

УДК 622.6

СХЕМА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ФУТЕРОВКИ БАРАБАНА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Грудачев А.Я., канд. техн. наук, проф.,
Малапура А.А., аспирант, Хиценко Н.В., ассистент
Донецкий национальный технический университет

Разработан экспериментальный стенд для испытания износостойкости футеровки приводного барабана ленточного конвейера.

Experimental stand for testing of endurance of the driving drum's lining of the belt conveyor is developed.

Проблема и ее связь с научными или практическими задачами. В настоящее время высокие требования к техническому уровню современных горных транспортных систем, непрерывное увеличение их мощности, производительности, скоростей и других параметров, а также все усложняющиеся условия их работы делают весьма актуальными разработки в области повышения эффективности передачи тягового усилия на приводных барабанах ленточных конвейеров, как одного из наиболее производительных видов транспорта.

Значительное повышение коэффициента сцепления ленты с приводным барабаном достигается благодаря применению резиновых футеровочных пластин. Процесс взаимодействия ленты с футеровкой достаточно детально рассмотрен в работах М.А. Котова, В.А. Дьякова, В.С. Жарикова [1,2], относящихся к 60-м – 70-м годам прошлого столетия.

Однако, в связи с трагедиями последних лет, произошедшими на шахтах Украины из-за пожаров на ленточных конвейерах, сейчас футеровка барабанов должна быть трудногорючей. Разрешения Государственного надзора за охраной труда Украины на использование в подземных условиях имеют футеровки типа ТГ, выпускаемые ЗАО «Курскрезинотехника» (Россия), и футеровки TIP-TOP REMAGRIP (Германия). Исследования механических свойств, определяющих процесс передачи тягового усилия, данных футеровок не проводились. Следовательно, их испытания актуальны.

Анализ исследований и публикаций. Уменьшение скольжения ленты по приводному барабану, а следовательно, уменьшение изна-

шивания ленты и поверхности барабана можно достигнуть, применяя эластичную футеровку [1]. При набегании конвейерной ленты на футерованный барабан происходит совместная деформация ленты и футеровки. Растянутая лента под действием эксцентрично приложенных касательных усилий испытывает деформации сдвига, а футеровка и нижняя обкладка ленты еще и деформации сжатия. На дуге относительного покоя происходит совместная деформация нижней обкладки и футеровки, возрастающая до тех пор, пока зона контакта футеровки и ленты удерживается силами трения.

В точке окружности барабана, в которой силы упругости ленты и футеровки превышают уравнивающие их силы трения, происходит срыв контакта и начинается упругое скольжение.

Эксперименты показывают [1], что при жесткой поверхности барабана сдвигающие контактные силы τ на дуге относительного покоя практически отсутствуют и, следовательно, тяговое усилие на этой дуге не передается. При эластичной футеровке на дуге относительного покоя имеют место контактные силы трения и, следовательно, на ней передается часть общего тягового усилия.

Наилучшие условия работы фрикционного приводного устройства осуществляются при отсутствии дуги относительного скольжения. В этом случае передача тягового усилия происходит только на участке дуги относительного покоя, которая распространяется на всю дугу обхвата. Такую передачу тягового усилия можно осуществить только на футерованном барабане [3].

Однако при большом количестве циклов деформации и релаксации происходит снижение упругих свойств футеровки, а также ее износ. Из-за этого увеличивается жесткость футеровки на сдвиг j , равная:

$$j = G / h,$$

где G – модуль сдвига, h – толщина футеровки.

Следовательно, уменьшается дуга покоя, равная:

$$\alpha_n = \frac{f S_{нб}}{R^2 j v},$$

где f – коэффициент сцепления; $S_{нб}$ – набегающее усилие; R – радиус барабана; v – относительная разность скоростей обечайки и ленты в точке набегания.

А также увеличиваются потери мощности на трение упругого скольжения конвейерной ленты по барабану, выражающееся следующим интегралом:

$$\Delta P = \int_{\alpha_n}^{\alpha_0} \tau_{(\alpha)} R V_{\text{ск}} d\alpha,$$

где α_0 – угол обхвата барабана лентой; τ – касательные напряжения; $V_{\text{ск}}$ – скорость относительного скольжения конвейерной ленты по поверхности футеровки.

