

Отримані результати показують: із зростанням швидкості власна частота коливань зменшується, до того ж швидкість спадання частоти менша для більш м'яких матеріалів. Це особливо актуально при дослідженні резонансних явищ у вказаних системах.

Література

1. Курант Р. Уравнения с частными производными. – М.: Мир, 1964. – 830 с.
2. Горошко О.А. О продольных колебаниях балки с подвижным экипажем// Прикладная механика. – 1978. – 14, № 8. – С. 70-78.
3. Тарме М., Моут Л. Свободные периодические нелинейные колебания полосы, движущейся в осевом направлении// В кн.: Тр. Американского общества инженеров-механиков. Прикладная механика. – М.: Мир, 1969. – 36, № 1. – С. 87-98.
4. Моут М., Нэгюльсуорен Л. Теоретические и экспериментальные исследования вибраций ленточных пил// В кн.: Тр. Американского общества инженеров-механиков. Конструирование и технология машиностроения. – М.: Мир, 1966. – 88, № 2. – С. 27-32.
5. Сеник П.М. Про Ateb-функції// Доп. АН УРСР. – 1968, № 1. – С. 23 -26.
6. Сеник П.М. Обернення неповної Beta-функції// Укр. мат. журн. – 1969. – 21, № 3. – С. 325-333.
7. Сокил Б.И. Об асимптотических разложениях краевой задачи для одного нелинейного уравнения с частными производными// Укр. мат. журн. – 1982. – 34, № 6. – С. 803-805.
8. Сокил Б.І. Про застосування Ateb-функцій для побудови розв'язків деяких рівнянь, які описують нелінійні коливання одновимірних середовищ// Доп. НАН України. – 1997, № 1. – С. 55-58.
9. Волосов В.М. Нелинейные волны в неоднородных средах. Асимптотические методы исследования с приложениями к задачам океанологии// В сб.: Колебания нелинейных систем. – К: Изд-во Ин-та математики. – 1976. – С. 3-141.
10. Мартинців М.П., Сокил Б.І., Сокил М.Б. Хвильові процеси в однорідних нелінійно пружних системах і методи їх дослідження// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть. – Львів: УкрДЛТУ – 2003, вип. 28. – С. 81-89.
11. Найфэ А.Х. Методы возмущений. – М.: Мир, 1976. – 456 с.
12. Митропольский Ю.А. Мосеенков Б.И. Асимптотические решения уравнений в частных производных. – К.: Вища школа, 1976. – 592 с.
13. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1974. – 501 с.
14. Митропольский Ю.А. Лекции по методу усреднения в нелинейной механике. – К.: Наук. Думка, 1966. – 467 с.

УДК 630.37

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

РОЗРАХУНОК НЕСУЧОГО КАНАТА НЕЗАВАНТАЖЕНОЇ ДВОПРОМІЖНОЇ УСТАНОВКИ

Розроблена методика для визначення форми прогину несучого каната підвісної системи з двома проміжками. Проведено числовий аналіз трельовальної установки для конкретного випадку. Стверджується, що запропоновану методику можна застосовувати і для канатних трельовальних установок з довільним числом проміжків.

Doc. L.O. Tysovskij; doctorate I.M. Rud'ko – NUFWT of Ukraine

Calculation of a bearing cable of not loaded plant with two runs

The technique of definition of the form of a deflection of a bearing rope of pendant system with two runs is developed. It is lead the numerical analysis of pendant plant for a concrete case. It is certain, that the resulted technique can be applied and to transport plant with any number of runs.

Практика експлуатації підвісних трельовальних систем показує, що поряд з однопроміжними мобільними канатними установками широке застосування отримали також й багатопроміжні установки. При розрахунку несучих канатів таких систем розрахункова схема навішування канату розглядається як багатопроміжна гнучка нитка, жорстко закріплена кінцями до опор, що знаходяться на різних рівнях [1].

Враховуючи те, що гнучка нитка є системою змінною, класично розглядають два її стани: не навантажений (дія лише власної ваги) та навантажений (дія власної ваги та корисного навантаження). Детальніше розглянемо перший випадок на прикладі системи з двома проміжками довжиною ℓ_1 та ℓ_2 (рис. 1). Канат довжиною L , жорстко закріплений в опорах A та C , знаходиться під дією власної ваги q ; ухили хорд прольотів до горизонту відповідно до проміжків – рівні α_1 та α_2 .

