

УДК 621

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ И ЕГО РЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛИВНОЙ СТРУЖКИ

Уразманова З.Р.

НГГиТУ, магистрант.

Исаев Д. Т.

доц.

PhD Доктор, НГГиТУ

АННОТАЦИЯ

Управление процессом стружкообразования, в частности определения первичного вида элемента стружки- сливной или циклической на прямую имеет зависимость от режимов резания при механической обработке, геометрии режущей части инструмента, а также от характерных свойств обрабатываемого материала. Создание реологической модели в зоне резания является основной для вычисления циклической частоты формирования элементов стружки и ее зависимостей.

Ключевые слова: Стружкообразование. Зона контакта инструмента. Элемент стружки. Процесс резания. Динамическая модель. Реологическая модель.

ВВЕДЕНИЕ

Основой обработки резанием является стружкообразование, то есть процесс отделения срезаемого слоя материал от заготовки.[2] Данные процесс принято делить на несколько видов стружки, отличающиеся друг от друга физическими параметрами, И. А. Тиме предложил классификация и дал полное ее объяснение. Он поделил их на три большие группы- сливная, элементная, суставчатая. Но модель Тиме предполагал, что зоне резания АО имеется лишь одна плоскость срезания слоя стружки от заготовки (рис 1). В последствии теория была опровергнута, и на данный момент принято считать, что резания происходит в объёмной зоне стружкообразования (рис.2).

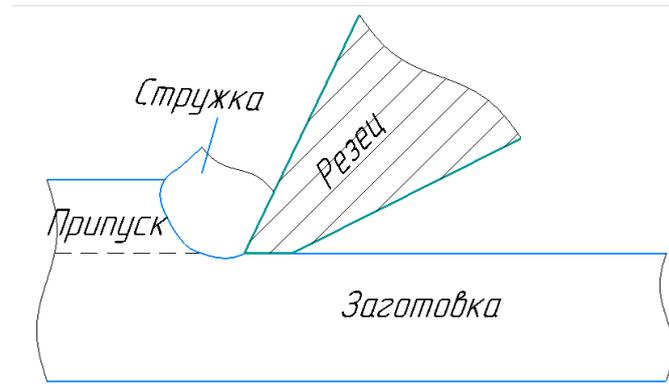


Рис 1. Модель И. А. Тиме

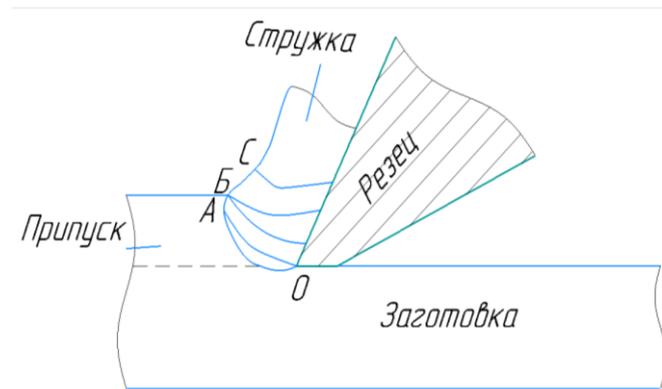


Рис. 2 Объёмная модель в зоне АО

Форма и тип стружки в значительной степени зависят от режимов обработки. При прочих равных условиях элементная стружка образуется при обработке более хрупких материалов или при обработке пластичных материалов с низкими скоростями резания V и большими подачами S . [1]

Рассмотрим процесс образования сливной стружки. Данный опыт является устойчивым, равномерным, при котором затрачиваемые усилия являются граничными к минимальным показателям. [3] Данный факт позволяет более подробно рассмотреть процесс её формирования. Образование сливной стружки позволяет производить наиболее «чистую» обработку, так как, обработка производится с более равномерным усилием резания.

Основная причина перехода от сливного стружкообразования к образованию элементных (циклических) стружек заключается в неустойчивости процесса упругопластических деформаций в зоне стружкообразования, а также процессы трения на передней поверхности резца.

Динамическая устойчивость технологической системы и снижение уровня вибраций, возникающих в процессе резания, являются залогом стабильности стружкообразования [4]. Поэтому анализируя модели поведения

представленные В.В. Максаровым, Д. В. Васильковым, В. А. Кудиновы и др. можно воссоздать практическую модель в зоне стружкообразования. Реологическая модель процесса стружкообразования учитывает свойства материала, из которого изготавливается деталь, а также параметры режущего инструмента и условия обработки.

На рис.3 Представлена обобщенная реологическая модель процесса резания, в которой описывается процесс образования сливной стружки. За основу была взята двухэлементная модель Фойхта.

