

Применение и перспективы технологий параллельных алгоритмов в имитационных стохастических моделях процесса шлифования

А.А. Кошин, А.А. Дьяконов, Л.В. Шипулин

Аналитическое исследование и вскрытие физических основ процессов механической обработки является одной из основных задач технологии машиностроения. Одной из основных проблем, сдерживающих прорыв в этом направлении, является численная реализация, т. к. необходимо техническое и программное обеспечение, позволяющее производить сложнейшие вычисления. Примером такой задачи является имитационная стохастическая модель процесса шлифования, разработанная на кафедре «Технология машиностроения» Южно-Уральского государственного университета [1].

Имитационная стохастическая модель по исходным данным и заданным законам распределения генерирует режущий профиль абразивного инструмента (размеры зерен – по нормальному закону распределения, расположение зерен – по равномерному). Далее, если образуются перекрытия зерен (наложение) происходит их расталкивание. На основе интегрального решения второй краевой задачи уравнения теплопроводности рассчитываются заданные характеристики температурного поля заготовки, радиальной составляющей силы резания и их оценка на основе статистических гипотез. Приведенные действия считаются одной редукцией. Практика показала, что реализация имитационной модели требует колоссальных затрат времени. Так, например, расчет одной редукции со средними технологическими параметрами круглого центрального шлифования и шаге интегрирования по времени 10^{-6} с – длится около 250 часов.

Основным способом уменьшения затрат времени на расчеты такого уровня является применение мультипроцессорных кластеров и технологии параллельного программирования. Развитие этого направления стало возможным благодаря наличию в Южно-Уральском государственном университете современного суперкомпьютерного вычислительного центра на базе кластеров «Infinity» и «Скиф-Урал».

Первым и естественным путем распараллеливания данного алгоритма является разбивка редукций по процессорам кластерам, реализацию которой можно представить следующим образом. На основе одних исходных данных одновременно на 500 (4-х ядерных) процессорах производится реализация независимых редукций, после чего все данные поступают в один процессор, который производит статистическую обработку и структурирование полученных данных.

Второй путь заключается в распараллеливании расчетов температуры и усилия резания от каждого абразивного зерна, т. к. выполняется одно из главных условий – модуль расчета температуры и модуль расчета усилия резания не имеют общих переменных и независимы друг от друга. Алгоритм распараллеливания можно представить следующим образом – одновременно один (I) процессор рассчитывает выделяемую первым зерном температуру, а второй (II) производит расчет усилия резания этим же зерном. Затем в зону резания входит второе зерно, и для него аналогичным образом рассчитываются температура и усилие резания.

Таким образом, использование параллельных технологий позволит реализовать имитационную стохастическую модель процесса шлифования, позволяющую проводить расчеты с дискретностью высочайшего уровня, а также сократить затраты времени на расчеты в сотни раз, что позволит ускорить не только проектные работы, но и перейти на задачи управления и оптимизации процессов абразивной обработки.

Литература

1. Программа «Имитационная стохастическая теплофизическая модель процесса шлифования»: свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 11089 / А.В. Геренштейн, А.А. Кошин, А.А. Дьяконов. – № 5245770251; заявл. 11.02.2008; опубл. 07.07.2008; Инновации в науке и образовании № 7(42). – С. 46.