

Моделирование нарезания резьб в системе DEFORM

А.Н. Афонин

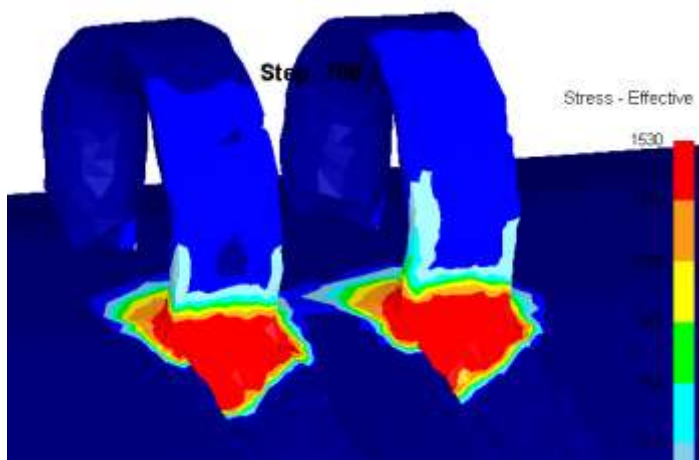
Орловский государственный технический университет

До 60...70% деталей в машиностроении имеют различные резьбы. Во многих случаях работоспособность данных деталей определяется качеством изготовления резьбы. В большинстве случаев для получения резьб используется обработка резанием. Процессы нарезания винтовых поверхностей являются одними из наиболее сложных среди процессов обработки резанием. В силу сложного характера явлений, происходящих при нарезании резьб, общая теория данного процесса на сегодняшний день отсутствует. Современные методики проектирования технологии резьбонарезания являются эмпирическими. В связи с этим, разработка новых технологических процессов резьбонарезания требует проведения большого объема экспериментальных исследований. Избежать этого можно применением современных систем автоматизированного моделирования технологических процессов обработки давлением и резанием, основанных на методе конечных элементов. Общеизвестным мировым лидером в данной области является пакет DEFORM, разработанный компанией Scientific Forming Technologies Corporation (США).

Использованию DEFORM для моделирования процессов обработки давлением, в частности накатывания резьб, посвящено достаточно большое количество работ, например [1, 3]. Возможностям пакета по исследованию процессов обработки резанием уделялось значительно меньше внимания.

Рассмотрим в качестве примера моделирование в пакете DEFORM нарезания наружной резьбы М20х2 резцом на заготовке из стали 45. Поскольку при резьбоформообразовании имеет место сложное, объемное напряженно-деформированное состояние заготовки, при вычислительном эксперименте целесообразно использовать модуль трехмерного моделирования DEFORM 3D. DEFORM 3D имеет специальный помощник – шаблон, позволяющий упростить задание начальных и граничных условий при моделировании таких процессов обработки резанием, как точение, сверление, фрезерование. Однако, для моделирования нарезания резьбы необходимо воспользоваться универсальным препроцессором. Для сокращения времени расчета моделирование резьбонарезания производилось только для одной четверти заготовки.

Нарезание резьбы шагом 2 мм резцом производится в несколько проходов. При этом существуют две основные схемы снятия припуска: с радиальным и с боковым врезанием резца [2]. На рис. 1 приведены поля эквивалентных напряжений по Мизесу в заготовке, полученные в результате моделирования в DEFORM 3D двух первых проходов с различными схемами срезания припуска. Следует отметить, что благодаря возможностям пакета DEFORM 3D по моделированию многооперационной обработки, для моделированию второго прохода использовалась заготовка, полученная при моделировании первого прохода, с сохранением результатов деформации.



