



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Инструментальное производство»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по дисциплинам

«Компьютерное моделирование и 3D-
проектирование объектов
инструментальной техники» и «Основы САПР»

«Построение трёхмерной модели токарного резца и её статический расчёт в системе Компас-3D»

Авторы

Рыжкин А.А., Шучев К.Г., Фоминов Е.В

Ростов-на-Дону, 2015



Аннотация

Учебно-методическое пособие разработано для студентов 3 и 4-го курсов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

В пособии описан алгоритм построения трёхмерной модели токарного резца, а также методика её статического и теплового расчёта с применением систем Компас-3D и APM FEM.

Авторы

д.т.н., профессор кафедры «Инструментальное производство» Рыжкин А.А.

к.т.н., профессор кафедры «Инструментальное производство» Шучев К.Г.

старший преподаватель кафедры «Инструментальное производство» Фоминов Е.В.



Содержание

Построение трёхмерной модели проходного токарного резца	4
Статический и тепловой расчёт трёхмерной модели	6
Рекомендуемая литература	9

Построение трёхмерной модели проходного токарного резца

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить алгоритм построения трёхмерной модели токарного резца, получить навыки статического и теплового расчёта методом конечных элементов (МКЭ), научиться анализировать результаты расчёта и, при необходимости, оптимизировать геометрические параметры 3D-модели.

ХОД РАБОТЫ:

Учитывая, что 3D-модель резца предназначена для статического и теплового расчёта, мелкие конструктивные элементы (фаски, скругления и т.д.), необходимые для оформления ассоциативного рабочего чертежа, могут быть проигнорированы.

1.1. Необходимо построить модель токарного прорезного резца ГОСТ 18874-73 со следующими геометрическими параметрами:

$V \times H$ – размер сечения державки; L – длина державки; l – длина рабочей части, a – длина режущей части, α – задний угол; γ – передний угол; φ – главный угол в плане; φ_1 – вспомогательный угол в плане (рис.1).

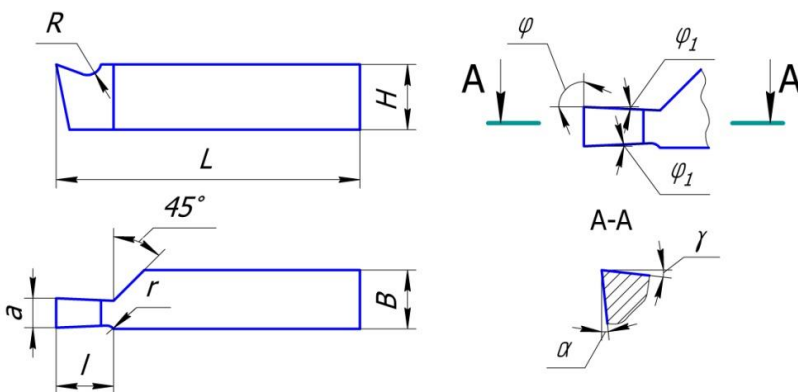


Рис.1. Геометрические параметры токарного прорезного резца.

1.2. Создаём в плоскости **ХОУ** эскиз заготовки резца **Э1**, используя следующие размеры: B , L , l , a , r , φ , φ_1 . Для удобства располагаем эскиз таким образом, чтобы плоскость **ZOX** проходила через середину режущей кромки **a**.

Инструментальное производство

1.3. Осуществляем **Операцию выдавливания (ОВ1)** эскиза Э1 на расстояние, равное высоте державки **H** (рис.3).

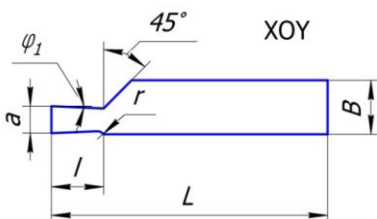


Рис.2. Эскиз заготовки реза **Э1** в плоскости **XOY**.

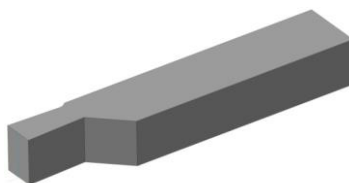


Рис.3. Результат операции выдавливания **ОВ1**.

