

А.В., Дривотин, И.Г., Лебедев, В.Я. Ротационное резание материалов. – Минск: Наука и техника, 1987. 3. Соусь, А.В., Сидоренко, В.А. Технологические возможности ротационного резания материалов. – Минск: РМИПК, 1990.

УДК 621.91.04

Попок Н.Н., Терентьев В.А., Сидикевич А.В., Хмельницкий Р.С.

АНАЛИЗ ТОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЛОЧНО—МОДУЛЬНЫХ ФРЕЗ

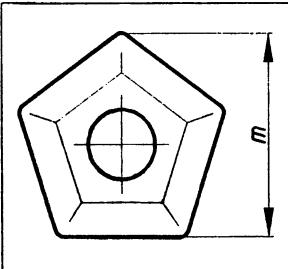
Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь

В машиностроении широко используются детали с открытыми плоскими поверхностями, к которым предъявляются высокие требования по точности и качеству. Одним из самых производительных способов обработки таких поверхностей является фрезерование торцовыми фрезами. От точности изготовления, сборки и настройки этих фрез напрямую зависит качество обработанной поверхности. Как известно [1], отклонение торцового расположения зубьев фрез влияет на качество обработанной поверхности, а отклонение в радиальном расположении — на их стойкость.

В конструкциях торцовых фрез известных зарубежных фирм, таких как Sandvik Coromant, Hertel и др. [2, 3], сменные многогранные неперетачиваемые пластины устанавливаются в закрытых пазах без возможности регулировки их торцового и радиального расположений. Поэтому сменные многогранные пластины и пазы под них должны быть выполнены с высоким качеством точности, чтобы торцовое и радиальное биение пластины было минимальным. Это приводит к увеличению трудоемкости и стоимости изготовления фрез. Для получения низкой шероховатости поверхности фирмой Sandvik Coromant разработаны конструкции фрез с зачистными пластинами, которые устанавливаются в закрытых пазах без возможности регулировки, а фирмой Hertel — с зачистным блоком, который имеет возможность регулировки в радиальном направлении относительно оси вращения инструмента.

Таблица 1

Предельные отклонения размеров по классам допуска на геометрический размер m для пятигранных пластин

	Класс допуска	Предельные отклонения на размер m , мм
	A	$\pm 0,005$
H	$\pm 0,013$	
G	$\pm 0,025$	
L	$\pm 0,025$	
M	от $\pm 0,08$ до $\pm 0,18$	
U	от $\pm 0,13$ до $\pm 0,38$	

Согласно ГОСТ 19042-80 режущие пластины изготавливаются по нескольким классам допусков. Каждому классу допуска на характерный геометрический размер пластины режущей соответствуют определенные предельные отклонения. Например, в таблице 1 приведены предельные отклонения размеров по некоторым классам допусков на геометрический размер m для пятигранных пластин, который является основным размером, влияющим как на торцовое, так и на радиальное их биения в инструменте.

Для получения статистических данных по отклонению этого размера в разных пластинах режущих, была взята партия из 50 пятигранных пластин PNUM-110405 ГОСТ 19065-80 и проведены измерения по каждой грани размера $m=17,562\text{мм}$ с допуском равным $\pm 0,27\text{мм}$ при помощи микрометра МК 0-25 ГОСТ 6507-78. Был получен широкий диапазон разбросов размера m от 17,30 до 17,75мм, представленный на гистограмме распределения размеров по 11 интервалам с шагом 0,05 мм (Рисунок 1). Из гистограммы видно, что чаще всего встречаются пластины режущие, действительный размер m которых близок к номинальному. Однако встречаются пластины режущие, у которых отклонения от номинального размера достигают максимальных значений 0,27 мм. Вместе с тем ГОСТ 24360-80 «Фрезы торцовые насадные со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава» рекомендует для фрез диаметром до 160 мм допуск биения главных режущих кромок — 0,03мм, для двух противоположных зубьев — 0,06мм; и допуск биения вспомогательных режущих кромок — 0,05мм. то есть отклонение размера m пластин режущих превышает допуск на биение зубьев фрез в десятки раз. Поэтому, для обеспечения требуемого допуска на биение зубьев фрезы необходимо проектировать сборные фрезы с возможностью регулировки их торцового и радиального биений.