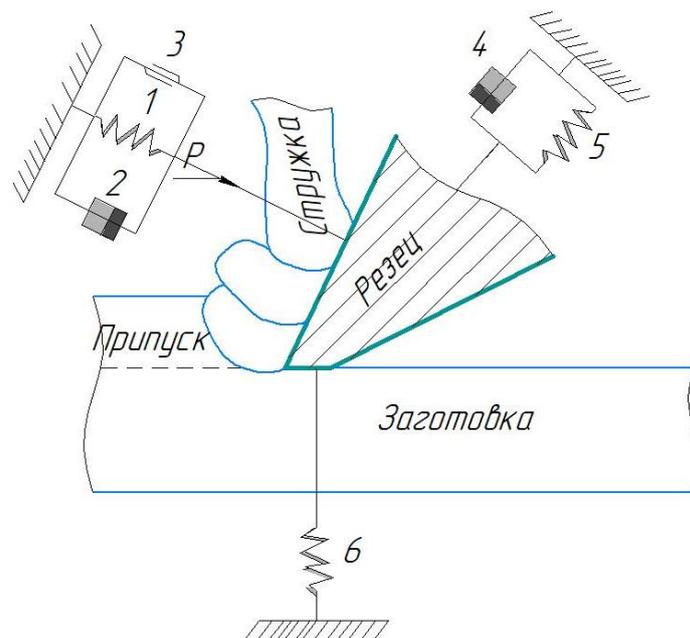


Рис. 3 Реологическая модель стружкообразования.

Сам процесс описывается в трёх этапах процесса резания.

1. При воздействии лезвия инструмента на срезаемый слой впереди него создается упруго – пластическая зона, сконцентрированная в ограниченной области обрабатываемого материала и примыкающая к передней поверхности лезвия инструмента. Здесь 1 – элемент упругости, 2 – вязкости, 3 – пластичности в процессе стружкообразования;

2. В некоторой области деформированного элемента напряжения смятия превосходят предел прочности обрабатываемого материала, и этот элемент разрушается путем пластического сдвига по некоторой поверхности или плоскости сдвига. Здесь 4 и 5 отображают вязкость и упругость в процессе взаимодействия стружки с передней поверхностью инструмента.

3. В момент разрушения сопротивление элемента сдвигу снижается, а продолжающееся движение инструмента приводит к формированию нового

элемента и повторению первого этапа элемент 6 отображает процесс контактного взаимодействия заготовки с задней поверхностью инструмента.

Реологическая модель процесса стружкообразования, основывается на схеме с объемной зоной пластической деформации (рис. 2). Эту модель возможно перестроить в трехэлементную и наоборот.

Передачная функция 2-элементной модели Фойхта (рис. 3), моделирующая схему с одной плоскостью сдвига имеет вид:

$$W(p) = \frac{k}{Tp+1}, \quad (1)$$

где T – постоянная времени стружкообразования; k – коэффициент усиления.

Указанная модель использована в работах проф. В.А. Кудинова для моделирования процесса резания в простейшем виде [1]

Одной из характеристик сливного и элементного стружкообразования служит время образования элемента, т.е. период, через который цикл формирования элементов периодически повторяется.

Расчет модели Фойхта приведен в работах В.В. Максарова [5]. Угол наклона плоскости сдвига β можно определить по методике проф. С.С. Силина, по которой находятся все параметры процесса резания. [6] С этой целью был разработан программный модуль в системе MATLAB. [7]

Для расчета частоты циклического стружкообразования необходимо знать величину угла наклона плоскости сдвига β (или связанную с ним поперечную усадку стружки ka) и модуля упругости в функции температуры материала в плоскости сдвига, т.е. температуру пластической деформации.

Проведя анализ можно полагать, что частота формирования элементов стружки определяется по формуле:

$$f = \frac{1}{2\pi T_1} \sqrt{1 + \frac{T_2}{T_1}} \quad (2)$$

с учетом того, что отношение постоянных времени стружкообразования T_2 и T_1 , характеризующих процесс трения на передней поверхности, мало в сравнении с единицей.

Инерционная постоянная времени T_1 вычисляется по формуле (3):

$$T_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot \rho \cdot X_{\text{э}}^2 \cdot V_{\text{VB}} \cdot \cos \beta}{E(T) \cdot V}},$$

откуда видно, что с ростом скорости резания постоянная времени T_1 уменьшается, т.е., по формуле (2) увеличивается частота циклического стружкообразования.

