

В. В. Раповец, А. А. Гришкевич (БГТУ, Минск, РБ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДВУХЛЕЗВИЙНЫХ НОЖЕЙ С ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ

В статье содержатся результаты экспериментальных исследований периода стойкости двухлезвийных ножей новых составных конструкций, оснащенных металло-керамическими твердыми сплавами вольфрамкобальтовой группы при агрегатной обработке бревен на фрезерно-брусующих станках. Подтверждена целесообразность оснащения режущего инструмента фрезерно-брусующих станков твердыми сплавами.

Введение. В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности наряду с натуральной древесиной различных пород применяют труднообрабатываемые древесные материалы: древесностружечные и древесноволокнистые плиты, древеснослоистые пластики, фанеру, мебельный щит и др. Наличие синтетических связующих, органических и минеральных наполнителей приводит к тому, что обработка этих материалов инструментом из инструментальных легированных сталей малоэффективна и не всегда является экономически оправданной. Для обработки таких древесных материалов применяют цельный, составной или сборный режущий инструмент, оснащенный твердым сплавом [1, 2].

Твердые сплавы представляют собой тугоплавкие, износостойкие материалы повышенной твердости. Они имеют условное разделение на металлокерамические и литые сплавы. Такое деление обусловлено назначением, составом, физико-химическими свойствами и технологией изготовления. Металлокерамические твердые сплавы получают методом порошковой металлургии. Основой сплавов являются зерна карбидов вольфрама, титана, тантала и в качестве связки чаще используется кобальт. Процесс изготовления металлокерамических твердых сплавов включает следующие основные операции: смешивание порошков карбидов и связующего, прессование с получением заготовок необходимых формы и размеров, спекание сформированных заготовок при высокой температуре в защитных средах [7].

Для изготовления различного по назначению дереворежущего инструмента широко применяют вольфрамкобальтовые твердые сплавы, так как они обладают достаточной износостойкостью и более высокими физико-механическими свойствами по сравнению с инструментальными легированными сталями [3].

Традиционно 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. Для фрезерно-брусующих станков также рекомендуются легированные инструментальные стали марок 6Х6В3МФС и 5Х3В3МФС. Инструмент подвергают термической обработке с обеспечением твердости в единицах по HRC 57-61 [5].

Основная часть. На основании лабораторных исследований и полученных результатов, приняв за базовый вариант эксплуатируемую на деревообрабатывающем предприятии ОАО «Борисовский ДОК» конструкцию цельного двухлезвийного ножа из инструментальной легированной стали 4Х5МФ спиральной фрезы фрезерно-брусующих станков (ФБС) PSP 500, нами разработаны и изготовлены составные двухлезвийные ножи, оснащенные металлокерамическими твердыми сплавами вольфрамкобальтовой группы и проведены их опытно-промышленные испытания (рис. 1).

Последовательность мероприятий при проведении опытно-промышленных испытаний составных двухлезвийных ножей, упрочненных металлокерамическими твердыми сплавами, состояла из следующих этапов.

– *Подготовка режущего инструмента к работе.* На правую сборную торцово-коническую фрезу был установлен составной двухлезвийный нож с пластиной металлокерамического твердого сплава ВК15 вольфрамо-кобальтовой группы, а на левую – базовый нож из инструментальной легированной стали 4Х5МФ для обеспечения идентичных условий работы. Ножи имели следующие угловые параметры: угол заточки короткого и длинного лезвий по 40° , задний угол на лезвиях ножа составлял $3-5^\circ$. Каждый нож был заточен и доведен до радиуса округления кромок лезвий 4–6 мкм, выставлен по ножевой спирали с необходимым смещением на толщину щепы 5 мм в корпусе фрезы при помощи специального шаблона.

