

Рис. 1. Схема відбору зразків для визначення вологості шпону

За цими даними за формулою

$$W_i = \frac{m_i - m_{0i}}{m_{0i}} 100\% \quad (9)$$

визначають вологість кожного зразка (W_i). Далі за формулою

$$\bar{W}_n = \frac{1}{n} \sum W \quad (10)$$

визначали середню вологість листа шпону (\bar{W}_n), де: m_i – маса зразка у вологому стані, г; m_0 – маса зразка в абсолютно сухому стані, г; n – кількість зразків

Для визначення початкової і кінцевої вологості шпону в процесі сушіння застосовано таку методику. З тієї партії вибрали будь-які три листи шпону, робили на них свої помітки і зважували на технічній вазі з точністю до 0,1 г. Потім ці листи закладали в сушарку і на виході з неї знову зважували. Початкову середню масу позначимо (M_n), а кінцеву – (M_k). З формули

$$\bar{W}_n = \frac{\bar{M}_n - \bar{M}_0}{\bar{M}_0} 100\% \quad (11)$$

знаходимо середню масу (з трьох листів) шпону в абсолютно сухому стані

$$\bar{M}_0 = \frac{100M_n}{100 + M_n} \quad (12)$$

Потім за формулою

$$\bar{W}_k = \frac{\bar{M}_k - \bar{M}_0}{\bar{M}_0} \quad (13)$$

визначиться кінцева вологість шпону.

Тривалість процесу сушіння шпону. Експериментально тривалість сушіння шпону визначали таким чином. Фіксувався час з точністю до секунди коли були завантажені помічені листи шпону в сушарку та час їх виходу з сушарки. Експериментальні дані з визначення тривалості сушіння шпону можна апроксимувати залежністю

$$\tau_c = At^{-n} S^{-m} V^{-k} \ln \frac{W_n}{W_k}, \quad (14)$$

де: t – середня температура агента сушіння в сушарці, °C; W_n, W_k – початкова і кінцева вологість шпону, %; V – середня швидкість циркуляції агента сушіння в сушарці, м/с; S – товщина шпону, мм.

На основі аналізу літературних даних [2], показники взято; за температури для постійної швидкості; сушіння приймають $n = -1,6$, а у другому періоді $n = -1,8$; за швидкості циркуляції агента сушіння у першому періоді процесу $m = -0,3$, а у другому періоді $m = -0,4$; за товщини шпону показник степені $k = 1,3$. Для розрахунків приймаємо: $n = -1,7$; $m = -0,35$.

Література

1. Стернин Д.М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит / Д.М. Стернин. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1977. – 383 с.
2. Білей П.В. Сушіння та захист деревини : підручник / П.В. Білей, В.М. Павлюст. – Львів : Вид-во "Кольорове небо", 2008. – 312 с.
3. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1987. – 360 с.

Білей П.В., Приставский Б.И. Методика исследования затраты тепловой энергии в процессах сушки шпона

Рассмотрена эффективность работы модернизированной сушильной установки СУР – 4, где, в качестве агента сушки используются топочные газы. Описаны методики определения влажности шпона, расчеты длительности процесса сушки, затрат топлива на единицу испаряемой влаги.

Ключевые слова: циркуляция, длительность процесса сушки, затрата топлива, влажность, температура, эффективность, древесина, агент сушки.

Bilej P.V., Pristavskyy B.I. Methodology of research of expense of thermal energy is in the processes of drying of lead

Efficiency of work of the modernized drying setting of SUR is considered – 4 where, as an agent of drying used, fire-box gases. The methods of determination of humidity are described lead, calculations of duration of the process drying, and expense of fuel, on unit of the evaporated moisture.

Keywords: circulation, duration of the drying process, fuel expense, humidity, temperature, efficiency, wood, drying agent.

УДК 634.0377.2

Заст. директора В.В. Іщук, канд. техн. наук – ТзОВ "Світанок", м. Львів; доц. Й.Л. Ацбергер – НЛТУ України, м. Львів

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ УСТАНОВОК З РУХОМИМ ТЯГОВО-НЕСНИМ КАНАТОМ

Запропоновано методику розрахунку рухомого тягово-несного каната підвісної канатної установки. Виведено залежності для визначення натягу каната за методом "ланцюгової лінії", прийнявши за розрахункову схему вітку каната з закріпленими кінцями, навантажено у середині прольоту. Отримано залежності для визначення натягу каната зі врахуванням динамічних навантажень. Побудовано графіки для вибору основних параметрів установки залежно від рельєфу траси та експлуатаційних параметрів.

