

в 1,15 раза, а при использовании пластинчатой – меньше в 1,18 раза; величина угла поворота режущей кромки вальцованной пилы при $e = 0,2$ в 1,19 раза меньше, чем при $e = 0$, – при расчёте как по стержневой, так и по пластинчатой модели.

При использовании пластинчатой модели полосовой пилы способ её закрепления в плоскости наименьшей жёсткости гораздо меньше влияет на результат расчёта, чем при использовании стержневой модели.

Выводы

1. На основе теории пластин разработана единая (общая) методика расчёта величины j – показателя статической жёсткости полосовой пилы – с учётом характера распределения начальных напряжений в полотне пилы, условий закрепления пилы в плоскостях её наибольшей и наименьшей жёсткости, величины e (эксцентриситета приложения силы натяжения пилы), действия боковой и нормальной составляющих силы резания, а также фактора установки односторонних отжимных направляющих.

2. Проведён теоретический анализ влияния условий закрепления полосовой пилы в упомянутых плоскостях на j пилы (как нагруженной, так и ненагруженной), а также выявлены теоретические зависимости j от e и P (нормальной составляющей силы резания) – установлено, что зависимость j от P близка к линейной.

3. Проведена оценка значения относительной погрешности расчёта величины j ненагруженной ленточной пи-

лы по стержневой модели – показано, что оно может составлять 50%.

Список литературы

1. Брюквин А.В. Динамическая модель колебаний дереворежущих ленточных пил: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГУЛ, 1994.
2. Доннелл Л.Г. Балки, пластины и оболочки. – М.: Наука, 1982. – 538 с.
3. Лобанов Н.В., Прокофьев Г.Ф., Лобанова И.С. Жёсткость ленточных пил с учётом отжимных направляющих // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2003. – № 6. – С. 62–67.
4. Прокофьев Г.Ф. Точность пиления древесины рамными и ленточными пилами // Изв. вузов. Лесной журнал. – 1996. – № 6. – С. 74–80.
5. Прокофьев Г.Ф., Иванкин И.И. Теоретические исследования начальной жёсткости ленточных и рамных пил // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. науч. трудов. – Вып. 3. – Архангельск: АГТУ, 1997. – С. 20–24.
6. Прокофьев Г.Ф., Ходерян Б.А., Ершов С.В. Начальная жёсткость полосовых пил. – Архангельск: ЦНИИМОД. 1985. – 23 с. – Деп. во ВНИПИЭИлеспроем 17.06.85, № 1589 л.б.
7. Прочность, устойчивость, колебания. ТЗ / Под ред. И.А.Биргера и Я.Г.Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – 568 с.
8. Тимошенко С.П. Сопrotивление материалов. Т. 2. – М.: Наука, 1965. – 480 с.

УДК 674.055.621.914.2

СБОРНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ФРЕЗА С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. А. Гришкевич, А. П. Клубков, кандидаты техн. наук, **А. Ф. Аникеенко** – Белорусский государственный технологический университет

По сравнению с другими методами получения деталей из древесины и древесных материалов обработка фрезерованием обеспечивает наилучшие точность и качество, наибольшую гибкость технологического процесса, создаёт возможность быстрого перехода с обработки заготовок одного размера на обработку заготовок другого размера.

Фрезерный инструмент срезает сравнительно тонкие слои материала, что позволяет получать детали необходимой формы, точности, нужного качества и требуемых размеров. Долговечность и надёжность фрезерного инструмента существенно влияют на экономический эффект проведения процесса резания.

Потребность в дереворежущем инструменте велика. По некоторым технологическим операциям деревообработки затраты на покупку и подготовку к работе режущего инструмента составляют значительную часть стои-

мости операции: при сверлении древесностружечных плит (ДСП) – примерно 74, при точении – 72, при пиленнии дисковыми пилами – 23%. Для сравнения: при сверлении ДСП доля затрат на электроэнергию составляет примерно 1, при точении древесины на круглопалочных станках – 2 и лишь при продольном пиленнии дисковыми пилами – около 20% [1].

Применение фрезерного инструмента настолько широко и многообразно, что трудно получить данные о величинах объёма его потребления.

Работающий режущий инструмент разрушает внутренние связи обрабатываемого материала. Качество детали и стойкость инструмента во многом определяют производительность, энерго- и ресурсоэкономичность процесса обработки, а в некоторых случаях и саму возможность получения деталей требуемых форм, качества и точности.

В Белорусском государственном технологическом университете разработана система дереворежущего фрезерного инструмента с изменяемыми величинами угловых параметров и двухлезвийными твердосплавными пластинами одноразового и многоразового применения.

Из теории резания известно, что угловые параметры режущего инструмента существенно влияют на процесс стружкообразования и, следовательно, на расход энергии при резании, долговечность инструмента и качество обработки материала.

