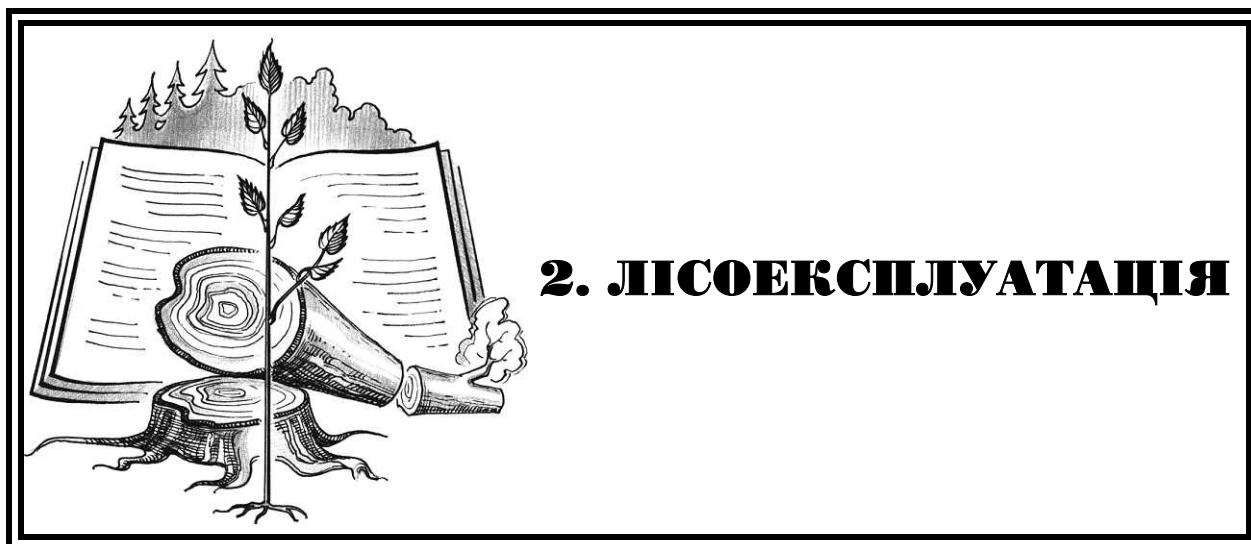




2. ЛІСОЕКСПЛУАТАЦІЯ

УДК 630.377.21

*Проф. М.П. Мартинців, д-р техн. наук;
доц. Й.Л. Ацбергер; інж. І.В. Бичинюк – УкрДЛТУ*

ВИЗНАЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КАНАТІВ ПІДВІСНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК

Отримано вирази для визначення довговічності канатів підвісних лісотransпор-
тних установок залежно від їх основних параметрів та режимів експлуатації, які да-
дуть можливість оцінити потребу в канатах та об'єм деревини, який може бути виве-
зений установкою.

Prof. M.P. Martynciv; doc. Yo.L. Acberger; eng. I.V. Bychynyuk – USUFWT

Determination of longevity of ropes of the suspended timbertansporting plants

There are got expressions for ropes longevity determination of the suspended tim-
bertransporting plants depending on their basic parameters and exploitations, modes that will
enable to estimate a necessity in ropes and volume of wood, which can be taken out by plant.

Підвісні канатні лісотransпортні установки широко використовуються
для освоєння гірських лісів в усіх країнах світу [1-3]. Канати є їх основним
елементом. Вони становлять понад 50 % вартості всієї установки і, в основ-
ному, визначають надійність та безпеку її роботи. За період експлуатації ус-
тановки канати замінюються 5-10 разів, тому підвищення їх довговічності
значно збільшить ефективність використання установки.

Канатне оснащення включає в себе несучі, тягові та допоміжні канати.
Допоміжні канати використовують для влаштування розтяжок, чокерів, кріп-
лення блоків, лебідки та ін. Вони не є визначальними в оцінці працездатності
і вартості установки. Тому важливо встановити довговічність несучих, тяго-
вих і вантажопідіймальних канатів, які є основою підвісної лісотransпортної
установки.

