

А. А. Гришкевич, канд. техн. наук; А. П. Клубков, доцент; А. Ф. Аникеенко, аспирант;
Д. Л. Шукевич, студент

СБОРНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ФРЕЗА ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

In article the cylindrical mill with changeable angular parameters and the device for their positioning is resulted.

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

В настоящее время в практике деревообрабатывающих производств применяется пять типов цилиндрических сборных фрез ГОСТ 14956-79, различающихся методами посадки на шпиндель и оправки станков [1]:

- тип 1 – с непосредственной посадкой на шпиндель;
- тип 2 – с креплением на двух цангах;
- тип 3 – с креплением на двух цангах через промежуточные упорные кольца;
- тип 4 – с креплением на цанге;
- тип 5 – с креплением на патроне.

Фрезы предназначены для обработки плоскостей и фрезерования заготовок с прямолинейной образующей в изделиях из древесины, кромок древесностружечных, древесноволокнистых плит и плит МДФ. Они применяются на фрезерных, четырехсторонних продольно-фрезерных станках и автоматических линиях и обрабатывающих центрах.

Фрезы насадные сборные имеют сменные резцы или ножи. Конструктивно они состоят из корпуса, режущих элементов, деталей крепления резцов, деталей регулирования режущих элементов, деталей центрирования и зажатия на шпинделе станка. Сборные насадные фрезы обеспечивают постоянство диаметра резания независимо от числа переточек, что является одним из преимуществ их по сравнению с цельными насадными фрезами.

К недостаткам сборных фрез следует отнести значительное число деталей в их конструкции, что приводит к повышенным трудозатратам при их эксплуатации (разборке, сборке, регулировке, балансировке). Кроме того, эти фрезы имеют фиксированное положение режущих элементов, исключается возможность изменения угловых параметров при переходе на обработку, от одной породы древесины к другой или изменения режима резания.

Всякий дереворежущий инструмент имеет форму клина, который врезается в обрабатываемый материал и удаляет слой древесной массы в виде стружки.

Для определения угловых параметров фрез применяют следующие прямоугольные системы координат.

Инструментальная система координат с началом в вершине лезвия ориентирована относительно геометрических элементов режущего инструмента, принятых за базу; применяется при изготовлении и контроле инструмента.

Статическая система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки ориентирована относительно направления скорости главного движения резания; применяется при приближенных расчетах углов резания в процессе резания.

Кинематическая система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки ориентирована относительно направления скорости результирующего движения.

В соответствии с этим различают углы инструментальные, статические и кинематические. Так как угол между вектором скорости v и вектором скорости суммарного движения v_c мал, то при фрезеровании кинематические углы можно отсчитывать от плоскости, перпендикулярной вектору скорости резания.

Фрезы имеют следующие углы: цилиндрические фрезы – передние углы γ_n и γ_k , задние углы α_n и α_k , угол наклона режущей кромки $\omega = 0$.

Угол заострения β клина ножа есть угол между передней поверхностью клина ножа и задней поверхностью. Передней называется поверхность, по которой сходит стружка; от правильного наклона ее в значительной степени зависит успех процесса резания. Задними (главной и вспомогательной) называются поверхности резца, обращенные к поверхности

резания (главная) и к обработанной поверхности (вспомогательная).

Очевидно, во всех случаях имеем $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$, а $\alpha + \beta = \delta$, где δ – угол резания.

Каждый из этих углов по-разному влияет на процесс резания.

Угол γ , в свою очередь, предопределяет значения и остальных углов: α и β . От угла γ в значительной мере зависит качество фрезерования и мощность, потребляемая на резание и подачу материала. Передний угол γ также влияет на коэффициент трения стружки о переднюю поверхность [2]:

$$\mu = \frac{F_z \sin \gamma + F_y \cos \gamma}{F_z \cos \gamma - F_y \sin \gamma} \quad (1)$$

Уменьшение переднего угла γ и, следовательно, увеличение угла резания δ до определенных пределов сказывается положительно на качестве фрезерования, но, с другой стороны, вызывает увеличение усилий, потребных на фрезерование и подачу материала, что имеет особое значение при ручной подаче.

Уменьшение заднего угла α увеличивает поверхность контакта задней поверхности резца с обрабатываемым материалом и силы трения.

При увеличении же заднего угла α до $10-25^\circ$ интенсивно уменьшаются мощность, силы резания и удельная сила резания.

Качество поверхности при фрезеровании острым инструментом почти не зависит от величины заднего угла.

Оптимальным задним углом следует считать $\alpha = 10-15^\circ$.

Оптимальным углом заострения β при фрезеровании мягких пород следует считать $\beta = 36^\circ$, а твердых пород – $\beta = 39-40^\circ$.

При малых углах заострения и резания давление на переднюю поверхность уменьшается. Значение угла заострения влияет на предел прочности при изгибе в процессе резания [3]:

$$\sigma_{изг} = \frac{3}{4} \frac{F}{l \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}} \quad (2)$$

С увеличением угла резания δ ($\beta = \text{const}$) давление на переднюю поверхность достигает значительной величины и вызывает упругий отгиб лезвия или его облом.

