

3. Дмитриев, В.Г. Исследование боковых смещений ленты порожняковой ветви конвейера, оборудованной центрирующими опорами / В.Г. Дмитриев, А.А. Реутов // Изв. вузов. Горный журнал. - 1980. - № 11. - С. 43 - 47.

4. Коноплиник, И.А. Исследование влияния эксцентриситетов роликов и барабанов на движение конвейерной ленты / И.А. Коноплиник // Горная механика. - № 1 - 2. - 2004. - С. 75 - 83.

УДК 622.6.2

БОКОВОЙ СХОД ВЕРХНЕЙ ВЕТВИ ЛЕНТЫ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ КОНВЕЙЕРА С ЖЕСТКИМ СТАВОМ ПРИ ПЕРЕКОСАХ РОЛИКООПОР

И.А. Коноплиник

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Солигорск

Введение. Оценим боковой сход ленты на грузовой ветви на ставах с жесткими и подвесными роликоопорами [1 - 3]. Расчетами установлено, что при одной и той же возмущающей силе 3000 Н лента сходит в боковом направлении на ставе с жесткими роликоопорами на 150 мм, а на ставе с шарнирными роликоопорами, ролики которых могут перемещаться в вертикальной и горизонтальной плоскостях, всего на 90 мм. Причем, если принять допустимый боковой сход равным 100 мм, то на ставе с жесткими роликоопорами лента на длине 6 м будет находиться за границей допустимого схода, тогда как на ставе с шарнирными роликоопорами допустимый сход ленты вообще не достигается.

Исследование бокового схода ленты верхней ветви конвейера. Рассмотрим влияние параметров конвейера на сосредоточенную возмущающую силу P , вызывающую определенный боковой сход. Необходимое возмущающее усилие значительно увеличивается при увеличении степени загрузки конвейера, т.е. его производительности Q (рис. 1). Влияние натяжения не очень значительно: так, при увеличении натяжения в 8 раз сила P увеличивается всего в 1,3 раза. При увеличении угла наклона боковых роликов β' с 20 до 40° сила P увеличивается в 1,4 раза (рис. 1).

Следовательно, уменьшать сход ленты при действии боковых возмущающих нагрузок наиболее целесообразно путем увеличения угла наклона боковых роликов. Например, на участковых и забойных конвейерах необходимо применять повышенные углы наклона боковых роликов, так как невысокое качество установки става и внецентренная загрузка ленты приводят к возникновению значительных боковых сил, частому боковому сходу ленты и интенсивным просыпям.

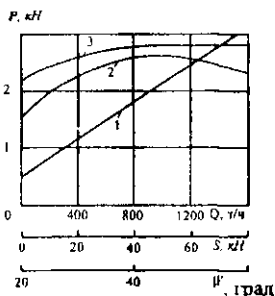


Рис. 1. Зависимость допустимой возмущающей силы на верхней ветви: 1 – от степени загрузки ленты; 2 – от натяжения ленты; 3 – от угла наклона β' боковых роликов

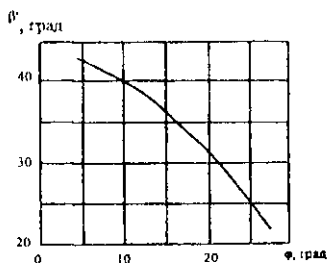


Рис. 2. Зависимость экстремального угла наклона боковых роликов β' от угла ϕ естественного откоса груза

Расчетами показано: угол наклона боковых роликов β' , при котором коэффициент b_1 максимален, для угла естественного откоса $\phi = 15^\circ$ $\beta' = 11^\circ$. Экстремальный угол β' , наклона боковых роликов для углов естественного откоса $10 - 20^\circ$ должен быть в пределах от 40 до 30° (рис. 2). Заметим, что коэффициент b_1 представляет собой коэффициент при первом члене в разложении восстанавливающей силы.

Для сравнения конструкций роликоопор линейных секций по центрирующей способности введем коэффициент устойчивости ξ , который определим как соотношение возмущающих сил P_1 и P_0 , необходимых для бокового схода ленты на величину $\delta_{доп}$.

$$\xi = \frac{P_1}{P_0},$$

где P_1 – допустимая поперечная возмущающая сила на исследуемой конструкции; P_0 – допустимая поперечная возмущающая сила на базовой конструкции става, при которой лента достигает предельно возможного бокового схода.

