

Комплексная стохастическая модель процесса абразивной обработки, реализованная средствами параллельных алгоритмов

А.А. Кошин, Л.В. Шипулин

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

В современном машиностроении возникает ряд задач, решение которых возможно лишь с использованием глубокого комплексного моделирования процесса. Такое моделирование позволило бы по заданным исходным данным – входным технологическим параметрам процесса определить важнейшие выходные параметры без проведения натурных экспериментов: шероховатости, эффективности съема припуска, качества поверхности детали и точности обработки.

При моделировании процесса учитываются его особенности, а именно: высокие скорости резания (до 80 м/с), теплонпряженность (точечная температура под зерном достигает температур плавления металла), стохастичность (десятки тысяч зерен расположены в круге случайным образом) и нелинейность процесса (прочностные свойства материала изменяются при нагреве). Поскольку имитационная модель является стохастической, то проводятся несколько расчетов-редукций для одних и тех же исходных данных. Работа имитационной модели при средних шагах сетки длится порядка 200-250 часов, поэтому принято решение применить параллельные вычислительные технологии.

Первым уровнем распараллеливания последовательного алгоритма является разбивка редукций (макроцикл) по процессорам кластера, реализацию которой можно представить следующим образом. На основе одних исходных данных одновременно на N процессорах – производится реализация N независимых редукций, после чего в процессоре $N+1$ производится статистическая обработка и структурирование выходных данных. Самой эффективной здесь является классическая параллельная схема, когда для каждой редукции исследуемой случайной функции выделяется отдельная вычислительная ветвь (количество ветвей равно требуемому числу редукций) [1].

Вторым уровнем распараллеливания является распараллеливание микроциклов, вложенных в макроцикл. Анализ исходного кода и практика использования программного комплекса показали, что наибольшее время работы программного комплекса (до 99%) затрачивается на выполнение следующих операций:

1. Формирование режущей части абразивного инструмента. Сложность данного блока заключается в вероятностной реализации равномерного распределения абразивных зерен и формирования их размеров по закону нормального распределения. Анализ показал, что выполнение данного блока занимает от 5% до 20% от итогового времени расчета.

2. Расчет интенсивности тепловыделения каждого абразивного зерна, находящегося в зоне контакта с обрабатываемой поверхностью заготовки. Выполнение данного блока занимает от 5% до 25% от итогового времени расчета.

3. Расчет распределения поля температур по глубине поверхностного слоя обрабатываемой поверхности в заданные моменты времени. Выполнение данного блока занимает от 60% до 95% от итогового времени расчета.

В модели формирования шлифованной поверхности применен способ распараллеливания расчетов, исходные данные которых заранее не известны. Программа сама выполняет распределение расчетов по процессорам по определенным правилам.

Литература

1. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 608 с.