

2. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов [и др.] – М.: Наука, 2004. – 535 с.

УДК 621.9.06 (084.42)

Хэ Цзинь

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАЛЬНОЙ ПОДАТЛИВОСТИ

Основные требования к шпиндельным узлам (ШУ) как основным элементам металлообрабатывающих станков по долговечности, быстроходности и точности растут. Достижение высоких показателей качества зависит от многих факторов, в том числе и от возможностей проектировщика использовать результаты компьютерного моделирования.

При расчетных исследованиях статических и динамических характеристик шпиндельного узла применяемый метод решения поставленной задачи должен учитывать степень сложности решения; гибкость метода, т.е. возможность быстрого перехода от конструкции одного объекта к другому; трудоемкость подготовительных работ и решения; сложность и стоимость устройств, необходимых для реализации данного метода.

На практике можно рекомендовать к использованию метод начальных параметров, который дает определенные преимущества по сравнению с методом конечных элементов, которые заключаются в следующем. В расчете участвуют непосредственные характеристики, такие как жесткости, демпфирование, которые могут определяться экспериментально или задаваться из справочников. Причем параметры этих элементов могут задаваться в виде их собственных характеристик. При большом количестве элементов не требуется решения большой системы уравнений, которая в случае экспериментально полученных данных может оказаться недостаточно точно ограниченной. В зависимости от степени детализации рассматриваемой модели (количества разбиваемых элементов) метод начальных параметров можно отнести как к приближенным, так и к точным методам расчета [1].

Можно моделировать ШУ станков на различных опорах (качения, гидростатических, гидродинамических и др.) при наличии параметров, характеризующих их жесткостные и демпфирующие свойства. Порядок формирования геометрической модели рассмотрен на примере консольно-фрезерного станка модели 6Т80Ш и на рисунке 1 представлена блок-схема расчета.

Проверка правильности расчетов проводилась на простых моделях шпиндельного узла, представленного в виде гладкого полого двухопорного вала, для которого имелись экспериментальные и справочные данные характеристик большинства подшипников, используемых в ШУ.

Расчет статической деформации вала (податливости конца шпинделя u_2) производился по формуле (см. рис. 1) [2], где E – модуль упругости материала вала; l – расстояние между опорами; a – длина консольной части; J_1 и J_2 – осевые моменты инерции сечения вала соответственно на консольной части и между опорами; C_1 и C_2 – соответственно податливость передней и задней опор вала; ζ_3 – коэффициент, учиты-

вающий защемляющий эффект при нескольких рядах тел качения (в расчетах значение ζ_3 принималось в зависимости от схемы используемых подшипниковых опор [3]).

Моделирование ШУ проводилось для разгруженной от приводной силы расчетной схемы и двух вариантов исполнения передних шпиндельных опор:

1 – двухрядного роликового серии 3182100К, шарикового упорно-радиального двухрядного подшипника с углом контакта 60° серии 178800 (в задней опоре два радиально-упорных шариковых серии 46100У по схеме «О»); 2 – роликовый двухрядный конический подшипник с буртом на наружном конце серии 697000П (в задней опоре роликовый однорядный конический подшипник с широким наружным кольцом типа 17000). Для обоих случаев внешняя радиальная нагрузка составляла $P=3\text{Кн}$. Соответственно: $E=(2 \times 10^9)\text{МПа}$; диаметр шейки передней опоры шпинделя $d_1 = 70\text{мм}$ (диаметр отверстия $d_0=40\text{мм}$); диаметр шейки задней опоры шпинделя $d_2 = 40\text{мм}$ ($d_0=20\text{мм}$).

