

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ, УПРОЧНЕННЫМ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ, В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ DEFORM

А. Н. Жигалов

ЗАО «Промлизинг», г. Могилев, Республика Беларусь

Для ускорения проектирования и реализации нового наукоемкого технологического процесса необходимо с максимальной быстротой произвести его всестороннее изучение, оперативно выявить влияние технологических и физических параметров процесса на качество обработки и на структурные свойства инструмента, с помощью которого реализуется такой процесс. Описать взаимосвязи большого количества факторов, влияющих на такие процессы, на стадии создания является сложной задачей из-за не изученности процесса, отсутствия теоретической информации о нем. Это является главным сдерживающим фактором внедрения новых технологий в производство.

Существующие интегрированные автоматизированные конструкторско-технологические системы, основанные на математических, эмпирических и аналитических алгоритмах, описывающих известные принципы и взаимосвязи, протекающие в технологических процессах, позволяют осуществлять моделирование в соответствии с обобщенным алгоритмом функционирования САФ-системы (Computer Aided Forming). Использование САФ-системы базируется на особенностях функционально-ориентированных технологий на основе принципа параллельного проектирования. В основе этой системы положен анализ имитационной реологической модели технологических переходов, комплекс функциональных модулей и аналитических приложений формирования точностных, термдеформационных, микрогеометрических и структурно-фазовых параметров обрабатываемых поверхностей. Задача ускоренного исследования решается с помощью имитационного моделирования процессов резания. Наиболее прогрессивным методом исследования является создание имитационных реологических моделей процессов резания, базирующихся на числовых методах, которые дают возможность решать задачу деформирования и разрушения срезаемого слоя на основе фундаментальных уравнений термодинамики тела путем дискретизации пространства методом конечных элементов, в программном продукте DEFORM, являющимся специализированным инженерным программным комплексом, предназначенным для анализа процессов обработки металлов давлением, термической и механической обработки [1].

В программном продукте DEFORM используются аналитические приложения, описывающие в связи между собой отдельные процессы при резании и их влияние на

результаты формирования параметров резания и показателей качества обработки, структуры и свойств режущих инструментов. Исходными данными для моделирования процесса резания в системе DEFORM являются: 2D или 3D модель детали и инструмента с нанесенной лагранжевой или эйлеровой сеткой на поверхности; режимы резания; геометрия режущего клина, его материал и покрытие; прочностные, физико-механические, теплофизические характеристики обрабатываемого материала; модель износа лезвия инструмента и кинетика наростообразования; нормативная погрешность сходимости результатов моделирования по силовому вектору, вектору скорости и допустимой геометрической погрешности; тип задачи деформации и течения металла; вид итерационного метода расчета; выбор расчетного ядра. В такой постановке задача является синергетической, связанной с изучением процессов самоорганизации, поддержания устойчивости и распада подсистем различной природы на основе методов математической физики («формальных технологий»). Однако систему DEFORM с целью повышения точности расчетов и исследований необходимо дополнять конкретными аналитическими зависимостями и обобщающими критериями, более точно описывающими особенности процесса механической обработки.

Автором было предложено использовать программный продукт DEFORM в совокупности с созданной имитационной реологической моделью процесса прерывистого резания на основе анализа силовых, деформационных и энергетических критериев износа и разрушения для исследования процесса прерывистого резания твердосплавным инструментом, упрочненным аэродинамическим методом (АДУ) [2], путем имитационного моделирования, и на основании сравнения с экспериментальными данными сделаны выводы относительно их адекватности реальным процессам и эффективности в сравнении с обработкой неупрочненным инструментом.

Методика имитационного моделирования процесса прерывистого резания в системе DEFORM состояла из ряда этапов: создание задачи; назначение режимов резания; установление условий процесса; настройка и выбор геометрии инструмента; выбор материала и толщины покрытия инструмента; генерирование сетки инструмента и заготовки; выбор материала инструмента; настройка заготовки; назначение геометрии заготовки; генерация сетки для заготовки; выбор материала для заготовки; определение позиции.

На рис. 1 показаны результаты моделирования износа инструмента из твердого сплава MC131, полученные в результате имитационного моделирования в системе DEFORM.

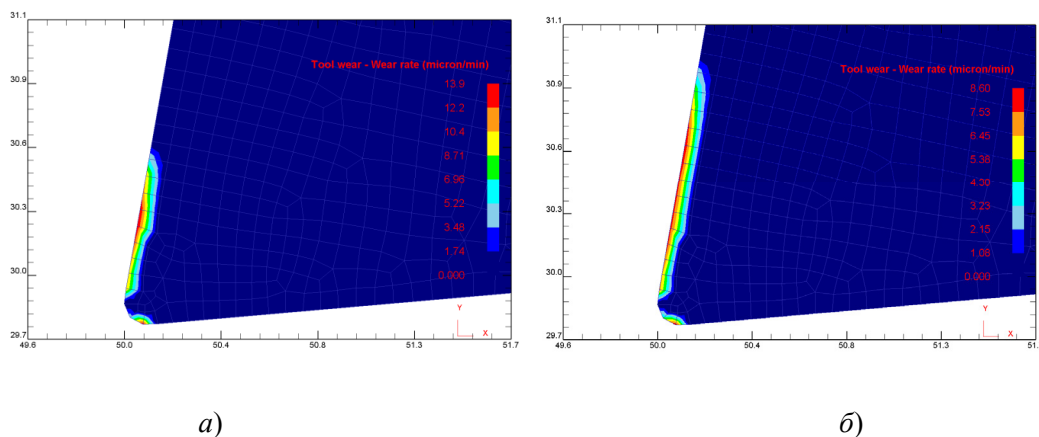


Рис. 1. Результаты имитационных исследований процесса износа инструмента из твердого сплава MC131, неупрочненного (а) и упрочненного методом АДУ (б)

96 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

Результаты имитационных исследований процесса износа в системе DEFORM показали, что обработка твердыми сплавами, упрочненными методом АДУ, деталей из стали 45 ($v = 158,3$ м/мин; $s = 0,12$ мм/зуб; $t = 1,0$ мм) способствует, за счет снижения износа, увеличению стойкости инструмента приблизительно на 60 %. Кроме того, моделирование в системе DEFORM процесса резания твердосплавным инструментом, упрочненным методом АДУ, позволило выявить влияние параметров обработки в любой момент резания на такие факторы процесса, как силы резания, температура, давление и др.

Литература

1. Zhigalov, A. N. Investigation of the carbide-tipped tool wear hardened by method of aerodynamic impact / A. N. Zhigalov, V. V. Stypnicki // Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. – 2018. – Vol. 32, № 6. – P. 818–821.
2. Способ аэродинамического упрочнения изделий : пат. 21049 РБ, МКИ С21D8/00 / А. Н. Жигалов, Г. Ф. Шатуров, В. М. Головков. – № а20131132 ; заявл. 30.09.2013 ; опубл. 30.06.2017 // Афіц. бюл. – № 3.