При проектуванні та експлуатації канатних систем канат вибирається
з умови міцності за допустимими навантаженнями, прийнявши коефіцієнт за-
пасу міцності для несучих канатів $n=1.8-2.2$, для тягових і вантажопідіймаль-

них $n=3.0$ [2, 4]. Однак, як показали багаторічні дослідження виконані кафедрою прикладної механіки Українського державного лісотехнічного університету, довговічність несучих канатів, крім запасу міцності, визначається їх типом, співвідношенням T/V (T – натяг несучого канату, V – навантаження на колесо каретки), радіусом виточки ободу коліс, матеріалом коліс та ін. Залежно від умов роботи довговічність несучих канатів може бути від декількох місяців до двох років. У лісовій промисловості, на жаль, не ведеться обліку витрат канатів для оснащення підвісних лісотранспортних установок. Кафедра прикладної механіки в 70-их роках запровадила паспортизацію установок і обстеження їх роботи [5], однак такі дослідження більше не повторювалися. Наявні дані про закономірності зношування не є вичерпними, але вони дають змогу обґрунтувати основні параметри установок [2, 6]. Оброблення результатів досліджень, виконаних проф. Н.М. Белою і доц. А.Г. Прохоренко [6], дали змогу встановити, що довговічність несучих канатів можна виразити емпіричною залежністю:

$$I_n = (14,9 + 9,2m) \cdot (T/V)^{2,1} \text{ (кН·цикл)}, \quad (1)$$

де m – кількість коліс вантажної каретки. Залежність справедлива при запасі міцності $n=2.0$ для канатів ГОСТ-3077.

Однак дослідження впливу окремих факторів на зношування канатів виконувалися на пробіжних машинах, а робота канатів у виробничих умовах значно відрізняється. Надмірне зношування канатів спостерігається в зоні опорного башмака [7, 8]. Тому вплив виробничих факторів на довговічність канатів доцільно враховувати введенням відповідних параметрів, що характеризують виробничі умови. Залежність (1) можна записати у вигляді:

$$I'_n = A \cdot (14,9 + 9,2m) \cdot (T/V)^{2,1} \text{ (кН·цикл)}, \quad (2)$$

де A – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації несучого канату.

Для визначення коефіцієнту A можна запропонувати розгорнуту залежність у вигляді:

$$A = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (3)$$

де: k_1 – коефіцієнт, що враховує зменшення довговічності канату при наявності проміжних опор; k_2 – коефіцієнт, що враховує зміну температури; k_3 – коефіцієнт, що враховує зниження довговічності канату, викликане зміною його натягу при русі вантажної каретки; k_4 – коефіцієнт зниження довговічності за рахунок старіння і корозії.

Обробка даних, отриманих доц. М.В. Матіїшином [8], дала змогу встановити залежність коефіцієнту k_1 від кута підходу канату до башмака проміжної опори – α . Емпіричну формулу можна записати:

$$k_1 = \frac{1}{\alpha^{0,18}}, \quad (4)$$

де α – кут між хордою прольоту і напрямом несучого канату при підході до башмака, град. (змінюється в межах $5^0 \leq \alpha \leq 20^0$).

Аналіз статистичних досліджень і результатів, наведених у роботі [5], показав, що при зниженні температури, за рахунок замерзання змазки і намерзання льоду на канат, його довговічність збільшується. Тому можна прийняти: при $t_3 \geq 4^{\circ}\text{C}$ $k_2 = 1,0$; при $t_3 < 4^{\circ}\text{C}$, $k_2 = 1,1$.

При русі вантажної каретки натяг несучого канату змінюється від монтажного – T_0 (каретка знаходиться на проміжній опорі) до максимального – $T_{\max}$ (каретка знаходиться на середині прольоту). Зміна натягу відповідно приводить до зміни величини напружень. Співвідношення між T_0 і $T_{\max}$ залежить від геометричних параметрів установки і визначається кубічним рівнянням загального стану канату, [2]. Основними параметрами, що впливають на зміну співвідношення $T_0/T_{\max}$ є кількість та величини прольотів установки, кути ухилу їх хорд до горизонту та співвідношення прогину канату до довжини прольоту.

