

УДК 621.873

В.П. Свиргун, доцент, канд. техн. наук,**О.А. Свиргун, доцент канд. техн. наук***Харьковский национальный технический университет «Харьковский Политехнический Институт»
ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002**Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко
ул. Артема, 44, г. Харьков, Украина, 61002**E-mail: dm-olga2008@mail.ru***КВАЗИОПТИМАЛЬНЫЙ ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ КРАНОВОЙ ТЕЛЕЖКОЙ**

Работа посвящена улучшению качества управления краном с микропроцессорной системой. Предлагается устранить колебания груза при разгоне тележки с помощью однозначного и простого закона торможения с гашением колебаний груза в заданной точке.

Ключевые слова: кран, управление, гашение колебаний груза, микроконтроллер.

Введение

Основной проблемой при автоматизации кранов с помощью микропроцессорной техники является наличие гибкого подвеса груза. Интенсификация перегрузочного процесса неизбежно приводит к возникновению раскачки груза, что не позволяет точно доставлять груз в заданную точку, которая имеет жесткие ограничения (трюм судна, вагон, бункер).

Традиционные способы решения этой задачи, такие как использование пространственных подвесов или растягивание во времени длительности разгона и торможения не эффективны при больших длинах подвеса или удлиняют длительность перегрузочного цикла.

Авторы много лет работают над этой проблемой для получения оптимальных по быстродействию законов управления крановыми механизмами с целью достичь максимальной производительности перегрузочных работ [1, 2] путем устранения колебаний груза в конце движения и точным позиционированием. Использование микропроцессорной техники для реализации полученных законов управления позволит использовать автоматический режим.

Однако описанный подход имеет технический недостаток – для каждой комбинации масс, длины подвеса, пройденного пути требуется сложный расчет специального закона управления точкой подвеса.

В данной статье предлагается получить близкий к оптимальному (квазиоптимальный) закон управления, который не менялся хотя бы при изменении расстояния, на которое перемещается груз. Предлагается устранить колебания груза при разгоне тележки, чтобы перед началом торможения иметь достоверную фазовую картину «тележка – груз». Следовательно, для различных перемещений груза будет один способ устранения раскачки груза.

Цель исследования – достижение минимального времени перегрузочного цикла без использования частых переключений управления.

Результаты исследования

Предлагается получить близкий к оптимальному закон управления (квазиоптимальный) гораздо более простой, как при расчете, так и при реализации. Для этого устраним колебания груза при разгоне. В результате получим перед торможением однозначную фазовую картину, так как груз во время установившегося движения не колеблется. Следовательно, и процесс устранения колебаний при торможении будет типовым.

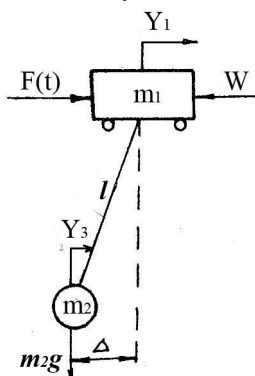


Рисунок 1 – Схема двухмассовой модели крана

Расчетная схема и методология для заявленной постановки задачи не меняется.

Рассматривается двухмассовая модель крана (рисунок 1), состоящая из тележки массой m_1 и груза массой m_2 , подвешенного на канате длиной l . На тележку действует движущее усилие $F(t)$ и усилие статического сопротивления W .

Принято: Y_1 – перемещение тележки; Y_2 – скорость тележки, Y_3 – перемещение груза; Y_4 – скорость груза. Период колебаний

$$\lambda = \sqrt{\left(\frac{m_2}{m_1} + 1\right) \frac{g}{l}}.$$

Процесс движения удобно рассматривать на фазовой плоскости (ξ_1, ξ_2) , где $\xi_1 = (Y_3 - Y_1)\lambda$; $\xi_2 = (Y_4 - Y_2)$. Все траектории

разгона – концентрические окружности с центром $\left(-\frac{F}{m_1\lambda}, 0\right)$, а

торможения – с центром $\left(\frac{F}{m_1\lambda}, 0\right)$. Фазовая диаграмма показана на рисунке 2.

