

ВОПРОСЫ КИНЕМАТИКИ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ БЕСЧОКЕРНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ НА БАЗЕ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

В статье описан порядок разработки уравнения возмущающих воздействий на технологическое оборудование трелевочной машины при наезде на препятствие двумя бортами. Получена формула, позволяющая построить траекторию движения любой точки технологического оборудования при переезде трелевочной машины через препятствие двумя бортами.

Ключевые слова: трелевочная машина, кинематика, динамические нагрузки, высота препятствия.

D.V. Chernik

THE KINEMATIC ISSUES OF THE CHOCKLESS SKIDDER RUNNING GEAR ON THE TRACK-TYPE TRACTOR BASIS

The equation development order of perturbing effects on the skidder technological equipment when running over the obstacle by two sides is described in the article. The formula allowing to construct the trajectory of the technological equipment any point motion at skidder running over the obstacle by two sides is received.

Key words: skidder, kinematics, dynamic load, obstacle height.

Введение. Трелевочные машины являются промежуточным звеном и неотъемлемой частью системы машин для механизации технологических процессов заготовки древесины в виде хлыстов и деревьев с кроной. Они предназначены для сбора хлыстов (деревьев) и трелевки их на погрузочные площадки. В настоящее время все большую популярность обретают бесчокерные трелевщики на базе колесных и гусеничных тракторов, они считаются наиболее производительными и перспективными. Исходя из этого, исследование влияния динамических нагрузок на технологическое оборудование и подвеску корпуса данных машин является актуальным [1, 4].

Динамические нагрузки на технологическое оборудование в продольно-вертикальной плоскости возникают при наезде машины на препятствие одновременно двумя бортами. При этом факторами, оказывающими значительное влияние на нагруженность элементов конструкции, являются высота препятствия и скорость движения машины [3]. Для исследования влияния данных факторов на нагруженность элементов конструкции технологического оборудования машины необходимо выполнить анализ кинематики движения и разработать математическую модель системы «трелевочная машина + груз». Исходя из этого, **целью** настоящего исследования является анализ влияния кинематических параметров трелевочной машины на траекторию движения точки, расположенной на конце стрелы, при переезде через препятствие.

Результаты исследований и их обсуждение. На рисунке 1 показана расчетная схема переезда трелевочной машины на базе гусеничного трактора ТЛТ-100 через препятствия одновременно двумя катками задней каретки трактора. Для упрощения расчетной схемы представим данную систему в виде треугольника ABC. При этом точка A перемещается поступательно по направлению движения машины, точки B и C одновременно совершают переносное поступательное движение и вращательное движение относительно точки A [5]. Для определения положения точки B получена следующая зависимость:

$$h_B t = l_3 \cdot \sin \sigma + \sin^{-1} \frac{h_C t}{l_1} - l_3 \cdot \sin \sigma, \quad (1)$$

где $h_B t$ – текущая высота точки B относительно положения при движении по горизонтальной поверхности, м;

l_3 – расстояние от точки A до точки B, м;

l_1 – расстояние от точки A до точки C, м;

σ – угол BAC, град;

$h_C t$ – текущее перемещение точки C относительно положения при движении по горизонтальной поверхности, м.

