

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»



На правах рукописи

Верещагин Владислав Юрьевич

**Разработка и исследование модели процесса
механической обработки
в системе конечно-элементного анализа ANSYS**

Направление подготовки

15.04.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2017



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент
Пронин Александр Иннокентьевич

Рецензент

кандидат технических наук, главный
инженер ООО «ТехКомплект»
Довгаль Олег Викторович

Защита состоится «29» июня 2017 года в 13 часов 30 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 124/2.

Автореферат разослан 19 июня 2017 г.

Секретарь ГЭК



Е.Г. Кравченко

Актуальность темы исследования

Сегодня в условиях рыночной экономики основной задачей является получение максимальной прибыли с минимальными затратами, так как одним из многочисленных пунктов затрат являются опробование новой продукции, запуск нового оборудования. Поэтому применение компьютерных технологий, таких как CAD, CAM, CAE и компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов является абсолютной необходимостью для повышения конкурентоспособности и рентабельности производства.

При постановке изделия на производство необходимо учесть особенности процесса резания, в том числе точность и производительность обработки, работоспособность инструмента и т.д. Есть случаи, когда необходимо оценивать другие показатели, которые обычно воспринимаются как второстепенные. Например, эффективность стружкообразования, устойчивость процесса резания, температура в зоне резания, величины сил резания и т.д.

Проверку процесса резания путём натуральных испытаний становится проблемно из-за того, что стоимость одного станко-часа для современного оборудования. Ещё более остро такая проблема стоит, если нет возможности провести даже столь дорогие испытания в связи с тем, что заготовка детали единственная и дорогостоящая, испортить её при испытаниях означает сорвать производственный процесс.

Сказанное аргументирует необходимость предварительного моделирования процесса резания для оптимизации того или иного его параметра или комплекса параметров.

Разработкой моделей процесса резания занимаются давно. Каждая модель строится под конкретную задачу. Разрабатываются всё новые модели. Электронные модели хороши тем, что позволяют численным методом моделировать те или иные условия эксплуатации и именно в них оценить поведение системы резания. Чем более совершенной требуется модель, тем более сложен процесс ее реализации.

Решение данной задачи возможно на основе компьютерного моделирования процесса механической обработки в современных САЕ – системах, на основе метода конечно-элементного анализа.

Степень разработанности. Представленное диссертационное исследование базируется на работах зарубежных и российских ученых в областях технологии машиностроения, режущего инструмента, теории резания, математического моделирования. В частности, стоит отметить таких ученых, как. Owen S. J., Staten M. L., Armarego E. J., Brecher C., Canann S. A., Fischer F. D., Grzesik W., Klocke F., Ivester R. W., Shivpuri R., Hua J., Mittal P., Srivastava A. K., Ruppert J. A., Астафьева В. И., Боброва В.Ф., Сидельникова А.И., Волчкова В.М., Козлова А.А., Кузина П.В. Залоги В. А., Кабалдина Ю.Г., Биленко С.В., Калиткина, Н. Н., Клушина М.И. Козлова А.А., Корчагина А., Кравченко Е. Г., Криворучко Д.В., Кудинова В.А., Маркова А.И., Нарыжного А. Г., Мазура Н.П., Макрицкого Б.Я., Внукова Ю.Н., Остафьева В. А., Полетика М.Ф., Резникова А. Н., Рыжкина А.А., Талантова Н.В. и др.

Предметная область исследования: Механообработка

Объект исследования. Процесс резания

Предмет исследования. Механизмы стружкообразования.

Целью магистерской диссертации повышение устойчивости процесса резания, путем оптимизации его параметров в ходе компьютерного моделирования.

Задачи диссертации:

1. Обобщить результаты натурных исследований процесса резания различных материалов;
2. Познакомится с системами математического моделирования процессов механообработки с использованием метода конечных элементов;
3. Разработать компьютерные модели процесса резания для различных материалов заготовок в программе ANSYS;

4. Осуществить динамическое моделирование процессов механообработки (точение, фрезерование) с использованием ANSYS;
5. Оценить полученные результаты моделирования.

Методы исследования. Компьютерное моделирование методом конечно-элементного анализа.

Научная новизна работы заключается в создании компьютерной модели процесса механообработки с применением современных CAE – систем на основе метода конечно-элементного анализа. Созданная модель позволит отслеживать механизмы стружкообразования в разные моменты времени, и тем самым добиваться устойчивости процесса резания

Практическая значимость работы состоит в разработке компьютерной модели процесса механообработки, а в частности механизма стружкообразования в разные моменты времени. Моделирование позволит управлять параметрами процесса резания и тем самым добиваться устойчивости процесса резания.

