

УДК 621.9.06-192:620.1

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ БАЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА

В.П. ГОРБУНОВ, О.А. МЕДВЕДЕВ, Д.В. ОМЕСЬ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

Многоцелевой станок (МЦС) с ЧПУ представляет собой сложное, дорогостоящее оборудование и эффективность его использования является актуальной задачей для каждого машиностроительного предприятия. В процессе эксплуатации существенное влияние на точность обработки оказывают тепловые деформации базовых элементов несущей системы МЦС, которые приводят к изменению относительного положения базовых поверхностей несущих заготовку и инструмент. Все это влияет на точность выходных параметров станка. Поэтому важным этапом при анализе точности станка является определение тепловых деформаций базовых элементов.

МЦС представляет собой сложную систему, распределение теплоты в которой проблематично описать математически. Подводимая к станку энергия, не затрачиваемая на полезную работу, преобразуется в тепловую энергию. Источниками тепловыделения в станках являются электродвигатели, механические передачи, подшипники, муфты, система смазывания и гидросистема, сам процесс резания и другие факторы. Теплота от этих источников передается деталям станка, перераспределяется между ними и частично отводится в окружающую среду. В этом случае можно выделить следующие элементарные процессы: теплопроводность, конвекцию, тепловое излучение. Однако ни один из этих элементарных процессов в изолированном виде на практике не существует.

В качестве основных элементов при тепловом анализе и расчете станка МЦС выбираются те детали, которые имеют относительно большие линейные размеры, площадь теплоотдающей поверхности, массу. Это станины, стойки, шпиндельные бабки, ползуны и др. При этом рассчитывается мощность тепловыделения в источниках, выполняется анализ теплообмена в системе базовых элементов станка. На практике при определении температурного поля и расчете тепловых деформаций рационально применять Метод конечных элементов (МКЭ). Этот метод реализован в модуле конечно-элементного анализа CosmosWorks, интегрированного в систему пространственного моделирования SolidWorks. Программа теплового анализа на базе МКЭ позволяет достаточно оперативно оценить распределения температур в конструкции станка, то

есть воспроизводить эффект теплопроводящих свойств в зоне сопряжения (контакта) деталей и определить возникающие деформации.

В CosmosWorks реализован статический расчет с учетом температурных деформаций. В качестве источников информации могут быть: температура объектов, заданная в виде граничных условий; температурные поля, полученные при тепловом анализе. При анализе изменения процесса теплообмена за определенный период эксплуатации станка так же можно моделировать распространение тепловой энергии в зависимости от времени.

В качестве примера рассмотрена задача термоупругого анализа по определению тепловых деформаций стойки МЦС с ЧПУ модели MC 12-250 с горизонтальным расположением оси шпинделя.

Предварительно созданная по граничным условиям теплового расчета (принятым режимам обработки, положениям исполнительных механизмов) объёмная модель стойки в модуле CosmosWorks, позволяет определить распределение температуры по наружным и внутренним поверхностям рассматриваемого базового элемента. Для подтверждения адекватности созданной модели производились измерения температур в нескольких характерных точках на передней и задней стенках стойки с целью определения зоны максимальной разности температур, а также в местах основных источников тепловыделения. Исследования проводились на холостом режиме работы станка (без процесса резания) при частотах вращения шпинделя 500...2000 мин⁻¹. При этом было подтверждено предположение о термосимметричности конструкции станка относительно сечения в плоскости YOZ. Так же было установлено, что неравномерный нагрев передней и задней стенок стойки приводит к угловому смещению оси шпинделя и, вследствие этого, к линейному смещению области существования рассматриваемого выходного параметра (в нашем случае погрешности позиционирования) вдоль направления оси координат Y. Значения фактического смещения оси шпинделя в рабочей зоне станка показали высокую достоверность результатов расчета.

При изменении режима работы МЦС можно скорректировать граничные условия и повторно запустить процесс расчета. В предлагаемом расчете появляется возможность также учитывать силовые факторы (нагрузка на горизонтальный шпиндель, влияние консольного стола), которые дополнительно влияют на величину деформации стойки. Создав такую вполне адекватную модель, можно с определенной степенью точности прогнозировать изменение начальной точности станка с последующей компенсацией её устройством ЧПУ, а также определять пути повышения данной точности при проектировании станков за счет изменения расположения источников тепловыделения, мощности тепловых потоков, конструкции элементов и др.