

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ТОРЦОВО-ДИСКОВЫХ ФРЕЗ

Попок Н.Н., Хмельницкий Р.С., Анисимов В.С., Гвоздь Г.И.,  
Бабашинский М.А.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой  
Новополоцк, Республика Беларусь

При изготовлении деталей на металлорежущих станках с инструментальными магазинами стремятся реализовать на одном рабочем месте как можно больше различных переходов с применением минимального количества режущих инструментов. Решение этой задачи возможно при использовании комбинированных инструментов, конструктивно сочетающих несколько типов режущих инструментов. Предлагаемые блочно-модульные режущие инструменты [1] позволяют за счет взаимозаменяемого унифицированного режцового блока производить растачивание, зенкерование, наружное и внутреннее фрезерование поверхностей деталей при минимальном количестве корпусных модулей, устанавливаемых в гнезда инструментального магазина.

Конструктивной особенностью комбинированной торцово-дисковой фрезы является выполнение отверстий в периферийной и торцевой частях корпуса однотипного размера, что позволяет устанавливать в них как унифицированный режцовый блок, так и зажимающие его элементы (рисунок 1).

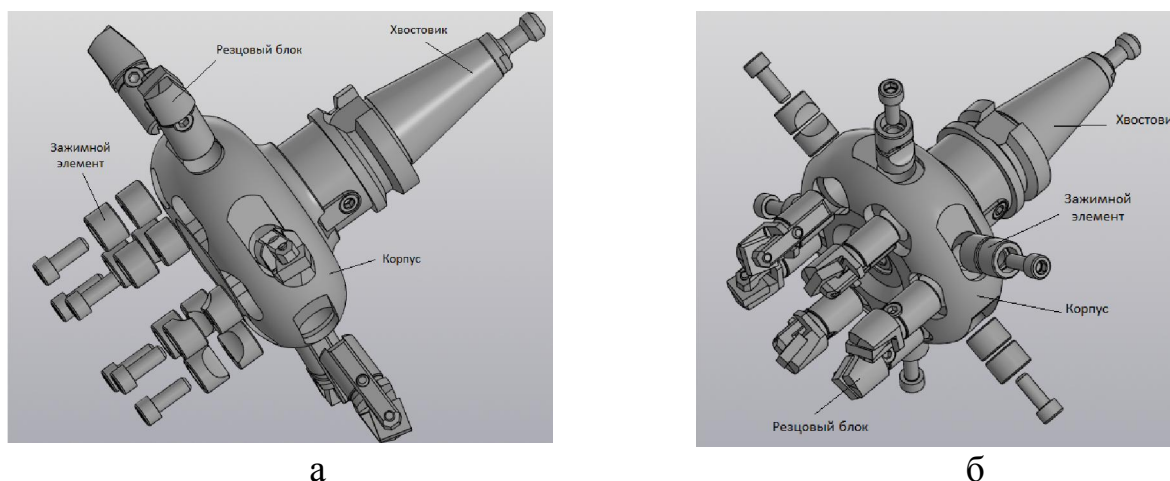


Рисунок 1 – Внешний вид комбинированной фрезы:  
а – дисковой; б – торцовой

Изготавливаются экспериментальные образцы комбинированных фрез как из металлических материалов (сталь 40Х), так и «гибридной» конструкции, включающие корпуса из пластикового материала (марки АВС), отпечатанные на 3-D принтере. В режцовые блоки устанавливаются пластины твердосплавные

(Т15К6) типа CNMG 05125-12 04 04. Типоразмеры и материалы пластины режущей могут использоваться и другие в зависимости от обрабатываемого материала, размеров конструктивного элемента и поверхности детали, режима резания, применения смазочно-охлаждающей технологической среды и т.д.

Для проверки работоспособности фрез проводится классический эксперимент, в котором диапазоны изменения скорости  $v$ , подачи на зуб  $S_z$  и глубины резания  $t$  выбираются по справочнику [2] и составляют:  $v=230\div305$  м/мин,  $S_z=0,06\div0,1$  мм/зуб,  $t=0,5\div1,5$  мм. При проведении эксперимента фиксируются минимальные  $N_{min}$  и максимальные  $N_{max}$  значения потребляемой мощности, определяется методом непосредственных измерений величина усадки стружки (коэффициенты утолщения  $ka$ , уширения  $kb$  и укорочения стружки  $kl$ ) и измеряется шероховатость обработанной поверхности (параметр  $Ra$ ) на профилографе-профилометре модели «Abris-7P». Для примера на рисунке 2 представлены отдельные зависимости характеристик обработки от режима резания.

