

Сравнение эффективности распараллеливания термопрочностных задач в инженерных пакетах при моделировании процессов линейной сварки трением *

Р.К. Газизов, И.Ш. Насибуллаев, А.В. Юлдашев, К.Р. Юлмухаметов, А.М. Ямилева

Уфимский государственный авиационный технический университет

Сварка трением – это разновидность сварки давлением, при которой нагрев осуществляется трением, вызванным перемещением друг относительно друга соединяемых частей свариваемого изделия. В процессе линейной сварки трением (ЛСТ) тепло выделяется при возвратно-поступательном движении свариваемых частей, с частотой порядка 50 Гц и амплитудой до 3-х мм, сжимаемых для образования плотного контакта.

В данной работе рассматривается эффективность распараллеливания статической и динамической термопрочностной задачи при моделировании процессов ЛСТ в инженерных пакетах SIMULIA Abaqus 6.11 (далее Abaqus) и ANSYS Mechanical 13 (далее ANSYS) на суперкомпьютере УГАТУ.

В Таблице 1 показаны некоторые результаты расчета динамической термопрочностной задачи в MPI-версиях пакетов с использованием до 6 узлов кластера. В большинстве случаев в пакете Abaqus расчеты выполняются быстрее, чем в ANSYS, но используется больше оперативной памяти.

Таблица 1. Время расчета и объем используемой памяти для динамической термопрочностной задачи, N – число задействованных узлов, CPN – количество задействованных ядер на каждом узле

Характеристики задачи	Время (1 ядро), ч.		Мин. время, ч. (N x CPN)		Объем используемой памяти (1x1), МБ		Макс. объем на 1 ядро для мин. времени, МБ	
	Abaqus	ANSYS	Abaqus	ANSYS	Abaqus	ANSYS	Abaqus	ANSYS
Линейные элементы, 70 000 уравнений	3.65	7.55	0.41 (6x4)	0.95 (6x6)	1405	1432	471	597
Линейные элементы, 105 000 уравнений	9.38	13.86	0.86 (6x4)	1.79 (6x4)	2411	2505	784	657
Линейные элементы, 140 000 уравнений	18.92	19.65	1.60 (4x8)	2.06 (6x4)	3479	3621	1356	699
Квадратичные элементы, 200 000 уравнений	21.57	21.35	1.62 (4x8)	2.18 (6x6)	8277	5539	3196	732

Проведено исследование эффективности решения задачи в ANSYS Mechanical на гибридном вычислительном сервере, установленном при суперкомпьютере УГАТУ. Получено, что использование GPU NVIDIA Tesla M2050 совместно с CPU Intel Xeon 5670 позволяет сократить время расчета в SMP-версии в 1.5-2.5 раза по сравнению с расчетом только на CPU.

В Таблице 2 приведены некоторые результаты при расчете статической термопрочностной задачи (система 65 000 уравнений) в MPI-версиях пакетов Abaqus и ANSYS с использованием до 6 узлов кластера. В отличие от динамической задачи ANSYS здесь использует больше оперативной памяти, чем Abaqus, при параллельном расчете – почти в 2 раза.

Таблица 2. Время расчета и объем используемой памяти для статической термопрочностной задачи, N – число задействованных узлов, CPN – количество задействованных ядер на каждом узле

Пакет	Время (1 ядро), сек.	Мин. время, сек., (N x CPN)	Объем используемой памяти (1x1), МБ	Макс. объем на 1 ядро для мин. времени, МБ
Abaqus	2099	413 (5x4)	872	327
ANSYS	3542	386 (6x6)	964	607

* Работа выполнена в рамках проекта «Создание технологий и промышленного производства узлов и лопаток ГТД с облегченными высокопрочными конструкциями для авиационных двигателей новых поколений» (шифр 2010-218-01-133) в рамках реализации постановления № 218 Правительства РФ от 9.04.2010 г. «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологического производства».