

УДК 625.5-192

І.О. Рогова

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Метрологія, стандартизація та сертифікація”

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА НАДІЙНІСТЬ ПАСАЖИРСЬКИХ ПІДВІСНИХ КАНАТНИХ ДОРІГ

© Рогова І.О., 2003

Розглядається вплив кліматичних факторів на надійність пасажирських підвісних канатних доріг. Детально аналізується вплив низьких температур на механізми канатної дороги під час експлуатації в зимовий період.

Influencing climatic factors on reliability of passenger aerial ropeways is esteemed. Influencing low temperatures on mechanism of a ropeway is in detail analysed at exploitation in the winter season.

1. Вступ

Широкий розвиток будівництва пасажирських підвісних канатних доріг (ППКД) розпочався після закінчення Другої світової війни. Основним фактором зростаючого попиту на ППКД став відпочинок в горах і зимовий гірськолижний туризм, розвиток якого був би неможливим без розвитку його транспортної бази.

В 1957 р. в Римі була створена міжнародна організація канатного транспорту (ОІТАФ), що проводила координаційну роботу з дослідження в галузі канатних доріг і розробила еталонні норми безпеки, які стали основою при підготовці нормативних документів в різних країнах.

2. Перелік нормативної документації

В СРСР діяли три документи, що регламентували вимоги до проектування будівництва і безпечної експлуатації ППКД: “Правила устройства и безопасной эксплуатации пассажирских подвесных канатных дорог (ППКД); Стандарт СТ СЭВ 1726-79 «Техника безопасности. Дороги подвесные канатные пассажирские. Общие требования». РТМ 24.095.02-77 «Дороги подвесные канатные пассажирские с не отцепляемыми креслами. Основные требования к проектированию».

В Україні запроваджена сертифікація пасажирських підвісних канатних доріг. Обов'язкові вимоги та методи контролю викладені в таких нормативних документах [1]: Державний нормативний акт з охорони праці ДНАОП 0.00-1.01-74. Правила будови та безпечної експлуатації пасажирських підвісних канатних доріг (ППКД); ГОСТ 6996–66 “Сварные соединения. Методы определения механических свойств”; ГОСТ 7512–82 “Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиграфический метод”; ГОСТ 3242–79 “Соединения сварные. Методы контроля качества”; ГОСТ 14782–86 “Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые”. Основний документ, що регламентує вимоги до ППКД (ДНАОП 0.00 – 1.01 – 74) не відображає особливості нових конструкцій, сучасних технологій, покращення комфортності та безпечності і т. ін.

3. Постановка проблеми

Буксирувальні канатні дороги, які є основним засобом транспорту гірськолижних центрів в Україні [2], не підлягають обов'язковій сертифікації. Наразі відсутня нормативна документація на цей вид доріг. Випуск вітчизняних буксирувальних доріг практично не здійснюється і тому на території Карпат встановлюють витяги імпортного виробництва, які вже були в експлуатації. Тому на стадії введення таких доріг в експлуатацію необхідно проводити контроль їх технічного стану.

4. Забезпечення надійності об'єктів

З усієї номенклатури показників якості особливу увагу тут, приділено показникам надійності, що характеризують безперебійну роботу виробів у конкретних умовах експлуатації.

Надійність об'єкта закладається при його розробці. Вона визначається конструкцією об'єкта і його вузлів, рівнем стандартизації і уніфікації, матеріалами, що застосовують, термообробкою, методами захисту від шкідливого впливу, пристосованістю до обслуговування, ремонту і іншими особливостями. Надійність об'єкта реалізується і підтримується при його експлуатації, зберіганні і транспортуванні. Надійність проявляється тільки при використанні об'єкта й залежить від умов та методів експлуатації, режимів роботи, методів технічного обслуговування і інших експлуатаційних факторів. Період нормальної експлуатації характеризується приблизно сталим значенням параметрів кількості відмов при незмінних умовах експлуатації. Параметр кількості відмов суттєво залежить від експлуатаційних умов.

Результати оцінювання надійності продукції можуть бути використані для визначення та корекції параметрів технічної експлуатації: частоти та обсягу технічного обслуговування, норм витрат запасних частин, інструментів приладдя, матеріалів, складу експлуатаційного та ремонтного персоналу, а також під час обґрунтування гарантійних зобов'язань, розрахунків безпечності, ефективності, економічності, складовою частиною яких є досліджувані об'єкти.

