

УДК 669.056.9:620

С. С. Карпович¹, В. Н. Гаранин², О. Ю. Пискунова², С. И. Карпович²¹Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ²Белорусский государственный технологический университет**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ФРЕЗ С ОТКРЫТЫМИ МЕЖЗУБОВЫМИ ВПАДИНАМИ**

Разработана конструкция фрезы для обработки радиусных пазов больших размеров, представляющая собой кольцо шириной больше диаметра посадочного вала, торец кольца с двух сторон заточен и выполняет функцию режущего клина, а посадочное отверстие просверлено перпендикулярно боковой поверхности в точке пересечения осей симметрии. Конструкция характеризуется простотой и технологичностью изготовления, а следовательно, и невысокой стоимостью.

По принципу проектирования фрез с открытой, сквозной межзубовой впадиной разработана конструкция фрезы с пластинчатыми режущими элементами. Торцы изогнутых пластинок толщиной 0,75 мм заточены под углом 45° и выполняют роль режущего клина, а внутренняя полость выполняет функцию открытой впадины. После отделения снимаемого слоя с заготовки стружка перемещается по передней поверхности резца и беспрепятственно удаляется из зоны резания. В таком случае следует ожидать уменьшения силовых параметров резания. Изогнутые режущие пластинки можно затачивать как по передней, так и по задней поверхностям. Более простой является заточка по наружной, задней поверхности пластинки. При такой схеме заточки режущая кромка оказывается в зоне сжатия, что, как известно, благоприятно сказывается на износостойкости инструмента. Такая схема заточки предопределяет целесообразность нанесения упрочняющего покрытия на переднюю поверхность режущего клина.

Лабораторные испытания подтвердили работоспособность инструмента с хорошими показателями качества при фрезеровании радиусных пазов с отсутствием сколов на входе и выходе фрезы, в том числе в зоне расположения сучков. Силовые параметры резания невысокие, с сохранением тенденции роста при увеличении скорости резания и величины подачи на зуб.

Ключевые слова: фреза, зубья, резание, мощность, конструкция, заточка, упрочнение, древесина, режим.

S. S. Karpovich¹, V. N. Garanin², O. Yu. Piskunova², S. I. Karpovich²¹ Institute for Advanced Studies and Retraining for New Areas of Engineering, Technology and Economy BNTU²Belarusian State Technological University**ESTIMATE OF CONSTRUCTION EFFICIENCY OF WOOD-MILLING CUTTERS WITH OPEN SAW GULLETS**

The design of the cutter for machining of larger sweep milling, which are the ring with width landing shaft, the ring butt is sharpened on both sides and acts as a cutting wedge, and the bigger than landing hole is drilled perpendicular to the side surface at the intersection of the symmetry axes. The design is characterized by simplicity and manufacturability, and therefore by low cost.

According to the principle of designing mills with open, through saw gullets cutters with plate cutting elements were developed. The of ends the curved plates with thickness of 0.75 mm are sharpened at angle 45° and serve as the cutting wedge and the inner cavity serves as an open saw gullet. After separating the layer from the workpiece, chips move on the front face of the blade and is easily removed from the cutting zone. In this case, we should expect a decrease in the power of cutting parameters. Curved cutting plates can be sharpened on both the front and the back surfaces. A simpler is sharpening on the outside, rear surface of the plate. With this scheme of sharpening the cutting edge is in the compression zone, as is well known that favorably affects the tool life. This sharpening scheme determines the advisability of applying of sharpening strengthening coating on the front surface of the cutting wedge.

Laboratory tests have confirmed the efficiency of the good quality tool for milling of curved slots with the absence of chipping at the inlet and outlet of the cutter, including the knots zone location. Power cutting parameters are low with the cutting speed increasing and feed per tooth increasing.

Key words: cutter, teeth, cutting, power, construction, sharpening, hardening, wood, mode.

Введение. В деревообработке промышленное фрезерование – одна из наиболее широко применяемых технологий механической обработки древесины и древесных материалов. Это объясняется возможностью выполнения разнообразных операций как при обработке плоских, так и фасонных поверхностей, а также выполнения операций по нанесению декоративных узоров на элементы мебели. Такие возможности технологии фрезерования обеспечивает широкая номенклатура фрезерного инструмента, что является результатом его постоянного совершенствования. В конструктивном плане фрезерный инструмент делят на цельный, сборный и составной. Сборные фрезы, как наиболее широко используемые в деревообрабатывающей промышленности, более сложные в технологическом отношении. Однако их широкое использование объясняется в первую очередь возможностью быстрой смены режущих элементов, а также высоким ресурсом корпуса инструмента. Усложняет конструкцию сборных фрез механизм крепления и регулирования положения съемных режущих элементов, к тому же эти механизмы затруднительно размещать на небольшом по размерам корпусе. При такой концепции инструмента корпус и режущие элементы каждый по отдельности выполняют свою функцию, что ведет к увеличению габаритов и металлоемкости фрез.