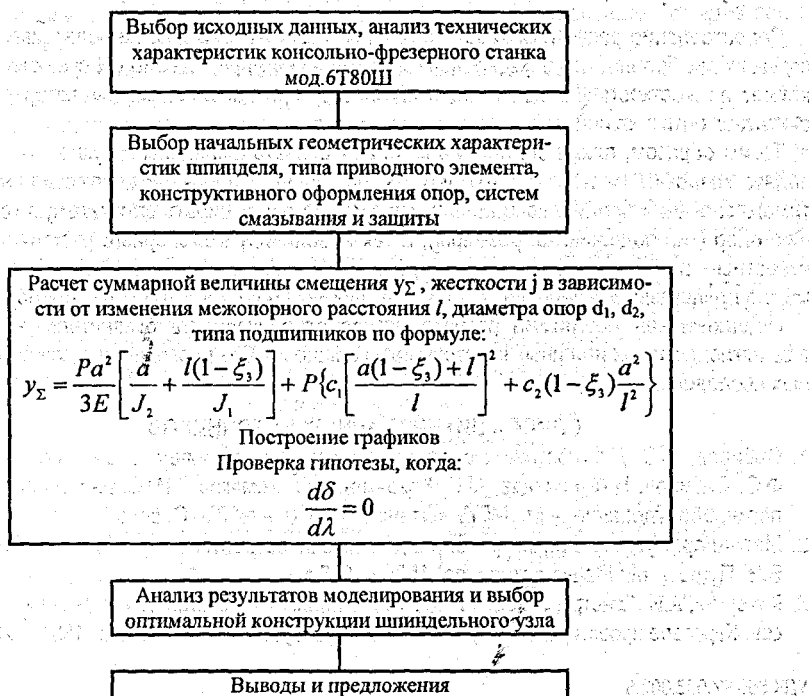


Рисунок 1 – Блок-схема выбора конструкции шпиндельного узла

Результаты расчетов суммарной величины податливости y_Σ при изменении межопорного расстояния l (условие $l \geq 2,5a$ [3]) по разработанной программе представлены на рисунке 2.

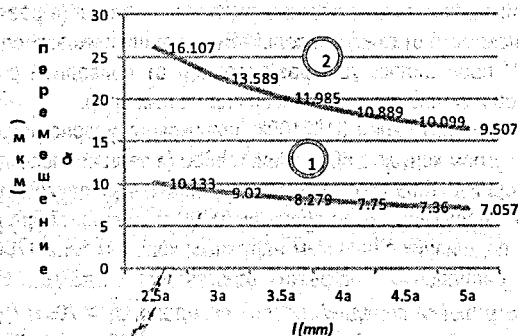


Рисунок 2 – Результаты расчета статической деформации ШУ как двухопорной балки

Сопоставление расчетных характеристик показывает на меньшую податливость конструкции, выбранной по первому варианту. Величина принимаемого l существенно не влияет на жесткость ШУ из-за принятой конструкции передней опоры, которая может считаться оптимальной.

Таким образом, применяя данную методику расчета шпиндельных узлов, можно выявлять «слабые» места в конструкции ШУ, по заданной величине жесткости или допустимого значения прогиба конца шпинделя (y_{Σ}) можно выбирать оптимальную конструкцию опор (тип подшипника, размеры), а также величину межопорного расстояния l . По известным значениям нагрузок (силы резания и силы от приводного элемента) так же можно предсказывать величину биения инструмента и достигаемую точность обработки.

Предложенная программа расчета позволяет производить сравнительную оценку эффективности тех или иных конструктивных решений без проведения экспериментальных исследований.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сабиров, Ф.С. Диагностика, моделирование и расчет шпиндельных узлов станков / Ф.С. Сабиров, Н.А. Кочинев, М.П. Козочкин, В.С. Хомяков // ИТО: инструмент, технология, оборудование. – М.: МГТУ «Станкин», 2010. – № 3. – С. 54–55.
2. Металлорежущие станки: учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 576 с.
3. Кочергин, А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1991. – 282 с.

УДК 666.97.033.002.5

Чирук В.А., Омелянюк О.В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Есавкин В.И.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С КАНАЛАМИ

Устройство относится к области строительного машиностроения, в частности, к оборудованию для изготовления бетонных изделий с каналами.

Известно устройство для изготовления бетонных изделий с каналами, содержащее самоходную каретку с закрепленными на ней посредством пластинчатых держателей –