Результаты расчета циклической частоты формирования элементов стружки в зависимости от скорости резания V и подачи S (через угол β) представлены на рис. 4. Расчет выполнен в системе MATLAB. [7]

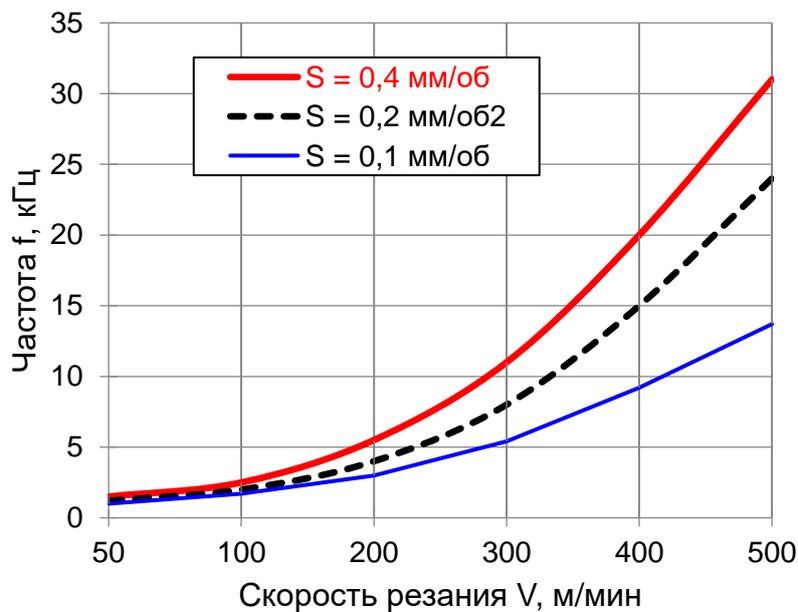


Рис. 4 Зависимости частоты циклического стружкообразования f от скорости резания V и подачи S

Из рис. 4 следует, что влияние скорости резания и подачи (глубины резания) на частоту стружкообразования увеличивается с их ростом. Особенно заметно влияние скорости резания начинает сказываться после 200 м/мин. Так на чистовых режимах обработки при высоких значениях скорости резания $V = 400–500$ м/мин частота циклического стружкообразования, с учетом значения подачи, находится в диапазоне 8 – 30 кГц. При обычных скоростях резания 50-100 м/мин частота циклического стружкообразования не превышает 2,5 кГц при всех значениях подачи.

Заключение.

1. Проведен обширный анализ научно-исследовательских работ современников, описанных выше.

2. Приведено краткое описание модели Тиме, где описывается модель стружкообразования с одной плоскостью сдвига.

3. Минусы данной теории заключаются в следующем:

А) были взяты параметры со средней пластичностью материалов, подвергшиеся обработки. Не были учтены реальные физические параметры заготовки и геометрические параметры резца.

Б) Скорость резания составила среднее значение, взятое в эквиваленте около 20м/мин. Что на сегодняшний день является не актуальным при чистовой обработки изделий.

В) Трение поверхностей было не учтено, тем самым режущий клин являлся абсолютно острым, что в последствии повлияло на угол β , не корректного расчета времени релаксации в зоне стружкообразования T .

4. Используя полученные результаты на основе обобщенной трехэлементной реологической модели, можно управлять процессом стружкообразования (выбирать вид формирующейся стружки) в зависимости от свойств пары инструментального и обрабатываемого материалов, режимов обработки и геометрии режущего инструмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Кудинов В. А. Схема стружкообразования (динамическая модель процесса резания). // Станки и инструменты. 1992-№10-с.14-17; -№11-с.26-29.
2. Попок, Н. Н.
П 58 Теория резания : учеб. пособие для студ. машиностроительных спец. / Н. Н. Попок. – Новополюцк : ПГУ, 2006. – 228 с.
3. Е.Н. Сенькин. Резание металлов. Математическое моделирование и векторная оптимизация процесса сливного стружкообразования. Учебное пособие. Санкт-Петербург. Изд-во Политехнического ун-та, 407с. 2015.
4. П. В. Леонидов, В.В. Максаров, Ю. Ольт, А.Н. Шарашов. – Повышение производительности процесса тонкой лезвийной обработки при точении за счет анизотропных свойств режущего инструмента. // Металлообработка. №1 (55) – 2010г.
5. В. В. Максаров. Моделирование процесса стружкообразования на основе реологических свойств металлов. // Новые материалы и технологии производства. №6(84)-2014 г.
6. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов- М.: Машиностроение. 1979-152 с.
7. Ю.Ф. Лазарев. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебное пособие. СПб, Питер, BHV, 512с. 2005.