В работе [4] приводится формула для определения интенсивности износа трущейся ленты и футеровки:

$$Y_k = \frac{Z_1}{2\pi R} \left(\frac{E}{1-\nu^2} \right)^{t-\beta t-1} \left(\frac{q\sigma_0}{Z_2\sigma_1} \right)^t \frac{\tau_{\text{max}}^{1+\beta t} S_{\text{max}}}{2 + \beta t} + \frac{S_{\text{нб}}}{E} \left[1 + \frac{e^{-\left(\alpha_0 - 20 \frac{h}{k}\right)kf} - 1}{kf\alpha_{\text{ск}}} \right] \cdot 100\% ,$$

где E – модуль упругости конвейерной ленты на растяжение; q – коэффициент, зависящий от эластичных свойств материала; t – коэффициент усталости резиновой обкладки ленты; β , Z_1 , Z_2 – константы, зависящие от шероховатости опорной поверхности и ее геометрии; k – безразмерный коэффициент, учитывающий упругие свойства гибкой связи.

Однако из этой формулы трудно выделить величину интенсивности износа только футеровки. К тому же, не приведена методика для определения величины коэффициентов q , t , β , Z_1 , Z_2 .

Поэтому необходимы дальнейшие экспериментальные исследования по изучению износостойкости эластичных футеровок, включающей определение их износа и усталостной прочности. Однако стенды для проведения таких исследований отсутствуют.

Постановка задачи. Целью данной работы является разработка экспериментального стенда для исследования износа и усталостных явлений футеровки при ее взаимодействии с лентой.

Изложение материала и результаты. Работу футеровки можно определить следующими этапами цикла, изображенными на рис.1: I – сжатие под действием набегающей ленты; II – сдвиг и сжатие под действием ленты при ее относительном движении по барабану; III –

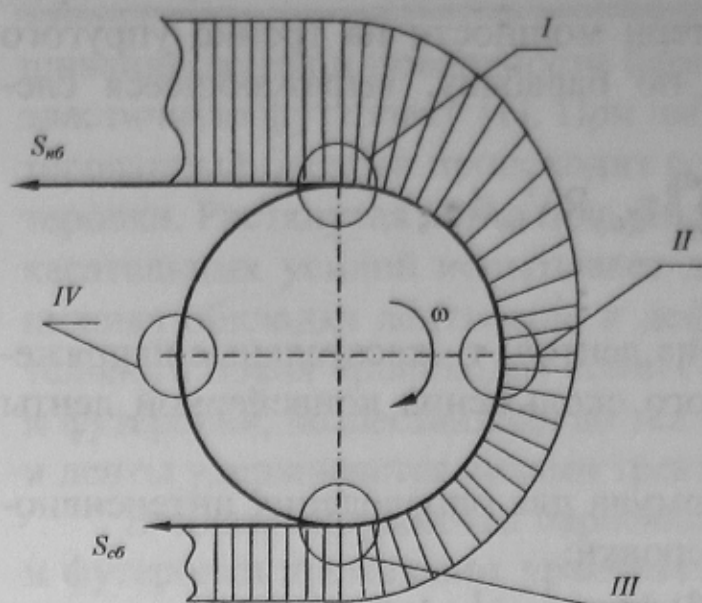


Рисунок 1 – Взаимодействие футеровки с лентой

снятие нагрузки при сбегании ленты с барабана; IV - возвращение футеровки барабана к началу цикла.

Кинематическая схема станда для испытания износостойкости футеровки приведена на рис.2.

На секторе 5, повторяющем контур барабана закрепляется экспериментальный отрезок футеровки. На прижимной пластине 11 закреплен отрезок ленты.

Установка реализует че-

тырехтактный цикл работы футеровки следующим образом:

- 1) сжатие футеровки лентой выполняется механизмом, состоящим из кулачка 2 и переключины 1, которая жестко соединена с прижимной пластиной 11;
- 2) сдвиг при сжатии выполняется кулачком 3, давящим на левую пластину сектора 5;
- 3) отрыв ленты от футеровки происходит под действием пружин 7;
- 4) пружина 9 возвращает сектор в исходное положение.

Прижимная пластина 11 движется по четырем направляющим стержням 8, закрепленным в корпусе станда 10. Вал 4, на котором закреплены кулачки 2 и 3, соединен с двигателем. Для определения количества циклов нагружения на вал ставится тахометр. Работа кулачков синхронизируется для обеспечения точности перехода одного цикла в другой.

Выводы и направления дальнейших исследований. В данной статье впервые разработана кинематическая схема экспериментального станда для определения износостойкости резиновых пластин для футеровки приводных барабанов ленточных конвейеров.

Для определения износа толщина исследуемой футеровки замеряется до и после ее испытания на станде. Применение станда также позволяет определить, после какого количества циклов нагружения резиновая футеровка теряет свои упругие свойства и начинает работать как жесткая.

