

УДК 621.914.01

УПРАВЛЕНИЕ РАЗМЕРАМИ ЭЛЕМЕНТНОЙ СТРУЖКИ ПРИ РОТАЦИОННОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

С.Д. Сметанин, В.Г. Шаламов

На основании системного подхода к процессу ротационного резания решена контрольная задача. Определены теоретическая форма стружки и параметры элемента стружки, характеризующие его размер. Используя математическую модель формообразования элементной стружки, проанализировано влияние структурных элементов процесса ротационного фрезерования. Разработанная математическая модель образования элемента стружки дает возможность прогнозирования и управления размерами и формой получаемых частиц.

Ключевые слова: системный подход, стружка, ротационное фрезерование.

Распространенные в настоящее время промышленные методы измельчения металлов резанием позволяют получать относительно крупные частицы, которые непригодны для процессов порошковой металлургии и подлежат дальнейшему измельчению. Поэтому большинство механических методов получают стружку требуемых размеров в несколько стадий. Кроме того, данными методами невозможно получать порошки труднообрабатываемых и легковоспламеняющихся металлов. В то же время механические способы позволяют обеспечить химическую чистоту материала, отсутствие окисных и других пленок на продуктах измельчения.

Одним из высокоэффективных методов обработки материалов можно считать ротационное резание [1]. Отличительной особенностью ротационного резания по сравнению с традиционным является использование специального инструмента, режущий элемент которого в процессе обработки вращается вокруг своей оси. На рис. 1 показан режущий блок ротационной фрезы, который устанавливается на корпус. В процессе работы помимо вращения корпуса совместно со шпинделем станка, режущие элементы вращаются вокруг оси режущего блока.

Исследование механизма формообразования элементной стружки при ротационном резании предполагает создание в рамках системного подхода эмерджентной модели данного процесса и его теоретическое и экспериментальное изучение. Наибольший практический интерес представляет решение контрольной задачи [2], т.е. определение формы и размеров получаемой стружки в зависимости от конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента, его установки относительно обрабатываемой заготовки и элементов режима резания.



Рис. 1. Режущий блок ротационной фрезы

Теоретически задача получения требуемой формы и размеров элементной стружки (для непосредственного использования или как полуфабриката) различных конструкционных материалов решается на основе математического моделирования процесса формообразования. Моделирование широко применяется в технике и при обработке резанием в частности [3]. Подход к определению размеров получаемой стружки на основании моделирования траектории перемещения режущей кромки инструмента, применительно к ротационному резанию был сделан для точения и фрезерования [4–6]. В результате обоснован механизм формирования элемента стружки и определены математические зависимости для определения его размеров. Для подтверждения адекватности полученных зависимостей проводились экспериментальные исследования процесса стружкообразования на специальном материале заготовки (изотактический полипропилен, обладающий хорошей обрабатываемостью и малой деформацией срезаемого слоя). Проводилась мгновенная остановка процесса резания и полученный элемент стружки сопоставлялся с его компьютерной имитацией (рис. 2). Модель дает возможность прогнозирования и управления размерами и формой частиц элементной стружки.

