

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ І ПРАКТИЧНИХ РОБІТ НАПРАВЛЕНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЯГОВОГО ОРГАНУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Калініченко Ю.П., Терезюк П.С.
Криворізький національний університет

Проаналізовано результати теоретичних і практичних робіт направлених на підвищення надійності стрічки конвеєра. Розглянуто фактори, які впливають на технічний стан стрічки. Проаналізовано існуючі схеми надійності стрічки. Розглянуті інноваційні технології по визначенню технічного стану стрічки. Зроблено висновок, що вплив зміни зусилля натягнення стрічки під час роботи недостатньо розглянутий, і потребує подальшого дослідження.

Ключові слова: стрічка конвеєра, зусилля натягнення, надійність, технічний стан, каркас.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На гірничодобувних та металургійних виробництвах стрічкові конвеєри включені до технологічних ліній, а значить від їх надійності, та продуктивності наряду залежить ефективність експлуатуючого підприємства [1]. Вплив шкідливих факторів, та неналежна експлуатація приводять до швидкого зношення стрічки, яка є самим коштовним елементом конвеєра [1]. Пошкоджена стрічка потребує ремонту або заміни ураженої ділянки, на конвеєрі подібні роботи проводяться тільки при його зупинці. Небажані простой ведуть до зниження продуктивності, втрати часу, витрат на ремонтні матеріали та простою усієї технологічної лінії за конвеєром [2].

Постановка завдання. Для підвищення ефективності використання стрічкового конвеєра необхідно підвищити термін експлуатації його стрічки. Систематизувати та проаналізувати результати теоретичних і практичних робіт, і запропоновані рішення проблеми – швидкого зношення конвеєрної стрічки. Розглянути роботи по вивченню факторів, та причин, які впливають на технічний стан стрічки, та проаналізувати розроблені моделі надійності стрічок. А також ознайомитись з досвідом експлуатації нових розробок по визначенню технічного стану стрічки в режимі он-лайн.

Аналіз досліджень і публікацій. Тяговий орган стрічкового конвеєра на гірничодобувних підприємствах працює в надтяжких умовах головними причинами їх швидкого зношення при транспортуванні крупно кускового матеріалу є абразивність вантажу та динамічне навантаження на стрічку [1]. Динамічне навантаження суттєво впливає на термін служби стрічки, але створення ізолюючої підсипки частково ліквідує негативний вплив крупнокускового вантажу, при проходженні звантаженої стрічки по роликкоопорам. За рахунок утворення шару (подушки) м'якого матеріалу вдалося збільшити площину дії великих мас окремих кусків на стрічку. Подушка з м'якої фракції матеріалу утворюється природним шляхом коли під дією вібрації м'які частинки просипаються на поверхню стрічки, але для забезпечення необхідної товщини шару подушки використовують ударний пристрій, який розташований під стрічкою після зони звантаження. Використання такого пристрою дозволило збільшити швидкість природної сегрегації матеріалу, за рахунок чого зменшити динамічне навантаження на стрічку. На динамічне навантаження стрічки конвеєра впливає також параметр її натягнення [2] [3], але не досліджено вплив зміни цього параметру на швидкість зношення.

Була запропонована модель терміну служби стрічки виконано на ЕОМ [3]. В результаті проведених моделювань було отримано залежність часу експлуатації стрічки від запасу міцності.

За результатами моделювання зроблено невірний висновок, що при підвищенні коефіцієнту запасу стрічки на одиницю, ресурс стрічки підвищується в декілька раз.

Даний висновок протиречить результатам проведеного аналізу роботи конвеєрів на гірничодобувних підприємствах. Запропонована автором залежність кривої в тому зображена на рис. 1 некоректна. Згідно графіка слідує, що при збільшенні зусилля натягнення стрічки в місці звантаження на 10 кН ресурс роботи стрічки підвищується в декілька раз. Така залежність не підтверджується жодним літературним джерелом. Але зміна параметру натягнення стрічки, має суттєвий вплив на термін експлуатації тягового органу конвеєра [3]. Автором вперше була реалізована спроба розглянути стрічку – як систему, по розробленій моделі надійності стрічки можна зробити висновок, що стрічка представляє собою систему, яка набрана з окремих елементів, і стрічка залишається працездатною, до останнього її цілого елемента. Подібний висновок не вписується в досвід практики використання стрічкових конвеєрів.

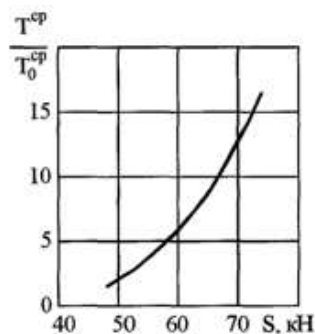


Рис. 1. Залежність відносного ресурсу стрічки від її натягнення в зоні звантаження.

Джерело: [3]

Головними видами зношення конвеєрної стрічки, які приводять до її виходу з ладу, при транспортуванні крупно кускового матеріалу є ударне втомне руйнування каркасу і абразивне зношення робочої обкладки [3].