Ключові слова: тягово-несний канат, підвісна канатна установка, натяг каната, динамічні навантаження, основні параметри.

Підвісні канатні установки широко використовують для освоєння гірських регіонів. Пасажирські канатні дороги в Карпатах використовують для перевезення туристів і лижників. Вони слугують головним засобом транспортного забезпечення гірських туристичних і лижних комплексів [1]. Канатні лісотранспортні установки є найефективнішим транспортом деревини під час освоєння гірських лісів [2, 3]. У деяких випадках альтернативи канатному транспорту взагалі немає, тому що прокладання лісовозних доріг веде за собою витрати, які перевищують в десятки разів вартість канатних установок. Однак залишаються маломеханізовані операції, зв'язані з переміщенням вантажів під час виконання лісогосподарських робіт (транспортування садового матеріалу, заготовка сіна, трелювання маломірної деревини від доглядових рубань та ін.). Такі задачі можуть вирішити мобільні канатні установки. Важливим питанням є створення універсального транспортного засобу, який міг би використовуватися як у літніх умовах для транспортування вантажів, так і в зимових умовах для переміщення лижників. Для спрощення конструкції канатної установки направляючий і приводний блоки жорстко кріпляться до опори. Під час монтажу натяг тягово-несного канату надається спеціальним натягувальним пристроєм шляхом переміщення напрямного блоку. Схему установки показано на рис. 1. Основним елементом установки є тягово-несний канат, що навішується на проміжних роликових опорах та напрямних блоках. Розрахунок тягово-несного канату можна виконувати за методом ланцюгової лінії, враховуючи інерційні зусилля, що виникають під час руху канату [4-6].

ку за розрахункову схему можна прийняти вітку канату, що знаходиться між двома опорами з максимальним прольотом, коли вантаж знаходиться в середині прольоту. Тоді розрахункову схему можна представити у вигляді ланцюгової лінії з жорстко закріпленими кінцями (рис. 2).

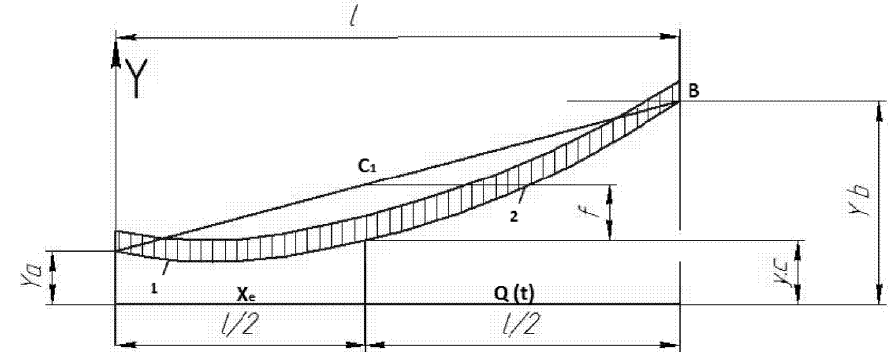


Рис. 2. Розрахункова схема вітки тягово-несного канату

При навантаженні канату зовнішньою силою, крива провисання прийме форму двох ланцюгових ліній, що перетинаються у точці прикладання вантажу [6]. Тоді провисання віток канату можна представити у вигляді рівняння ланцюгової лінії

$$y_k = c_{1i} \cdot ch \frac{x_k \cdot c_{1i}}{c_{3i}} - c_{3i}, \quad (1)$$

де: y_k, x_k – координати граничних точок ($k = A; B$); $i = 1, 2$ – номери віток канату; c_{1i}, c_{3i} – параметричні коефіцієнти ланцюгової лінії.

Для визначення коефіцієнтів c_1, c_2, c_3 після нескладних перетворень приймаємо $y'_k = 0$. Тоді отримаємо:

$$x_k = c_2; \quad y'_k = c_1 - c_3; \quad (2)$$

$$c_3 = c_1 \cdot ch \left(\frac{x_a - c_2}{c_1} \right) - y_a; \quad (3)$$

$$c_1 \cdot \left(ch \frac{x_b - c_2}{c_1} - ch \frac{x_a - c_2}{c_1} \right) = y_b - y_a. \quad (4)$$

