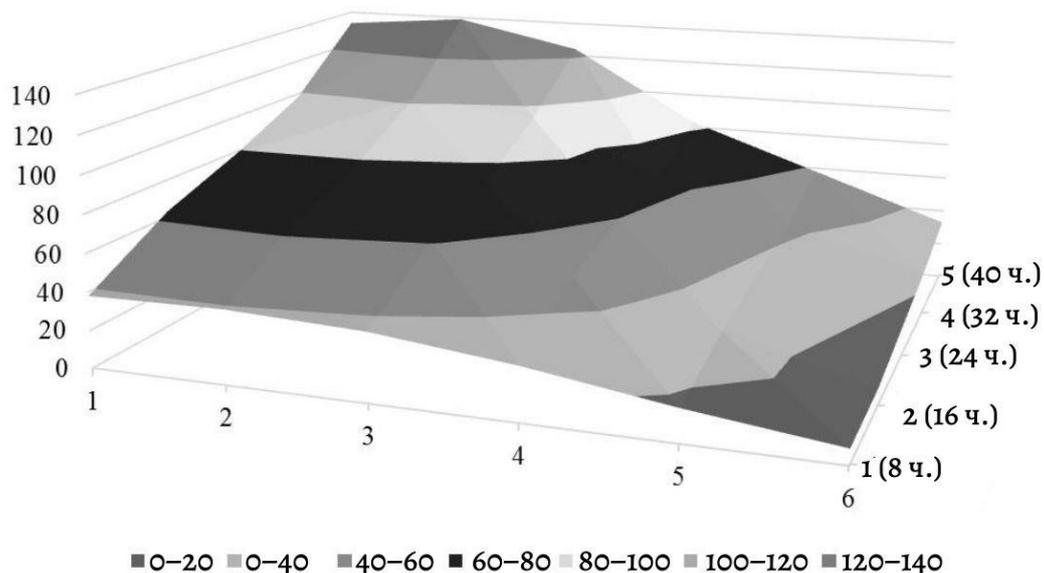


Рис. 1. Результаты измерений (ТО)

Часть ножей из стали 6ХС подвергалась модификации методом ТО + МИО с величиной энергии 8 кДж. Твёрдость поверхности образца по результату модификации составила 57 HRC. Результаты измерений радиусов округления режущей кромки ρ_n , мкм, представлены на графике (рис. 2).

Поверхность части ножей модифицировали в камере вакуумно-плазменной установки [4], в среде N-H-Ag при температуре 390 °С и времени выдержки 12 ч. Твёрдость после проведённой модификации ТО + ИВА составила 50 HRC. Результаты измерений ρ_n , мкм, радиусов округления режущей кромки после модификации ТО + ИВА приведены в таблице.

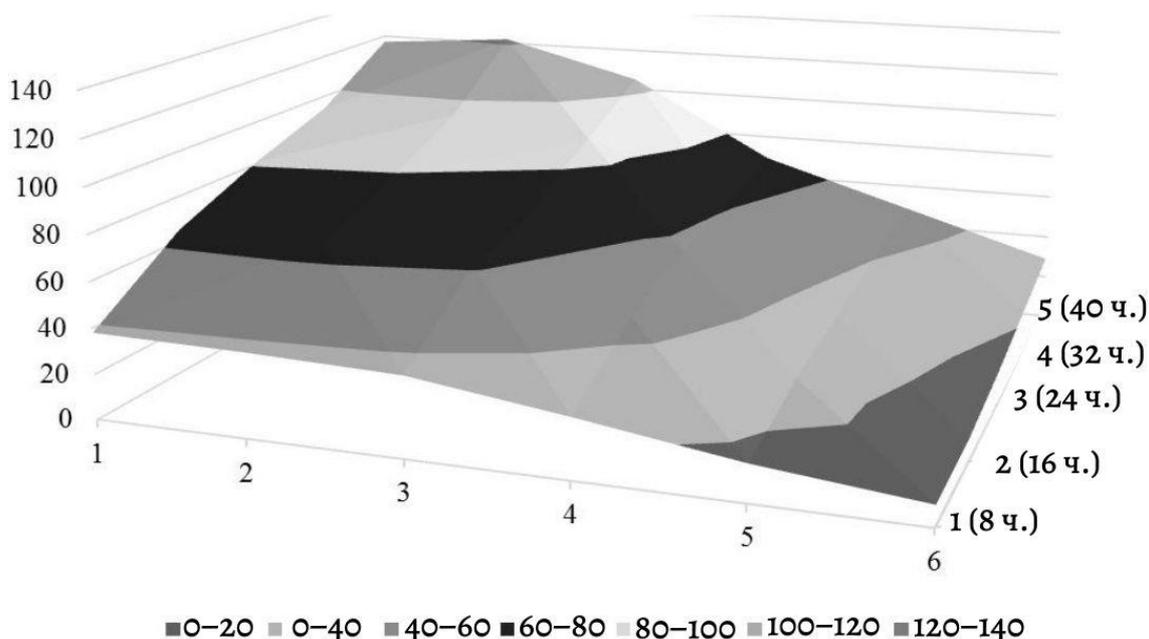


Рис. 2. Результаты измерений (ТО)

