

УДК 674.055:621.9

*А.Р. Абдулов, В.Г. Новоселов
(A.R. Abdulov, V.G. Novoselov)
УГЛТУ, Екатеринбург*

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ НОЖЕЙ СБОРНЫХ ФРЕЗ
МЕТОДОМ БОРИРОВАНИЯ В ПОРОШКАХ
(INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF STEEL KNIFES COMBINED MILLS
THE BORATING METHOD IN POWDERS)**

Химико-термическая обработка стальных ножей методом диффузионного борирования повышает их износостойкость в 2,4–2,5 раза.

Chemical heat treatment of steel knives by a method of diffusive borating increases their wear resistance in 2,4–2,5 times.

В процессе взаимодействия режущего инструмента и древесины, инструмент под действием сил трения подвергается изнашиванию, что, в свою очередь, влияет на качество обработки: точность и шероховатость поверхности.

В настоящее время основным способом повышения стойкости дереворежущего инструмента является использование материалов, имеющих высокие механические характеристики. К таким способам можно отнести применение быстрорежущих сталей, например P6M5, HSS, или неперегачиваемых пластин из твердого сплава, электроискровое упрочнение и др. Эти способы имеют наряду с положительным эффектом ряд недостатков: дороговизна используемых материалов, технологическая сложность производства, применение специализированного оборудования для упрочнения материалов, использование дорогостоящих шлифовальных кругов для заточки данного инструмента.

Одной из альтернатив данным способам является упрочнение методами, формирующими на поверхности инструмента слой материала, насыщенного элементами, повышающими его износостойкость. Такие слои можно формировать различными методами, например имплантацией азота с помощью пучков ионов высокой энергии.

Нами были проведены испытания партии ножевого инструмента из стали DS (аналог стали 8Х6НФТ), подвергнутого ионно-лучевой обработке [1]. Результаты испытаний показали, что инструмент, упрочненный данным методом, имеет в 2 раза более высокую износостойкость, чем инструмент, не подвергнутый ионно-лучевой обработке. Недостатком данного метода является необходимость использования дорогостоящего сложного электронного оборудования, что делает невозможным использование данного способа упрочнения в условиях деревообрабатывающего предприятия.

Другим способом создания упрочненного поверхностного слоя материалов является химико-термическая обработка (ХТО). К ней относятся цианирование, хромирование, сульфидирование, борирование, цементирование и др. Нами было проведено сравнение данных методов и сделаны выводы, что наиболее предпочтительным является метод борирования в твердой среде (борирование в порошках) [2].

Нами была принята следующая технология упрочнения партии ножей для сборных цилиндрических фрез из стали DS методом борирования в порошках. В качестве насыщающей смеси была выбрана смесь, состоящая из следующих компонентов: Al_2O_3 (36%) + $C_7H_6O_3$ (4%) + B_4C (60%). В контейнер из жаростойкой стали с герметизирующим затвором засыпался слой строганого парафина ($C_7H_6O_3$), на него слоями толщиной 12 мм насыпался борсодержащий порошок (B_4C) и укладывались рядами упрочняемые ножи. Верхний ряд засыпался борсодержащим порошком толщиной 12 мм. Сверху укладывался асбестовый лист и насыпался речной песок слоем 10 мм. Контейнер закрывался крышкой, а затвор заполнялся измельченным стеклом для создания герметичности. Контейнер помещался в муфельную печь, разогретую до температуры 950 °С. Время выдержки контейнера составляло 3,5 ч. По истечении времени выдержки контейнер извлекался из печи и охлаждался на воздухе. С целью устранения припекания смеси к поверхности ножей их извлекали из контейнера при температуре порядка 80 °С. После такой ХТО глубина боридного слоя составляла 52 мкм, твердость полученного слоя HV808.

Износостойкость упрочненных ножей исследовалась в условиях деревообрабатывающего предприятия ООО «НИК» г. Сысерть на четырехстороннем продольно-фрезерном станке Weinig Unimat. Ножи, подвергнутые ХТО борированием (опытные), и ножи, не подвергавшиеся ХТО (контрольные), устанавли-

вались на фрезях, срезающих слой древесины одинаковой и постоянной толщины, что обеспечивало идентичность условий их работы. Порода древесины обрабатываемых заготовок – сосна, влажность обрабатываемой древесины $W = 6-12\%$, скорость подачи – 12 м/мин. Значения прочих постоянных факторов проведения эксперимента приведены в табл. 1.

