

3. Самозатачивающееся лезвие: пат. № 20824 Респ. Беларусь / А.А. Гришкевич, В.В. Чаевский; заявл. 05.12.2013; опубл. 28.11.2016.

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

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ЛЕЗВИЙ МАЛОНОЖЕВЫХ ФРЕЗ ПРИ АГРЕГАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

### **TECHNICAL STABILITY OF BLADES OF LOW-JACK MILLS OF AGGREGATE PROCESSING OF WOOD**

*Рассмотрен вопрос технологической стойкости режущей кромки малоножевых торцово-конических фрез при обработке древесины хвойных пород, ее специфика и проблематика.*

*Проведены натурные эксперименты для исследования радиуса округления режущей кромки дереворежущих ножей из легированной стали 40XB2C импортного производства, эксплуатируемых на предприятии «Борисовский ДОК» (г. Борисов, Республика Беларусь).*

*Addressed the issue of the technological durability of the cutting edge of the low-knife butt-conic mills when processing softwood species, its specificity and problematics.*

*Field experiments were carried out to study the radius of rounding of the cutting edge of wood cutting knives made of 40KhB2S alloy steel, imported, used at the enterprise Borisov DOK (Borisov, Republic of Belarus).*

Существенным вкладом в повышение эффективности лесопиления является комплексное использование древесного сырья путем одновременного получения пилопродукции и технологической щепы, соответствующих требованиям действующих стандартов, посредством агрегатного метода переработки [1].

Внедрение агрегатного метода переработки брёвен привело к созданию практически безотходной технологии и высокопроизводительного оборудования. Такие методы обработки древесины наиболее технологичны и экономически оправданы.

Из тонкомерной древесины (бревен) целесообразно получать мелкую пилопродукцию, а оставшуюся горбыльную часть разумно перерабатывать на технологическую щепу. На современных рубительных машинах из обзолной части бревен вырабатывают до 90 % технологической щепы, пригодной для получения целлюлозы, но щепа от агрегатных установок также подходит для этих целей почти полностью [2, 3].

Переработка древесины на таком типе оборудования имеет свою особенность – неравномерный износ режущей кромки ножей. Недостаточная изученность данного вопроса требует более углубленного анализа динамики износа лезвия инструмента, что позволит установить рациональные режимы эксплуатации малоножевых фрезерно-брусующих станков и определить рациональные методики увеличения технологической стойкости режущего инструмента.

Положительная особенность малоножевых фрез (рис. 1) – простота их конструкции и сравнительно небольшие затраты на подготовку и эксплуатацию ножей (рис. 2).

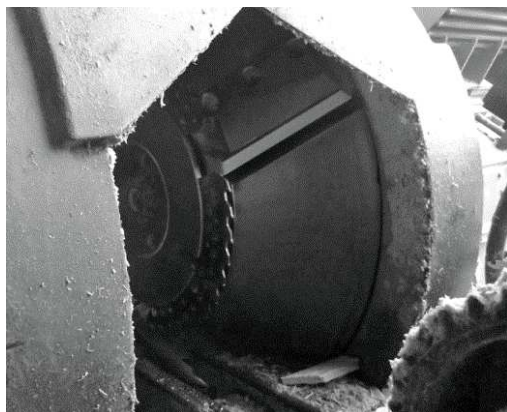


Рис. 1. Малоножевая торцово-коническая фреза фрезерно-брусующего станка

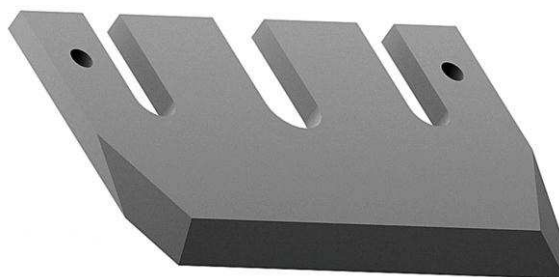


Рис. 2. Режущий инструмент малоножевой торцово-конической фрезы

Анализ конструкций аналогичного назначения позволил выделить следующие недостатки малоножевых торцово-конических фрез: отсутствие возможности получения фигурного бруса; конструкции малоножевых фрез не обеспечивают равномерность нагрузки и снижение максимальных сил резания за цикл обработки, что предъявляет повышенные требования к прочности режущего инструмента, снижает надежность конструкции узлов резания, а также качество технологической щепы. В некоторых случаях на торцах фрез на одной оси с ними в торцевой части корпуса устанавливают цельные пильные диски или их сегменты. Они отпиливают горбыль до его измельчения. Пилы улучшают качество поверхности бруса и устраняют боковые составляющие сил резания при коническом фрезеровании древесины [4, 5].

