

УДК 621.873

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ МЕХАНИЗМОВ
КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА ПРИ ЗАДАННОЙ
ПОТРЕБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

А. В. ОЛЕШКЕВИЧ, В. Н. ДЕМОКРИТОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

Ранее авторами была разработана общая стратегия оптимального проектирования кранов мостового типа [1]. Суть этой стратегии заключается в том, что в техническое задание вместо заданных скоростей перемещения груза вводится требуемая производительность крана. При этом скорости являются переменными величинами, могут варьироваться и отыскание их оптимальных значений происходит на верхнем уровне оптимизации, когда рассматривается кран в целом при совместной работе механизмов.

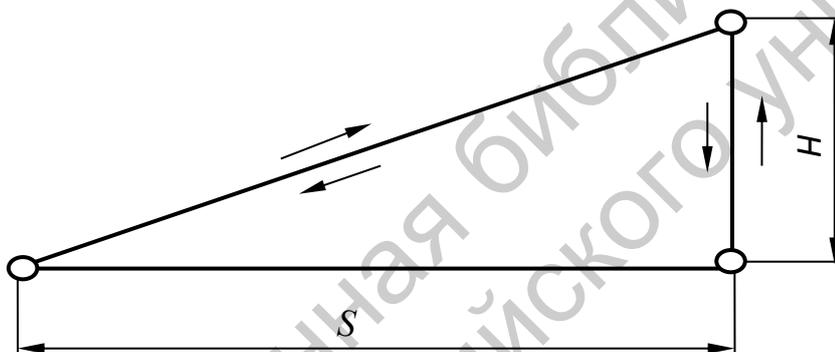


Рис. 1. Рабочий цикл грузовой тележки

В данном докладе предлагается решение этой задачи на примере работы грузовой тележки перегрузочного крана по циклу: механизм подъема отдельно совершает два движения (вверх, вниз) и еще два движения совместно с механизмом передвижения тележки (рис.1). К заданным условиям проектирования относятся: производительность крана P ; грузоподъемность Q ; пути перемещения груза S и H .

В качестве критерия оптимальности принята наименьшая суммарная мощность двигателей механизмов подъема и передвижения тележки [2], целевая функция представлена в виде $K_n \cdot V_n + K_m \cdot V_m \rightarrow \min$, где K_n, K_m – силовые коэффициенты, зависящие от конструкций механизмов; V_n, V_m – скорости подъема и передвижения груза. При этом скорости должны быть связаны с производительностью крана условием обеспечения необходимого времени цикла $t_{ц} = \frac{Q}{P} = \frac{2H}{V_n} + \frac{2S}{V_m} + t_{всп}$, где $t_{всп}$ – вспомогательное время, затрачиваемое на захват и освобождение груза.

Поиск оптимальных скоростей V_n, V_m осуществляется методом множителей Лагранжа, целевая функция имеет вид

$$\Phi = K_n \cdot V_n + K_m \cdot V_m + \lambda \left(\frac{2H}{V_n} + \frac{2S}{V_m} + t_{всн} - \frac{Q}{P} \right), \quad (1)$$

где λ – неопределенный множитель Лагранжа.

Продифференцировав функцию (1), и приравняв нулю частные производные по переменным V_n, V_m, λ , находим точки экстремума функции решением уравнений

$$\frac{\partial \Phi}{\partial V_n} = K_n + 2\lambda H \left(-\frac{1}{V_n^2} \right) = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial V_m} = K_m + 2\lambda S \left(-\frac{1}{V_m^2} \right) = 0; \quad (3)$$

$$\frac{2H}{V_n} + \frac{2S}{V_m} + t_{всн} - \frac{Q}{P} = 0. \quad (4)$$

Из уравнений (2–4) следует

$$V_n = \left(2H + \frac{2S}{\sqrt{K_n \cdot S / (K_m \cdot H)}} \right) / \left(\frac{Q}{P} - t_{всн} \right); \quad V_m = \sqrt{\frac{K_n \cdot S}{K_m \cdot H}} \cdot V_n.$$

После определения оптимальных значений V_n, V_m должны быть проверены условия ограничения скоростей (проверка двигателей на пуск, нагрев, запасов сцепления колес тележки с рельсами при пуске и торможении), здесь возможна корректировка скоростей.

Если, по технологии производственного процесса надо переместить грузы, расположенные в виде N рядов; движение вдоль каждого ряда осуществляется механизмами подъема и передвижения тележки, а движение к следующему ряду – механизмом передвижения крана, то необходимо определить и скорость установочного передвижения крана между рядами.

В этом случае общий фонд времени составит $T = N \cdot t_y \cdot n_y + N \cdot t_y$, где n_y – число циклов при обработке одного ряда; t_y – время установочного движения от одного ряда к следующему. Зная среднее расстояние между рядами L_{cp} , искомая необходимая скорость установочного движения

$$V_y = \frac{N \cdot L_{cp}}{T - N \cdot t_y \cdot n_y}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Олешкевич, А. В.** Общая стратегия оптимального проектирования кранов мостового типа / А. В. Олешкевич, В. Н. Демокритов // Проблемы динамики и прочности исполнительных механизмов и машин: материалы науч.-техн. конф. – Астрахань, 2002. – С.168 – 171.

2. **Гайдамака, В. Ф.** Грузоподъемные машины / В. Ф. Гайдамака. – Киев : Выща шк. Головное изд-во, 1989. –328 с.