

О.О. Бейгул, Г.Л. Лепетова, О.І. Білоус, М.Г. Ільченко

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МІЖЦЕХОВИХ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

Анотація. Розроблено методу визначення показників надійності міжцехових стрічкових конвеєрів на металургійних підприємствах.

Ключові слова: методика, визначення, надійність, міжцеховий стрічковий конвеєр, металургійний завод.

Постановка проблеми. Надійність є основною властивістю машин, яка визначає їх якість. Показники надійності міжцехових стрічкових конвеєрів визначають також їх безпеку, що є важливим для машин металургійного виробництва, яка наразі характеризується значним спрацюванням устаткування та низькими темпами його відновлення. Правильне визначення цих показників необхідне для виявлення резервів працездатності робочого устаткування, а при проектуванні нових технологічних ліній — для прогнозування надійності та довговічності міжцехових конвеєрних систем.

Аналіз досліджень і публікацій. Теоретичному та експериментальному дослідженню надійності та довговічності стрічкових конвеєрів присвячений ряд робіт [1–3].

Невирішена частина загальної проблеми полягає у відсутності належних науково-методичних матеріалів щодо прогнозування надійності міжцехових конвеєрних систем на стадії проектування.

Мета роботи, таким чином, полягає у визначенні показників надійності міжцехових конвеєрів на стадії проектування.

Виклад основного матеріалу. Досвід експлуатації міжцехових стрічкових конвеєрів на металургійних підприємствах показує, що довговічність редукторів і барабанів складає 2–15 років, роликів — 0,3–4 роки. Довговічність стрічки у значній мірі залежить від вантажу, який транспортується, і складає 0,2–4 роки. Отже, надійність роботи конвеєрного транспорту у значній мірі визначається станом стрічки, яка є найбільш коштовною складовою конвеєра: адже її ціна складає

50–70% усіх втрат на спорудження конвеєра, а експлуатаційні витрати — 20–30% усіх експлуатаційних витрат.

Оскільки конвеєр являє собою складну систему, яка підлягає одночасному впливу великої кількості факторів, характеристики надійності його роботи у часі мають імовірнісний характер.

Для визначення закону розподілу імовірності безвідмовної роботи конвеєра оброблені статистичні дані по експлуатації стрічкових конвеєрів кількох металургійних підприємств України.

На рис. 1 наведені криві розподілу імовірності безвідмовної роботи конвеєрів при транспортуванні різних матеріалів.

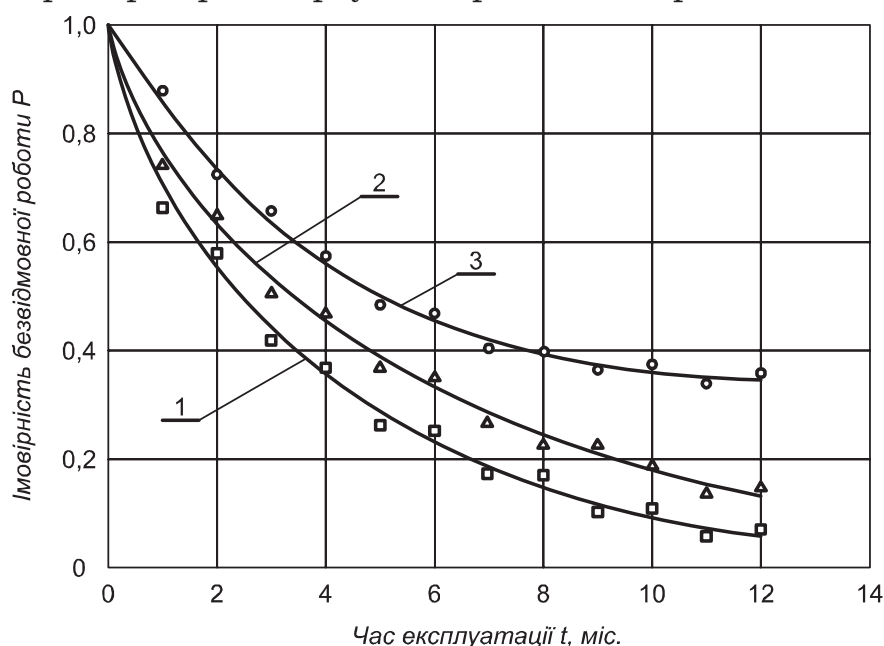


Рисунок 1 – Криві розподілу імовірності безвідмовної роботи конвеєрів у часі $P(t)$ при транспортуванні різних матеріалів:

1 – агломерат; 2 – руда; 3 – кокс

Враховуючи характер графіків рис. 1, імовірність безвідмовної роботи конвеєра описується експоненціальним законом

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad (1)$$

де $P(t)$ – імовірність безвідмовної роботи; t – тривалість експлуатації, міс; T_0 – середня тривалість напрацювання до відмови, міс.

Маючи на увазі величину T_0 зі статистичних даних по міжцехових конвеєрах, можна визначити імовірність безвідмовної роботи конвеєра у будь-який момент часу.