Проаналізувавши практику експлуатації можна зробити висновок, що ні верхня ні нижня обкладка, ні брекерна тканина не сприймають повздовжні навантаження, які створюються переміщенням транспортуемого матеріалу під час руху стрічки, а також натяжним пристроєм, та тяговим зусиллям натяжного барабану. Абразивне зношення цих частин має непрямий вплив на надійність стрічки, але їх повне зношення, приводить майже до миттєвого руйнування каркасу стрічки. Виходячи з цих тверджень на рис. 2 приведена схема надійності стрічки [3].



Рис. 2. Структурна схема надійності стрічки, як складної конструкції: O – верхня чи нижня обкладка; K – каркас стрічки.

Джерело: [3]

Виходячи з рис. 1, для того щоб стрічка конвеєра втратила свою працездатність необхідне повне руйнування каркасу, це можливе лише після руйнування верхньої, або нижньої обкладки [3]. Отже надійність стрічки з рис. 1. можна представити у вигляді формули

$$P_c = P(O)_{роб.о.} \cdot P(K)$$

де $P(O)_{роб.о.}$ – ймовірність безвідмовної роботи верхньої обкладки;

$P(K)$ – ймовірність безвідмовної роботи каркасу стрічки.

Об'єктивним критерієм відмови стрічки є зниження прочності стрічки при повздовжньому розтягненні нижче допустимого рівня. Значить небезпечним є фактор ударно втомного зношення, та його вплив на технічний стан стрічки в небезпечних перетинах, які піддалися ударним навантаженням. Для розрахунку фізико-механічного критерію працездатності каркасу, доцільно використовувати швидкість удару крупних кусків вантажу по верхній стрічці д час завантаження, $v_y = \sqrt{2gH}$ [3], враховуючи параметр кута падіння завантажуючого матеріалу отримано формулу

$$v_y = v_n \sin \alpha = \frac{v_n M g}{8\pi \left(\frac{h_n + 2r_k}{B_n} S_n + \frac{0,3D_x}{h_n + 2r_k} \right)}$$

де v_n – швидкість стрічки, м/с;

S_n – натягнення стрічки, Н;

D_x – циліндрична жорсткість стрічки в прокольному напрямку, Н · м;

B_n – ширина стрічки, м;

h_n – товщина стрічки, м;

$r_k = R$ – радіус закруглення гострокутної частини куска вантажу;

M – маса куска, кг;

α – кут між дотичної до поверхні ролика в точці удару і направлення швидкості руху стрічки.

Таким чином, ймовірність безвідмовної роботи стрічки в цілому дорівнює безвідмовності роботи верхньої та нижньої обкладки а також каркасу. Середній строк служби стрічки за двома критеріями можна виразити

$$T_{cp.cmp} = \int_0^{\infty} P_o(t) P_k(t) dt$$

Визначити $T_{cp.cmp}$ практично неможливо через нерівномірність розподілення зусилля натягнення по ширині, товщині і довжині стрічки, і параметрів кусків завантажуючого матеріалу, але враховуючи, що закони визначення ймовірності відносяться до старіючих, то можна визначити верхню і нижню границю часу $T_{cp.cmp}$ [3].

Аналізуючи розрахунки автора циліндричною жорсткістю було знехтування через її мале значення, і сконцентровано увагу на параметрах куска вантажу. Але не було звернено достатньої уваги на параметр натягнення стрічки, та не розглянуто вплив зміни натягнення у часі на швидкість удару куска вантажу, адже від нього залежить і циліндрична жорсткість стрічки, величина провісу стрічки, а отже і висота падіння вантажу.

Стрічка під час роботи, особливо у важких умовах, потребує постійного догляду. Під час роботи

каркас піддається дії значних зусиль, які приводять до коливання стику металевих тросів, обриву елементів, прогресуванню корозії, що веде до аварії. Саме тому вчасне виявлення скритих пошкоджень дозволить швидко відремонтувати пошкоджену ділянку, та не допустити розростання цих пошкоджень.

Одна з найпрогресивніших систем онлайн моніторингу конвеєрних стрічок, з металотросовим каркасом використовується у шахтах Чэнчжуан у групі Цзиньмэй Китай. Для отримання даних про каркас стрічки, а саме визначення коливання стику, пориви тросів, втому, корозію та інші пошкодження, використовують слабо магнітну інспекцію, яка заснована на принципі «векторного синтезу просторового магнітного поля» [4]. Принцип дії електромагнітних – магнітоелектричних датчиків, які використовуються зображено на рис. 3.

