

УДК 622.647.21:621.867.21.065.3.016(045)

В. А. ТРОЙНИЧ¹

Д. В. ГРИДЮШКО²

¹ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» (Солигорск, Беларусь)

²ООО «Завод Бургормаш» (Солигорск, Беларусь)

УМЕНЬШЕНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ ЛЕНТ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Аннотация

Указана одна из основных причин выхода из строя ленточных конвейеров, в частности из-за неравномерного распределения нагрузки на соединения ленты механическим способом посредством П-образных скоб. Были рассмотрены варианты уменьшения неравномерного распределения нагрузки посредством нанесения клеевого слоя на соединяемые концы ленты конвейера. По итогу можно сделать вывод, что данный метод приводит к уменьшению наибольшей силы взаимодействия скобы и ленты.

Ключевые слова:

ленточный конвейер, П-образная скоба, транспортная лента, прочность стыков.

Ленточный конвейер – транспортирующее устройство непрерывного действия с объединённым грузонесущим и тяговым органом в виде замкнутой (бесконечной) гибкой ленты [1]. Конвейеры предназначены для транспортирования сыпучих и кусковых материалов насыпной плотностью до 2,4 т/м³, крупность куска – не более 40 мм. В процессе работы конвейер принимает транспортируемый материал от предыдущего ленточного конвейера (или грохота), транспортирует его и перегружает (сгружает) на место складирования (конус). Тяговым и одновременно грузонесущим органом конвейера является закольцованная вокруг концевых барабанов лента. Ленточные конвейеры активно применяют в калийной отрасли, в том числе на предприятии ОАО «Беларуськалий». Из всего парка конвейерных установок около 90 % составляют ленточные конвейеры.

Машины конвейерного транспорта горнодобывающих предприятий страны, а также ближнего и дальнего зарубежья включают в себя огромное количество различных видов ленточных конвейеров, общая протяженность которых достигает несколько километров.

Работоспособность конвейеров является важной составляющей высоких технико-экономических показателей предприятий горнодобывающей промышленности. Поэтому проектирование работы конвейеров необходимо для поддержания высоких технико-экономических показателей предприятия.

Как и любое оборудование, ленточный конвейер в процессе своей работы подвержен различным поломкам. Одна из основных причин выхода из строя – разрушение соединения ленты механическим способом посредством П-образных скоб, при котором соединение происходит с помощью

предназначенных для этого механических соединителей. Как правило, прочность стыков не превышает 60 %...70 % от прочности ленты.

Изготовление стыка при помощи П-образных скоб, когда концы ленты скреплены П-образными скобами, изображено на рис. 1.

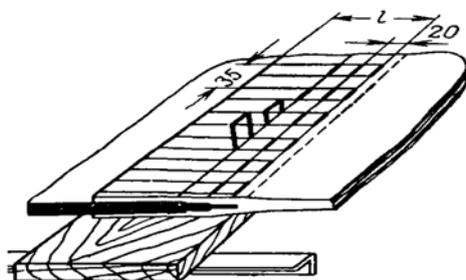


Рис. 1. Скрепление концов ленты П-образными скобами [2]

Скрепление П-образными скобами происходит следующим образом:

- стыкуемые концы конвейерной ленты размещаются на ровном деревянном щите и осуществляется геометрическая разметка стыка;
- лента специальным ножом отрезается под прямым углом;
- концы ленты разделяются в виде ступенчатого клина, а разделанные концы протирают бензином и дважды промазывают клеем;
- в расслоенный конец ленты вкладывают конец другой ленты, а стык тщательно прикатывают и простукивают молотком;
- оба конца скрепляют пробитыми сквозь ленту рядами П-образных скоб, соблюдая расстояние между рядами скоб по длине стыка – 20 мм, между скобами по ширине ленты – 20 мм, между последующим ним рядом скоб и кромкой конца расслоенной ленты – 10 мм (скобы забиваются в ленту так, чтобы они не выступали над поверхностью ленты).

Полученное соединение имеет достаточно высокую прочность, однако она ограничена неравномерностью распределения нагрузки и из-за этого теряется прочность соединения, приводящая к поломкам. Повысить прочность соединений возможно при использовании наклонных скоб за счет уменьшения неравномерности распределения нагрузки.

Рассмотрим влияние нанесения клеевого слоя на распределения усилий между рядами скоб. В первом случае будем эксплуатировать транспортную ленту ленточного конвейера типа 2ШТК-100 сразу же после соединения скобами и не будем дожидаться полной вулканизации клея.

