

Література

1. Закон України "Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону. 10.02.2002. № 1436-III.
2. Фурдичко О. Карпатські ліси: проблеми екологічної безпеки і сталого розвитку гірського регіону. – Львів: Бібльос. – 2002. – 192 с.
3. Мартинців М.П., Бадера Й.С. Розробка екологозберігаючих технологій і механізмів для освоєння гірських лісів// Наук. вісник УкрДЛТУ: Матер. міжнар. конф. "Лісо-транспорт в Карпатах: традиції, реалії і перспективи розвитку". – Львів: УкрДЛТУ. – 1988. – С. 121-129.
4. Библюк Н., Библюк М. Екологічні аспекти гірської лісозаготівлі// В кн.: Праці наукового товариства ім. Шевченка. Том II. Екотехнології. – Львів: НТШ. – 1998. – С. 586-600.
5. Сабадырь А.И., Коржов В.Л. Мобильные канатные лесотранспортные системы// Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004, № 9. – С. 20-24.
6. Дробиков А.А. Эффективность применения канатных установок// Лесное хозяйство. – 1987, № 4. – С. 14-23.
7. Коржов В.Л., Шуба А.А. Применение легких мобильных канатных установок в карпатских лесхозах// Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004, № 11. – С. 6-7.
8. Побединский А.В. Изучение лесоводственных процессов. – М.: Наука, 1966. – С. 8-21.
9. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства буковых лесов. – М.: Лесн. пром-сть. – 1965. – 175 с.
10. Олійник В.С. Класифікація пошкоджень ґрунту під час лісозаготівель в Карпатах// Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – Чернівці: ЧНУ. – 1998. – С. 13-20.

УДК 630.37

Доц. Л.О. Тисовський, канд. фіз.-мат. наук;
аспір. І.М. Рудько – УкрДЛТУ

ДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯННЯ КРИВОЇ ПРОГИНУ КАНАТА ПІДВІСНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ

Подано методику визначення параметрів ланцюгової лінії кривої прогину каната. Отримано залежності для визначення зусиль та геометричних характеристик каната. За допомогою створеного пакета прикладних програм проведено числовий аналіз транспортної установки.

Doc. L.O. Tysovskyy; doctorate I.M. Rud'ko – USUFWT

To the definition of the equation of a curve of a cable deflection of pendant transport plant

The technique of definition of parameters of a chain line of a curve of a cable deflection is developed. It is received dependences for definition of efforts and geometrical characteristics. With the help of the created package of applied programs numerical calculation of a rope of transport plant is carried out.

Вимоги щодо екології ставлять на порядок денний все ширше використання в заготівельній і рекреаційній галузях лісового господарства канатних транспортних установок. Канатне оснащення є основним та найбільш відповідальним елементом цих конструкцій, а тому не дивно, що велика кількість науковців та інженерів займалися розробкою методів розрахунку канатів підвісних систем. Огляд отриманих результатів із цієї проблеми наведено в [1]. Однак необхідно зазначити, що в переважній більшості робіт канати розглядаються як гнучкі нитки з малими стрілками прогину, а реальне навантаження на канат замінювалося наближеними розрахунковими схемами.

Розглянемо задачу про встановлення форми прогину каната транспортної установки, що знаходиться під дією власної ваги і закріплений в точках A та B (рис. 1).

