

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В СОЕДИНЕНИЯХ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ НАСТОЛЬНОГО ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

А.А. Беленов

Рассмотрим решение задачи определения контактных деформаций в соединениях несущей системы настольного фрезерного станка методом конечных элементов, а именно средствами пакета ANSYS Workbench, который позволяет производить расчет контактных деформаций в стыках, основываясь на геометрической модели станка, свойствах материалов, принимать во внимание способы крепления деталей в стыке, не зависеть от количества самих стыков [1–4].

Моделирование деформированного состояния несущей системы станка выполнялось в соответствии со следующим алгоритмом: формулирование допущения, построение геометрической виртуальной модели в Solid Works, импорт модели в САЕ систему Workbench (ANSYS), назначение исходных параметров модели, выполнение расчета.

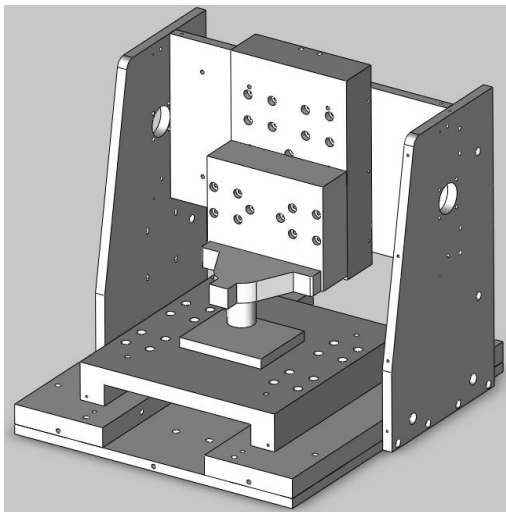


Рис. 1. Виртуальная геометрическая модель станка

При моделировании определялись контактные деформации в стыках наиболее подверженных деформации: стыках траверсы и стоек портала, стыках стоек и основания. Для расчета сил выбрали следующие условия резания: резание производится концевой фрезой диаметром 5 мм, заготовка – алюминиевый сплав Д16, глубина врезания 1 мм, направление подачи вдоль оси «X», величина подачи 100 мм/мин, частота вращения шпинделя 1000 мин⁻¹. На рис. 1 показана виртуальная геометрическая модель построенная в САД системе Solid Works 10.

В ANSYS были заданы основные параметры модели и ее расчета: выбран тип решаемой задачи – статический расчет, создана сетка конечных элементов (элементы типа «Тетраэдр»), (рис. 2, а) причем в местах неподвижных стыков было произведено заужение сетки (рис. 2, б), выбраны свойства материалов, каждой детали присвоен свой материал (в частности, для статического анализа принят алюминиевый сплав Д16Т).

