

УДК 674.055:621.914.28

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

**РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА
ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ**

В данной статье приведены конструкции режущего инструмента для профилирующих машин линий агрегатной переработки древесины с целью снижения энергозатрат на процесс фрезерования.

Цилиндрические фрезы предназначены для переработки бревен с получением плоской или ступенчатой поверхности обработки. Они представляют собой набор дисков, оснащенных ножами. Основные достоинства цилиндрических фрез: возможность получения профильного бруса, выборка четвертей у бруса, относительная простота конструкций фрез в целом и ножей в частности. Профилирование представляет собой процесс механической обработки двух или четырехкантных брусьев цилиндрическими фрезами с целью придания им ступенчатой формы, упрощающей процесс дальнейшей переработки. Последующая распиловка ступенчатого бруса позволяет получить обрезные материалы без применения специализированного оборудования.

Ключевые слова: фрезерование, фреза, станок, мощность, угловые параметры.

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

**DEVELOPMENT OF THE ADAPTIVE MILLING TOOL
FOR STUDYING THE PROCESS OF CYLINDRICAL MILLING
UPON RECEIPT OF PROCESS CHIPS**

This article presents the design of the cutting tool for the profiling machine lines of aggregate wood processing in order to reduce energy consumption for the milling process.

Cylindrical cutters are intended for processing of logs with receiving a flat or step surface of processing. They are a set of discs equipped with knives. The main advantages of cylindrical cutters: the possibility of obtaining a profile bar, a sample of quarters from the bar, the relative simplicity in the design of cutters in General and in particular. Profiling is a process of machining two or four-channel bars with cylindrical cutters in order to give them a step shape that simplifies the process of further processing. The subsequent sawing of a step bar allows to receive cut materials without use of the specialized equipment.

Key words: milling, milling, milling machine, power, angular parameters.

Введение. Режущий инструмент придает заготовке нужную форму и размеры. Его работоспособность и надежность оказывают существенное влияние на экономическую эффективность производства. Основные требования, предъявляемые к режущим инструментам, определяются их служебным назначением: способностью выполнять требуемые функциональные действия.

Возможности процесса резания обрабатываемой заготовки обеспечиваются материалом режущей части инструмента, а также правильным выбором его геометрических параметров. Получение требуемой формы, размеров и качества обработанной поверхности детали обеспечивается конструкцией инструмента и особенностями крепления, базирования и регулирования инструмента на размер. Экономическая

эффективность режущего инструмента определяется производительностью обработки и ее себестоимостью. Производительность определяется режимом обработки, т. е. уровнем скорости резания, подачи, глубины резания. Себестоимость обработки детали зависит как от конструктивных особенностей инструмента, так и от трудоемкости его изготовления и возможности восстановления режущих свойств в ходе эксплуатации. На многих крупных предприятиях лесной и деревообрабатывающей отрасли Республики Беларусь установлены линии агрегатной переработки древесины. Как правило, в технологический процесс переработки сырья на данном оборудовании входит операция профилирования. Профилирование представляет собой процесс механической обработки двух или четырехкантных брусьев цилинд-

рическими фрезами с целью придания им ступенчатой формы, упрощающей процесс дальнейшей переработки. Последующая распиловка ступенчатого бруса позволяет получить обрезные материалы без применения специализированного оборудования [1].

Основная часть. Целью работы является разработка конструкции режущего инструмента для профилирующих машин линий агрегатной переработки древесины с целью снижения энергозатрат на процесс фрезерования.

Профиляторы представляют собой фрезерные агрегаты, расположенные с двух сторон перерабатываемого материала и формирующие ступенчатую поверхность методом продольно-торцевого цилиндрического полузакрытого фрезерования. Режущим инструментом профиляторов являются цилиндрические фрезы с плоскими ножами. Проведенный авторами литературный обзор не выявил влияние осевого угла на мощностные и силовые параметры процесса фрезерования и также конструкций инструмента, применяемых на профиляторах с возможностью изменения угловых параметров.

Обзор конструкций режущих элементов фрез для агрегатной переработки древесины позволил установить угловые параметры ножей: угол заострения $\beta = 32\text{--}36^\circ$, передний угол $\gamma = 40\text{--}45^\circ$ [1].

На процесс резания древесины плоскими ножами на фрезерно-брусующих станках оказывают влияние много факторов, среди которых можно выделить три основные группы:

1) факторы, относящиеся к исследуемому материалу (физико-механические свойства породы древесины – предел прочности при сжатии, скалывании вдоль волокон, твердость, ударная вязкость, влажность, анизотропия и др.);

2) факторы, относящиеся к режущему инструменту (геометрические параметры ножа, углы резания, марка стали и пр.);

3) режимы резания или обработки (скорость главного движения, скорость подачи) [2].

