

щення ефективності роботи котка-освітлювача його можна, при необхідності, довантажити масою трактора до 4,5 т через гідроциліндри передньої навіски. Ширина захвату котка-освітлювача 2 м, ножового барабана – 1 м. Маса котка 1500 кг, продуктивність 12-16 км/зміну.

На добре очищених від порубних залишків вирубка з невеликою кількістю пеньків у лісостеповій зоні при освітленні культур може застосуватися кушоріз-освітлювач КО–1,5 на базі самохідного шасі Т–16М. Кушоріз-освітлювач складається з таких вузлів: робочого органу, трансмісії (клинопасової передачі, конічного редуктора, циліндричного редуктора, карданного валу) і огороження. Робочий орган служить для зрізування деревної і чагарникової рослинності. Він виконаний у вигляді трьохножової циліндричної фрези. Трансмісія передає крутний момент від переднього ВВП шасі на робочий орган кушоріза.

Перед початком роботи тракторист з кабіни опускає за допомогою гідросистеми кушоріз в робоче положення. Робочий орган приводиться в обертання від ВВП шасі. При русі шасі робочий орган кушоріза зрізує деревну і чагарникову рослинність діаметром до 5 см, а також поодинокі дерева діаметром до 10 см при зупинці кушоріза і підйомі робочого органу. Кушоріз може працювати на швидкості 4,9 км/год при зрізуванні деревної порослі діаметром до 2 см і густоті 50 шт/м² за відсутності пнів. Зрізана поросль укладається під шасі без утворення завалів і забивання. В оброблених міжряддях не повинно бути перешкод у вигляді дерев діаметром більше 10 см, великих порубних залишків і пнів.

У заключенні необхідно сказати, що виникла необхідність розробки оптимальної технології доглядових рубань в молодняках, яка б дозволила виконувати механізовані роботи без прорубки волоків або з мінімальною їх кількістю при ширині не більше 2 м, що відповідають такій технології знарядь і машин для механізації та автоматизації робіт без пошкоджень частини деревостану, що залишається.

Література

1. Велишанский В.М. Рубки ухода за лесом. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 96 с.
2. Иевинь И.К. Технология рубок ухода за рубежом. – М.: Серия: лесоводство, вып. 9, 1973. – 7 с.
3. Сеннов С.Н. Рубки ухода за лесом в зарубежных странах. Серия: Обмен производственным опытом. – М.: ЦБНТИ, 1972. – 19 с.
4. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986-1995 годы. – М.: Часть IV: Лесное хозяйство и защитное лесоразведение, 1988. – С. 138-155.
5. Haberle, S. Loggin techniques in thinnings to-day and tomorrow in Western middle-Europe with special reference to Germany. "Thinn.Mechaniz". Stockholm, 1970.

УДК 634.31

Проф. М.П. Мартинців, д-р техн. наук,
ст. викл. Л.О. Тисовський, канд. фіз.-мат. наук,
асист. О.В. Боратинський, інж. І.М. Рудько – УкрДЛТУ

АНАЛІЗ РОБОТИ КАНАТНОЇ ЛІСОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ

Отримано рівняння руху окремих елементів канатної лісотransпортної установки як складної системи. Виконано аналіз отриманих рівнянь і наведено приклад характеру зміни зусиль та деформацій в окремих елементах.

Prof. M.P. Martyntsev, Ass. Prof. L.O. Tysowskyj,
Ass. O.W. Boratynskyj, Eng. I.M. Rud'ko – USUFWT

The analysis of operation of timbertransporting plant as complex system

Tinned equation of movement for separate rope elements of timbertransporting plant as a complex system. Made analysis of equations and cited an instance nature of changing the measures and deformation separate elements.

Для освоєння гірських лісів, як показав досвід роботи і багаторічні дослідження лісоводів та лісозаготівельників, широко використовуються канатні лісотransпортні установки. Ефективність роботи канатних установок визначається міцністю та довговічністю основних її елементів, якими є канатна оснастка, приводи і вантажні каретки. Визначити зусилля, що виникають в окремих елементах установки, і виконати розрахунки на міцність та довговічність можна, розглянувши спільну роботу всіх її елементів, особливо при перехідних режимах.

