

УДК 674.055:621.914.3

А. А. Гришкевич, С. А. Гриневич, Г. В. Алифировец
Белорусский государственный технологический университет

УВЕЛИЧЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ НОЖЕЙ ПРОФИЛЯТОРОВ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКОВ

В данной статье представлены результаты влияния изменения температуры ионно-плазменного азотирования на период стойкости ножей профиляторов фрезерно-брусующих станков.

Фрезерование – процесс резания вращающимися резцами, в котором траекторией резания является циклоида. Технологической целью фрезерования является преимущественно окончательное формирование поверхностей деталей.

Изучение процесса формирования технологической щепы и пилопродукции при обработке древесины на таких станках позволяет сделать процесс менее трудоемким и энергозатратным. Существенное влияние на энергопотребление процесса агрегатной переработки древесины оказывает качество подготовки и заточки режущего инструмента.

Одним из способов повышения полезного выхода пиломатериалов при обработке на фрезерно-брусующих станках является применение технологии профилирования пиломатериалов. Профилирование является наиболее экономичным способом производства пиломатериалов и позволяет за один проход получить обрезную основную и боковую продукцию. Фрезерно-профилирующая технология обеспечивает производительность фрезерно-брусующей линии и увеличивает полезный выход пилопродукции.

Процесс ионно-плазменного азотирования как эффективный метод повышения эксплуатационных свойств изделий из различных типов конструкционных и инструментальных сталей активно внедряется в современное производство. Благодаря своим уникальным возможностям, азотирование рассматривается как альтернативный метод цементации и карбонитрированию.

Ключевые слова: фрезерование, фреза, профилирование, азотирование, режимы.

A. A. Grischkevich, S. A. Grinevich, G. V. Alifirovets
Belarusian State Technological University

INCREASING THE PERIOD OF RESISTANCE OF KNIVES OF PROFILERS OF MILLING AND BRUSHING MACHINES

This article presents the results of the influence of changes in the temperature of ion-plasma nitriding on the period of stability of the knives of profilers of milling machines.

Milling is a process of cutting with rotating cutters, in which the cutting path is a cycloid. The technological purpose of milling is mainly to form the surfaces of parts in a consistent manner.

The study of the process of forming technological chips and saw products when processing wood on such machines makes the process less labor-intensive and energy-consuming. The quality of preparation and sharpening of the cutting tool has a significant impact on the energy consumption of the process of aggregate wood processing.

One of the ways to increase the useful yield of lumber when processing on milling and milling machines is the use of technology for profiling lumber. Profiling is the most economical way to produce lumber. Profiling technology allows you to get edged main and side products in one pass. Milling and profiling technology allows you to ensure the productivity of the milling and paving line and increase the useful output of saw products.

The nitriding process as an effective method of improving the performance properties of products made of various types of structural and tool steels is actively implemented in modern production. Due to its unique capabilities, nitriding is considered as an alternative method of cementation and carbonitriding.

Key words: milling, milling, profiling, nitriding, modes.

Введение. На сегодняшний день актуальной задачей в лесной и деревообрабатывающей промышленности является обеспечение более глубокой переработки древесины, снижение количества потерь древесины в стружку, повышение эффективности использования оборудования. Наиболее перспективным направлением

решения поставленных задач считается использование технологии агрегатной переработки древесины. Основным оборудованием для агрегатной переработки древесины являются фрезерно-брусующие станки. Назначение фрезерно-брусующих станков – комплексная обработка бревна путем переработки удаляемой ча-

сти в технологическую щепу. Достоинства фрезерно-брусующих станков заключаются в простоте конструкции, надежности и высокой производительности.

