

УДК 53.084.823

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОРЦЕВЫХ ЗУБЬЕВ  
ФРЕЗ С ПРЕРЫВИСТЫМИ РЕЖУЩИМИ КРОМКАМИ**

Ковалев Евгений Витальевич

*Студент 6 курса**кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Д.В. Виноградов,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

В современном машиностроении достаточно много обрабатывают корпусные детали с карманами и полостями. При фрезеровании таких поверхностей целесообразно заглублять фрезу в материал с осевой подачей. При этом возникает проблемы удаления стружки из отверстия, т.к. стружечные канавки на торце концевых фрез малы и не позволяют эвакуировать стружку достаточно эффективно. Поэтому приходится уменьшать осевую подачу, чтобы стружка не забивалась в стружечные канавки фрезы, а выходила из отверстия.

Преодолеть эту проблему можно также выполнив на режущем лезвии стружкоразделительные канавки, которые позволяют разделить срезаемый слой по ширине и улучшить отвод стружки из отверстия. Однако при этом сила резания практически не изменяется [1].

Дальнейшие размышления основаны на разработках [2],[3]. Для уменьшения силы резания с одновременным делением стружки по ширине предложено удалить некоторые участки режущих кромок на торцевых зубьях (рис.1). Причем сделать это так, чтобы каждый зуб фрезы срезал тот материал, который не срезали остальные зубья.

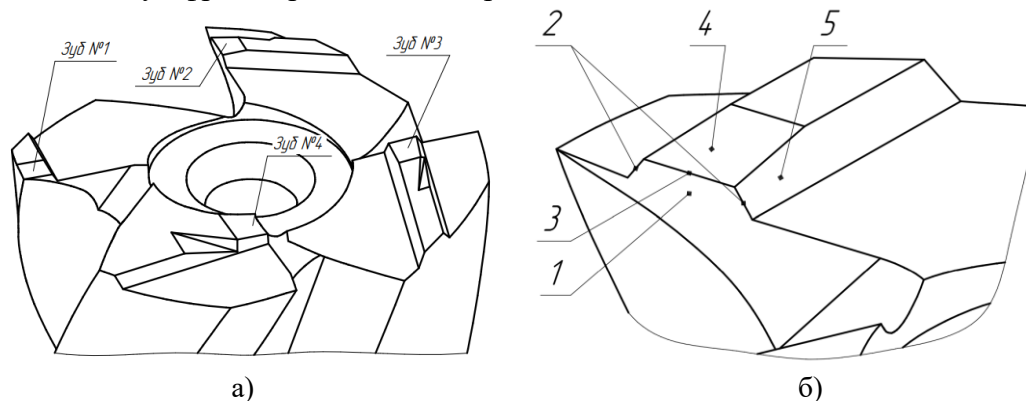


Рис. 1. Концевая фреза с удаленными частями режущих кромок (а) и вид на зуб (б): 1- передняя поверхность; 2 – вспомогательная режущая кромка; 3 – главная режущая кромка; 4 – главная задняя поверхность; 5 – вспомогательная задняя поверхность.

Сечение срезаемого слоя для фрезы с 4 зубьями показано на рис.2. При этом сечения (а) и (в) представляют собой усеченное сечение (б) границами самого зуба.

При таком исполнении торцевых режущих кромок толщина слоя *a*, срезаемого каждым зубом, увеличивается в число раз, равное числу зубьев, что ведет к снижению силы резания, действующей на фрезу [4] и позволяет увеличить осевую подачу при той же силе резания и крутящем моменте, что и на фрезе с полной режущей кромкой.