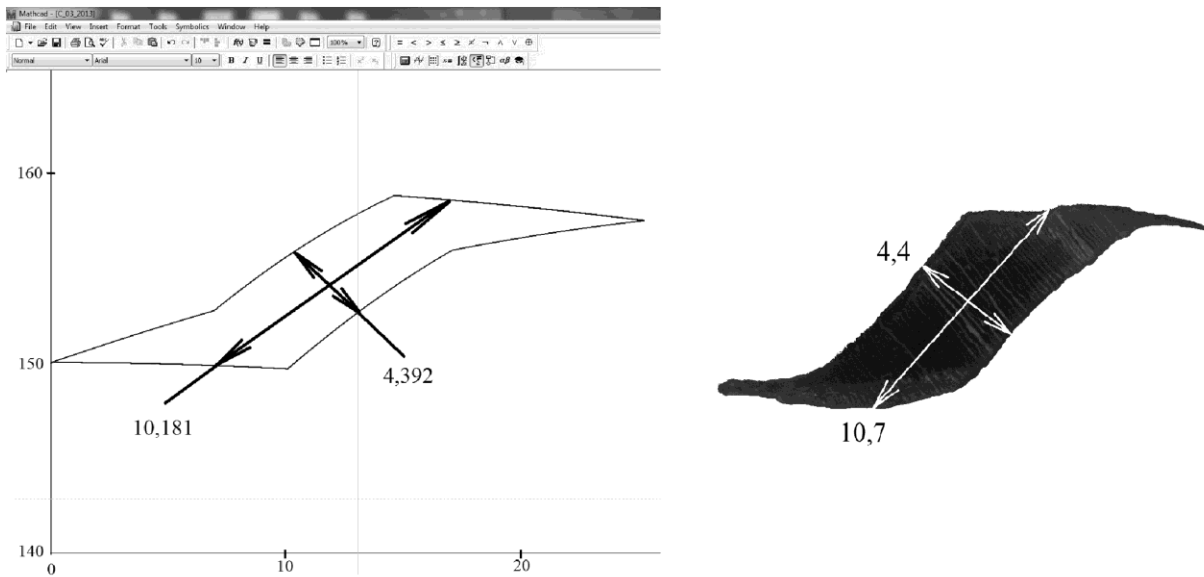


Рис. 2. Модель элемента стружки (слева)
и экспериментально полученный элемент (справа)

Существуют разные подходы к оценке размеров стружки. Так, в соответствии с [7], выделяют: сечение срезаемого слоя (фигура, образованная при рассечении слоя материала заготовки, отделяемого лезвием за один цикл главного движения резания основной плоскостью), толщина срезаемого слоя (длина нормали к поверхности резания, проведенной через рассматриваемую точку режущей кромки, ограниченная сечением срезаемого слоя) и ширина срезаемого слоя (длина стороны сечения срезаемого слоя, образованной поверхностью резания). Однако данные параметры не в полной мере учитывают характер формообразования стружки при ротационном резании.

Теоретическая форма срезаемого элемента стружки в двух проекциях при ротационном фрезеровании имеет вид, представленный на рис. 3.

Можно выделить шесть размеров, определяющих форму стружки: a , b , c , d , e , f . Можно предположить, что существенное влияние на размеры получаемой стружки оказывают: угол наклона главной режущей кромки λ , глубина резания t и расположение заготовки относительно оси вращения фрезы, характеризуемое боковым смещением торца заготовки относительно оси вращения фрезы. Рассмотрим влияние данных параметров в следующем диапазоне изменения: угол λ от 20° до 70° , глубина t от 0,5 до 5 мм, боковое смещение от 25 до 125 мм. Графики изменения размеров представлены на рис. 4.

Влияние изменяемых параметров на размеры элемента стружки существенно различается. Как видно из графиков, характер влияния λ и t на изменение размеров одинаков: почти линейно возрастают a , c , d , e и практически не изменяются b и f . Интенсивно изменяются размеры a и e , причем

изменение глубины резания влияет более существенно. Влияние бокового смещения на размеры a и e не выявлено, а изменение размеров c и d носит экстремальный характер.

