

просування вичавленого з капсули клею відбувається на 7-10 мм менше, тому частина поверхні шканта залишається недостатньо змоченою.

б) Для забезпечення гарантованого руйнування оболонки капсули бажано, щоб дно гнізда було плоским, або щоб шкант мав відповідну фаску. Це підтверджено результатами використання пластмасових шкантів з плоским кінцем. коли в окремих випадках мало місце збереження цільності (тобто тільки стиснення) клейової капсули, внаслідок чого взагалі виключалось склеювання.

З урахуванням наведеного вище є всі підстави вважати, що нанесення клею з допомогою капсул має цілий ряд переваг і може представляти значний інтерес для меблевої промисловості.

Література

1. Гончаров П.А., Башинский В.О., Буглай Б.М. Технология изделий из древесины: Учебник для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 526 с.
2. Кардашов Д.А. Синтетические клеи. Изд. 3-е. – М.: Химия, 1976. – 503 с.
3. Клаус Роланд, Вольфганг Зиберт. Производство мебели. Изд. 2-ое, перераб. Сокращенный перевод с нем. О.Х. Ивановой. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 264 с.
4. Контроль и регулирование технологических параметров клеевых материалов у деревообработке// Под общ. ред. Панова В.В. – М.: НПО "Информация", 1991. – 244 с.
5. Нормы расхода сырья и материалов у лесной и деревообрабатывающей промышленности. Справочник. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 336 с.
6. Справочник мебельщика. Конструкции и функциональные размеры. Материалы. Технология производства// Под ред. В.П. Бухтиярова. 2-ое изд., перераб. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 360 с.
7. Теория и конструкции деревообрабатывающих машин// Маковский Н.В., Амалицкий В.В., Комаров Г.А., Кузнецов В.М. Под ред. проф. Н.В. Маковского. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 256 с.
8. Glue Bullets in Strips. Проспект фірми wF ratiomatic Verbindungstechnik GmbH. 1995. – 3 с.
9. Perfect and revolutionary inventions are rare. Glue bullets. Woodworking international. Vol. 14. №4 – October 1996.

УДК 634.0377.2

Ст.н.с. Л.О. Тисовський, к.ф-м.н.;
проф. М.П. Мартинців, д.т.н. – УкрДЛТУ

ПРО ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КАНАТА ПІДВІСНОЇ ЛІСОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ

Наведено залежність для визначення кінетичної енергії несучого каната. Визначено напрямки дослідження роботи канатних лісотransпортних систем з урахуванням коливань та динамічних навантажень.

L.O. Tysovski, prof. M.P. Martynciv – USUFWT

Determination of kinetic energy of the rope of a skyline system

Dependencies for the determination of kinetic energy of a carrying rope have been given. Trends of the study of skyline systems have been determined taking into account oscillations and dynamic loading.

Багаторічні дослідження лісозаготівельників і лісоводів, а також досвід освоєння гірських лісів показали, що канатні лісотransпортні установки є одним з найбільш ефективних видів первинного транспортування деревини. Тимчасовий характер роботи канатних установок і необхідність досягнення високої продуктив-

ності праці призводить до того, що в якості опор вибираються ростучі дерева, а швидкість руху вантажної каретки досягає до 10 м/с. У таких умовах виникають значні коливання канатної системи, які призводять до виникнення динамічних навантажень. Питанням дослідження динаміки гнучкої нитки у загальному вигляді присвячено роботи багатьох вчених [1, 2]. При дослідженні коливань таких систем для розробки математичних моделей необхідно визначити енергії елементів, що коливаються. Найбільш складною є задача визначення кінетичної енергії несучого каната.

У підвісних канатних лісотransпортних системах вага каната є співрозмірною із вагою вантажу, а тому не враховувати масу каната при підборі параметрів установки не можна.

Однією з основних характеристик руху твердого тіла є його кінетична енергія. Оскільки при русі вантажу на несучому канаті, останній здійснює деякі коливання, то при визначенні кінетичної енергії каната виходитимемо з таких положень:

- канат здійснює рух тільки у вертикальній площині;
- в точці закріплення вантажу його швидкість дорівнює швидкості каната (вертикальна складова);
- закон розподілу швидкостей по довжині каната є лінійним;
- в положенні рівноваги канат має форму ланцюгової лінії, рівняння якої вважається відомим;
- швидкість руху вантажу вважається заданий.

