

УДК 674.05:621.923.6

А. А. Гришкевич, Д. Л. Болочко

Белорусский государственный технологический университет

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
УСЛОВИЙ САМОЗАТАЧИВАНИЯ ЛЕЗВИЯ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА**

Период стойкости дереворежущего инструмента и мощность на резание определяющим образом связаны с радиусом округления режущей кромки лезвия, который в процессе работы постоянно изменяется.

В настоящее время, время развития науки о режущих инструментах, основной проблемой следует считать исследование физической сущности износа – затупления режущих инструментов и выбор оптимальных, более износостойких материалов для изготовления режущих элементов, а также совершенствование геометрических параметров дереворежущего инструмента и выбор оптимальных режимов резания.

Одним из путей увеличения производительности деревообрабатывающего оборудования является увеличение периода стойкости инструмента, который определяется радиусом округления режущей кромки. Поэтому сохранить неизменным установленный радиус округления является задачей актуальной и своевременной. Особенно это касается высокопроизводительных линий машин, где продолжительность замены инструмента очень сильно сказывается на себестоимости производимой продукции.

Достичь неизменности установленного радиуса округления режущей кромки лезвия возможно при использовании в инструменте так называемого эффекта самозатачивания. При этом механизмы реализации этого эффекта могут быть разными.

В настоящей работе представлены результаты исследований по изучению механизма самозатачивания лезвий с целью создания в дальнейшем дереворежущих инструментов, работающих по этому принципу.

Ключевые слова: лезвие, износ, режущая кромка, самозатачивание, радиус округления, угол заточки.

Для цитирования: Гришкевич А. А., Болочко Д. Л. Результаты исследований определения условий самозатачивания лезвия дереворежущего инструмента // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 350–355.

A. A. Grishkevich, D. L. Bolochko

Belarusian State Technological University

**STUDY RESULTS DEFINITIONS CONDITIONS FOR SELF-GROUNDING
OF THE WOOD CUTTING BLADE TOOL**

The durability period of a wood-cutting tool and the cutting power are in a decisive way related to the radius of rounding of the cutting edge of the blade, which constantly changes during operation.

At present, the time of the development of the science of cutting tools, the main problem should be considered the study of the physical nature of wear - bluntness of cutting tools and the choice of optimal, more wear-resistant materials for the manufacture of cutting elements, as well as improving the geometric parameters of wood cutting tools and the choice of optimal modes cutting.

One of the ways to increase the productivity of woodworking equipment is to increase the tool life, which is determined by the radius of the cutting edge rounding. Therefore, keeping the set rounding radius unchanged is a topical and timely task. This is especially true for high-performance machine lines, where the duration of tool replacement has a very strong effect on the cost of production.

It is possible to achieve the invariability of the set radius of rounding of the cutting edge of the blade when using the so-called self-sharpening effect in the tool. In this case, the mechanisms for the implementation of this effect may be different.

This work presents the results of studies on the study of the mechanism of self-sharpening of blades in order to create in the future wood-cutting tools operating on this principle.

Key words: blade, wear, cutting edge, self-sharpening, rounding radius, sharpening angle.

For citation: Grishkevich A. A., Bolochko D. L. Study results definitions conditions for self-grounding of the wood cutting blade tool. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2021, no. 2 (246), pp. 350–355 (In Russian).

Введение. В современных условиях совершенствование инструмента происходит в тесной взаимосвязи с развитием станкостроения и технологического процесса. Выбор инструмента делается с учетом технологического процесса обработки детали и станка, на котором выполняется конкретная технологическая операция. Хороший режущий инструмент обеспечивает высокую производительность труда при требуемом качестве обработки деталей. Роль режущего инструмента в современном производстве настолько велика, что у производителей входит в обращение пресловутая фраза: «Все дивиденды предприятий сидят на острие режущего инструмента» [1].

