

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ТРОСА БАШЕННОГО КРАНА С НЕНАГРУЖЕННЫМ ПОДВЕСОМ

Для обеспечения снижения энергозатрат и повышения безопасности работы при работе башенных кранов необходима высокая точность позиционирования (без раскачиваний) подвеса. Для разработки алгоритма системы управления подавления колебаний необходимо произвести анализ движения троса.

Подвижная часть подъемного крана представляет собой двухмассовую систему маятникового типа, состоящую из тележки и гибкого подвеса рабочего крана с грузом. В данной системе делают следующие допущения: трос является невесомым, моментами инерции, кроме инерции груза можно пренебречь. Приведенная система является универсальной для случая, когда кран нагружен. В случае когда кран пустой на трос не будет действовать сила тяжести груза и при остановке, будут возникать собственные колебания троса (Рис.1).

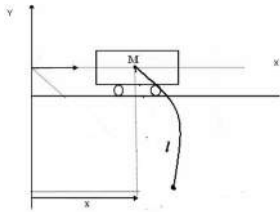


Рис. 1 – Возникновение собственных колебаний нагруженном подъемном кране

Такую систему можно описать в виде механической системы с сосредоточенными параметрами. Длина троса разбивается на две части в месте наибольшего изгиба. Полагается, что система будет идентична, системе с двумя грузами и невесомым, нерастяжимым тросом связывающим их (Рис.2).

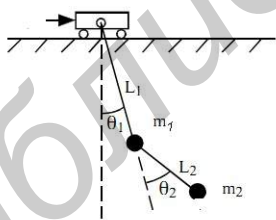


Рис. 2 – Система с двумя грузами

Так как классическое описание с помощью полинома Лагранджа является трудоёмким, для математического описания применим уравнения состояний в матричном представле

нии. Переменными состояния приняты выходы интеграторов: $x_1(t)$ -скорость перемещения тележки m_T , $x_2(t)$ -скорость перемещения груза m_1 , $x_3(t)$ -скорость груза m_1 относительно движения тележки m_T , $x_4(t)$ -скорость перемещения груза m_2 , $x_5(t)$ -скорость перемещения груза m_2 относительно груза m_1 . Входным сигналом и принят сигнал, посылаемый с ПУ. Выходными сигналами у: отклонения массы тележки m_T , массы m_1 и массы m_2 от принятых начала координат. Тогда систему можно записать в матричном виде:

$$X^T = \begin{bmatrix} -\omega_{pr} & 0 & K & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} X^T + \begin{bmatrix} \omega_{pr} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1] X + [0] u$$

Где $X = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4 \ x_5]$, ω_{pr} -частота среза привода, $\omega_1 = g/L_1$, $\omega_2 = g/L_2$ -собственные частоты, $K = \omega_1^2 - \omega_2^2 m_1/m_2$

По составленной записи создана структурная схема и промоделирована. Для создания модели использован язык технических вычислений MatLab, а также встроенная в него система динамического моделирования Simulink.

Таким образом, модель с рассредоточенными параметрами описана с помощью аналогичной системы с двумя массами. С помощью математического описания система промоделирована. Рассматриваемая система имеет сложные незатухающие колебания. Колебания резко возрастают при увеличении длин троса, и уменьшении соотношения масс m_1 к m_2 . Амплитуда колебаний мало зависит от входного сигнала.

Список литературы

1. Павлова, А. В. Математические основы теории систем / А. В. Павлова // Конспект лекций. – Минск, 2004. – 161 с.
2. Марков, А. В. Алгоритмы и системы управления приводами подъемно-транспортных механизмов / А. В. Марков, А. С. Шмарловский // Мат. междунар. науч. конф. ИТС 2012. – БГУИР Минск, 2012.

Подковырова Анна Андреевна, магистр кафедры СУ БГУИР, PadkavyrovaAA@mail.ru,
Шведова Ольга Александровна, аспирант кафедры СУ БГУИР, Shvedova_Olga@tut.by.

Научный руководитель: Хаджинов Михаил Косьянович, доцент кафедры СУ БГУИР, кандидат технических наук, kh_m@tut.by.