Износ ножей оценивался по радиусу закругления режущей кромки ρ . Для его определения применялся метод слепков [3]. С каждого ножа на каждой ножевой головке производилось по одному слепку. Для получения данных об изменении радиуса округления режущей кромки слепки производились с периодичностью 15 мин.

Полученные слепки с помощью металлографического микроскопа «МЕТАМ ЛВ-44» при увеличении $\times 100$ фотографировались цифровым фотоаппаратом «Canon PC1250». Затем полученные снимки обрабатывались на компьютере при помощи программы

AutoCAD. Результаты обработки усреднялись по значениям ρ (мкм) отдельно для опытных и контрольных ножей каждой ножевой головки. Классически интенсивность изнашивания γ_A принято определять в зависимости от пути, пройденного резцом в заготовке [4]. На основании полученных данных на рис. 1 с помощью прикладного пакета Excel построены графики изменения радиуса закругления режущей кромки в зависимости от пути, пройденного резцом в заготовке.

Как видно, интенсивность изнашивания опытного образца составила 0,0005 мкм/м, в то время как контрольного 0,0012 мкм/м. Величина износостойкости j , обратная интенсивности изнашивания γ_A , составила соответственно 2000 м/мкм и 833 м/мкм.

В ряде случаев, например при неизвестной или переменной толщине срезаемого слоя (припуска), для оценки износостойкости инструмента применяют показатель скорости изнашивания V как прира-

Таблица 1

Значения постоянных факторов

| Образец | Наличие упрочняющего слоя | Твердость HV/HRC | Диаметр окружности резания, мм | Путь резания при обработке одной доски, м | Припуск на обработку, мм | Подача на зуб, мм | Частота вращения ножевой головки, мин ⁻¹ |
|-------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|---|--------------------------|-------------------|---|
| Контрольный | нет | 671/57 | 136 | 19,99 | 1 | 0,58 | 6000 |
| Опытный | да | 808/61 | 136 | 19,99 | 1 | 0,58 | 6000 |

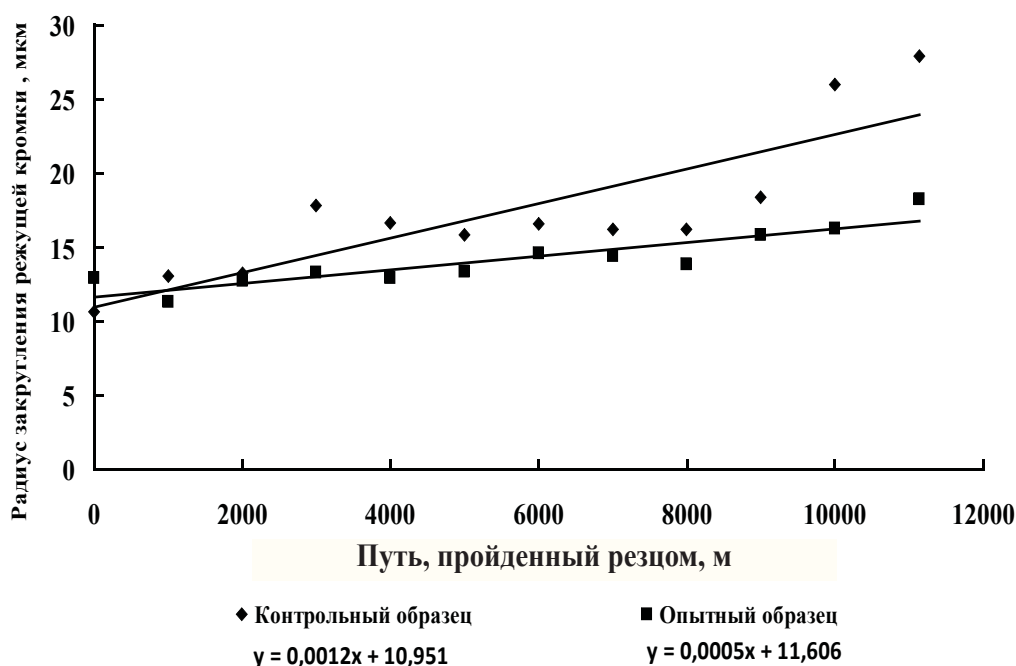


Рис. 1. Зависимость радиуса округления режущей кромки лезвия от пути, пройденного резцом в заготовке

щение радиуса округления режущей кромки лезвия за определенный интервал времени к величине этого интервала.