Лезвие режущего инструмента при срезании припуска с обрабатываемой заготовки под действием сил трения подвергается износу. Затупление лезвий характеризуется изменением их микрогеометрии в процессе резания. Критерий затупления характеризуется максимально допустимым значением износа режущего инструмента, после достижения которого наступает его отказ, т. е. неработоспособное состояние. Продолжение резания таким лезвием приведет к недопустимому нарушению установленных показателей обработки древесины.

Целью настоящего исследования является изучение эффекта самозатачивания многослойного лезвия, обеспечивающего постоянство радиуса округления режущей кромки, при обработке древесины насадным фрезерным инструментом.

Основная часть. Для успешной работы дереворежущего инструмента необходимо, чтобы он обладал определенным комплексом свойств, соответствующих условиям его работы [2].

Фрезерный инструмент имеет многочисленные конструктивные формы и является основным режущим инструментом фрезерных станков [3].

В настоящее время существует множество производителей фрезерного дереворежущего инструмента, среди которых наиболее крупными являются Leuco, Leitz, Иберус-Киев и др.

При проектировании вращающихся инструментов должно быть уделено серьезное внимание условиям безопасности применения инструментов, таким как прочное крепление вставных ножей, проверка прочности пайки, обтекаемая форма инструмента, балансировка, соответствующее качество материалов для изготовления инструмента [4].

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов спроектирована и изготовлена экспериментальная фреза с самозатачивающимися ножами (рис. 1).