Тоді натяг канату в точці B, який буде максимальним, можна знайти з рівняння

$$T_b = c_{11} \cdot q \cdot sh \left(\frac{x_b - x_c}{2 \cdot c_{12}} + ar \cos \frac{y_b - y_c}{2 \cdot c_{12} \cdot ch \frac{x_b - x_c}{2 \cdot c_{12}}} \right). \quad (5)$$

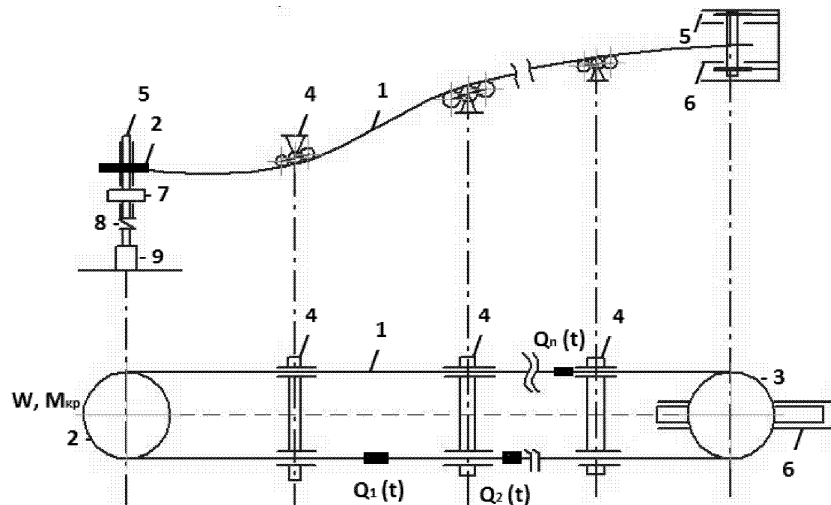


Рис. 1. Схема канатної установки з тягово-несним канатом: 1) тягово-несний канат; 2, 3) відповідно ведучий та напрямний блоки; 4) проміжні опори; 5) кінцеві опори; 6) натяжний пристрій; 7) передача; 8) муфта з'єднання; 9) двигун

Для спрощення конструкції канатної установки після її монтажу натяжний пристрій 6 фіксується, тоді довжина канату не змінюється. У цьому випадку

Враховуючи тертя між канатом та проміжними опорами, а також під час набігання каната на напрямні блоки, динамічну складову натягу можна визначити зі залежності:

$$T_i = E_k \cdot A_k \cdot \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} \right), \quad (6)$$

де φ_i – функція, що враховує втрати в коливній системі,

$$\varphi_i = \frac{v_i \cdot v_i^2}{2Q_i}, \quad (7)$$

де: v_i – коефіцієнт лінійного опору окремого елемента; Q_i – вага окремого елемента.

Натяг канату зі врахуванням динамічних навантажень буде рівним:

$$T_{\max} = T_b + T_i. \quad (8)$$

Визначивши натяг несного канату, можна визначити потужність приво-
ду канатної установки

$$N = \frac{T_{\max} \cdot D}{2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} \cdot \omega, \quad (9)$$

де D – діаметр ведучого шківів; ω – кутова швидкість руху шківів; η_1, η_2 – від-
повідно коефіцієнти корисної дії привода і системи канат – опори.

Рівняння (5); (6); (7); (8) можна розв'язати методом Гауса за допомогою
пакету прикладних програм "Mathematica for Windows". Для прикладу, покаже-
мо зміну натягу тягово-несного канату від параметрів установки (рис. 3).

Графіки (рис. 3) побудовані для випадку:

- $l = 300 \text{ мм}; \alpha = 30^\circ$; канат ГОСТ 2688; $d_k = 21,0 \text{ мм}; \sigma_{\text{сп}} = 1770 \text{ МПа}$;
- $\frac{f}{l} = \frac{1}{20} \dots \frac{1}{10}$; $D_{\text{ол}} = 1,5 \text{ м}; v = 0,5 \dots 5 \text{ м/с}$.

Інші параметри установки прийнято згідно з рекомендаціями, наведени-
ми в роботах [1, 2].

Із графіків видно характер зміни натягу канату залежно від навантажен-
ня і швидкості його руху. Користуючись графіками (рис. 3 а, б), для певних па-
раметрів установки можна знайти конструкційні та експлуатаційні параметри,
за яких забезпечуються оптимальні режими роботи.

