

Результаты оценки свидетельствуют о снижении производительности труда на 20—40% при работе по опробированному варианту.

Колебания годового экономического эффекта в опробированном варианте от отрицательных до положительных значений указывают на необходимость проведения дополнительных работ по выявлению целесообразной интенсивности выбора деревьев для переработки в щепу.

Учитывая дефицит лесосырьевых ресурсов европейской части СССР, а также возможное снижение затрат по строительству лесотранспортных дорог, следует считать, что уже в настоящее время имеются условия для внедрения опробированной технологии.

Повышение производительности труда и экономической эффективности при работе перспективной системы машин указывает на необходимость интенсификации работ по созданию машин.

УДК 634.0.375.4

А. В. Жуков, д-р техн. наук, доц.,  
С. Ф. Козьмин, канд. техн. наук, ст. преп.  
Ленинградская лесотехническая академия

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ТРЕЛЕВКИ ЛЕСА КОЛЕСНЫМ ТРАКТОРОМ 6 кН С АКТИВНЫМ ПОЛУПРИЦЕПОМ

В настоящее время в СССР и за рубежом создается различное технологическое оборудование для колесных трелевочных тракторов, позволяющих производить трелевку лесных грузов в полупогруженном, в полуподвешенном и в полностью погруженном положении.

Данная работа посвящена исследованию вертикальной динамики колесной лесотранспортной системы при трелевке пачки хлыстов комлем вперед в полупогруженном и в полуподвешенном положении в случае установившегося движения.

Расчетная схема вертикальных колебаний процесса трелевки пачки хлыстов в полуподвешенном положении показана на рис. 1.

Вертикальные колебания трактора класса тяги 6 кН с активным полуприцепом при трелевке пачки хлыстов по лесному волоку описываются уравнениями Лагранжа второго рода:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{z}_1 + a_{11}\dot{z}_1 + a_{10}z_1 + b_{12}\ddot{z}_2 + h_{12}\ddot{\alpha} &= a_{10}q_1(t) + a_{11}\dot{q}_1(t); \\ \ddot{z}_2 + b_{21}\dot{z}_2 + b_{20}z_2 + a_{22}\dot{z}_1 + h_{22}\ddot{\alpha} + h_{21}\dot{\alpha} + h_{20}\alpha + d_{21}\dot{z}_3 + d_{20}z_3 &= \\ &= b_0q_1(t-\tau) + b_1\dot{q}_1(t-\tau); \\ \ddot{z}_3 + d_{31}\dot{z}_3 + d_{30}z_3 + b_{31}\dot{z}_2 + b_{30}z_2 + h_{31}\dot{\alpha} + h_{30}\alpha &= 0; \\ \ddot{\alpha} + h_{41}\dot{\alpha} + h_{40}\alpha + a_{42}\ddot{z}_1 + b_{42}\dot{z}_2 + b_{41}\ddot{z}_2 + b_{40}\dot{z}_2 + d_{41}z_3 + d_{40}z_3 &= 0. \end{aligned} \right\} (1)$$

Запаздывание воздействия на мост трактора  $\tau$  равно  $\tau = \frac{L_1}{V}$ , где  $L_1$  — расстояние между передней и задней осями лесотранспортной системы;  $V$  — скорость движения. Систему дифференциальных уравнений преобразуем по методу Лапласа:

$$\begin{aligned}
 (s^2 + a_{11}s + a_{10}) W_{z_1} + b_{12}s^2 W_{z_2} + h_{12}s^2 W_{\alpha} &= (a_{10} + a_{11}s); \\
 a_{22}s^2 W_{z_1} + (s^2 + b_{21}s + b_{20}) W_{z_2} + (d_{21}s + d_{20}) W_{z_3} + \\
 + (h_{22}s^2 + h_{21}s + h_{20}) W_{\alpha} &= (b_{10} + b_{11}s) e^{-\tau s}; \\
 (b_{31}s + b_{30}) W_{z_2} + (s^2 + d_{31}s + d_{30}) W_{z_3} + (h_{31}s + h_{30}) W_{\alpha} &= 0; \\
 a_{42}s^2 W_{z_1} + (b_{42}s^2 + b_{41}s + b_{40}) W_{z_2} + (d_{41}s + d_{40}) W_{z_3} + \\
 + (s^2 + h_{41}s + h_{40}) W_{\alpha} &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