Личный вклад автора

Разработка и реализация компьютерной модели процесса резания в программе ANSYS. Постановка и проведение компьютерного эксперимента. Обработка полученных результатов.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложения. Работа изложена на 92 страницах, содержит 1 таблицу и 75 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности выбранной темы диссертации, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современного состояния изученности вопроса по возможности компьютерного моделирования процесса резания

в современных САЕ – системах, на основе метода конечно-элементного анализа. Рассмотрены основные параметры процесса резания и выявлены перспективные направления для дальнейшего его исследования.

Во второй главе рассмотрен вопрос современного состояния изученности вопроса по моделированию процесса резания. Рассмотрены основные параметры процесса резания и выявлены перспективные направления для дальнейшего его исследования.

Проведен анализ программного обеспечения для реализации моделирования процесса резания, методом конечных элементов. На его основе для реализации компьютерного моделирования процесса резания был выбран программный комплекс ANSYS.

Оценка адекватности используемого подхода выполнена сопоставлением результатов, полученных при анализе электронной модели процесса резания, с фотографиями корней стружек, полученных при исследованиях на электронном микроскопе. Из него следует, что картина моделирования и реальный процесс резания обладают необходимой адекватностью. рисунок 1

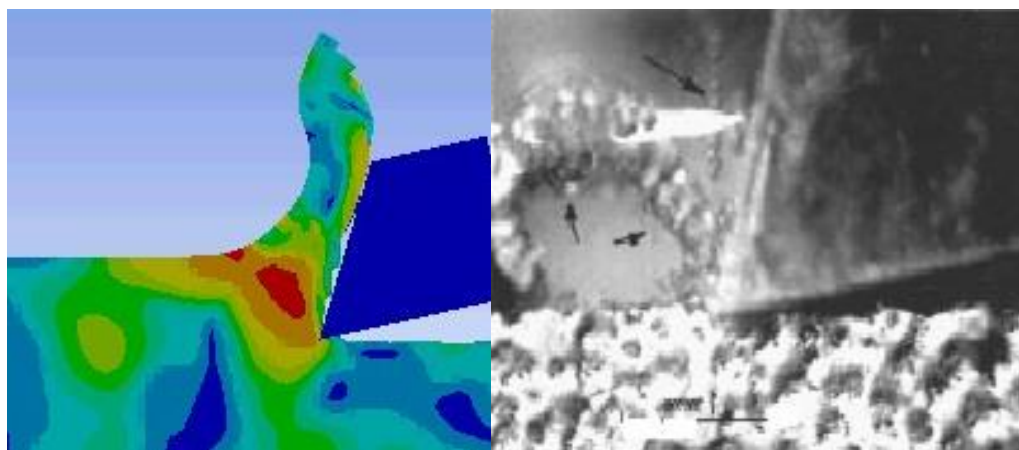


Рисунок 1 – Сопоставление результатов моделирования с экспериментальными [1] данными (материал заготовки АМг6):

а - компьютерная модель резания; б – фото корня стружки,

Так же для подтверждения работоспособности модели сопоставим результаты с экспериментами [3] в которых определялась величина действующих напряжений в корне стружки поляризационно-оптическим методом. Который основан на том, что прозрачные изотропные тела при действии на них

внешних сил становятся анизотропными, и, если их рассматривать в поляризованном свете, то интерференционная картина позволяет определить величину напряжений. В результате нагружения в поляризованном свете по картине полос (рисунок 2) можно определить главные напряжения, деформации и их направление.