У деяких випадках підвісну канатну лісотransпортну установку можна розглядати як певну механічну систему, що володіє n ступенями свободи, тобто рівняння руху такої системи можна описати в узагальнених координатах n рівняннями Лагранжа II роду.

Представимо розрахункову схему підвісної лісотransпортної системи у вигляді системи з трьома ступенями свободи, тобто положення системи в будь-який момент часу визначається трьома незалежними координатами x , y , φ , де $x(t)$, $y(t)$ – визначають положення вантажу у площині його руху; $\varphi(t)$ – деяка узагальнена координата, яка описує рух привода.

Зовнішні сили, які діють на систему, умовно поділимо на три групи:

- потенціальні сили (сили ваги, сили пружності), які характеризуються потенціальною енергією P ;
- сили опору середовища руху системи, які характеризуються дисипативною функцією Φ ;
- активні сили, які не належать до наведених вище типів і називаються узагальненими силами $Q_i (i = \overline{1, n})$; узагальнені сили можна визначити як коефіцієнти при варіаціях узагальнених координат у виразі для елементарної роботи діючих на систему сил.

При зроблених припущеннях рівняння руху системи набирають вигляду:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial W}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i, \quad i=1,2,3, \quad (1)$$

де: $q_1 = x$, $q_2 = y$, $q_3 = \varphi$; W – кінетична енергія системи; Π – потенціальна енергія системи; Φ – дисипативна функція; Q_i – узагальнена сила, яка відповідає узагальненій координаті q_i .

Враховуючи отримані раніше результати [1], можна дати таке представлення для наведених вище функцій

$$W = \frac{1}{2} J \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} m_e (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2} a \dot{y}^2, \quad (2)$$

де: $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$, $\dot{y} = \frac{dy}{dt}$, $\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$ – узагальнені швидкості; J – зведений до вала двигуна момент інерції, що є характеристикою привода; залежить від типу привода і визначений для різних типів приводів; m_e – маса вантажу, відома величина; a – деяка характеристика каната, яка має такий вигляд

$$a = \frac{q}{x^2} \left(J_1 \left(\frac{x-C_2}{C_1} \right) - J_1 \left(-\frac{C_2}{C_1} \right) \right) + \frac{q}{(x-L)^2} \left(J_2 \left(\frac{L-C_2}{C_1} \right) - J_2 \left(\frac{x-C_2}{C_1} \right) \right); \quad (3)$$

$$J_1(t) = C_1 C_2^2 sht + 2C_1^2 C_2 (t sht - cht) + C_1^3 ((t^2 + 2) sht - 2t cht),$$

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

де: q – погонна вага каната; sht , cht – відповідно гіперболічні синус і косинус; L – відстань між опорами транспортної установки; C_1, C_2 – деякі константи, які залежать від природно-кліматичних умов роботи установки і визначаються розташуванням опор та довжиною каната [2].

Таким чином, кінетичну енергію системи можна представити у такому вигляді:

$$W = W_1 + W_2 + W_3, \quad (4)$$

де: W_1 – кінетична енергія привода; W_2 – кінетична енергія вантажу; W_3 – кінетична енергія канату.

Вираз для W_3 отриманий при наступних припущеннях: а) в точці приєднання вантажу до каната вертикальна складова швидкості вантажу дорівнює швидкості канату; б) канат здійснює рух тільки у вертикальній площині; в) закон розподілу швидкості точок каната по його довжині є лінійним.

Аналогічно для потенціальної енергії системи можна отримати:

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3, \quad (5)$$

де: Π_1 – потенціальна енергія пружних частин привода, визначається за такою формулою: $\Pi_1 = C_1 / 2 \cdot (\varphi R_\sigma - x)^2$; C_1 – зведений коефіцієнт жорсткості привода; R_σ – радіус приводного барабана лебідки; Π_2 – потенціальна енергія вантажу; $\Pi_2 = m_e \cdot g \cdot y$; g – прискорення вільного падіння; $m_e \cdot g$ – вага

вантажу; Π_3 – потенціальна енергія каната; $\Pi_3 = C_2 y (f_0 + y/2)$; C_2 – зведений коефіцієнт жорсткості каната; f_0 – статичний прогин каната.

