

УДК 622.647.2: 622.693

Т.В. АЛЕКСАНДРОВА, ГП "ГПИ "Кривбасспроект"

В.А. МЕЛАЩЕНКО, канд. техн. наук, доц. ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ТИПА ДЛЯ ЗАХВАТА ЛЕНТЫ НАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ ЕЕ ПОПЕРЕЧНОМ ОБРЫВЕ

Дано описание конструкции и принципа работы устройства для улавливания ленты наклонного конвейера в случае поперечного порыва ленты. Рассмотрена принципиальная схема эксцентрикового ловителя, а также приведена математическая модель для расчета подобного устройства. Ключевые слова: наклонный конвейер, лента, руда, устройство для улавливания ленты

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время транспортировка руды на ГОКах с нижних горизонтов на борт карьера производится, как правило, при помощи мощных наклонных конвейеров. Наиболее уязвимым элементом конвейера является лента. Именно проблемы с конвейерной лентой вызывают максимальное количество аварий на конвейерах. При поперечном порыве ленты наклонного конвейера она со скоростью часто превышающей 60 км/час скатывается вниз. Лежащая на ленте руда сбрасывается на пол галереи, крупные куски руды разлетаются во все стороны и травмируют значительную часть ленты как рабочей, так и холостой ветви. При этом оборванный конец ленты выбивает ролики из роликоопор, которые в свою очередь разрушают металлоконструкцию конвейера. Поэтому остро стоит вопрос не только о разработке действующей модели ловителя, но и наличии математической модели для такого ловителя.

Анализ исследований и публикаций. Известно достаточно много моделей ловителей конвейерной ленты. Они обычно имеют простую конструкцию, но имеют не высокую эксплуатационную надежность из-за того, что они срабатывают под действием дополнительного привода или от сигнального устройства [1].

Изложение материала и результаты. Разработанное ГП «ГПИ «Кривбасспроект» устройство состоит из двух исполнительных частей, установленных на ставе конвейера с обеих его сторон. Исполнительные узлы этих частей расположены под лентой у ее кромки.

На рис. 1 приведена принципиальная схема одной исполнительных частей эксцентрикового устройства для улавливания ленты наклонного конвейера при ее поперечном обрыве.

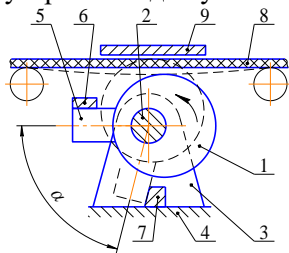


Рис. 1. Принципиальная схема исполнительных частей эксцентрикового устройства

Оно содержит эксцентрик 1, ось 2 которого, установлена на стойках 3, жестко связанных с рамой 4 устройства. Эксцентрик выполнен в виде ролика, ось вращения которого смещена по радиусу относительно оси ролика. На цилиндрической поверхности эксцентрика жестко установлен упор 5, играющий одновременно роль противовеса.

На раме устройства так же жестко установлены верхняя 6 и нижняя 7 опоры, ограничивающие поворот эксцентрика 1 на его оси 2. Эксцентрик расположен под лентой 8, на которой лежит руда (на схеме не показана). Устройство устанавливается у кромок ленты, где нет руды. Над лентой напротив эксцентрика 1 на раме устройства 4 жестко установлена упорная плита 9.

Пунктиром показано положение эксцентрика при захвате ленты. Подробное описание конструкции и принципа работы устройства приведены в патенте [2].

Основные технические параметры, определяющие математическую модель устройства, включают:

1. Величина стягивающего усилия, действующего на ленту наклонного конвейера при ее поперечном порыве;
2. Величина усилия торможения ленты устройством при ее захвате;
3. Путь, проходимый лентой во время захвата ее устройством;
4. Продолжительность времени ее захвата устройством.

Величина стягивающего усилия в основном зависит от веса оборванной части ленты, от веса лежащей на ней руды, от угла наклона конвейера и от величины сопротивления движению ленты вниз.