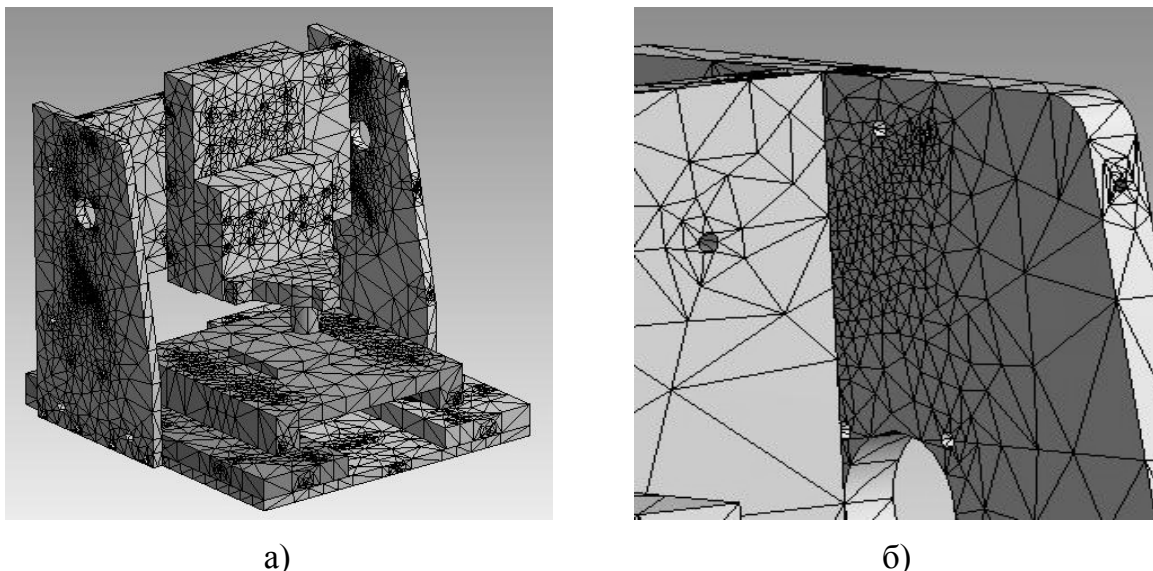


Рис. 2. Сетка конечных элементов несущей системы станка:
а – равномерная сетка; б – загущение сетки в месте неподвижного стыка

После выбора материалов выполнена настройка свойства контактов отражающих реальные свойства данной сборной конструкции, элементы которой, контактируя между собой, перемещаются друг относительно друга под действием сил и деформируют друг друга. При этом:

- в сборке контактируют твердые тела и при импортировании и чтении сборок препроцессором с учетом этого автоматически создаются контакты между деталями;

- контакт «поверхность–поверхность» (Surface-to-surface) разрешает неэквивалентные сетки на поверхностях контактирующих тел;

- расстояние автоматического поиска контакта задается параметром Tolerance (допуск) в окне настроек раздела “Contact”, значение устанавливается бегунком;

- в каждой области контакта выделяется контактная поверхность (contact) и целевая поверхность (target);

- контактная поверхность составлена из элементов типа “contact”, целевая – из элементов типа “target”;

- существует ограничение на проникновение контактной поверхности в целевую: точки интегрирования на контактных поверхностях определяются глубиной проникновения контактной поверхности в целевую согласно заданному допуску;

- имеет место именно симметричный контакт, так как материал элементов системы один и тот же и при возникновении напряжений в стыке, обе его части деформируются в той или иной степени (если в контактной области одна поверхность проявляет свойства контактной (жесткая), а другая – целевой (пластичная), то контакт называют асимметричным, если каждая поверхность является и контактной и целевой одновременно (одинаковая жесткость), контакт называют симметричным).

Закрепление модели станка выполнено по всей площади основания станины. Нагружение модели выполнено силами, приложенными к шпинделю и к заготовке, равными по значению, но противоположными по направлению. Численные значения проекций сил были найдены из эмпирических зависимостей. На рис. 3, 4 показаны результаты расчета деформированного состояния стыков. Следует отметить, что наибольшая величина контактных деформаций ожидалась в направлении оси «X», поэтому частные расчеты производились именно в этом направлении.

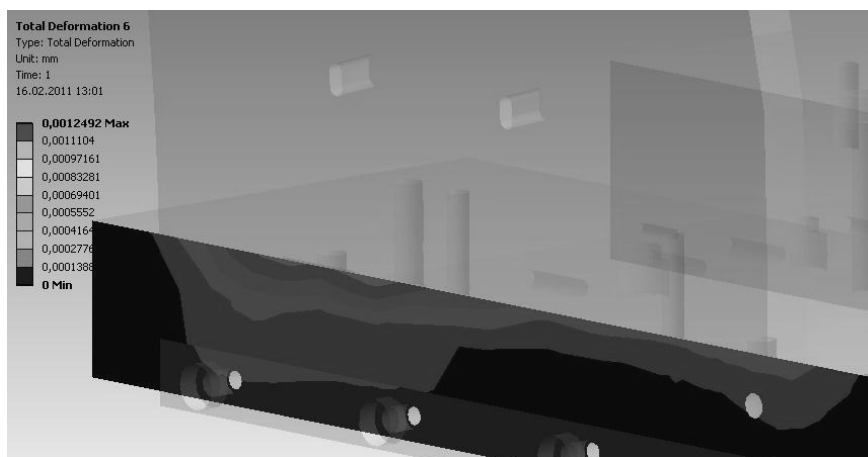


Рис. 3. Максимальная величина контактных деформаций в стыках портала с основанием