Фрезерование малоножевыми торцово-коническими фрезами характерно тем, что лезвие ножа наклонено к оси вращения под углом  $\varphi_n$ . Переработка выполняется при подаче бревна между парой фрез, расположенных на одной оси вращения, совершающими вращательное движение с частотой  $n$ , мин<sup>-1</sup> (рис. 3) [6, 7].

В процессе резания древесины точки на режущей кромке ножа проходят различный путь резания. Это приводит к тому, что затупление кромки ножа носит неравномерный характер (рис. 4) [8].

Процесс потери режущей способности лезвия дереворежущего инструмента является сложным процессом (складывается из механического, теплового, химического и электрохимического и др. воздействий). В качестве одной из особенностей выделяют развитие его в локальных зонах, расположенных у режущей кромки инструмента [9, 10, 11]. Это предопределяет необходимость упрочнения поверхностей

режущего инструмента в зонах с активным износом, так как за их границами свойства материала не играют особую роль в затуплении инструмента.

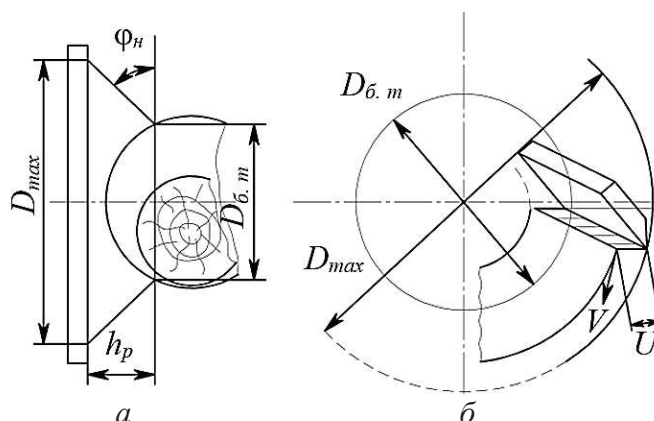


Рис. 3. Параметры фрезерования малоножевыми торцово-коническими фрезами:  
 $D_{max}$  – максимальный диаметр обработки;  $D_{б.м}$  – диаметр базового торца фрезы;  
 $\varphi_n$  – угол наклона ножа к оси вращения;  $h_p$  – ширина обработки;  
 $V$  – направление вектора скорости резания;  $U$  – толщина формируемого элемента щепы

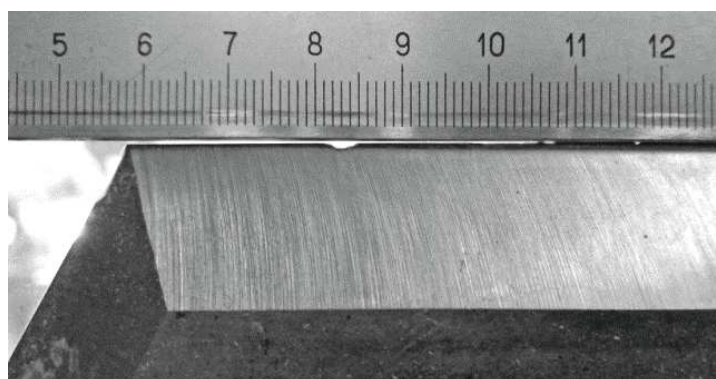


Рис. 4. Наглядный износ длинной кромки ножа после 40 часов эксплуатации

С точки зрения экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов упрочняющей обработке следует подвергать только локальную зону или поверхность инструмента, непосредственно участвующую в резании [12].

Для определения динамической интенсивности потери режущей способности ножей малоножевых торцово-конических фрез на предприятии ОАО «Борисовский ДОК» были проведены экспериментальные исследования на фрезерно-брусующем станке второго ряда LINK V25. Методом слепков определялся радиус округления  $\rho$ , мкм, режущей кромки ножа (рис. 5) с момента заточки (при  $\rho_{\min} = \rho_0$ ), далее – после каждой рабочей смены (через 8 ч) до последующей переподготовки инструмента (по прошествии 5 смен или 40 ч; значения соответственно:  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ ) [13]. Исследуемый нож изготовлен из легированной стали 40XB2C.

Измерения радиуса округления режущей кромки ножа фрезерно-брусующего станка проводились на длине кромки, равной  $l = 72$  мм, с шагом  $t = 6$  мм.