Графические зависимости радиуса округления режущей кромки лезвия от времени работы резца, полученные в процессе обработки заготовок, представлены на рис. 2.

Как видно, скорость изнашивания у опытного образца составила 0,0556 мкм/мин, а у контрольного образца – 0,1397 мкм/мин. Величина износостойкости i , обратная скорости изнашивания V , составила соответственно 17,99 мин/мкм и 7,16 мин/мкм. Сравнительные характеристики изнашивания опытных и контрольных образцов приведены в табл. 2.

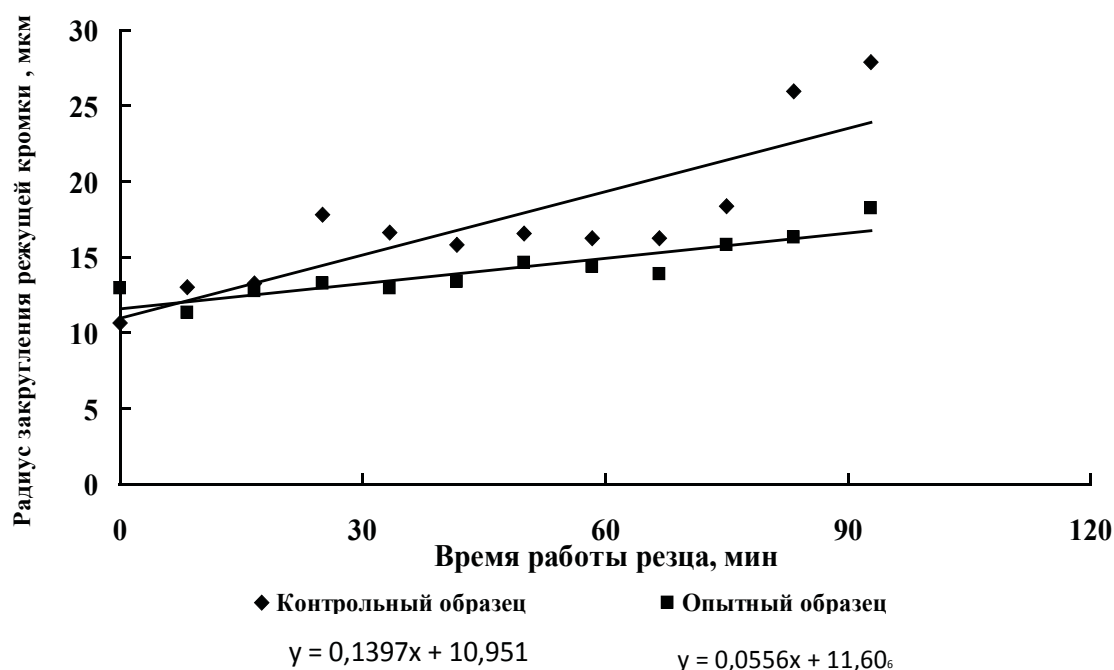


Рис. 2. Зависимость радиуса округления режущей кромки лезвия от времени работы

Таблица 2

Сравнительные характеристики изнашивания

| Образец | Интенсивность изнашивания γ_A , мкм/м | Износостойкость j , м/мкм | Скорость изнашивания V , мкм/мин | Износостойкость i , мин/мкм |
|-------------|--|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Контрольный | 0,0012 | 833 | 0,1397 | 7,16 |
| Опытный | 0,0005 | 2000 | 0,0556 | 17,99 |

Выводы

На основании полученных данных установлено, что износостойкость ножей, подвергнутых борированию в порошках, оцененная по обоим вариантам (интенсивности γ_A и скорости V изнашивания), оказалась в 2,4–2,5 раза выше, чем у контрольных ножей (необработанных). Данный способ ввиду его доступности по стоимости и по возможности технологической реализации можно рекомендовать для практического использования непосредственно на деревообрабатывающих предприятиях.

