

Рисунок 3 – Результаты моделирования движения робота

Результаты работы позволяют сделать следующие выводы:

- 1) разработанный алгоритм обеспечивает хорошее качество управления и может быть использован на практике;
- 2) разработанная математическая модель может быть использована для анализа работы и подбора параметров приводов роботов.

Список цитированных источников

1. Прокопеня, О.Н. Управление движением мобильных роботов / О.Н. Прокопеня, В.В. Халитов, К.А. Козлович // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы Междунар. научно-практ. конф. / редкол.: Хрусталеv Б.М. (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2013. – С. 29-30.

Костючик Ю.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Горбунов В.П.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕЩЕНИЯ КОРПУСА ШПИНДЕЛЬНОЙ БАБКИ ТОКАРНОГО СТАНКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ

Большое количество в парке металлорежущих станков занимают токарные станки, шпиндельные узлы которых являются наиболее ответственными формообразующими элементами механизмами. От совершенства конструкции, а также от качества изготовления и сборки шпиндельного узла во многом зависит точность обработки.

Высокую точность обработки можно обеспечивать на стадии проектирования и изготовления станков, однако, увеличение точности станка за счёт ужесточения допусков, введения специальных конструкторских элементов требует дополнительных затрат. Возможно прогнозирование повышения точности обработки за счёт изменения точности шпиндельного узла, его положения.

В процессе эксплуатации станка на положение оси шпиндельного узла воздействуют внешние и внутренние факторы: силы резания; силы приводных элементов; тепловые деформации; зазоры-натяги в соединениях; масса шпинделя; масса шпиндельной бабки; дисбаланс; частота вращения шпинделя; внутренние напряжения шпинделя; масса детали; привод; окружающая среда. Эти факторы являются переменными [1]. Положение оси шпиндельного узла определяется собственно шпинделем (изготовление и сборка) и конструкцией шпиндельной бабки, которая предназначена для базирования опорных подшипников шпинделя.

Внутри шпиндельной бабки токарного станка находятся несколько валов с зубчатыми колесами, передающими вращение от шкива ременной передачи на шпиндель. Переключение зубчатых колес обеспечивает регулирование частоты вращения шпинделя. Шпиндель имеет две опоры – переднюю и заднюю. Корпус шпиндельной бабки имеет форму параллелепипеда. В нем расположены отверстия для опор шпинделя и промежуточных валов. Корпус крепится к станине болтами. Опорная поверхность корпуса состоит из 6 платиков.

По результатам расчёта конструкции шпиндельного узла был выбран вариант шпинделя, в передней опоре устанавливается радиально-упорный конический двухрядный подшипник типа 97520 ГОСТ 6364-78; в задней – однорядный радиально-упорный роликовый конический подшипник типа 1027316А ГОСТ 27365-87 [2]. Для характерных для данного станка условий обработки определены реакции опор в зависимости от составляющих силы резания R_x , R_y , R_z и сил приводного элемента F_t , F_r .

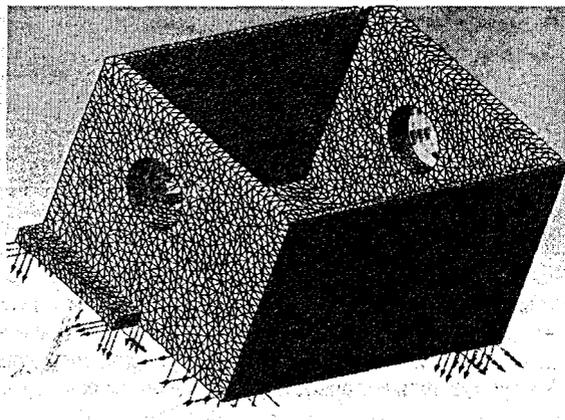
Целью настоящей работы является определение величины смещения оси отверстий корпуса шпиндельной бабки токарного станка под воздействием силовых факторов.

Существующие методы компьютерного моделирования заключается в использовании приложений графических программ Компас 3D, T-FLEX.CAD, SolidWorks. Расчёт производится методом конечных элементов (МКЭ).

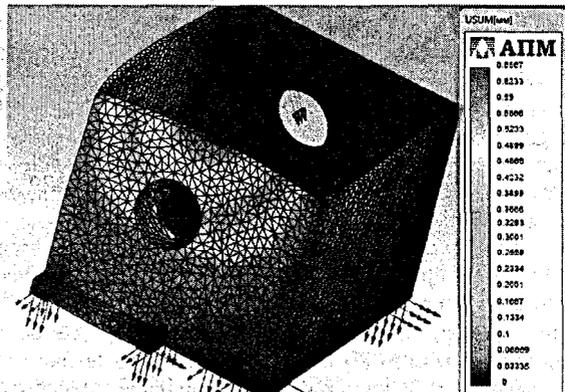
В нашем случае для моделирования смещения оси корпуса шпиндельной бабки в графической программе Компас 3D была построена упрощённая математическая модель корпуса шпиндельной бабки токарного станка 16К20 (отверстия под промежуточные валы, радиусы скруглений в сопряжениях стенок и т.п. не учитываются). Корпус закреплён по всей своей опорной поверхности при помощи 6 платиков. В приложении APM FEM модель нагружается составляющими сил, действующих со стороны шпинделя, R_x , R_y , R_z в соответствии осей координат. Наибольшее влияние на смещение оси шпиндельной бабки оказывает тангенциальная составляющая R_z , которая составляет 5452 Н (передняя опора шпинделя) и 556 Н (задняя опора шпинделя). На модель накладывается конечно-элементная сетка (шаг = 25; $K_C = 1,0$; $K_P = 1,0$) (рис. 1, а), так как расчёт производится методом конечных элементов. Производится силовой расчёт: материал модели СЧ15 ГОСТ 1412-85; коэффициент Пуассона 0,27; плотность 7000 кг/м³; модуль сдвига 42000 МПа; предел прочности по сжатию 700 МПа; модуль упругости 80000 МПа. Приложение APM FEM составляет уравнения, которые устанавливают взаимосвязь между перемещениями и нагрузками (силы, действующие со стороны шпинделя). По расчётным данным строятся эпюры перемещений корпуса шпиндельной бабки по осям X, Y, Z и эпюра результирующего перемещения опорных поверхностей, показанная на рис. 1, б.

