

*С. Н. Крапивин**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ СДВИГА ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

Расчет методом конечных элементов используется при моделировании процессов резания и имеет ряд преимуществ, включая прогнозирование сил от инструмента, распределение напряжений и температур, оценку износа инструмента и остаточных напряжений на обработанных поверхностях, оптимизацию геометрии режущего инструмента и режимов резания. Тем не менее определить характер взаимодействия трения и материала заготовки в зоне резания не всегда возможно. В статье рассмотрены процессы резания металлов и полученные результаты. Процесс трения основан на оценке нормального распределения напряжений по передней поверхности. В этой статье показано изменение температуры стали в начале процесса резания, угла сдвига и плоскости сдвига.

Процесс резания металла требует прогнозирования параметров обработки, таких как силы резания, напряжения и деформации. Более века назад процесс стружкообразования был основан на модели сдвига

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. В. Соколова.

или теории линий скольжения. В то время эти модели были очень эффективны, но в дальнейшем они не смогут спрогнозировать нелинейное поведение материала заготовки. Метод конечных элементов обеспечивает возможность решения нелинейных задач. Конечный элемент проверяется симуляцией процесса резания металлов. Эти исследования можно разделить на две важные части: подход Лагранжа и подход Эйлера:

а) подход Лагранжа является естественным для исследования механики твердого тела. В основном при имитационном моделировании процесса резания этот подход дает ясную картину о напряжениях в зоне остаточных деформаций, области сдвиговых напряжений и температурном поле;

б) подход Эйлера наиболее удобно использовать для непрерывных проблем, связанных с управлением данных. Этот подход был также использован для твердотельного моделирования при больших деформациях. Данный метод рекомендуется использовать для случаев, когда существуют минимальные свободные границы, т.е. при закрытой штамповке и горячей штамповке.

Для моделирования процесса резания оба подхода широко используются. Эти модели обеспечивают информацией о напряжениях в зоне остаточных деформаций, области сдвиговых напряжений и температурном поле, когда модель включает в себя термомеханическое взаимодействие. Стенковский и Кэрролл [1] в 1985 г. опубликовали термомеханическую конечно-элементную модель, которая прогнозирует создание остаточных напряжений в детали. Лином и Пэном [1] в 1993 г. были исследованы численные значения сил, действующих на инструмент. Обикава разработал нестационарные методы, применяемые при резании металлов [1]. Они представили в своей модели двойной критерий, основанный на показателе критических остаточных деформаций и геометрических показателях, таким образом, они симулировали фрагментацию схода стружки.

Скорость деформации в первичной зоне менее высока, чем во вторичной зоне деформации, но температура выше в основном за счет теплоты трения на поверхности контакта стружки и инструмента [3]. Инженерный подход к описанию характера пластической деформации в зоне сдвига основан на некоторых упрощениях. Наиболее часто используемые модели для первичной зоны пластических деформаций [2]: единственная плоскость скалывания Мертчансона; параллельное формирование зоны пластических деформаций Окслея; смешанное формирование зоны пластических деформаций по методу Зорева, как показано на рис. 1.

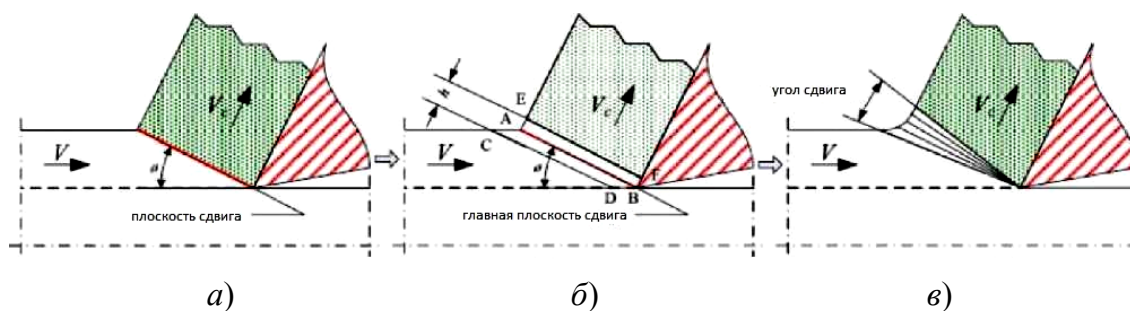


Рис. 1. Смешанное формирование зоны пластических деформаций по методу Зорева

Целью данной статьи является изучение процесса резания на начальных стадиях. Цель состоит в том, чтобы проанализировать, как инструмент воздействует на геометрию угла плоскости сдвига.

Конечно-элементное моделирование ортогонального резания металлов. Моделирование процесса резания нуждается в подзадачах, таких как: моделирование режущего инструмента, формирование процесса стружкообразования, адаптивное сцепление. Наиболее важные параметры конечно-элементного моделирования процесса резания металлов представлены на рис. 2. Очень важным вкладом в выполнение соответствующего моделирования FE-обработки процессов резания является наличие у материала пластических свойств в реальных условиях обработки, т.е. текучесть, пластичность и красностойкость [3].

Моделирование процесса резания – очень популярная область исследования, за последние несколько лет появилось много научных статей, посвященных данной области. Например, удаление срезаемого слоя от заготовки, условия трения и другие критерии, влияющие на процесс резания.



Рис. 2. Входные параметры для моделирования процесса резания

В данной статье приводится краткий обзор моделирования процесса резания методом конечного моделирования. Результаты моделирования показывают происходящие сдвиговые деформации в слое металла. Распределения напряжений и температура в зоне резания были изучены для тех параметров, которые очень трудно определить экспериментально. В дополнение к этому плоскость FE может использоваться, чтобы разработать профили режущего инструмента таким образом, чтобы избежать очень дорогих экспериментов.

Вопросы моделирования процессов резания металлов, рассмотренные на современном уровне при проектировании системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки, изложены в книгах [4 – 6].

Список литературы

1. **Родина, А. А.** Методика оптимального проектирования процессов лезвийной обработки материалов / А. А. Родина, С. И. Пестрецов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2010. – 372 с.

2. **Родина, А. А.** Математическое моделирование процесса зенкерования и оптимизация геометрических параметров режущего инструмента в среде SolidWorks Premium 2012 / А. А. Родина, С. И. Пестрецов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2012. – 41 с.

3. **Rodina, A. A.** Kinematic Structure of Metal-cutting Machines with Hydraulic Couplings / A. A. Rodina, V. A. Vanin, A. N. Kolodin // Russian Engineering Research. – 2015. – P. 763 – 768.

4. **Алтунин, К. А.** Применение нейронных сетей для моделирования процесса токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 122 – 133.

5. **Алтунин, К. А.** Концепция создания информационного обеспечения интеллектуальной системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / К. А. Алтунин, М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2015. – 112 с.

6. **Алтунин, К. А.** Разработка системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2016. – 132 с.

Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»