

УДК 537.525.7:621.762

**С. С. Карпович<sup>1</sup>, О. Ю. Пискунова<sup>2</sup>, С. И. Карпович<sup>2</sup>**<sup>1</sup>филиал Белорусского национального технического университета

«Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ»

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет

## **РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЗАТОЧКИ ЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА С УПРОЧНЯЮЩИМ ПОКРЫТИЕМ**

В статье приведены результаты исследований схем заточки лезвийного инструмента с упрочняющим покрытием. Даны рекомендации проводить двухстороннюю заточку или формировать фаску с отрицательным углом по передней поверхности.

Для инструмента с упрочненным поверхностным слоем двухсторонняя заточка обеспечивает создание сжимающих напряжений на лезвии инструмента, что увеличит работоспособность резцов.

Инструмент с пленочным покрытием из нитрида титана следует рекомендовать для работы на легких режимах эксплуатации инструмента. Решение проблемы видится в нанесении много-компонентных, многослойных упрочняющих покрытий, создании остаточных напряжений нужного знака и величины.

**Ключевые слова:** лезвия, резцы, заточка, резание, упрочнение, покрытие, древесина.

**S. S. Karpovich<sup>1</sup>, O. Yu. Piskunova<sup>2</sup>, S. I. Karpovich<sup>2</sup>**<sup>1</sup>branch of the Belarusian National Technical University “Institute for Advanced Studies and Retraining for New Areas of Engineering, Technology and Economy BNTU”<sup>2</sup>Belarusian State Technological University

## **RATIONALES OF THE SCHEME FOR SHARPENING EDGE CUTTING TOOLS WITH A REINFORCING COATING**

In article results of researches of schemes of sharpening edge cutting tools with a reinforcing coating. According to the results of the research recommended double-sided sharpening or shaping a chamfer with a negative angle on the front surface.

For a tool with a hardened surface layer double-sided sharpening enables the creation of compressive stresses on the blade tool, which will increase the efficiency of the cutters.

The tool with a film coating of titanium nitride should be encouraged to work on light operating modes of the instrument. The solution of this problem lies in the deposition of multicomponent, multi-layer strengthening coatings to create residual stresses need to the sign and magnitude.

**Key words:** blades, cutters, grinding, cutting, hardening, coating, wood.

**Введение.** Целесообразность и экономическая эффективность технологического процесса упрочнения в первую очередь определяются стойкостью инструмента. Для лезвийного инструмента этот показатель зависит, в том числе и от угловых параметров режущего клина.

Остаточные напряжения в районе лезвия возникают как в процессе нанесения упрочняющих покрытий, так и в процессе эксплуатации инструмента под действием циклических условий нагружения лезвия в период рабочего цикла.

Расчетным путем определить влияние этих параметров на износостойкость инструмента сложно. Разработана методика, сконструирована и изготовлена установка для изучения влияния угловых параметров ножей на процесс внедрения их в обрабатываемый материал, в данном случае, в образцы из натуральной древесины и плитных материалов.

**Основная часть.** Для инструмента с упрочненным слоем целесообразно создать сжимающие напряжения в районе лезвия, что, как известно, положительно влияет на износостойкость режущих кромок инструмента. Лезвие инструмента может быть сформировано в виде одно- или двухскосного клина. В последнем случае в районе режущей кромки формируются сжимающие напряжения при внедрении резца в материал. Аналогичного эффекта достигают и за счет формирования отрицательной фаски по передней поверхности инструмента.

Для изучения влияния угловых параметров резцов на глубину внедрения лезвия под действием разных нагрузок был использован пресс Бринелля. Установка обеспечивает изменения усилия вдавливания с помощью сменных грузов в диапазоне от 1875 Н до 30 кН. Модернизация касалась установки индикатора часового

типа для измерения глубины вдавливания. Использовался индикатор часового типа ИЧ10МН с ценой деления 0,01 мм, предел измерения 0–10 мм, погрешность измерения не более 4 мкм. В шпинделе установки закреплялась специальная оправка с пазом для закрепления сменных резцов. Внешний вид установки приведен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид установки

**Характеристика резцов.** Резцы изготовлены из инструментальной стали 9ХС. Первая партия размером 1,5×28×28 мм. Вторая партия размером 1,5×28×80 мм. Резцы изготавливались в двух экземплярах с односторонней и двухсторонней заточкой. Углы заточки 30, 40, 50, 60°. Твердость резцов HRC 58.

**Характеристика образцов.** Для проведения исследований были изготовлены образцы из древесины березы и ламинированной плиты ДСтП с влажностью 14%. Размеры образцов 18×60×200 мм.

При приложении нагрузки фиксировалось максимальное отклонение стрелки под действием разных нагрузок и по показателям построена графическая зависимость (рис. 2).

С увеличением нагрузки до 500–600 Н наблюдается интенсивное внедрение резца в ламинированную плиту. Увеличение нагрузки свыше 600 Н практически не увеличивает глубину внедрения резца. Такую ситуацию можно объяснить тем, что наступает равновесие между усилием вдавливания резца и величиной напряженного состояния в локальной зоне резания.