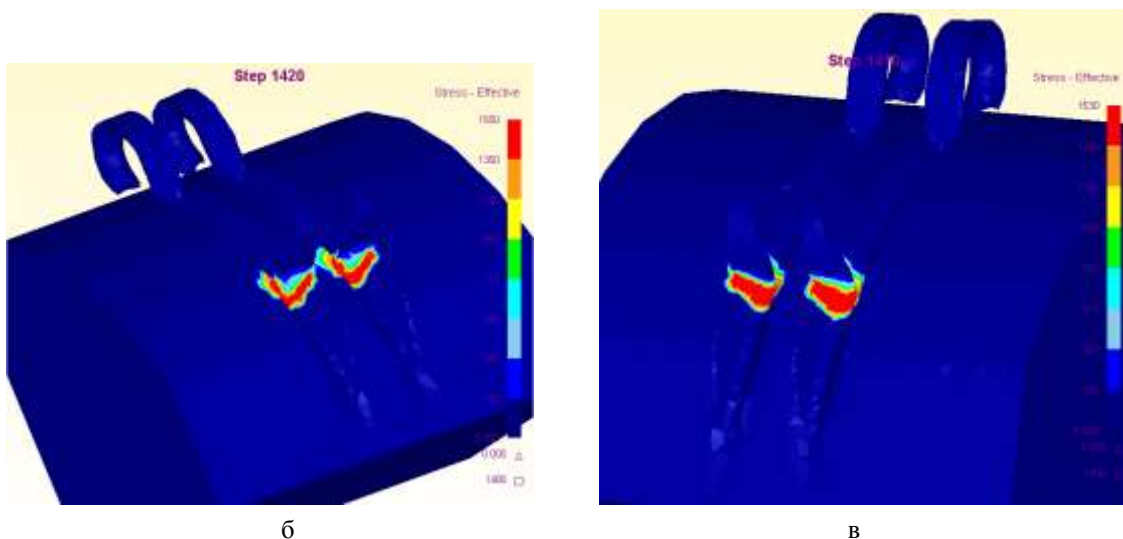


Рис. 1. Эквивалентные напряжения (МПа) в заготовке при нарезании резьбы M20x2
 а - первый проход; б – второй проход (радиальное врезание); в - второй проход (боковое врезание).

На рис. 2 приведены полученные в результате моделирования значения составляющих силы резания. Результаты моделирования хорошо совпадают с известными экспериментальными данными [2]. В частности, видны более благоприятные условия резания при боковом врезании резца.

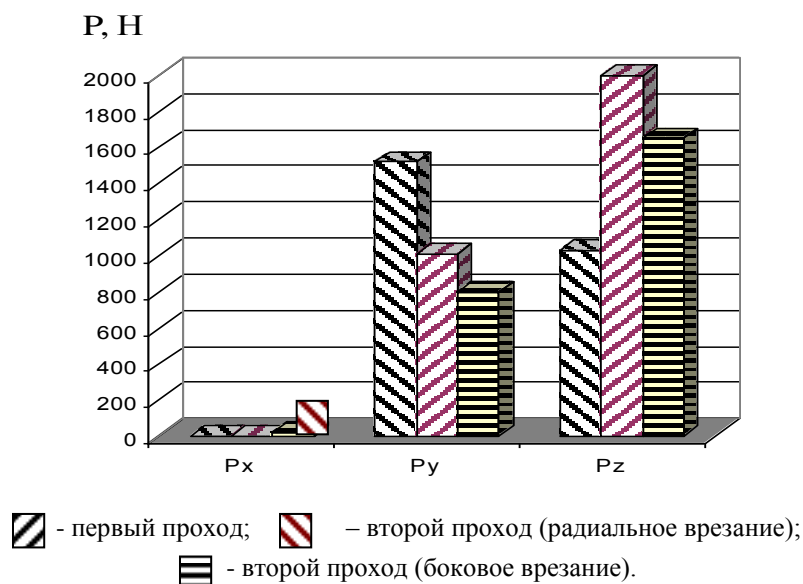


Рис. 2. Составляющие силы резания при нарезании резцом резьбы M20x2.

Таким образом, DEFORM 3D может успешно применяться для моделирования такого сложного процесса обработки резанием, как нарезание резьбы. Применение моделирование в DEFORM 3D позволит избежать необходимости проведения относительно трудоемких и дорогостоящих экспериментов и существенно сократить время на технологическую подготовку производства резьбовых изделий. Полученная с помощью DEFORM модель заготовки может быть также использована впоследствии, например, для прочностных расчетов, учитывающих технологическую наследственность.

Литература

1. Domblesky, J P. Feng, F. Two-dimensional and three-dimensional finite element models of external thread rolling // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B-Journal of Engineering Manufacture. v. 216, n 4, 2002. – P. 507-517.
2. Бобров В.Ф. Многопроходное нарезание крепежных резьб резцом. М.: Машиностроение, 1982. – 104 с.
3. Киричек А.В., Афонин А.Н. Исследование напряженно деформированного состояния резьбонакатного инструмента и заготовки методом конечных элементов // СТИН. - 2007, №7. – С. 21-25.