

Моделирование прочности сменных многогранных пластин

Н.Г. Трофименко

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Процессы механической обработки металлов сменными многогранными пластинами характерны присутствием значительного числа технических факторов, отражающихся на их стойкости. От состояния инструмента зависят качество обработки и технико-экономическое состояние процесса в целом. Наличие работоспособной расчетной модели для системы инструмент–заготовка на стадии проектирования технологии и возможность ее верификации с данными мониторинга состояния оборудования станка в процессе обработки могли бы позитивно отразиться на качестве выпускаемой номенклатуры, сократить процент брака, стать эффективным средством предупреждения критического разрушения инструмента разных видов.

Цель — создание достоверной версии расчетной CAE-модели процесса токарной обработки.

Методы. Процесс механической обработки металла может быть рассмотрен как случай нелинейной задачи явной динамики. Процесс резания металла, точение, протекает во времени с высокой скоростью, вызывает разрушения обрабатываемого материала, а также накопление напряжений, в том числе усталостных, приводящих к износу и разрушению инструмента. Симуляция процесса обработки производится в программном пакете ANSYS в модуле Explicit Dynamic. Особенностью решаемой задачи является стабильность процесса воздействия на тело разрушающей нагрузки в течение длительного времени, что нехарактерно для моделирования задач явной динамики, таких как задачи баллистики, возникновения ударов, столкновений, к которым применим используемый решатель.

В основе решающей программы заложено уравнение модели Джонсона–Кука (1), описывающее зависимость напряжения от скорости деформаций и температуры [1]:

$$\sigma = \left[A + B \bar{\epsilon}^n \right] \left[1 + C \ln \dot{\epsilon}^* \right] \left[1 - (T^*)^m \right], \quad (1)$$

$$T^* = \frac{T - T_0}{T_m - T_0};$$

$\bar{\epsilon}^p$ — эффективная пластическая деформация;

$\dot{\epsilon}^p = \frac{\dot{\epsilon}^p}{\dot{\epsilon}_0}$ — эффективная скорость пластической деформации;

$$\dot{\epsilon}^p = 1 c^{-1};$$

A, B, n, C, m — зависящие от свойств материала константы, определяемые на основе экспериментальных данных; T_0, T_m — температура окружающей среды и температура плавления материала соответственно.