На территории предприятия «Борисовский ДОК» установлена современная фрезерно-брусующая линия фирмы LINCK (рис. 1) производства Германии, в состав которой входит фрезерно-пильный станок VPS (рис. 2).

Условия эксплуатации режущего ножевого инструмента на станке VPS 22 линии LINCK (ОАО «Борисовский ДОК») во многом определяются кинематикой взаимодействия инструмента с обрабатываемым материалом на дуге контакта. На рис. 3 представлена кинематическая схема механизма резания VPS 22.

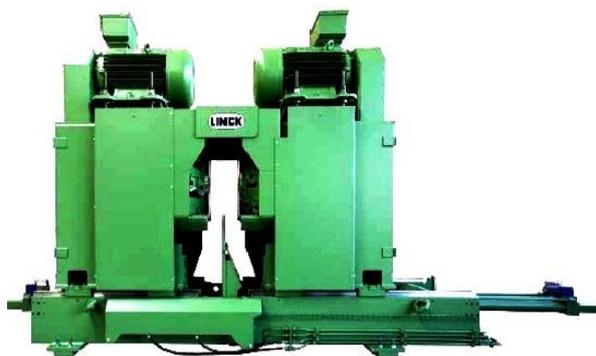


Рис. 1. Фрезерно-брусующая линия LINCK



Рис. 2. Фрезерно-пильный станок VPS

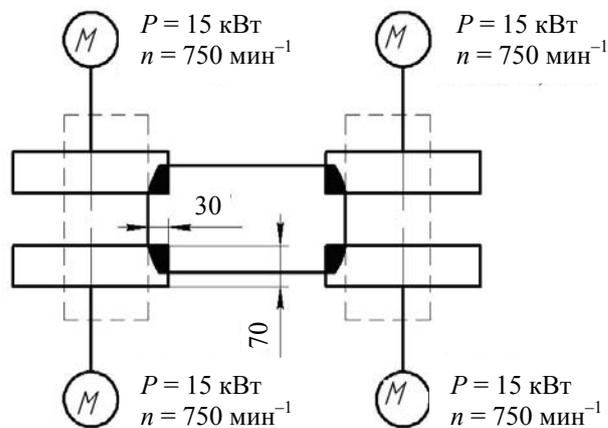


Рис. 3. Кинематическая схема механизма резания VPS 22

Рассмотрим несколько вариантов фрезерного инструмента для возможного использования на станке VPS 22 с целью снижения энергозатрат на процесс фрезерования.

Вариант 1. Проектируемая фреза сборная с адаптивными свойствами состоит из трех основных элементов (рис. 4).

Расчет элементов крепления инструмента заключается в нахождении напряжения на срез ступеньки ножедержателя (расчетная схема представлена на рис. 5):

$$\tau_{cp} = \frac{F}{S},$$

где F – сумма сил, действующих на ножедержатель, Н; S – площадь среза ножедержателя, мм².

$$\tau_{cp} = \frac{7497,9}{304,5} = 24,6.$$

Произведены расчеты напряжения на срез ступеньки ножедержателя. Их значения составляют: $\tau_{cp} = 24,63$ МПа; и $\tau_{cp} = 10,48$ Мпа соответственно при допускаемом напряжении на срез $[\tau_{cp}] = 60$ МПа.

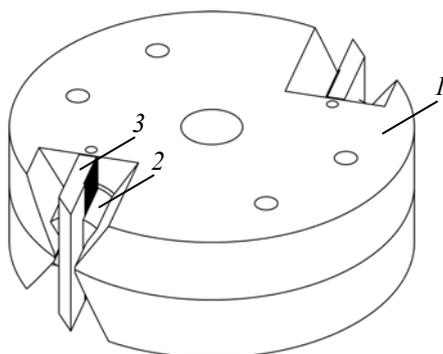


Рис. 4. Сборная фреза с адаптивными свойствами:
1 – корпус фрезы; 2 – ножедержатель; 3 – нож

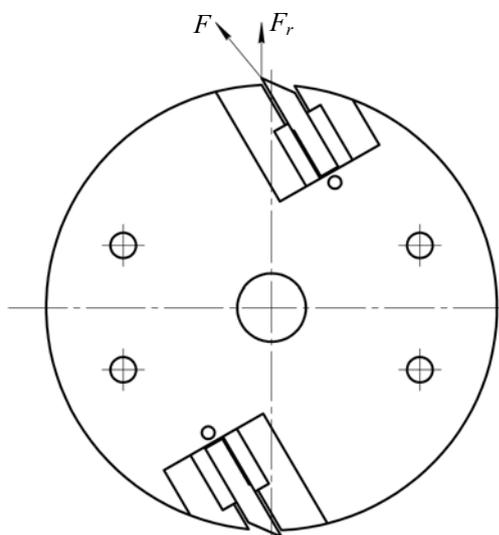


Рис. 5. Расчетная схема

Вариант 2. Проектируемая сборная фреза с изменяемыми угловыми параметрами состоит из трех основных элементов (рис. 6).