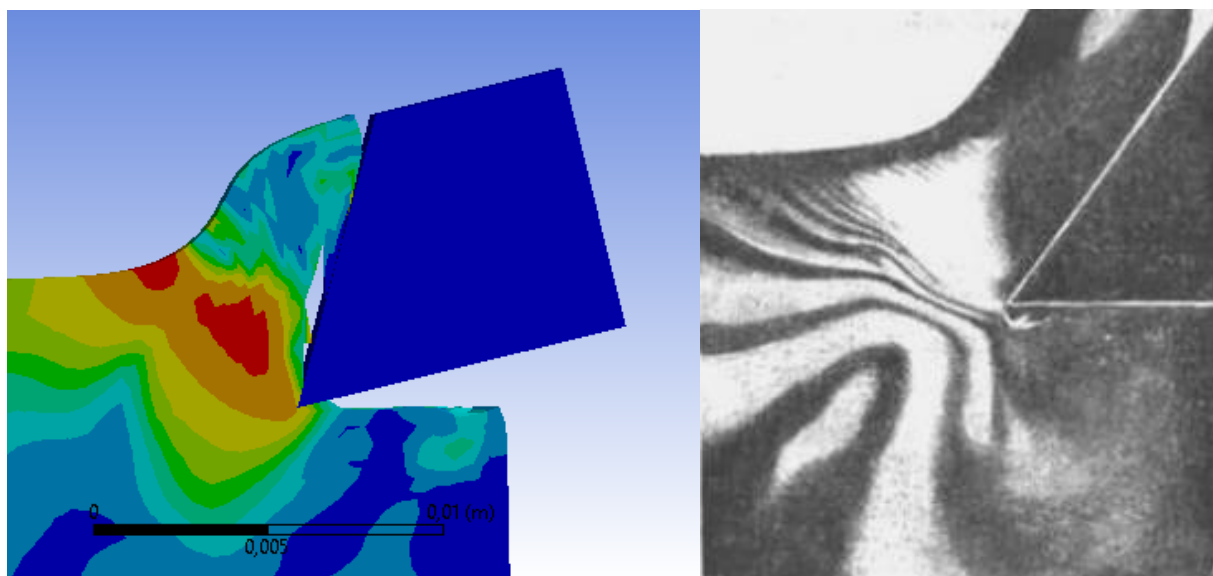


Рисунок 2 – Сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными [3] полученными поляризационно-оптическим методом:
а - компьютерная модель резания; б – фото корня стружки полученное поляризационно-оптическим методом

Проведя анализ рисунка 2 можно сделать вывод что напряжения и деформации в проведенных математических экспериментах, соответствуют экспериментальным данным [3]. Небольшие отличия в картинах распределения величин напряжений обусловлены различиями в физико-механических свойствах обрабатываемых материалов

Сопоставление натуральных экспериментальных данных [2] с расчётной картиной деформаций подтверждает, рисунок 3, адекватность электронной модели процесса резания.

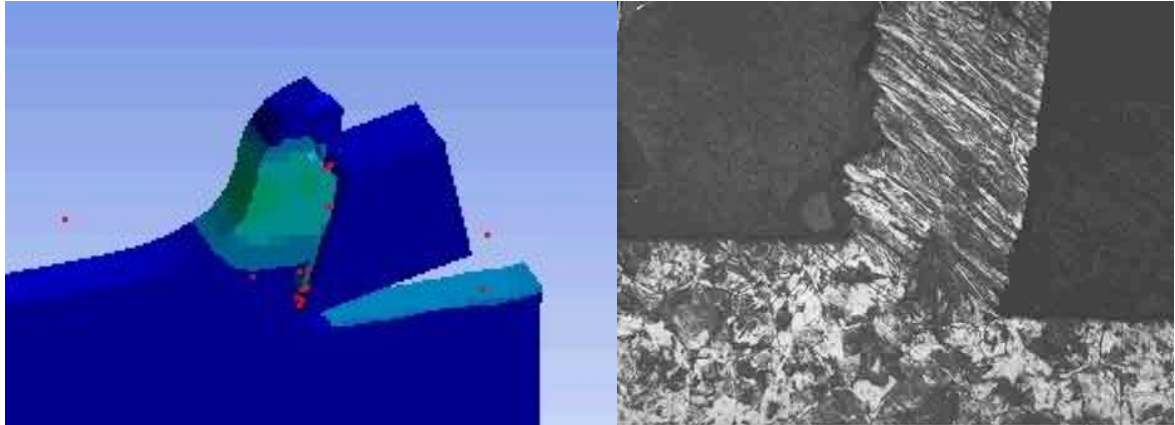


Рисунок 3 – Сопоставление результатов моделирования с экспериментами [2] (материал заготовки ВТ6):
 а - компьютерная модель резания; б – электронное фото корня стружки

В третьей главе представлены результаты моделирования различных процессов механообработки (точение, фрезерование).

Результаты исследований показали, что принятый метод и методика исследований позволяют выявить распределение нормальных эквивалентных и касательных напряжений в материале заготовки. По известным значениям напряжений представляется возможным определить значения пластических деформаций материала заготовки на протяжении всего процесса точения с необходимой дискретизацией процесса по времени. Раскадровка процесса точения материала АМг6 представлена на рисунке 4