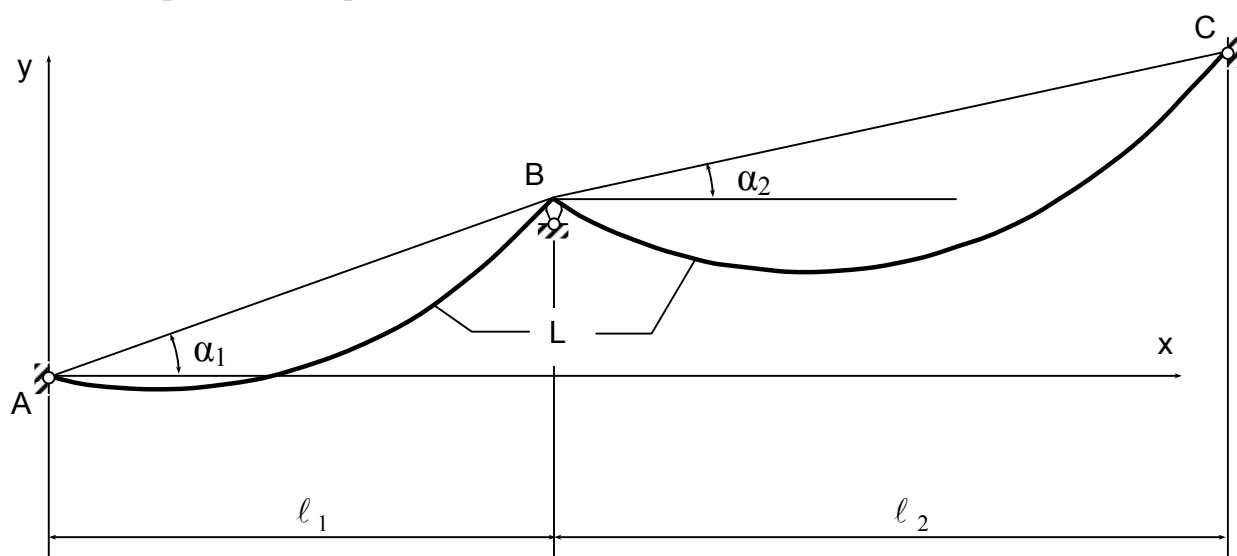


Рис. 1. Розрахункова схема канату

У роботах [1, 2] розв'язана подібна задача, але при припущеннях, які не лише значною мірою понижують точність отриманих результатів, але й обмежують величини вхідних параметрів. Тому розроблення уточненої універсальної методики розрахунку багатопроміжних установок є важливою науковою задачею сьогодення.

Метою поставленої задачі є встановлення форми, визначення силових параметрів та геометричних характеристик кривих прогину канату незавантаженої багатопроміжної установки на прикладі системи з двома проміжками.

На обидві ділянки канату AB і BC діють рівномірно розподілені по довжині кривої вертикально спрямовані сили. Тому кожна ділянка канату збігається з відрізком відповідної ланцюгової лінії

$$y_1 = C_1 \operatorname{ch} \frac{x - C_2}{C_1} - C_3, \quad y_2 = C_4 \operatorname{ch} \frac{x - C_5}{C_4} - C_6. \quad (1)$$

Граничні умови задачі у даному випадку будуть мати вигляд

$$\begin{cases} y_1|_{x=0} = 0; \\ y_1|_{x=\ell_1} = \ell_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1; \\ y_2|_{x=\ell_1} = \ell_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1; \\ y_2|_{x=\ell_1+\ell_2} = \ell_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + \ell_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2. \end{cases} \quad (2)$$

Ще одне рівняння одержимо з умови рівноваги точки B .

$$\sum F_x = 0; T_{B1} \cdot \cos \gamma_1 - T_{B2} \cdot \cos \gamma_2 = 0, \quad (3)$$

де γ_1 і γ_2 – кути між дотичними до відповідних ланцюгових ліній і віссю x в точці B .

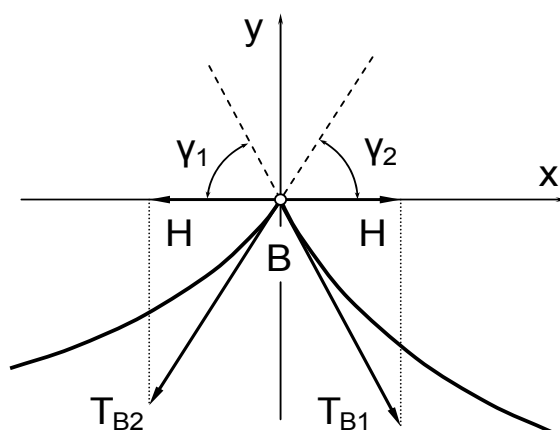


Рис. 2. Сили, що діють на проміжну опору (т. B)

Крім того, неважко побачити, що сумарна довжина каната

$$L = \int_0^{\ell_1} \sqrt{1 + y_1'^2} dx + \int_{\ell_1}^{\ell_1+\ell_2} \sqrt{1 + y_2'^2} dx. \quad (4)$$

