

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

*Студенты – Жарков К.Н.¹, 23 мо, 1 курс, ФТС;
Романюк В.Н.², 5 группа, 2курс, ФПМИ*

*Научные
руководители – Романюк Н.Н., к.т.н., доцент;
Агейчик В.А., к.т.н., доцент*

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь;*

*²Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ленточный конвейер (англ. belt conveyor) – транспортирующее устройство непрерывного действия с рабочим органом в виде ленты [1]. Он является наиболее распространённым типом транспортирующих машин и служит для перемещения разных грузов. В зависимости от свойств и природы перемещаемого груза угол наклона рабочей стороны ленты устанавливаются до 90°.

Цель данных исследований – повышение тягового усилия, передаваемого конвейерной ленте с уменьшением натяжения грузонесущей ветви ленты подъемных, уклонных и горизонтальных конвейеров увеличенной длины.

На рисунке 1 представлена оригинальная конструкция ленточного конвейера [1] (а – вид сбоку; б – схема совместного размещения роlikоопор грузонесущей и нерабочей ветвей ленты), состоящего из бесконечно замкнутой в вертикальной плоскости на головном 1 и концевом 2 барабанах ленты с опиранием ее грузонесущей 3 и нерабочей 4 ветвей на закрепленные на раме 5 прямые роlikоопоры 6 и 7 цилиндрической формы. При этом роlikоопоры 7 нерабочей ветви 4 ленты смещены относительно роlikоопор 6 грузонесущей ветви 3 вдоль конвейера и установлены с возможностью взаимодействия нерабочей ветви 4 ленты с роliками роlikоопор 6 грузонесущей ветви. Роliки роlikоопор 7 нерабочей ветви 4 конвейерной ленты смещены в вертикальной плоскости относительно роliков роlikоопор 6 грузонесущей ветви 3 с возможностью обеспечения максимального угла α обхвата снизу нерабочей ветвью 4 ленты роliков роlikоопор 6 грузонесущей ветви 3 за счет минимизации зазора между грузонесущей 3 и нерабочей 4 ветвями ленты в зоне размещения роlikоопор 7 нерабочей ветви 4 ленты.

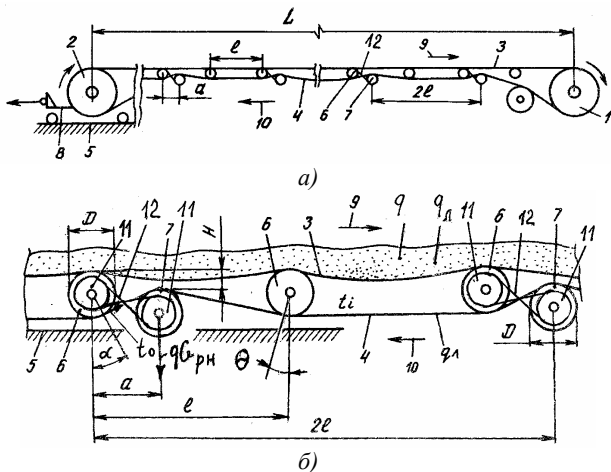


Рисунок 1 – Ленточный конвейер

Концевой барабан 2 выполнен приводным с синхронизацией его окружной скорости с окружной скоростью головного барабана 1 и выполняет одновременно функции натяжного барабана, поэтому он размещен на тележке 8, кинематически связанной с натяжным приспособлением. Смещение вниз по вертикали роликоопоры 7 нерабочей ветви 4 ленты относительно роликоопоры 6 грузонесущей ветви 3, соответствующее заданному углу α обхвата нерабочей ветвью ленты 4 ролика роликоопоры 6 грузонесущей ветви 3, определяется из соотношения:

$$H = [D(\cos \alpha + \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha) - \alpha \operatorname{tg} \alpha], \quad (1)$$

а минимальное смещение из условия отсутствия контакта между грузонесущей и нерабочей ветвями ленты, соответствующее максимально возможному углу α обхвата нерабочей ветвью ленты ролика роликоопоры грузонесущей ветви

$$H_{\min} = 0,5Kga(l - a)(q_n + q) / S, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; l – шаг расстановки роликоопор на грузонесущей ветви конвейера, м ; q_n , q – линейные массы соответственно конвейерной ленты и транспортируемого груза, кг/м ; S – натяжение грузонесущей ветви ленты в заданной точке трассы конвейера, Н ; D – диаметр роликов роликоопор грузонесущей и нерабочей ветвей ленты, м ; a – расстояние между осями роликов роликоопор грузонесущей и нерабочей ветвей ленты, м ; K – коэффициент запаса ($K > 1$), исключающий возможность контакта между грузонесущей и нерабочей ветвями ленты при максимально поднятой роликоопоре нерабочей ветви.