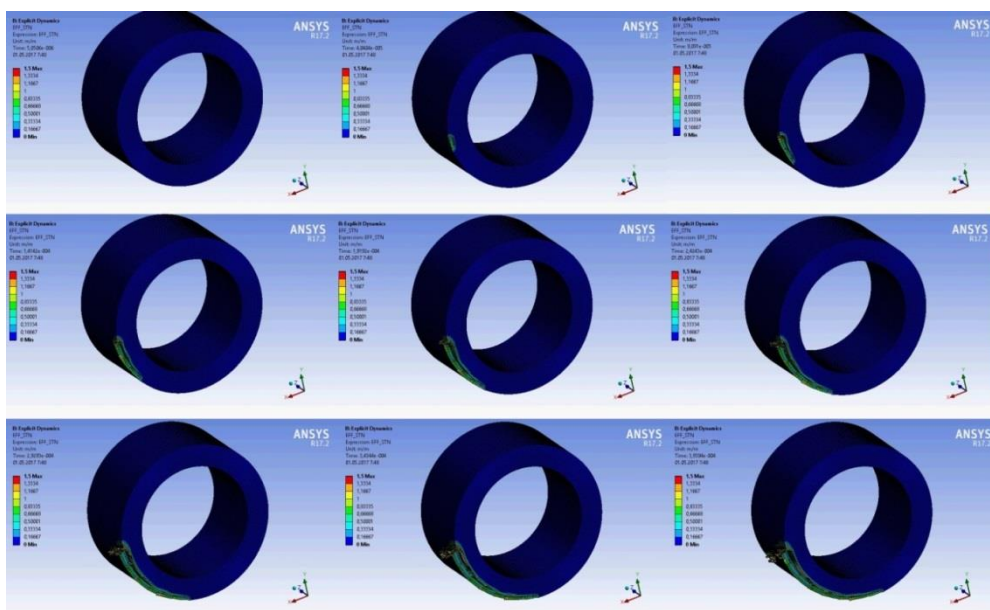


Рисунок 4 - Раскадровка процесса точения материала АМг6

В проведенных численных экспериментах с электронной моделью процесса точения рассмотрены особенности напряжённо-деформированного состояния материала заготовки, выполненной из алюминия марки АМг6. На рисунке 4 представлены отдельные примеры (раскадровка) расчёта и построения полей деформаций на основе использования моделирования процесса точения в разные моменты времени (начиная от врезания резца до образования стружки).

На рисунке 5 представлено изображение процесса попутного фрезерования

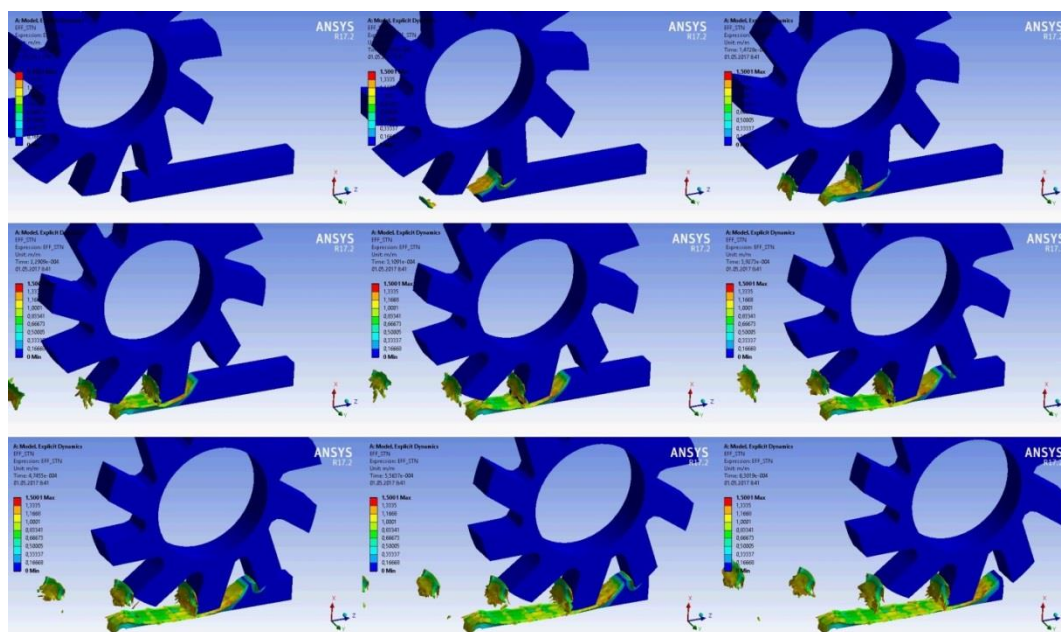


Рисунок 5 - Раскадровка процесса фрезерования

В численных экспериментах с электронной моделью процесса попутного фрезерования рассмотрены особенности напряжённо-деформированного состояния материала заготовки, выполненной из меди марки М1. На рисунке 5 представлены отдельные примеры (раскадровка) расчёта и построения полей деформаций на основе использования моделирования процесса фрезерования в разные моменты времени (начиная от врезания фрезы до образования стружки).

