

УДК 621.914, 621.91.01

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА РАЗБИЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНОГО СЕЧЕНИЯ  
СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ НА РАСЧЕТНУЮ СИЛУ РЕЗАНИЯ**

Дмитрий Александрович Малышев

*Студент 5 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»*

При фрезеровании черновыми (серрейторными) фрезами с волнистой режущей кромкой образуется криволинейное сечение срезаемого слоя (ССС) [1, 2]. Для расчета силы резания, возникающей при деформации и разрушении такого ССС, не подходят выражения, применяемые при расчете сил для ССС в форме параллелограмма или трапеции [3]. Для расчета сил для криволинейного ССС были предложены два способа [4, 5], отличающиеся способом разбиения сечения на участки. С целью сравнения этих методик были выполнены следующие исследования.

Работа фрезы с криволинейной режущей кромкой моделировалась точением резцом с большим радиусом при вершине. При изменении положений резца относительно предыдущего прохода можно получить ССС различной формы, например, такие, которые показаны на рис.1.

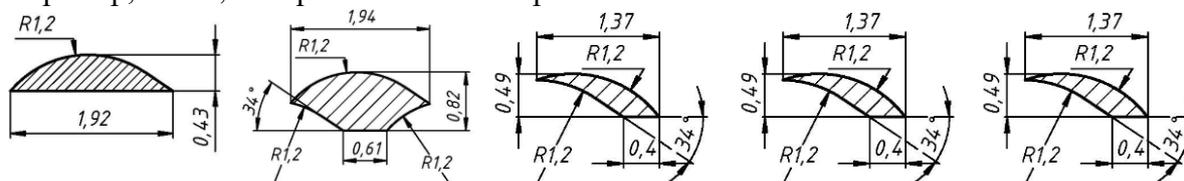


Рис.1. Примеры форм криволинейного сечения срезаемого слоя

Для 10 различных форм ССС были выполнены разбиения двумя способами – радиально и по нормали к режущей кромке. Пример разбиений для одного вида ССС

приведен на рис.2. Расчеты сил резания проводились по формуле  $P = k_{c1.1} \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{a_i^m}$ , где

$k_{c1.1}$  – удельная сила резания,  $F_i$  – площадь  $i$ -ого участка ССС,  $a_i$  – толщина срезаемого слоя на  $i$ -ом участке,  $n$  – число участков, на которые было разделено ССС. Толщина

ССС на участке рассчитывалась по формуле  $a_{cp.i} = \frac{F_i}{b_i}$ ,  $F_i$  – площадь участка ССС,  $b_i$  – его ширина, измеренная или вдоль оси (рис.2,а), или по дуге (рис.2,б).

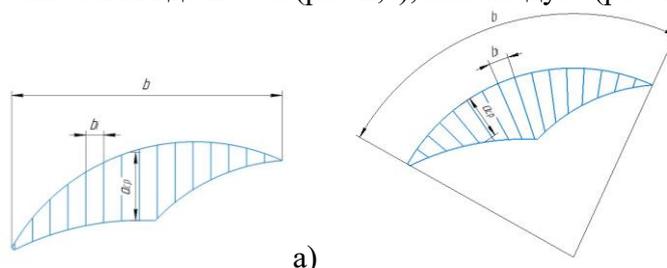


Рис.2 Разбиения ССС: радиальное (а) и по нормали к режущей кромке (б)

Сечения срезаемого были разделены на 1, 2, 4, 8 и 16 участков. Для каждого способа разбиения и различного количества участков были рассчитаны силы резания и построены зависимости силы резания от числа участков (пример такой зависимости представлен на рис.3). Анализ полученных результатов позволил сделать вывод, что при увеличении числа участков рассчитанная сила резания уменьшается, асимптотически приближаясь к истинной. Величина уменьшения для разных форм ССС составляет от 0,1% до 5% для радиального разбиения и от 0,3% до 2,5% для разбиения по нормали.

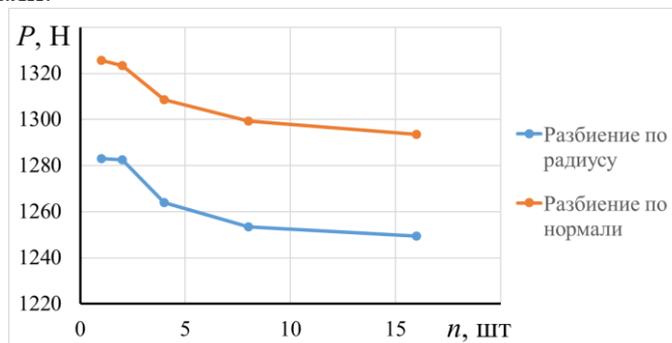


Рис.3 Зависимости силы резания от числа участков для разных разбиений ССС

Сравнение результатов расчета сил резания для разных разбиений показало, что сила резания, рассчитанная при разбиении по радиусу, всегда меньше, чем сила, рассчитанная при разбиении по нормали. Различие составляет от 2% до 6%.

Полученные результаты позволяют сделать расчет силы резания при фрезеровании фрезами с волнистой режущей кромкой более точным, что позволит лучше прогнозировать динамические условия фрезерования [6].

## Литература

1. *Потапова 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. *Потапова М. С., Виноградов Д.В.* Компьютерное моделирование рельефа поверхности, обработанной фрезой с криволинейной режущей кромкой // Наука и образование: электр. научн.-техн. изд.– 2015 .– № 6.– С.42-55 Режим доступа: <http://engineering-science.ru/doc/778064.html> (дата обращения 15.03.2019).
3. Физические основы механической и физико-технической обработки материалов / *Л.Д.Малькова, В.С. Булошников, С.Г. Васильев, О.В. Мальков, И.А. Сыроегин, А.С. Черкасов, И.А. Павлюченков, Д.В. Виноградов, Я.И. Шуляк* // М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2016. 88 с.
4. *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).
5. *Потапова М.С., Матасова Е.Ю., Виноградов Д.В.* Высота неровностей на поверхности после обработки фрезой с волнистой режущей кромкой / Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2016.– №7 (676). С. 19-27.
6. Виноградов Д.В. Равномерность фрезерования фрезами с волнистой режущей кромкой // Будущее машиностроения России: Сб. докл. Двенадцатой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (с международным участием).– 2019.– С. 38-41.