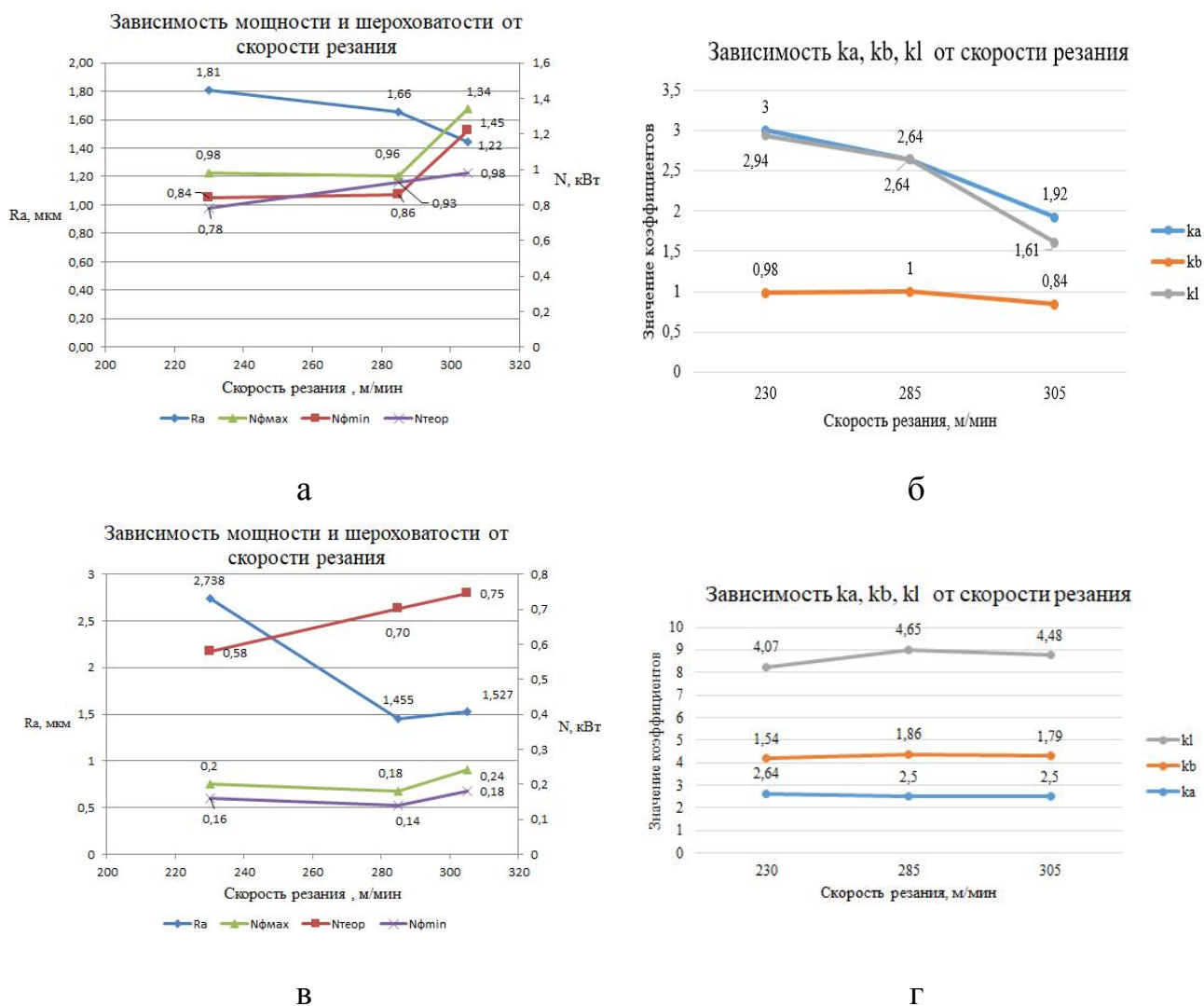


Рисунок 2 – Результаты экспериментальных исследований торцевой (а, б) и дисковой (в, г) фрез

Изменения деформационных и динамических характеристик обработки и параметра шероховатости поверхности  $Ra$  соответствуют классическим представлениям теории резания. Т.е. при торцовом фрезеровании с увеличением глубины резания  $t$  минимальные  $N_{min}$  и максимальные  $N_{max}$  значения фактической мощности резания увеличиваются и близки к теоретическим значениям  $N_{теор}$ ; показатели деформации  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  и параметр шероховатости  $Ra$  поверхности не изменяются. С увеличением подачи  $Sz$  значения мощности  $N_{min}$ ,  $N_{max}$ ,  $N_{теор}$  и параметра шероховатости  $Ra$  возрастают, а значения  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  – не изменяются. Рост скорости  $v$  приводит к увеличению мощности резания  $N_{min}$  и  $N_{max}$  и снижению коэффициентов усадки стружки  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  и параметра шероховатости поверхности  $Ra$ .

При дисковом (плунжерном) фрезеровании с увеличением подачи  $S$  значения мощности резания  $N_{min}$ ,  $N_{max}$  и параметра  $Ra$  шероховатости поверхности возрастают, показатели деформации не изменяются. С увеличением скорости резания  $v$  значения мощности резания  $N_{min}$ ,  $N_{max}$  растут, параметр  $Ra$  снижаются, а  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  не изменяются. При увеличении линейной скорости вращения фрезы мощность резания практически не изменяется, так как величины снижения силы резания и увеличения скорости резания сопоставимы и их влияние на изменение мощности резания несущественно ( $N=Pz \cdot v$ ). При плунжерном фрезеровании за счет направления движения подачи вдоль оси вращения фрезы  $Ds$  снижается радиальное отжатие фрезы по сравнению с торцовым фрезерованием, когда движение подачи  $Ds$  направлено перпендикулярно оси главного вращательного движения  $Dr$ . Некоторое увеличение параметра  $Ra$  шероховатости обработанной поверхности при плунжерном фрезеровании по сравнению с торцовым фрезерованием объясняется биением режущих кромок фрез: при плунжерном фрезеровании – 0,2-0,4 мм, при торцовом фрезеровании – 0,1-0,2 мм.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают работоспособность предлагаемых комбинированных торцово-дисковых фрез, которые рекомендуются для дальнейших производственных испытаний.

1. Блочно-модульные режущие инструменты. Альбом : учебно-методическое пособие / Н.Н. Попок, В.А. Терентьев, Г.И. Гвоздь, С.А. Портянко. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т, 2021. – 164 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001 г. - 944 с.