Основная часть. В представленной работе предложен принцип конструирования фрез с совмещением функций режущих элементов с несущей способностью корпуса. Если фрезу изготавливать из полый заготовки круглой, квадратной, прямоугольной или другой формы, торцы полого корпуса после заточки будут выполнять функцию режущего клина, а если посадочное отверстие расположить на пересечении горизонтальной и вертикальной осей симметрии перпендикулярно боковой поверхности корпуса, получим двузубый инструмент облегченной конструкции. В этом случае кольцевые режущие элементы будут выполнять одновременно функцию корпуса. Данная конструкция будет обладать достоинствами цельного инструмента.

Основными достоинствами фрез такой конструкции является малая металлоемкость, простота технологии изготовления и низкая себестоимость. Дополнительными преимуществами фрез с совмещенной функцией режущих элементов и корпуса является наличие открытой межзубовой впадины, что обеспечивает «свободное» удаление стружки из зоны резания и как следствие снижение энергоемкости процесса резания. В зависимости от схемы формирования режущего клина заточка фрез производится по задней или передней поверхностям. Предлагается

изготавливать фрезы с полым корпусом из среднелегированных инструментальных сталей с последующей термообработкой и нанесением упрочняющих покрытий. Упрочняющее покрытие будет формироваться на всех наружных поверхностях заготовки. В этом случае при заточке как по передней, так и задней поверхности упрочненный слой будет выходить на режущую кромку. Для обработки плоских поверхностей на фрезях, сконструированных по данному принципу, есть возможность закреплять неперетачиваемые пластины одноразового использования, что позволит представленному инструменту иметь достоинства сборной фрезы.

По такому принципу стружкообразования предложена конструкция фрезы с кольцевыми режущими элементами [1].

При открытой схеме резания, когда стружка свободно перемещается во впадине, затрачивается меньшее усилие на резание древесины, чем при закрытой схеме резания, когда стружка находится в замкнутом объеме. Сквозная полость, образованная при изгибе пластинки, представляет собой и выполняет роль впадины, объемом которой неограничен.

Принцип проектирования фрез с неограниченными объемами межзубовых впадин и совмещением функций режущих элементов с несущей способностью корпуса имеет преимущества по металлоемкости конструкции, силовым параметрам резания, хорошему качеству обработанных как плоских, так и радиусных поверхностей, снимают ограничения, связанные с заполнением межзубовых впадин стружкой, просты в изготовлении и их заточка осуществляется на стандартном заточном оборудовании.

Для определения режущих способностей был изготовлен опытный образец фрезы (рис. 1) из трубчатой заготовки с наружным диаметром 70 мм, толщиной стенок 5 мм, посадочным отверстием 32 мм и радиусом вращения режущих кромок 45 мм.

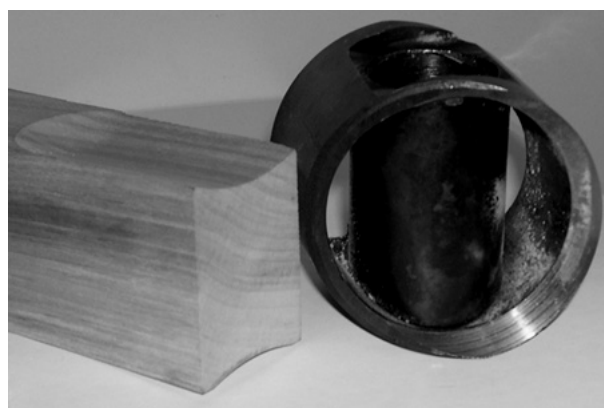


Рис. 1. Конструкция дереворежущей фрезы с открытыми межзубовыми впадинами

Силовые параметры резания опытной фрезой определялись на установке, созданной на базе промышленного станка UNIMAT 23 EL (WEINIG, Германия) (рис. 2). Станок проходного типа предназначен для исследования процесса плоского и профильного фрезерования. На производстве используется для получения погонажных изделий (доска, вагонка и др.).



Рис. 2. Экспериментальная установка

Измерение мощности происходит с использованием программы COMBIVIS 5 путем снятия электрических параметров с частотного преобразователя, который управляет приводом правого вертикального шпинделя указанного оборудования (рис. 3).

Эксперименты проводились на образцах древесины сосны с влажностью $W \sim 14\%$. Результаты испытаний приведены в таблице. Лабораторные испытания подтвердили работоспособность фрез такой конструкции при частоте вращения шпинделя до $10\,000\text{ мин}^{-1}$,

уровень шума невысокий (по сравнению с распространенными конструкциями фрез), качество обработанной поверхности при визуальной оценке можно оценить как хорошее, без сколов на входе и выходе режущих элементов.