Библиографический список

1. Новосёлов В.Г., Абдулов А.Р. Исследование износостойкости стальных ножей, упрочненных путем имплантации ионов азота // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: матер. междунар. Евразийского симпозиума. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. С. 240–242.

2. Новосёлов В.Г., Абдулов А.Р. Выбор способа повышения износостойкости дереворежущего инструмента // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. VIII всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «УМНИК». Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. С. 208–211.

3. Новосёлов В.Г., Абдулов А.Р. Исследование износостойкости стальных и неперетачиваемых твердосплавных ножей при продольном фрезеровании древесины // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: матер. междунар. Евразийского симпозиума. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. С. 315–320.

4. Глебов И.Т., Новоселов В.Г., Швамм Л.Г. Справочник по резанию древесины. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1999. 190 с.

УДК 620.1:674.093.

*Т.С. Агеева (Т.С. Царева), Ю.Б. Левинский
(T.S. Ageeva, J.B. Levinskiyi)
УГЛТУ, Екатеринбург*

АНИЗОТРОПНОСТЬ ТРЕХКОМПОНЕНТНОГО КЛЕЕНОГО СЛОИСТОГО КОМПОЗИТА (ANISOTROPY OF IT THREE-COMPONENTIAL GLUED LAMINATED COMPOSITE)

Строительная фанера может быть значительно улучшена в результате модификации шпона. Анизотропия механических свойств является важным предметом исследований при изучении и использовании возможностей фанеры. Предложен метод расчета напряжений и деформаций в отдельных слоях шпона с дополнительной обработкой.

Constructing plywood can be considerably improved as a result of the modification of the veneer. Anisotropy of mechanical properties is an important subject of research in the study of and use of capacities of plywood. The method of calculation of stresses and strains in separate layers of veneer with additional processing.

Учет анизотропии при разработке строительной фанеры (СФ) способствует повышению ее надежности и долговечности, а также позволяет наиболее полно использовать все возможности конструкционного материала. Деформационные превращения, происходящие при изменении нагрузки, температуры и влажности СФ, лежат в основе многих технологических процессов ее обработки: прессования, сушки, а также эксплуатации конструкций. Распространённый дефект при сушке и лущении шпона характеризуется чередующимися выпуклостями и впадинами, высота и протяженность которых неодинакова по ширине и длине листа. Условно шероховатость показана на рис.1, а. Одна из возможностей

устранения дефекта шероховатости – это обработка листов шпона жидким эластомером (рис. 1, б). В связи с этой модификацией листов шпона перед склеиванием фанеры изменяется физико-механическое состояние субстрата.

Наиболее важной задачей такой модификации является уменьшение физико-механической и структурной анизотропии фанеры. Эти изменения в состоянии клееного слоистого композита, каковым является строительная фанера, достигаются за счет увеличения ее прочности в направлениях, не совпадающих с направлением волокон. Фанеру принято считать ортотропным материалом, поэтому параметры ее напряженного состояния рассчитывают

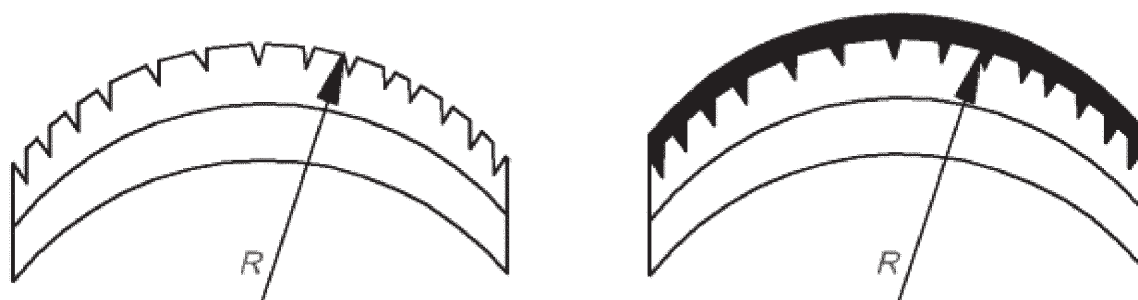


Рис. 1. Условная схема шероховатости шпона в растянутой зоне:
а – сосновый шпон, б – сосновый шпон, обработанный эластомером