Рабочие опорные поверхности прямых роликоопор 7 цилиндрической формы нерабочей ветви 4 ленты и ближайшие к ним рабочие опорные поверхности прямых роликоопор 6 цилиндрической формы грузонесущей ветви 3 ленты жестко соединены на своих обоих торцах с соосными, оси симметрии которых совпадают с осями симметрии и вращения роликоопор 6 и 7, шкивами 11 одинаковых размеров ременной передачи, при этом эти ближайшие друг к другу шкивы 11 нерабочей и грузонесущей ветвей соединены друг с другом бесконечным ремнём 12, образуя перекрёстную ремennую передачу [3]. 9, 10 – направления движения грузонесущей 3 и нерабочей 4 ветвей конвейерной ленты.

Ленточный конвейер работает следующим образом.

При одновременном включении двигателей приводов головного 1 и концевого 2 приводных барабанов грузонесущая 3 и нерабочая 4 ветви ленты движутся в направлениях 9 и 10. Головной барабан 1 развивает тяговое усилие, необходимое для перемещения грузонесущей ветви 3, а концевой барабан 2 – для перемещения нерабочей ветви 4 с обеспечением необходимого натяжения конвейерной ленты в точке ее сбегания с приводного барабана 1. Для этого он совмещен с натяжным устройством конвейера, т.е. размещен на тележке 8 с возможностью ее смещения, например, с помощью кинематически связанного с тележкой противовеса. При этом, за счет взаимодействия нерабочей ветви 4 ленты с роликами роликоопор 6 грузонесущей ветви 3, которые лента огибает с углом обхвата α , всем роликам роликоопор 6, размещенных по тракту конвейера, сообщается крутящий момент, что обеспечивает передачу грузонесущей ветви 3 ленты соответствующих тяговых усилий для ее перемещения. Это, во-первых, снижает потребную величину тягового усилия, развиваемого головным приводным барабаном 1, и, во-вторых, соответственно существенно уменьшает величину максимального натяжения грузонесущей ветви 3 ленты. Тяговое усилие, передаваемое от нерабочей ветви ленты ролику первой (по ходу движения нерабочей ветви) из размещенных по длине конвейера смежных роликоопор грузонесущей ветви ленты, между которыми размещена роликоопора нерабочей ветви

$$W_{i1} = t_i (e^{f\theta} - l). \quad (3)$$

Тяговое усилие, передаваемое ролику второй роликоопоры грузонесущей ветви ленты

$$W_{i2} = t_0 (e^{f\alpha} - l), \quad (4)$$

где $t_0 = t_i e^{f\theta} + \{t_i e^{f\theta} 2 \sin[0,5(\alpha + \theta)] + gG_{pH} + gq_{\lambda} l \cos \beta\} w - gq_{\lambda} l \sin \beta$,

где t_i, t_0 – натяжения нерабочей ветви ленты в точках ее набегания, соответственно на первую и вторую роликоопору грузонесущей ветви, H ; θ, α – углы обхвата нерабочей ветвью ленты роликов первой и второй роликоопор грузонесущей ветви, рад; f – коэффициент трения между нера-

бочей ветвью ленты и роликами роlikоопор грузонесущей ветви, G_{pH} – масса вращающихся частей роlikоопоры нерабочей ветви ленты, кг, q_l – линейная масса ленты, кг/м, l – шаг расстановки роlikоопор на грузонесущей ветви ленты, w – коэффициент сопротивления движению нерабочей ветви конвейерной ленты по своим роlikоопорам, β – угол наклона конвейера; i – порядковый номер парных смежных роlikоопор грузонесущей ветви, $i \in [1, n]$, $n = \frac{L}{2l}$, L – длина конвейера.