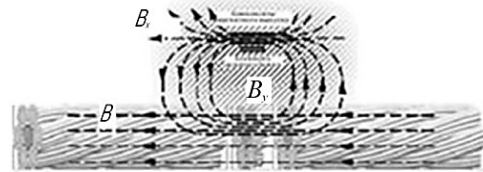


Рис. 3. Електромагнітний – магнітоелектричний датчик

Джерело: [4]

Датчик складається з двох підсистем. Перша генерує слабе електромагнітне поле B_x , яке взаємодіє з магнітним полем B , створене елементом металевого каркасу стрічки, до створення магнітного поля B_y . Друга підсистема датчику з високою чутливістю перетворює зміни змінної величини B_y у відповідний електричний сигнал. За допомогою розробленого програмного забезпечення РТЛТСКV1.0, та високого ступеня інтеграції комп'ютерів електричний сигнал отриманий від датчиків обробляється і порівнюється з еталонним сигналом, після чого на монітор оператора виводяться результати, система може оповіщати про тривогу в реальному часі, яка буде відображати статус технічного стану каркасу стрічки, його внутрішню структуру, і голографічне зображення перспективи розповсюдження дефектів [4].

Перспективним напрямком визначення залишкового ресурсу і технічного стану стрічки в режимі он-лайн – є вібродіагностика. Її суть полягає у аналізі частот власного коливання стрічки [5].

В роботі [5] було визначено, що кожен з видів пошкоджень стрічки індивідуально впливає на частоти власних коливань стрічки. Повздовжній порив каркасу характеризується збільшенням частоти власних коливань, а поперечний порив каркасу характеризується падінням частоти повздовжньої форми коливань. Абразивне зношення змінює форму коливань стрічки, що дає змогу ідентифікувати загальний ступінь зношення окремої частини стрічки.

Порівняння форм коливання пошкодженої та цілої стрічки показує наявність суттєвих змін. Спосіб визначення технічного стану стрічки шляхом вібродіагностики є дуже складним так, як при малому зношенню стрічки зміна конфігурації форм коливань є дуже мала. Адекватна оцінка ступеня руйнування сердечника конвеєрної стрічки, виконана на основі пропонованої методики, дозволить продовжити міжремонтний період стрічки.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Проведені дослідження та практика використання показує, що швидке зношення стрічки викликане

впливом шкідливих факторів та неналежною експлуатацією. Серед основних факторів, які приводять до абразивного зношення обкладки стрічки та пориву її каркасу варто виділити зусилля натягнення стрічки, від якого залежать параметри коливання стрічки, а отже і динамічне наванта-

ження, та умови контакту завантажуемого вантажу зі стрічкою. Зміна зусилля натягнення стрічки під час роботи конвеєра потребує більш глибокого дослідження. В подальшому необхідно розробити дослідний стенд, та вивчити як змінюється зусилля натягнення стрічки в часі.

Список літератури:

1. Волотковский В. С., Нохрин А. Г., Герасимова М. Ф. Износ и долговечность конвейерных лент. – М.: Недра, 1976 г. – 176 с.
2. Ерофеева Н. В. Исследование сегрегации груза на ленточном конвейере под воздействием ударных импульсов: дис. кандидата техн. наук: 05.05.06 / Н. В. Ерофеева – Кемерово, 2011. – 178 с.
3. Шуткин И. В. Оценка долговечности резинотканевых конвейерных лент при ударно-усталостном и абразивном изнашивании на горнах предприятий: дис. кандидата техн. наук: 05.05.06 / И. В. Шуткин – М., 2000. – 181 с.
4. Автоматическая система онлайн мониторинга в реальном времени для резинотросовой ленты ТСК. – Режим доступа: www.tek-cn.com/ru
5. Рыбкин С. К. Прогнозирование технического ресурса резинотканевых конвейерных лент для горной промышленности при ударном разрушении крупнокузовым грузом: дис. канд. техн. наук / С. К. Рыбкин – М.: МГИ, 1990 г. – 155 с.

Калиниченко Ю.П., Терезюк П.С.

Криворожский национальный университет

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЯГОВОГО ОРГАНА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Аннотация

Проанализированы результаты теоретических и практических работ направленных на повышение надежности ленты конвейера. Рассмотрены факторы влияющие на техническое состояние ленты. Проанализированы существующие схемы надежности ленты. Рассмотрены инновационные технологии по определению технического состояния ленты. Сделано вывод, что влияние изменения усилия натяжения ленты во время работы недостаточно изучены, и требует дальнейшего исследования.

Ключевые слова: лента конвейера, усилие натяжения, надежность, техническое состояние, каркас.

Kalinichenko Y.P., Terezuk P.S.

Kryvyi Rih National University

ANALYSIS OF THEORETICAL AND PRACTICAL WORK AIMED AT ENHANCING RELIABILITY TRACTION BODY BELT CONVEYORS

Summary

The results of theoretical and practical work aimed at improving the reliability of the conveyor belt. The factors influencing the technical condition of the tape. Analyzed the existing scheme reliability tape. Considered innovative technologies for the technical condition of the tape. Conclude that the effect of the change effort belt tension during operation poorly understood and requires further investigation.

Keywords: conveyor belt, the tensile force, reliability, technical condition, the frame.