

## КОМБИНИРОВАННАЯ ФРЕЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПЛОСКОСТЕЙ, УСТУПОВ И ПАЗОВ

**Н.Н. ПОПОК, В.С. АНИСИМОВ, Г.И. ГВОЗДЬ, М.А. БАБАШИНСКИЙ**  
*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Разработаны блочно-модульные режущие инструменты [1], которые позволяют за счет взаимозаменяемого унифицированного режцового блока производить растачивание, зенкерование, наружное и внутреннее фрезерование поверхностей деталей при минимальном количестве корпусных модулей.

На рисунке 1 представлены виды встречного торцового и периферийного фрезерования плоских поверхностей и пазов.

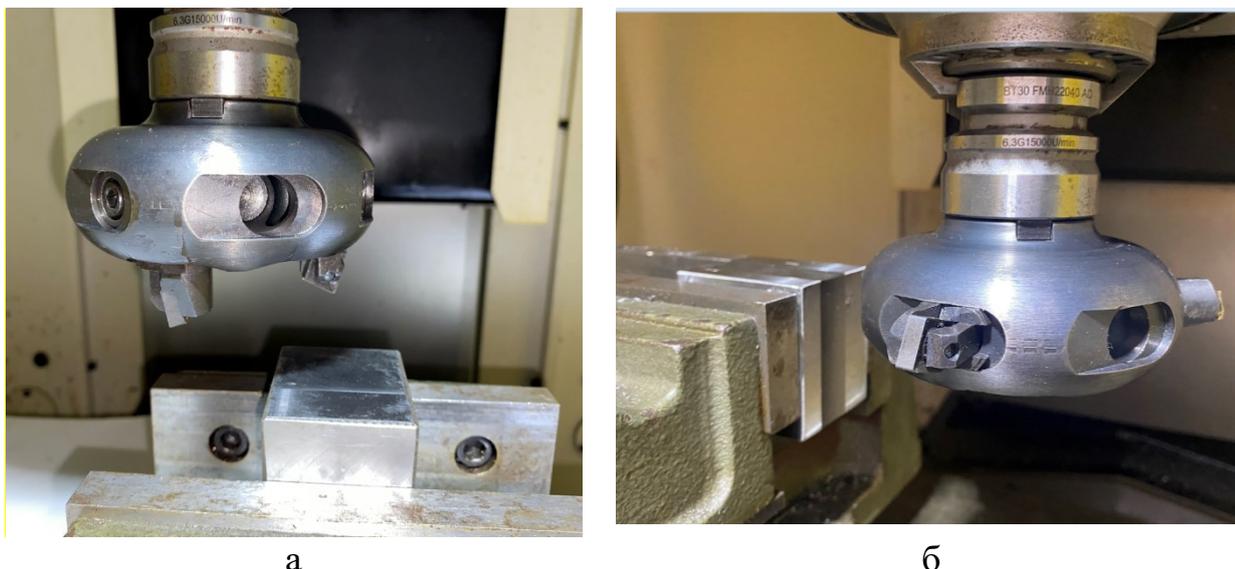


Рисунок 1. – Виды торцового (а) и периферийного (б) фрезерования

Были проведены исследования разработанных фрез, при которых фиксировались минимальные  $N_{\phi min}$  и максимальные  $N_{\phi max}$  значения потребляемой мощности, определялась методом непосредственных измерений величина усадки стружки (коэффициенты утолщения  $ka$ , уширения  $kb$  и укорочения стружки  $kl$ ) и измерялась шероховатость обработанной поверхности (параметр  $Ra$ ) на профилографе-профилометре модели «Abris-7P».

Диапазоны изменения элементов режима резания следующие: скорость резания 230-305 м/мин, подача 0,06-0,1 мм/зуб, глубина резания 0,5-1,5 мм.