– *Подготовка и обработка древесины на промышленных режимах.* Обрабатывались свежесрубленная древесина сосны и ели влажностью 35–40% с вершинным диаметром бревна 14–28 см на фрезерно-брусующем станке PSP 500 первого ряда со скоростью главного движения вторых порядковых ножей спирали 18,8 м/с и скоростью подачи 38,5 м/мин в соответствии со спецификацией предприятия по выпуску продукции. Древесина проходила предварительную сортировку, через металлоискатель – устройство, позволяющее определять в древесине наличие металлических включений, измерительное устройство и окорочный станок. Обработка древесины хвойных пород на фрезерно-брусующем станке осуществлялась до полной потери ножами режущей способности. Критерием потери ножами режущей способности являлось неудовлетворительное качество поверхности пласти 2-кантного бруса или наличие появившихся на пластьях бруса сколов и отдельных вырывов, при которых процесс обработки бревен прекращался. Фиксировались параметры обработки (порода, вершинный диаметр, количество, высота бруса).

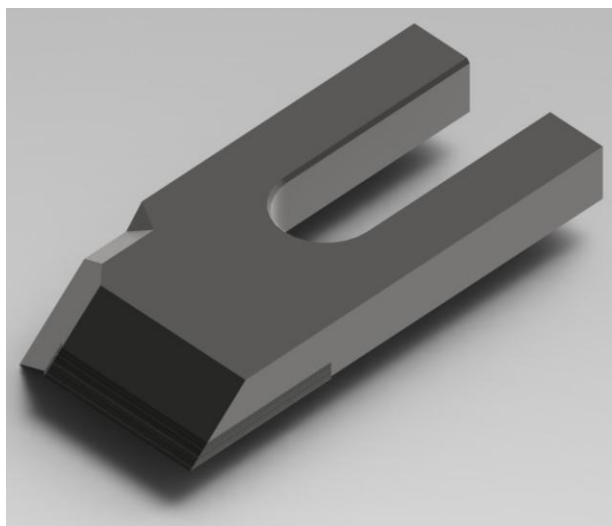


Рис. 1. Составной двухлезвийный нож с пластиной ВК 15 твердого сплава

– *Измерение радиуса округления режущих кромок двухлезвийных ножей.* Радиусы округления режущих кромок составного с пластиной твердого сплава и базового из легированной стали 4Х5МФ двухлезвийных ножей определялись экспериментально методом слепков с последующим измерением значений на японском растровом электронном микроскопе JEOL JSM-5610, установленном в лаборатории физико-химических методов исследования БГТУ.

– *Расчет суммарного пути резания ножами.* Суммарный путь резания, м, двухлезвийными ножами определялся по зависимостям, представленным в литературе [4]. По рассчитанным значениям суммарного пути резания и измеренному радиусу округления кромки ножа рассчитывалось приращение ϵ , мкм/м, радиуса округления режущей кромки ножа при прохождении им пути резания в 1 м.

Сводные данные параметров обработки древесины на станке PSP 500 ОАО «Борисовский ДОК» составными двухлезвийными ножами, упрочненными твердым сплавом, представлены в таблице.

Сводные данные параметров обработки древесины составными двухлезвийными ножами на станке PSP 500, упрочненными твердым сплавом

№ п/п	Порода древесины	Кол-во, м ³	Диаметр бревна, см	Высота бруса, мм	Путь резания, м
1-я смена					
1	сосна	0,3	120	106	15,3
2	сосна	0,2	160	106	25,7
3	сосна	2,8	200	128	243,8
4	сосна	19,7	220	128	1638,6
5	сосна	79,2	240	154	5620,7
6	сосна	24,2	260	154	1665,3
7	сосна	5,09	280	154	368,8
8	сосна	1,68	300	154	108,9
9	сосна	0,09	140	106	9,3
10	сосна	0,24	160	106	25,7
11	сосна	0,31	180	106	31,6
12	сосна	1,08	240	154	76,5
13	сосна	14,4	260	154	986,0
14	сосна	61,7	280	154	4106,4
15	сосна	12,4	300	154	816,5
2-я смена					
1	сосна	0,2	120	106	11,5
2	сосна	0,7	140	106	65,2
3	сосна	6,10	160	106	630,1
4	сосна	33,1	180	106	3352,0
5	сосна	115,0	200	128	10158,8
6	сосна	15,9	220	128	1314,65
7	сосна	1,4	240	154	95,6
8	сосна	11,8	260	154	810,7
9	сосна	31,9	280	154	2311,4
10	сосна	8,4	300	154	544,3
11	сосна	0,5	320	154	29,8
3-я смена					
1	сосна	0,9	100	80	93,9
2	сосна	0,1	110	80	7,9
3	сосна	0,7	120	106	37,3
4	сосна	10,3	140	106	987,2
5	сосна	58,4	160	106	6056,6
6	сосна	99,9	180	106	10122,2

