

## ПОВЕДЕНИЕ ГРУЗОВ ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКЕ БАШЕННЫМИ КРАНАМИ

*Существуют задачи, решаемые транспортировкой груза башенным краном, при этом движение груза осуществляется по сложной траектории. Рассмотрено перемещение груза различными приводами крана.*

Перемещение груза с помощью башенного крана представляет собой сложную систему работы приводов, которая имеет три степени свободы: поворот стрелы, перемещение тележки (изменение вылета), перемещение подвеса. Перемещение груза подъемными кранами нормативно ограничено работой не более 2х приводов одновременно. Движение подвеса вызывает колебания, возникающие из-за натяжения троса и его упругих свойств, данными колебания можно пренебречь по сравнению с колебаниями при перемещении тележки и повороте стрелы крана.

На рис. 1 и 2 представлено перемещение груза тележкой и поворотом стрелы крана соответственно.

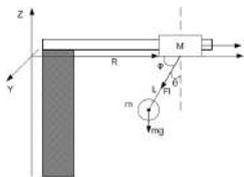


Рис. 1 – Перемещение тележки крана

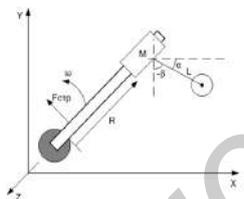


Рис. 2 – Поворот стрелы крана

На рис. 1 и 2 приведены обозначения: М - эквивалентная масса тележки, m - эквивалентная масса груза, F<sub>стр</sub> - сила, прикладываемая к стреле крана, F<sub>т</sub> - сила, прикладываемая к тележке крана, F<sub>л</sub> - сила, действующая на трос с грузом, R - величина вылета тележки, L - длина троса, ω - скорость вращения стрелы крана, g - ускорение свободного падения, α, β, θ, φ - углы отклонения груза.

В [1] рассмотрена следующая модель перемещения груза башенным краном.

$$\ddot{x} + m_t g \varphi = K_{mX} V_X,$$

*Шведова Ольга Александровна*, аспирант кафедры СУ БГУИР, Shvedova\_Olga@tut.by  
*Научный руководитель: Кузнецов Александр Петрович*, профессор кафедры СУ БГУИР, проректор по научной работе БГУИР доктор технических наук, kuznar@bsuir.by

$$\begin{aligned} L\ddot{\varphi} + g\varphi - \ddot{x} &= 0, \\ (1 + M_r x^2)\ddot{\gamma} - m_r g x \theta &= K_{m\gamma} V_\gamma, \\ L\ddot{\theta} + g\theta + x\ddot{\gamma} &= 0. \end{aligned}$$

Первая пара уравнений системы описывает поступательное движение, а последняя пара – вращательное движение. Графики, характеризующие поведение груза получены в Simulink и представлены на рис. 3 и 4. В начале движения груз находится в состоянии покоя.

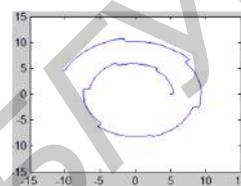


Рис. 3 – Перемещение тележки крана

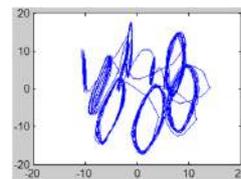


Рис. 4 – Поведение груза

Из рисунков следует, что как перемещение тележки, так и поворот башни крана приводит к раскачиванию груза, находившегося в состоянии покоя. При более длительном перемещении наложение колебаний друг на друга может приводить как к дальнейшему раскачиванию, так и к подавлению.

### Список литературы

1. Мордань, В. С. Разработка и экспериментальная проверка anti-sway алгоритмов и систем управления / В. С. Мордань // Диссертация на соискание ученой степени магистра тех. наук. – Минск, 2013. – 100 с.
2. Omar, H. M. Control of gantry and tower cranes. PhD Dissertation / H. M. Omar // Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. – 2003. – P 114.