Розглянемо тепер канат з погонною вагою q (кН/м), закріплений двома кінцями, по якому рухається вантаж вагою Q (кН). Горизонтальна відстань між опорами L (м).

Розрахункова схема несучого каната наведена на рис. 1.

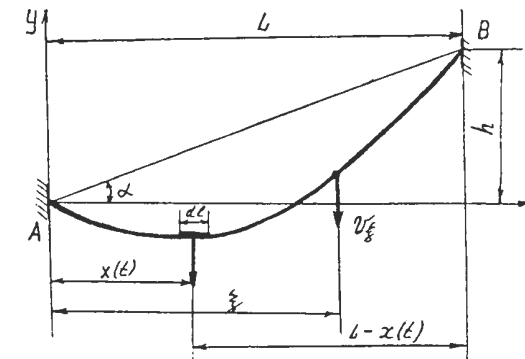


Рис.1. Розрахункова схема несучого каната

Виберемо початок декартової системи координат у лівій опорі (точка А). Тоді у деякий момент часу t вантаж знаходиться у точці С з координатами $(x(t), y(t))$, причому відома вертикальна складова його швидкості $y^*(t)$.

Для визначення кінетичної енергії каната виділимо в околі точки С нескінченно малий елемент довжиною dl , маса якого dm .

Оскільки цей елемент здійснює поступальний рух у вертикальній площині із швидкістю $\dot{y}(t)$, то його кінетична енергія:

$$dw = \frac{dm \cdot \dot{y}^2}{2}, \quad (1)$$

де $dm = qdl$.

Тоді кінетична енергія всього каната:

$$W = \int dw = \int_l \frac{qv\xi^2 dl}{2}, \quad (2)$$

де v_ξ – швидкість каната у точці на відстані ξ від лівого кінця.

Виходячи із гіпотези про лінійний закон розподілу швидкостей каната, визначимо величину швидкості v_ξ у довільній точці (вантаж знаходиться у точці С $(x(t), y(t))$). Отже, маємо:

$$v_\xi = a + b\xi. \quad (3)$$

Для визначення двох невідомих a та b маємо дві умови:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| а) на ділянці АС: | б) на ділянці СВ: |
| $\xi = 0; v_\xi = 0;$ | $\xi = x(t); v_\xi = \dot{y};$ |
| $\xi = x(t); v_\xi = \dot{y};$ | $\xi = L; v_\xi = 0;$ |

Після нескладних перетворень, отримуємо:

- | | |
|-------------------|---|
| а) на ділянці АС: | $v_\xi = \frac{\dot{y}}{x}\xi;$ |
| б) на ділянці СВ: | $v_\xi = \frac{\dot{y}}{x-L}(\xi - L).$ |

Якщо згідно з четвертим припущенням відома форма каната $y = f(x)$, то у декартовій системі координат: $dl = \sqrt{1 + y'^2} dx$, тут $y' = \frac{dy}{dx}$ і кінетичну енергію всього каната можна представити у вигляді:

$$W = \int_0^{x(t)} \frac{q\dot{y}^2}{2x^2} \xi^2 \sqrt{1 + y'^2} d\xi + \int_{x(t)}^L \frac{q\dot{y}^2}{2(x-L)^2} (\xi - L)^2 \sqrt{1 + y'^2} d\xi = \frac{q\dot{y}^2}{2x^2} \int_0^{x(t)} \xi^2 \sqrt{1 + y'^2} d\xi + \frac{q\dot{y}^2}{2(x-L)^2} \int_{x(t)}^L (\xi - L)^2 \sqrt{1 + y'^2} d\xi \quad (4)$$

Обчислимо інтеграли, які входять у вираз для кінематичної енергії.