Програма забезпечення надійності на стадії введення об'єкта в експлуатацію містить такі дії [3]:

1. Організація та проведення навчання обслуговуючого персоналу правил забезпечення надійності.
2. Розробка нормативних та методичних документів щодо забезпечення надійності при експлуатації.
3. Аналіз місць експлуатації для використання техніки.
4. Організація обліку інформації про несправності та відмови.
5. Аналіз інформації про несправності, виявлені при введенні в експлуатацію.
6. Аналіз якості монтажних робіт.
7. Проведення випробування об'єктів, зібраних на місці експлуатації та оцінка його працездатності.
8. Контроль за дотриманням правил експлуатації.
9. Збір та аналіз інформації про надійність та її складових частин.
10. Здійснення авторського нагляду.
11. Організація підконтрольної експлуатації.
12. Проведення заходів щодо забезпечення та підвищення надійності. Оцінка надійності за результатами експлуатації.

На етапі експлуатації та обслуговування виконуються такі основні види робіт щодо аналізу надійності [4]:

- аналіз наявності та повноти забезпечення програми забезпечення надійності при експлуатації;
- аналіз повноти експлуатаційних документів;
- аналіз дотримання правил і режимів експлуатації;
- аналіз дотримання правил безпеки;
- аналіз організації системи збирання інформації про надійність об'єкта, складових частин і комплектуючих елементів;
- аналіз систем технічного обслуговування та ремонту;
- аналіз достатності запасних частин і матеріалів;
- аналіз функціонування засобів автоматизованого контролю та технічної документації;
- аналіз ефективності досліджень причин відмов відремонтованих об'єктів;
- аналіз методики навчання персоналу правилам забезпечення надійності під час проведення ремонту.

“Якість” технічного персоналу суттєво впливає на надійність канатних доріг при експлуатації. Поняття “якості” у цьому випадку має дві складові: кваліфікація і дисциплінованість. Дотримання номінальних умов роботи канатних доріг при експлуатації є важливим заходом із забезпечення його надійності. Як відомо параметр кількості відмов залишається сталим лише при незмінних умовах експлуатації об'єкта.

Для канатних доріг, які є переважно механічною системою, переважаючим механізмом відмов яких є незворотні процеси зношування, втоми та корозії, вид функції розподілу наробітку до відмови є дифузійний монотонний розподіл [5]:

$$f(t) = \frac{(t + \mu) \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2v^2 \mu t}\right]}{2vt \sqrt{2\pi \mu t}}, \quad (1)$$

де μ – параметр масштабу; v – параметр форми; $\mu > 0$; $v > 0$.

Технічне обслуговування виконується для підтримки працездатного стану об'єкта при експлуатації. Технічне обслуговування містить спостереження за виконанням правил експлуатації об'єкта, зовнішній догляд за об'єктом, налагоджувальні роботи, усунення мілких дефектів, поповнення і заміну мастила, сезонне обслуговування. Якість технічного обслуговування відіграє вирішальну роль на безвідмовну роботу механізмів канатних робіт, а також на обсяг ремонтних робіт, витрату запасних частин і матеріалів.

Технічне діагностування дозволяє визначити стан об'єкта і його елементів без демонтажу. Воно базується на вивченні і використанні ознак, що характеризують технічний стан об'єкта (шуми, вібрації, биття, протікання рідин і т. ін.). Технічне діагностування використовує різні фізичні методи, на основі яких створюються засоби для оцінки технічного стану об'єкта.

5. Аналіз досліджень впливу кліматичних факторів на надійність

Кліматичні фактори здійснюють несприятливий вплив на механізми канатної дороги не тільки під час її роботи, але й в періоди зберігання, запуску і навантаження. Територія Карпат знаходиться в зоні помірних значень і впливу кліматичних факторів. Ця зона

характеризується найбільш низьким комплексним показником технічної жорсткості клімату і відповідно помірним впливом на надійність машин. Разом з тим на механізми машин несприятливо впливає висока вологість повітря, значна кількість опадів і різкі коливання температури.

