

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ СТРІЧКИ КОНВЕЄРА

Мета роботи – обґрунтування особливостей розкриття теми визначення напружено-деформованого стану стрічки конвеєра.

Механічне обладнання призначене для реалізації конкретних технологічних операцій. Зокрема, для неперервного переміщення сипких матеріалів використовують стрічкові конвеєри [1]. Робочий орган конвеєра – безкінцева стрічка шириною c . Вона огинає барабани з паралельними осями розташованими на відстані L (рис. 1).

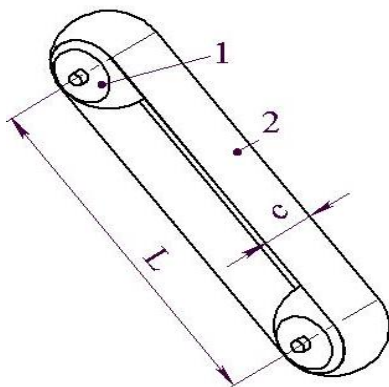


Рисунок 1 – Стрічка шириною c на барабанах, встановлених на міжосьовій відстані L : 1 – стрічка, 2 – барабани

Для упередження зсуву стрічки вздовж осей барабанів, останнім надається опукла форма (на рисунку опуклості навмисно показані збільшеними). Опукла форма барабанів призводить до нерівномірного розподілу сил розтягу стрічки по її ширині. Більші за значенням напруження визначають тягову спроможність та надійність експлуатації стрічки.

Така особливість складової транспортної машини вимагає особливого підходу до її розрахунку [2]. На цю тезу доцільно звернути увагу аудиторії та запропонувати умовно вирізати із

тканини стрічки окрему малої довжини нитку її основи. Провести вісь координат x вздовж нитки. Сформулювати умову рівноваги відтинку довільної нитки за номером i .

$$dp_i + d \times (\tau_{i+1} - \tau_i) dx = 0, \quad (1)$$

де d – діаметр нитки; p_i – внутрішнє зусилля розтягу i -тої нитки.

$$\tau_i = \frac{G b}{h} (u_i - u_{i-1}), \quad (2)$$

де u_i – переміщення i -тої нитки вздовж її самої (осі x); h , b , G – відстань поміж нитками, товщина, модуль зсуву шару еластичної основи.

Підставити (2) в рівняння (1). Отримали.

$$\frac{dp_i}{dx} + \frac{Gb}{h} (u_{i-1} - 2u_i + u_{i+1}) = 0. \quad (3)$$

За законом Гука

$$p_i = E F \frac{du_i}{dx}, \quad (4)$$

де E , F – поздовжній зведений модуль пружності та площа перерізу нитки.

З урахуванням (4) рівняння рівноваги в переміщеннях.

$$\frac{d^2 u_i}{dx^2} + \frac{G b}{h E F} (u_{i-1} - 2u_i + u_{i+1}) = 0. \quad (5)$$

Крок укладання ниток в стрічці малий. Замінімо центральні різниці другими похідними. Рішення рівняння (5) будемо шукати у формі добутку гіперболічних та тригонометричних функцій.

$$u = \sum_{m=1}^{\infty} (A_m e^{\beta_m x} + B_m e^{-\beta_m x}) \cos(\mu_m y) + \frac{\sigma_0 x}{E}, \quad (6)$$

де $\beta_m = \mu_m t \sqrt{\frac{G b}{h E}}$; $\mu_m = \frac{\pi m y}{c}$; σ_0 – середнє напруження розтягу

стрічки.

Відповідно до закону Гука напруження

$$\sigma_x = \sum_{m=1}^{\infty} (A_m e^{\beta_m x} - B_m e^{-\beta_m x}) \beta_m \cos(\mu_m y) + \sigma_0, \quad (7)$$

Приймемо наступну форму твірної барабана.

$$R(y) = R_{\min} - (R_{\max} - R_{\min}) \left(\frac{y}{c} - \frac{1}{2} \right)^2, \quad (8)$$

де $R_{\max}$ та $R_{\min}$ – найбільший та найменший радіус робочої поверхні барабана.

Відносне подовження стрічки на барабані розкладемо в ряд Фур'є за косинусами, як симетричну функцію.

$$\varepsilon(y) = \frac{4}{c} \sum_{m=1}^{\infty} \int_0^{\Delta} R(y) \cos(\mu_m y) dy \cos(\mu_m y). \quad (9)$$

У стрічці, в наслідок її симетричності, можна виділити четверту частину яка деформується аналогічно іншим. В ній виділимо дві ділянки. Першою будемо вважати ділянку стрічки що взаємодіє з барабаном. Другою – іншу. Початок осі x сумістимо з крайнім перерізом першої ділянки. В індекси величин що стосуються лише конкретних ділянок внесемо індекс що відповідає номеру ділянки. З урахуванням деформування стрічки на барабані, вирази (6), (7) для першої найбільш навантаженої ділянки набудуть інших форм.

$$u_1 = \sum_{m=1}^{\infty} (A_{m,1} e^{\beta_m x} + B_{m,1} e^{-\beta_m x} + \varepsilon(y) x) \cos(\mu_m y) + \frac{\sigma_0 x}{E},$$

$$\sigma_{x,1} = \sum_{m=1}^{\infty} ((A_{m,1} e^{\beta_m x} - B_{m,1} e^{-\beta_m x}) \beta_m + \varepsilon(y)) E \cos(\mu_m y) + \sigma_0.$$

Запропонована методика викладання теми дозволяє в межах загального рівня підготовки слухачів технічних ВНЗ, шляхом використання окремих складових механіки композитних матеріалів, комп'ютерних технологій розрахувати напружено-деформований стан стрічки конвеєра. Разом з тим розрахунки на міцність технічних деталей складних форм, в нашому випадку стрічки не враховують відхилень форм деталей, матеріалу з якого вони виготовлені від ідеальних (проектних). Тоді як штучний інтелект [3] інтерпретує шаблони зібраної інформації і вивчає та узагальнює результати попередніх запитів і розробляє нові стратегії на основі постійного процесу самовдосконалення. Пропозиція пошукачам використовувати штучний інтелект позитивно вплине на успішність пошукачів, навички творчого мислення та здатність розв'язувати проблеми.

Література:

1. Кирия Р. В. «Про опір руху в'язкопружної навантаженої стрічки по роликоопорам стрічкового конвеєра». *Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій*. 2014, № 1, с. 118–134. <https://pommk.dp.ua/index.php/journal/article/view/35>
2. Колосов Д. Л., Білоус О. І., Танцура Г. І., Онищенко С. В., Воробйова О. М. Напружений стан стрічки потужного конвеєра з розривом групи тросів. *Збірник наукових праць національного гірничого університету*. 2021. № 66. С. 125–131. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/66.125>
3. Шищенко І. В. Проблема використання штучного інтелекту у процесі навчання математичних дисциплін. Штучний інтелект у вищій освіті: ризики та перспективи інтеграції Матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації, Львів – Торунь : Liha-Pres, 2024. С. 318–319.