Тобто можна записати:

$$\frac{\sigma_0}{\sigma_{\max}} = \frac{T_0}{T_{\max}} = f\left(m_i, l_i, \alpha_i, \frac{f_i}{l_i}\right), \quad (5)$$

де: m_i – кількість прольотів установки; l_i – довжини прольотів; α_i – кути ухилів хорд прольотів до горизонту; f_i – прогини канатів у відповідних прольотах; σ_0 ; $\sigma_{\max}$ – напруження, що виникають в канаті при дії відповідно монтажного та максимального натягів.

Для реальних установок співвідношення $T_0/T_{\max}$ становить $0,5 \div 0,8$. Тобто несучий канат працює в симетричному циклі навантаження. Із класичних досліджень матеріалів на стійкість при симетричному циклі для таких умов роботи спостерігається зниження довговічності канату на 15-20 %.

Аналіз статистичних даних роботи канатів у виробничих умовах, залежно від параметрів установки, дав змогу запропонувати залежність для визначення коефіцієнту k_3 у вигляді:

$$k_3 = 1 - \left(\frac{f}{l}\right)^{0,8}. \quad (6)$$

Тягові та вантажопідіймальні канати працюють в більш жорстких режимах, тому їх довговічність значно нижча, ніж несучих канатів. Основною причиною їх зношування є знакозмінні згинальні напруження, що виникають при перегині на блоках та барабанах [2, 4]. Тому в процесі експлуатації тяговий і вантажопідіймальний канат необхідно переміщувати на довжині для зміни їх робочої зони на віддаль, яка дорівнює 2,5-3,0 висотам опускання вантажу. Переміщення може здійснюватися за рахунок запасу канату створеного на лебідці. Найбільш важливим для порівняння різних схем навішування канатів є їх довговічність і можливість максимального її збільшення в конкретних умовах експлуатації.

Дослідження доц. А.Г. Прохоренко і доц. Я.О. Лико [2, 4] показали, що основними факторами, які визначають довговічність тягових та вантажопідіймальних канатів можна виразити такими емпіричними залежностями:

- канат ГОСТ 2688:

$$I_T = \left(3,38 + \frac{80,3}{z} \right) \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^{0,08} \cdot 10^3, \text{ (кН} \cdot \text{цикл)} \quad (7)$$

- канат ГОСТ 3077:

$$I_T = \left(5,72 + \frac{66}{z} \right) \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^{0,12} \cdot 10^3, \text{ (кН} \cdot \text{цикл)} \quad (8)$$

де z – кількість перегинів канату на блоках.

Формули (7-8) справедливі при запасі міцності $n=3,0$.

Для врахування впливу умов експлуатації на довговічність канатів введемо коефіцієнт B , тоді:

$$I_T' = B \cdot I_T, \quad (9)$$

де B – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації тягових та вантажопідіймальних канатів. Нехай:

$$B = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4, \quad (10)$$

де: C_1 – коефіцієнт, що враховує інтенсивність експлуатації канату; C_2 – коефіцієнт, що враховує температуру навколишнього середовища; C_3 – коефіцієнт, що враховує схему запасування (неоднорідні перегини, кут девіації, кількість обвідних блоків); C_4 – коефіцієнт, що враховує старіння, наявність абразивних частин, корозію.

Для визначення наведених коефіцієнтів необхідно провести додаткові спостереження за роботою канатів у виробничих умовах і виконати відповідну статистичну обробку отриманих даних. Однак результати наявних досліджень і досвід експлуатації канатних установок [2-8] дав змогу встановити межі зміни коефіцієнтів.

Так для установок типу ЛЛ-26, в яких швидкість руху вантажної каретки становить $V = 5 \div 7$ м/с, а час циклу $t_{\text{ц}} = 20 - 25$ хв. Можна прийняти $C_1 = 1,1$, для установок типу ЛЛ-24, де $V = 2 \div 3$ м/с, а $t_{\text{ц}} = 40 - 45$ хв. $C_1 = 1,2 \div 1,3$. При температурі $t_3 \geq 4^\circ \text{C}$ $C_2 = 1,0$, при нижчих температурах довговічність тягових та вантажопідіймальних канатів знижується, тому рекомендується приймати $C_2 = 0,8 \div 0,9$.