Далеко не всі кліматичні фактори і атмосферні явища впливають на властивості конструкційних матеріалів канатних доріг і їх надійність. Найбільш суттєвий вплив має сонячна радіація, низькі та високі температури, вологість повітря, швидкість вітру і т. ін. (рис. 1) [6]. Зміни властивостей матеріалів залежать також від інтенсивності та часового проміжку впливу перерахованих факторів і їх найбільш несприятливого поєднання.

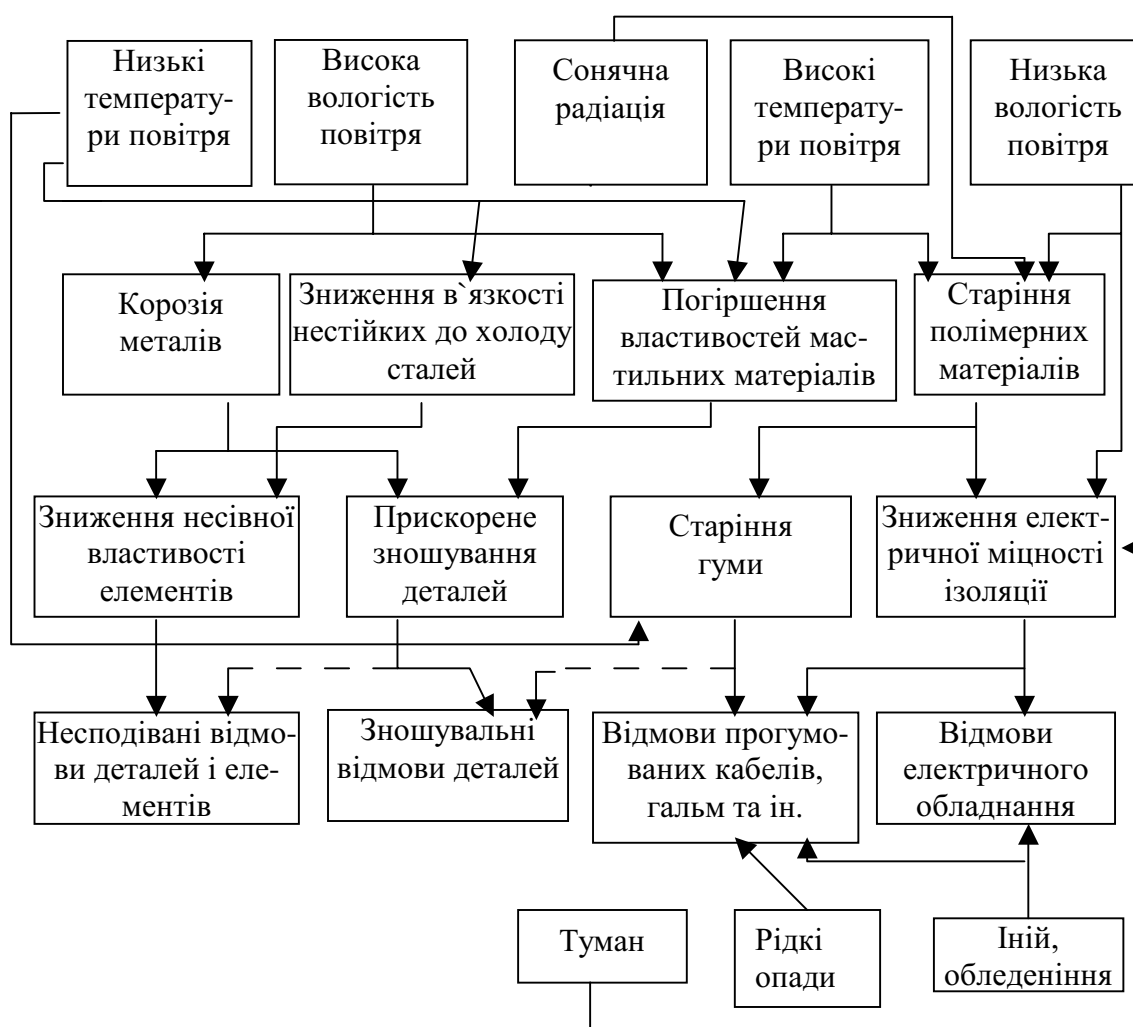


Рис. 1. Схема комплексного впливу основних кліматичних факторів і атмосферних опадів на властивості матеріалів і надійність обладнання канатних доріг

Найбільш важливим фактором впливу на надійність канатних доріг є температура довкілля. Крім прямого впливу сонячних променів, джерелами тепла в працюючій канатній дорозі є двигун внутрішнього згорання, вузли тертя, в яких виникає тепло внаслідок дії сил тертя і переходу механічної енергії в теплову, електричні провідники в яких при проходженні по них струму виділяється тепло. Стосовно впливу високих температур термін “вплив високих температур повітря” не можна застосовувати, оскільки вплив температур повітря є тільки частиною загального теплового впливу на матеріали [6].