По результатам расчетов можно посмотреть образования стружки и ее форму в различные моменты времени (рисунок 6). А так же установить величины напряжений и деформаций возникающие в материале на протяжении всего процесса обработки заготовки.

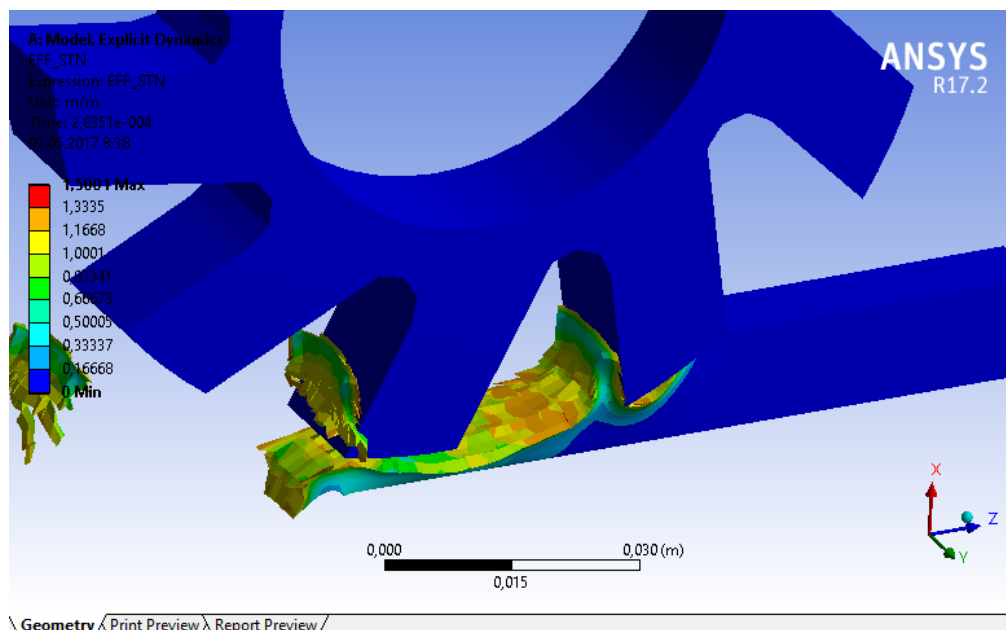


Рисунок 6 – Отделение стружки от материала в процессе фрезерования

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В ходе написания магистерской диссертации был проведен анализ современного состояния изученности вопроса по моделированию процесса резания. Рассмотрены основные параметры процесса резания и выявлены перспективные направления для дальнейшего его исследования.

Проведен анализ программного обеспечения для реализации моделирования процесса резания, методом конечных элементов. На его основе для реализации компьютерного моделирования процесса резания был выбран программный комплекс ANSYS.

Использованный в работе подход и программный комплекс позволил в сравнении с другими указанными подходами и программными средами, смоделировать различные процессы механической обработки. Отслеживать механизмы стружкообразования в разные моменты времени, и тем самым добиваться устойчивости процесса резания.

Список опубликованных работ

1. Верещагин В.Ю. Металлорежущий инструмент. Компьютере моделирование: учеб. пособие / Б.Я Мокрицкий, В.Ю. Верещагин, А.С. Верещагина,

П. А. Саблин. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – 76 с.

2. Верещагин В.Ю. Моделирование напряжений и деформации твердосплавных концевых фрез [Текст] / Б.Я Мокрицкий, В.Ю. Верещагин, А.С. Верещагина // «Ученые записки КнАГТУ» —№ 1 (25). – 2016. – С. 82 – 87.

3. Верещагин В.Ю. Основы диагностики выходных параметров процесса резания [Текст] / А.С. Верещагина, Е.Г. Кравченко, В.Ю. Верещагин // БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции (25-26 сентября 2015 года) редкол.: Разумов М.С. (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2015. 187–191 с.

4. Верещагин В.Ю. Управление качеством обработанной поверхности на основе нелинейной динамики [Текст] / А.С. Верещагина, Е.Г. Кравченко, В.Ю. Верещагин // БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции (25-26 сентября 2015 года) редкол.: Разумов М.С. (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2015. 309–311 с.

Список использованных источников

1. Kunio Ueharaa. Hydrogen gas generation in the wet cutting of aluminum and its alloys. / Kunio Ueharaa, Hideo Takeshitaa, Hiromi Kotaka // Journal of Materials Processing Technology № 127, 2002 С. 174–177.

2. Оглавление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://frezabor.ru/1.htm> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.11.2016).

3. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др. ; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. –2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.