Оно составляет P_{ct}

$$\bar{P}_{cm} = (q_l + q_p) \cdot l_n \cdot k_{mp} \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где

$$l_n = l \cdot n$$

q_l - вес 1м. длины ленты, кг, q_p - вес руды, приходящийся на 1 м длины ленты, кг; l - расстояние между роlikоопорами, м; n - число роlikоопор, расположенных ниже места порыва ленты; α - угол наклона конвейера, град.; k_{mp} - коэффициент трения ленты об элементы конструкции конвейера.

Для определения заклинивающего усилия рассмотрим взаимодействие оборванной конвейерной ленты с эксцентриком ловителя (рис. 2).

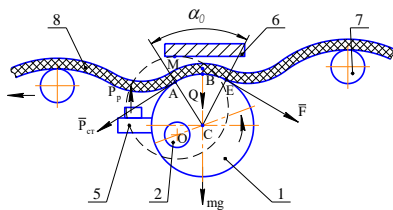


Рис. 2. Схема взаимодействия оборванной конвейерной ленты с эксцентриком

с опорой 6 обозначим через P_p .

В первом приближении сила F равна

$$F = q_l l_o k_{mp}, \quad (2)$$

где l_o - длина оборванного конца ленты с массой m_1 , лежащего выше верхнего ролика и свисающего с него.

Стягивающее ленту усилие с учетом усилия F равно

$$\bar{P}_{cm} = (q_l + q_p) l_n k_{mp} \cdot \sin \alpha - q_l l_o k_{mp} \quad (3)$$

Для составления математической модели этого устройства составим его расчетную схему (рис. 3)

Для того чтобы удержать «нагруженный» участок оборванной ленты необходимо в точке A_1 приложить к ней силу \bar{F}_x (рис. 3).

Эту силу можно вычислить простой заменой поверхности цилиндра соответствующим числом призм и исследуя процесс перетягивания каната через одно из ребер этой призмы [3].

В результате такого рассмотрения получаем известную формулу Эйлера

$$F_y = P_{cm} \cdot e^{-f\alpha}, \quad (4)$$

где e - основание натурального логарифма; f - коэффициент трения конвейерной ленты об эксцентрик.

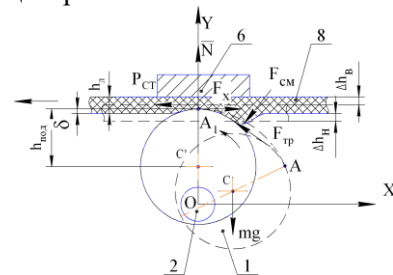


Рис. 3. Схема приложения сил при захвате ленты конвейера

Прикосновение оборванного конца ленты к эксцентрику приведет к тому, что стягивающая сила P_{cm} за счет сил трения заставит эксцентрик повернуться. Предельное положение эксцентрика определяется величиной расстояния OA_1 (при повороте его большая ось может принять вертикальное положение). При этом лента прижмется к верхней опоре, и она сожмется на величину δ , определенную силой N .

Для оценки величины этой силы воспользуемся принципом возможных перемещений. При выбранной как на рис. 4 системе

координат определяем координаты точек приложения сил

$$\begin{aligned} x_C &= OC \cdot \sin(\alpha_n) & y_C &= OC \cdot \cos(\alpha_n) \\ x_A &= (OC + R) \cdot \sin(\alpha_n) & y_A &= (OC + R) \cdot \cos(\alpha_n) \end{aligned} \quad (5)$$

где α_n - угол наклона оси эксцентрика к вертикали

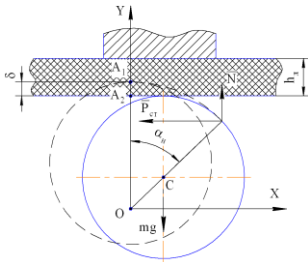


Рис. 4 Схема к расчету элементарных работ сил при взаимодействии оборванной ленты и эксцентрика

