

УДК 674.055

КОНСТРУКЦИЯ СБОРНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕЙ ФРЕЗЫ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. П. КЛУБКОВ, А. А. ГРИШКЕВИЧ⁺, А. Ф. АНИКЕЕНКО

УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, 220050, г. Минск, Беларусь

Разработана конструкция сборной цилиндрической дереворежущей фрезы для обработки древесины и древесных материалов, позволяющей изменять угловые параметры в диапазоне 30–75°.

Введение

Один из путей создания конкурентоспособного дереворежущего инструмента – его техническое совершенствование и обновление в условиях непрерывно возрастающих требований – таких как снижение удельной металлоемкости и энергопотребления, повышение ресурса и надежности, сокращение затрат времени на замену затупившихся режущих элементов, реализация прогрессивных технико-экономических решений на основе функционально-стоимостного анализа (ФСА).

Кроме того, необходимо решить ряд сложнейших задач, сдерживающих создание новейших видов дереворежущего инструмента, в частности, внедрение механотроники, разработке автоматизированной системы проектирования режущих инструментов (САПР РИ), разработку теории расчета дереворежущих инструментов на прочность, жесткость и колебания, а также автоматизированных средств идентификации состояния режущих лезвий.

Фрезерование древесины и древесных материалов, как технологический процесс окончательной и чистовой обработки заготовок, занимает второе место после распиловки материалов круглыми и дисковыми пилами.

Деревообрабатывающая промышленность страны ощущает большую потребность в качественном и универсальном фрезерном инструменте.

ГОСТ 14956–79 [1] предусматривает изготовление пяти типоразмеров насадных цилиндрических сборных фрез для большой гаммы продольно фрезерных и фрезерных станков. Эти фрезы изготавливают с одним углом резания 60°.

На каждый режим резания необходимо при-

менить пригодный для данных условий обработки фрезерный инструмент.

Практика показывает на необходимость сокращения типоразмеров фрез за счет разработки фрезы аналогичного назначения с изменяемыми углами резания.

В работе [2] отмечается, что угол резания является одним из важнейших параметров процесса резания. Далее приводится обоснование, что в производстве он изменяется от 15 до 90° и более. При поперечном резании древесины применяются самые малые углы резания от 15 до 30°. Для продольного резания древесины характерны средние углы резания от 50 до 60°. При торцовом резании от 70 до 80°.

Угол резания влияет на форму стружкообразования, качество обработки и энергетические показатели. Углы резания, рекомендуемые для получения высококачественной поверхности фрезерования, по данным американской практики, приведены в таблице 1 [3]:

Таблица 1. Углы резания фрезерного инструмента в зависимости от породы и состояния древесины

Порода	Угол резания			
	сухая	воздушно сухая	влажная	свежесрубленная
Сосна	70–75	65–70	55–67	55–62
Ель	72–81	67–72	63–72	62–56
Дуб	81–86	77–81	72–77	72–77

Для фрезерования древесноволокнистых плит угол резания зависит также и от материала ножа. Так для ножа, изготовленного из твердого сплава ВК15, углы резания составляют 52–90°, а сплава ВК6М 70–75° [4].

⁺ Автор, с которым следует вести переписку.

Приведенных выше данных достаточно для того, что бы убедиться в необходимости разработки фрезы с изменяемыми угловыми параметрами.

Осуществление качественного и производительного фрезерования может быть достигнуто лишь при условии применения оптимальных режимов резания и рациональной конструкции и геометрии режущих инструментов.

Цель исследования – разработать конструкцию сборной дереворежущей фрезы с изменяемыми угловыми параметрами, произвести теоретический и экспериментальный анализ влияния угла резания, средней толщины стружки и угла перерезания волокон древесины на среднее условное напряжение резания.

Конструкция сборной фрезы [5] показана на рис. 1.

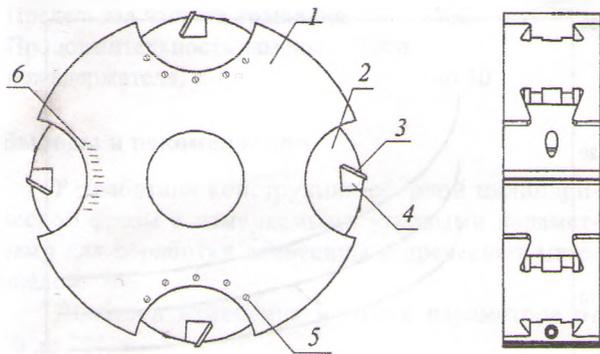


Рис. 1. Фреза цилиндрическая с изменяемыми угловыми параметрами: 1 – корпус; 2 – сегменты-ножедержатели; 3 – нож в виде неперетачиваемой пластины; 4 – клин, 5 – винты; 6 – шкала углов резания

Фреза сборная состоит из корпуса 1, в котором расточены два, три или четыре диаметрально расположенных паза типа «ласточкин хвост». В пазы устанавливают поворотные быстросъемные сегменты-ножедержатели 2.