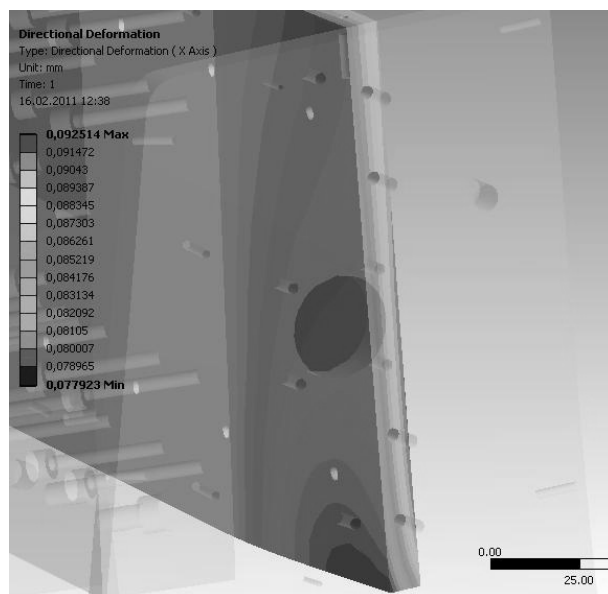


Рис. 4. Максимальная величина контактных деформаций в стыках стоек с траверсой

В результате расчета выяснилось, что:
 – максимальная величина контактных деформаций в стыках стоек портала с траверсой составляет 0,0914 мм;

– максимальная величина контактных деформаций в стыках стоек портала с горизонтальной перекладиной;

– максимальная величина контактных деформаций в стыках стоек портала с основанием составляет 0,0012 мм;

– в месте стыка деталей с меньшей площадью деформация неравномерна, это объясняется тем, что нагрузка приложена не непосредственно к деталям неподвижных соединений, а именно к шпинделю и заготовке, т. е. усилие передается, пройдя цепочку из элементов станка, несколько раз меняя свое значение и направление. Видно, что рассчитать подобную деформацию более или менее точно вручную – задача весьма сложная и требующая больших временных затрат,

– максимальное отклонение шпинделя станка от начального (ненагруженного) положения составляет 0,208 мм. При увеличении толщины (а, следовательно, и площади контакта) траверсы в 2 раза, приводит к отклонению шпинделя 0,09 мм, максимальное значение деформации в месте соединения стойки портала и траверсы составило 0,077 мм.

Очевидно, что уменьшение отклонения шпинделя вызвано не только уменьшением контактных деформаций, но и повышением жесткости траверсы в целом. Однако такой способ уменьшения контактных деформаций не рационален, более экономически выгодным с точки зрения материалоемкости, будет выполнение траверсы с ребрами жесткости.

Таким образом, моделирование позволяет принять конструктивные решения по оптимизации конструкции, кроме того, моделирование деформаций в стыках дает возможность снизить (компенсировать) влияние упругих погрешностей станка на качество изделий.

Библиографический список

1. Металлорежущие станки: учебник для машиностроительных ВТУЗов / под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.

2. Решетов, Д.Н. Детали и механизмы металлорежущих станков / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1972. – Т. 1. – 664 с.

3. Огородникова, О.М. Сборник учебных материалов по расчёту конструкций в ANSYS / О.М. Огородникова. – М.: Техноцентр компьютерного инжиниринга, 2009. – 91 с.

4. Пат. 99736 на полезную модель. Российская Федерация, МПК 23С 1/06 (2006/01). Настольный порталный фрезерный станок / С.С. Панов, А.А. Беленов, П.Г. Мазеин. – № 2010130914/02; заявл. 23.07.2010; опубл. 27.11.10, Бюл. № 33.