В настоящее время на многих крупных предприятиях лесной и деревообрабатывающей отрасли Республики Беларусь установлены линии агрегатной переработки древесины, в состав которых входят брусующие и профилирующие узлы. Линии агрегатной переработки древесины состоят из нескольких узлов. Как правило, узел первого прохода предназначен для обработки окоренного бревна путем фрезерования горбыльной части с целью получения полубруса, технологической щепы и поворота полубруса вокруг своей оси на 90° . Узел второго прохода предназначен для фрезерования, профилирования и пиления полубруса. После обработки полубруса в узле второго прохода образуется брус и две боковые доски. Профилирование пиломатериалов представляет собой процесс механической обработки двух- или четырехкантных брусьев цилиндрическими фрезами с целью придания им ступенчатой формы, что в дальнейшем упрощает процесс переработки. Последующая распиловка ступенчатого бруса многопильным круглопильным станком позволяет получить обрезные пиломатериалы без применения специализированного оборудования (обрезных станков и рубительных машин), что значительно уменьшает энергоемкость процесса получения пиломатериалов и технологической щепы.

Профиляторы представляют собой фрезерные агрегаты, расположенные с двух сторон перерабатываемого материала и формирующие ступенчатую поверхность методом продольно-торцевого цилиндрического полужакрытого фрезерования.

Основная часть. Целью работы является изучение влияния температуры ионно-плазменного азотирования на период стойкости ножей профиляторов фрезерно-брусующих станков.

Технологическое оборудование лесопильного завода ОАО «Борисовский ДОК» предназначено для комплексной переработки пиловочных бревен диаметром 10–34 см (в вершинном срезе бревна) со скоростью до 45 м/мин.

На территории предприятия «Борисовский ДОК» установлена современная фрезерно-брусующая линия фирмы LINCK производства Германии, в состав которой входит фрезерно-пильный станок VPS (рис. 1).

Режущим инструментом фрезерно-пильной машины VPS 22 являются плоские ножи (рис. 2).

Промышленность Республики Беларусь не обеспечивает деревообрабатывающие предпри-

ятия страны инструментом для фрезерно-брусующих агрегатов. Поэтому актуальной задачей является разработка способов повышения периода стойкости дереворежущего инструмента для данного типа оборудования. Главным требованием является то, что упрочненный инструмент по своим характеристикам не должен уступать аналогам импортных производителей, таких как FABA (Польша), LEITZ и Leuco (Германия). Для реализации поставленной цели была изготовлена опытная партия ножей в количестве 8 штук.



Рис. 1. Фрезерно-пильный станок VPS

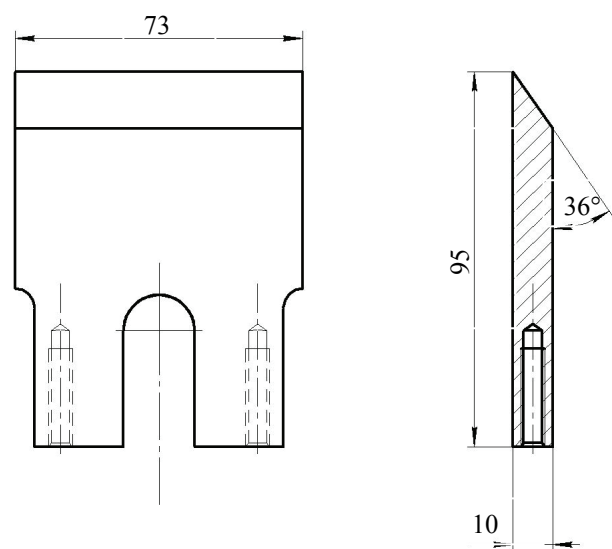


Рис. 2. Плоский нож

Для определения химического состава были взяты образцы материала импортных ножей и в центре физико-химических методов исследований БГТУ при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV, оснащенного системой химического микроанализа EDX JED-2210, было установлено, что инструмент изготовлен из стали СТ6Х4М2ФС. Характеристики данного материала схожи с характеристиками

стали 8Х6НФТ, соответствующей ГОСТ 5950 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия» [1]. Однако изготовленная партия ножей не соответствовала критериям поверхностной твердости, и коллективом автором совместно со специалистами ФТИ НАН Республики Беларусь было решено произвести их поверхностное упрочнение методом ионно-плазменного азотирования.