Після перетворень із співвідношень (2)-(4) отримаємо систему шести трансцендентних рівнянь для визначення шести невідомих величин

$$\begin{cases} ch(C_2/C_1) = C_3/C_1; \\ ch((\ell_1 - C_2)/C_1) = (\ell_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + C_3)/C_1; \\ ch((\ell_1 - C_5)/C_4) = (\ell_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + C_6)/C_4; \\ ch((\ell_1 + \ell_2 - C_5)/C_4) = (\ell_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + \ell_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 + C_6)/C_4; \\ C_1 = C_4; \\ C_1 \left(sh \frac{\ell_1 - C_2}{C_1} + sh \frac{C_2}{C_1} \right) + C_4 \left(sh \frac{\ell_1 + \ell_2 - C_5}{C_4} - sh \frac{\ell_1 - C_5}{C_4} \right) = L. \end{cases} \quad (5)$$

З шести отриманих трансцендентних рівнянь шляхом застосування наближених методів обчислень однозначно визначаються шукані параметри ланцюгових ліній C_i .

Для прикладу розглянемо систему з такими вхідними даними:

$$\ell_1 = 150 \text{ м}, \alpha_1 = 30^\circ, \ell_2 = 200 \text{ м}, \alpha_2 = 20^\circ, q = 28,65 \text{ Н/м}, L = 450 \text{ м}.$$

Параметри ланцюгових ліній у даному випадку є наступними:

$$C_1 = 85,515 \text{ м}, C_2 = 33,126 \text{ м}, C_3 = 92,011 \text{ м}, C_4 = 85,515 \text{ м}, C_5 = 225,324 \text{ м}, \\ C_6 = 34,287 \text{ м}.$$

За формулами (1) будуюмо графіки відповідних функцій (рис. 3).

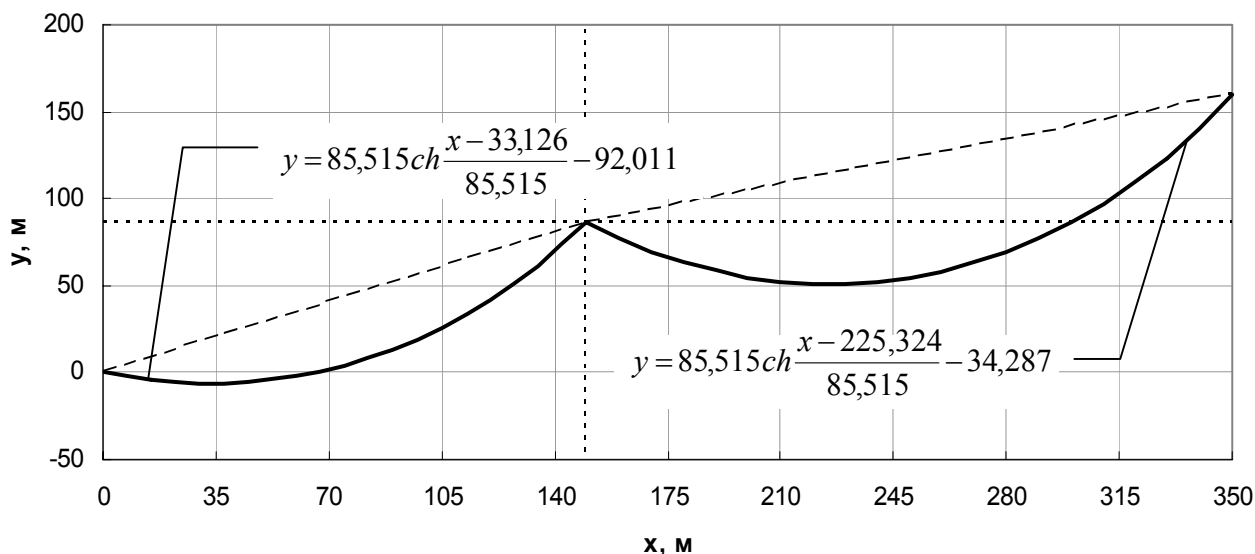


Рис. 3. Криві прогину каната у вигляді ланцюгових ліній з початком координат у нижній опорі

Встановивши форми прогину канатів, можна побудувати епюри навантажень, натягів та прогинів, а за допомогою створених прикладних програм – визначити силові та геометричні параметри установки [3].

Зазначимо, що запропоновану методику визначення силових і геометричних характеристик канату двопроміжної установки можна перенести на випадок багатопроміжних трелювальних систем з довільними прогинами.

Література

1. Белая Н.М., Прохоренко А.Г. Канатные лесотранспортные установки. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 299 с.
2. Адамовський М.Г., Мартинців М.П., Бадера Й.С. Підвісні канатні лісотранспортні системи. – Київ: ІЗМН, 1997. – 156 с.
3. Тисовський Л.О., Рудько І.М. До визначення рівняння кривої прогину каната підвісної транспортної установки// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.1. – С. 137-142.