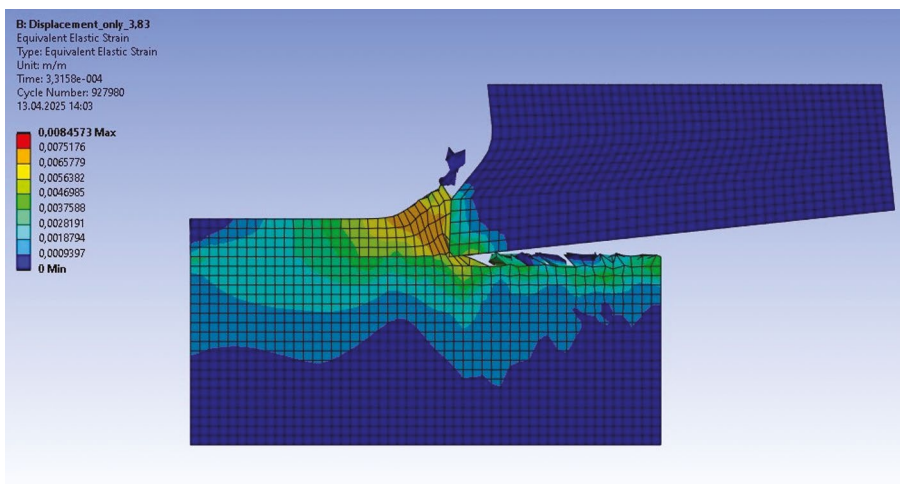
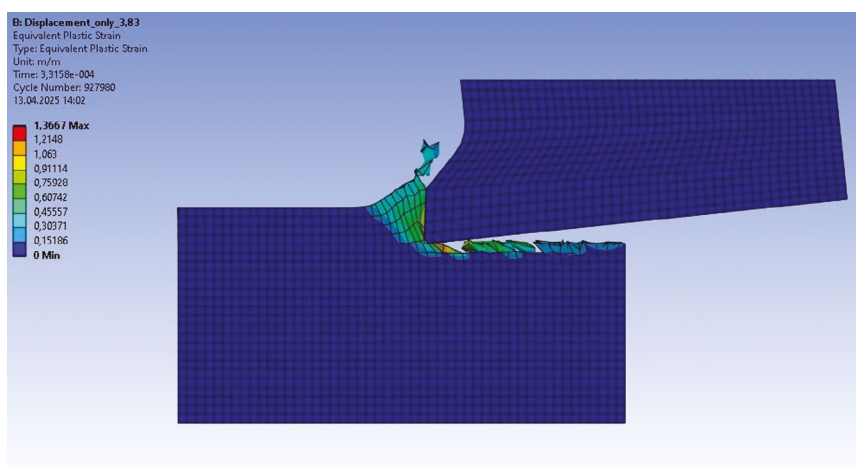
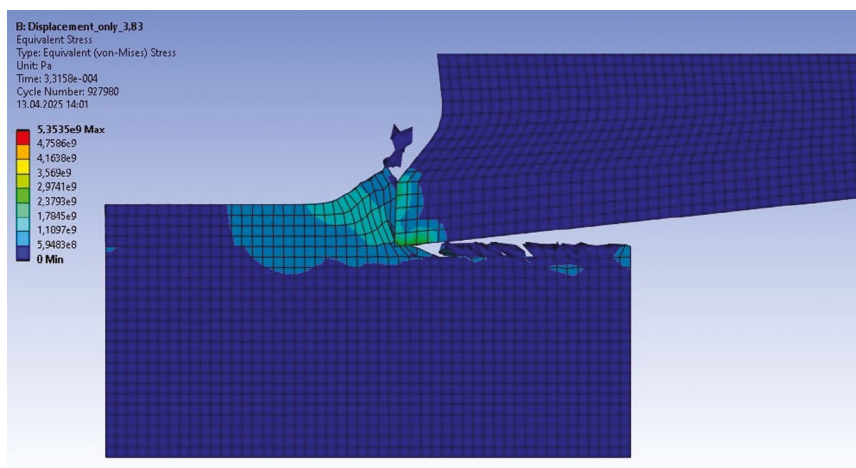


Рис. 1. Распределение упругих деформаций, ϵ упр.

Рис. 2. Распределение пластических деформаций, ϵ пласт.Рис. 3. Распределение напряжений по Мизесу, $(\sigma, \text{МПа})$

Модель имеет вид трехмерной геометрии [2]. Радиус сектора обрабатываемой заготовки интерпретирован как прямой отрезок, а перемещение задано в параллельном ему направлении. Перемещение задано исходя из данных по условию — линейной скорости резания и пути — длины сектора заготовки.

Результаты. Построена принципиально работоспособная САЕ-модель процесса резания металла. С ней могут быть получены картины распределения упругих и пластических деформаций, напряжений (рис. 1–3) как в инструменте, так и в заготовке. Модель может быть скорректирована путем изменения констант, перестроением геометрии и изменения параметров обработки.

Выводы. Для процесса точения может быть решена задача в постановке явной динамики методом численного моделирования. Задача, в виду своей многофакторности, требует опытной проверки и уточняющей настройки, из нее могут быть выведены параметры, имеющие значение для проведения косвенных расчетов.

Ключевые слова: стойкость инструмента; задача явной динамики; точение; конечно-элементное моделирование; напряжения; деформации.

Список литературы

1. Бузюркин А.Е., Гладкий И.Л., Краус Е.И. Определение параметров модели Джонсона-Кука для описания процессов деформирования и разрушения титановых сплавов // Прикладная механика и техническая физика. 2015. Т. 56, № 2. С. 188–195. doi: 10.15372/PMTF20150219 EDN: TWGXIL
2. Кузькин В.А., Михалюк Д.С. Применение численного моделирования для идентификации параметров модели Джонсона-Кука при высокоскоростном деформировании алюминия // Вычислительная механика сплошных сред. 2010. Т. 3, № 1. С. 32–43. EDN: NTJSZP

Сведения об авторе:

Никита Григорьевич Трофименко — аспирант 2-УПНК-2.5.6, факультет машиностроения, металлургии и транспорта; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: trofimenko-n@inbox.ru