У загальному випадку рівняння осі каналу є рівнянням ланцюгової лінії

$$y = C_1 \cdot ch \frac{\xi - C_2}{C_1} - C_3, \quad (5)$$

де константи C_1, C_2, C_3 визначаються з умов:

- $y(x_a) = y_a$ (в даному випадку $y(0) = 0$);
 $y(x_b) = y_b$ (в даному випадку $y(L) = h$).

$$L^* = C_1 \left(sh \frac{X_B - C_2}{C_1} - sh \frac{X_A - C_2}{C_1} \right),$$

де L^* – довжина каната і є розв'язком деякої системи трьох трансцендентних рівнянь.

$$y' = sh \frac{\xi - C_2}{C_1};$$

$$\sqrt{1 + y'^2} = \sqrt{1 + sh^2 \frac{\xi - C_2}{C_1}} = ch \frac{\xi - C_2}{C_1};$$

$$\begin{aligned} \int_0^{x(t)} \xi^2 ch \frac{\xi - C_2}{C_1} d\xi &= \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} \left(C_1 t + C_2 \right)^2 ch t C_1 dt = C_1 C_2^2 \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} ch t dt + \\ &+ 2C_1^2 C_2 \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} t ch t dt + C_1^3 \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} t^2 ch t dt = C_1 C_2^2 sh t \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} + 2C_1^2 C_2 (t sh t - ch t) \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} + \\ &+ C_1^3 ((t^2 + 2) sh t - 2t ch t) \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} = \left[C_1 C_2^2 sh t + 2C_1^2 C_2 (t sh t - ch t) + C_1^3 ((t^2 + 2) sh t - 2t ch t) \right] \int_{\frac{-C_2}{C_1}}^{\frac{x-C_2}{C_1}} \end{aligned}$$

При обчисленні цього інтегралу було використано значення табличних інтегралів.

$$\int ch x dx = sh x;$$

$$\int x ch x dx = x sh x - ch x;$$

$$\int x^2 ch x dx = (x^2 + 2) sh x - 2x ch x.$$

Аналогічно:

$$\begin{aligned} \int_{x(t)}^L (\xi - L)^2 \sqrt{1 + y'^2} d\xi &= \int_{x(t)}^L (\xi - L)^2 ch \frac{\xi - C_2}{C_1} d\xi = \int_{\frac{x-C_2}{C_1}}^{\frac{L-C_2}{C_1}} (C_2 - L + C_1 t)^2 ch t C_1 dt = \\ &= C_1 (C_2 - L)^2 \int_{\frac{x-C_2}{C_1}}^{\frac{L-C_2}{C_1}} ch t dt + 2C_1^2 (C_2 - L) \int_{\frac{x-C_2}{C_1}}^{\frac{L-C_2}{C_1}} t ch t dt + C_1^3 \int_{\frac{x-C_2}{C_1}}^{\frac{L-C_2}{C_1}} t^2 ch t dt = \end{aligned}$$

$$= \left[C_1(C_2 - L)^2 sht + 2C_1^2(C_2 - L)(tsht - cht) + C_2^3((t^2 + 2)sht - 2tcht) \right] \int_{\frac{x-C_2}{C_1}}^{\frac{L-C_2}{C_2}} (7)$$

Таким чином:

$$W = \frac{qy^2}{2x^2} \left(J_1 \frac{x-C_2}{C_1} + J_1 \frac{C_2}{C_1} \right) + \frac{q\dot{y}^2}{2(x-L)^2} \left(J_2 \frac{L-C_2}{C_1} - J_2 \frac{x-C_2}{C_1} \right) = \frac{a(x)y^2}{2}. (8)$$

$$a(x) = \frac{q}{x^2} \left(J_1 \frac{x-C_2}{C_1} + J_1 \frac{C_2}{C_1} \right) + \frac{q}{(x-L)^2} \left(J_2 \frac{L-C_2}{C_1} - J_2 \frac{x-C_2}{C_1} \right);$$

$$J_1(t) = C_1 C_2^2 sht + 2C_1^2 C_2 (tsht - cht) + C_1^3 ((t^2 + 2)sht - 2tcht);$$

$$J_2(t) = C_1(C_2 - L)^2 sht + 2C_1^2(C_2 - L)(tsht - cht) + C_1^3 ((t^2 + 2)sht - 2tcht).$$

Отже

$$W = \frac{a(x)\dot{y}^2}{2}. (9)$$

Маючи вираз для кінетичної енергії, можна:

- по-перше, записуючи рівняння Лангранжа II роду для опису руху основних елементів канатної підвісної установки, врахувати вплив каналу на динамічні характеристики цих елементів;
- по-друге, використовуючи теорему про зміну кінетичної енергії визначити динамічні прогини каната у довільній точці у довільний момент часу;
- по-третє, дослідити вплив основних елементів підвісних канатних установок на величину кінетичної енергії каната;
- по-четверте, для конкретної лісотранспортної установки (тобто такої, що працює у конкретних природно-кліматичних умовах) визначити числові значення коефіцієнтів C_1 , C_2 , C_3 і на цій основі проаналізувати закони зміни кінетичної енергії з часом залежно від місця розташування вантажу.