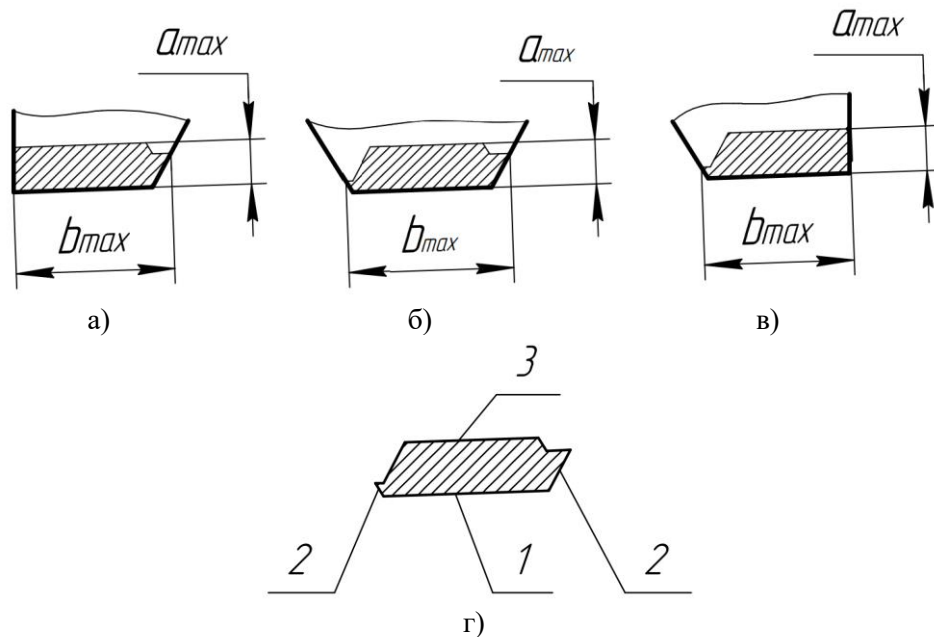


Рис. 2. Сечение срезаемого слоя для зуба №1 (а), для зуба №2,3 (б), для зуба №4(в), образование сечения (г): 1 – след главной режущей кромки; 2 – след вспомогательной режущей кромки; 3 – след предыдущих зубьев.

При изготовлении таких срезаемых режущих кромок возникает ряд проблем: обеспечение задних углов на боковых сторонах, выбор размеров и расположения обнижений, выбор угла наклона боковой режущей кромки.

В качестве модельного объекта для определения установленных геометрических параметров была использована концевая фреза [5] (диаметр  $d = 20$  мм; количество зубьев  $z = 4$ ).

Для обеспечения процесса резания надо, чтобы нормальный задний угол на вспомогательной режущей кромке  $\alpha_N$  был в пределах  $6 - 8^\circ$  [6]. Нормальный задний угол зависит от осевого угла, обеспечиваемого заточкой, и угла наклона вспомогательной режущей кромки  $\varphi$  (рис. 3). Выполненный анализ затылования вспомогательной режущей кромки по прямой (рис. 4) позволил установить, что указанные требования выполняются при  $\varphi = 30^\circ$  и  $\alpha_R = 12^\circ$  – тогда  $\alpha_N = 6,06^\circ$ .

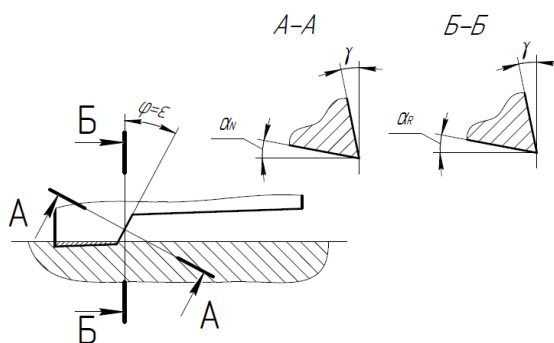


Рис. 3. Угол наклона вспомогательной режущей кромки.