Под действием силы инерции во фрезе будут возникать радиальные и тангенциальные напряжения, которые определяются по формуле [3] (рис. 7):

$$\sigma_r = \frac{\gamma \cdot \omega^2}{8} \cdot (3 + \mu) \cdot (r_0^2 + r_1^2 - \frac{r_0^2 \cdot r_1^2}{r^2} - r^2),$$

где γ – плотность материала, кг/м³; μ – коэффициент Пуассона; r – радиус рассчитываемого сечения.

Рассчитаны элементы крепления на прочность и получены следующие значения напряжений: $\sigma_r = 11\,058\,773,9$ Па; $\sigma_t = 19\,609\,655,5$ Па; $\sigma_{cp} = 18\,259\,023$ Па.

Вариант 3. Фреза сборная с изменяемым углом наклона кромки (рис. 8).

На рис. 9 представлена расчетная схема фрезы сборной с изменяемыми углами наклона кромки.

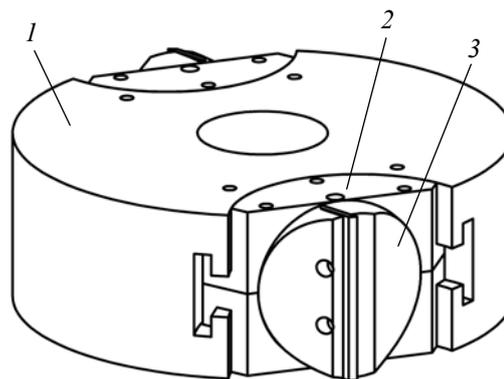


Рис. 6. Фреза сборная с изменяемыми угловыми параметрами:
1 – корпус фрезы; 2 – поворотный сегмент, состоящий из двух половин; 3 – ножедержатель

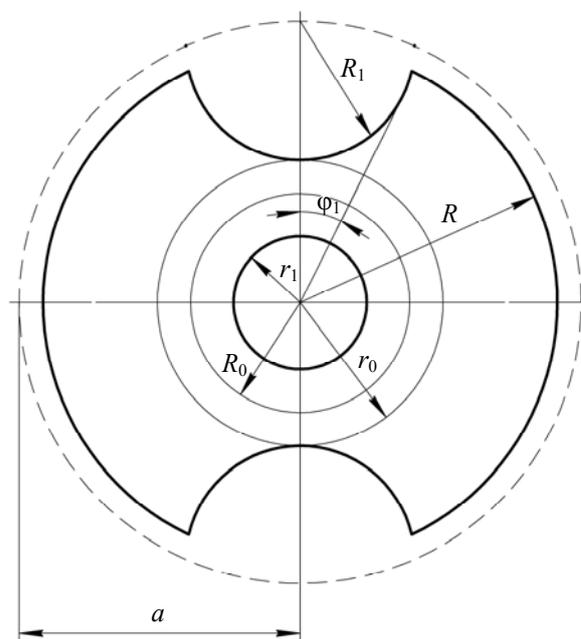


Рис. 7. Расчетная схема фрезы на прочность

Определяем, какую силу затяжки нужно обеспечить, чтобы нож не вылетел с корпуса фрезы, при этом у нас должно выполняться условие

$$F_{тр} \geq -F_{ин} \cdot \sin \gamma + F_t \cdot \cos \gamma + F_R \cdot \sin \gamma.$$