Література

1. Савин Г.Н., Горошко О.А. Динамика нити переменной длины// Киев, АН УССР. – 1962. – 262 с.
2. Денисюк П.Н. Одна задача динамики каната, закрепленного на упругих опорах у точках расположенных на горизонтальной прямой// Сборник. Стальные канаты, Вып. 3. – Киев. – 1966. – С. 28-34.

УДК 539.3

Доц. О.М. Рymar, к.т.н., Б.С. Штангрет, к.т.н. – Львівський інститут пожежної безпеки; доц. П.П. Нахасв, к.т.н. – УкрДЛТУ

ДОТИЧНІ НАПРУЖЕННЯ ДЛЯ КОЛОВОГО КОНТАКТУ ПРОСТОРОВОЇ ЗАДАЧІ

Одержано формули для визначення дотичних напружень у випадку колового контакту точного розв'язку задачі Герца. Результат розв'язання базується на системі переміщень, яка задовольняє всі умови теорії пружності.

O. Rymar, B. Shtangret – Institute of fire safety of Lwiw; P. Nahajev – USUFWT

Tangential strain for an circles contact to the space problem

Tangential strain has been determined to the case for an circle zone contact precise solution Hertzian problem. The solving of this problem is based on a displacement system that satisfies all the elastic theory conditions.

У роботі [1] запропоновано новий розв'язок просторової контактної задачі, який задовольняє необхідні умови теорії пружності. Виведені у загальному вигляді формули [2] для визначення дотичних напружень є складними громіздкими функціями, які, з метою застосування в інженерних розрахунках деталей машин та споруд на міцність, необхідно дослідити, спростити та представити у замкненій формі. Оскільки частковий випадок такої задачі, коли площадка контакту обмежується колом, має свої особливості, необхідно розглянути такий випадок окремо.

Ці формули мають вигляд:

$$\tau_{xy} = -\frac{3P}{2\pi} xy \left\{ n_{\sigma 2} \frac{z\sqrt{t}}{\sqrt{(a^2+t)^3(b^2+t)^3}} \left[\frac{tx^2}{(a^2+t)^2} + \frac{ty^2}{(b^2+t)^2} + \frac{z^2}{t} \right] + \frac{n_{\sigma 1}}{2} I_6 \right\}, (1)$$

$$\tau_{yz} = -\frac{3P}{2\pi} yz \left\{ n_{\sigma 2} \frac{z^2}{\sqrt{(a^2+t)^3(b^2+t)^3}} \left[\frac{tx^2}{(a^2+t)^2} + \frac{ty^2}{(b^2+t)^2} + \frac{z^2}{t} \right] + n_r \frac{I_7}{4} \right\}, (2)$$

$$\tau_{zx} = -\frac{3P}{2\pi} xz \left\{ n_{\sigma 2} \frac{z^2}{\sqrt{(a^2+t)^3(b^2+t)^3}} \left[\frac{tx^2}{(a^2+t)^2} + \frac{ty^2}{(b^2+t)^2} + \frac{z^2}{t} \right] + n_r \frac{I_8}{4} \right\}, (3)$$

де: P – зусилля стискання; ν – коефіцієнт Пуассона; a , b – півосі еліпса площадки контакту; t – параметр, що визначається як найбільший корінь рівняння

$$\frac{x^2}{a^2+t} + \frac{y^2}{b^2+t} + \frac{z^2}{t} - 1 = 0, (4)$$

$$n_{\sigma 1} = \frac{4\nu-1}{1+2\nu}, \quad n_{\sigma 2} = \frac{1}{1+2\nu}, \quad n_r = n_{\sigma 1} + n_{\sigma 2},$$

$$I_6 = \int_0^\infty \frac{ds}{t(a^2+s)(b^2+s)} \sqrt{(a^2+s)(b^2+s)} \left(1 - \frac{x^2}{a^2+s} - \frac{y^2}{b^2+s} \right), (5)$$

$$I_7 = \int_0^\infty \frac{ds}{t(a^2+s)(b^2+s)^3}, (6)$$