За базовую конструкцию принята жестко установленная трех-роликовая опора с углом наклона боковых роликов 30° на верхней ветви (см. табл.). Отрицательные значения коэффициента устойчивости свидетельствуют о том, что боковые смещения ленты на линейных секциях возрастают во времени неограниченно.

Выявление причин, приводящих к появлению боковых децентрирующих сил. В процессе эксплуатации конвейера на ленту, движущуюся по линейной части, действуют боковые силы, вызываемые следующими децентрирующими факторами: перекосом роликоопор в горизонтальной и верти-

кальной плоскостях; отклонением става от оси конвейера; неодинаковым сопротивлением вращению боковых роликов опоры; нецентральной загрузкой ленты; непрямолинейностью ленты в горизонтальной плоскости; несимметричным распределением натяжения по ширине ленты; неодинаковым натяжением канатов става.

Большинство децентрирующих факторов, за исключением непрямолинейности и нестационарной нецентральной загрузки ленты, сравнительно медленно изменяются в пространстве и во времени и могут рассматриваться как статические. Результатом их проявления являются децентрирующие ленту усилия и моменты, для определения которых рассмотрим взаимодействие ленты и роликоопоры (рис. 3, а).

При перекосе отдельной роликоопоры в вертикальной плоскости на угол Ω , возникает децентрирующая сила P_1

$$P_1 = \rho F g l'_p \Omega_u \sum k_i \cos \beta_{1i}, \quad (1)$$

где g — ускорение свободного падения; l'_p — расстояние между роликоопорами; k — парциальная часть веса ленты (с грузом), действующая на i -тую пару роликов или i -тый ролик, если он единственный; β_{1i} — угол наклона i -той пары роликов к горизонту.

Значения коэффициента устойчивости

Конвейер	Верхняя ветвь ($\beta' = 30^\circ$) и роликоопоры					
	жестко установленные	подвесные с жестким соединением роликов		подвесные шарнирные с вертикальным перемещением роликов		подвесные шарнирные с вертикальным и горизонтальным перемещением роликов
		Подвеска				
		жесткая	шарнирная в вертикальной и горизонтальной плоскостях	шарнирная в вертикальной плоскости	шарнирная в вертикальной и горизонтальной плоскостях	
Горизонтальный	1	0,9	<0	0,75	<0	1,6
Уклонный	1	0,9	1,2	0,75	0,75	0,75
Бремсберговый	1	0,9	<0	0,75	<0	<0

При горизонтальном перекосе роликоопоры на угол Ω , на ленту действует децентрирующее усилие P_2 (рис. 3, б)

$$P_2 = 0,2 \rho F g l'_p \sum_i k_i \cos \beta_{1i} [f_1(\beta_{2i} + \Omega_r) - f_1(\beta_{2i} - \Omega_r)], \quad (2)$$

где β_{2i} — угол, образованный осью ролика i -той пары и перпендикуляром к продольной оси конвейера (рад); f_1 — коэффициент, зависящий от угла между векторами скоростей движения ленты и вращения ролика.

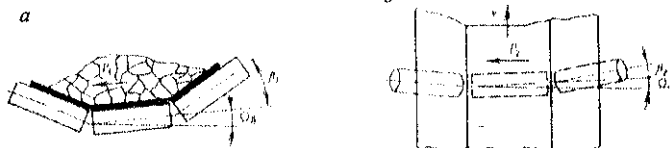


Рис. 3. Схема взаимодействия ленты с перекрещенной роликоопорой: а – в вертикальной плоскости; б – в горизонтальной плоскости

Расчеты по формулам (1) и (2) показали, что перекос роликоопор в горизонтальной плоскости в зависимости от состояния контактирующих поверхностей вызывает децентрирующее усилие, в 6 – 8 раз большее, чем такой же перекос в вертикальной плоскости (рис. 4). Следовательно, при монтаже и эксплуатации ленточных конвейеров особое внимание необходимо обращать на выставление роликоопор в горизонтальной плоскости строго перпендикулярно продольной оси конвейера.