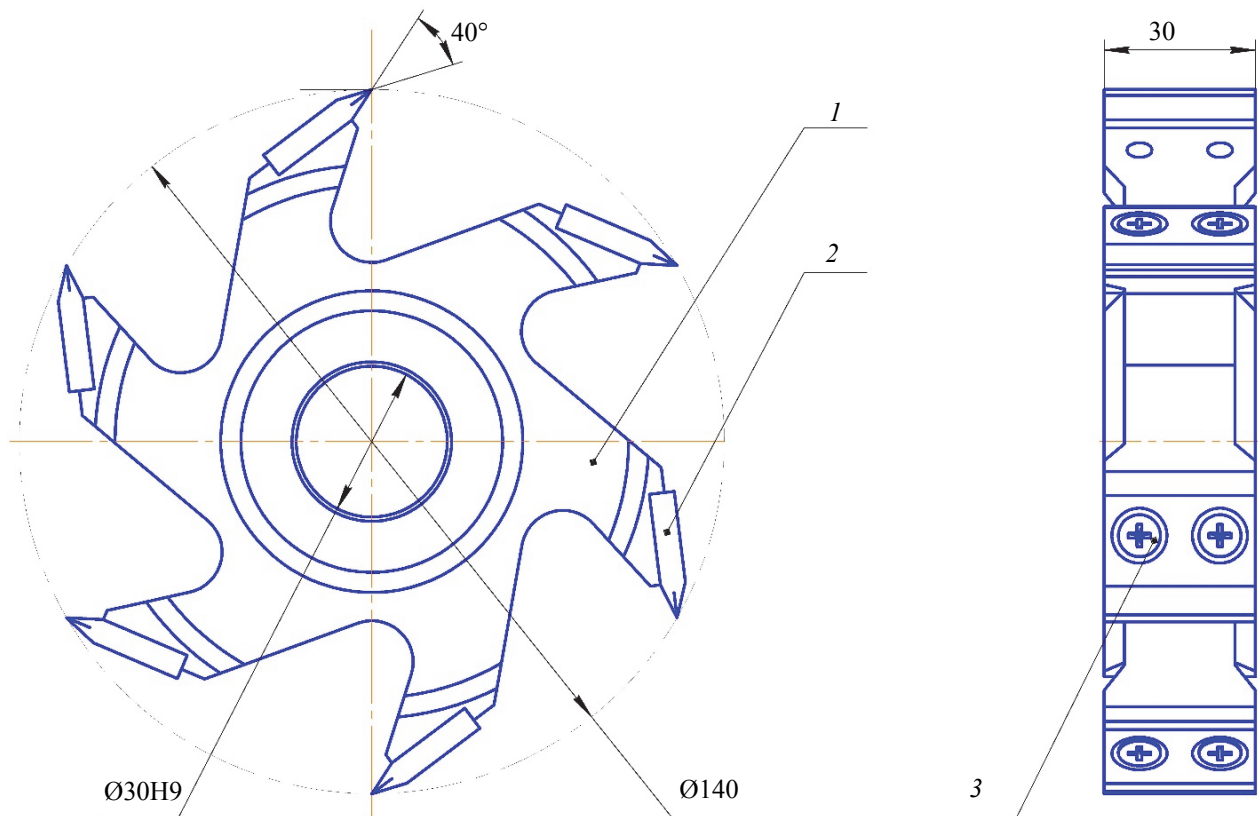


Рис. 1. Фреза с самозатачивающимися ножами:

1 – корпус инструмента;

2 – самозатачивающийся нож; 3 – винт

Фреза насадная сборная состоит из цельного корпуса 1 и сменных ножей 2, закрепленных на корпусе при помощи винтов 3. Корпус изготавливается из одного куска металла, имеет отверстие для установки инструмента на шпиндельные насадки. Конструкция фрезы соответствует требованиям, установленным ГОСТами [5, 6].

Ранее в работе [7] было представлено самозатачивающееся лезвие с выемкой в форме канавки на режущей кромке, выполненной по биссектрисе угла лезвия по всей длине и заполненной материалом из нитрида, карбида или карбонитрида, тугоплавкого металла (рис. 2).

Такая конструкция ножа позволяет образовывать режущую кромку, которая обладает эффектом замозатачивания. В процессе работы поверхности ножа изнашиваются быстрее, чем более износостойкий тугоплавкий материал выемки режущей кромки [8].

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов создана эксперименталь-

ная установка на базе четырехстороннего продольно-фрезерного станка Unimat 23EL, конструкция которого включает в себя станину, на которой смонтированы шесть шпинделей, подающая траверса, механизмы привода и настройки [9, 10].

На рис. 3 представлена фотография машины и узлов Unimat 23EL с экспериментальным инструментом.

Фреза с самозатачивающимися ножами установлена на первый правый вертикальный шпиндель, настройка которого производится путем его перемещения по вертикали и горизонтали вручную при помощи рукоятки [11].

Методика эксперимента – это совокупность приемов, позволяющих разумно поставить эксперимент, сообразуясь с целью исследования, со стремлением получить максимальную информацию при ограниченном числе опытов, а также правильно обработать и интерпретировать результаты эксперимента [12].

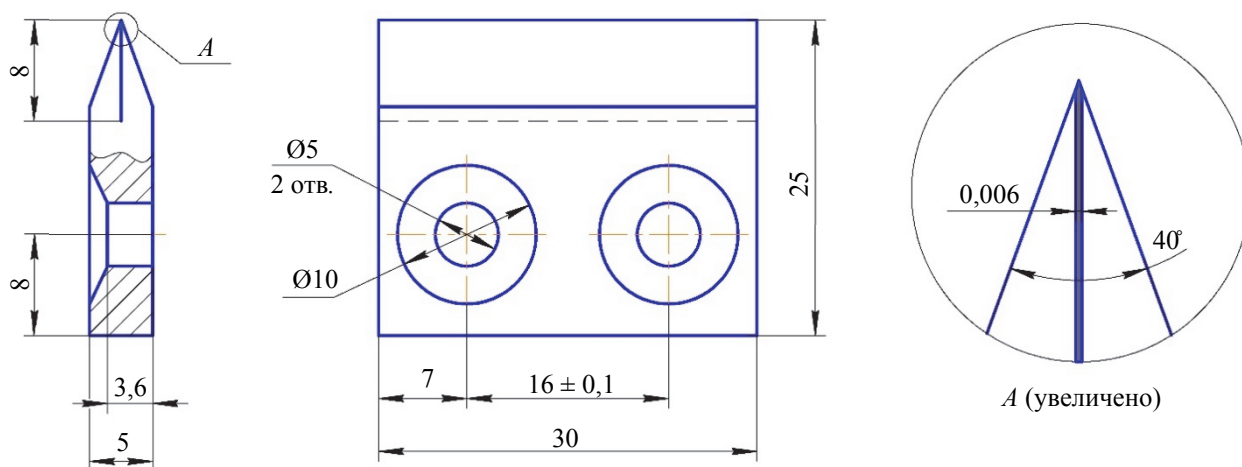


Рис. 2. Самозатачивающейся нож



а



б

Рис. 3. Экспериментальная установка:
а – машина Unimat 23EL; б – экспериментальный инструмент