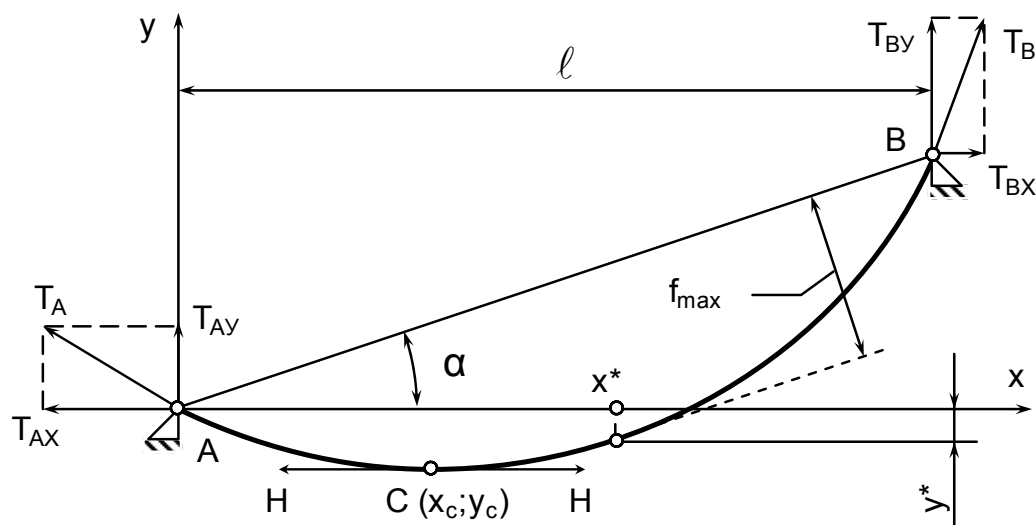


Рис. 1. Розрахункова схема розміщення каната

Канат моделюється гнучкою нерозтяжною ниткою, площина якої збігається з вертикальною площиною xOy . При зроблених припущеннях диференціальне рівняння прогину нитки має вигляд [2]:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{q}{H} S, \quad (1)$$

де: H – проекція натягу нитки на горизонтальну вісь x ; S – довжина дуги нитки від початку координат до розглядуваної точки; q – вага одиниці довжини нитки; приймаємо $q = \text{const}$.

Відомо, що

$$dS = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx,$$

або, врахувавши співвідношення (1), матимемо

$$dS / \sqrt{1 + \left(\frac{q \cdot S}{H}\right)^2} = dx. \quad (2)$$

Виконавши інтегрування рівності (2) і ввівши позначення

$$C_1 = H/q, \quad (3)$$

отримаємо

$$C_1 \operatorname{arsh} \frac{S}{C_1} = x + C_2,$$

або

$$S = C_1 \operatorname{sh} \frac{x + C_2}{C_1}. \quad (4)$$

Підставивши вираз (4) у диференціальне рівняння прогину (1), після інтегрування отримаємо

$$y = C_1 ch \frac{x + C_2}{C_1} + C_3, \quad (5)$$

тобто крива прогину каната представляється у вигляді ланцюгової лінії. Параметри ланцюгової лінії C_1, C_2, C_3 знайдемо з умов закріплення кінців каната і з тієї умови, що його довжина L є відомою величиною.

Якщо початок системи координат вибрати в точці A , то шукані умови набирають вигляду:

$$y(0) = 0; \quad y(\ell) = h; \quad L = \int_0^\ell \sqrt{1 + y'^2} dx. \quad (6)$$

Таким чином, для визначення трьох невідомих величин отримаємо систему трьох трансцендентних рівнянь:

$$\begin{cases} C_1 ch(C_2/C_1) + C_3 = 0; \\ C_1 ch((\ell + C_2)/C_1) + C_3 = h; \\ C_1 (sh((C_2 + \ell)/C_1) - sh(C_2/C_1)) = L. \end{cases} \quad (7)$$

Пропонуємо такий підхід до розв'язування системи рівнянь (7). Із першого рівняння визначаємо C_3

$$C_3 = -C_2 ch \frac{C_2}{C_1}. \quad (8)$$

Підставивши це значення в друге рівняння системи, після перетворень отримаємо

$$C_2 = \frac{1}{2} \left(C_1 arch \frac{h}{2 C_1 ch(\ell/2)} - \ell \right). \quad (9)$$

Якщо, в свою чергу, вираз для C_2 (9) підставити в третє рівняння системи (7), то отримаємо одне трансцендентне рівняння для визначення невідомого параметра C_1 , яке можна розв'язати графічно-аналітичним методом [3].

Знаючи форму прогину каната, із рівняння $dy/dx = 0$ знаходимо координати вершини ланцюгової лінії x_c, y_c , а далі максимальний прогин каната $f_{\max}$ та координати x^*, y^* точки максимального прогину (рис. 1).

Отримавши необхідні співвідношення, можна побудувати епюри відповідних величин (рис. 2).