1.4. В плоскости **ZOX** создаём эскиз **Э2**, используя геометрические параметры режущей части **R** и **γ** (рис.4). Осуществляем операцию **Вырезать выдавливанием (ВВ1)**, применив следующие настройки: формообразующий эскиз – **Э2**; направление – два направления; расстояние – через всё, получаем переднюю поверхность режущей части модели реза **A_γ** (рис.6).

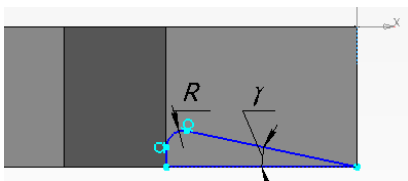


Рис.4. Эскиз для формирования передней поверхности (**Э2**).

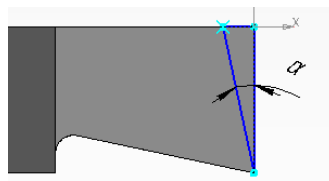


Рис.5. Эскиз для формирования задней поверхности (**Э3**).

Аналогичным образом, при помощи эскиза **Э3** (рис.5) и операции **Вырезать выдавливанием (ВВ2)**, формируем заднюю поверхность **A_α** (рис.6).

Статический и тепловой расчёт трёхмерной модели

Необходимо произвести расчёт модели резца с учётом следующих нагрузок: $\theta_{пл}$ - температура передней поверхности, $\theta_{зп}$ - температура задней поверхности, P_x , P_y , P_z – компоненты силы резания по осям X, Y и Z.

2.1. В **Менеджере библиотек** запускаем систему **APR FEM: прочностной анализ**, выбираем команду **Нагрузки и закрепления** → **Установить закрепление** и указываем грани модели, которые должны быть зафиксированы (рис.7).

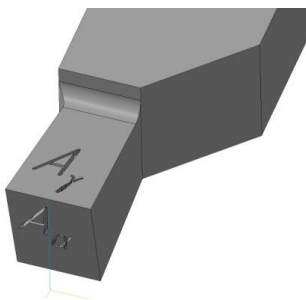


Рис.6. Режущая часть токарного резца.

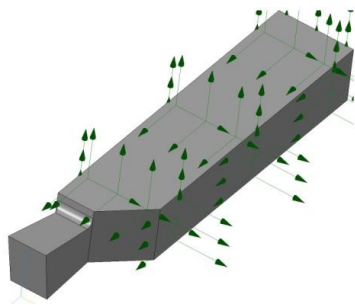


Рис.7. Модель резца с установленными закреплениями.

2.2. Запускаем команду **Нагрузки и закрепления** → **Приложить распределённую силу**, в качестве ребра для приложения силы выбираем главную режущую кромку, задаём числовые значения компонентов силы резания P_x , P_y , P_z . Направление вектора по оси можно определить знаком «+» или «-» перед его значением. В итоге получаем силу резания P , приложенную к главной режущей кромке, и равную сумме P_x , P_y и P_z (рис.8).

Инструментальное производство

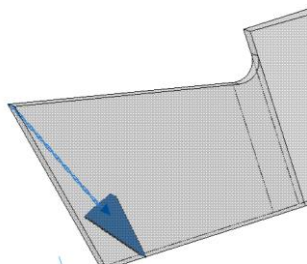


Рис.8. Вектор силы резания

2.3. Запускаем команду **Нагрузки и закрепления** → **Задать температуру**. Вводим значение температуры $\theta_{\text{ПП}}$, указав в качестве объекта приложения переднюю поверхность A_{γ} . Аналогично задаём температуру $\theta_{\text{ЗП}}$ для задней поверхности A_{α} (рис.9). Для остальных поверхностей модели следует задать значение комнатной температуры $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

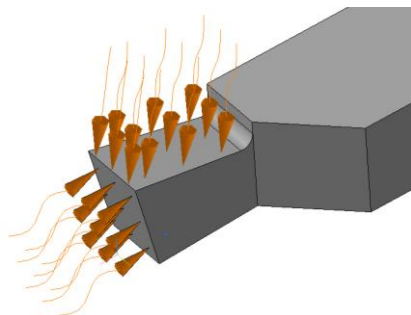


Рис.9. Тепловое воздействие на режущую часть модели резца.