Внедрение резца производилось с одно- и двухсторонней заточкой режущего клина. Нижняя графическая зависимость характеризует величину вдавливания резца под различными нагрузками каждый раз на новой поверхности. Верхняя зависимость построена при внедрении резца в один след. Сначала прикладывалась минимальная нагрузка, а затем нагрузка поэтапно увеличивалась до максимального зна-

чения. Как видно из графика, в обоих случаях результаты измерений отличаются незначительно. Измерения в один след позволяют провести замеры на одном образце и сокращают время продолжительности эксперимента. В дальнейшем эксперимент будет проводится по этой методике с увеличением нагрузки до 1 кН.

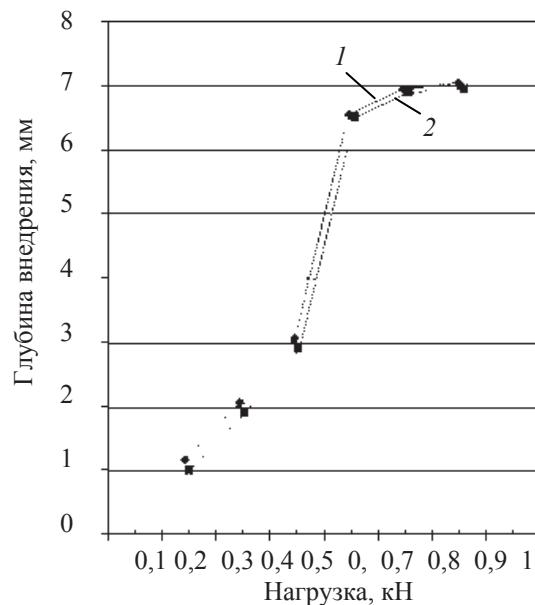


Рис. 2. Глубина внедрения ножа с углом заострения 30° в ламинированную плиту ДСтП под разной нагрузкой. Верхняя зависимость

при вдавливании ножа в один след  
при возрастающей нагрузке, а нижняя –  
каждый замер на новой поверхности:

1 – вдавливание ножа в один след  
при возрастающей нагрузке; 2 – замер  
на новой поверхности

Минимальное усилие, создаваемое на шпинделе пресса Бринелля, составляет 1875 Н. В нашем случае необходимо существенно меньшее усилие для вдавливания резцов в обрабатываемый материал.

Для проведения измерений по изучению влияния угловых параметров резцов на глубину внедрения лезвия была спроектирована и изготовлена установка с меньшим диапазоном нагрузок в сравнении с возможностями пресса Бринелля. Внешний вид установки приведен на рис. 3.

Метод создания переменного усилия внедрения резца в образцы основан по схеме рычажной системы с соотношением плеч 60 к 600 мм. Изменение величины нагрузки производилось эталонными грузами на подвеске.

На рис. 4 приведены результаты внедрения резца в образцы из древесины березы с углом заострения 30°, с одно- и двухсторонней заточной режущего клина. Длина лезвия 28 мм.

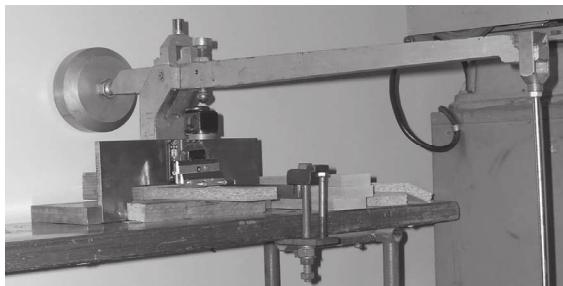


Рис. 3. Установка с усилием внедрения резцов с нагрузкой до 1 кН

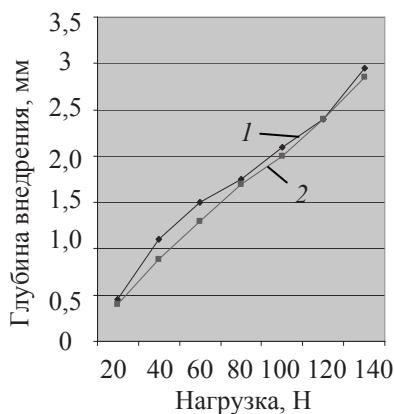


Рис. 4. Влияние схемы заточки на глубину внедрения лезвия в древесину березы при угле заострения  $30^\circ$ :  
1 – односторонняя заточка;  
2 – двухсторонняя заточка

На всех диапазонах нагрузки и углах заострения резцы с односторонней заточкой внедряются на большую глубину. Разница между глубиной внедрения резцов с односторонней и двухсторонней заточкой незначительна и для реального инструмента будет иметь небольшое значение. Для инструмента с упрочненным поверхностным слоем двухсторонняя заточка обеспечивает создание сжимающих напряжений на лезвии инструмента, что увеличит работоспособность резцов [1].

Характер зависимости глубины внедрения лезвия от величины нагрузки аналогичен как для образцов из натуральной древесины, так и для образцов из ламинированной плиты. Отличие состоит в том, что глубина внедрения резцов с двухсторонней заточкой оказалась незначительно, но все-таки большей в сравнении с односторонней заточкой резцов. Объяснения следует искать в существенном градиенте твердости поверхностного слоя и материала плиты.