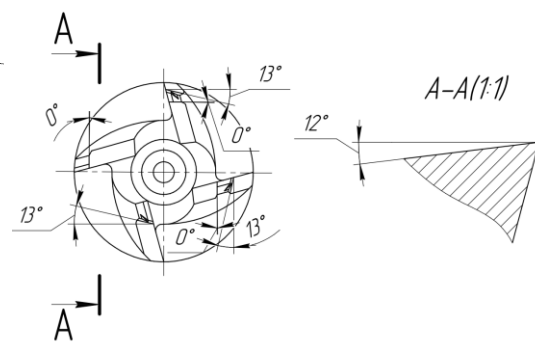


Рис. 4. Углы затылования.

При работе торцевых зубьев на обработанной поверхности образуются кольцевые выступы, которые могут пересекаться с телом зуба как показано на рис. 5 (поверхность 3 затирает поверхность 1 для зуба типа (а), так как поверхность резания 3 направлена по радиусу и пересечение неизбежно). В случае зубьев типа (в) поверхность резания 3 не пересекается с поверхностью 1. Чтобы гарантировать отсутствие затиранья предложено

срезать часть зуба под большим углом. Это обеспечивает отсутствие пересечения поверхностей (рис.5,б).

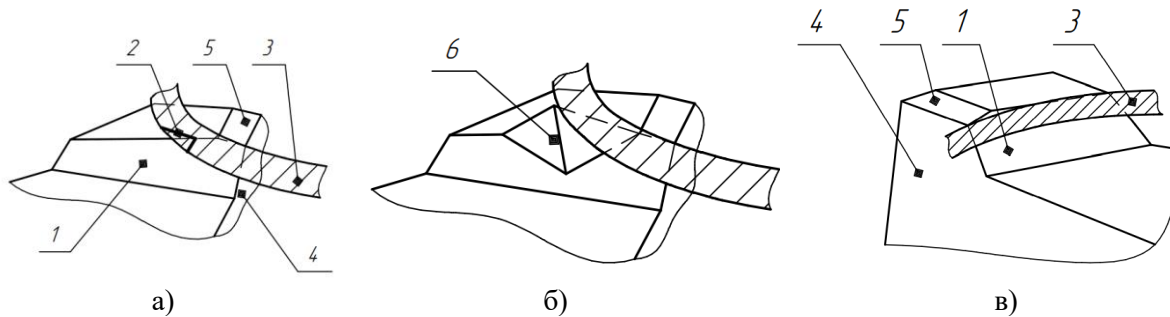


Рис. 5. Вид на зуб с канавкой под углом  $13^\circ$ , с выточкой (б) и с канавкой под углом  $0^\circ$  (в): 1 – вспомогательная задняя поверхность; 2 – кривая пересечения; 3 – поверхность резания; 4 – передняя поверхность; 5 – задняя поверхность; 6 – срез.

В результате исследований был разработан конструкция фрезы, позволяющей увеличить производительность врезания в материал.

## Литература

1. *Потанова М. С., Виноградов Д.В.* Обзор фрез с криволинейной режущей кромкой // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана.– 2014.– №11.– С.21-33 Режим доступа: <http://engineering-science.ru/doc/740472.html> (дата обращения 10.03.2022).
2. Пат. 1468406 США, МПК В23В 51/04. Фреза для круглых отверстий (ее варианты) / Эвверет Д.Х.; - № 3645070; заявл. 26.09.1983; опубл. 23.03.1989.
3. Пат. 192176 Российская Федерация, МПК В23С 5/00. Фреза концевая для обработки труднообрабатываемых и титановых сплавов / Плотников М.А.; заявитель и патентообладатель Акционерное Общество Производственное объединение "Стрела". - № 2019110003; заявл. 04.04.2019; опубл. 05.09.2019.
4. *Мелкерис Т.В., Виноградов Д.В.* Определение силы резания для криволинейного сечения срезаемого слоя / Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 12. – С. 124-135. – DOI 10.7463/1214.0745856.
5. ГОСТ 32831-2014. Фрезы концевые с цилиндрическим, коническим хвостовиками и хвостовиком конусностью 7:24. [Текст]. – Введ. С 01.01.2016. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 10с.
6. *Грановский Г.И., Грановский В.Г.* Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1985, - 304 с.