Резцы 3 устанавливаются в пазы ножедержателей.

Для настройки сегмента-ножедержателя с резцом на требуемый угол резания (изменение породы, режима резания, инструментального материала) сегмент-ножедержатель поворачивают на требуемый угол по шкале 6 и фиксируют винтами 5 в неподвижном состоянии. Причем пазы выбираются таким образом, что при повороте ножедержателя с ножом на любой угол влево или вправо лезвие ножа находится в одной точке, т. е. окружность резания является постоянной.

Ножи устанавливают в ножедержатель и закрепляют в нем клином с помощью винтов. Можно применять режущие элементы плоские из инструментальных сталей или твердого сплава.

Фреза может быть изготовлена на два, три и четыре ножа с непосредственной посадкой на шпиндель, с креплением на цангах, с креплением на двух цангах с гайками, с креплением на двух

цангах через промежуточные упорные кольца.

Работа и настройка фрезы

Принцип работы фрезы следующий. Фрезу закрепляют на шпиндель дереворежущего станка или обрабатываемого центра. Ножи в пазы сегмента-ножедержателя устанавливаются с высокой точностью.

Корпус фрезы может длительное время находиться в работе, в то время как обычные фрезы снимают со шпинделя для установки в них ножей. Этим самым нарушаются размеры сопрягаемых поверхностей, что вызывает задиры, а в итоге появление больших неуравновешенных инерционных сил.

К новой фрезе достаточно иметь только запасные сегменты-ножедержатели, которые устанавливают в пазы фрезы.

Затупившиеся ножи снимают вместе с сегментами-ножедержателями, а на их место устанавливают новые.

Большой эффект дает применение двухлезвийных неперетачиваемых твердосплавных пластин. В этом случае ножедержатель остается в корпусе фрезы, а снятию подлежат только режущие пластины. Применение в деревообработке неперетачиваемых твердосплавных пластин дает следующие преимущества:

- а) повышается стойкость на 30–50% по сравнению с лучшими образцами напайного инструмента;
- б) постоянство установки лезвий по высоте, лезвия находятся на одной окружности резания;
- в) простота смены режущих элементов после затупления;
- г) сокращается расход конструкционной стали на изготовления корпусов паяных ножей;
- д) высвобождаются мощности инструментальных цехов и др.

Установив режущий инструмент в ножедержателе на требуемый угол резания его фиксируют в заданном положении. Для перестановки ножа на новый угол резания необходимо ослабить зажимные винты, ножедержатель повернуть, установить его на требуемый угол резания и вновь его зафиксировать винтами. Аналогично осуществляется съем и установка новых сегментов-ножедержателей. При применении неперетачиваемых твердосплавных пластин в качестве режущих элементов отпадает необходимость снимать с корпуса фрезы ножедержатель.

Расчет характеристик фрезы

Важным направлением в деревообрабатывающей промышленности является энерго- и ресурсосбережение.

Основное уравнение по которому определяют мощность P (кВт) на резание имеет вид [6]:

$$P = \frac{Kbhv_s}{60 \cdot 1000}, \quad (1)$$

где K – среднее условное напряжение резания, Н/мм²; b – ширина фрезерования, мм; h – толщина срезаемого слоя, мм; v_s – скорость подачи, м/мин.

В свою очередь скорость подачи v_s , м/мин материала определяется по следующей формуле [6]:

$$V_s = \frac{U_z Z n}{1000}, \quad (2)$$

где U_z – подача на резец, мм; z – число резцов, шт.; n – частота вращения рабочего органа, мин⁻¹.

Так как на мощность резания существенное влияние оказывает число режущих элементов, то в конструкции фрез предусмотрено $z = 2, 3, 4$.

Фреза с числом резцов $z = 2$ применяется в станках с ручной подачей, а $z = 4$ – в станках с механической подачей.

Среднее условное напряжение резания K Н/мм² является функцией от многих переменных режима резания $K = f(a_{cp}, \delta, v, a_p, \psi, \text{породы и др. факторов})$.