Величину середнього натягу каната T_{cp} (рис. 2) можна визначити за формулою:

$$T_{cp} = \frac{2 H^2}{\ell \cdot q} \cdot sh \frac{q \ell}{2 H} \cdot ch \frac{q(2b - \ell)}{2 H}. \quad (10)$$

Обчислення проводиться за таких значень початкових параметрів: $\ell = 355 \text{ м}$; $\alpha = -17,95^\circ$; $q = 26,34 \text{ Н/м}$; $L = 382 \text{ м}$.

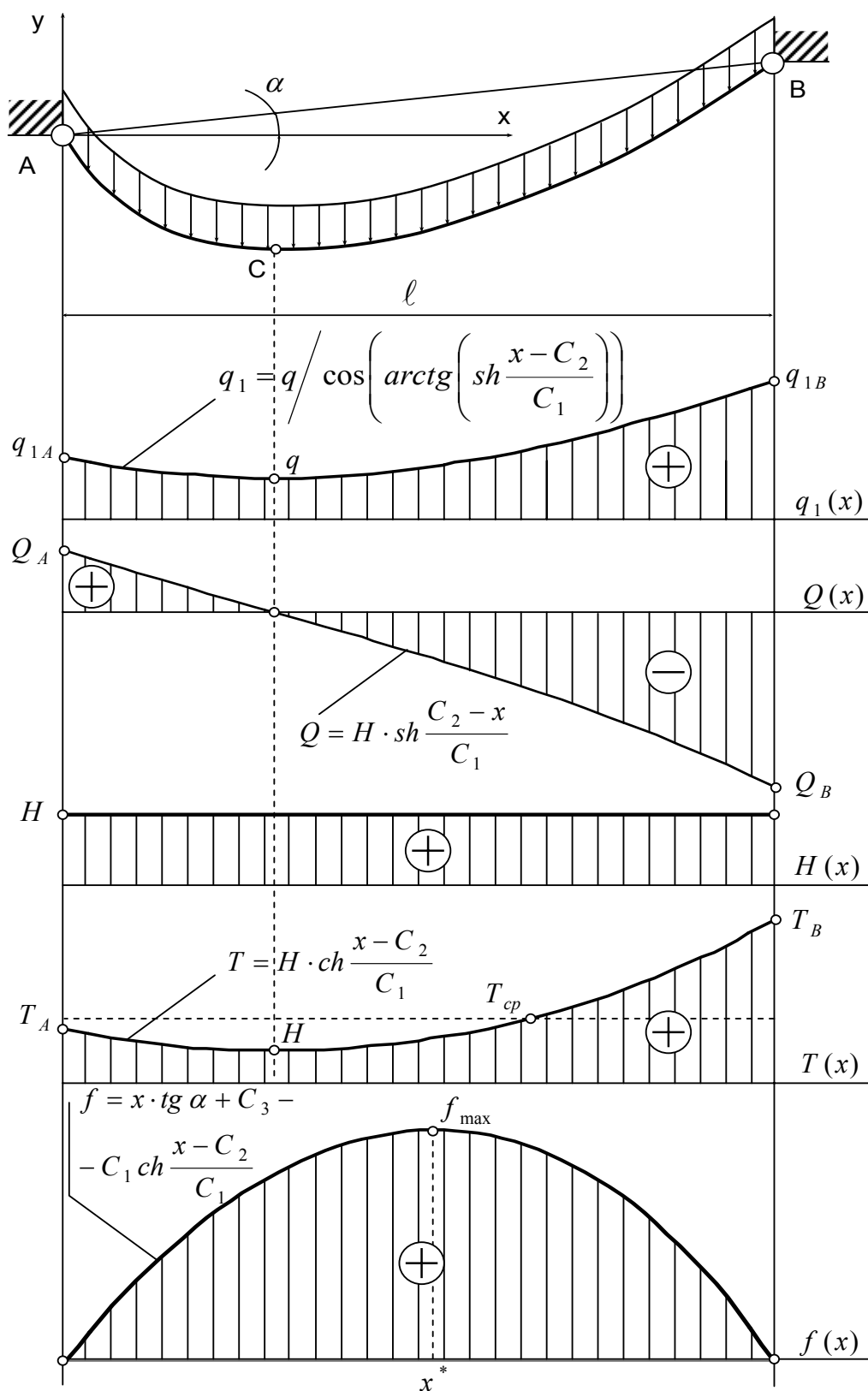


Рис. 2. Епюри навантаження, натягів та прогину каната

Для числового аналізу вказаних задач створено пакет прикладних програм (середовище VBA), що дає змогу в автоматизованому режимі обчислювати основні параметри канатної установки і виконувати необхідні додаткові розрахунки (рис. 3).