Для получения достоверного отпечатка режущий инструмент механически фиксировался, и свинцовая пластинка надвигалась на лезвие по концевым мерам, которые использовались как направляющие. Полученный отпечаток – радиус округления кромки – измерялся в универсальном световом микроскопе МИ-1

производства ОАО «Планар-ТМ» (РБ) с программным обеспечением ЗАО «Спектроскопические системы» (рис. 6).

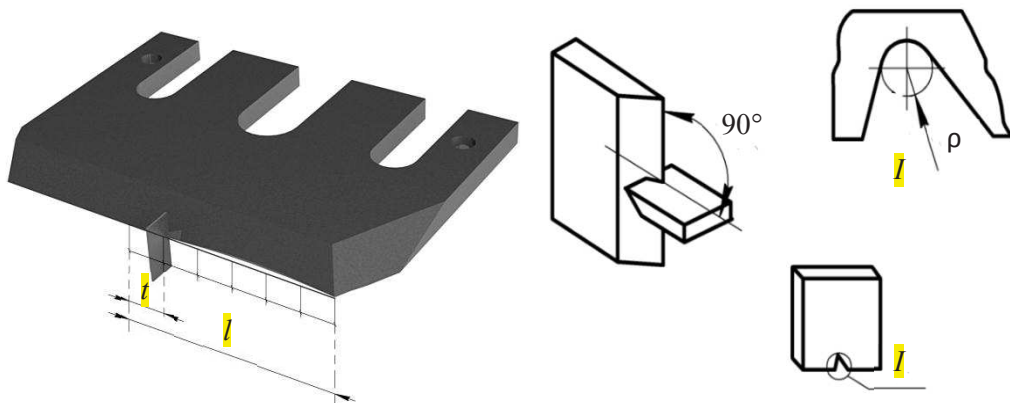


Рис. 5. Метод слепков  
(I – выносное изображение)

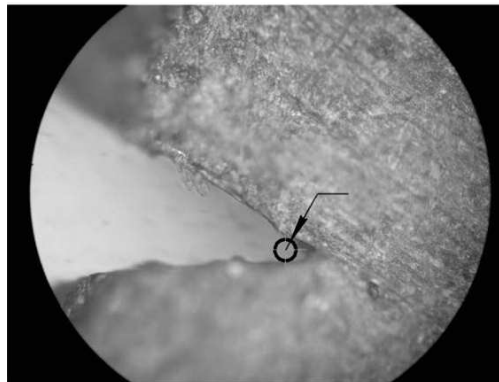


Рис. 6. Фотография свинцового слепка режущей кромки ножа:  
увеличение 200-кратное,  $\rho = 17$  мкм

Результаты измерения радиуса округления режущей кромки методом слепков после проведенных производственных испытаний показали характер изменения радиуса округления режущей кромки ножа (на примере точки пересечения длинной и короткой режущих кромок ножа) в промежутке времени между переподготовками ножа. Начальный радиус режущей кромки ножа составил  $\rho_0 = 17$  мкм, конечный  $\rho_5 = 156$  мкм (рис. 7).

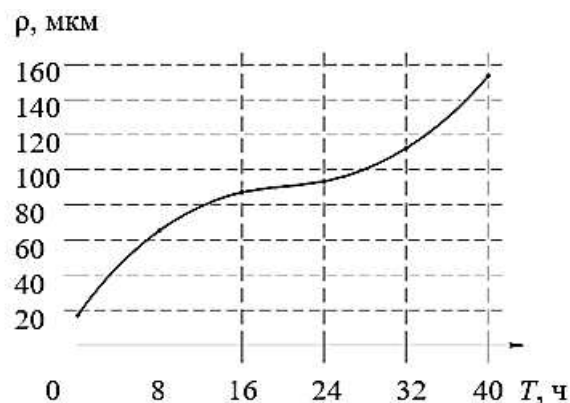


Рис. 7. Характер изменения радиуса округления режущей кромки ножа

Характер прироста радиуса округления резца близок к теоретической закономерности кривой износа лезвий ножей [14, 15]. Проекция профиля реальной режущей кромки ножа после 40-часовой работы (обработано 2 132,5 м<sup>3</sup> древесины хвойных пород: 93 % – сосна, 7 % – ель, влажность древесины – 78 %, частота вращения фрез – 1 090 мин<sup>-1</sup>, скорость подачи – 25 м/мин) с указанием радиусов округления по двум режущим кромкам представлена на рисунке 8.

