

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

Проаналізовано результати теоретичних і практичних робіт направлених на підвищення надійності стрічки конвеєра, зроблено висновок, що вплив зміни зусилля натягіння стрічки під час роботи недостатньо розглянутий, і потребує подальшого дослідження.

Проанализированы результаты теоретических и практических работ направленных на повышение надежности ленты конвейера, сделано вывод, что влияние изменения усилия натяжения ленты во время работы недостаточно изучены, и требует дальнейшего исследования.

The results of theoretical and practical work aimed at improving the reliability of the conveyor belt, to conclude that the effect of the change effort belt tension during operation considered inadequate, and requires further investigation.

Стрічкові конвеєри широко використовуються у промисловості, це пояснюється їх високою продуктивністю, відносно простою конструкцією, та малою вартістю, в порівнянні з іншими транспортними засобами. Ефективність гірничодобувних підприємств залежить від обраної схеми розробки корисних копалин. Для відкритої розробки оптимальним є використання циклічно-поточної технології, яка включає в себе потужний стрічковий конвеєр, використання якого дає змогу знизити собівартість транспортування гірської маси на 15-20%. Але найдорожчим і найменш живучим елементом конвеєра є його стрічка. Вартість якої досягає 70% від усієї машини.

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 напряду 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 стрі-

чки. 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 крупнокускового 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 завантаженої стрічки по роликоопорам. За рахунок утворення шару (подушки) мілкового матеріалу вдалося збільшити площину дії великих мас окремих кусків на стрічку. Подушка з мілкої фракції матеріалу утворюється природнім шляхом коли під дією вібрації мілкі частинки просипаються на поверхню стрічки, але для забезпечення необхідної товщини шару подушки використовують ударний пристрій, який розташований під стрічкою після зони завантаження. 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 втоми зображена на рис. 1 некоректна. Згідно графіка слідує, що при збільшенні зусилля натягнення стрічки в місці завантаження 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.

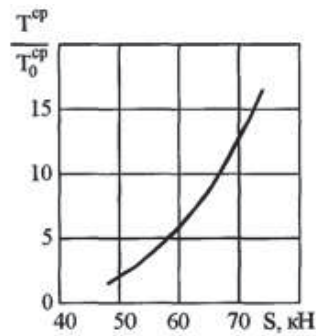


Рис. 1. Залежність відносного ресурсу стрічки від її натяжіння в зоні завантаження.

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 повздо-вжні навантаження, які створюються переміщенням транспортуємого ма-теріала під час руху стрічки, а також натяжним пристроєм, та тяговим зусиллям натяжного барабану. Абразивне зношення цих частин має не-прямий вплив на надійність стрічки, але їх повне зношення, приводить майже до миттєвого руйнування каркасу стрічки. Виходячи з цих твер-джень 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.

Виходячи з рис. 1, для того щоб стрічка конвеєра втратила свою пра-цездатність 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 (1)

$$P_c = P(O)_{\text{робо}} P(K) \quad (1)$$

де $P(O)_{\text{робо}}$ - ймовірність безвідмовної роботи верхньої обкладки;

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

Об'єктивним критерієм відмови стрічки є зниження прочності стрічки при повздо-вжньому розтягненні нижче допустимого рівня. Значить небез-печним є фактор ударно втомного зношення, та його вплив на технічний стан стрічки в небезпечних перетинах, які піддалися ударним наванта-женням. Для розрахунку фізико-механічного критерію працездатності каркасу, доцільно використовувати швидкість удару крупних кусків ван-тажу по поверхні стрічки д час завантаження, $v_y = \sqrt{2gH}$ [3], враховую-

чи параметр кута падіння завантажуємого матеріалу отримано формулу (2)

$$v_y = v_n \sin \alpha = \frac{v_n M g}{8\pi \left(\frac{h_n + 2r_k}{B_n} S_n + \frac{0.3 D_n}{h_n + 2r_k} \right)} \quad (2)$$

де v_n – швидкість стрічки, м/с;

S_n – натяжіння стрічки, Н;

D_n – 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 формулою (2)

$$T_{\text{ср.стр}} = \int_0^{\infty} P_0(t) P_R(t) dt \quad (3)$$

Визначити $T_{\text{ср.стр}}$ практично неможливо через нерівномірність розподілення зусилля натяжіння по ширині, товщині і довжині стрічки, і параметрів кусків завантажуємого матеріалу, але враховуючи, що закони визначення ймовірності відносяться до старіючих, то можна визначити верхню і нижню границю часу $T_{\text{ср.стр}}$ [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 натяжіння стрічки, та не розглянуто вплив зміни натяжіння 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

в 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 – магнітноелектричних датчиків, які використовуються зображено на рис. 3.

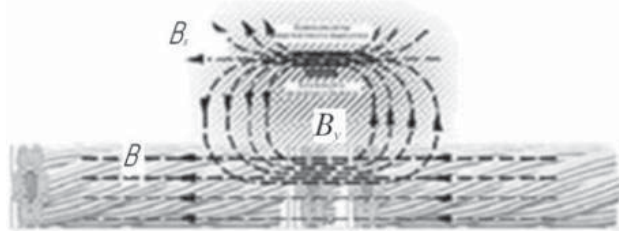


Рис. 3. Електромагнітний – магнітноелектричний датчик

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 РТЛТСКВ1.0, 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 зношенні стрічки зміна конфігурації форм коливань є дуже мала. Адекватна оцінка ступеня руйнування сердечника конвеєрної стрічки, виконана на основі запропонованої 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 навантаження, 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, 1976г. -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 резиноканевых конвейерных лент при ударно-усталостном и абразивном изнашивании на горнах предприятия: дис. кандидата техн. наук: 05.05.06/И.В. Шуткин –М., 2000. –181 с.
4. Автоматическая система онлайн мониторинга в реальном времени для резиноканевоы ленты ТСК. – Режим доступа: www.tck-cn.com/ru.
5. Рыбкин С.К. Прогнозирование технического ресурса резиноканевых конвейерных лент для горной промышленности при ударном разрушении крупнокусковым грузом: дис...канд. техн. наук/ С.К. Рыбкин - М.:МГИ,1990г. -155 с.

УДК 669.295+669.295

БАБОШКО Д.Ю. аспирант, ТКАЧ В.В. к.т.н., проф., ГУБИН Г.В. д.т.н., проф., ЗИМА С.Н., к.г.-м.н., ОРЕЛ Т.В. к.т.н., доц., ГВНЗ «Криворожский национальный университет»

МЕХАНИЗМ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Целью исследования являлось изучение особенностей структурных преобразований минеральных частиц в процессе карботермического восстановления титаномагнетитовых окатышей с высокой массовой долей титана (более 20% TiO₂) в интервале температур 800-1500 °С.

Метою дослідження було вивчення особливостей структурних перетворень мінеральних часток в процесі карботермічного відновлення титаномагнетитових окатишів з високою масовою часткою титану (більше 20% TiO₂) в інтервалі температур 800-1500 °С.