

УДК 004.001.57

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АБРАЗИВНОГО ЗНОСУ РИШТАКА СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА

О.В. Полярус, професор, д.т.н., О.В. Сімкович, студент, ХНАДУ

Анотація. Створено математичну модель абразивного зносу риштака скребкового конвеєра.

Ключові слова: абразивність, скребковий конвеєр, гірнична маса, математична модель.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА РЕШТАКА СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА

А.В. Полярус, профессор, д.т.н., А.В. Симкович, студент, ХНАДУ

Аннотация. Создана математическая модель абразивного износа рештака скребкового конвейера.

Ключевые слова: абразивность, скребковый конвейер, горная масса, математическая модель.

MATHEMATICAL MODEL OF DRAG-TYPE CONVEYOR ABRASIVE WEAR PANLINE SURFACE

A. Poliarus, Professor, Doctor of Technical Science, A. Simkovych, student, KhNAHU

Abstract. The mathematical model of drag-type conveyor abrasive wear of the panline surface is created.

Key words: abrasiveness, drag-type conveyor, geological material, mathematical model.

Вступ

Для скребкових конвеєрів, в основу роботи яких покладено принцип переміщення вантажу волочінням, характерне інтенсивне абразивне зношування риштачного ставу і тягового органа [1]. Слід зазначити, що достатньо відповідальним вузлом, що визначає роботоздатність скребкового конвеєра, є виконавчий орган. Кам'яне вугілля або, наприклад, калійна сіль практично не здатні викликати інтенсивний знос металу при вільному ковзанні, але абразивність вугілля збільшується пропорційно вмісту в ньому твердих часток – кварцу, піриту і т.д.

На сьогодні спостерігається зростання зольності вугілля, що пояснюється широким використанням потужної техніки, для якої характерна висока швидкість і відсутність пристроїв для відбору породи [2]. Абразивність вантажів, що транспортуються, зростає, і це позначається на довговічності конвеєра. Все це істотно усклад-

нює визначення характеру зношування та руйнування деталей окремих вузлів скребкового конвеєра, зокрема, дотепер відсутні достатньо надійні способи оцінки коефіцієнта зношування.

Аналіз публікацій

Дана робота є продовженням роботи [3], в якій було описано марковську модель руху гірничої маси на скребковому конвеєрі. Приведена в даній роботі модель абразивного зносу риштака скребкового конвеєра розглядається як удосконалення та доповнення існуючих моделей руху гірничої маси на скребковому конвеєрі та прогнозування ресурсу риштачного ставу.

Мета і постановка задачі

Мета роботи – розробка математичної моделі абразивного зносу скребкового конвеєра. Задача: створити математичну модель абра-

зивного зносу скребкового конвеєра і представити основні результати моделювання у вигляді графіків.

Математична модель зносу скребкового конвеєра

Основними чинниками, що впливають на знос конвеєра, є питомий тиск гірничої маси на конвеєр P [кг/см²] та її абразивність ρ [мг/км]. Знос конвеєра будемо оцінювати за товщиною шару днища риштака z [мм], що стирається вугільною масою за вибраний період часу. Слід відзначити, що вказані параметри z , P і ρ є випадковими в часі і просторі, що зумовлено випадковою структурою вугільного пласта, наявністю породних прошарків, води тощо.

В силу цих причин математична модель повинна включати випадкові функції, які будуть описувати стохастичний характер процесів, що спостерігаються при роботі конвеєра. Отже, на поверхні риштака буде існувати випадкове поле тиску й абразивності вугільної маси і в кожній точці конвеєра – випадковий процес змінювання зазначених параметрів.

Отримання модельної оцінки зносу риштака можна умовно вважати задачею вимірювання зносу у віртуальній системі. На вхід цієї системи поступають повідомлення у вигляді тиску P та абразивності ρ .