Сила резания зависит от нормальных сил, действующих на древесину со стороны рабочих поверхностей режущей части клина, и сил трения, возникающих из-за взаимодействия обрабатываемого материала и срезаемой стружки с контактируемыми поверхностями резца.

При обработке древесины и древесных материалов задний угол является весьма важным параметром конструкции инструмента, так как именно износ по задней поверхности обычно определяет степень снижения стойкости и прочности режущего лезвия: величина удельной работы внешнего трения на задних поверхностях больше, чем трения на передних поверхностях.

То, что коэффициент трения на задней поверхности выше, обусловлено высокой упругостью древесины, особенно древесных плитных материалов, которая способствует увеличению площади контакта задней поверхности инструмента с обработанной поверхностью материала. Так как увеличение заднего угла снижает работу трения, а следовательно, и износ по задней поверхности, то можно предположить – максимальная стойкость будет обеспечиваться при больших значениях задних углов. Для всех упомянутых обрабатываемых материалов практические величины задних углов образуют диапазон от 5 до 30 град.

Рассмотрим влияние переднего угла на процесс резания. Изменение величины переднего угла увеличивает или уменьшает средние нормальные контактные напряжения на передней поверхности резца, что приводит к изменению среднего значения коэффициента трения и величины угла трения. Последнее влияет на угол действия сил, от которого зависят угол сдвига и работа при стружкообразовании.

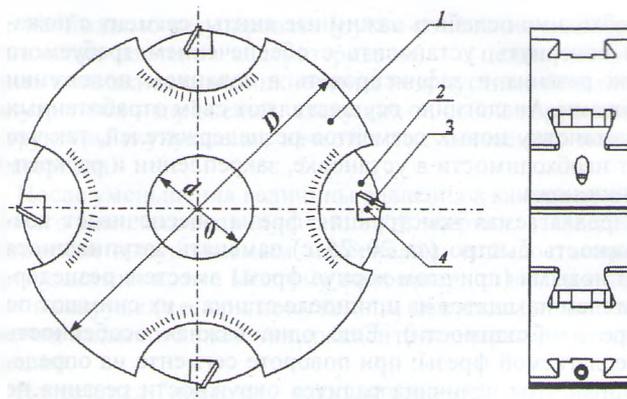
Величину угла заострения выбирают в зависимости от физико-механических характеристик материала резца. Угол заострения влияет на кончик излома абсолютно острого лезвия при его внедрении в материал [2]. Долговечность лезвия тем выше, чем больше угол заострения ножа. Угол резания также зависит от угла заострения ножа.

Оптимальной величиной угла заострения ножа β при фрезеровании древесины мягких пород следует считать 36 град., а твёрдых пород – 39–40 град. При малых величинах угла заострения давление на переднюю поверхность уменьшается. С увеличением угла резания (при постоянной величине β) это давление значительно возрастает, что вызывает упругий отгиб лезвия.

Одновременно увеличиваются силы трения древесины о переднюю поверхность и деформация стружки.

Таким образом, целесообразно создание фрезы с изменяемыми угловыми параметрами, позволяющей проводить процесс резания по оптимальным режимам.

Применение сборного деревообрабатывающего инструмента с неперетачиваемыми пластинами (НП) позволяет значительно увеличить производительность



Сборная цилиндрическая фреза:

1 – корпус фрезы; 2 – сегмент-резцедержатель; 3 – нож в виде неперетачиваемой твердосплавной пластины; 4 – клин

труда, сократить расход энергии и улучшить показатель ресурсосбережения на деревообрабатывающих предприятиях. Поэтому задача оптимизации условий эксплуатации данного режущего инструмента очень актуальна. Важное направление решения этой задачи – создание новых конструкций режущего инструмента.

Вниманию специалистов деревообрабатывающей промышленности предлагается сборная цилиндрическая фреза новой (а.с. 603580 СССР) конструкции для обработки МДФ (ДВП средней плотности), ДСП, фанеры и натуральной древесины – на продольно-фрезерных и фрезерных станках, обрабатывающих центрах, автоматических линиях.

Фреза (см. рисунок) состоит из корпуса 1, в котором расточены четыре диаметрально расположенных паза типа "ласточкин хвост". В пазы корпуса устанавливаются поворотные быстросъёмные сегменты-резцедержатели 2. Для настройки ножа 3 на необходимую величину угла резания (в целях оптимизации режима резания обрабатываемого материала) сегмент-резцедержатель можно поворачивать на оптимальный угол резания и фиксировать в заданном положении винтами. Ножи устанавливают на базирующие штифты резцедержателя и закрепляют в нём клином 4.

Фреза данной конструкции универсальна: можно применять плоские, профильные и фасонные НП для обработки любых материалов.

Система фрез включает в себя инструменты с двумя, тремя и четырьмя ножами. Корпус фрезы вместе с сегментом-резцедержателем и НП закрепляют на шпинделе станка одним из четырёх способов: непосредственная посадка на шпиндель, крепление на цанге, крепление на двух цангах через промежуточные упорные кольца, крепление на патроне. Корпус фрезы, сегменты и клинья изготавливают из конструкционной стали 40 или 40Х.

