DOI: 10.17117/na.2016.11.02.135

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.135.pdf>

Поступила (Received): 24.11.2016

Киво А.М., Шмат Р.А., Некрасов А.С.
Определение упруго-диссипативных свойств
механических передач двухкоординатной физической
модели системы перемещения объектов, возникающих
вследствие раскачивания груза на канатном подвесе

Kivo A.M., Shmat R.A., Nekrasov A.S.
Definition of resilient and dissipative properties of mechanical
transfers of a two-coordinate physical analog of system of
movement of the objects arising owing to rocking of freight on a
rope suspension

В статье рассмотрены два эксперимента, целью которых являлось определение упруго-диссипативных свойств двухкоординатной физической модели системы перемещения объектов, предназначенной для различных программ подготовки космонавтов

Ключевые слова: механическая передача, электропривод, физическое моделирование, подготовка космонавтов

In article two experiments which purpose was definition of resilient and dissipative properties of a two-coordinate physical analog of the system of movement of objects intended for various programs of training of astronauts are considered

Key words: mechanical transfer, electric drive, physical model operation, training of astronauts

Киво Александр Михайлович

Кандидат технических наук, доцент
 Южно-Российский государственный
 политехнический университет им. М.И. Платова
 г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Kivo Aleksandr Mihajlovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
 South-Russian state polytechnic university named
 M.I. Platov
 Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Шмат Руслан Александрович

Студент
 Южно-Российский государственный
 политехнический университет им. М.И. Платова
 г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Shmat Ruslan Aleksandrovich

Student
 South-Russian state polytechnic university named
 M.I. Platov
 Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Некрасов Александр Сергеевич

Студент
 Южно-Российский государственный
 политехнический университет им. М.И. Платова
 г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Nekrasov Aleksandr Sergeevich

Student
 South-Russian state polytechnic university named
 M.I. Platov
 Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Математическое моделирование является одним из способов исследования системы перемещения объектов (СПО) тренажерных комплексов для

реализации различных программ подготовки космонавтов. Важным этапом составления математического описания является этап идентификации сложно определяемых расчетных параметров математической модели. Для СПО тренажерных комплексов сложность для расчетов представляют параметры упруго-диссипативных свойств механической части, которые заключаются в определении значений коэффициентов жёсткости и внутреннего трения в упругом элементе, частот упругих и собственных колебаний. Параметры упруго-диссипативных свойств механической части системы целесообразно определять по осциллограмме колебаний усилия (рисунок 1) в канатной передаче при подаче возмущающего воздействия [1].

Рис. 1. Типовая осциллограмма колебаний усилия в упругой передаче при ступенчатом внешнем возмущающем воздействии

Осциллограмма колебаний усилия в упругой передаче при ступенчатом внешнем возмущающем воздействии позволяет определить следующие параметры упруго-диссипативных свойств, необходимые для математического описания:

1) частоту упругих колебаний ω_y

$$\omega_y = \frac{2 \cdot \pi}{T_y},$$

где T_y – период упругих колебаний, с;

2) Логарифмический декремент затухания упругих колебаний λ_y

$$\lambda_y = \ln \frac{F_1}{F_2},$$

где F_1, F_2 – амплитуды двух соседних колебаний усилия в упругой передаче;

3) жёсткость упругой передачи c_y

– для двухмассовой системы

$$c_y = \frac{\lambda_y^2 + 4 \cdot \pi^2}{T_y^2} \cdot \frac{J_1 \cdot J_2}{J_1 + J_2},$$

где J_1, J_2 – момент инерции первой и второй масс, приведенные к валу ЭД;

4) коэффициент внутреннего вязкого трения упругой передачи b_y

$$b_y = \frac{2 \cdot T_y \cdot \lambda_y}{\lambda_y^2 + 4 \cdot \pi^2} \cdot c_y.$$

5) частоту собственных колебаний ω_0

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\lambda_y^2 + 4 \cdot \pi^2}{T_y^2}}.$$

Для идентификации упруго-диссипативных свойств двухкоординатной физической модели СПО, возникающих вследствие раскачивания груза на канатном подвесе, выполнены два эксперимента. Эксперименты отличаются наличием ременной передачи (с учетом влияния электропривода с ременной передачей) в системе горизонтальных перемещений (СГП) – эксперимент №1 (рисунок 2а) и отсутствием ременной передачи (без учета влияния электропривода с ременной передачей) в СГП – эксперимент №2 (рисунок 2б).

СГП реализована с помощью тележки (Т) с ременной передачей, приводимой в движение электромеханическим модулем (ЭММ). Система вертикальных перемещений (СВП) реализована с помощью канатной передачи с полиспастом и ЭММ. Угол отклонения канатного подвеса от вертикали, возникающий при приложении внешнего импульсного воздействия к грузу (Г), измеряется с помощью датчика (ВС).

Рис. 2. Кинематическая схема двухкоординатной физической модели СПО при наличии а) и отсутствии б) ременной передачи в СГП

Рис. 3. Осциллограммы колебаний угла отклонения канатного подвеса: а) с ременной передачей; б) без ременной передачи

Эксперименты проводились при следующих механических параметрах системы: длина канатного подвеса на участке с полиспастом $l_k = 2$ м; масса груза $m_0 = 100$ кг. В ходе двух экспериментов к грузу было приложено одинаковое по величине боковое импульсное усилие.

В ходе экспериментов при помощи датчика отклонения получены осциллограммы колебаний угла отклонения канатного подвеса, представленные на рисунке 3.

Из рисунка 3 определены параметры упругого взаимодействия элементов механических передач физической модели СПО, сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Параметры, определяющие упруго-диссипативные свойства механических передач двухкоординатной физической модели

Параметр	T_y , с	ω_y , рад/с	λ_y	c_y , Н·м/рад	b_y , Н·м·с/рад	ω_0 , рад/с	T_d , с
Эксп.№1	2,986	2,10	0,019	0,004761	0,000014	2,1	0,002881
Эксп.№2	3,318	1,81	0,303	0,000743	0,000038	1,9	0,05077

Как видно из рисунков 3а и 3б колебания угла отклонения подвеса затухают быстрее при отсутствии ременной передачи. Такая особенность может быть обусловлена тем, что при наличии ременной передачи, кроме суммарного момента инерции привода тележки, увеличивается силы трения в механизме перемещения тележки, поэтому качания груза на канатном подвесе становятся аналогичны качаниям в одномассовой системе.

Для проведения дальнейших исследований целесообразно параметры, определяющие упруго-диссипативные свойства механических передач, привести на 1 м длины упругого элемента.

Список используемых источников:

1. Пятибратов Г.Я., Барыльник Д.В. Моделирование электромеханических систем. Новочеркасск: ЮРГПУ, 2013. 103 с.

© 2016, Киво А.М., Шмат Р.А., Некрасов А.С.
Определение упруго-диссипативных свойств механических передач двухкоординатной физической модели системы перемещения объектов, возникающих вследствие раскачивания груза на канатном подвесе

© 2016, Kivo A.M., Shmat R.A., Nekrasov A.S.
Definition of resilient and dissipative properties of mechanical transfers of a two-coordinate physical analog of system of movement of the objects arising owing to rocking of freight on a rope suspension