Оскільки ці повідомлення є випадковими, то до них будемо додавати білий гаусівський шум, зокрема до значення P додається шум $n_{02}(t)$, а до значення ρ – $n_{03}(t)$. Отже, будемо мати систему трьох диференціальних рівнянь з невідомими z , P і ρ , причому головним невідомим, яке треба визначити, є знос риштака z . Таким чином, математичну модель зносу риштака конвеєра запишемо у вигляді системи стохастичних лінійних диференціальних рівнянь

$$\begin{aligned} \frac{dz}{dt} &= a_{11}(t) \cdot z + a_{12}(t) \cdot P + a_{13}(t) \cdot \rho + n_{01}(t), \\ \frac{dP}{dt} &= a_{21}(t) \cdot z + a_{22}(t) \cdot P + a_{23}(t) \cdot \rho + n_{02}(t), \\ \frac{d\rho}{dt} &= a_{31}(t) \cdot z + a_{32}(t) \cdot P + a_{33}(t) \cdot \rho + n_{03}(t), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\vec{n}_0 = [n_{01} \ n_{02} \ n_{03}]^T$ – вектор-стовпець формуючих білих шумів із нульовим математич-

ним сподіванням і матричною кореляційною функцією

$$M \{ \vec{n}_0(t) \cdot \vec{n}_0^T(t + \tau) \} = N_0 \cdot \delta(\tau), \quad (2)$$

де N_0 – симетрична матриця поділених на впіл спектральних інтенсивностей шуму, елементи якої можуть відомим чином залежати від часу; складові вектора \vec{n}_0 , тобто n_{01}, n_{02} і n_{03} , характеризують рівень шумів при вимірюванні відповідно z , P і ρ , тобто невизначеність вимірювання або оцінки цих характеристик. При моделюванні припускалось, що $n_{01}(t) = 0$.

В цій системі залежні в часі коефіцієнти a_{ij} , де $i = \overline{1,3}$, $j = \overline{1,3}$ визначають статистичний зв'язок між випадковими процесами $z(t)$, $P(t)$ і $\rho(t)$, наприклад, коефіцієнт $a_{13} = a_{31}$ показує, в якій мірі абразивність впливає на знос конвеєра. Те ж саме визначає коефіцієнт $a_{12} = a_{21}$, але він відноситься до питомого тиску.

Коефіцієнти з однаковими індексами a_{11} , a_{22} , a_{33} визначають в підсумку дисперсію процесів відповідно $z(t)$, $P(t)$, $\rho(t)$. Наприклад, якщо $a_{22} = 0$, то тиск гірничої маси не змінюється з часом в точці на поверхні риштака. Безумовно, з фізичної точки зору, коефіцієнти a_{jj} повинні бути зв'язані з рівнем шуму $n_{0j}(t)$.

Розв'язання системи диференціальних рівнянь без прив'язки до реальних фізичних процесів, що відбуваються при транспортуванні гірничої маси, приведе до отримання неправильних результатів. Тому модель було відкалібровано з використанням результатів експлуатації скребкового конвеєра у вибраній шахті.

Отже, в результаті розв'язання системи рівнянь (1) для зазначених умов експлуатації треба отримати значення зносу, що дорівнює 7,4 мм за період часу 14 місяців.

При розрахунках коефіцієнти a_{ij} становили: $a_{11} = 0,1$, $a_{12} = 0,5$, $a_{13} = 0,5$, $a_{22} = 0,13$, $a_{33} = 0,5$, причому ці значення були узгоджені з гірничо-геологічними умовами.

Результати математичного моделювання абразивного зносу скребкового конвеєра

Розв'язання системи диференціальних рівнянь (1) здійснювалось на ЕОМ згідно з приведеними вище умовами калібрування.

На рис. 1, 2 приведено реалізації, що описують випадковий характер часового розподілу питомого тиску й абразивності в одній точці риштака конвеєра, для умов шахти, в яких здійснювалось калібрування моделі. Ці залежності мають випадковий характер, тобто в кожній точці риштака буде спостерігатись випадковий процес змінювання тиску й абразивності. Подібний процес буде існувати в кожній точці конвеєра. При цьому з часом буде зростати знос риштака, як показано на рис. 3.