Для замкнутого тягового канату установки типу ЛЛ-24, в якій є обвідні блоки, значні кути девіації, канат часто торкається землі, тобто має абразивні матеріали, коефіцієнти зменшення довговічності приймаються $C_3 = 0,8 \div 0,9$; $C_4 = 0,9 \div 0,95$. Для вантажопідіймальних канатів установки типу ЛЛ-26, відповідно $C_3 = 0,95$; $C_4 = 1,0$.

Використовуючи залежність (2;9) для конкретних умов експлуатації, які відображають окремі коефіцієнти, можна визначити довговічність канатів і встановити їх потребу для оснащення установки певного типу, визначити об'єм деревини, який може бути вивезений установкою.

Література

1. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт – Львів: Тріада плюс, 2003. – 352 с.
2. Адамовський М.Г., Мартинців М.П., Бадера Й.С. Підвісні канатні лісотранспортні системи. – К.: ІЗМН, 1997. – 156 с.
3. Занегин Л.А., Воскобойников И.В., Еремеев Н.С. Машины и механизмы для канатной трелёвки. – М.: МГУ леса, 2004. – 443 с.
4. Белая Н.М., Прохоренко А.Г. Технические условия использования канатов подвесных лесотранспортных установок и повышения их сроков службы. – Львів: ЛЛТИ, 1975. – 20 с.
5. Адамовский Н.Г., Матвеев Э.Н. Статистическое описание сроков службы канатов лесотранспортных установок// Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообраб. пром-сть. – К.: Будівельник. – 1978, вип. 9. – С. 57-60.
6. Белая Н.М., Прохоренко А.Г. Канатный транспорт леса и резервы повышения его эффективности// Лесной журнал: Изв. высш. учеб. заведений. 1982, № 4. – С. 34-42.
7. Мартинців М.П., Рудько І.М., Матійшин М.В. Про особливості роботи несучих канатів багатопрольотних канатних лісотранспортних установок в зоні опорного башмака// Наук. вісник УкрДЛТУ: Сучасні теоретичні розробки в деревообробному і меблевому виробництві. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.5. – С. 173-178.
8. Белая Н.М., Прохоренко А.Г., Матийшин Н.В. Исследования выносливости несущих канатов в зоне башмаков промежуточных опор// Сб.: Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообраб. пром-сть. – К.: Будівельник. – 1975, вип. 5. – С. 32-36.

УДК 621.825

Проф. В.О. Малащенко, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"; проф. М.П. Мартинців, д-р техн. наук – УкрДЛТУ; аспір. А.В. Пінчук – НУ "Львівська політехніка"

РОЗПОДІЛУ ПИТОМОГО ТИСКУ НА БОКОВИХ ПОВЕРХНЯХ КІЛЕЦЬ ФРИКЦІЙНОЇ МУФТИ ПІДВИЩЕНОЇ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Розглянуто нову конструкцію дискової фрикційної муфти підвищеної навантажувальної здатності. Запропоновано методику визначення геометричних параметрів елементів муфти для покращення рівномірного розподілу питомого тиску, в основу якого покладена рівність площ кожної із поверхонь тертя. Отримано аналітичні залежності визначення цих параметрів.

Ключові слова: фрикційна муфта, тертя, площа, сила нормального тиску.

*Prof. W.O. Malashchenko – NU "Lvivska politechnica";
prof. M.P. Martynciv – USUFWT;
doctorate A.W. Pinchuk – NU "Lvivska politechnica"*

Distribution of the specific pressure on lateral surfaces of rings of increased loading ability

The new construction of friction muff increased loading ability is analyzed. The method of definition geometric parameters of muff elements is propose for improvement of uniform distribution specific pressure, in basis which has stand equability areas of every friction surfaces. The analytic dependence of definition this parameters is received.

Keywords: friction muff, friction, area, force of perpendicular pressure.

Фрикційні муфти широко застосовуються у машинобудуванні для з'єднання елементів кінематичних ланцюгів, керування технологічним процесом та запобігання перевантажень механічних систем. Створення нових та вдосконалення наявних фрикційних муфт спрямовано на підвищення та ста-