2.4. Запускаем команду **Разбиение и расчёт** → **Генерация КЭ сетки**. Настраиваем параметры конечно-элементной сетки (рис.10):

Тип тетраэдров – 4-х узловые тетраэдры, Максимальный коэффициент сгущения на поверхности – 1,0 (используем «неадаптивную» или равномерную разбивку), Коэффициент разрежения в объеме – 1,5 (внутренние КЭ получаются более крупными по сравнению с теми, что у поверхности).

Инструментальное производство

Максимальная длина стороны элемента выбирается с учётом того, что отношение минимального размера толщины модели к размеру конечного элемента должно находиться в диапазоне от 3 до 6. Минимальным размером толщины модели резца является длина главной режущей кромки **a**, следовательно, размер конечного элемента не должен превышать **a/3**.

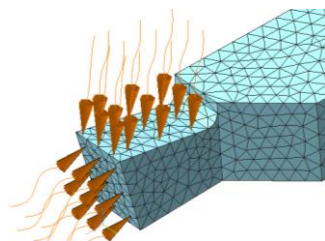


Рис.10. Результат генерации конечно-элементной сетки.

2.5. Запускаем команду **Разбиение и расчёт** → **Расчёт**, активируем пункты **Статический расчёт** и **Тепловой расчёт**. После завершения обработки данных системой запускаем команду **Результаты** → **Карта результатов**, в открывшемся окне на вкладке **Выбор результатов** устанавливаем интересующий нас параметр – эквивалентное напряжение по Мизесу (*SVM*), суммарное линейное перемещение (*USUM*), коэффициент запаса по текучести K_t , коэффициент запаса по прочности $K_{пр}$ или температуру θ . С помощью окна **Глубина просмотра** можно отобразить изменение каждого из перечисленных параметров по всему объёму модели. При помощи команды **Результаты** → **Сохранить отчёт** можно сохранить результаты прочностного анализа в отдельный файл-отчёт в формате *.html.

2.6. Анализируем результаты расчёта. Если коэффициенты запаса по прочности и текучести меньше установленных допустимых значений (рис.11), значит необходимо изменить геометрические параметры модели, например, увеличить сечение державки V_{xH} .

Инструментальное производство

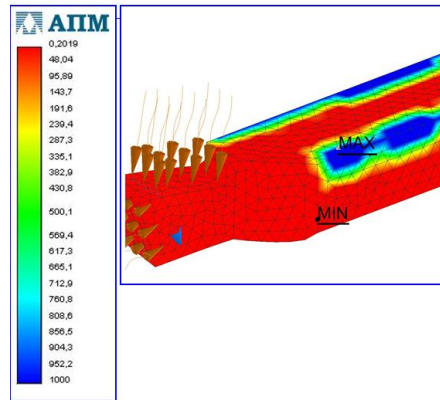


Рис.11. Результаты проверочного расчёта модели по коэффициенту прочности $K_{пр}$.

Если нижние расчётные значения коэффициентов $K_{пр}$, K_T много раз превышают допустимые минимальные значения, может быть целесообразно уменьшить некоторые геометрические параметры модели и тем самым сократить расходы на проектируемую деталь. После изменений в конструкции детали следует повторно осуществить её статический расчёт.

Рекомендуемая литература

1. Рыжкин А.А. Режущий инструмент: учеб. пособие. / А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, А.Г. Схиртладзе, А.И. Боков, М.М. Алиев. - Ростов-н/Д: Изд-во «Феникс», 2009. – 406 с.
2. Рыжкин А.А. Режущий инструмент. Альбом конструкций: учеб. пособие. / А.А. Рыжкин, К.Г. Шучев, М.М. Алиев, В.Г. Моисеев, Е.В. Фоминов. - Ростов-н/Д, ИЦ ДГТУ, 2006. - 140 с.
3. Ганин Н.Б. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. / Н.Б. Ганин. - М.: ДМК Пресс, 2011. — 320 с.