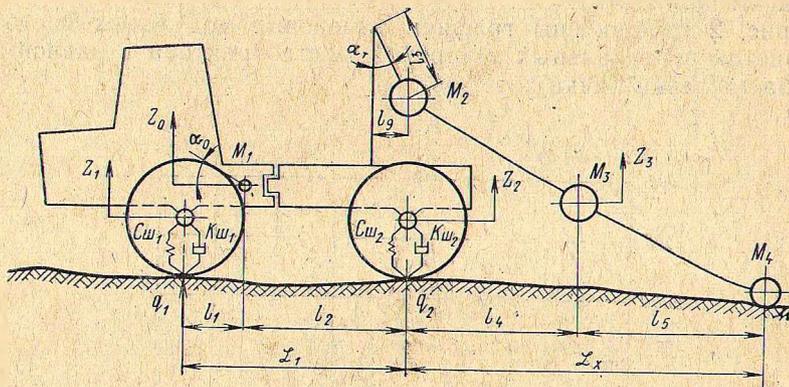


Рис. 1. Расчетная схема процесса вертикальных колебаний при трелевке пачки хлыстов в полуподвешенном положении

Полученные уравнения перепишем:

$$\begin{aligned}
 A_1 W_{z_1} + B_1 W_{z_2} + O + D_1 W_{\alpha} &= K_1; \\
 A_2 W_{z_1} + B_2 W_{z_2} + C_2 W_{z_3} + D_2 W_{\alpha} &= K_2; \\
 B_3 W_{z_2} + C_3 W_{z_3} + D_3 W_{\alpha} &= 0; \\
 A_4 W_{z_1} + B_4 W_{z_2} + C_4 W_{z_3} + D_4 W_{\alpha} &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Передаточная функция вертикальных перемещений от микропрофиля лесного волокна к переднему мосту определится из выражения:

$$\begin{aligned}
 W_{z_1}(s) &= \frac{\begin{vmatrix} \frac{K_2}{C_2} - \left( \frac{D_2}{C_2} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{K_1}{D_1} & \frac{B_2}{C_2} - \frac{B_3}{C_3} - \left( \frac{D_2}{C_2} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{B_1}{D_1} \\ - \left( \frac{D_4}{C_4} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{K_1}{D_1} & \frac{B_4}{C_4} - \frac{B_3}{C_3} - \left( \frac{D_4}{C_4} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{B_1}{D_1} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{A_2}{C_2} - \left( \frac{D_2}{C_2} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{A_1}{D_1} & \frac{B_2}{C_2} - \frac{B_3}{C_3} - \left( \frac{D_2}{C_2} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{B_1}{D_1} \\ \frac{A_4}{C_4} - \left( \frac{D_4}{C_4} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{A_1}{D_1} & \frac{B_4}{C_4} - \frac{B_3}{C_3} - \left( \frac{D_4}{C_4} - \frac{D_3}{C_3} \right) \frac{B_1}{D_1} \end{vmatrix}} \\
 &= \frac{\Delta Z_1(s)}{\Delta s}.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Все коэффициенты при переменных, входящие в уравнения (1), (2), (3), зависят от параметров колебаний, т. е. от коэффициентов жесткости и коэффициентов сопротивлений упругих элементов, распределения масс, положения центра масс и других.

Модульная амплитудно-частотная характеристика вертикальных ускорений моста трактора определится из уравнения\*

$$|W_{z_1}(i\omega)| = \omega^2 |W_{z_1}(i\omega)|, \quad (5)$$

где  $\omega$  — частота воздействия от микропрофиля лесного волокна.

Аналогично выводятся зависимости и для случая трелевки в полупогруженном положении.

На рис. 2 изображены графики изменения модульных частотных характеристик вертикальных ускорений моста трактора в зависимости от способа трелевки пачки хлыстов.