Після визначення параметрів ланцюгової лінії знаходимо рівняння кривої прогину каната (рис. 3) та зображаємо дану залежність графічно (рис. 4).

Розрахунок каната, завантаженого власною вагою, з жорстко закріпленими кінцями

Вихідні дані

355 довжина прольоту; l , м;
 -17,95 ухил хорди прольоту; α , град;
 382 довжина каната; L , м;
 26,34 вага погонного метра каната; q , Н;

Розрахунок геометричних характеристик

координати вершини ланцюгової лінії
 317,307 абсциса т. С, м; 116,584 ордината т. С, м;
 прогини
 116,584 f_1 , м; 1,580 f_2 , м;
 віддалі від вершини ланцюгової лінії до опор
 317,307 a , м; 37,693 b , м;
 перевищення опор
 -115,004 $f_2 - f_1$, м;
 рівняння ланцюгової лінії
 $y = 449,999 \operatorname{ch} \left(\frac{(x - 317,307)}{449,999} \right) - 566,583$
 максимальний прогин каната
 37,203 $f_{\max}$, м; абсциса максимального прогину
 173,964 $x_{f_{\max}}$, м;
 рівняння прогину каната
 $f = -0,324 x - 449,999 \operatorname{ch} \frac{x - 317,307}{449,999} + 566,583$
 Додатковий розрахунок
 для точки з абсцисою 177,5 x , м;
 ординату -94,691 y , м;
 прогин 37,189 f , м;
 натяг 12 430 T , Н.

Розрахунок силових параметрів

натяг каната
 14 924 у головній опорі; T_a , Н;
 11 895 у тилівій опорі; T_b , Н;
 11 853 горизонтальна складова; H , Н;
 розрахункові значення натягу каната
 14 924 максимального; $T_{\max}$, Н;
 12 754 середнього; $T_{\text{сер}}$, Н;
 рівняння натягу каната
 $T = 11 852,976 \operatorname{ch} \frac{x - 317,307}{449,999}$

Виконати розрахунок Завершити роботу

Рис. 3. Результати програмного розрахунку

Отримані результати є основою для математичного моделювання роботи підвісних трелювальних систем.