Дисипативну функцію представимо у вигляді

$$\Phi = \frac{\nu B_\kappa (\dot{x} - \dot{\varphi} R_\sigma)^2}{2} + m_e \cdot g \cdot \eta \cdot \dot{x}^2 + t_e \cdot \varepsilon \cdot \dot{y}^2, \quad (6)$$

де: ν – коефіцієнт опору рухові каната при набіганні його на барабан лебідки; B_κ – згинальна жорсткість каната; η – коефіцієнт опору рухові вантажу; t_e – натяг тягового каната.

Визначаємо ліві частини системи рівнянь (1)

$$\frac{\partial W}{\partial \dot{q}_1} = \frac{\partial W}{\partial \dot{x}} = m_e \dot{x}; \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial W}{\partial \dot{x}} \right) = m_e \ddot{x};$$

$$\frac{\partial W}{\partial \dot{q}_2} = \frac{\partial W}{\partial \dot{y}} = (m_e + a) \dot{y}; \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial W}{\partial \dot{y}} \right) = (m_e + a) \ddot{y};$$

$$\frac{\partial W}{\partial \dot{q}_3} = \frac{\partial W}{\partial \dot{\varphi}} = J \dot{\varphi}; \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial W}{\partial \dot{\varphi}} \right) = J \ddot{\varphi}.$$

$$\frac{\partial W}{\partial \dot{q}_1} = \frac{\partial W}{\partial \dot{q}_2} = \frac{\partial W}{\partial \dot{q}_3} = 0.$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial q_1} = \frac{\partial \Pi}{\partial x} = -C_1 (\varphi R_\sigma - x);$$

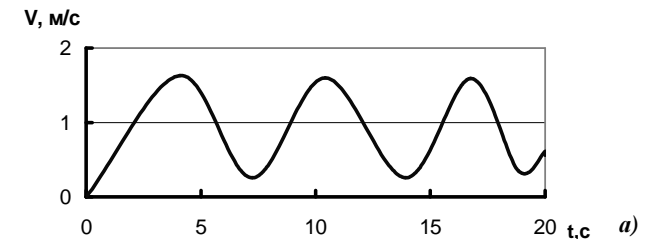
$$\frac{\partial \Pi}{\partial q_2} = \frac{\partial \Pi}{\partial y} = m_e g + C_2 (f_0 + y);$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial q_3} = \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} = C_1 R_\sigma (\varphi R_\sigma - x);$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_1} = \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{x}} = \nu B_\kappa (\dot{x} - \dot{\varphi} R_\sigma) + 2 m_e g \eta \dot{x};$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_2} = \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{y}} = 2 t_e \varepsilon \dot{y};$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_3} = \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}} = -\nu B_\kappa R_\sigma (\dot{x} - \dot{\varphi} R_\sigma).$$



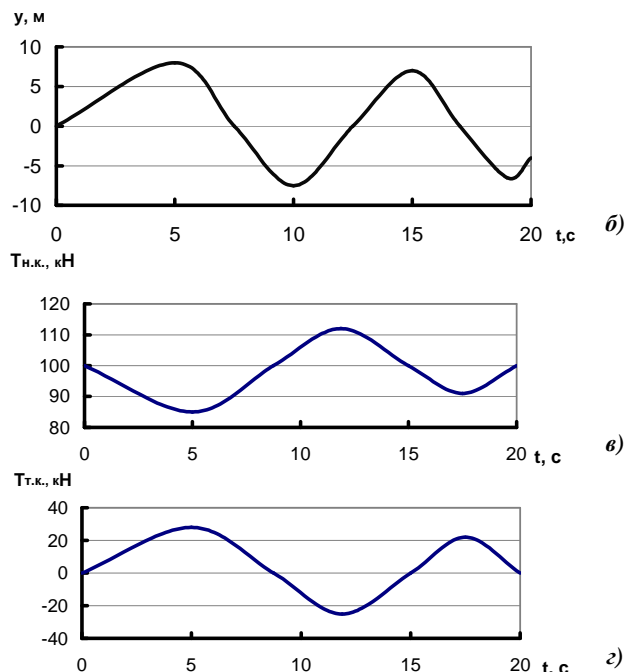


Рис. 1. Графіки залежностей зусиль в тяговому (а), несучому (б) канатах; переміщень (в) і швидкості (г) при русі каретки