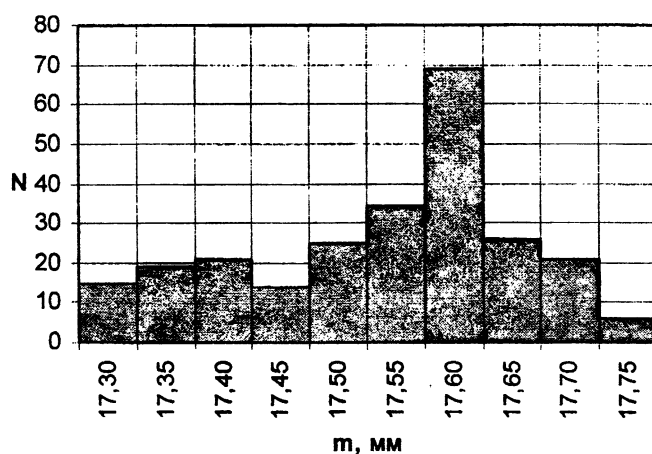


Рисунок 1 — Гистограмма частоты встречи N размера пластин режущих m

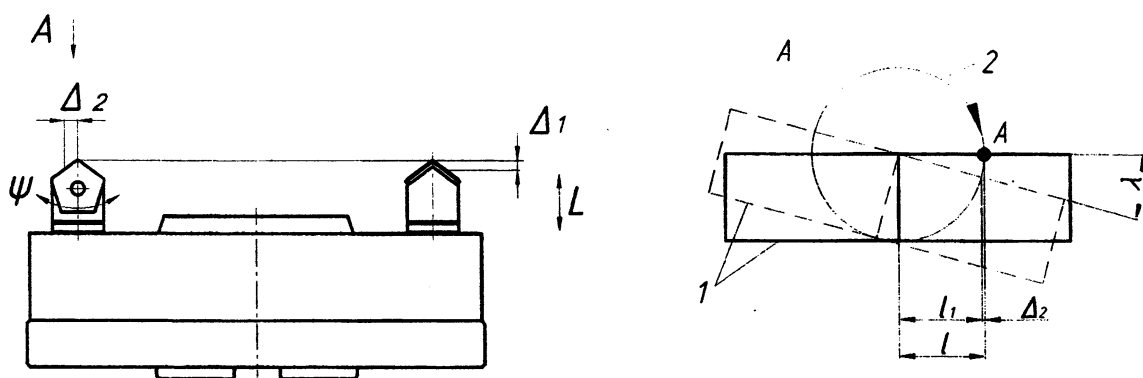


Рисунок 2 — Схемы регулировки торцового и радиального биений пластин режущих

Рассмотрим конструкции блочно-модульных фрез [4] с точки зрения регулировки торцового (Δ_1) и радиального (Δ_2) биений зубьев (Рисунок 2). Блочно-модульные фрезы состоят из модуля корпусного, блоков резцовых с пластинами режущими и механизмов зажима блоков резцовых в модуле корпусном. Цилиндрические блоки резцовые расположены в отверстиях модуля корпусного. Регулировка торцового биения осуществляется за счет изменения вылета блоков резцовых L , а радиального биения за счет поворота блока резцового

пластиной режущей на угол ψ в модуле корпусном вокруг своей оси (Рисунок 2). Изменение величины вылета L связано с изменением глубины резания t или ширины контакта режущей кромки со срезаемым слоем, а поворот блока резового на угол ψ связан с изменением толщины срезаемого слоя a , приходящейся на один зуб инструмента. Как видно из таблицы 2, торцовое биение зубьев не существенно изменяет глубину резания t , однако сказывается на высоте неровностей обработанной поверхности детали. Поэтому при чистовой обработке для обеспечения шероховатости поверхности $Ra 3,2$ необходимо осуществлять регулировку торцового биения зубьев фрезы.