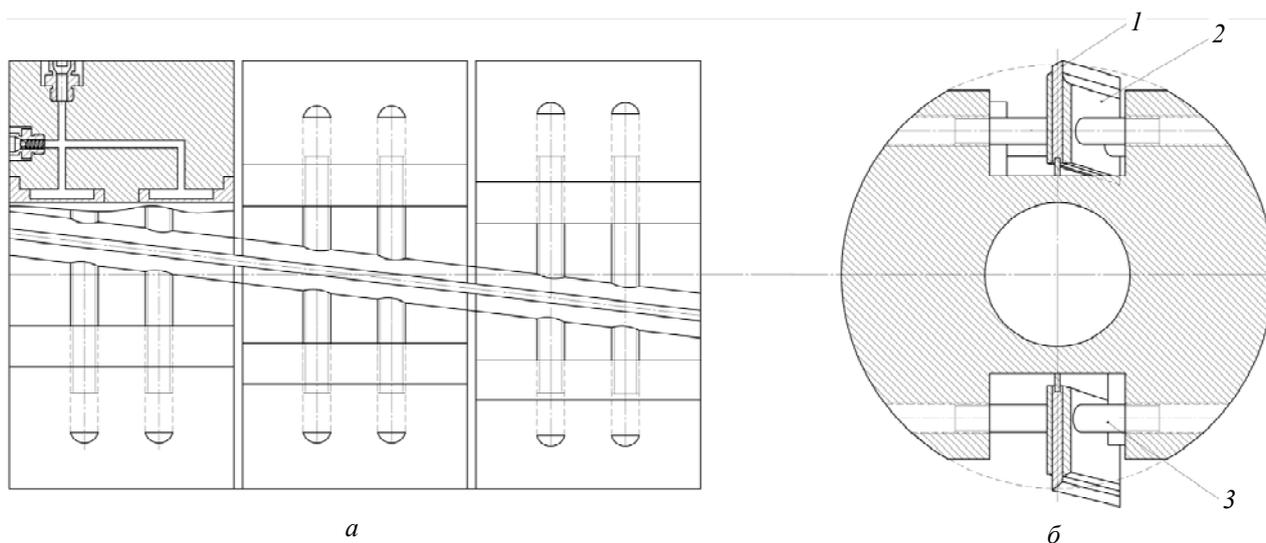


Рис. 8. Фреза сборная с изменяемым углом наклона кромки:

1 – нож; 2 – сектор фрезы; 3 – винт

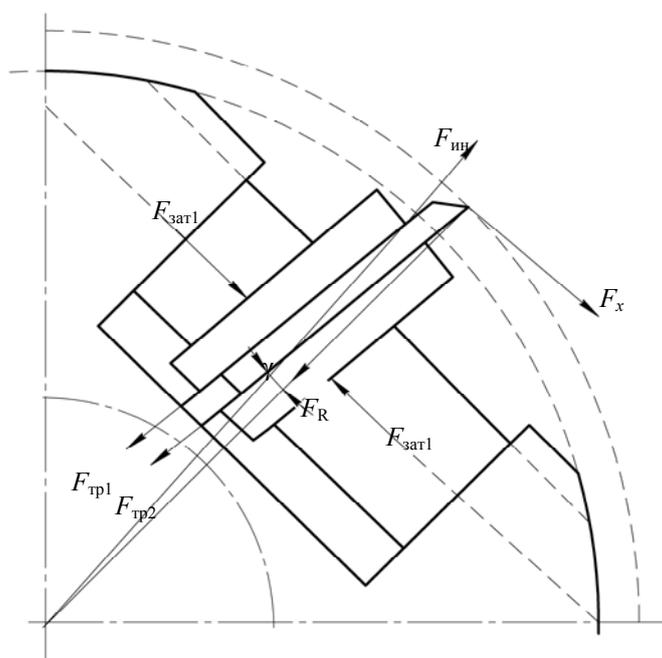


Рис. 9. Расчетная схема

Определяем необходимый диаметр винта

$$d_b = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{заг}}}{[\tau_{\text{ср}}] \cdot \pi}}$$

где $[\tau_{\text{ср}}]$ – допускаемое значение на срез. Произведен расчет фрезерного инструмента с изменяемым углом наклона кромки: расчет необходимого диаметра винта $d_b = 8$ мм, сила затяжки для одного винта $F_{\text{заг}} = 5296,6$ Н.

Выводы. 1. Передний угол, задний угол и угол наклона кромки приводят к уменьшению силы и мощности резания.

2. Разработанные конструкции адаптивного сборного фрезерного инструмента имеют возможность изменять угловые параметры.

3. Проведенные теоретические расчеты новых конструкций фрез, позволяющих воспроизводить технологические режимы машины VPS 22, отвечают требованиям техники безопасности.

Литература

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 / В. В. Раповец. Минск, 2011. 187 с.

2. Боровиков Е. М., Фефилов Л. А., Шестаков В. В. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная пром-сть, 1985. 216 с.

3. Гришкевич А. А., Клубков А. П. Проектирование и производство дереворежущего инструмента. В 3-х ч. Ч. 1. Минск: БГТУ, 2005. 166 с.

References

1. Rapovets V. V. *Kompleksnaya obrabotka drevesiny frezami so spiral'nym raspolozheniem sbornykh dvukhlezviynykh nozhey, obespechivayushchaya kachestvo produktsii i snizheniye energozatrar. Dis. kand. tekhn. nauk* [Complex wood processing mills with a spiral arrangement of prefabricated double-edge knives, to ensure product quality and reduction of energy consumption. Kand. Diss.]. Minsk, 2011. 187 p.

2. Borovikov E. M., Fefilov L. A., Shestakov V. V. *Lesopileniye na agregatnom oborudovanii* [Sawmill on agerate]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1985. 216 p.

3. Grischkevich A. A., Klubkov A. P. *Proektirovaniye i proizvodstvo derevorezhushchego instrumenta* [Desing and manufacture of wood guting]. Minsk, BGTU Publ., 2005. 166 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

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 – аспирант 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, Republik 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 – PhD student, 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 14.03.2018