

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ФРИКЦИОННОГО НАМОТОЧНОГО МЕХАНИЗМА РЫЧАЖНОГО ТИПА

EXPERIMENTAL RESEARCH OF VIBRATIONS OF A FRICTION WINDING MECHANISM OF A LEVER TYPE

Д.С. МАЛЕЕВ, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, С.Г. СТЕПАНОВ
D.S. MALEEV, G.I. CHISTOBORODOV, S.G. STEPANOV

(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет)
(Ivanovo State Textile Academy;
Ivanovo State University of Civil Engineering and Architecture)
E-mail: ttp@igta.ru

В статье проведены экспериментальные исследования динамики намоточного механизма, основными задачами которых являлось определение амплитуд и характера колебаний шпинделя, подтверждение наличия бигармонических колебательных режимов, обусловленных наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний.

Experimental research of dynamics of a winding mechanism are presented in the article, basic objectives of such research are definition of amplitudes and character of spindle vibrations, acknowledging of bigarmonious vibration modes conditioned by imposing of compelled vibration and friction autovibrations.

Ключевые слова: колебания фрикционного намоточного механизма рычажного типа, бигармонические колебательные режимы, вынужденные колебания, фрикционные колебания, автоколебательный механизм.

Keywords: vibrations of a friction and winding mechanism of a lever type, bigarmonious vibration modes, friction vibrations, an autovibration mechanism.

С целью проверки достоверности результатов теоретического исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа, полученных в работе [1], нами был проведен комплекс экспериментальных исследований. Эти исследования проводились с использованием современной аппаратуры, обеспечивающей высокую точность измерения исследуемых параметров.

Основными задачами экспериментального исследования динамики намоточного механизма являлось определение амплитуд и характера колебаний шпинделя, подтверждение наличия бигармонических колебательных режимов, обусловленных наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний.



Рис. 1

Экспериментальные исследования колебаний проводились на лабораторном стенде, представляющем собой фрикционный намоточный механизм рычажного типа с невращающимся шпинделем, общий вид которого вместе с комплектом виброизмерительной аппаратуры представлен на рис. 1.

Вращающимися частями такого намоточного механизма являются массивная оправка с зафиксированным на ней телом намотки, которая через опоры качения крепится на невращающемся шпинделе. Закрепленная на шпинделе массивная оправка с телом намотки имеет значительно большую изгибную жесткость и массу, чем шпиндель, поэтому ее можно принять за абсолютно жесткое тело, имеющее массу, а шпиндель считать гибким и невесомым. Колебания такого намоточного механизма будут описываться такой же, как и в [2], математической моделью (различие будет состоять лишь в коэффициентах при деформациях), а следовательно, результаты теоретического исследования нелинейных колебаний [1] могут быть распространены и на данный намоточный механизм.

Ускорение конца шпинделя намоточного устройства замерялось с помощью акселерометра 4370 фирмы Брюль и Къер (Дания), являющегося высокоточным пьезоэлектрическим вибродатчиком, электричес-

кий сигнал на выходе которого пропорционален ускорению воздействующих на него механических колебаний. Акселерометр жестко крепился на конце шпинделя намоточного механизма с помощью приспособления (рис. 2).

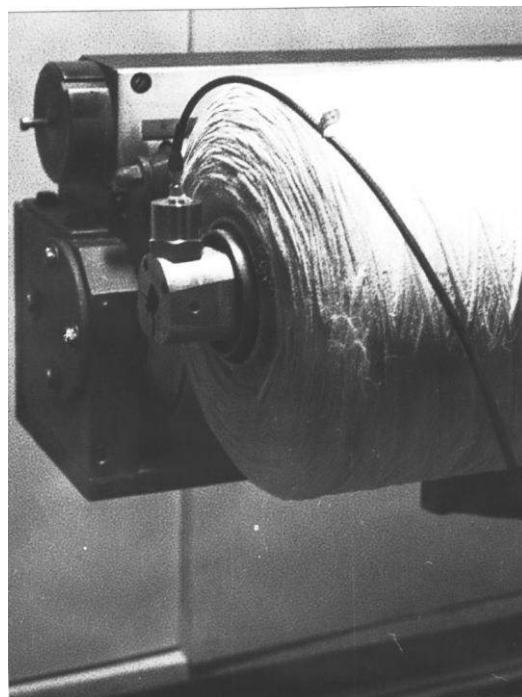


Рис. 2

На рис. 3 показана блок-схема измерительного тракта виброперемещений конца шпинделя.