Продавливание поверхностного слоя резцами с односторонней заточкой происходит по наклонной поверхности с одной стороны лезвия. Двухсторонняя заточка резца обеспечивает симметричное нагружение по обе стороны лезвия. После продавливания пленочного покрытия с двух сторон лезвия дальнейшее углубление лезвия происходит в более мягкую сердцевину плиты.

Эффективность упрочняющих технологий нанесения пленочных покрытий из нитрида титана (TiN) проверялась при производственных испытаниях опытных ножей рубильных машин.

Вдоль лезвия видна более светлая полоса, с которой в процессе эксплуатации был удален упрочняющий слой толщиной 5 мкм. Зазубрины на лезвии указывают на попадание в зону резания инородного тела (металла или камня), что привело к аварийному выходу инструмента из строя. Объем нарубленной щепы за рабочее время составил 150–200 м<sup>3</sup> плотной древесины.

Высокая интенсивность износа пленочного покрытия объясняется жесткими режимами эксплуатации ножей. Весь объем древесины собственно превращается в отходы и перемещается по передней поверхности инструмента. Тогда как при обычной схеме эксплуатации дереворежущего инструмента в отходы, стружку уходит небольшой объем. Инструмент с пленочным покрытием из нитрида титана следует рекомендовать для работы на легких режимах эксплуатации инструмента. Решение проблемы видится в нанесении многокомпонентных, многослойных упрочняющих покрытий [2], создании остаточных напряжений нужного знака и величины [3, 4].

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Для дереворежущего лезвийного инструмента с упрочненным слоем рекомендуется производить двухстороннюю заточку лезвия, что обеспечивает увеличение механической прочности лезвия и увеличение износостойкости упрочняющего слоя.

2. При нежелательности или невозможности производить двухстороннюю заточку резцов, рекомендуется формировать фаску с отрицательным углом по передней поверхности в пределах  $3\text{--}5^\circ$ . В этом случае при перезаточках резцов по задней поверхности упрочненный слой будет сохраняться на передней поверхности на все время эксплуатации инструмента.

## Литература

- Филиппов Г. В. Режущий инструмент. Л.: Машиностроение, 1981. С. 126–127.
- Алифанов А. В., Александров В. Н., Бурносов Н. В., Толкачева О. А. Нанесение многослойных упрочняющих покрытий на дереворежущий инструмент в условиях вакуума. Труды БГТУ, серия II, Лесная и деревообраб. пром-сть, 2009, выпуск XVII. С. 239–242.

3. Остаточные напряжения: учеб. пособие / Ж. А. Мрочек [и др.]. Минск: Технопринт, 2003. 352 с.
4. Остаточные напряжения в покрытии из нитрида титана, осажденного в вакууме / Н. В. Матвеев [и др.] // Проблемы прочности. 1985. № 5. С. 90–93.

### References

1. Fillipov G. V. *Rezhushchiy instrument* [Cutting tools]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1981. Pp. 126–127.
2. Alifanov A. V. Alekhnovich V. N., Burnosov N. V., Tolkacheva O. A. Application of multilayer strengthening coatings on wood-cutting tools in a vacuum. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series II, Forest and woodworking industry, 2009, issue XVII, pp. 239–242 (In Russian).
3. Mroczek Zh. A. Makarevich S. S., Kozhuro L. M., Pashkevich M. F., Il'yushchenko A. F. *Ostatochnye napryazheniya: ucheb. posobie* [Residual stress. Training manual]. Minsk, Tehnoprint Publ., 2003. 352 p.
4. Matveev N. V., Krasnov A. N., Miloserdov I. V., Oreshchenkov Yu. V., Izvolenskiy E. V. Residual stresses in the coating of titanium nitride deposited in vacuum. *Problemy prochnosti* [Strength of materials], 1985, no. 5. pp. 90–93 (In Russian).

### Информация об авторах

**Карпович Сергей Семенович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Новые материалы и технологии». Филиал Белорусского национального технического университета «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ» (220107, г. Минск, пр-т Партизанский, 77, Республика Беларусь). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

**Пискунова Ольга Юрьевна** – инженер кафедры материаловедения и технологии металлов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: olgurievn@mail.ru

**Карпович Семен Иванович** – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник кафедры материаловедения и технологии металлов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

### Information about the authors

**Karpovich Sergey Semenovich** – PhD (Engineering), Assistant Professor, Head of the Department “New Materials and Technologies”. Branch of the Belarusian National Technical University “Institute for Advanced Studies and Retraining for New Areas of Engineering, Technology and Economy BNTU” (77, Partizanskiy Ave., 220107, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

**Piskunova Ol'ga Yur'yevna** – engineer, the Department of Material Science and Metal Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: olgurievn@mail.ru

**Karpovich Semyeon Ivanovich** – PhD (Engineering), Assistant Professor, Leading Researcher, the Department of Material Science and Metal Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

Поступила 15.02.2016