В нашем случае для постановки эксперимента определены режимы обработки (таблица) и выбран обрабатываемый материал породы сосны длиной 1500 мм, шириной 90 мм и толщиной 25 мм.

Экспериментальные данные

Параметр	Значение
Частота вращения шпинделя, n , мин ⁻¹	3000
Количество лезвий, z , шт.	1
Радиус окружности резания, R , мм	71,47
Снимаемый припуск, h , мм	3
Скорость подачи, V_s , м/мин	6

Скорость резания V_e , м/с, определяется по зависимости [13]

$$V_e = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \tag{1}$$

где n – частота вращения шпинделя станка, мин⁻¹; D – диаметр резания, мм.

Тогда

$$V_e = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 71,47 \cdot 3000}{60 \cdot 1000} = 22,44 \text{ м/с.}$$

Длина дуги контакта l_k , мм, определяется по формуле [14]

$$l_k = \sqrt{h \cdot D}, \tag{2}$$

где h – высота снимаемого слоя, мм.

Тогда, подставив значения, получим

$$l_k = \sqrt{3 \cdot 2 \cdot 71,47} = 20,7 \text{ мм.}$$

Подача на нож S_z , мм, определяется по формуле [13]

$$S_z = \frac{1000 \cdot V_s}{z \cdot n}, \tag{3}$$

где V_s – скорость подачи, м/мин; z – количество лезвий, шт.

Подставив данные из таблицы в формулу (3), получим

$$S_z = \frac{1000 \cdot 6}{1 \cdot 3000} = 2 \text{ мм.}$$

Путь контакта режущей кромки лезвия в материале в одной доске за 1 проход $\sum l_k$, мм, определяется по зависимости [15]

$$\sum l_k = l_k \cdot \frac{L_{\text{заг}}}{S_z}, \tag{4}$$

где $L_{\text{заг}}$ – длина заготовки, мм.

$$\sum l_k = 20,7 \cdot \frac{1500}{2} = 15\,525 \text{ мм} \approx 15,5 \text{ м п.}$$

Суммарный путь контакта режущей кромки лезвия в материале в 14 досках $\sum l_{\text{мат}}$, м п., равен

$$\sum l_{\text{мат}} = \sum l_k \cdot k \cdot t, \tag{5}$$

где k – количество проходов в одной доске; t – количество досок.

$$\sum l_{\text{мат}} = 15,5 \cdot 8 \cdot 14 = 1736 \text{ м п.}$$

На рис. 4 представлена микрогеометрия режущей кромки острого лезвия и лезвия, потерявшего режущую способность.

Радиус закругления лезвия не может в полной мере характеризовать работоспособность режущего инструмента. Одно и то же состояние лезвия для одних условий считается тупым, неработоспособным, а для других условий – достаточно острым и работоспособным.

Понятия «работоспособность» и «затупление» всегда следует рассматривать во взаимосвязи с результатами работы лезвия: шероховатостью и точностью обработанной поверхности, получением ломанной стружки, энергопотреблением, производительностью и параметрами шума [1].