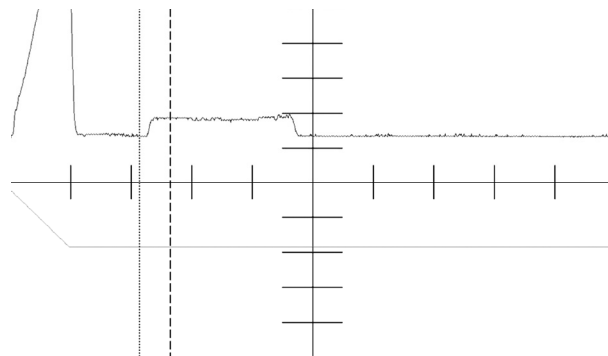


Рис. 3. Измерение потребляемой мощности приводом механизма резания

Переменными параметрами были скорость резания ($V_{\text{рез}}$) и скорость подачи (V_S). С увеличением скорости резания мощность резания растет во всех исследуемых диапазонах и зависит от толщины стружки (e). Процентное увеличение мощности резания с учетом толщины стружки имеет тенденцию к росту и составило порядка 40%.

Оптимизация силовых параметров резания должна определяться не только с учетом усилий, затрачиваемых на резание (ΔP), но и с учетом мощности холостого хода (P_{xx}).

Анализ этих двух зависимостей позволяет определить рациональные режимы резания. Данное направление будет представлено в дальнейших работах и не является целью настоящего этапа.

Результаты испытаний

$\frac{V_{\text{рез}}, \text{ м/с}}{n, \text{ мин}^{-1}}$	$V_S, \text{ м/с}$	$e_{\text{max}}, \text{ мм}$	Мощность, кВт			Рост мощности относительно толщины стружки, %
			P_{xx}	$P_{\text{рез}}$	$\Delta P = P_{\text{рез}} - P_{\text{xx}}$	
$\frac{28,3}{6000}$	6,8	0,17	0,65	1,23	0,58	–
	8,6	0,215		1,385	0,735	26
	10,5	0,26		1,455	0,805	38
$\frac{37,8}{8000}$	9,1	0,17	1,17	1,94	0,77	–
	11,5	0,215		2,155	0,985	28
	14,0	0,26		2,27	1,1	42
$\frac{47,1}{10\,000}$	11,4	0,17	1,37	2,53	1,16	–
	14,4	0,215		2,88	1,51	30
	17,4	0,26		3,0	1,63	40,5

Заключение. 1. Фрезы с коробчатым корпусом имеют приблизительно в два раза меньшую металлоемкость, технологически просты в изготовлении. 2. Восстановление режущей способности (заточка) фрез может осуществляться как по передней, так и по задней поверхностям на стандартном заточном обо-

рудовании. 3. При нанесении упрочняющих покрытий на переднюю и заднюю поверхности заточка может осуществляться по любой из этих поверхностей с сохранением упрочняющего покрытия на режущей кромке при восстановлении режущей способности инструмента.

Литература

1. Карпович С. И., Гришкевич А. А., Карпович С. С., Музыченко В. М., Гаранин В. Н. Фреза: пат. 16867 Респ. Беларусь. № а 20100031; заявл. 11.01.2010; опубл. 28.02.2013. 4 с.

References

1. Karpovich S. I., Grishkevich A. A., Karpovich S. S., Muzychenko V. M., Haranin V. N. *Freza* [Mill]. Patent BY, no. 16867, 2013.

Информация об авторах

Карпович Сергей Семенович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Новые материалы и технологии». Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ (220107, г. Минск, пр-т Партизанский, 77, Республика Беларусь). E-mail: KarpovichSI@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: dosy@belstu.by

Пискунова Ольга Юрьевна – инженер кафедры материаловедения и технологии металлов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: olguriev@mail.ru

Карпович Семен Иванович – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник кафедры материаловедения и технологии металлов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

Information about the authors

Karpovich Sergey Semenovich – Ph. D. Engineering, assistant professor, head of Department “New Materials and Technologies”. Institute for Advanced Studies and Retraining for New Areas of Engineering, Technology and Economy BNTU (77, Partizanskiy Ave., 220107, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

Gararin Viktor Nikolaevich – Ph. D. Engineering, assistant professor, Department of Technology of Wood Working Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dosy@belstu.by

Piskunova Ol'ga Yur'yevna – engineer, Department of Materials Science and Metal Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: olguriev@mail.ru

Karpovich Semen Ivanovich – Ph. D. Engineering, assistant professor, leading researcher, Department of Materials Science and Metal Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: KarpovichSI@belstu.by

Поступила 20.02.2015