Тяговое усилие, передаваемое нерабочей ветвью ленты роlikам двух смежных роlikоопор грузонесущей ветви и соответственно самой грузонесущей ветви ленты, определяется по формуле

$$W_i = W_{i1} + W_{i2}. \quad (5)$$

Суммарное тяговое усилие, передаваемое грузонесущей ветви ленты по всей длине конвейера, определяется как сумма тяговых усилий, реализуемых на всех n смежных роlikоопорах грузонесущей ветви ленты. Так как роlikоопора 6 грузонесущей ветви 3 ленты нагружена линейной массой конвейерной ленты и транспортируемого груза q , то она получает со стороны грузонесущей ветви 3 ленты значительный вращающий момент, который с помощью шкивов 11 и бесконечного ремня 12 перекрёстной ременной передачи передаётся к роlikоопоре 7 нерабочей ветви 4 ленты, в результате чего роlikоопора 7 оказывает дополнительное тяговое усилие на нерабочую ветвь 4 ленты, при этом натяжение ленты по всей её длине распределяется более равномерно. Такое уменьшение, в том числе максимального натяжения грузонесущей ветви ленты, играет важную для подъемных, уклонных и горизонтальных конвейеров увеличенной длины, позволяя исходя из условия прочности уменьшать толщину ленты, что в свою очередь не только снижает её стоимость, но и в прямой зависимости увеличивает её долговечность [3].

Предлагаемое техническое решение обеспечивает также надежное улавливание обеих ветвей при возможном обрыве конвейерной ленты за счет увеличения силы трения между ними, благодаря увеличенным углам обхвата нерабочей ветвью ленты роlikов роlikоопор грузонесущей ветви.

Предложенная оригинальная конструкция ленточного конвейера позволяет существенно увеличить тяговое усилие, передаваемое конвейерной ленте, с уменьшением натяжения грузонесущей ветви ленты подъемных, уклонных и горизонтальных конвейеров увеличенной длины, что позволит увечить длину конвейеров и их производительность при предельных углах наклона конвейеров, а также увеличить ресурс конвейерной ленты за счет снижения нагрузок на нее.

Список использованных источников

1. Большая Советская Энциклопедия. Гл. ред. А.М. Прохоров, 3-е изд. Т. 14. Куна – Ломаи, 1973. – 624 с.
2. Ленточный конвейер : патент 10043 U Респ. Беларусь, МПК В 65G 15/00 ; В 65G 15/60 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, В.Н. Романюк, Е.С. Курьян ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20130755 ; заявл. 26.09.2013; опубл. 30.04.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2. – С.142–143.
3. Детали машин в примерах и задачах / С.Н. Ничипорчик [и др.]; под ред. С.Н. Ничипорчика. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Выш. шк., 1981. – С. 139–151.

УДК 621.825

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ МУФТА

*Студенты – Лакутя С.М., 5 мот, 2 курс, ФТС;
Кравцов Д.С., 5 мот, 2 курс, ФТС*

*Научные
руководители – Романюк Н.Н., к.т.н., доцент;
Сашко К.В., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Предохранительная муфта – это муфта, которая кроме соединения валов при необходимости ограничивает передаваемый крутящий момент и защищает детали машин от поломок при перегрузках. Предохранительные муфты располагают как можно ближе к месту возможного возникновения перегрузки. Муфты работают при строгой соосности валов.

Цель данных исследований – повышение надежности работы предохранительной муфты и расширение ее эксплуатационных возможностей.

Проведенный патентный поиск показывает, что известна предохранительная муфта [1], содержащая ведущую шестерню, свободно установленную на валу и имеющую полость, внутри которой по ее цилиндрической поверхности расположена пружина, ведомую втулку, жестко закрепленную на валу и имеющую выступ.

Недостатками ее являются ненадежность работы и отсутствие регулировки муфты на величину предельного крутящего момента. Первое обусловлено тем, что при превышении предельного крутящего момента пружина выходит из своего рабочего положения и после остановки механизма не возвращается в первоначальное положение. Второе обусловлено отсутствием механизма регулировки муфты.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана оригинальная конструкция предохранительной муфты [2] (рисунок 1: а) – общий вид; б – разрез А-А), содержащей ведущую