Также была построена модель корпуса шпиндельной бабки с нагрузками противоположного знака. Аналогично строится конечно-элементная сетка и определяются перемещения оси передней и задней опоры шпинделя (рисунок 2).

a)



б)



а) конечно-элементная сетка; б) эпюра результирующего перемещения
 Рисунок 1 – Математическая модель корпуса шпиндельной бабки (вариант 1)

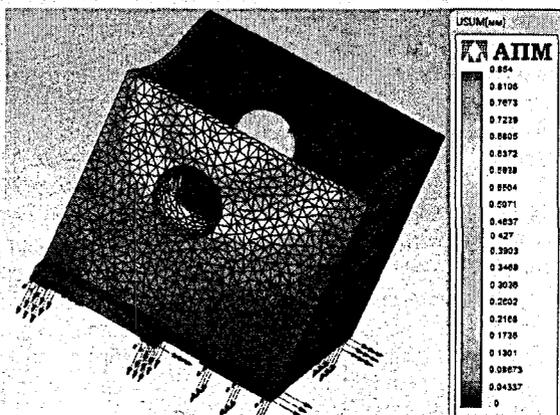


Рисунок 2 – Эпюра результирующего перемещения (вариант 2)

По полученным эпюрам можно определить смещение оси передней опоры шпинделя, которое составляет для первого варианта 0,06669 мм; для второго – 0,08673 мм. Смещением оси задней опоры шпинделя можно пренебречь.

Получив данные по перемещению оси передней опоры шпинделя, можно найти её общее перемещение с учётом изгиба шпинделя под нагрузками по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{a} \pm \Delta y,$$

где $\frac{\Delta}{a} = tg\alpha = \alpha$ – угловое перемещение (составляет 0,0006рад) [2];

Δ – перемещение переднего конца; a – вылет переднего конца.

Тогда общее перемещение корпуса шпиндельной бабки с первым вариантом нагружения составляет 0,0629 мм; со вторым вариантом нагружения – 0,0873 мм.

По результатам проведённых вычислений предпочтительнее применять первый вариант нагружения корпуса шпиндельной бабки, перемещение оси передней опорной поверхности шпинделя которого составляет 0,0629 мм.

Полученные в процессе моделирования теоретические исследования позволяют по значениям реакций в опорах шпинделя и эпюрам результирующего перемещения спрогнозировать смещение в радиальном направлении оси корпуса шпиндельной бабки и установленного в ней шпинделя; внести изменения в конструкцию шпиндельной бабки. Прогнозирование смещения оси шпиндельного узла позволяет внести коррекцию в систему управления для достижения требуемой точности обработки.

Список цитированных источников

1. Кочергин, А.И. Конструирование и расчёт металлорежущих станков и станочных комплексов. – Минск: Высшая школа, 1991. – 384 с.
2. Костючик, Ю.И. Моделирование смещения шпинделя токарного станка под воздействием силовых факторов: сборник конкурсных работ студентов и магистрантов. – Брест: БрГТУ, 2012. – Ч.1. – С. 106-109.

УДК 621.833.1

Леванович А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Драган А.В.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС МНГОВАЛЬНЫХ ПРИВОДОВ ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ СИГНАЛАМ

На современном этапе развития технологии производства отечественный и зарубежный опыт показывает, что одним из важнейших средств повышения качества, надёжности и экономической эффективности использования механического оборудования является применение технического обслуживания по мере необходимости, также называемого «прогнозируемым обслуживанием». Оно основано на том, что потенциальная поломка машины предсказывается на основе регулярного мониторинга состояния и технического обслуживания осуществляется в оптимальные сроки. Это имеет очевидные преимущества по сравнению с такими традиционными методами как «работа до поломки» или профилактическим обслуживанием, но требует надёжных методов контроля состояния, которые не только способны определить текущее состояние, но и дать разумные прогнозы оставшегося срока полезного использования. Данный метод применяется с некоторым успехом в течение 30-40 лет, и ещё в 1978 году было подсчитано, что расходы на техническое обслуживание в британской промышленности могут быть снижены примерно на 65% при надлежащем внедрении данного подхода [1]. Современные методы диагностики состояния основаны на способности контролировать текущее состояние и про-