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – это разновидность химико-термической обработки инструмента, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя стали азотом или азотом и углеродом в азотно-водородной плазме при температуре 350–600°C.

Преимуществами ионно-плазменного азотирования являются [4]:

- более высокая поверхностная твердость азотированных деталей;
- отсутствие деформации деталей после обработки;
- повышение предела выносливости и увеличение износостойкости обработанных деталей;
- более низкая температура обработки, благодаря чему в стали не происходит структурных превращений;
- сохранение твердости азотированного слоя даже после нагрева до 600–650°C;
- возможность обработки изделий сложных форм;
- отсутствие загрязнения окружающей среды.

Для определения оптимальных режимов упрочнения методом ионно-плазменного азотирования было произведено упрочнение плоских ножей при температурах 400, 450 и 500°C. Остальные параметры: давление $P = 60$ Па, подача азота – 33 л/ч, подача водорода – 5 л/ч, время азотирования – 12 ч. В дальнейшем проводились промышленные испытания с обработанными таким образом ножами на ОАО «Борисовский ДОК» на фрезернопильной машине VPS 22.

Результаты испытаний показали, что ножи, упрочненные при температуре 400°C, переработали 400 м³ древесины и радиус округления режущей кромки составил 436 мкм.

Ножи, упрочненные при температуре 450°C, переработали 1500 м³ древесины и радиус округления режущей кромки составил 314 мкм. Ножи, упрочненные методом ионно-плазменного азотирования при температуре 500°C, переработали 2500 м³ древесины и радиус округления режущей кромки составил 91 мкм. Для сравнения: ножи производства фирмы FABA переработали также 2500 м³ древесины и радиус округления режущей кромки составил 85 мкм. Построим графические зависимости средней твердости образцов ножей от температуры ионно-плаз-

менного азотирования и средней стойкости образцов ножей от их средней твердости. Зависимости приведены на рис. 3, 4.

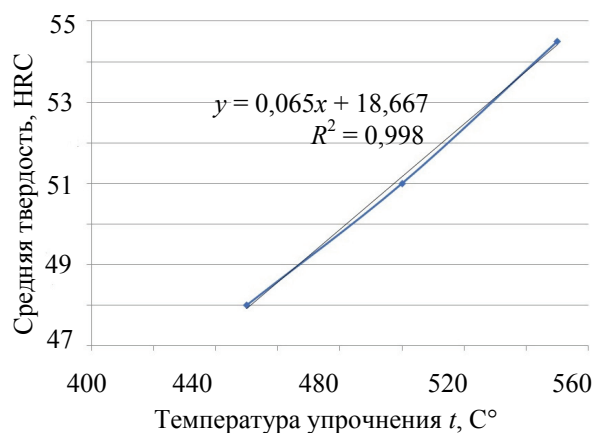


Рис. 3. Зависимость средней твердости образцов ножей от температуры ионно-плазменного азотирования

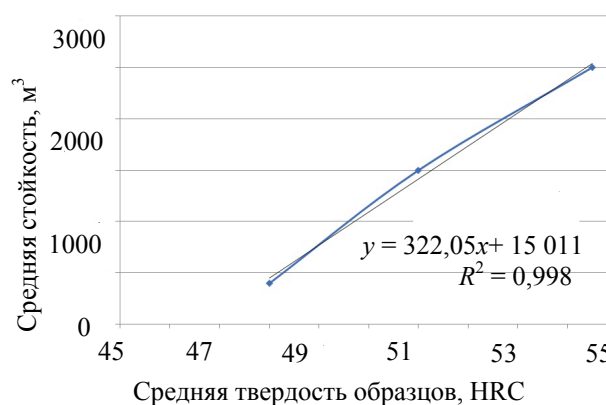


Рис. 4. Зависимость средней стойкости образцов ножей от их средней твердости после ионно-плазменного азотирования