Среднее условное напряжение резания K можно определить по формуле [6]:

$$K = k + \frac{a F_0}{a_{cp}}, \quad (3)$$

где k – удельное давление на переднюю поверхность резца, Н/мм²; a_p – коэффициент затупления лезвия ножа; F_0 – фиктивная удельная сила на передней поверхности резца, Н/мм; a_{cp} – средняя толщина стружки, мм.

Среднее условное напряжение резания можно определить косвенно из экспериментальных исследований. Для этого необходимо экспериментально определить удельную среднюю касательную силу резания F Н/мм. Тогда K равно [6]:

$$K = \frac{F}{a_{cp}}. \quad (4)$$

Методика и результаты эксперимента

Все опыты были проведены с применением одной фрезы.

На рисунках 2, 3, 4 приведены зависимости K от средней толщины стружки, углов резания и углов перерезания волокон древесины.

Для выявления работоспособности сборной фрезы были проведены производственные испытания на четырехстороннем продольно-фрезерном станке модели С16-1А (Боровичского завода деревообрабатывающих станков) [7].

Обрабатываемый материал – сосна 12% влажности.

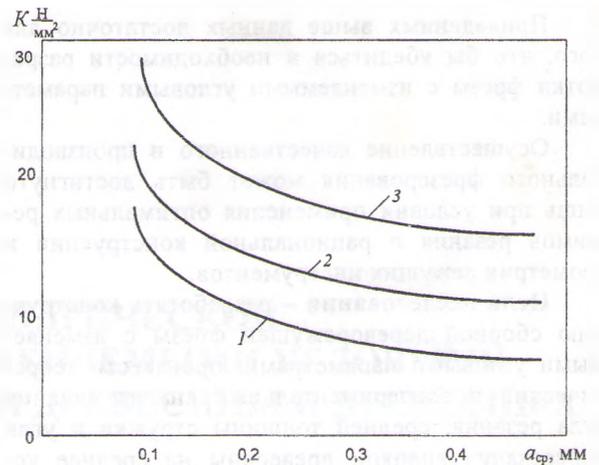


Рис. 2. Зависимость среднего условного напряжения резания K от средней толщины стружки a_{cp} и угла резания $\delta = 55^\circ$: 1 – угол перерезания волокон древесины $\varphi = 6^\circ$; 2 – $\varphi = 8^\circ$; 3 – $\varphi = 11^\circ$

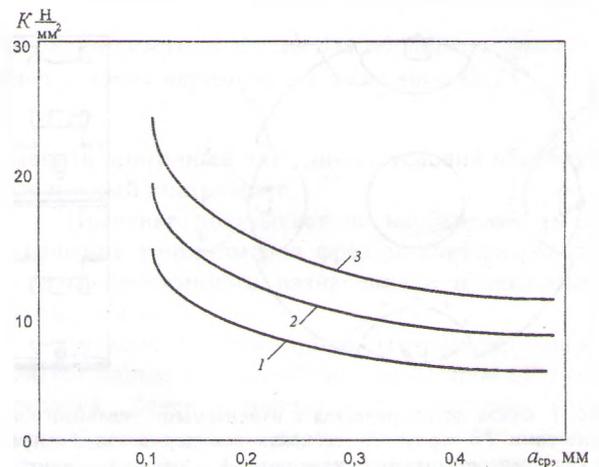


Рис. 3. Зависимость среднего условного напряжения резания K от средней толщины стружки a_{cp} и угла резания $\delta = 65^\circ$: 1 – угол перерезания волокон древесины $\varphi = 6^\circ$; 2 – $\varphi = 8^\circ$; 3 – $\varphi = 11^\circ$

