

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Бачище В. Ф., Опейко О.Ф.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Ленточные конвейеры для транспортировки руды имеют мощность привода в сотни киловатт. Поэтому применение электроприводов с частотным управлением на действующих конвейерах является актуальной задачей, обеспечивая энергосбережение. Основным требованием к регулируемому электроприводу является обеспечение скорости движения, пропорциональной транспортируемой массе руды, что позволяет экономить энергию при малой загрузке конвейера.

Ленточный конвейер горизонтального исполнения допускает установку его с уклоном в пределах угла трения. В связи с этим, нагрузка на электропривод формируется по-разному для трех углов φ наклона конвейерной ленты [1]. Для горизонтального и наклонного положений рабочего участка ленты длины L механическая мощность конвейера определяется соответственно выражениями

$$P = Fv, \text{ KBm}, \quad (1)$$

$$P = v(F_F \pm mgH/L_1) = v(F \pm mg \cdot tg(\varphi)), \text{ KBm}, \quad (2)$$

где F – натяжение ленты, KH , v – скорость, m/c , m – движущаяся масса руды, g – ускорение свободного падения, H и L_1 – высота верхней точки A_1 ленты и горизонтальная проекция ленты соответственно, $tg(\varphi) = H/L_1$ (рисунок 1). В случае (1) натяжение ленты преодолевает силу F_F трения.

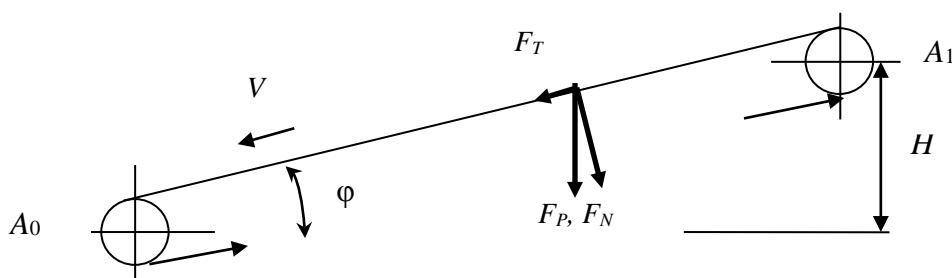


Рисунок 1 – Схема конвейера расчетная

Учитывая длительный режим работы, мощность электропривода рассчитывается по выражению (2) для наиболее нагруженного режима.

Если проекция силы тяжести на ленту направлена согласно со скоростью ленты, в выражении (2) применяется знак минус. Тогда сила

тяжести F_P (рисунок 1), разлагаясь на две составляющие F_T и F_N , создает нормальное давление F_N на ленту, увеличивая силу трения. Составляющая $F_T = mgH/L_1$ действует в направлении движения. Если сила трения $F_F \leq mgH/L_1 = F_T$, то движение груза вниз возможно под действием силы тяжести с растяжением ленты в верхней части и образованием слабины и петли внизу рабочей ветви (т. A_0), что является аварийным режимом. В связи с этим электропривод с частотным управлением должен не только регулировать скорость пропорционально загрузке конвейера, но и, при наличии уклона рабочей ветви ленты, обеспечивать устранение слабины ленты.

Конвейер как объект управления можно представить двухмассовой моделью [2]. Момент инерции J электропривода с приводным барабаном связан через упругое звено (лента конвейера с жесткостью c_e) с массой m транспортируемого груза. Модель описывается уравнениями

$$d(mv)/dt = aF - F_{\Sigma},$$

$$dF/dt = c_e(v_0 - v),$$

$$J dv_0/dt = \rho(M - \rho F), \quad (3)$$

$$dM/dt = \alpha_e(-M - a_4 v_0 + b_P u).$$

Здесь F_{Σ} , - суммарная сила сопротивления движению, v_0 - скорость ленты в точке A_0 , ρ - радиус приведения, M - момент электропривода, α_e , a_4 , b_P - постоянные коэффициенты, u - сигнал управления. Параметр a характеризует натянутость ленты, $a = 1$, если лента натянута, и $a = 0$ при отсутствии натяжения. Нетрудно убедиться, что матрица N управляемости [3] имеет неполный ранг ($\text{rank } N = 3$) при $a = 0$, следовательно, модель (3) теряет управляемость.

Частотное управление электроприводом позволяет сформировать сигнал u с учетом загрузки конвейера и использованием обратной связи по скорости, что обеспечивает энергосберегающий режим пропорциональности скорости ленты загрузке конвейера. Устранение слабины ленты возможно, если на основании сигналов датчиков рассчитывается величина петли, которая затем используется при формировании сигнала управления.

1. Машиностроение. Энциклопедический справочник. Т.9. – Гос. Н.-т. изд-во машиностр. лит. М.: 1949.
2. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Теория электропривода: учебное пособие / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. - Минск: ЗАО "Техноперспектива", 2004. - 527с.
3. Спида К., Браун Р., Гудвин Д. Теория управления. Идентификация и оптимальное управление / М.: Мир – 1973. 248 с.