На диаграммах, представленных на рис. 3 и 4, представлены также линии тренда с линейной аппроксимацией, выполненные в пакете Excel. Величины достоверности аппроксимации R^2 в первом случае составили 0,998, а во втором – 0,9948, что позволяет говорить о возможности линейной корреляции величин в рассматриваемом диапазоне.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований можем сделать следующие выводы:

- период стойкости ножей отечественного производства, упрочненных методом ионно-плазменного азотирования при температуре нагрева 550°C, сравним с периодом стойкости импортных ножей;
- зависимость средней твердости ножей от температуры ионно-плазменного азотирования может быть описана линейной функцией $y = 0,065x + 18,667$ с достоверностью аппроксимации 0,998;

– зависимость средней стойкости ножей, упроченных методом ионно-плазменного азотирования, от их средней твердости ножей мо-

жет быть описана линейной функцией $y = 322,05x + 15\,011$ с достоверностью аппроксимации 0,9948.

Список литературы

1. 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. 187 с.
2. Боровиков Е. М., Фефилов Л. А., Шестаков В. В. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная промышленность, 1985. 216 с.
3. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия: ГОСТ 5950. М.: Издательство стандартов, 2004. 146 с.
4. Влияние ионно-лучевого азотирования дереворежущего инструмента, изготовленного из быстрорежущей стали, на период его стойкости / А. В. Белый [и др.]. Минск: ФТИ НАН Беларуси, БГТУ, 2016. С. 185–187.
5. Адаптивный фрезерный инструмент и условие устойчивой его работы / А. А. Гришкевич [и др.] // Труды БГТУ. 2016. № 2 (184): Лесная и деревообрабатывающая промышленность. С. 275–280.

References

1. Rapovets V. V. *Kompleksnaya obrabotka drevesiny frezami so spiral'nym raspolozheniyem sbornyykh dvukhlezyynykh nozhey, obespechivayushchaya kachestvo produktsii i snizheniye energozatrat. Dis. kand. tekhn. nauk* [Complex wood processing with mills with a spiral arrangement of two-blade prefabricated knives, ensuring product quality and reducing energy consumption. Dis. cand. tech. sciences]. Minsk, 2011. 187 p.
2. Borovikov E. M., Fefilov L. A., Shestakov V. V. *Lesopileniye na agregatnom oborudovanii* [Sawmilling on aggregate equipment]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1985. 216 p.
3. GOST 5950. Bars, strips and coils of tool alloy steel. General specifications. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 146 p. (In Russian)
4. Bely A. V., Garanin V. N., Grishkevich A. A., Anikeynko A. F. *Vliyaniye ionno-luchevogo azotirovaniya derevozrezchushchego instrumenta, izgotovlennogo iz bystrorezchushchey stali, na period ego deystviya* [The Influence of ion-beam nitriding of wood-cutting tools made of high-speed steel on the period of its resistance]. Minsk, FTI NAN Belarusi Publ., BGTU Publ., 2016. P. 185–187.
5. Grishkevich A. A., Vikhrenko V. S., Garanin V. N., Anikeenko A. F. Adaptive milling tool and the condition of its stable work. *Trudy BGTU* [Proceedings of BGTU], series 2, Forest and Woodworking Industry, 2016, no. 2, pp. 275–280 (In Russian).

Информация об авторах

Гришкевич Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: dosy@belstu.by

Гриневич Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gres410a@ya.ru

Алифировец Григорий Васильевич – заведующий лабораторией кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: alifirovez@tut.by

Information about the authors

Grishkevich Aleksandr Aleksandrovich – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dosy@belstu.by

Grinevich Sergey Anatol'yevich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gres410a@ya.ru

Alifirovets Grigoriy Vasil'yevich – Head of the laboratory, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alifirovez@tut.by

Поступила 12.03.2020