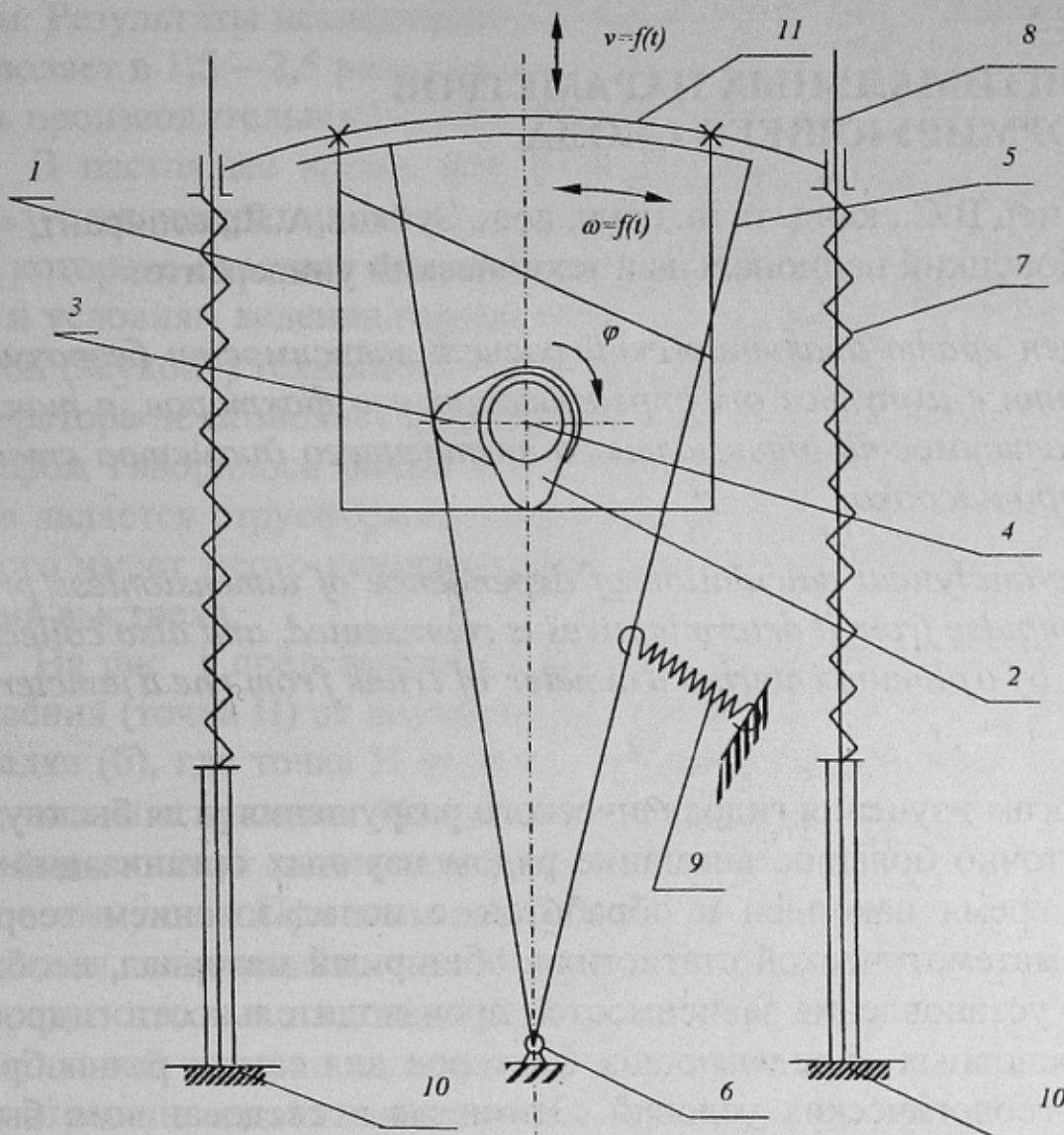


Рисунок 2 – Кинематическая схема станда для испытания износостойкости футеровки

Дальнейшим направлением исследований является изготовление станда, планирование и проведение эксперимента, обработка полученных данных с помощью современных средств программирования.

Список источников

1. Котов М.А., Дьков В.А. Некоторые вопросы теории приводного барабана ленточного конвейера. – В кн. Проблемы совершенствования технологических схем и средств рудничного транспорта. – М.: Недра, 1967, - с.90-108.
2. Дьяков В.А., Жариков В.С. Влияние геометрических и конструктивных параметров приводных барабанов на процесс передачи тяговой силы конвейерной ленте. // Шахтный и карьерный транспорт. Вып.2. Под. ред. члена-корреспондента АН СССР А.О. Спиваковского – М.: Недра, 1975, - с.39-44.
3. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. – 2-е издание, переработано и дополнено – М.: Машиностроение, 1987, - 336с.
4. Малютин М.А. О толщине изношенного слоя обкладок лент и футеровок барабанов ленточных конвейеров при их взаимодействии.// Горный журнал, №2, 1996. – с.116-121.