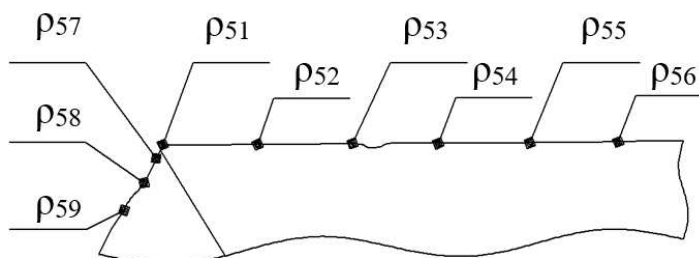


Рис. 8. Характер изменения радиуса округления режущей кромки ножа:  
 $\rho_{51} = 148$  мкм,  $\rho_{52} = 156$  мкм,  $\rho_{53} = 136$  мкм,  $\rho_{54} = 94$  мкм,  $\rho_{55} = 66$  мкм,  $\rho_{56} = 40$  мкм,  
 $\rho_{57} = 178$  мкм,  $\rho_{58} = 164$  мкм,  $\rho_{59} = 112$  мкм

Дугообразный профиль на участке между  $\rho_{53}$  и  $\rho_{54}$  свидетельствует о попадании в рабочую зону ножа твёрдого включения (металлического или иного происхождения, значительно превосходящего твёрдость древесины), что привело к аварийному износу режущей кромки.

#### *Выводы*

Полученные экспериментальные данные значений радиусов округления позволили графически отобразить динамику износа лезвий ножей фрез малоножевого фрезерно-брусующего оборудования. Неравномерный характер механического диспергирования поверхностей ножа из легированной стали 40XB2C указывает на необходимость совершенствования конструкции ножа путем применения локальной упрочняющей обработки, модификации участков поверхностей износостойкими тугоплавкими соединениями или разработкой составных и сборных конструкций ножей со сменными участками из материалов повышенной износостойкости.

#### **Библиографический список**

1. Щепя технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815-83. Введ. 85-01-01. М.: Гос. комитет СССР по стандартам; Изд-во стандартов, 1983. 12 с.
2. Раповец В.В., Гриневич С.А., Бурносос Н.В. Конструкция и расчеты фрезерно-брусующих станков. Минск: БГТУ, 2015. 82 с.
3. Кучеров И.К., Пашков В.К. Станки и инструменты лесопильно-деревообрабатывающего производства. М.: Лесная пром-сть, 1970. 560 с.
4. Кряжев Н.А. Фрезерование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1979. 200 с.
5. Боровиков Е.М., Фефилов В.В., Шестаков Л.А. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная пром-сть, 1985. 216 с.
6. Таратин В.В., Фефилов Л.А., Боричев Ю.А. Совершенствование малоножевых торцово-конических фрез агрегатного лесопильного оборудования // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвузовый сборник научных трудов СПбЛТА. 1993. С. 93–97.

7. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1985. 264 с.
8. Раповец В.В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2011. 206 с.
9. Клепацкий И.К. Эффективные методы повышения технологической стойкости ножей для агрегатной переработки древесины // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: труды БГТУ. 2018. № 1. С. 190–195.
10. Зотов Г.А., Памфилов Е.А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента. М.: Экология, 1991. 304 с.
11. Петренко М.Н. Повышение стойкости дереворежущего инструмента технологическими методами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 1984. 18 с.
12. 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.
13. Глебов И.Т., Абдулов А.Р. Оборудование отрасли: Исследование микрогеометрии режущих кромок лезвий. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 9 с.
14. Партон В.З. Механика разрушения. М.: Наука, 1990. 240 с.
15. Пижурин А.А. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки. М.: Лесная пром-сть, 2004. 376 с.

**УДК 674.053**

**А.С. Красиков**

(A.S. Krasikov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: Krasikov47@e1.ru

### **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ РЕЗАНИЯ МНОГОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ**

### **IMPROVING THE RELIABILITY OF CUTTING UNITS OF MULTI-SAWING MACHINE TOOLS**

*Рассмотрены проблемы распиловки брёвен на многопильных станках. Подведены итоги предыдущих исследований направляюще-охлаждающих устройств многопильных узлов резания и намечены направления дальнейших исследований.*

*The problems of sawing logs on multisaw machines are considered. The results of previous studies of guide-cooling devices of multi-sawing cutting units are summarized and directions for further research are outlined.*

В лесопилении в нашей стране в настоящее время используются лесопильные рамы, круглопильные и ленточнопильные станки, а также фрезернопильные, фрезерно-брусующие и фрезерно-профилирующие агрегатные линии. Доля лесопильных рам неуклонно снижается, они заменяются ленточнопильными станками для бревен большого диаметра и круглопильными станками, узлами резания в линиях для тонкомера. Круглопильные станки имеют простую конструкцию, низкую стоимость и высокую производительность.