Из равенств (5) находим вариации соответствующих величин

$$\begin{aligned} \delta x_C &= OC \cdot \sin(\alpha_n) \cdot \delta \alpha_n & \delta y_C &= -OC \cdot \cos(\alpha_n) \cdot \delta \alpha_n \\ x_A &= (OC + R) \cdot \sin(\alpha_n) \cdot \delta \alpha_n & \delta y_A &= -(OC + R) \cdot \cos(\alpha_n) \cdot \delta \alpha_n \end{aligned} \quad (6)$$

Используя значения вариаций (6), записываем уравнение, которое выражает принцип возможных перемещений.

$$-mgOC \cdot \sin(\alpha_n) \delta \alpha_n - P_{cm} k_{mp} (OC + R) \cos(\alpha_n) \delta \alpha_n + N(OC + R) \sin(\alpha_n) \delta \alpha_n = 0 \quad (7)$$

Здесь учтено, что вариация $\delta \alpha_n < 0$ (угол уменьшается при повороте диска). При $\delta \alpha_n \neq 0$ и в первом приближении $P_{cm} = k_{mp} N$ из (7) находим

$$mg \cdot OC \cdot \sin(\alpha_n) = N \cdot (OC + R) \cdot (k_{mp} \cdot \cos(\alpha_n) - \sin(\alpha_n)) \quad (8)$$

где k_{mp} - коэффициент трения ленты об элементы конструкции конвейера при ее обрыве $k_{mp} \approx 0,3-0,7$.

Отсюда находим необходимое усилие захвата ленты устройством при ее поперечном порыве

$$N = \frac{m_1 g OC \operatorname{tg}(\alpha_n) + P_{cm} (OC + R) \cos(\alpha_n)}{(OC + R)(k_{mp} - \operatorname{tg}(\alpha_n))} \quad (9)$$

Из равенства (9) следует, что при уменьшении угла наклона оси эксцентрика от вертикали усилие захвата ленты устройством значительно увеличивается

$$\operatorname{tg}(\alpha_n) \rightarrow k_{mp} \quad k_{mp} - \operatorname{tg}(\alpha_n) \rightarrow 0 \quad N \rightarrow \infty$$

По величине заклинивающего усилия представляется возможным по известным методикам из курса сопротивления материалов определить прочностные параметры, как самого исполнительного органа, так и каркаса устройства

В режиме эксплуатационного режима работы конвейера элементы конструкции захватывающего устройства расположены на расстоянии от ленты с зазорами δ_1 и δ_2 для предотвращения износа ее обкладок (рис. 5).

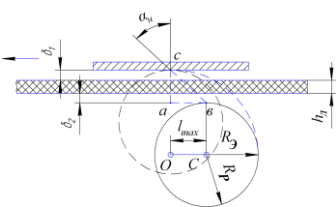


Рис. 5. Расчетная схема величины пути ленты во время захвата ее устройством

Максимальный радиус эксцентрика R_3 равен

$$R_3 = \delta_1 + \delta_2 + h_l + R_p \quad (10)$$

При расположении оси вращения эксцентрика на горизонтальной оси ролика и при полном сжатии конвейерной ленты с учетом угла поворота его на 90° величина хода ленты в процессе ее захвата равна

$$l_{\max} = R_3 \quad (11)$$

Но при захвате ленты эксцентрик сжимает ее на величину не больше половины толщины h_l

$$R_3 = \delta_1 + \delta_2 + h_l + R_p - \frac{h_l}{2} = 2\delta_1 + R_p \quad (12)$$

где R_p - радиус ролика.

При этом для упрощения расчетов принимаем, что $\delta_1 = \delta_2$.

Уменьшение угла поворота эксцентрика предотвращает его самопроизвольный поворот на больший угол и способствует более надежному захвату ленты.