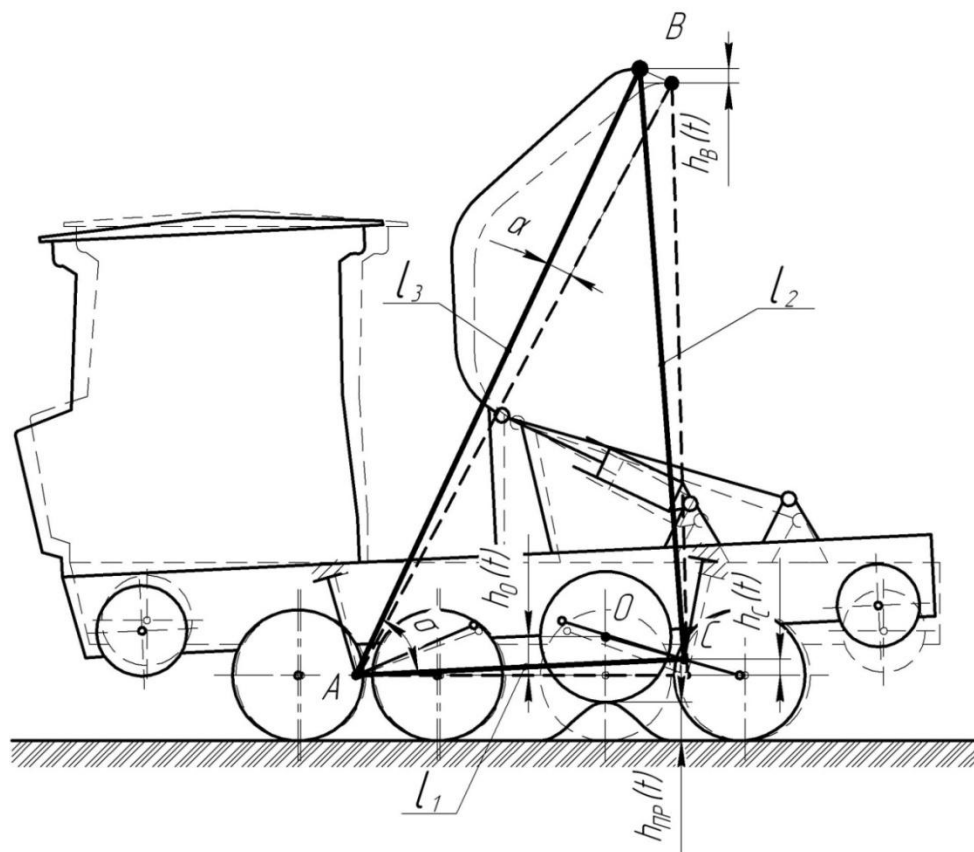


Рис. 1. Расчетная схема перемещения трелевочной машины через препятствия двумя бортами

Условимся, что при переезде катка через препятствие, имеющее косинусоидальный профиль [2], ось вращения катка (точка O) движется по дуге окружности (рис. 2).

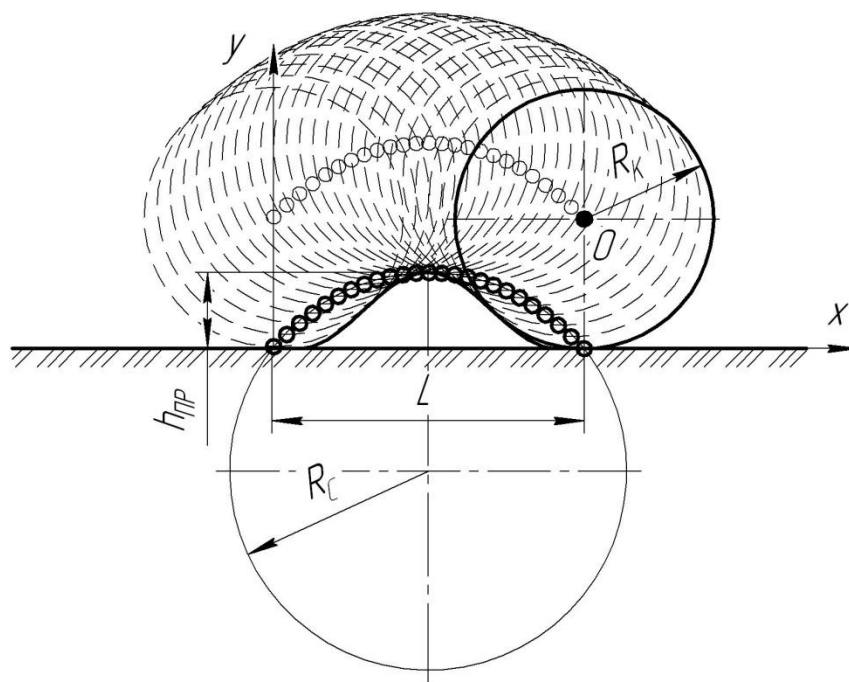


Рис. 2. Траектория движения оси вращения катка при переезде через препятствие

Исходя из этого, используя уравнение окружности, получаем зависимость положения точки О от высоты препятствия $h_{\text{пр}}$

