

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДАТЛИВОСТИ ШПИНДЕЛЯ ПЯТИКООРДИНАТНОГО СТАНКА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ

Никулин П. А., Сикора Е. А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
Niko91@tpu.ru

Аннотация. В докладе представлены результаты анализа динамической податливости станка с параллельной кинематикой с помощью АЧХ и ФЧХ. В станке во время обработки детали на ряду со статическими нагрузками могут возникать динамические (инерционные силы, силы резания и т.д.), влияние которых на состояние станка может быть существенным. Эти факторы могут приводить к недостаточной виброустойчивости. Появляются автоколебания станка. Динамическая податливость в этом случае представляет существенный интерес для станков с параллельной кинематикой.

Метод и инструменты снятия данных. Для анализа динамической податливости, на шпиндель станка была приложена центробежная сила при помощи вращающейся оправки, со смещенным центром масс. Значение динамической податливости станка определяется как отношение амплитуды вынужденных колебаний шпинделя к амплитуде вынужденной силы (центробежной), воздействующей на шпиндель от его вращения. Для исследования диапазон частоты вращения шпинделя был взят от 40 до 1500 об/мин с шагом 20 об/мин.

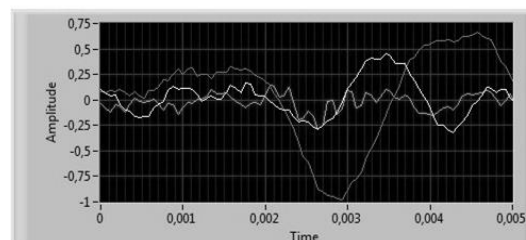
Значение амплитуды вынужденных колебаний находятся с помощью построения графика амплитудно-частотной характеристики станка. Амплитудно-частотной характеристики упругой системы называется зависимость амплитуды вынужденных колебаний упругой системы станка от частоты. [6]



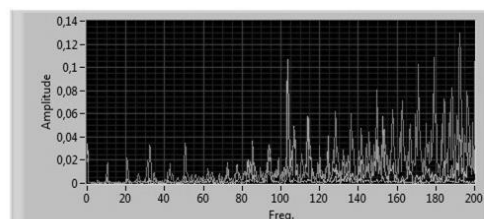
Рисунок 2 - Систему сбора данных «National Instrument cDAQ-9174» и подключаемого к нему модуля аналогового ввода для интеллектуального подключения пьезоэлектрических датчиков «National Instrument 9234»

Опыт проводится, используя систему сбора данных «National Instrument cDAQ-9174» и подключаемого к нему модуля аналогового ввода для интеллектуального подключения пьезоэлектрических датчиков «National Instrument

9234» (рис. 2). Написанная программа в среде графического проектирования LabVIEW, с помощью трехкоординатного датчика, который снимает показания вибрации шпинделя станка (рис. 3,а). Сигнал с датчика, в данной программе с помощью преобразований Фурье переводится в спектр сигнала (рис. 3,б). Так же выводится на экран значение амплитуды (виброперемещение и виброускорение) колебания на собственной частоте, частота и частота вращения шпинделя, измеряемая фотоотметчиком (рис 3, в).



а)



б)

Виброускорение, м/с ²	Частота, об/мин
0,0115751	614,934
Виброперемещение, мкм	Частота, Гц
3,32161	10,7296
Кол-во средних	Достоверность, %
5	68,4557

в)

Рисунок 3 - Значение и графики, выводимые на экран монитора; а) график сигнала получаемый с датчиков; б) спектр сигнала; в) значения амплитуд, на оборотных частотах выводимые с графика спектра

Анализ данных. По данным амплитуды и фазы полученным в ходе опыта были построены графики АЧХ и ФЧХ (рис. 4. и рис. 5).

Амплитудно-частотная характеристика показывает, что максимальная амплитуда колебаний возникает на 840 об/мин (14 Гц) по оси Y и 1040 об/мин (17,3 Гц) по оси X.