Таблица 2

Результаты измерений торцового биения

		Величина торцового биения, мм								Среднее
		Зуб №								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Фреза №	1	-6	+4	+2	-3	-2	+2	-4	-3	3,25
	2	-3	-5	-8	0	-27	-1	-17	0	7,625

Таблица 3

Результаты измерений радиального биения, Δ_2

		Величина радиального биения, мкм								Среднее
		Зуб №								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Фреза №	1	0	-11	-8	-5	-7	-14	-4	+1	6,25
	2	+4	+7	+6	+4	+31	+3	+30	+4	11,125



Рисунок 3 - Зависимость толщины среза a от подачи на зуб Sz при разных числах зубьев z : 1-4; 2-6; 3-8; 4-10

Как следует из таблицы 3, радиальное биение зубьев существенно влияет на толщину среза каждым зубом слоя материала. Как известно изменение толщины среза a пропорционально изменению подачи. На рисунке 4 представлена данная зависимость при разных числах зубьев. Анализируя данные таблицы 2, 3 и график на рисунке 3, можно сделать вывод, что величина радиального биения блочно-модульных фрез не превышает значений толщины срезаемого слоя. При настройке только торцового биения зубьев их радиальное биение не превышает допустимых ГОСТ 24360-80 значений. При увеличении числа режущих зубьев фрезы толщина срезаемого каждым зубом слоя уменьшается,

что позволяет повысить частоту вращения фрезы, а, следовательно, увеличить скорость резания и уменьшить время на обработку поверхности.

Регулировка радиального биения зубьев в блочно-модульной фрезе осуществляется за счет поворота блока резцового вокруг своей оси. При повороте блока резцового с пластиной режущей в модуле корпусном изменяется угол наклона главной режущей кромки λ , который является одним из важных геометрических параметров инструмента, определяющих, в частности, величину составляющей силы резания P_Z и деформации, а также направление схода стружки. Однако как следует из работы [5], при изменении угла λ в пределах 45° , величина составляющей силы резания P_Z изменяется незначительно.

Рассмотрим, как изменение угла λ влияет на радиальное биение режущих кромок (Рисунок 2). На данном рисунке позицией 1 обозначена пластина режущая в исходном и последующем (после поворота) положениях; 2 – траектория поворота пластины режущей в точке А. Из схемы (Рисунок 2) видно, что радиальное биение равно:

$$\Delta_2 = l - l_1 = l - l \cdot \cos \lambda = l \cdot (1 - \cos \lambda), \quad (1)$$

где l – расстояние от вершины пластины режущей до точки А на режущей кромке;
 l_1 – проекция l на плоскость резания.

Выражение (1) иллюстрируется на рисунке 4 графиком изменения радиального биения Δ_2 от угла поворота блока резцового с пластиной режущей относительно своей оси. Из графика видно, что при повороте блока резцового на угол λ до 12° радиальное биение Δ_2 можно регулировать в пределах до 0,1 мм. То есть данная регулировка обеспечивает компенсацию возможного радиального биения зубьев, а также, как видно из графика на рисунке 3, обеспечивает необходимое изменение толщины среза, приходящийся на каждый зуб фрезы.

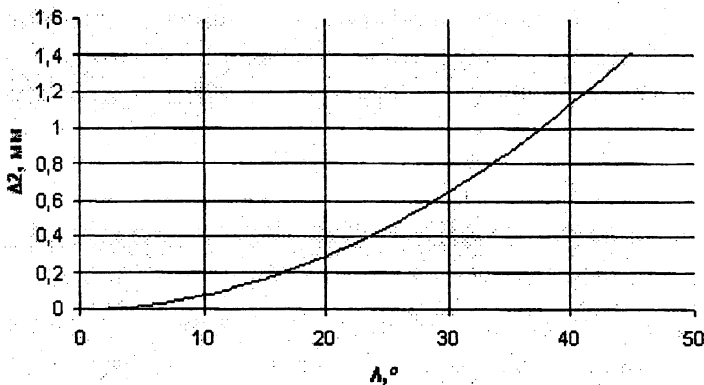


Рисунок 4 – Зависимость радиального биения Δ_2 от угла поворота ψ резцового блока