$$h_O t = y_0 + \sqrt{R_O^2 - x - x_0^2}, \quad (2)$$

где y_0 – начальная координата точки О по оси у, м

$$y_0 = h_{\text{пр}} - R_O, \quad (3)$$

где $h_{\text{пр}}$ – максимальная высота препятствия, м;
 R_O – радиус траектории точки О, м

$$R_O = R_K + h_{\text{пр}}; \quad (4)$$

x – координата точки О по оси х, м; $x = L(t)$;
 x_0 – начальная координата точки О по оси х, м;

$$x_0 = \sqrt{R_O^2 - y_0^2}. \quad (5)$$

На рисунке 3 видно, что точка О располагается несколько выше, чем точка С; исходя из правила подобия треугольников [6], получим следующее соотношение

$$h_C t = h_O t \cdot \frac{a_1}{a_2}. \quad (6)$$

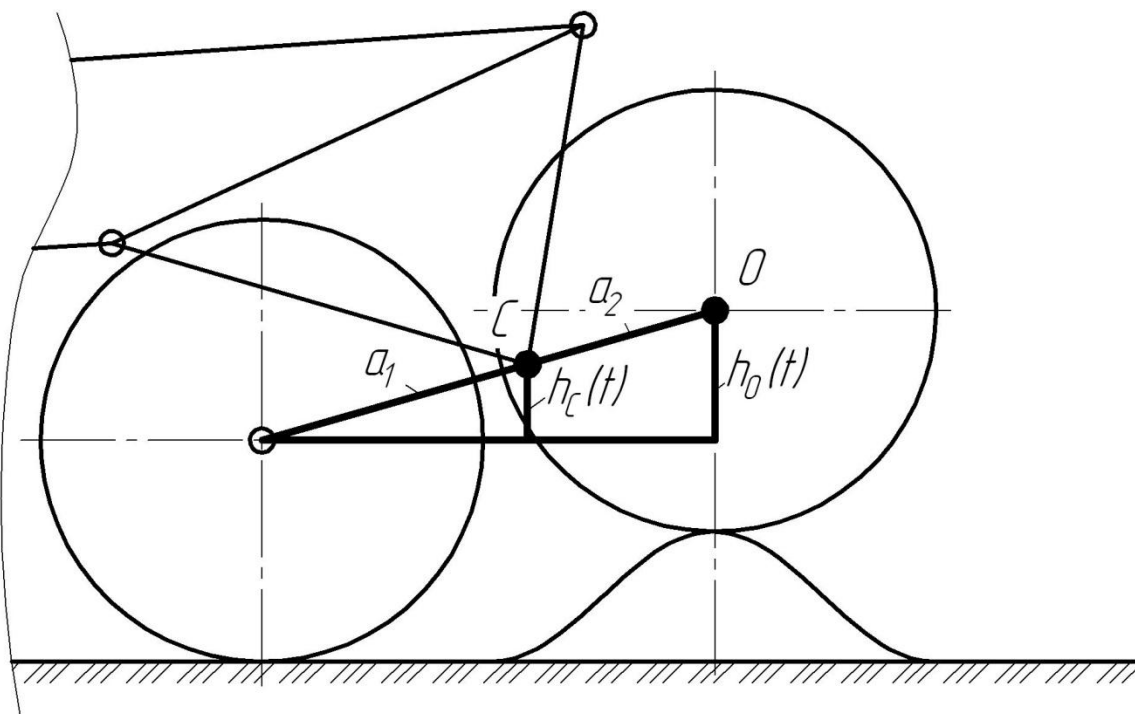


Рис. 3. Схема переезда катка через препятствие

Подставив в формулу (1) выражения (2) и (3), получим траекторию движения точки В

$$h_B t = l_3 \cdot \sin \sigma + \sin^{-1} \frac{y_0 + R_0^2 - x - x_0^2 \cdot \frac{a_1}{a_2}}{l_1} - l_3 \cdot \sin \sigma. \quad (7)$$

Используя формулу (7), выполним расчёт по ряду точек (рис. 4): $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3$. Для каждой точки построим траекторию движения (рис. 5).