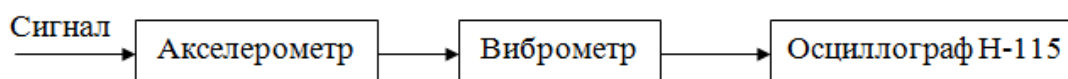


Рис. 3

Непосредственно перед проведением эксперимента проводилась калибровка виброизмерительного тракта с помощью портативного калибратора акселерометров 4291 фирмы Брюль и Къер, который представляет собой опорный источник механических колебаний, предназначенный для точной поверки и градуировки виброизмерительной аппаратуры и акселерометров на месте их эксплуатации.

Сигнал от акселерометра поступал в

виброметр 2511 фирмы Брюль и Къер. Для определения скорости и смещения механических колебаний на основе пропорционального ускорению электрического сигнала от акселерометра в виброметре предусмотрены электронные интеграторы, осуществляющие одно- и двукратное интегрирование. После двукратного интегрирования получаемый электрический сигнал, пропорциональный перемещению шпинделя, поступал на осциллограф

Н-115, где и регистрировался на фотобумагу.

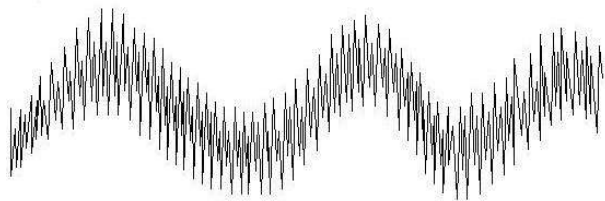


Рис. 4

На рис. 4 приведена осциллограмма колебаний шпинделя в вертикальной плоскости при стационарном режиме работы намоточного устройства при скорости вращения ротора 230 рад/с.

Анализ осциллограммы показал, что кроме высокочастотных составляющих вибрации шпинделя имеет место низкочастотная составляющая (около 3 Гц) с большой амплитудой. Основной причиной появления этой составляющей, по нашему мнению, является вибрация станины.

Если не учитывать низкочастотную составляющую, то анализ колебаний шпинделя фрикционного намоточного механизма (рис. 4) указывает на наличие бигармонического колебательного режима, обусловленного наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний, то есть подтвердился вывод, сделанный в [1], о том, что фрикционные намоточные механизмы в отличие от роторных систем других видов относятся к механическим системам, в которых могут реализовываться смешанные колебания согласно классификации [3] класса ВА – взаимодействие вынужденных колебаний, обусловленных наличием статической, динамической неуравновешенностей ротора и кинематического возбуждения, вызванного погрешностью формы тела намотки, и автоколебаний, возникающих из-за наличия автоколебательного механизма, связанного с фрикционным взаимодействием тела на-

мотки и фрикционного цилиндра.

ВЫВОДЫ

1. Результаты экспериментального исследования колебаний фрикционного намоточного механизма рычажного типа подтвердили при определенной частоте вращения ротора существование бигармонических колебательных режимов, обусловленных наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний, возникающих из-за наличия автоколебательного механизма, связанного с фрикционным взаимодействием тела намотки и фрикционного цилиндра.

2. Взаимодействие вынужденных колебаний и автоколебаний качественно и количественно изменяет характер вибрации фрикционных намоточных механизмов, что следует учитывать при проектировании и динамическом расчете новых намоточных устройств подобного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистобородов Г.И., Малеев Д.С., Степанов С.Г. Упрощенная математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа и ее анализ методами качественной теории дифференциальных уравнений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, 6№. С.134...142.
2. Степанов С.Г., Малеев Д.С., Чистобородов Г.И. Математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 140...146.
3. Алифов А.А., Фролов К.В. Взаимодействие нелинейных колебательных систем с источниками энергии. – М.: Наука 1985.

Рекомендована кафедрой инженерной графики ИГТА. Поступила 03.10.12.