

УДК 621.914.22, 620.191.35

РАСЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ФРЕЗ С ВОЛНИСТЫМ РЕЖУЩИМ ПРОФИЛЕМ

Елизавета Юрьевна Матасова

Студент 4 курса, специалитет,
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 настоящее время широкое применение находят фрезы с криволинейной режущей кромкой [1]. Форма режущих кромок позволяет улучшить процесс стужкодробления за счет разделения стружки по ширине и увеличения толщины сечения срезаемого слоя [2]. Изменение сечения срезаемого слоя приводит к уменьшению удельной силы резания, снижению вибраций и шумов возникающих при резании, и возрастанию производительности за счет увеличения параметров режима резания. Однако, для расчетов, выполненных ранее [3], было использовано радиальное разбиение сечения срезаемого слоя, хотя согласно теории резания (например, [4]) деформация срезаемого слоя идет в плоскости перпендикулярной режущей кромке, поэтому и разбивать сечение срезаемого слоя надо по нормали к проекции режущей кромки на основную плоскость. Целью работы было выявить погрешность расчетов, возникающую при замене разбиения сечения срезаемого слоя по нормали радиальным разбиением и область применимости упрощенной расчетной схемы.

При фрезеровании происходит срезание тонких стружек, поэтому использование линейной зависимости силы резания от площади сечения срезаемого слоя [5] приводит к неточным результатам. Поэтому для расчета силы резания была использована формула, учитывающая увеличение удельной силы при утонении срезаемого слоя $P = \sum_1^n k_c \frac{A_i}{a_{ci}^m}$, где A_i - площадь ячейки сечения, разбитого на n частей, a_c – высота данной ячейки, m и k_c – коэффициенты зависящие от обрабатываемого материала.

Можно считать, что профиль режущей кромки задан уравнением параболы $y = ax^2$. Тогда:

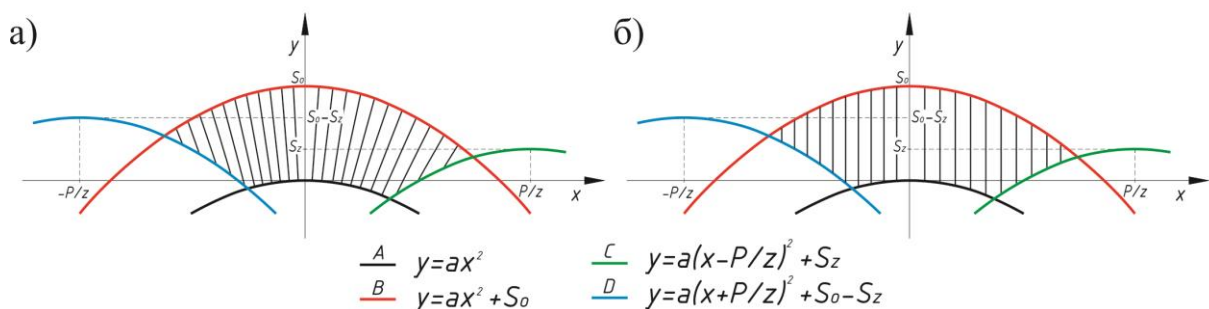


Рис. 1. Расчетная схема сечения срезаемого слоя (а-разбиение по нормали, б- радиальное разбиение (упрощённая схема)

где P -шаг волнисто режущей кромки, z -количество зубьев фрезы, S_0 -подача на оборот ($S_z = S_0/z$ -подача на зуб), a -коэффициент кривизны параболы.

Был разработан алгоритм расчета сил резания двумя методами(рис.1). На основе этого была написана программа, которая производит расчет сил для двух схем в зависимости от нескольких параметров резания.

Таблица 1. Расчеты

№	S	ПАРАМЕТРЫ ФРЕЗЫ			Сила резания при разбиении ...		Δ%
		p	z	a	... по нормали	... радиально	
1	0,1	1,412	4	-0,838	48,27226739	49,66882075	2,893076
2	0,05	0,994	4	-1,517	19,67970821	19,97121363	1,481249
3	0,15	1,944	3	-0,696	119,0095812	121,2009587	1,841345
4	0,2	1,084	5	-0,909	80,1985252	79,1323605	1,329407
5	0,1	1,199	3	-0,783	54,18598417	55,69121728	2,777901

Расчет для нескольких комбинаций для различных параметров, которые охватывают всю область существования рассмотренного сечения срезаемого слоя показал, что погрешность незначительно мала. Следовательно, приближенного метода расчета достаточно для определения значения силы резания.

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 14.03.2019).
2. *Потанова М. С., Виноградов Д.В.* Компьютерное моделирование рельефа поверхности, обработанной фрезой с криволинейной режущей кромкой // Наука и образование: электронное научно-техническое издание.– 2015 .– № 6.– С.42-55 <http://engineering-science.ru/doc/778064.html> (дата обращения 15.03.2019).
3. *Виноградов Д.В., Мелкерис Т.В.* Определение силы резания для криволинейного сечения срезаемого слоя // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. №12, С.124-135 Режим доступа: <http://engineering-science.ru/doc/745856.html> (дата обращения 15.03.2019).
4. *Виноградов Д.В.* Новый взгляд на некоторые понятия теории резания // Инженерный вестник.– 2012.– № 9.– С. 1–22. Режим доступа: <http://engsi.ru/doc/478371.html> (дата обращения 15.03.2019).
5. *Мальков О.В., Головки И.М., Карельский А.С.* Теоретический расчет параметров сечения срезаемого слоя при резьбофрезеровании // Известия высших учебных заведений. Машиностроение.– 2018.– №10 (703).– С. 24-36. (дата обращения 25.10.2018).