

УДК 674.055:621.914.2

**А. А. Гришкевич, В. Н. Гаранин, А. Ф. Аникеенко, А. С. Кукреш**  
Белорусский государственный технологический университет

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА С ИЗМЕНЯЕМЫМ УГЛОМ НАКЛОНА КРОМКИ**

В данной статье описывается конструкция сборного фрезерного рефлекторного (от латинского слова reflecto – загибаю назад, поворачиваю) инструмента, которая позволяет изменять в процессе обработки следующие параметры: передний  $\gamma$  и задний  $\alpha$  углы, угол наклона кромки  $\lambda$  и угол наклона кромки  $\varepsilon$  относительно оси вращения (переход от цилиндрического фрезерования к коническому). Разработанная конструкция фрезы позволит существенно уменьшить касательную составляющую силы резания, повысить период стойкости инструмента и, как следствие, уменьшить мощность на резание. Теоретически (при помощи расчетов) было доказано, что в процессе обработки появляется такой дефект, как отклонение от плоскостности поверхности резания, который отрицательно влияет на качество получаемых деталей.

**Ключевые слова:** фреза, рефлекторный, угол наклона, плоскостность поверхности.

**A. A. Grishkevich, V. N. Garanin, A. F. Anikayenko, A. S. Kukresh**  
Belarusian State Technological University

### **THE TECHNOLOGICAL BASIC OF OPERATION OF A VARIABLE ANGLE EDGE**

This article describes the design of precast milling reflex (from the Latin word “reflecto” – bend back, turn) tool, which allows to change during the processing the following parameters: front  $\gamma$  and rear  $\alpha$  angles, edge inclination angle of  $\lambda$  and edge angle of  $\varepsilon$  relative to the axis of rotation (the transition from cylindrical to conical milling). The cutters design will significantly reduce the tangent component of the cutting force, will improve the tool durability, and, as a consequence, will reduce the cutting power. Theoretically it was found by calculation that in the process of treatment there is such a defect as deviation from the cutting surface plane, which negatively affects the quality of the parts.

**Key words:** milling machine, reflex, angle, flatness of the surface.

**Введение.** Современный этап развития деревообрабатывающей отрасли характеризуется повышенными требованиями к качеству обработанных поверхностей деталей и уменьшением мощности на резание. Этим требованиям может удовлетворять один из перспективных способов механической обработки древесных материалов – фрезерование. Главным технологическим назначением процесса фрезерования является уменьшение шероховатости и получение требуемых геометрических форм и размеров поверхностей деталей.

Существующие конструкции сборного фрезерного инструмента, применяемые в серийном производстве изделий из древесины, имеют постоянные угловые параметры, изменять которые в конкретном инструменте не представляется возможным. Это означает, что конструкция данного инструмента оптимизирована для обработки конкретного материала и учитывает его физико-механические свойства. Другие материалы, отличные от того, под обработку которого проектировался инструмент, обрабатывать, как правило, можно, однако эффективность процесса будет невелика (из-за увеличения потребляемой мощности на резание, невысокого периода стойкости инструмента и др.).

**Основная часть.** На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ были разработаны фреза с изменяемыми передним  $\gamma$  и задним  $\alpha$  углами [1] и фреза с изменяемым углом наклона кромки  $\lambda$  (относительно оси вращения). Данные конструкции фрез позволяют существенно уменьшить касательную составляющую силы резания, повысить период стойкости инструмента и, как следствие, уменьшить мощность на резание. Однако изменять вышеназванные угловые параметры одновременно в этих конструкциях не представляется возможным.

Следующим шагом инновационного развития фрезерного инструмента стала разработка фрезы рефлекторной, позволяющей в одной и той же конструкции изменять передний, задний углы и угол наклона кромки. Данная конструкция инструмента имеет возможность поворота режущей кромки относительно оси вала и позволяет перейти от фрезерования цилиндрического к фрезерованию коническому (рис. 1).

Одним из недостатков представленной конструкции является увеличение окружности резания при изменении угла наклона прямолинейной режущей кромки, вследствие чего образуется поверхность  $AOB$  с определенным профилем,

что является дефектом обработки (рис. 2). Отклонение от плоскостности поверхности регламентируется ГОСТ 6449.3–82 «Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски формы и расположения поверхностей» [2].