Результаты измерений (ТО + ИВА)

Радиус округления после n смен работы ρ_1 , мкм (1 мм от края кромки)	Смены				
	1	2	3	4	5
	121	–	–	–	–
ρ_2 , мкм (15 мм)	163	–	–	–	–
ρ_3 , мкм (30 мм)	152	–	–	–	–
ρ_4 , мкм (45 мм)	138	–	–	–	–
ρ_5 , мкм (60 мм)	93	–	–	–	–
ρ_6 , мкм (72 мм)	69	–	–	–	–

Аварийный износ кромки может говорить о нарушении технологии упрочнения инструмента и о необходимости дальнейшего изучения процессов упрочнения методом ионно-вакуумного азотирования.

По результатам производственных испытаний на ОАО «Борисовский ДОК» были получены следующие результаты:

1. Комплект ножей, упрочнённых ТО + ИВА, не подтвердил свою эффективность, обработав лишь 4 ч, при этом полностью потеряв режущую способность (250 м^3 круглых лесоматериалов) древесины сосны. При этом максимальный радиус округления режущей кромки ρ_{max} составил 163 мкм. Необходимо дальнейшее изучение режимов обработки поверхности металла для направления деревообработки на фрезерно-брусующих станках.

2. Более высокую технологическую стойкость, по сравнению с комплектом ножей, упрочнённых ТО, показали ножи, упрочнённые термическим способом, обработав 40 ч ($2 \cdot 100 \text{ м}^3$) и при этом $\rho_{\text{max}} = 139$ мкм (усреднённый показатель технологической стойкости ножей, используемых на предприятии, $\rho_{\text{max}} = 178$ мкм).

3. Лучший показатель технологической стойкости из апробированных методов упрочнения – у ножей, обработанных по технологии МИО + ТО – $\rho_{\text{max}} = 122$ мкм – 40 ч работы ($2 \cdot 100 \text{ м}^3$).

Комбинирование методик упрочнения ножей позволило добиться результатов технологической стойкости равных и превосходящих по стойкости, как у ножей

импортного производства (увеличен ~ 20 %). Из этого можно сделать вывод, что ножи соответствуют эксплуатационным требованиям и могут быть рекомендованы для использования на деревообрабатывающих предприятиях, использующих подобную технологию переработки древесины хвойных пород.

Библиографический список

1. Wood chip physical quality definition and measurement / F. Ding, M. Benaoudia, P. Bédard [ect] // Pulp & Paper Canada. – 2005. – № 106:2. – Pp. 27–32.
2. Боровиков, Е. М. Лесопиление на агрегатном оборудовании / Е. М. Боровиков, В. В. Фефилов, Л. А. Шестаков. – Москва : Лесная пром-сть, 1985. – 216 с.
3. Раповец, В. В. Конструкция и расчеты фрезерно-брусующих станков / В. В. Раповец, С. А. Гриневич, Н. В. Бурносков. – Минск : БГТУ, 2015. – 82 с.
4. Kurzydłowski Glow discharge assisted low-temperature nitriding of knives used in wood processing / J. Sokołowska, E. Rudnicki, P. Wnukowski [ect] // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. – 2009. – Vol. 37. – Pp. 690–693.
5. Таратин, В. В. Совершенствование малоножевых торцово-конических фрез агрегатного лесопильного оборудования / В. В. Таратин, Л. А. Фефилов, Ю. А. Боричев // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств : Межвузовский сборник научных трудов СПбЛТА. – СПб. – 1993. – С. 93–97.
6. Раповец, В. В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Раповец Вячеслав Валерьевич. – Минск, 2011. – 206 с.
7. Клепацкий, И. К. Эффективные методы повышения технологической стойкости ножей для агрегатной переработки древесины / И. К. Клепацкий // Труды БГТУ. – 2018. – № 1 (204). – Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – С. 190–195.
8. Повышение эксплуатационных свойств дереворежущих ножей комбинированным методом нанесения вакуумных упрочняющих покрытий и магнитно-импульсной обработки / А. В. Алифанов [и др.] // Литье и металлургия. – 2014. – № 2. – С. 95–100.
9. Клепацкий, И. К. Динамика потери режущей способности лезвий малоножевых фрез при агрегатной переработке древесины / И. К. Клепацкий // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2019. – № 2 (216). – С. 190–195.

УДК 674.053

А. С. Красиков

(A. S. Krasikov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с автором: krasikovas@m.usfeu.ru

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КРУГЛЫХ ПИЛ

INCREASE STABILITY OF ROUND SAWS

Рассмотрены факторы, влияющие на устойчивость дисков круглых пил. Наибольшее влияние на устойчивость и работоспособность пил оказывает неравномерный нагрев по радиусу диска. Даются рекомендации по охлаждению пил водо-воздушной смесью.