Одновременно увеличиваются силы трения древесины о переднюю поверхность и деформации стружки. Среднее угловое напряжение резанию, мощность и силы резания возрастают, а силы затягивания уменьшаются, особенно при $\delta = 79-85^\circ$.

Мощность, приходящаяся на единицу ширины фрезерования, незначительно увеличивается с ростом угла резания до 70° , а затем следует ее интенсивный рост.

Все показатели износа также увеличиваются с ростом угла резания и уменьшением угла заострения.

Углы резания, рекомендуемые для получения высококачественной поверхности фрезерования, приведены в табл. 1 [4].

Таблица 1
Углы резания ножей для продольно-фрезерных станков в зависимости от породы и состояния древесины

Порода	Углы резания δ для древесины			
	сухой	воздушно-сухой	влажной	свежесрубленной
Сосна	70–75	65–70	55–67	55–62
Ель	72–81	67–72	63–72	62–66
Дуб	81–86	77–81	72–77	72–77

Из таблицы видно, что колебание углов резания в зависимости от породы и состояния древесины составит $\delta_{\min} = 55^\circ$ и $\delta_{\max} = 86^\circ$.

Приведенные данные говорят в пользу того, что целесообразно иметь фрезерный инструмент с изменяемыми угловыми параметрами в широком диапазоне их варьирования.

Вниманию специалистов деревообрабатывающей промышленности предлагается новая конструкция сборной фрезы для продольно-фрезерных, фрезерных и карусельно-фрезерных станков, обрабатывающих центров и автоматических линий. Данная фреза предназначена для цилиндрического, профильного и фасонного фрезерования древесины всех пород и под разными углами резания, а также кромок облицованных и необлицованных древесностружечных, цементно-стружечных плит и плит MDF и кромок фанеры.

Конструкция фрезы (рис. 1) состоит из корпуса, в котором расточены два, три или четыре паза типа «ласточкин хвост». В пазы корпуса устанавливают поворотные быстросъемные сегменты-ножедержатели. Для настройки резца на требуемый угол резания (изменение режима резания, инструментального материала ножа и обрабатываемого материала) сегментноножедержатель поворачивают и фиксируют в заданном положении винтами. В качестве режущих элементов могут быть ножи, изготовленные из инструментальной стали, с твердосплавной напайкой или неперетачиваемые двухлезвийные твердосплавные пластинки.

Фреза может быть изготовлена на два, три или четыре ножа. Для посадки фрезы на шпиндель могут быть применены методы, изложенные в работе [1].

Принцип работы фрезы таков. Ее закрепляют на шпиндель станка. Ножи в сегментноножедержатели устанавливают на специальном высокоточном приспособлении, если же при-

меняют многолезвийные одноразовые твердосплавные пластинки, то отпадает необходимость в замене сегментов-ножедержателей.

В этом случае затупившиеся ножи снимают с сегментов-ножедержателей и на их место устанавливают заточенные ножи. В данной фрезе

(рис. 1) установка сегментов-ножедержателей осуществляется их поворотом и фиксируются в заданном положении вручную.

Это основной недостаток данной фрезы.

Нами разработана новая конструкция фрезы с механическим позиционером (рис. 2).

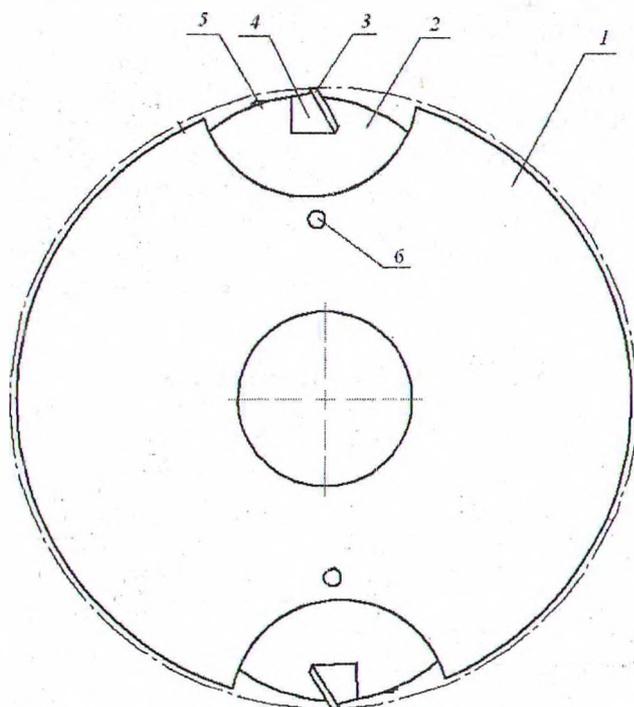


Рис. 1. Сборная фреза с изменяемыми углами резания: 1 – корпус фрезы; 2 – сегменты-ножедержатели; 3 – нож; 4 – клин; 5 – винт крепления ножа; 6 – винт крепления сегмента

