

4. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные: СНиП III-15-76. – Минск, 1976. – 33 с.

УДК 621.87

ТЕЛЕЖКИ ВЫВОЗА И ВОЗВРАТА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ЗАВОДОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Шавель А.А., канд. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

(г. Минск, Республика Беларусь)

Для вывоза и возврата готовой продукции в формовочные цеха заводов ЖБИ применяют тележки, передвигающиеся по рельсовым путям. Эти тележки бывают самоходные, т.е. привод ходовых колес тележки установлен на самой тележке, и с канатной тягой.

Привод тележек с канатной тягой выполняют по двум схемам:

1. Два, три витка каната наматываются на барабан тяговой лебедки. Концы каната закрепляются на тележке. При вращении барабана лебедки одна ветвь тягового каната сматывается с барабана, а другая наматывается - тележка перемещается в ту или иную сторону в зависимости от направления вращения барабана. Тяговое усилие на канат от барабана передается за счет сил трения между барабаном и канатом, т.е. в приводе тележки применяется канатная передача.

Канатная передача ограничивает величину передаваемого момента и предохраняет все элементы привода от поломок в случае перегрузки.

2. На барабан тяговой лебедки наматывается два каната (см. рис. 1), каждый из которых одним концом крепится к барабану, а другим концом к тележке. При вращении барабана один канат наматывается на барабан, а другой сматывается с барабана. Также как и в первом случае, тележка перемещается в ту или иную сторону в зависимости от направления вращения барабана.

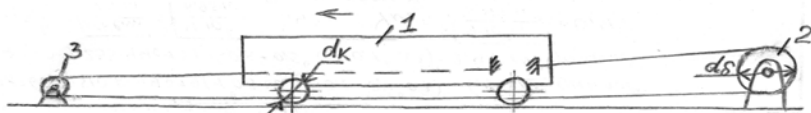


Рис. 1. Схема привода тележки с канатной тягой:

1 – тележка; 2 – барабан тяговой лебедки; 3 – отводной блок

В этом приводе отсутствует предохранительный элемент, ограничивающий величину передаваемого крутящего момента, что может привести к разрушению элементов привода (канатов и деталей их крепления, деталей крепления обводного блока и т.п.) при перегрузках, вызванных попаданием посторонних предметов под колеса тележки, неправильным наматыванием каната на барабан или его сматыванием.

Обрыв каната или разрушение деталей крепления обводного блока может привести к аварии и травмированию обслуживающего персонала.

Определим состав привода тележки и установим параметры, по которым следует его рассчитывать.

Величину усилий в канатах определим для следующих случаев:

- 1 – при установившемся движении тележки в условиях нормальной эксплуатации;
- 2 – при трогании тележки;
- 3 – при попадании посторонних предметов под колеса тележки;
- 4 – при ненормальном наматывании (смотывании) канатов на (с) барабан (а).

Расчет усилий в канатах выполним для конкретной конструкции тележки, параметры которой:

G_T – вес тележки, $G_T = 57000\text{Н}$;

G_r – вес груза, $G_r = 600000\text{Н}$;

D_k – диаметр ходового колеса, $D_k = 560\text{ мм}$;

$d_{ц}$ – диаметр цапфы ходового колеса, $d_{ц} = 100\text{ мм}$;

V – скорость движения тележки, $V = 0,3\text{ м/с}$;

t_p – время разгона тележки, $t_p = 3\text{ с}$;

d_b – диаметр барабана лебедки, $d_b = 380\text{ мм}$;

μ_y – коэффициент трения подшипников, приведенный к цапфе колеса. Для подшипников качения $\mu_y = 0,015$;

f – коэффициент трения качения, $f = 0,5$ мм;

k_p – коэффициент, учитывающий трение реборд, $k_p = 2,0$;

α – уклон пути, $\alpha = 0,001$;

q_k – вес 1 м каната, $q_k = 12$ Н;

d_k – диаметр каната, $d_k = 18$ мм.

1. При установившемся движении тележки 1 (см.рис. 1) влево на канат, набегаящий на барабан 2 будет действовать сила F_H , определяемая по формуле

$$F_H = (F_{тр} + F_y + F_{пр}) / \eta_{бл},$$

где $F_{тр}$ – сила сопротивления от трения в ходовых частях тележки;

F_y – сила сопротивления от уклона пути;

$F_{пр}$ – сила сопротивления от провисания хвостовой ветви тягового каната;

$\eta_{бл}$ – КПД обводного блока, $\eta_{бл} = 0,96$.

Сила сопротивления от трения в ходовых частях тележки на прямолинейном участке пути:

$$F_{тр} = (\dot{G}_r + \dot{G}_T)$$

$$\frac{\mu_c \cdot d_c + 2f}{D_k} k_p = (600000 + 57000) \cdot \frac{0,015 \cdot 100 + 2 \cdot 0,5}{560} \cdot 2 = 5860 \text{ Н}.$$

Сила сопротивления от уклона пути

$$F_y = (\dot{G}_r + \dot{G}_T) \cdot \alpha = (600\ 000 + 57\ 000) \cdot 0,001 = 657 \text{ Н}.$$

Сила сопротивления от провисания хвостового каната определяется по формуле

$$F_{пр} = q_k \cdot \frac{\ell^2}{8h},$$

где ℓ – длина хвостового каната, $\ell = 30$ м;

h – провисание каната, $h = 0,3$ м.

$$F_{пр} = 12 \cdot \frac{30^2}{8 \cdot 0,3} = 4500 \text{ Н}.$$

Тогда

$$F_H = (5\ 860 + 657 + 4\ 500) / 0,96 = 11\ 476\ \text{Н}.$$

2. При трогании тележки натяжение набегающего на барабан каната определяется по формуле

$$F_H = F_H + \frac{F_{\text{ин}}}{\eta_{\text{бл}}},$$

где $F_{\text{ин}}$ – сила инерции масс тележки,

$$F_{\text{ин}} = \frac{G_{\Gamma} + G_{\text{T}}}{g} \cdot \frac{V}{t_p} = \frac{600000 + 57000}{9,81} \cdot \frac{0,3}{3,0} = 6700\ \text{Н}.$$

Тогда

$$F_H = 11\ 476 + \frac{6700}{0,96} = 18\ 455\ \text{Н}.$$

3. При попадании посторонних предметов под одно переднее колесо (в направлении движения), колесо блокируется и скользит по рельсу.