Применяют фрезу следующим образом. Корпус фрезы вместе с сегментом и НП закрепляют на шпинделе станка одним из приведённых способов. Ножи прижимают клином к поверхности корпуса с помощью распорных винтов. На корпусе фрезы имеется шкала, позволяющая определить величину угла установки ножа, а на сегменте – указатель величины угла резания. После установки ножа на требуемый угол резания сегмент фиксируют в заданном положении винтами. Для перестановки ножа на новый угол резания (при изменении режима резания)

необходимо ослабить зажимные винты, сегмент с ножами повернуть, установить с обеспечением требуемого угла резания и зафиксировать в заданном положении винтами. Аналогично осуществляют съём отработанных и установку новых сегментов-резцедержателей, так что нет необходимости в установке, закреплении и раскреплении ножа.

Предлагаемая конструкция фрезы обеспечивает возможность быстро (за 20–25 с) заменять затупившиеся НП новыми (при этом корпус фрезы вместе с резцедержателем находятся на шпинделе станка – их снимают по мере необходимости). Ещё одна важная особенность предлагаемой фрезы: при повороте сегмента на определённый угол величина радиуса окружности резания не изменяется.

Для обеспечения возможности нормальной эксплуатации новой фрезы необходимо при её изготовлении соблюдать требования ГОСТ 14956–79. В обязательном порядке следует осуществлять динамическую балансировку изготовленной фрезы.

Для оценки долговечности новой фрезы были проведены её лабораторно-промышленные испытания на обрабатывающем центре зарубежного производства. Обрабатываемый материал – МДФ. Режим обработки: частота вращения шпинделя $n = 5000 \text{ мин}^{-1}$; скорость резания $v = 37 \text{ м/с}$, скорость подачи $v_s = 15 \text{ м/мин}$. Диаметр фре-

зы $D = 140 \text{ мм}$, число ножей $z = 4$. Размеры НП – $30 \times 12 \times 1,5 \text{ мм}$.

Разработана техническая документация на фрезу, изготовлены её опытные образцы. На ПЭВМ выполнены необходимые расчёты величин показателей прочности фрезы. Осуществлена – на станке фирмы "Schenck" – динамическая балансировка фрезы при разных положениях резцедержателя.

Основные параметры сборной цилиндрической фрезы

Диаметр, мм:	
корпуса	80; 100; 125; 140 (160; 180)
посадочного отверстия	22; 27 (30); 32; 40; 50
Ширина фрезы, мм	40; 60; 90; 110; 130; 170
Число резцов, шт.	2; 3; 4
Предельная частота вращения, мин^{-1}	9000
Диапазон изменения угла резания, град.	± 12
Продолжительность замены режущих элементов, с	30–40

Список литературы

1. Пижурин А.А. Основы автоматизации режимов механической обработки древесины: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – М.: МЛТИ, 1972. – 42 с.
2. Воскресенский С.А. Резание древесины. – М.–Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 200 с.

УДК 674.047.3:66.047.2.001.73

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ВАКУУМНО-КОНВЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Р. Р. Сафин, Р. Р. Хасаншин, П. А. Кайнов, Р. Г. Сафин – Казанский государственный технологический университет

Сушка древесины – один из основных технологических процессов, определяющих качество и себестоимость продукции, а также продолжительность производственного цикла на деревообрабатывающих предприятиях. В настоящее время работа по совершенствованию сушильного оборудования состоит не только в улучшении характеристик действующего комплекса, но и в коренном устранении недостатков существующих технологий и оборудования.

Исследователи считают, что наиболее перспективны вакуумно-конвективные способы сушки пиломатериалов (основанные на конвективном методе подвода теплоты), по одному из которых процессы осуществляются с чередованием стадий прогрева и вакуумирования ("импульсный" способ), а по другому – с обеспечением конвективной сушки материала в разреженной среде.

Одним из разновидностей "импульсного" способа сушки является вакуум-осциллирующий способ (рис. 1),

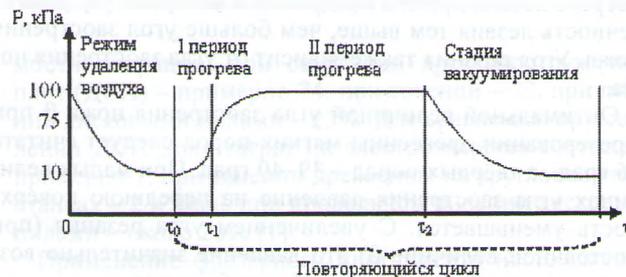


Рис. 1. Схема ведения процесса сушки пиломатериала в среде перегретого пара вакуум-осциллирующим способом

разработанный сотрудниками кафедры переработки древесных материалов Казанского государственного технологического университета. Сушильный процесс при этом представляет собой последовательное чередование