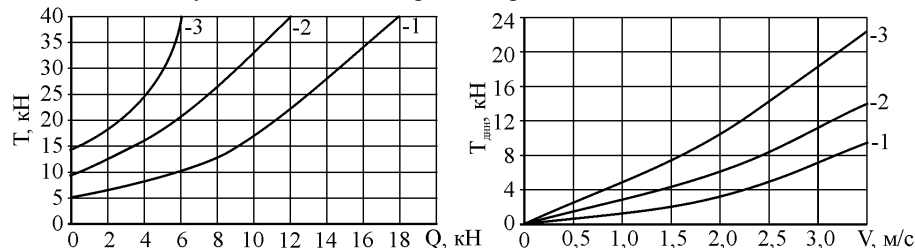


Рис. 3. Графіки залежності натягу канату від експлуатаційних параметрів:

а) $T = f(Q)$: 1 – при $\frac{f}{l} = 1/10$; 2 – при $\frac{f}{l} = 1/15$; 3 – при $\frac{f}{l} = 1/20$

б) $T_{\text{дин}} = f(v)$, при 1 – $Q = 1 \text{ кН}$; 2 – $Q = 5 \text{ кН}$; 3 – $Q = 10 \text{ кН}$.

Для зниження динамічної складової натягу канату швидкість руху кана-
ту необхідно приймати $v \leq 2 \text{ м/с}$. Запропонована методика визначення основних
параметрів канатних установок з рухомим тягово-несним канатом дасть змогу
підвищити ефективність роботи таких установок і забезпечить їх більш широке
використання для освоєння гірських масивів.

Література

1. Беркман М.Б. Подвесные канатные дороги / М.Б. Беркман, Г.И. Бовский, Г.Г. Куйбида, Ю.С. Леонтьев. – М. : Изд-во "Машиностроения". – 1984. – 264 с.
2. Шкіря Т. Технологія і машини лісосічних робіт / Тиберій Шкіря. – Львів : Вид-во "Три-
ада плюс" – 2003. – 352 с.
3. Адамовський М.Г. Підвісні канатні лісотранспортні системи / М.Г. Адамовський,
М.П. Мартинців, Й.С. Бадера. – К. : Вид-во ЗМН, 1997. – 157 с.
4. Лавитский А.С. О моделировании многопролетных несущих канатов подвесных канат-
ных дорог / А.С. Лавитский // Перспективы комплексного освоения лесосырьевых ресурсов в се-
веро-восточных районах Иркутской области, тяготеющих к зоне строительства БАМ". – Иркутск
: Изд-во ФЦНИИМЭ, 1979. – 48 с.
5. Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних лісо транспортних
установок / М.П. Мартинців. – К. : Вид-во "Ясмина", 1996. – 175 с.
6. Мартинців М.П. Динаміка та надійність підвісних канатних систем / М.П. Мартинців,
Б.В. Сологуб, М.В. Магішин. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2011. – 188 с.
7. Мартинців М.П. Особливості розрахунку систем із рухомим тягово-несним канатом /
М.П. Мартинців, М.Г. Адамовський, В.В. Бариляк, Б.В. Сологуб // Науковий вісник НЛТУ Укра-
їни : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.8. – С. 146-152.
8. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уни-
вер. – М. : Изд-во "Машиностроения", 1985. – 472 с.

Ишук В.В., Ацбергер И.Л. Обоснование параметров канатных уста- новок с подвижным тягово-несущим канатом

Предложена методика расчёта подвижного тягово-несущего каната подвесной кан-
атной установки. Выведены зависимости для определения натяжения каната по методу
"цепной линии", приняв за расчётную схему ветвь каната с закреплёнными концами, наг-
руженную в середине пролёта. Получены зависимости для определения натяжения кана-
та с учётом динамических нагружений. Построены графики для выбора основных пара-
метров установки в зависимости от рельефа трассы и эксплуатационных параметров.

Ключевые слова: тягово-несущий канат, подвесная канатная установка, натяже-
ние каната, динамические нагрузки, основные параметры.

Ishchuk V.V., Acherher Yo.L. Rationale parameters of cable systems with movable pull-carrying rope

The method of calculation of movable pull-carrying rope of hanging rope set is suggested.
We derive relations for determining the tension of the rope on a "catenary", taking the design
scheme branch of the rope with fixed ends, loaded at mid-span. The dependencies for determi-
ning tension rope with the dynamic loadings. The graphs for the choice of the basic param-
eters of the installation, depending on the topography of the route and the operating parameters.

Keywords: pull-carrying rope, hanging rope set, the tension of the rope, dynamic load,
basic parameters.