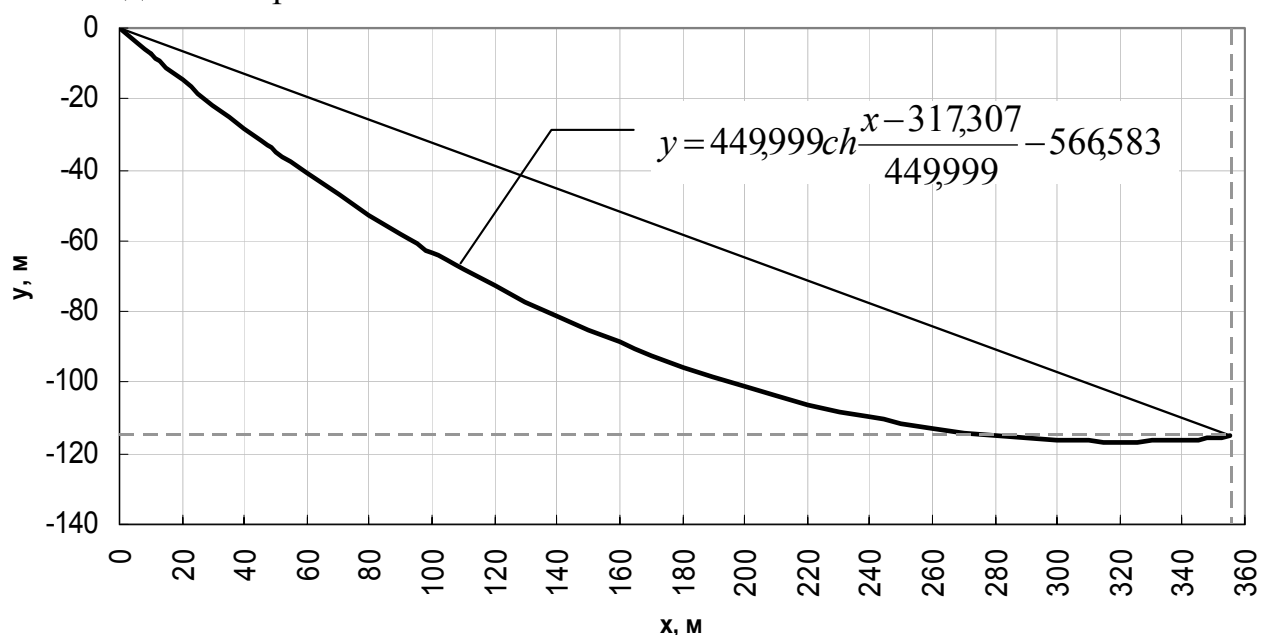


Рис. 4. Крива прогину каната у вигляді ланцюгової лінії з початком координат у верхній опорі

Література

1. Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних лісотранспортних установок. – К.: Ясмина, 1996. – 175 с.
2. Меркин Д.Р. Введение в механику нити. – М.: Наука, 1981. – 240 с.
3. Лютий Є.М., Тисовський Л.О., Рудько І.М. Визначення силових параметрів і геометричних характеристик кривої прогину каната у виді ланцюгової лінії// Вісник Східноукраїнського НУ ім. Володимира Даля. – Луганськ. – 2003, № 12 (70). – С. 184-192.

УДК 625.574:634.31

Доц. О.М. Удовиський, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ВИКОРИСТАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КАНАТНОЇ УСТАНОВКИ

Описано стан використання канатних установок в реальних умовах гірських лісів. Визначена важливість проведення експериментальних досліджень для підтвердження теоретичних результатів та описано експериментальну модель канатної установки для дослідження динамічних процесів в приводах та канатах канатної установки.

Doc. O.M. Udovyskyj – USUFWT

Uses and experimental researches of work of cable plant

There is described the state of the use of cable plants in the real conditions of mountain cutting areas. Definite importance of conducting of experimental researches for confirmation of theoretical results and there is described an experimental model of the cable plant for research of dynamic processes in drives and cables of the cable plant.

Однією з основних умов екологічно збалансованого лісокористування в гірських умовах є застосування таких механізмів і способів трелювання деревини при лісозаготівлі, які б найменше впливали на лісове середовище та забезпечували природне відновлення лісу. Особливо це стосується лісосік, які знаходяться високо в горах. Адже тут набагато гірші умови для росту деревостанів: стрімкі схили і кам'янисті, збіднені ґрунти, жорсткіші метеорологічні умови, ослаблені лісовідновні процеси тощо.

Серед вантажопідйомних механізмів окреме місце займають підвісні канатні установки, які в гірських умовах є найбільш ефективним видом первинного транспортування деревини. Як первинний транспорт лісу в Карпатах найбільш ефективно використовувати однопролітні канатні установки. Вони маневрені, не потребують великої кількості обслуговуючого персоналу та зручні в експлуатації.

На Львівщині є два держлісгоспи, де більшість лісових площ знаходиться у важкодоступній гірській місцевості. Це Сколівський та Славський держлісгоспи. І тому тут взято курс на трелювання лісу підвісними канатними установками. Для Славського держлісгоспу це випробуваний метод. Спочатку тут понад 10 років тому була придбана чеська лебідка LS-2-500 на базі трактора "Zetor". Сьогоднішні канатні установки набагато досконаліші, правда і набагато дорожчі. Але їх застосування повністю виправдане. Вже кілька років ефективно функціонує в Славських лісах австрійська лебідка "Гантнер", нещодавно придбано чеську установку "Ларікс". Перше випробування цієї установки під наглядом фахівців виробника пройшло на території Тух-