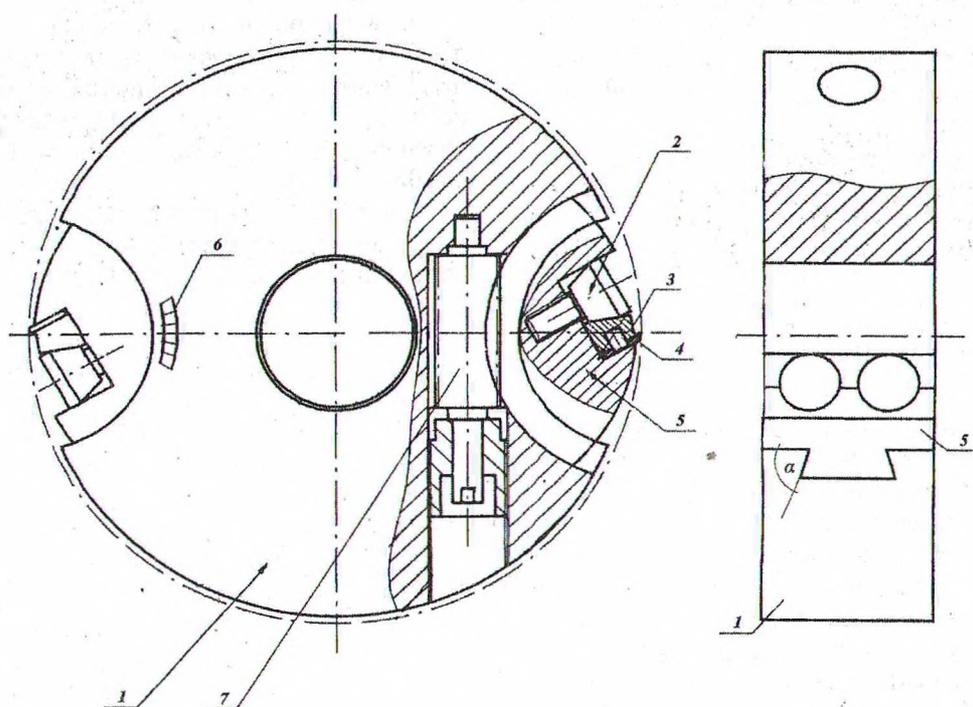


Рис. 2. Сборная фреза с поворотными ножедержателями и устройством для позиционирования: 1 – корпус фрезы; 2 – винт; 3 – клин; 4 – нож; 5 – сегмент-ножедержатель; 6 – шкала для настройки угла резания; 7 – червяк

Подготовка фрезы к работе осуществляется следующим образом.

В пазы корпуса 1 фрезы устанавливают сегмент-ножедержатель 5. В паз ножедержателя устанавливают клин 3, на котором закрепляют непереключаемую твердосплавную пластинку 4. В таком положении осуществляют крепление ножа винтом 2. Затем между корпусом и сегментом-ножедержателем ввинчивают самотормозящий червяк 7. Вращением червяка 7 с помощью отвертки плавно устанавливают ножедержатель на требуемый угол резания. Данное устройство позволяет точно в пределах цены деления фиксировать ножедержатель на требуемый угол резания.

Данная фреза позволяет точно настраивать ножедержатель на требуемый угол резания в пределах $\pm 30^\circ$, исключает возможность крепить ножедержатель с корпусом при помощи винтов, что значительно увеличивает время замены инструмента и позволяет устанавливать фрезы на шпиндель любой стороной, в предыдущей фрезе ее можно было устанавливать только винтами сверху.

Цилиндрическая фреза может быть использована на деревообрабатывающих и мебельных предприятиях; станках: фрезерных, продольно-фрезерных, карусельных, автоматических линиях, столярно-строительных производствах, в обрабатывающих центрах.

Таблица 2

Технические характеристики фрезы

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение величины	
		По рис. 1	По рис. 2
Диаметр окружности резания	мм	100, 140, 160, (180, 200)	100, 140, 160
Диаметр посадочного отверстия	мм	27, 32, 40	32, 40
Число ножей	шт.	2, 3, 4	2
Частота вращения фрезы	мин ⁻¹	1000	3000
Ширина фрезерования	мм	30, 40, 60, 80, 100	60, 80, 100, 120
Угол поворота ножедержателя от оси	град	± 30	± 30
Угол заострения ножей	град	35 -55	35 -55

Применение предлагаемой фрезы позволит повысить коэффициент использования рабочего дня на 12–15%, повысить производительность работы деревообрабатывающего оборудования на 8–12%.

Технические данные фрезы приведены в табл. 2.

Литература

1. Морозов В. Г. Дереворежущий инструмент: Справочник. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 344 с.
2. Клубков А. А. Определение сил и коэффи-

циентов трения при ортогональном резании // Труды БГТУ // Лесн. и деревообаб. пром-сть. – 2000. – Вып VIII. – С 173–176.

3. Клубков А. П., Макаревич С. С., Рудак П. В. Теоретические представления о процессе излома кончика лезвия резца в начальный период работы // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2005. – Вып XIII. – С. 208–212.

4. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 344 с.