

УДК 621.85.01

Лубенець Т.М. завідувач сектору науково-технічної творчості молоді
 Науковий керівник: Коров'яка Є.А. к.т.н., завідувач кафедри нафтогазової інженерії та буріння

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНВЕЄРНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЛІНІЇ ШАХТИ

У зв'язку з інтенсифікацією гірничих робіт і збільшенням навантаження на одну лаву отримали розвиток вугільні шахти з високопродуктивними лавами, в яких застосовуються конвеєрні системи основного вантажопотоку.

Аналіз високопродуктивних систем конвеєрного транспорту шахт показав, що практично усі вони відрізняються значною розгалуженістю й обмеженою пропускною здатністю конвеєрних транспортних ліній.

Недостатня ефективність й надійність функціонування конвеєрної транспортної системи шахти зумовлена нерівномірністю випадкового вантажопотоку в конвеєрних лініях й використанням нераціональних параметрів.

До параметрів конвеєрної транспортної лінії відносяться: продуктивність лінії; тип, потужність, довжина й кількість стрічкових конвеєрів в ній; тип конвеєрної стрічки; швидкість транспортування, тягове зусилля й відповідне попереднє натягування стрічки.

Однак, розрахунок параметрів конвеєрної транспортної лінії проводиться методом, який використовує недостовірні вихідні дані з вантажопотоку й необ'єктивне рівняння тертя гнучких тіл без врахування швидкості транспортування, що призводить до помилок.

Вихідні дані з випадкового вантажопотоку готуються тільки за нормальним законом розподілу, який за відомими дослідженнями притаманний невисокопродуктивним лавам.

При цьому не враховується розподіл вантажопотоку в високопродуктивних лавах, які обладнані механізованими комплексами нового покоління, наприклад ш. Західного Донбасу. Тим паче, що відомі випадки явно несиметричного розподілу вантажопотоку.

Вихідними даними з розрахунку параметрів конвеєрної транспортної лінії є максимальний випадковий вантажопотік, який визначається за допомогою ймовірного значення (центру групування) й коефіцієнта нерівномірності розподілу вантажопотоку.

Також, діючий закон (рівняння) тертя гнучких тіл Ейлера (1775 р.), який з 19 ст. вчені намагаються уточнити, не відповідає практиці. Дивись розрахункову схему, рис. 1.

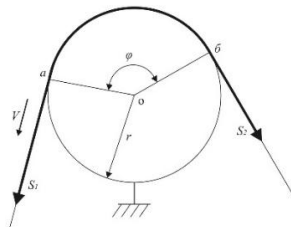


Рисунок 1 – Розрахункова схема ковзання гнучкого тіла по блоку: S_1 , S_2 - більша й менша сили, що прикладені до кінців гнучкого тіла; r - радіус; φ - кут обхвату; v – швидкість руху

$$F = S_2 \cdot (e^{f \cdot \varphi} - 1);$$

де F - сила тертя; S_2 - натяг в набігаючій на блок гілці; f – коефіцієнт тертя.

Втім в межах тривалих (2 ст.) намагань в НТУ «ДП» (2007) отримано нову редакцію рівняння тертя гнучких тіл. Вона описує об'єктивний зв'язок між факторами тертя

гнучкого тіла, бо сила тертя тотожна різниці натягів гнучкого тіла на блоці, що є істинним значенням

$$F = f \cdot \varphi \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2} = f \cdot N = \frac{(S_1 - S_2)}{N} \cdot N = S_1 - S_2;$$

де N - нормальна реакція між тілами; S_1 - натяг в збігаючій з блока гілці гнучкого тіла.

При цьому використовувались нові уявлення з тертя тіл Кулона 1779 р. й збереження механічної енергії (40-і роки 19 ст.), які стали відомими після виведень Ейлера 1775 р.

В противагу до відомих, нова редакція рівняння, нарешті, відповідає практиці, уявленням й прагненням вчених щодо лінійного зв'язку сили тертя та нормальної реакції, умовам рівноваги механічної системи, законам природи. Але вона не враховує швидкості.