Як видно з рис. 1, низькі температури повітря досить суттєво впливають на властивості конструктивних і експлуатаційних матеріалів й на надійність канатних доріг (рис. 1). Вони безпосередньо впливають на механізми, змінюючи (погіршуючи) умови роботи машин внаслідок попадання снігу у відкриті механізми, утворення інею, обледеніння та ін. Оскільки експлуатація канатних доріг здійснюється переважно при низьких температурах повітря розглянемо вплив цих температур повітря на властивості матеріалів і на відмови механізмів (рис. 2).

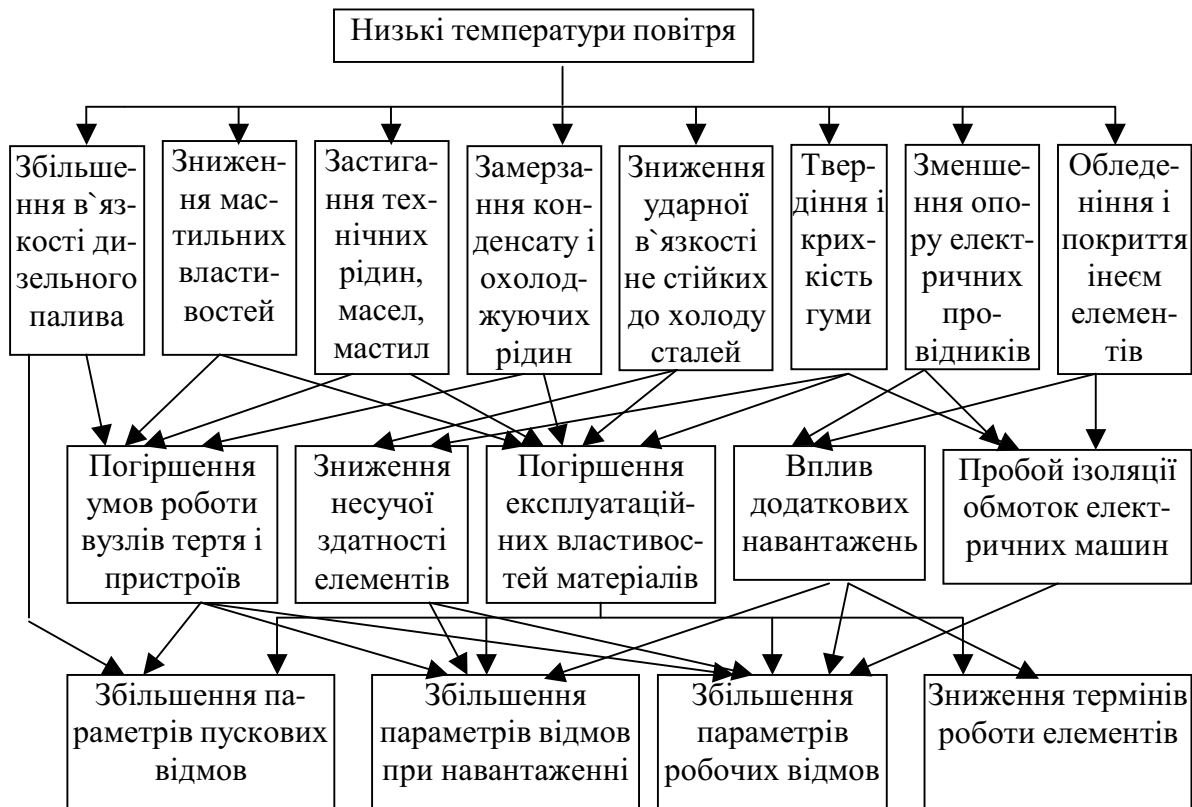


Рис. 2. Загальна схема впливу низьких температур повітря на властивості матеріалів і відмови механізмів канатних доріг

