

# СИСТЕМА ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА

Старовойтова В. В.

Кафедра систем управления

Научный руководитель: Павлова А.В., доцент кафедры СУ, канд. техн. наук, доцент

e-mail: nika\_star\_06@mail.ru

**Аннотация** – в работе исследована модель системы регулирования электроприводов мостового крана, позволяющая существенно уменьшить колебания груза при его транспортировке. Для этого в систему управления электроприводов моста и тележки вводится корректирующий сигнал, формируемый на основании математической модели системы «точка подвеса – груз».

**Ключевые слова:** мостовой кран, демпфирование колебаний груза, математическая модель, система управления.

Мостовые краны широко используются в различных производственных процессах и являются сложными объектами управления, включающими привод движения моста и привод движения тележки.

При управлении краном не учитывается динамика перемещаемого груза, и в зависимости от режима работы возникают колебания груза довольно низкой частоты, как в плоскости движения моста, так и в плоскости движения тележки. Закон изменения отклонения груза от положения равновесия и в той, и в другой плоскости описывается дифференциальным уравнением второго порядка [1]:

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} + \frac{K_{св}}{m_T} \cdot \frac{dx_0}{dt} + \left(1 + \frac{m_T}{m_T}\right) \cdot \frac{g}{l_{п}} \cdot x_0 = a_T,$$
$$\frac{d^2 y_0}{dt^2} + \frac{K_{св}}{m_T} \cdot \frac{dy_0}{dt} + \left(1 + \frac{m_T}{m_M + m_T}\right) \cdot \frac{g}{l_{п}} \cdot y_0 = a_M,$$

где  $m_T$ ,  $m_T$ ,  $m_M$  – массы тележки, груза и моста соответственно,  $l_{п}$  – длина подвеса,  $K_{св}$  – коэффициент сопротивления воздуха,  $g$  – ускорение силы тяжести,  $x_0$ ,  $y_0$  – отклонения груза от положения равновесия в плоскостях движения тележки и моста,  $a_T$ ,  $a_M$  – ускорения двигателей тележки и моста.

При исследовании системы в пакете MATLAB модель «точка подвеса – груз» рассматривалась как колебательное звено, увеличивающее нагрузку на механическую часть привода. Аналогичное звено включается в блок формирования управляющего сигнала. Выбор его параметров позволяет в значительной степени добиться демпфирования колебаний груза. Корректирующий сигнал вычитается из сигнала выхода регулятора скорости, и разница поступает на вход системы. Таким образом, в момент пуска привод подтормаживает, а при торможении несколько разгоняется, в результате чего происходит выравнивание груза относительно положения равновесия.

При моделировании системы в пакете MATLAB взяты следующие данные для мостового крана КМ-10: скорость моста 1,2 м/с; скорость тележки 0,64 м/с; длина подвеса 3 м. Результаты моделирования представлены на рис. 1 и 2.

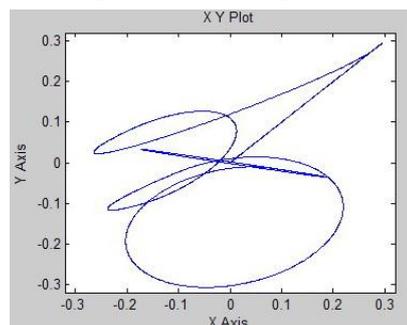


Рис. 1. Колебания груза в плоскости ху, неподвижной относительно точки подвеса, в системе без коррекции

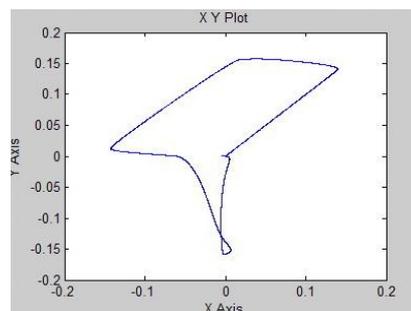


Рис. 2. Колебания груза в плоскости ху, неподвижной относительно точки подвеса, при введении в систему управления корректирующего сигнала

Получены также графики изменения угла отклонения груза от времени, исследована зависимость максимального угла отклонения от длины подвеса и отношения массы груза к массе тележки.

- [1] Сериков, С. А. Способ успокоения колебаний груза, транспортируемого мостовым краном // Приборы и системы. Управление, контроля, диагностика / С. А. Сериков, . 2006. №9.
- [2] Автоматизированная система успокоения колебаний груза с использованием модели в системе регулирования / А. В. Щедринов, С. А. Сериков, В. В. Калмыков // Автоматизация в промышленности. 2009.
- [3] Герасимьяк, Р. П. Анализ и синтез крановых электромеханических систем / Р. П. Герасимьяк, В. А. Лещев. – Одесса: СМИЛ, 2008. – 192 с.
- [4] Виноградов, А. Б. Векторное управление электро-приводами переменного тока / А. Б. Виноградов. ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2008. – 298 с.