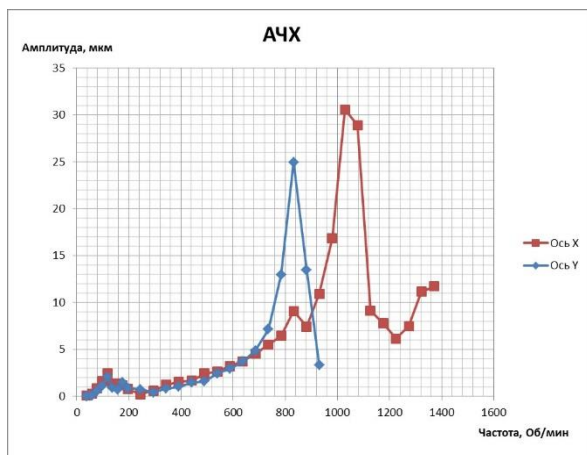


Рисунок 4 - График амплитудно-частотной характеристики

График фазово-частотной характеристики имеет зону до 400 об/мин которая не несет, из-за недостаточной массы смещенного груза, какой-либо информации, но можно просмотреть присутствие изменение фазы на 180° на малых частотах, что дает возможность предположить, что на малых частотах присутствует собственная частота. Так же отчетливо видно переход на частотах примерных, что и на графике АЧХ.

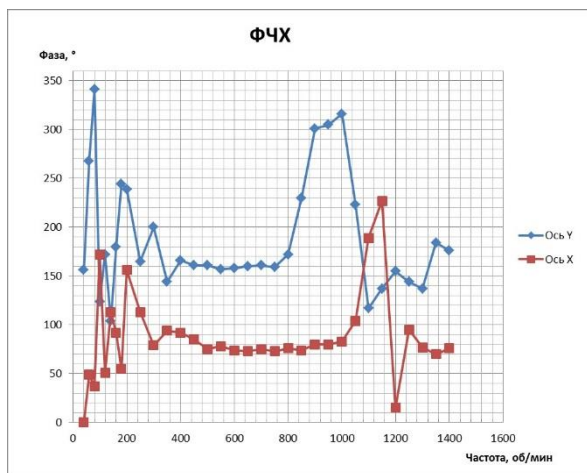


Рисунок 5 - График фазово-частотной характеристики

Динамическая податливость станка определяется как отношение величины амплитуды виброперемещения к силе действующую на шпиндель станка. Подставив полученные значения амплитуды виброперемещения и центробежной силы в формулу $W = \frac{S_{\text{виб}}}{F} \left[\frac{\text{мкм}}{\text{Н}} \right]$. Построили график зависимости динамической податливости от частоты колебаний (рис. 6).

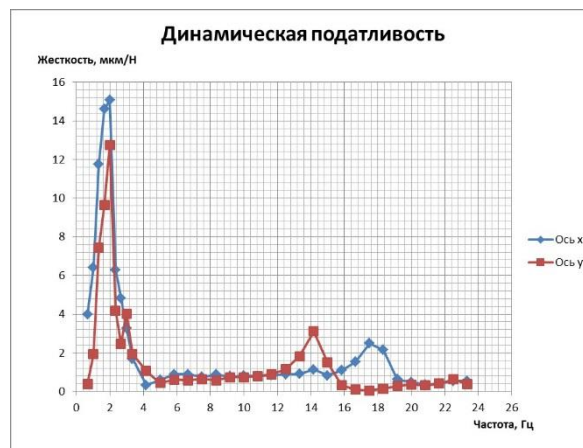


Рисунок 6 - График зависимости динамической жесткости от частоты

По графику видно, что первая собственная частота станка равна 2 Гц (120 об/мин). Также из графика видно, что явление резонанса в меньшей степени проявляются на частотах 14 Гц и 17,5 Гц (840 и 1030 об/мин). Максимальное значение динамической податливости станка, на собственной частоте, равна 15 мкм/Н по оси X и 13 мкм/Н по оси Y.

Литература

1. Вайнштейн И.В., Серков Н.А., Сироткин Р.О.: Экспериментальное исследование статической жёсткости 5-ти координатного фрезерного станка с параллельной кинематикой. //Проблемы машиностроения и надежности машин, 2007 г., № 5,
2. Donald E. Bently with Charles T. Hatch, edited by Bob Grissom. "Fundamentals of rotating Machinery Diagnostics". Bently Pressurized Bearing Press, 2002, pp.726.
3. Карасев В. А., Ройтман А.Б. Доводка эксплуатируемых машин. Вибродиагностические методы. М., Машиностроение, 1986 г.
4. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981—Т. 5. Измерения и испытания. — Под ред. М. Д. Генкина. 1981. 496 с, ил.
5. Рунов Б.Т. Исследование и устранение вибрации паровых турбоагрегатов. М. Энергоатомиздат 1982 г.
6. Балицкий Ф.Я. Соколова, А.Г.: Диагностическая информативность полных спектров и орбит при анализе сигналов относительных вибросмещений вала в опорах скольжения. // Вестник научно-технического развития, 2010 г. №2(30).