В этом случае сила сопротивления от трения в ходовых частях тележки определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = \frac{3}{4}(G_{\Gamma} + G_{\text{T}}) \frac{\mu_{\text{ц}} \cdot d_{\text{ц}} + 2f}{D_{\text{к}}} \cdot k_p + \frac{1}{4}(G_{\Gamma} + G_{\text{T}}) \varphi_{\text{цц}} \cdot k_p,$$

где $\varphi_{\text{цц}}$ – коэффициент сцепления ходового колеса с рельсом

При условии попадания под колеса песка, бетона и т.п. $\varphi_{\text{цц}} = 0,2$.

Тогда

$$F_{\text{тр}} = \frac{3}{4}(600000 + 57000) \frac{0,015 \cdot 100 + 2 \cdot 0,5}{560} \cdot 2 + \\ + \frac{1}{4}(600000 + 57000) \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 70000\ \text{Н}$$

$$F_H = (70\ 000 + 657 + 4\ 500) / 0,96 = 78\ 290\ \text{Н}.$$

4. При ненормальном наматывании каната на барабан, например, когда набегающая ветвь навивается вторым слоем, усилие натяжения ветви определяется по формуле:

$$F_H = (F_{\text{тр}} + F_{\text{укл}} + F_{\text{упр}}) / \eta_{\text{бл}},$$

где $F_{\text{упр}}$ – упругая сила от деформации хвостового каната.

Упругая сила определяется по формуле

$$F_{\text{упр}} = c \cdot \Delta x ,$$

где c – коэффициент жёсткости хвостового каната;

Δx – упругая деформация хвостового каната.

Коэффициент жёсткости каната определяется выражением

$$c = \frac{E_{\kappa} \cdot A_{\kappa}}{\ell} ,$$

где E_{κ} – модуль продольной упругости каната,

$E_{\kappa} = (1,1 - 1,2) \cdot 10^5$ МПа;

A_{κ} – «металлическая» площадь поперечного сечения каната.

Для каната диаметром 18 мм по ГОСТ 2688-80 $A_{\kappa} = 158,82$ мм².

Тогда

$$c = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 158,82}{30 \cdot 10^3} = 635 \text{ Н/мм} .$$

Упругую деформацию определяем по формуле, см. рис. 2, для одного оборота барабана:



Рис. 2

$$\Delta x = \ell + \Delta \ell - (s + \Delta s),$$

где $\Delta \ell$ – длина одного витка каната наматываемого на барабан;

$\Delta \ell = \pi (d_{\text{б}} + 2d_{\text{к}}) = 3,14 \cdot (0,38 + 2 \cdot 0,018) = 1,306$ м;

Δs – длина одного витка каната, сматываемого с барабана,

$\Delta s = \pi \cdot d_{\text{б}} = 3,14 \cdot 0,38 = 1,193$ м;

s – длина хвостового каната.

$$s = \ell + 8 \frac{h^2}{3q_k \cdot \ell} = 30 + 8 \frac{0,3^2}{3 \cdot 1,2 \cdot 30} = 30,007 \text{ м} .$$

Тогда

$$\Delta x = 30 + 1,306 - (30,007 + 1,193) = 0,106 \text{ м} ,$$

$$F_{\text{упр}} = 635 \cdot 106 = 67\,310 \text{ Н},$$
$$F_{\text{н}} = (5\,860 + 657 + 67\,310) / 0,96 = 76\,903 \text{ Н}.$$

Сравнивая полученные величины сил от натяжения тягового каната $F_{\text{н}}$, видно, что всякое нарушение нормальных условий эксплуатации (попадание посторонних предметов под колёса тележки, нарушение нормальной укладки канатов на барабан, вызывает резкое увеличение, в 4 и более раз, сопротивления передвижению, что может привести к поломке деталей привода тележки.

Заключение

Для исключения вредного влияния указанных факторов на безопасную эксплуатацию тележек необходимо:

1. Тележки оснащать предохранительными щитками, препятствующими попаданию посторонних предметов под ходовые колёса и устанавливаемыми перед каждым ходовым колесом. Зазор между щитком и головкой рельса, по которому движется ходовое колесо, не должен превышать 10 мм.

2. В приводе барабана тяговой лебёдки устанавливать или предохранительную муфту или ременную передачу, рассчитанных на передачу максимальных пусковых нагрузок в условиях нормальной эксплуатации.

3. Обеспечить постоянный контроль оператора, управляющего лебедкой, за процессом наматывания и сматывания канатов на (с) барабан (а).

Литература

1. Езерский, Н.В. Механическое оборудование заводов сборного железобетона / Н.В. Езерский, Б.Ф. Кулик. – М.: Высшая школа, 1977. с 240 с.

2. Дроздов, Н.Е. Механическое оборудование заводов сборного железобетона / Н.Е. Дроздов, М.И. Журавлев. – М.: Стройиздат, 1975. – 302 с.

3. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.