Подолання недоліків з розрахунку параметрів конвеєрної транспортної лінії зумовило пошук досконалої теоретичної моделі розподілу випадкового вантажопотоку в ній й об'єктивного рівняння тертя гнучкого тіла, що враховує швидкість його руху.

За проведених досліджень побудовано досконалу модель розподілу вантажопотоку, гілки якої описуються нормальним законом розподілу з окремо визначеними параметрами:

$$y = \frac{2 \cdot S_k}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_k} \cdot e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2 \cdot \sigma_k^2}}$$

де S_k – площа фігури в межах одноманітної зміни (S_1 в межах $-\infty < x \leq x_0$; S_2 в межах $x_0 \leq x < \infty$); σ_k – середнє квадратичне відхилення (σ_1 при $x \leq x_0$; σ_2 при $x \geq x_0$); x_0 – ймовірне значення.

Розглянемо графіки моделей розподілу вантажопотоку в високопродуктивній лаві,

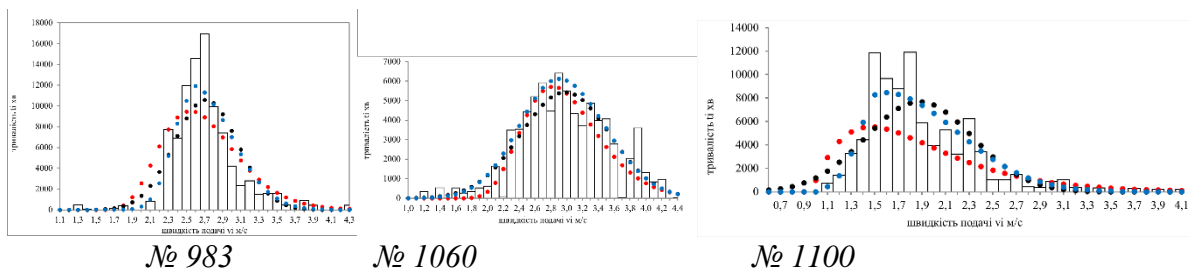


Рисунок 2 – Гістограми й графіки моделей розподілу швидкості подачі комбайна за часом в лавах шахти ім. Героїв Космосу ДТЕК комбінату «Павлоградвугілля»: досконала модель - голубі точки; нормальний розподіл – чорні точки; гама розподіл – червоні точки

Спостерігається краще співпадіння досконалої моделі з гістограмою в порівнянні з іншими моделями за: центром групування, амплітудою; швидкістю й відхиленням [1].

Тобто, досконала теоретична модель найкращим чином описує різноманітні випадки розподілу вантажопотоку - несиметричний, симетричний чи наближений до нього розподіл.

Також, нами уточнено нову редакцію рівняння, яка враховує його відцентрові сили:

$$F = f \cdot \varphi \cdot \frac{(S_1 + S_2 - 2 \cdot q \cdot v^2)}{2} = f N,$$

де q й v - лінійна маса й швидкість руху гнучкого тіла, що контактує з блоком.

На уточнення поширюються усі переваги нової редакції рівняння, що згадувались [2].

Отже, розрахунок параметрів конвеєрної транспортної лінії має проводитись за достовірними вихідними даними випадкового вантажопотоку, що готуються з використанням досконалої теоретичної моделі його розподілу, по відомій добре

відпрацьованій в університеті методиці з дотриманням умов рівноваги механічної системи, провисання й зчеплення конвеєрної стрічки і у відповідності до нової редакції рівняння тертя гнучких тіл з врахуванням швидкості транспортування корисних копалин.

Список використаних джерел:

1. Lubenets, T.M., Koroviaka, Ye.A., Snigur, V.H., Tkachuk, A.V., Rastsvietaiev, V.O. (2023). Theoretical model of random freight flow distribution in the conveyor transport line of the coal mine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (6), 12–18.
2. Lubenets, M., Koroviaka, Ye., Rastsvietaiev, V. & Lubenets, T. (2019). Improving operation efficiency of transportation vehicles equipped with a flexible tractive element under conditions of mining enterprises. *Ukrainian School of Mining Engineering, E3S Web of Conferences* 123, 01040. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301040>.