На стадії проектування конвеєрних систем важливо установити залежність надійності системи від її конструктивних особливостей та умов експлуатації.

Середня тривалість напрацювання до відмови T_0 являє собою функцію багатьох параметрів:

$$T_0 = f(Q, v, L, B, n, \sigma_l, M, P, H, C, Ч_p, C_\phi), \quad (2)$$

де Q – продуктивність конвеєра, кг/с; v – швидкість стрічки, м/с; L – відстань, на яку транспортується матеріал, м; B – ширина стрічки, м; n – число прокладок стрічки; σ_l – характеристика стрічки в залежності від міцності при розтяганні та згинанні, Па; M – характеристика матеріалу, який транспортується, м; P – кількість роликів; H – висота падіння матеріалу на стрічку, м; C – кількість стиків стрічки; $Ч_p$ – кількість ремонтів; C_ϕ – параметр, який враховує режим та умови експлуатації конвеєра.

Розроблена методика розглядає залежність середнього напрацювання стрічок до відмови від швидкості транспортування v , довжини конвеєра L , продуктивності Q та кількості прокладок n для різних матеріалів, які транспортуються.

На рис. 2 наведено графік залежності середнього напрацювання до відмови від відношення довжини конвеєра до швидкості транспортування.

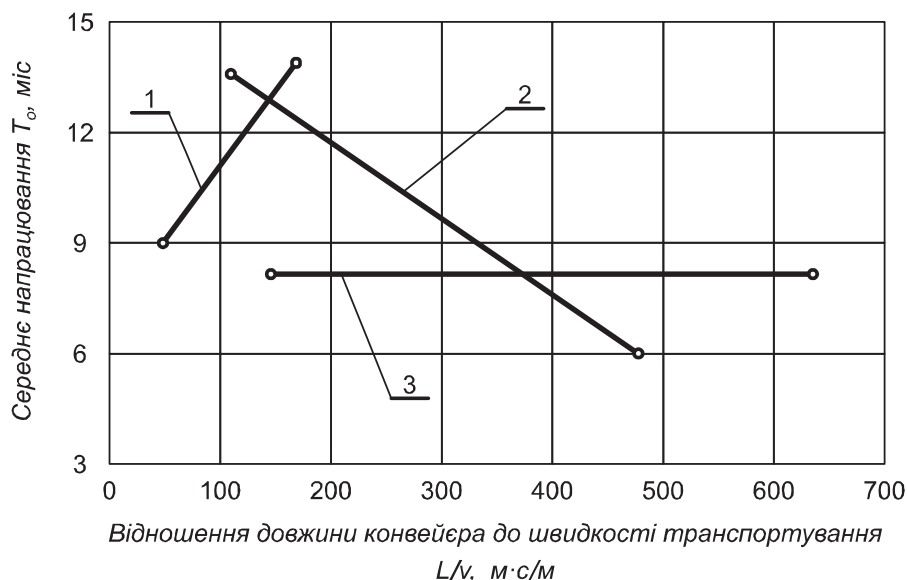


Рисунок 2 – Залежність середнього напрацювання стрічки до відмови T_0 від відношення довжини конвеєра до швидкості транспортування L/v при транспортуванні різних матеріалів:

1 – рудний концентрат; 2 – агломерат; 3 – аглошихта

Як видно з рис. 2, час напрацювання T_0 стрічки істотно залежить від матеріалу, який транспортується. При транспортуванні рудного концентрату (крива 1) відмови стрічки спостерігаються в основному при неусталеному режимі завантаження, зі збільшенням довжини конвеєра та зменшенні швидкості транспортування напрацювання стрічки збільшується. При транспортуванні агломерату (крива 2) кількість відмов стрічки у момент завантаження не істотна і збільшується в процесі транспортування, тому зі зростанням відношення L/v напрацювання стрічки зменшується. При транспортуванні аглошихти (крива 3) кількість відмов стрічки практично постійна у момент завантаження та у процесі транспортування, тому напрацювання стрічки не залежить від відношення L/v .

На рис. 3 наведена залежність середнього напрацювання стрічки до відмови T_0 від кількості прокладок стрічки. Як це виходить з рис. 3, зі збільшенням кількості прокладок час напрацювання стрічки T_0 зростає. Наведена залежність отримана для конвеєрів, які транспортують агломерат.