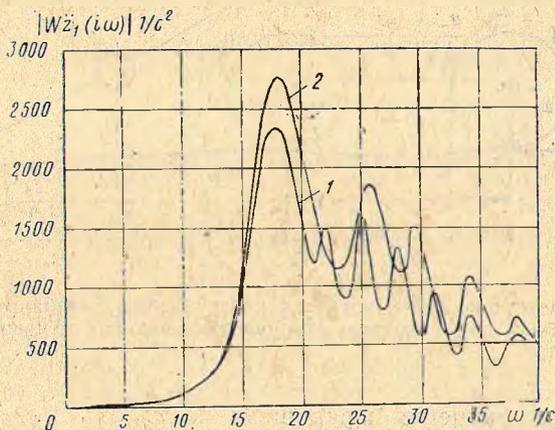


Рис. 2. Модульные частотные характеристики вертикальных ускорений моста трактора ( $V = 1,1$  м/с): 1 — трелевка в полупогруженном положении; 2 — трелевка в полуподвешенном положении

При трелевке пачки хлыстов в полуподвешенном положении максимальные ординаты частотных характеристик на 12% выше, чем при трелевке пачки хлыстов в полупогруженном положении.

Наибольший всплеск кривых соответствует собственной частоте вертикальных колебаний лесотранспортной системы.

Энергетические спектры вертикальных ускорений моста трактора определяются по формуле\*

$$S_{z_1}(\omega) = |W_{z_1}(i\omega)|^2 \Phi(\omega), \quad (6)$$

где  $\Phi(\omega)$  — спектральная плотность воздействия на входе динамической системы.

На рис. 3 представлены энергетические спектры ускорений моста трактора в зависимости от способа трелевки пачки хлыстов.

\* Силаев А. А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин. М., «Машиностроение», 1972, 191 с.

Значения энергетического спектра  $S_{z_i}$  при трелевке пачки хлыстов в полупогруженном положении на 30% меньше, чем при трелевке пачки хлыстов в полуподвешенном положении.

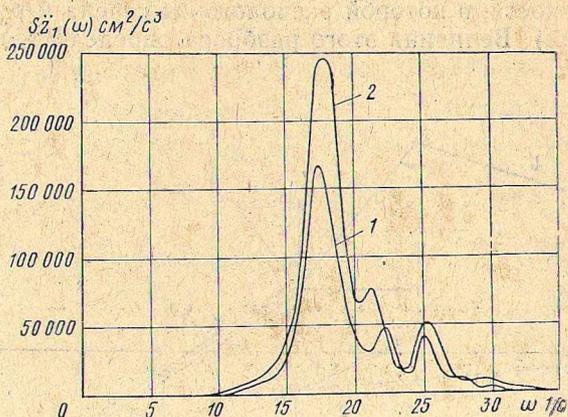


Рис. 3. Энергетические спектры вертикальных ускорений моста трактора ( $V=1,1$  м/с): 1 — трелевка в полупогруженном положении; 2 — трелевка в полуподвешенном положении

УДК 630.221.04

Б. И. Соломатников, канд. техн. наук, доц.  
Ленинградская лесотехническая академия

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ПРИЛОЖЕННЫХ К ДЕРЕВУ СО СТОРОНЫ ЗАХВАТА МАНИПУЛЯТОРА В УСЛОВИЯХ ПАКЕТИРОВАНИЯ ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

Принятые обозначения:

$m_g$  — масса дерева;

$l_g$  — его общая длина;

$h_c$  — расстояние от точки захвата до центра масс дерева;

$G_g$  — вес дерева;

$f$  — коэффициент сопротивления кроны при волочении по грунту;

$l_c$  — длина стрелы;

$l_p$  — длина рукояти;

$J_{c_1}$  — момент инерции дерева относительно оси, перпендикулярной плоскости  $KEL$  и проходящей через его центр масс;

$J_{cz}$  — момент инерции дерева относительно вертикальной оси, проходящей через центр дерева;

$x_c, y_c, z_c$  — координаты центра тяжести дерева;

$x_e, y_e, z_e$  — координаты точки захвата.

При санитарных рубках и рубках ухода производится выборочная валка и пакетирование деревьев. Особое внимание при этом обращается на сохранение подроста.