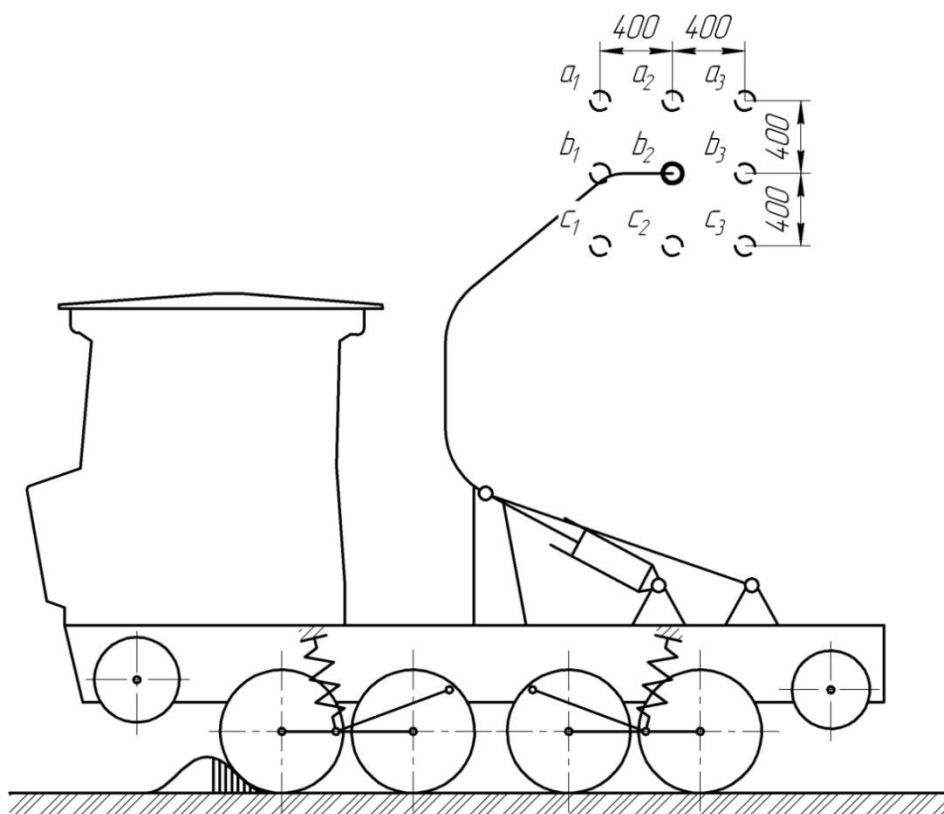


Рис. 4. Схема расположения исследуемых точек

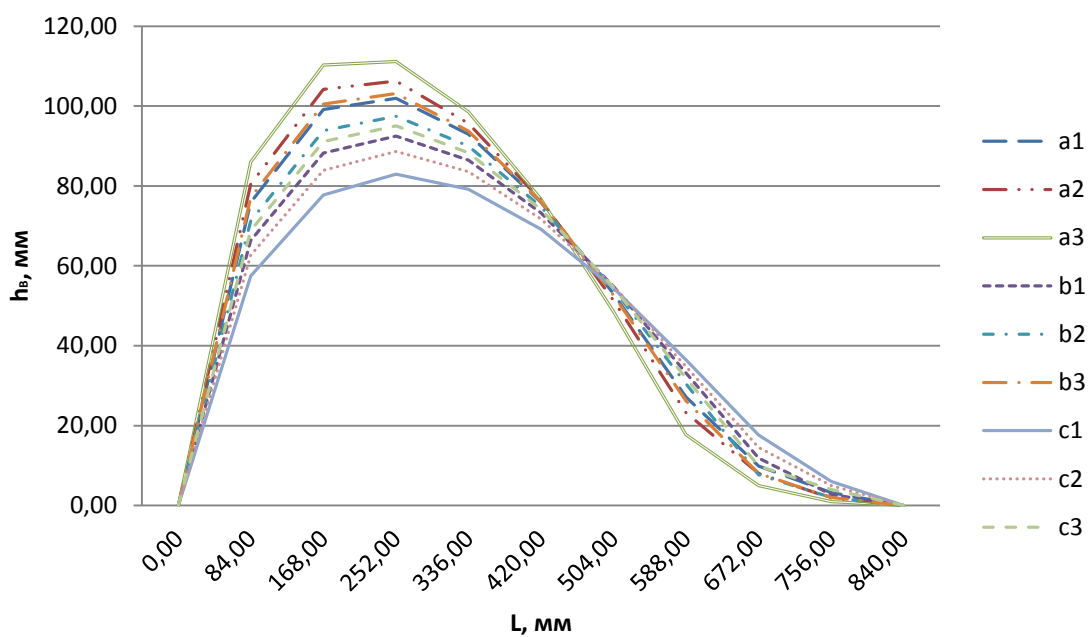


Рис. 5. График траекторий движения исследуемых точек

На рисунке 6 показана зависимость максимальных значений h_B от звена l_3 .

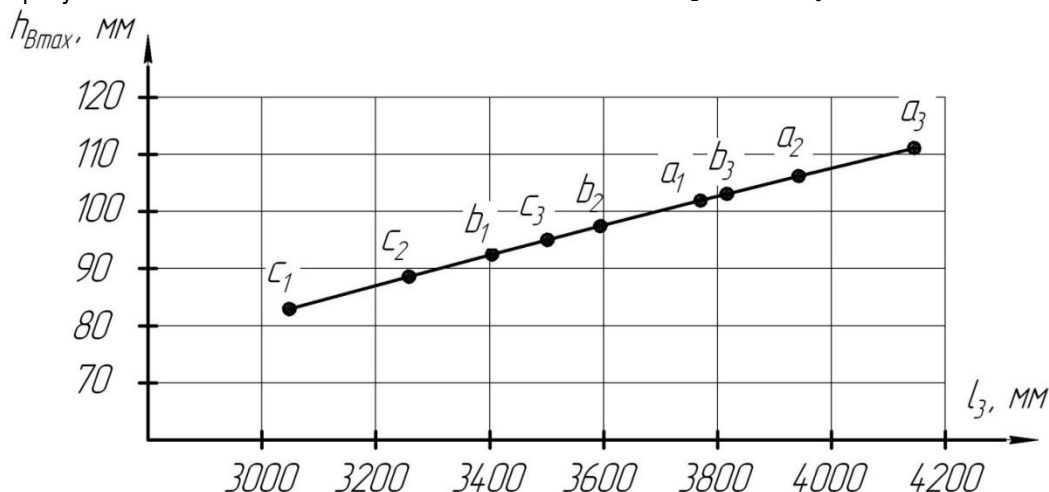


Рис. 6. Зависимость максимальных значений h_B от звена l_3

Заключение. При переезде трелевщика через препятствие величина максимального отклонения точки крепления захватного устройства к стреле (точки В) имеет пропорциональную зависимость от звена l_3 . Коэффициент пропорциональности в данном случае будет равен 0,027. Отсюда следует, что при уменьшении радиуса поворота точки В относительно оси вращения трелевочной машины (звена l_3) уменьшается величина h_B , которая влечет за собой снижение динамических нагрузок на технологическое оборудование.

Получена формула, позволяющая построить траекторию движения любой точки технологического оборудования при переезде трелевочной машины через препятствие двумя бортами. Кроме того, определив вторую производную перемещения данной точки и умножив её на приведенную массу, можно определить возмущающие воздействия на систему, что позволит рассчитать динамическую нагруженность технологического оборудования трелёвщика.

Литература

1. Полетайкин В.Ф. Проектирование лесных машин. Моделирование рабочих режимов тракторных лесопогрузчиков. – Красноярск: Изд-во КГТА, 1996. – 248 с.
2. Черник Д.В. Математическое моделирование динамики боковых нагрузок на технологическое оборудование лесопогрузчика // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С.239–247.
3. Александров В.А. Моделирование взаимодействия лесных машин с предметом труда и внешней средой. – Л.: Изд-во ЛТА, 1987. – 84 с.
4. Яблонский А.А. Курс теоретической механики: в 2 ч. Ч. 2. Динамика. – М.: Высш. шк., 1966. – 411 с.
5. Верхов Ю. И. Теоретические основы проектирования лесных погрузочно-транспортных машин. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1984. – 268 с.
6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М.: Наука, 1964. – 608 с.