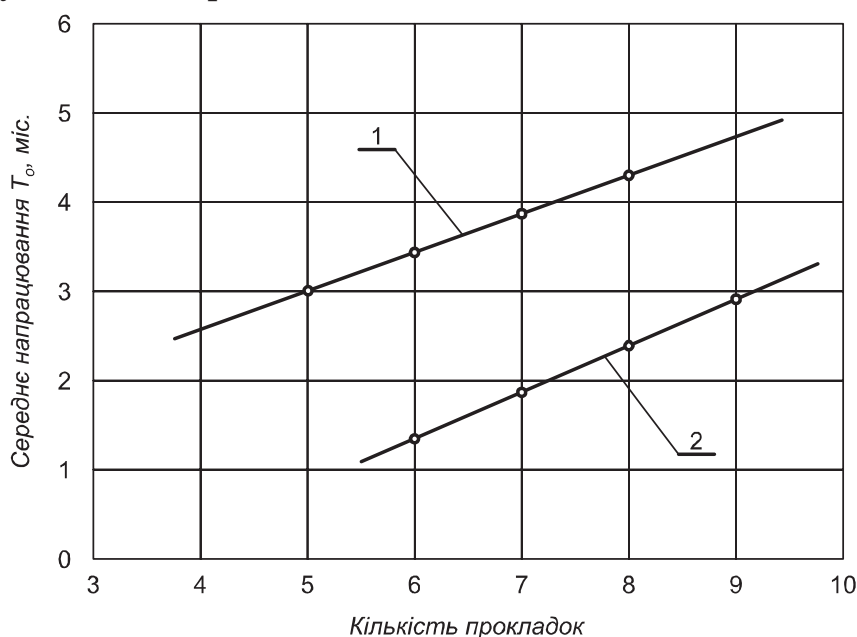


Рисунок 3 – Залежність середнього напрацювання до відмови T_0 від кількості прокладок n : 1 – капронова стрічка;
2 – бавовняна прогумована стрічка

На рис. 4 показана залежність напрацювання стрічки до відмови від продуктивності конвеєра. Графік отримано шляхом обробки статистичних даних по конвеєрах, які транспортують кокс.

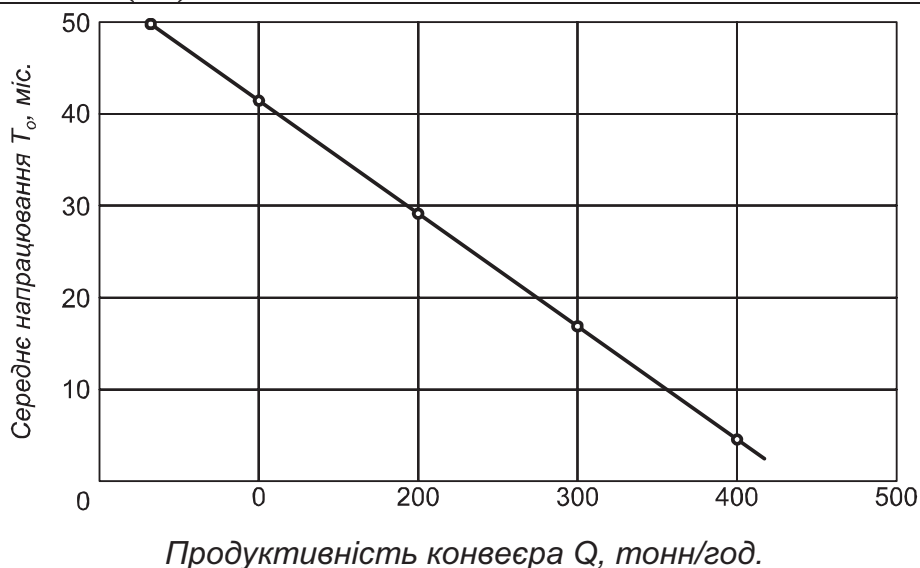


Рисунок 4 – Залежність середнього напрацювання стрічки до відмови T_0 від продуктивності конвеєра Q

У результаті проведених досліджень отримані емпіричні залежності для конкретного типу конвеєрів. Так, для конвеєрів продуктивністю 400 тонн/год. та менше, які транспортують кокс, напрацювання стрічки може бути виражене залежністю

$$T_0 = (52 - 0,113Q)n/7, \quad (3)$$

де Q – продуктивність конвеєра, тонн/год.; n – кількість прокладок у стрічці.

Для конвеєрів продуктивністю 100 тонн/год., які транспортують агломерат, напрацювання на відмову дорівнює

$$T_0 = \left(18 - 0,022 \frac{L}{v}\right)n/7, \quad (4)$$

де L – довжина конвеєра, м; v – швидкість транспортування, м/с; n – кількість прокладок у стрічці.

Висновок. Таким чином, розроблено науково-методичну основу визначення показників надійності міжцехових стрічкових конвеєрів на металургійних підприємствах, яка дозволяє оцінювати на стадії проектування надійність конвеєрних систем в залежності від швидкості транспортування, довжини конвеєрів, їх продуктивності та кількості прокладок у стрічках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бельмас І.В. Напружений стан гумового прошарку гумотканевої стрічки / І.В. Бельмас, І.Т. Сабурова // Підйомно-транспортна техніка. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2003. – №2 (6). – С. 88–95.
2. Мониторинг состояния технологического оборудования и ресурсные диагностические модели / [С.В. Белодеденко, В.Ю. Богдан, Е.И. Хребито, А.В. Ларионцев] // Metallургическая и горнорудная промышленность. – Днепропетровск: Промінь, 2007. – №6. – С. 94–98.
3. Білоус О.І. Гнучкі тягові органи у машинобудуванні. Вплив відхилення форми робочої поверхні барабана від циліндра / О.І. Білоус – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2010. – 124 с.