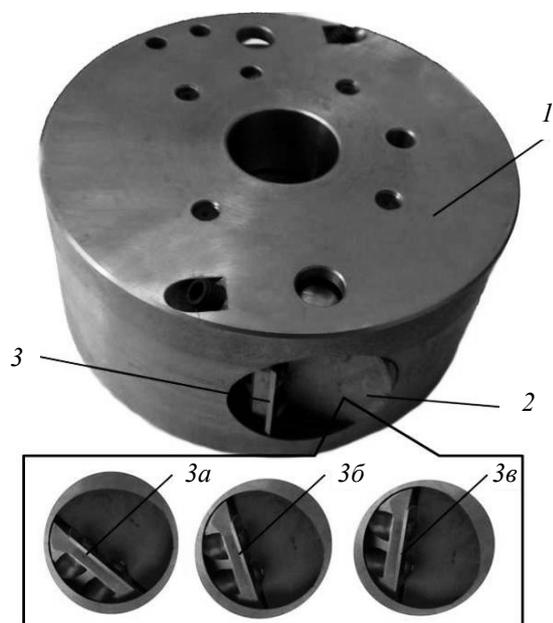


Рис. 1. Фреза сборная с изменяемым передним, задним углами и углом наклона кромки: 1 – корпус; 2 – элемент крепления ножа; 3 – нож; 3а, 3б, 3в – варианты положения ножа

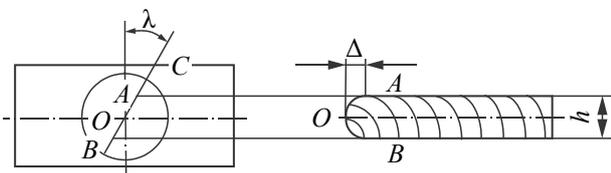


Рис. 2. Профиль обработанной поверхности детали в результате положительного угла наклона кромки  $\lambda$

Отклонение от плоскостности обработанной поверхности шириной  $h$  на величину  $\Delta$ , зависящее от величины радиуса  $R_\lambda$  окружности резания, которая в свою очередь зависит от угла наклона режущей кромки  $\lambda$ , можно рассчитать по формуле (1):

$$\Delta = \sqrt{R_\lambda^2 + \left(\frac{h}{2} \operatorname{tg} \lambda\right)^2} - R_n, \quad (1)$$

где  $\Delta$  – отклонение от плоскостности обработанной поверхности шириной  $h$  при повороте режущей кромки ножа на угол  $\lambda$ , мм;  $R_\lambda$  – радиус окружности резания при повороте ножа на угол  $\lambda$ , мм;  $h$  – ширина обрабатываемой детали, мм (в данном примере принимаем 30 мм);  $\lambda$  – угол наклона кромки (угол в плоскости резания меж-

ду режущей кромкой и основной плоскостью), град;  $R_n$  – начальный радиус окружности резания, мм (в данном примере принимаем 70 мм).

Следует уточнить, что каждая точка режущей кромки лезвия ножа изменяет окружность резания при его повороте на угол  $\lambda$  на некоторую величину  $\Delta R$ .

На рис. 3 представлена графическая зависимость изменения окружности резания от угла наклона кромки ножа для точки режущей кромки, удаленной от центра ее вращения  $O$  на расстояние  $l_x = 15$  мм (на рис. 2 точка  $C$ ).

$$\Delta R = \frac{R}{\cos(\operatorname{arctg} \frac{l_n}{2} \cdot \sin \lambda)} - R, \quad (2)$$

или

$$\Delta = \sqrt{R_i^2 + \left(\frac{l_n}{2} \cdot \sin \lambda\right)^2} - R, \quad (3)$$

где  $l_n$  – длина ножа, мм.

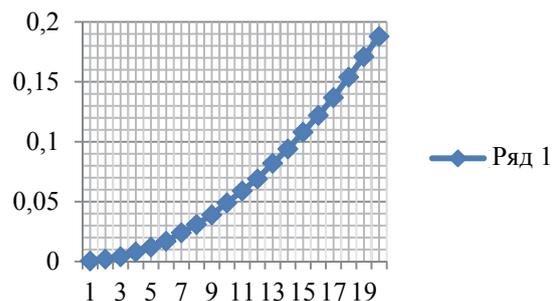


Рис. 3. График зависимости изменения окружности резания от угла наклона кромки

На рис. 4 представлен график зависимости отклонения профиля поверхности от угла наклона кромки при различной ширине обрабатываемой детали (при ширине фрезерования 10, 15, 20, 25 мм).

