

УДК 621.9.01 + 517.972.5

РЕШЕНИЕ СВЯЗАННЫХ ЗАДАЧ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

И.С. Болдырев

В статье приведен расчет распределения температуры в заготовке и стружке при свободном резании стали 10 резцом из быстрорежущей стали с помощью метода конечных элементов в контактной постановке.

Ключевые слова: резание, механическая обработка, температура при резании, тепловые явления при резании, метод конечных элементов.

В настоящее время для моделирования процесса резания изотропных и анизотропных материалов и задач с этим связанных применяется метод конечных элементов в контактной постановке [1, 2]. При этом в основном решается задача определения напряженно-деформированного состояния (напряжений, деформаций, сил резания) обрабатываемой заготовки и режущего инструмента. Точность таких расчетов пока не велика, так как используется ряд упрощений и допущений, не совершенен и сам метод расчета. Вместе с тем, известно, что в процессе резания важную роль играют тепловые явления. Метод конечных элементов позволяет учесть и их путем решения так называемых связанных задач, в которых тепловой и структурный расчет выполняются совместно, с учетом их взаимного влияния. Автором был рассчитан нагрев заготовки и определена ее температура в результате действия пластических деформаций. В данной статье приведены результаты такого расчета.

Решалась задача свободного резания заготовки из стали 10 инструментом из быстрорежущей стали. Свойства материалов: плотность заготовки и инструмента 7850 кг/мм^3 , модуль упругости $2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$, коэффициент Пуассона 0,3, удельная теплоемкость заготовки и инструмента $460 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, коэффициент теплопроводности заготовки $46 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Скорость резания 60 м/мин . Толщина срезаемого слоя 1 мм , длина заготовки 10 мм , общая высота заготовки 4 мм . Передний угол резца 15° , задний угол 5° . Материал резца недеформируемый. Были приняты следующие упрощения и допущения. Вся механическая работа по пластической деформации превращалась в тепло, теплотеря в окружающую среду нет. Коэффициент теплопроводности между заготовкой и инструментом равен нулю, поэтому нагрев инструмента не рассматривался. Нагрев заготовки и инструмента в результате трения не рассматривался.

В результате расчета было определено напряженно-деформированное состояние заготовки, распределение температур в зоне резания и их совместное взаимодействие в каждый момент времени обработки. Картины распределения температуры приведены на рис. 1. Распределения температуры в зоне резания заготовки имеют качественную сходимость с результатами других авторов (рис. 2) [3]. Количественные расхождения обусловлены принятыми упрощениями и допущениями. Расчетная температура получилась выше экспериментальных значений, так как не были заданы температурные граничные условия (не учитывался отвод тепла из зоны резания). При учете этого фактора расчетная температура должна быть ниже экспериментальной, так как наиболее нагретые элементы стружки и заготовки в результате расчета удаляются.