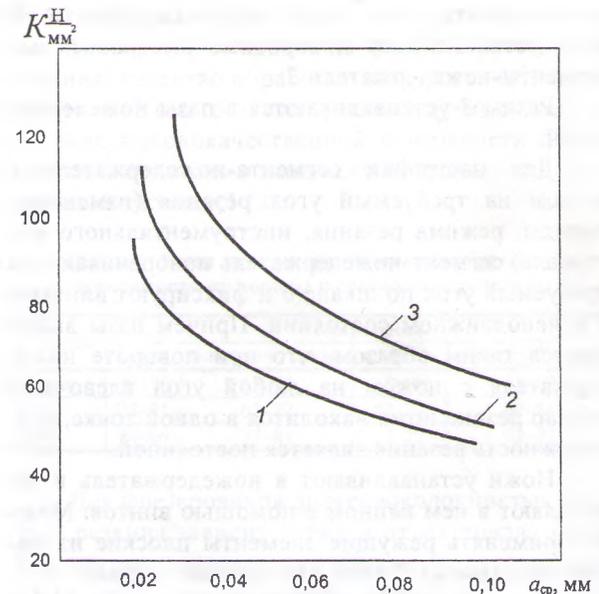


Рис. 4. Зависимость среднего условного напряжения резания K от средней толщины стружки a_{cp} и угла резания $\delta = 75^\circ$: 1 – угол перерезания волокон древесины $\varphi = 6^\circ$; 2 – $\varphi = 8^\circ$; 3 – $\varphi = 11^\circ$

Режим обработки: частота вращения шпинделя $n = 84 \text{ с}^{-1}$, диаметр окружности резания $D_p = 143 \text{ мм}$, число ножей, $z = 2$, скорость резания $v = 38 \text{ м/с}$, подача на резец $U_z = 1,6 \text{ мм}$, толщина срезаемого слоя $h = 3 \text{ мм}$, скорость подачи $v_s = 16 \text{ м/мин}$, материал режущих элементов инструментальная сталь Х6ВФ.

Фрезерная головка проработала без замечаний $T = 64 \text{ ч}$ непрерывной работы. За это время три раза меняли затупившиеся ножи.

В предлагаемой конструкции фрезы обеспечивалась возможность замены ножедержателя в течение 25–30 с.

Технические данные фрезы:

Диаметр окружности резания, мм:	103–203
Посадочного отверстия, мм	22, 27, 30, 32, 40
Ширина фрезы, мм	40–130
Число ножедержателей	2, 3, 4
Предельная частота вращения, с^{-1}	100
Продолжительность замены одного ножедержателя, с	до 30

Выводы и рекомендации

Разработана конструкция сборной цилиндрической фрезы с изменяемыми угловыми параметрами для обработки древесины и древесных материалов.

Диапазон изменения угловых параметров от 30 до 75°.

объект применения фрезы – фрезерные, четырехсторонние продольно-фрезерные станки и обрабатывающие центры.

Фреза предназначена для выполнения работ на древесине, фанере, древесноволокнистых, древесностружечных плитах и плитах MDF.

Применение данной фрезы дает большую экономию металлоресурсов.

Фреза может быть применена в станках как с ручной, так и с механической подачей обрабаты-

ваемого материала.

Отличительной особенностью конструкции фрезы является то, что при установке ножедержателя на определенный угол, лезвие ножа находится в одной точке, не меняя при этом постоянство диаметра окружности резания.

Обозначения

P – мощность, расходуемая на резание, кВт; K – среднее условное напряжение резания, Н/мм²; b – ширина фрезерования, мм; h – толщина снимаемого слоя, мм; v_s – скорость подачи материала, м/мин; U_z – подача на резец, мм; n – частота вращения фрезы, с^{-1} ; z – число резцов; k – удельное давление на переднюю поверхность резца, н/мм²; a_p – коэффициент затупления лезвия резца; F_0 – фиктивная удельная сила на передней поверхности резца, н/мм; a_{cp} – средняя толщина стружки, мм; δ – угол резания в градусах; F – касательная сила резания, н/мм; φ – угол перерезания волокон древесины, град.

Литература

1. Фрезы деревообрабатывающие насадные цилиндрические сборные типы, основные параметры и размеры ГОСТ 14956-79
2. Воскресенский С. А. Резание древесины. – М.-Л.: Гослесбухиздат. – 1955
3. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты. – М.: Лесная промышленность. – 1971
4. Ивановский Е. Г., Василевская П. В., Лаутнер Э. М. Фрезерование и пиление древесины и древесных материалов «Лесная промышленность». – 1971
5. А. с. СССР № 666080. Оpub. 05.06.79 Б № 21
6. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины – Минск, «Вышэйшая школа». – 1975
7. Клубков А. П., Гришкевич А. А. Новые конструкции цилиндрических сборных фрез для обработки древесины и древесных материалов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2005, № 3, 18–19

Klubkov A. P., Grishkevich A. A., and Anikeenko A. A.

Design of new modular cylindrical mill with changeable angular parameters for processing wood and wood materials.

A new design of the modular mill with changeable angular parameters in the range 30–75° for cylindrical milling of wood and wood materials is developed.

Поступила в редакцию 24.04.2006.

© А. П. Клубков, А. А. Гришкевич, А. Ф. Аникеенко, 2006.