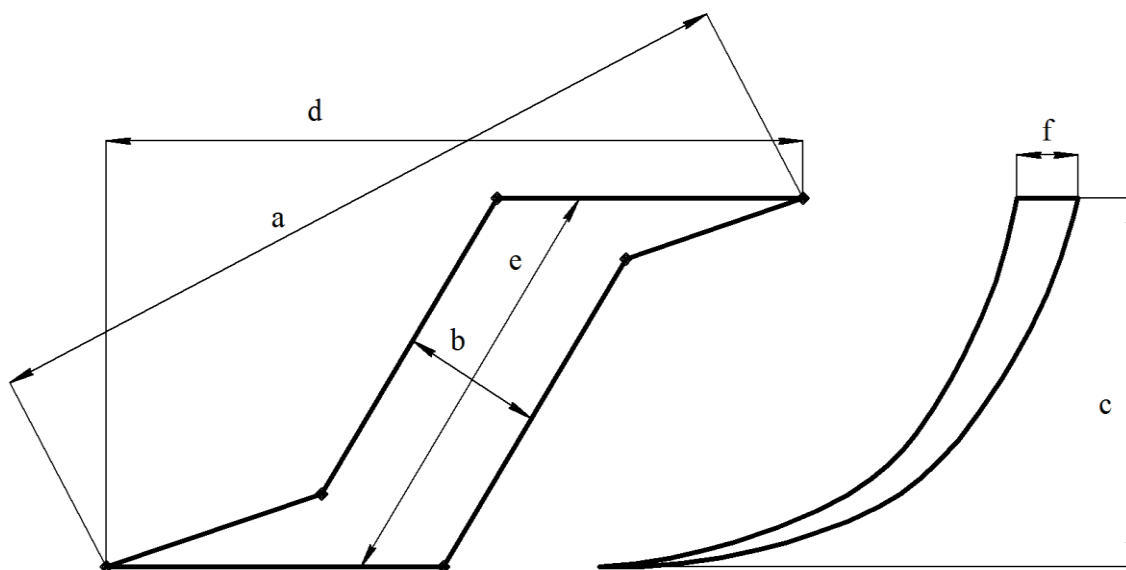


Рис. 3. Теоретическая форма элемента стружки

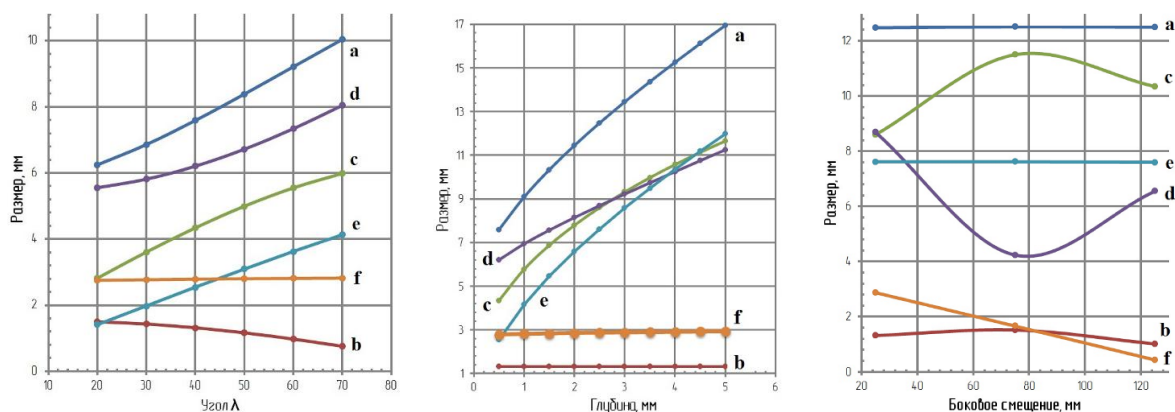


Рис. 4. Графики изменения размеров стружки:
при различном угле λ , глубине t и боковом смещении

Таким образом, разработанная математическая модель образования элемента стружки дает возможность прогнозирования и управления размерами и формой получаемых частиц.

Библиографический список

1. Коновалов, Е.Г. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко, А.В. Соусь. – Мн.: Изд-во Наука и техника, 1972. – 272 с.

2. Шаламов, В.Г. Системный подход к ротационному резанию при получении порошковых материалов / В.Г. Шаламов, С.Д. Сметанин // Металлообработка. – 2013. – № 2. – С. 23–26.

3. Силич, А.А. Геометрические параметры и модель разрушений режущего лезвия инструмента / А.А. Силич и др. // Известия вузов. Нефть и газ. – 2012. – № 2. – С. 108–113.

4. Шаламов, В.Г. Получение порошковых материалов ротационным резанием / В.Г. Шаламов, Д.А. Савельев, С.Д. Сметанин // Вестник машиностроения. – 2012. – № 11. – С. 56–58.

5. Shalamov, V.G. Producing powder by rotary grinding / V.G. Shalamov, S.D. Smetanin, D.A. Savel'ev // Russian Engineering Research. – 2013. – Т. 33. – № 3. – С. 133–135.

6. Сметанин, С.Д. Оптимизация процесса получения порошковых материалов ротационным фрезерованием / С.Д. Сметанин, В.Г. Шаламов // Научно-технические ведомости ВГТУ. – 2013. – № 12. – С. 4–11.

7. ГОСТ 25762–83. Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий.

[К содержанию](#)