7	сосна	4,6	200	128	406,6
8	сосна	0,2	220	128	19,1
4-я смена					
1	ель	0,1	140	106	9,3
2	ель	0,9	160	106	90,0
3	ель	0,2	200	128	16,3
4	ель	2,9	220	128	247,7
5	ель	54,9	240	154	3919,2
6	ель	98,6	260	154	6836,5
7	ель	32,2	280	154	2213,0
8	ель	2,6	300	154	190,5
5-я смена					
1	сосна	1,1	100	80	121,5
2	сосна	0,2	110	80	23,7
3	сосна	0,7	120	106	37,3
4	сосна	41,7	140	106	4004,6
5	сосна	62,0	160	106	9001,3
6	сосна	54,3	180	106	5504,0
7	сосна	13,6	200	128	1202,8
8	сосна	0,7	220	128	57,16
Итого:		990,1			86269,3

Результаты автоматической регистрации и рассчитанные значения параметров обработки древесины на фрезерно-брусующем станке PSP 500 на лесопильной линии SAB (Германия), представленные в таблице, показывают, что суммарный путь резания составными двухлезвийными ножами с пластинами из твердого сплава ВК15 составил 86269,31 м, что в среднем равно 40 ч работы (5 рабочих смен). В сравнении с базовыми ножами из инструментальной легированной стали потеря режущей способности наступала в среднем через 32 ч (4 рабочие смены) при достижении одинакового значения Δr , мкм, базовым и составным с пластиной из твердого сплава ножами в 55 мкм.

Следовательно, приращение ϵ , мкм/м, радиуса округления режущей кромки ножа при прохождении им пути резания в 1 м для составного с пластиной ВК 15 из твердого сплава и базового из инструментальной легированной стали ножей составляет соответственно $6,4 \cdot 10^{-4}$ мкм/м и $8,3 \cdot 10^{-4}$ мкм/м, что увеличивает полный период их стойкости ножей с пластинами ВК15 из твердого сплава на величину порядка 23–30%. Данные значения приращения радиуса округления режущей кромки ножа при прохождении им пути резания в 1 м согласуются со средними статистическими значениями периода стойкости, т. е. среднего времени работы двухлезвийных ножей (в часах) до потери ими режущей способности [6].

Заключение. Результаты проведенных производственных испытаний подтвердили эффективность практического применения твердого сплава вольфрамокобальтовой группы для двухлезвийных ножей со спиральным расположением на фрезах фрезерно-брусующих станков для агрегатной обработки древесины. Следовательно, возможно получение аналогичного положительного результата по увеличению периода стойкости двухлезвийных ножей для ФБС при использовании безвольфрамовых твердых сплавов, например титано-никелевых, карбонитридтитановых, а также литых (стеллитов и сормайттов) или других износостойких композиционных материалов.

Литература

1. Вандерер К. М. Специальный дереворежущий инструмент: учеб. пособие – М.: Лес-

ная промышленность, 1983. 208 с

2. Зотов Г. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1986. 301 с.

3. Кузнецов А. М. Износостойкость твёрдосплавного инструмента при обработке ДСтП // Технология машиностроения. – М.: издат. центр «Технология машиностроения», 2008. № 11. С. 29–31.

4. Раповец В. В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 – Минск, 2011. – 206 л.

5. Рябин В. Н., Остроумов М. А., Свит Т. Г. Термодинамические свойства веществ: справочник – Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1977. 389 с.

6. Справочник по лесопилению / Ю. А. Вар-фоломеев [и др.]; под общ. ред. А. М. Копейкина. 2-е изд., перераб. и доп. М: Экология, 1991. 496 с.

7. The Leitz Lexicon. Handbook for woodworking machine tools. Oberkochen: Gerb. Leitz GmbH & Co. 2010. Edition 5. 792 p.