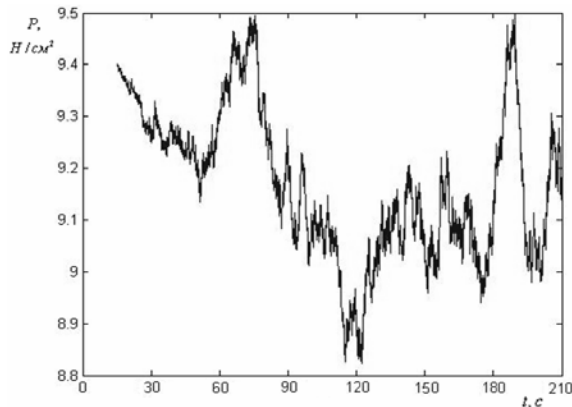


Рис. 1. Часова реалізація питомого тиску гірничої маси в одній точці риштака

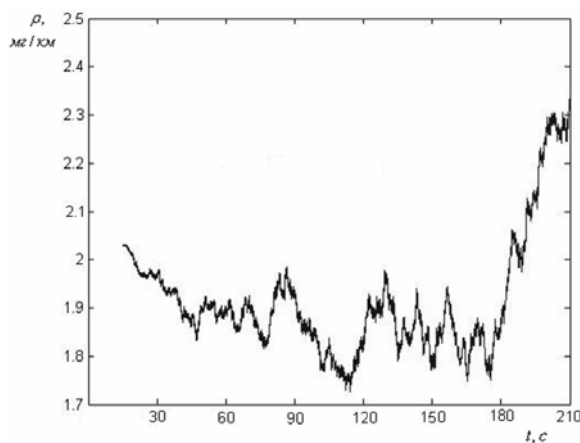


Рис. 2. Часова реалізація абразивності гірничої маси в одній точці риштака

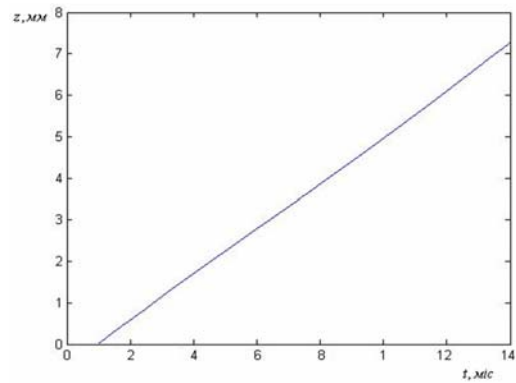


Рис. 3. Динаміка зносу поверхні риштака скребкового конвеєра в одній точці

Результати моделювання для інших умов експлуатації підтверджують узгодженість математичної моделі з реальними даними.

Висновки

Математична модель абразивного зносу конвеєра являє собою систему трьох стохастичних диференціальних рівнянь, для розв'язання якої необхідно мати інформацію про питомий тиск гірничої маси на конвеєр та її абразивність. Модель відкалібрована по експлуатаційних даних і видає достовірні результати. Розроблена математична модель абразивного зносу скребкового конвеєра дозволяє спрогнозувати ресурс риштачного ставу за різних експлуатаційних умов.

Література

1. ВФРК.482210.002РР. Конвейеры шахтные скребковые передвижные ГОСТ 28598-90. Методика прогнозирования ресурса. – Харьков : ОАО «Свет Шахтера», 2008. – 27 с.
2. Высоцкий Г.В. Прочность и долговечность исполнительных органов угледобывающих комбайнов и скребковых конвейеров / Г.В. Высоцкий, Г.А. Литвак. – М.: Научная книга, 2001. – 154 с.
3. Полярус О.В. Марковська модель руху гірничої маси на скребковому конвеєрі / О.В. Полярус, О.І. Андріанова // Вісник ХНАДУ : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ. – 2009. – Вип. 44. – С. 44–46.

Рецензент: Є.С. Венцель, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 22 листопада 2010 р.