Поворот боковых роликов в плане на угол $0,036 - 0,054$ рад ($2 - 3^\circ$) увеличивает восстанавливающие силы в 1,6 – 1,7 раза и не приводит к заметному изнашиванию ленты и роликов. Подобная конструкция роликоопор линейной секции может быть рекомендована для конвейеров, эксплуатируемых в условиях, когда точная установка става затруднена. При использовании пятироликовых желобчатых опор интенсивность восстанавливающих усилий возрастает по сравнению с трехроликовыми в 1,2 – 1,4 раза вследствие увеличения суммарной длины негоризонтально установленных роликов, а также большего наклона к горизонту крайних роликов. Однако при увеличении угла наклона боковых роликов к горизонту просыпание груза с ленты вследствие его передоформации начинается при меньших боковых смещениях ленты. Зависимость допускаемого бокового схода $[\delta]$ от ширины незагруженной кромки ленты Δ_n , угла β_1' и угла естественного откоса груза на ленте (φ имеет вид (В.М. Высочин, В.Я. Пошивайло)

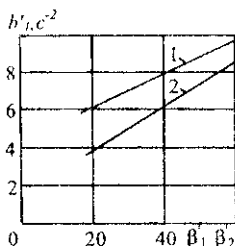


Рис. 4. Зависимость жесткости b'_{1,c^2} от углов наклона боковых роликов β_1' и β_2' : $1 - \beta_1' = 0,035$ рад; $2 - \beta_2' = 0$

$$[\delta] = \frac{\Delta_n}{2} \left\{ 1 + \left[0,5 + 2 \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \beta_1'} \left(0,55 + \frac{0,2}{\cos \beta_1'} \right) \frac{\Delta_n}{B} \right]^{1/2} \right\}. \quad (3)$$

При увеличении угла β_1' с $0,523$ до $0,785$ рад (с 30 до 45°) величина $[\delta]$ уменьшается на $10 - 15$ %. При неточной установке става конвейера (откло-

нения роликоопор и секций от оси конвейера на величину u_c) также происходит боковой сход ленты.

На верхней и нижней ветвях конвейера, оборудованных желобчатymi роликоопорами, под действием сосредоточенной силы P_1 или P_2 , возникающей при перекосе отдельной роликоопоры, наибольшее смещение δ_{\max} ленты зависит от параметров конвейера. На основании расчетов установлено, что смещения δ_{\max} пренебрежимо малы по сравнению с отклонением u_c , тогда

$$\delta'_{\max} = u_c \cdot \quad (4)$$

Выводы. Таким образом, с достаточной для практических расчетов точностью можно считать, что относительные смещения ленты равны отклонениям роликоопоры (секции става) и не зависят от центрирующих свойств роликоопор.

Наибольшие боковые смещения ленты (m) на верхней ветви, оборудованной трехроликовыми опорами ($\beta'_1 = 523$ рад, $\beta'_1 = 0$).

Литература

1. Шахмейстер, Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев. - М.: Машиностроение, 1978. - С. 391.
2. Боголюбов, Н.И. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.И. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. - М.: Физматгиз, 1958. - С. 408.
3. Дмитриев, В.Г. Исследование боковых смещений ленты порожняковой ветви конвейера, оборудованной центрирующими опорами / В.Г. Дмитриев, А.А. Реутов // Изв. вузов. Горный журнал. - 1980. - № 11. - С. 43 - 47.

УДК 621.83.06

СИЛОВОЙ АНАЛИЗ КРИВОЛИНЕЙНОГО КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЬНОГО ПРИВОДА

М.Е. Лустенков, Д.М. Макаревич, А.П. Никитин
Белорусско-Российский университет, Могилев

Введение. Повышение надежности исполнительных органов в системе дистанционного управления является важной задачей, напрямую связанной с вопросами обеспечения безопасности на железных дорогах. Объектом исследований является двигательный привод, предназначенный для оперирования высоковольтными разъединителями контактной сети переменного и постоянного тока электрифицированных железных дорог [1]. В работе рассматриваются вопросы силового анализа кулисного механизма двигательного привода, а также анализ нагруженности опор.