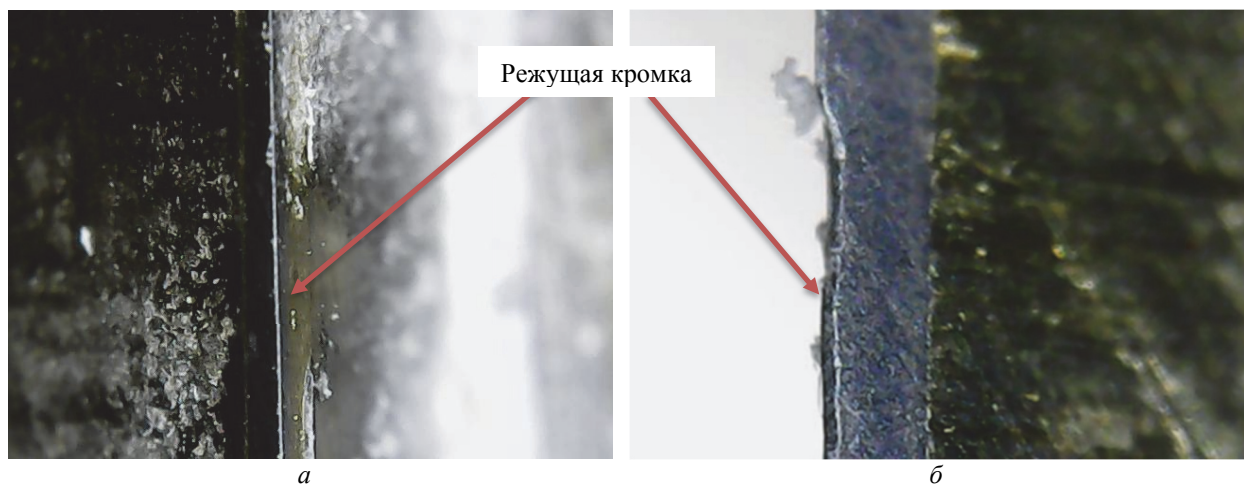


Рис. 4. Микрогеометрия режущей кромки:
 а – острое лезвие; б – лезвие, потерявшее режущую способность

На рис. 5 представлена получаемая стружка при обработке заготовок лезвием, потерявшим режущую способность.



Рис. 5. Получаемая стружка при обработке лезвием, потерявшим режущую способность

Как видно из рис. 5, при обработке лезвием, потерявшим режущую способность, получалась

ломанная стружка. К тому же в процессе появлялись ударные нагрузки, приводящие к шуму и вибрации. Указанные параметры определяют критерий затупления.

Заключение. В работе предложено возможное техническое решение конструкции экспериментального многослойного лезвия.

Экспериментальные исследования показали, что в процессе работы поверхностные слои лезвия изнашиваются быстрее, чем более износостойкий тугоплавкий материал выемки режущей кромки. В конечном итоге, когда базовый материал лезвия стерся и не обеспечивал достаточную опору для всего материала выемки, микрочастицы выемки отрывались, после чего оставался более тонкий слой на кромке лезвия. Такой непрерывный износ будет поддерживать неизменность радиуса округления кромки лезвия.

В дальнейшем будут проводиться исследования по уточнению физико-механических свойств материала переходных слоев лезвия и их количества.

Список литературы

1. Глебов И. Т. Дереворежущий инструмент. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 197 с.
2. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты. М.: Лесная пром-сть, 1971. 344 с.
3. Зотов Г. А., Швырев Ф. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента. М.: Лесная пром-сть, 1986. 301 с.
4. Раповец В. В. Проектирование и производство деревообрабатывающего инструмента. Минск: БГТУ, 2015. 74 с.
5. Фрезы дереворежущие насадные цилиндрические сборные. Технические условия: ГОСТ 13932–80. Введ. 01.01.1982. М.: Изд-во стандартов, 1980. 7 с.
6. Фрезы насадные, оснащенные твердым сплавом, для обработки древесных материалов и пластиков. Технические условия: ГОСТ Р 52419–2005. Введ. 27.12.2005. М.: Стандартинформ, 2005. 12 с.
7. Гришкевич А. А., Гаранин В. Н., Болочко Д. Л. Увеличение периода стойкости ножей самозатачиванием их лезвий // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2019. № 2 (222). С. 294–297.
8. Самозатачивающееся лезвие: пат. № 20824 Респ. Беларусь; заявл. 05.12.2013; опубл. 28.11.2016.
9. Оборудование для производства мебели. URL: <http://stankowood.ru/catalog/offers/3513/> (дата обращения: 22.03.2021).
10. Гриневич С. А. Конструкции деревообрабатывающего оборудования. Минск: БГТУ, 2016. 76 с.
11. Гришкевич А. А., Гаранин В. Н. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2014. 88 с.
12. Горский В. Г. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия, 1974. 264 с.
13. Гришкевич А. А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Минск: БГТУ, 2012. 109 с.
14. Бершадский А. Л. Резание древесины. Минск: Выш. шк., 1975. 303 с.
15. Глебов И. Т. Расчет режимов резания. Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. 155 с.