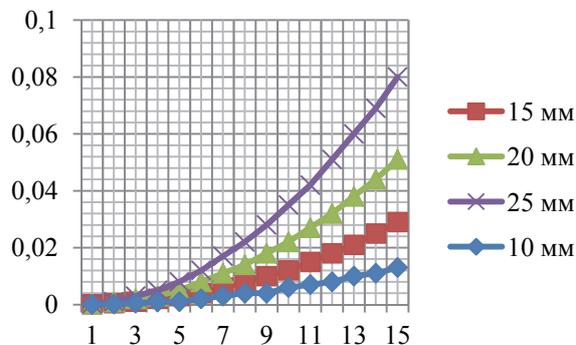


Рис. 4. График зависимости отклонения профиля поверхности от угла наклона кромки при различной ширине обрабатываемой детали

Однако в некоторых случаях изменение угла наклона кромки может принести положительный эффект. Примером может служить технологическая операция получения профильных поверхностей при продольном фрезеровании.

На рис. 5 представлен требуемый профиль детали. Достижение цели может быть осуществлено при помощи фасонных ножей соответствующего профиля (рис. 6).

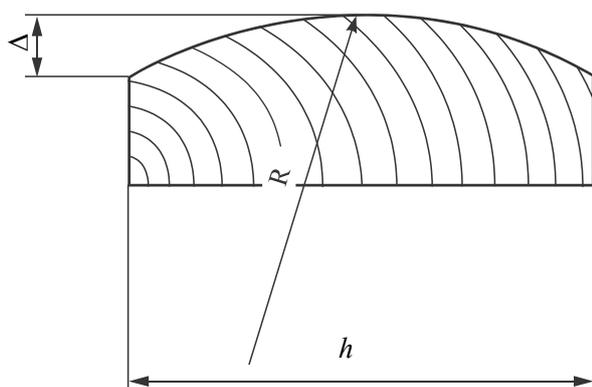


Рис. 5. Требуемый профиль детали

Получить поверхность, указанную на рис. 5, можно и путем изменения угла наклона прямой режущей кромки определенной длины на определенный угол  $\lambda$ .

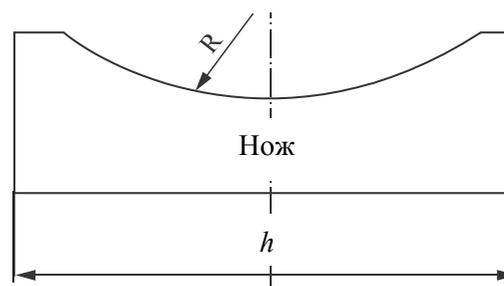


Рис. 6. Профиль фасонного ножа

Проведя расчеты, получим, что необходим нож длиной  $L_n = 130$  мм с углом наклона кромки  $\lambda = 26^\circ$  (можно представить в виде графика).

Следует обратить особое внимание и на закон изменения профиля поверхности в зависимости от ширины фрезерования.

**Закключение.** 1. Теоретические расчеты показали, что для проведения качественной обработки поверхности детали, определяемой ГОСТ 6449.3–82, необходимо учитывать как угол наклона кромки ножа  $\lambda$ , так и ширину обрабатываемой детали, определяющие максимальное отклонение поверхности профиля от допустимого.

2. Поворот режущей кромки может быть полезен в случае получения фасонных поверхностей деталей.

### Литература

1. Цилиндрическая фреза: а. с. № 666080 Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий, УДК 674.055 В27Г 13/02 / Л. В. Клубкова, А. П. Фридрих; Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова. № 2424015/29-15; заявл. 29.11.1976; опубл. 09.06.1976.
2. Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски формы и расположения поверхностей: ГОСТ 6449.3–82. Введ. 26.03.1982. Минск: Госкомстандарт, 1982, 7 с.

### Literature

1. Cylindrical cutter: с. с. no 666080 the USSR State Committee on matters of inventions and discoveries, UDC 674.055 В27Г 13/02/ L. C. Lobkova, A. P. Friedrich; S. M. Kirov Belarusian technological Institute. No. 2424015/29-15; appl. 29.11.1976; publ. 09.06.1976.
2. GOST 6449.3–82. Wood products and wood-based materials. Tolerances of form and position of surfaces. Minsk, Goskomstandart Publ., 1982. 7 p. (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

**Гаранин Виктор Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: garanin@belstu.by

**Аникеенко Андрей Федорович** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: anikeenko@belstu.by

**Кукреш Анна Сергеевна** – студентка 5 курса факультета технологии и техники лесной промышленности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: anna.kukresh.89@mail.ru

**Information about the authors**

**Grishkevich Alexander Alexandrovich** – Ph. D. Engineering, assistant 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

**Garanin Viktor Nikolaevich** – Ph. D. Engineering, associate professor, Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: garanin@belstu.by

**Anikeyenko Andrey Fedorovich** – Ph. D. Engineering, senior lecturer, Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anikeenko@belstu.by

**Kukresh Anna Sergeevna** – 5th year student, Faculty Technology and Equipment for Wood Industry. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anna.kukresh.89@mail.ru

*Поступила 20.02.2015*