Также с использованием справочника [2] рассчитывалась сила и мощность резания. Результаты расчетов и опытов представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. – Результаты расчетов и экспериментальных исследований торцовой фрезы

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Pz$ , Н	104	208	312	208	258	305	208	199	196
$N$ , кВт	0,39	0,78	1,17	0,78	0,97	1,14	0,78	0,92	0,98
$N_{\text{фmin}}$ , кВт	0,56	0,68	1,08	0,8	1,1	1,68	0,84	0,86	1,22
$N_{\text{фmax}}$ , кВт	0,64	0,78	1,24	0,96	1,24	1,88	0,98	0,96	1,34
$Ra$	1,72	1,31	1,36	1,50	4,18	4,35	1,80	1,65	1,44
$ka$	2,5	2,85	2,64	2,71	2,26	2,0	3	2,64	1,92
$kb$	1,4	0,89	0,7	0,86	1,08	1,19	0,98	1,0	0,84
$kl$	3,5	2,5	1,84	2,33	2,44	2,38	2,94	2,64	1,61

Таблица 2. – Результаты расчетов и экспериментальных исследований дисковой фрезы

№ опыта	1	2	3	4	5	6
$Pz$ , Н	154	193	231	154	150	149
$N_{\text{теор}}$ , кВт	0,57	0,72	0,87	0,57	0,70	0,74
$N_{\text{фmin}}$ , кВт	0,16	0,3	0,36	0,16	0,14	0,18
$N_{\text{фmax}}$ , кВт	0,22	0,44	0,56	0,2	0,18	0,24
$Ra$	2,55	3,96	4,84	2,73	1,45	1,52
$ka$	2,64	2,16	2,17	2,64	2,5	2,5
$kb$	1,59	2,25	2,32	1,54	1,86	1,79
$kl$	4,20	4,86	5,03	4,07	4,65	4,48

При торцовом фрезеровании с увеличением глубины резания минимальные  $N_{\text{фmin}}$  и максимальные  $N_{\text{фmax}}$  значения фактической мощности резания увеличиваются и близки к теоретическим значениям  $N_{\text{теор}}$ ; показатели деформации  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  и параметр шероховатости  $Ra$  поверхности не изменяются. С увеличением подачи фрезы значения мощности  $N_{\text{фmin}}$ ,  $N_{\text{фmax}}$ ,  $N_{\text{теор}}$  и параметра шероховатости  $Ra$  возрастают, а значения  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  – не изменяются. Рост скорости  $v$  приводит к увеличению мощности резания  $N_{\text{фmin}}$ , и  $N_{\text{фmax}}$  и снижению коэффициентов усадки стружки  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  и параметра шероховатости поверхности  $Ra$ .

При периферийном фрезеровании дисковой фрезы с увеличением подачи значения мощности резания  $N_{\text{фmin}}$ ,  $N_{\text{фmax}}$  и параметра  $Ra$  шероховатости поверхности возрастают, показатели деформации не изменяются. С увеличением скорости резания значения мощности резания  $N_{\text{фmin}}$ ,  $N_{\text{фmax}}$  растут, а параметра  $Ra$  – снижаются, значения  $ka$ ,  $kb$ ,  $kl$  – не изменяются.

С увеличением подачи дисковой фрезы мощность резания возрастает, так как увеличивается толщина сечения срезаемого слоя. При этом ее значение меньше, чем при фрезеровании торцовой фрезой, потому что в первом случае меньше ширина фрезерования  $B$  (примерно в 3,5 раза). При увеличении линейной скорости вращения дисковой фрезы мощность резания практически не изменяется, так как величины снижения силы резания и увеличения скорости резания сопоставимы и их влияние на изменение мощности резания незначительно.

Значения параметра  $Ra$  шероховатости поверхности соответствует чистовой обработке. Некоторый рост характеристик процесса резания при торцовом фрезеровании в опытах 5 и 6 (таблица 1) и периферийном фрезеровании в опытах 2, 3 (таблица 2) связан с увеличением глубины резания, подачи и износа режущей пластины.

Некоторое увеличение параметра  $Ra$  шероховатости обработанной поверхности при периферийном фрезеровании по сравнению с торцовым фрезерованием объясняется биением режущих кромок фрез: при периферийном фрезеровании – 0,2-0,4 мм, при торцовом фрезеровании – 0,1-0,2 мм.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают работоспособность предлагаемых комбинированных фрез для обработки плоскостей и пазов, которые рекомендуются для дальнейших производственных испытаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Блочнo-модульнoе режущее инструмeнты. 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. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001 г. – 944 с.