References

1. Glebov I. T. *Derevorezhushchiy instrument* [Wood cutting tools]. Yekaterinburg, USFEU Publ., 2002. 197 p.
2. Grube A. E. *Derevorezhushchiye instrumenty* [Wood-cutting tools]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1971. 344 p.
3. Zotov G. A., Shvyrev F. A. *Podgotovka i ekspluatatsiya derevorezhushchego instrumenta* [Preparation and operation of wood-cutting tools]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1986. 301 p.

4. Rapovets V. V. *Proyektirovaniye i proizvodstvo derevoobrabatyvayushchego instrumenta* [Design and production of woodworking tools]. Minsk, BGTU Publ., 2015. 74 p.
5. GOST 13932–80. *Frezy derevorezhushchiye nasadnyye tsilindricheskiye sbornyye. Tekhnicheskiye usloviya* [Mills wood-cutting shell-mounted cylindrical prefabricated. Specifications]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1980. 7 p. (In Russian).
6. GOST R 52419–2005. *Frezy nasadnyye, osnashchennyye tverdym splavom, dlya obrabotki drevesnykh materialov i plastikov. Tekhnicheskiye usloviya* [Shell cutters, equipped with carbide, for processing wood materials and plastics. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2005. 12 p. (In Russian).
7. Grishkevich A. A., Garanin V. N., Bolochko D. L. Increasing the durability period of knives by self-sharpening their blades. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2019, no. 2 (222), pp. 294–297 (In Russian).
8. Grishkevich A. A., Chayevskiy V. V. *Samozatachivayushcheyesya lezviye* [The self-sharpened edge]. Patent BY, no. 20824, 2016.
9. *Oborudovaniye dlya proizvodstva mebeli* [Equipment for the production of furniture]. Available at: <http://stankowood.ru/catalog/offers/3513/> (accessed 22.03.2021).
10. Grinevich S. A. *Konstruktsii derevoobrabatyvayushchego oborudovaniya* [Constructions of wood-working equipment]. Minsk, BGTU Publ., 2016. 76 p.
11. Grishkevich A. A., Garanin V. N. *Mekhanicheskaya obrabotka drevesiny i drevesnykh materialov, upravleniye protsessami rezaniya. Laboratornyy praktikum* [Mechanical processing of wood and wood materials, control of cutting processes. Laboratory workshop]. Minsk, BGTU Publ., 2014. 88 p.
12. Gorskiy V. G. *Planirovaniye promyshlennykh eksperimentov* [Planning of industrial experiments]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1974. 264 p.
13. Grishkevich A. A. *Mekhanicheskaya obrabotka drevesiny i drevesnykh materialov, upravleniye protsessami rezaniya* [Mechanical processing of wood and wood materials, control of cutting processes]. Minsk, BGTU Publ., 2012. 109 p.
14. Bershadskiy A. L. *Rezaniye drevesiny* [Wood cutting]. Minsk, Vysheyshaya shkola Publ., 1975. 303 p.
15. Glebov I. T. *Raschet rezhimov rezaniya* [Calculation of cutting modes]. Yekaterinburg, UGLTU Publ., 2005. 155 p.

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

Болочко Дмитрий Леонидович – аспирант кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: dima.bolochko.94@mail.ru

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

Bolochko Dmitry Leonidovich – PhD student, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dima.bolochko.94@mail.ru

Поступила 25.03.2021