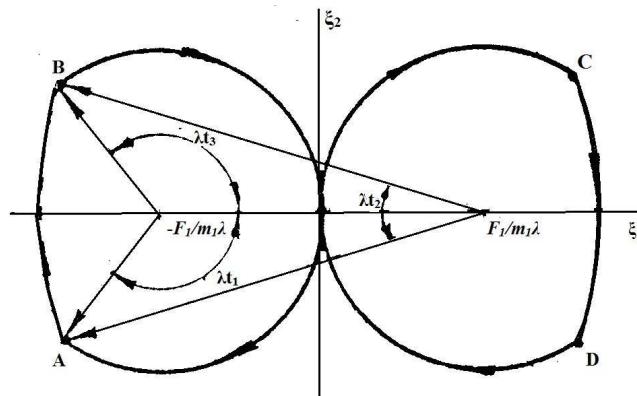


Рисунок 2 – Фазовая диаграмма при квазиоптимальном управлении

Рассмотрим разгон тележки, который будет происходить в три этапа, причем на первом и третьем временных интервалах, которые равны между собой, на тележку воздействует основная сила F_1 в направлении движения, а на втором интервале действует эта же сила, но в противоположном направлении. Чтобы компенсировать действие силы сопротивления передвижению тележки W , будем считать, что на всех трех временных интервалах действует дополнительная сила, равная по величине и противоположно направлена W . Первый временной интервал t_1 задается произвольно, но он не должен превышать полупериода собственных колебаний груза. Тогда можно записать выражение для определения длительности второго интервала t_2

$$t_2 = \frac{2}{\lambda} \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin \lambda t_1}{2 - \cos \lambda t_1} \right). \quad (1)$$

Чтобы в конце разгона скорость тележки равнялась номинальной, величина основной силы должна быть определена по следующей формуле

$$F_1 = (m_1 + m_2) \frac{V_0}{2t_1 - t_2}. \quad (2)$$

Таким образом, для получения данного управления (рисунок 3) требуются минимальные вычисления. Формулы (1) и (2) справедливы и на стадии торможения, где сила F_1 на всех интервалах имеет противоположное направление по сравнению с разгоном тележки.

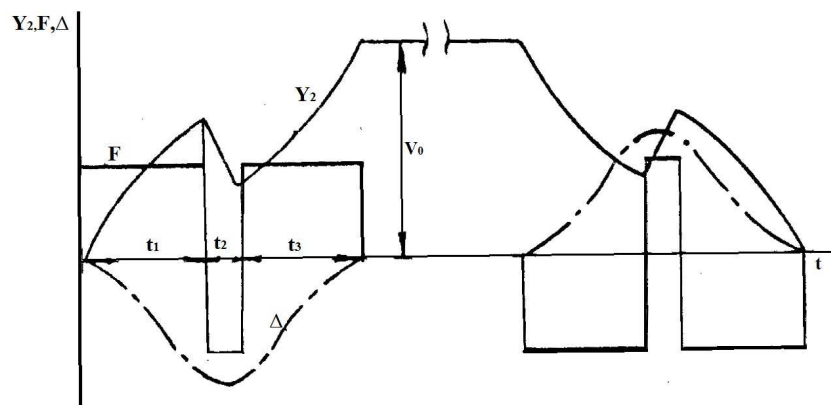


Рисунок 3 – Графики переходных процессов при квазиоптимальном управлении

Выводы

Безусловно, полученный закон управления уступает по быстрдействию оптимальному, так как потребуются затраты времени на устранение раскачки груза при разгоне, но он проще и надежнее. Причем при больших расстояниях между точками загрузки и выгрузки, разница во времени перегрузочного цикла при оптимальном и квазиоптимальном законах управления практически исчезает.

Библиографический список использованной литературы

1. Сvirгун В.П. Повышение производительности крана путем увеличения его скорости передвижения с одновременным устранением колебаний груза и точным позиционированием / В.П. Сvirгун, О.А. Сvirгун // Физические и компьютерные технологии: труды 15-й Международной научно-технической конференции. — Х.: ХНПК «ФЭД», 2009. — С. 324–328.

2. Сvirгун В.П. Улучшение качества управления краном с минимизацией времени перегрузочного цикла / В.П. Сvirгун, О.А. Сvirгун // Вісник СевНТУ. Сер. Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. — Севастополь: СевНТУ, 2012. — Вип. 133. — С. 34–36.

Поступила в редакцию 13.03.2013 г.

Сvirгун В.П., Сvirгун О.А. Квазіоптимальний закон управління крановим візком

Робота присвячена покращенню якості керування краном з мікропроцесорною системою. Пропонується ліквідування коливань вантажу на стадії розгону кранового візка, та при його гальмуванні.

Ключові слова: кран, керування, гасіння коливань вантажу, мікроконтролер.

Svirgun V., Svirgun O. The quasi-optimal law of the crane trolley control

The work is dedicated to improving the quality of the crane control system with microprocessor. It is proposed to eliminate vibration load under acceleration and braking trolley.

Keywords: crane, control, vibration damping load, microcontroller.