Для начала рассмотрим характер распределения нагрузки между рядами скоб и клеевой прослойкой. Для этого клеевую прослойку разобьем по длине соединения на дискретные участки, примыкающие к рядам скоб. Ряд скоб и примыкающий к нему участок клеевой прослойки промоделируем двумя параллельными упругими элементами. Заменяем два элемента одним упругим с эквивалентной податливостью $C_{эк}$, которая находится по формуле

$$C_{\text{Эк}} = \frac{C_k C_{nk}}{C_k + C_{nk}}, \quad (1)$$

где $k = 1, 2, \dots, N_p$; C_{nk} – податливость клеевой прослойки, определяемая формулой

$$C_{nk} = \frac{H_{BO} + H_{HO}}{G_p l_k B}, \quad (2)$$

где H_{BO} , H_{HO} – толщина верхней и нижней обкладки ленты соответственно; G_p – модуль сдвига обкладочной резины ленточного конвейера; B – ширина ленточного конвейера.

Значение C_k определяется из ряда выражений [3]:

$$H_1 = H_0 + \frac{H_c}{2}; \quad C_k = \frac{k_g H_1^3}{48 E_c I_k M_k}; \quad I_k = \frac{\pi d_k^4}{32}, \quad (3)$$

где H_0 – толщина ленты ленточного конвейера, $H_0 = 12,5$ мм; H_c – толщина сердечника ленты ленточного конвейера, $H_c = 6,0$ мм; E_c , I_k – модуль упругости и момент инерции поперечного сечения двух ножек П-образной скобы; M_k – число скоб в k -м ряду ленточного конвейера; k_g – коэффициент, учитывающий увеличение податливости скоб за счет контактных деформаций ленты ленточного конвейера.

Остальные параметры ленты типа 2ШТК-100 имеют следующие значения:

$$\delta = 4,6 e^{-9} \text{ м/Н}; \quad C = 39,2 e^{-9} \text{ м/Н}; \quad H_{BO} = 4,3 \text{ мм}; \quad H_{HO} = 2,1 \text{ мм}; \quad G_p = 1,7 \text{ МПа}; \quad B = 0,75 \text{ м}; \\ l_k = 21 \text{ мм}; \quad d_k = 2,1 \text{ мм}.$$

Во втором случае будем эксплуатировать транспортную ленту ленточного конвейера только после полной вулканизации клея. При этом вулканизация клея будет происходить при ненагруженном соединении стыка. Тем самым образуется два типа соединения концов ленты (клеевое и посредством скоб), действующие одновременно.

После того как определили $C_{\text{Эк}}$ и C_{nk} , определим усилие $X_{\text{Эк}}$, воспринимаемое k -упругим элементом с эквивалентной податливостью, которое распределяется между рядом скоб и участком клеевой прослойки следующим образом, указанным в формулах

$$X_k = X_{\text{Эк}} / \left(\frac{C_k}{C_{nk}} \right); \quad (4)$$

$$X_{nk} = X_{\text{Эк}} / \left(\frac{C_{nk}}{C_k} \right), \quad (5)$$

где X_{nk} – усилие, воспринимаемое k -м участком клеевой прослойки ленточного конвейера.

Исходя из всех вышеизложенных данных, рассчитав наибольшую силу взаимодействия скобы и конвейерной ленты для двух случаев, по итогу получаем, что в первом случае, когда стыковое соединение эксплуатируется до полной вулканизации клеевого слоя, наибольшая сила взаимодействия скобы и ленты равна 0,0096 Р. Во втором случае, когда начинается эксплуатация соединения только после полной вулканизации клеевого слоя, наибольшая сила равна 0,0066 Р, т. е. в 1,43 раза меньше.

Из этого можно сделать вывод, что применение двух типов соединения концов ленты (клеявого и посредством скоб) приводит к уменьшению наибольшей силы взаимодействия скобы и ленты, способствует выравниванию действующей на ленту нагрузки и тем самым увеличивает прочность многоядерных стыков соединений, что позволяет поддерживать высокую работоспособность ленточных конвейеров, влияющих на уровень технико-экономических показателей предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mining Wiki – свободная шахтерская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://miningwiki.ru/wiki/Ленточный_конвейер. – Дата доступа: 29.08.2023.
2. Инструкция по выбору, монтажу и эксплуатации конвейерных лент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293731/4293731208.pdf>. – Дата доступа: 01.09.2023.
3. Сопротивление материалов / Г. С. Писаренко [и др.]; под ред. Г. С. Писаренко. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1973. – 696 с.

Контакты:

onti@sipr.by, ipr@sipr.by (Тройнич Виталий Александрович);
gridushko@burgormash.by, onti@sipr.by, ipr@sipr.by (Гридюшко Дмитрий Валерьевич).

V. A. TROINICH, D. V. HRYDZIUSHKA

DECREASE LOADS P-SHAPED SKOB MECHANICAL CONNECTIONS RUBBER-FABRIC TAPES BELT CONVEYORS

Abstract

The article indicates one of the main reasons for the failure of belt conveyors, in particular, due to the uneven distribution of the load tape connections mechanically method using P-shaped skob. Options were considered to reduce the uneven distribution of the load by applying an adhesive layer to the connected ends of the tapes conveyor. As a result, we can conclude that this method leads to a decrease in the greatest force of interaction between the skob and the tape.

Keywords:

belt conveyor, P-shaped skob, belt transport, strength compounds.