Для проверки работоспособности конструкций блочно-модульных фрез после настройки их зубьев были проведены лабораторные испытания. При испытаниях согласно ГОСТ 24360—80 использовалась заготовка из стали 45 ГОСТ 1050-88 длиной 500мм, которая обрабатывалась при следующих режимах резания: $t=1\div 4$ мм, $S_z=0,13$ мм/зуб, $V=185$ м/мин. После испытаний, при визуальном осмотре фрез на режущих кромках не было замечено выкрашиваний и сколов, и она оставалась пригодной для дальнейшей работы, а шероховатость обработанной поверхности составляла $Ra\ 3,2$ мкм.

Результаты исследований и испытаний новых конструкций блочно-модульных фрез показывают, что они работоспособны, а регулировка их точностных параметров позволяет получать поверхности с требуемой шероховатостью независимо от класса допуска пластины режущей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. — Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987. — 846 с.: ил. 2. Каталог. Новые инструменты от Sandvik Coromant — 2004:2-RUS. 3. Каталог. Hertel 900 - SU. 4. Пат. 563 ВУ. МПК: 7B23B1/00, 27/12. Многолезвийный блочно-модульный режущий инструмент / Попок Н.Н., Терентьев В.А. — № и 20010239; Заявлено 5.10.01; Опубл. 11.12.01/ Афіцыйны бюлетэнь/ Дзярж. пат. в. ведомства Рэсп. Беларусь. — 2002. — №2. — с.32. 5. Бобров, В.Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов. — М.: Машгиз, 1962. — 152 с.

БДК 621.9

Фельдштейн Е.Э., Маруда Р.

ВЛИЯНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫМ ТУМАНОМ НА ИЗМЕНЕНИЯ СИЛ И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТОЧЕНИИ СТАЛИ 45

*Зеленогурский университет
Зелена Гура, Польша*

Использование смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при обработке резанием позволяет повысить период стойкости режущего инструмента, улучшить условия стружкообразования и свойства поверхностного слоя, снизить силы резания и т.д. Однако в настоящее время имеет место тенденция сокращения использования СОЖ, что связано как с технологическими, так и с экологическими факторами, в том числе с все более жесткими международными нормами по охране окружающей среды [1, 2]. Использование СОЖ ставит перед производством ряд серьезных проблем и требований [3]. В частности:

- компоненты СОЖ не должны оказывать отрицательного воздействия на здоровье производственного персонала и на окружающую среду;
- в ходе эксплуатации СОЖ не должны образовываться загрязнения на поверхностях станка, в том числе на защитных щитах и обзорных окнах;
- СОЖ в процессе резания должна расходоваться экономно, имея главным образом смазывающее и охлаждающее действия; для этого используются подача СОЖ через каналы в теле инструмента или через специально разработанные сопла;
- в ходе работы оборудования необходим непрерывный контроль СОЖ как с точки зрения ее эксплуатационных свойств, так с точки зрения потерь СОЖ в системе охлаждения.

Последнее обстоятельство может привести к снижению эффективности работы этой системы.

Сокращение объема СОЖ в системе происходит по следующим причинам:

- испарение под действием высоких температур резания;
- разбрызгивание в ходе обработки;
- капли СОЖ после обработки остаются на удаляемых стружке и обрабатываемой детали, а при автоматической загрузке — на схватах автооператоров;
- утечки через уплотнения в системе подачи СОЖ.

Согласно [3], потери СОЖ могут достигать до 30% от ее общего годового расхода, что чревато значительными финансовыми потерями. Согласно данным [1, 2, 4], в автомобильной промышленности Германии стоимость эксплуатации СОЖ (доставка, непосредственно использование, регенерация и утилизация) составляют от 7 до 17% общих производственных