Начальная скорость движения ленты после ее обрыва может быть определена по формуле

$$v = \frac{t - kt^2}{1 - kt} \cdot f_u g \sin \alpha \quad (13)$$

Все вместе эти аналитические выражения составляют математическую модель эксцентрикового улавливающего устройства ленты наклонного конвейера при ее поперечном порыве, по которым возможно определить все необходимые конструктивные параметры улавливающего устройства.

$$\begin{cases} P_{cm} = (q_l + q_p) \rho l_n \rho k_{mp} \rho \sin \alpha - q_l l_o k_{mp} \\ N = \frac{m_1 g \cdot OC \cotg(\alpha_n) + P_{cm} \rho (OC + R) \rho \cos(\alpha_n)}{(OC + R) \cdot (k_{mp} - tg(\alpha_n))} \\ l_{max} = k_3 \rho R_p \rho \sin \alpha_2; \quad v = \frac{t - k \rho t^2}{1 - k \rho t} \rho f_u \rho g \rho \sin \alpha. \end{cases} \quad (14)$$

Выводы. Для удержания ленты наклонного конвейера при ее поперечном обрыве необходимо при помощи исполнительной части улавливающего устройства приложить к ленте заземляющее усилие, превышающее в несколько раз стягивающее усилие.

При увеличении стягивающего усилия, действующего на ленту, увеличиваются и силы, сжимающие оборванный конец ленты и предотвращающие ее сход вниз.

Список литературы

1. Л.Г. Шахмейстер, П.А. Ляшкевич, В.Г. Фохтин Ловители для наклонных ленточных конвейеров. М. ЦНИЭИуголь, 1972.г
2. Т.В .Александрова Эксцентриковый пристрій для уловлювання конвеєрної стрічки. Патент на корисну модель UA 25472 B65G 43/00 Бюл.№12 2007 р.
3. Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. Курс теоретической механики. Том 2. Динамика. М. «Наука». 1983 г. Стр. 172.

Рукопись поступила в редакцию 16.03.12

УДК 621.002.5

Л.А. БУГАЙ, ст.преподаватель, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ВОЗРОЖДЕНИЯ ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ КРИВБАССА

Предложены технологические методы повышения эксплуатационных характеристик поверхностей деталей машин и механизмов горной промышленности.

Постановка проблемы. Продукция отечественного производителя горного оборудования Кривбасса интенсивными темпами вытесняется зарубежными производителями буровой техники. В решении этой проблемы большую роль играет повышение качества продукции горного машиностроения путем непрерывного совершенствования конструкций и технологии изготовления буровой техники. В связи с этим непрерывно совершенствуются технологические процессы изготовления деталей, срок их службы во многом зависит и от состояния рабочей поверхности после ее формирования. Одним из методом окончательной обработки деталей является шлифование, которое, обеспечивая высокую точность изготовления, часто вызывает на шлифуемых поверхностях деталей появление шлифовочных трещин и прижогов. Это приводит к нерациональному использованию ресурса инструмента и ухудшению качества поверхностного слоя обрабатываемой заготовки и изыскание способов их устранения. Одним из таких решений является применение прерывистого шлифования.

Анализ публикаций. В соответствии с современными тенденциями развития технологии машиностроения, предусматривающими повышение производительности, точности и качества обработки, все большее значение приобретает процесс шлифования - один из важнейших способов обработки резанием. Широкому распространению шлифования способствует разработка новых высокопроизводительных абразивных материалов, инструментов и методов обработки. При этом шлифование становится конкурентом таким методам лезвийной обработки, как точение и фрезерование. Обработку ряда весьма точных поверхностей нужно производить преимущественно лишь абразивными инструментами. Тем не менее, процесс шлифования, являющийся финишным этапом обработки деталей машин и механизмов, в результате, которого происходит окончательное формирование поверхностного слоя, изучен не в полной мере. К основным проблемам, связанным с их обработкой, можно отнести адгезию, диффузию и химическое вза-