Однією з причин відмов канатних доріг в зимові місяці є руйнування сталевих деталей і елементів металевих конструкцій. Руйнування розпочинається із зародження тріщини, яка потім розповсюджується з різною швидкістю. Швидкість розповсюдження підвищується з пониженням температури (при незмінному навантаженні). Умова швидкого розповсюдження тріщини може бути виражена диференціальним рівнянням [6]:

$$dU/dT = dW/dL + dE_k/dL, \quad (2)$$

де U – енергія пластичної деформації, що з'являється при розвитку тріщини; W – робота, необхідна для створення нової поверхні руйнування; E_k – кінетична енергія; L – довжина тріщини в нескінченній площині, під прямим кутом до якої діє розтягуюче зусилля.

З погляду надійності в загальному вигляді канатна дорога як система може характеризуватися набором технічних параметрів її підсистем і елементів [4]:

$$x(\tau) = X\{x_1(\tau), x_2(\tau), \dots, x_i(\tau)\}, \quad (3)$$

де X – вектор технічних параметрів.

В результаті впливу зовнішніх факторів і шкідливих процесів, що відбуваються в механізмах канатних доріг при їх експлуатації (зношування і старіння елементів та ін.), знижуються ресурс і запас надійності. Таке зниження викликається зміною технічних параметрів елементів підсистем.

Умову нормального функціонування елемента x по i -му технічному параметру в загальному вигляді можна записати нерівністю:

$$a_i(\tau) < x_i(\tau) < b_i(\tau), \quad (4)$$

де $a_i(\tau)$, $b_i(\tau)$ – нижня і верхня межа зміни i -го параметра.

Величини $x_i(\tau)$, $a_i(\tau)$ і $b_i(\tau)$ є випадковими функціями часу.

Враховуючи спрямований характер впливу кліматичних факторів, необхідно групувати по підсистемах технічні параметри складної системи надійності канатної дороги, яка експлуатується на відкритому повітрі. Тоді рівняння буде мати вигляд:

$$x(\tau) = X\{x_{nc1}(\tau), x_{nc2}(\tau), \dots, x_{ncn}(\tau)\}, \quad (5)$$

де $x_{nc1}(\tau)$, $x_{nc2}(\tau)$, ..., $x_{ncn}(\tau)$ – параметри працездатності відповідно механічної, електричної та інших підсистем канатної дороги, що експлуатується на відкритому повітрі.

У випадках, коли експлуатація будь-якої машини розрахована на експлуатацію у визначених кліматичних зонах, повинні задовольнятися умови її нормального функціонування щодо впливу кліматичних факторів холодної і спекотної погоди у кліматичній зоні:

$$\omega_{sz}(\tau) > \chi_{sz}(\tau) < \omega_{N_s}(\tau), \quad (6)$$

де $\omega_{sz}(\tau)$ – граничний стан канатної дороги, що визначається впливом факторів спекотної погоди в кліматичній зоні; $\omega_{N_s}(\tau)$ – граничний стан канатної дороги, що визначається впливом факторів холодної погоди в кліматичній зоні.

5. Висновок

Враховуючи досить різку зміну погоди в нашій кліматичній зоні за останні роки, необхідно проводити подальші дослідження впливу кліматичних факторів на механізми канатних доріг, причому для кожного виду канатних доріг необхідно враховувати особливості умов експлуатації (наприклад, вплив високої температури повітря буде здійснюватись на механізми крісельної канатної дороги під час її експлуатації, а в випадку бугельної канатної дороги цей вплив здійснюється під час її неробочого стану).

1. Сертифікація в Україні. Нормативні акти та інші документи. –Т. 2. Київ, 1998. – 416 с. 2. Рогова І. О., Байцар Р. І. Тенденції розвитку туристичних послуг та особливості оцінки їх якості// Вісник НУ “Львівська політехніка”. –2002. – № 445. – С.130 – 134. 3. ДСТУ 2863-94 Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги. 4. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. 5. ДСТУ 2862-94 Методи розрахунку показників надійності. 6. Кох П. И. Климат и надёжность машин. – М.: Машиностроение, 1981. –175 с.