Таким чином, система рівнянь руху (1) набирає вигляду

$$m_e \ddot{x} - C_1 (\varphi R_\sigma - x) + v B_k (\dot{x} - \dot{\varphi} R_\sigma) + 2 m_e g \eta \dot{x} = Q_1;$$

$$(m_e + a) \ddot{y} + m_e g + C_2 (f_0 + y) + 2 t_e \varepsilon \dot{y} = Q_2;$$

$$J \ddot{\varphi} + C_1 R_\sigma (\varphi R_\sigma - x) - v B_k R_\sigma (\dot{x} - \dot{\varphi} R_\sigma) = Q_3,$$

або згрупувавши члени

$$m_e \ddot{x} + (v B_k + 2 m_e g \eta) \dot{x} + C_1 x - v B_k R_\sigma \dot{\varphi} + C_1 R_\sigma \varphi = Q_1;$$

$$(m_e + a) \ddot{y} + 2 t_e \varepsilon \dot{y} + C_2 y = -m_e g - C_2 f_0 + Q_2;$$

$$J \ddot{\varphi} + v B_k R_\sigma^2 \dot{\varphi} + C_1 R_\sigma^2 \varphi - v B_k R_\sigma \dot{x} - C_1 R_\sigma x = Q_3.$$

Очевидно, що в нашому випадку

$$Q_1 = 0, Q_2 = 0, Q_3 = M_{ов},$$

де $M_{ов}$ – обертовий момент двигуна лебідки.

Остаточно рівняння руху канатної установки можна записати у такому вигляді:

$$\begin{cases} \ddot{x} + a_1 \dot{x} + a_2 x + a_3 \dot{\varphi} + a_4 \varphi = A \\ \ddot{y} + b_1 \dot{y} + b_2 y = B \\ \ddot{\varphi} + d_1 \dot{\varphi} + d_2 \varphi + d_3 \dot{x} + d_4 x = C, \end{cases} \quad (7)$$

де $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, d_1, d_2, d_3, d_4, A, B, C$ – відомі коефіцієнти.

Для визначення зусиль, що виникають в окремих елементах установки, у конкретних умовах експлуатації необхідно розв'язати систему рівнянь (7). Систему рівнянь (7) доцільно розв'язувати числовими методами, використовуючи існуючі спеціальні програми.

Як приклад систему рівнянь (7) розв'язано для випадку: мобільна канатна установка типу ЛЛ-33 з прольотом $\ell = 300$ м; швидкість руху каретки $v = 3$ м/с; маса вантажу $m_e = 3200$ кг; канат ГОСТ 2688, $d_k = 28,0$ мм; кут нахилу хорди прольоту до горизонту $\alpha = 30^\circ$.

Отримані графіки наведено на рис. 1. Із графіків видно характер зміни зусиль та деформацій в окремих елементах установки, що дозволяє правильно встановити режим її роботи.

Література

1. Тисовський Л.О., Мартинців М.П. Про визначення кінетичної енергії каната підвісної канатної лісотранспортної установки // Науковий вісник: Збірн. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ, 2002, вип. 12.2. – С. 136-140.

2. Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних лісотранспортних установок. – К.: Ясмина, 1996. – 175 с.

УДК 630*531

Асист. І.С. Ільків – УкрДЛТУ

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ МОРФОЛОГІЧНИМИ І ТАКСАЦІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ДЕРЕВ БУКА ЛІСОВОГО МЕТОДАМИ МНОЖИНОЇ РЕГРЕСІЇ

Проаналізовано результати встановлення залежностей між морфологічними і таксаційними показниками дерев бука лісового методами множинної регресії при вивченні букових насаджень Бескидів. Виявлено, що за істотністю впливу серед аналізованих факторів найбільше впливає на окремі показники об'єм крони, площа бічної поверхні крони, діаметр і висота дерева.

I.S. Ilkiv – USUFWT

Establishment of dependences between morphological and estimation by parameters of trees beech by methods of multiple regress

In clause the results of an establishment of dependences between morphological and estimation by parameters of trees beech by methods of multiple regress are analysed at study of beech stands in Beskydy. Is revealed, that behind importance of influence among the analyzed factors more all influences separate parameters volume of a crone, area of a lateral surface of a crone, diameter and height of a tree.