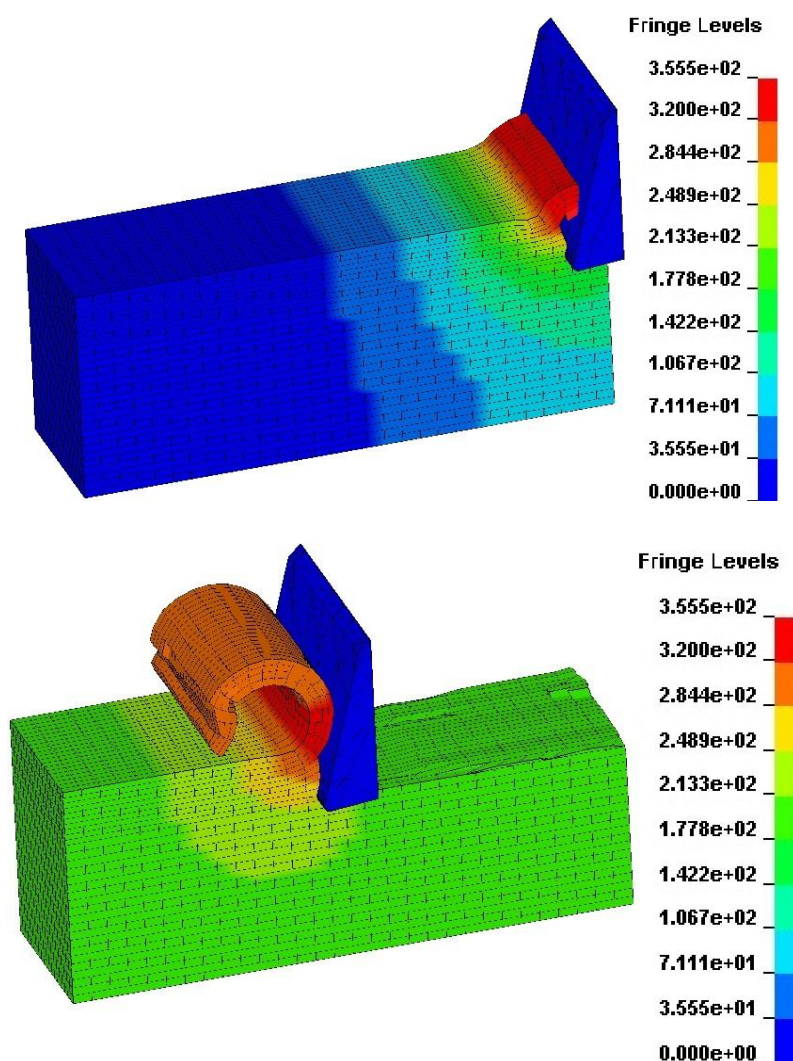


Рис. 1. Распределение температуры, °С
в процессе резания стали 10 в различные моменты времени

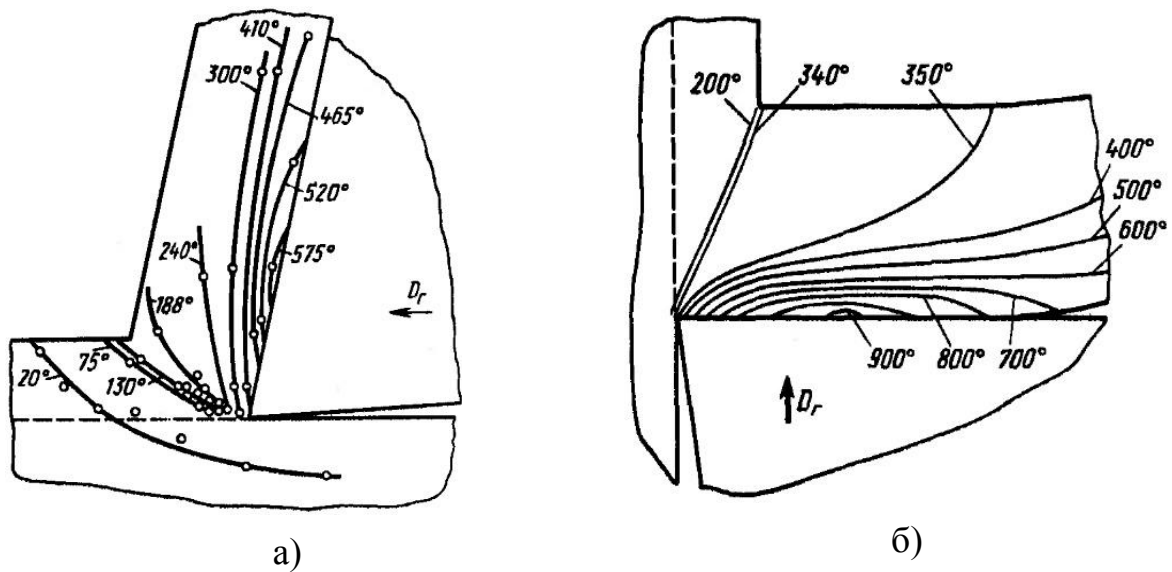


Рис. 2. Распределения температур в зоне резания при точении [3]:
а – экспериментальное; б – расчетное

Библиографический список

1. Щуров, И.А. Расчет сил резания методом конечных элементов / И.А. Щуров, И.С. Болдырев // СТИН. – 2004. – № 1. – С. 14–16.
2. Щуров, И.А. Моделирование процесса резания заготовок из композитных материалов с применением метода конечных элементов / И.А. Щуров, И.С. Болдырев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Машиностроение». – 2012. – № 12 (271). – С. 143–147.
3. Грановский, Г.И. Резание металлов: учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с.

[К содержанию](#)