

УДК 674.055:621.9

А. Р. Абдулов, аспирант (УГЛТУ, Россия);**В. Г. Новоселов**, кандидат технических наук, доцент (УГЛТУ, Россия)**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ НОЖЕЙ
СБОРНЫХ ФРЕЗ, ОБРАБОТАННЫХ БОРИРОВАНИЕМ В ПОРОШКАХ**

Одним из способов повышения стойкости режущего инструмента является насыщение поверхностного слоя специальными химическими элементами, повышающими его износостойкость. Это возможно, например, путем ионно-лучевой или химико-термической обработки.

В статье описан метод химико-термической обработки стальных ножей сборных фрез диффузионным борированием в порошках. Приведены результаты исследования износостойкости, показавшие ее повышение в 2,4...2,5 раза.

One of ways of increase of resistance of the cutting tool is blanket saturation by the special chemical elements increasing its wear resistance. It is possible, for example, by ion-beam or chemical heat treatment. In article the method of chemical heat treatment of steel knives of combined mills by diffusive borating in powders is described. Results of research the wear resistances which have shown its increase in 2,4 ... of 2,5 time are given.

Введение. 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 неперетачиваемых пластин из твердого сплава, электроискровое упрочнение и другие. 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.

Основная часть. 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 сложного дорогостоящего электронного оборудования, что делает невозмож-

ным 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 строганного 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°C. Время выдержки контейнера составляло 3,5 ч. По истечении времени выдержки контейнер извлекался из печи и охлаждался на воздухе. Ножи с целью устранения припекания смеси к их поверхности извлекались из контейнера при температуре порядка 80°C. После такой ХТО глубина боридного слоя составляла 52 мкм, твердость полученного слоя HV808.

Таблица 1

Значения постоянных факторов

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

Износостойкость упрочненных ножей исследовалась в условиях деревообрабатывающего предприятия ООО «НИК» г. Сысерть на четырехстороннем продольно-фрезерном станке Weing Unimat. Ножи, подвергнутые ХТО борированием (опытные), и ножи, не подвергавшиеся ХТО (контрольные), устанавливались на фрезах, 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, равной 15 мин.

Полученные слепки с помощью металлографического микроскопа «МЕТАМ ЛВ-44» при увеличении 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_{Δ} 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 L , 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_{Δ} , составила соответственно 2000 м/мкм и 833 м/мкм.

В ряде случаев, например, при неизвестной или переменной толщине срезаемого слоя (припуски) для оценки износостойкости инструмента применяют показатель скорости изнашивания V как приращение радиуса округления режущей кромки лезвия за определенный интервал времени к величине этого интервала.

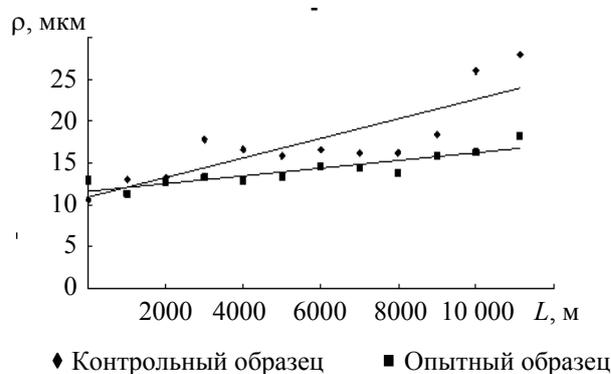


Рис. 1. Зависимость радиуса округления режущей кромки лезвия от пути, пройденного резцом в заготовке

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

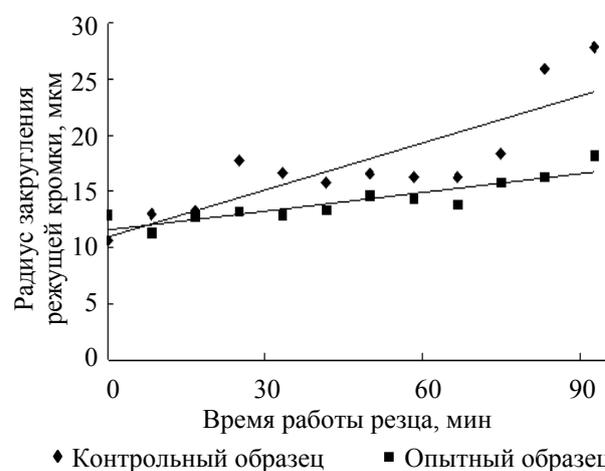


Рис. 2. Зависимость радиуса округления режущей кромки лезвия от времени работы

Таблица 2

Сравнительные характеристики изнашивания

Наименование образца	Контрольный	Опытный
Интенсивность изнашивания γ_{Δ} , мкм/м	0,0012	0,0005
Износостойкость j , м/мкм	833	2000
Скорость изнашивания V , мкм/мин	0,1397	0,0556
Износостойкость i , мин/мкм	7,16	17,99

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.

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

Литература

1. Новосёлов В. Г., Абдулов А. Р. Исследование износостойкости стальных ножей, уп-

роченных путем имплантации ионов азота // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы Междунар. Евраз. симпоз. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2011. С. 240–242.

2. Новоселов В. Г., Абдулов А. Р. Выбор способа повышения износостойкости дерево-режущего инструмента // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы VIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «УМ-НИК». 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: материалы Междунар. Евраз. симпоз. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2008. С. 315–320.

4. Глебов И. Т. Справочник по резанию древесины. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1999. 190 с.

Поступила 28.02.2014