

В. А. Жулай, д-р техн. наук, проф.; **Л. Х. Шарипов, канд. техн. наук, проф.;** **А. В. Скрипченков**

ГОУ ВПО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Воронеж, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОГРЕЙДЕРА С ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ

В работе представлена математическая модель автогрейдера, оснащенного двигателем постоянной мощности с визуализацией результатов расчета.

В основе предлагаемой модели лежит методология классической механики. Наибольший интерес представляет движение автогрейдера в горизонтальном направлении с изменяющейся скоростью $v(t)$, а также вращение коленчатого вала двигателя (и связанной с ним трансмиссией и ходовой частью) с изменяющейся частотой $\omega(t)$. Исходя из оценочного характера исследования целесообразно ввести следующие допущения. Расчет сил, действующих на автогрейдер, будем производить в рамках двухмерного приближения в продольно-вертикальной плоскости ХОУ. При этом положение автогрейдера характеризуется его текущей координатой x , текущий угол поворота коленвала двигателя характеризуется угловой координатой φ .

Рассмотрим схему нагрузок, действующих на автогрейдер с колёсной формулой $1 \times 2 \times 3$ при копании грунта (рис. 1). На автогрейдер действуют следующие силы: а) активные – вес автогрейдера G и силы тяги на ведущих колёсах T_1 и T_2 ; б) реактивные – нормальные реакции грунта на передние R_1 и задние R'_2 и R'_3 колёса, горизонтальная P_1 и вертикальная P_2 составляющие реакции грунта на нож, сила сопротивления качению P_f и сила инерции $M\ddot{x}$.

При вычислении значения функций $M(\omega)$ и $\delta(T)$ используется линейная интерполяция между соседними точками.

Решение системы дифференциальных уравнений производится численным методом - модифицированным методом Эйлера-Коши, который имеет второй порядок точности относительно координаты x и первый порядок точности относительно скорости v [1]. Шаг интегрирования определялся путем его постепенного уменьшения до тех пор, пока результаты моделирования не переставали изменяться. Определенный таким образом шаг составил $\Delta t 3 \cdot 10^{-4}$ с.

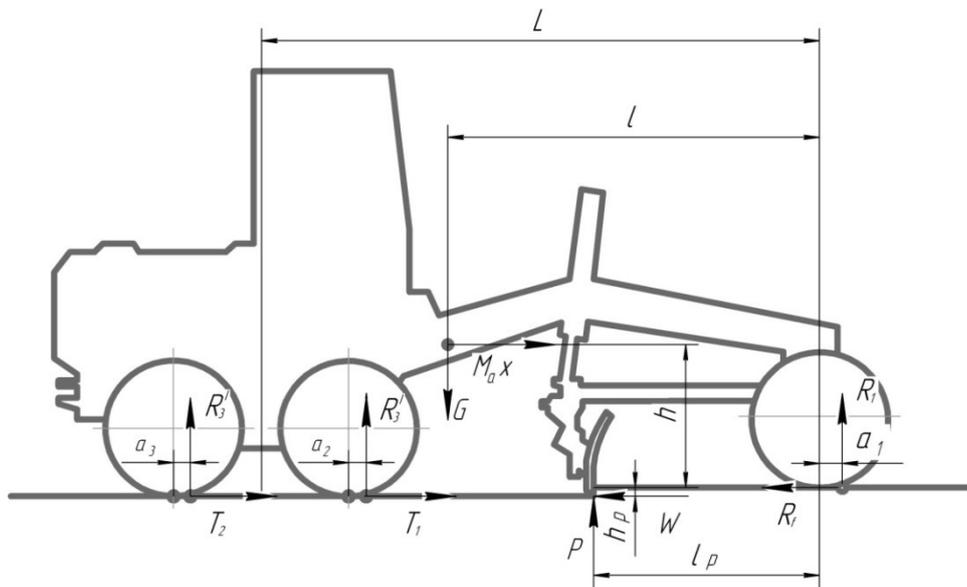


Рис. 1. Схема сил, действующих на автогрейдер

Для удобства исследования модели составлена компьютерная программа (рис. 2) на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7.

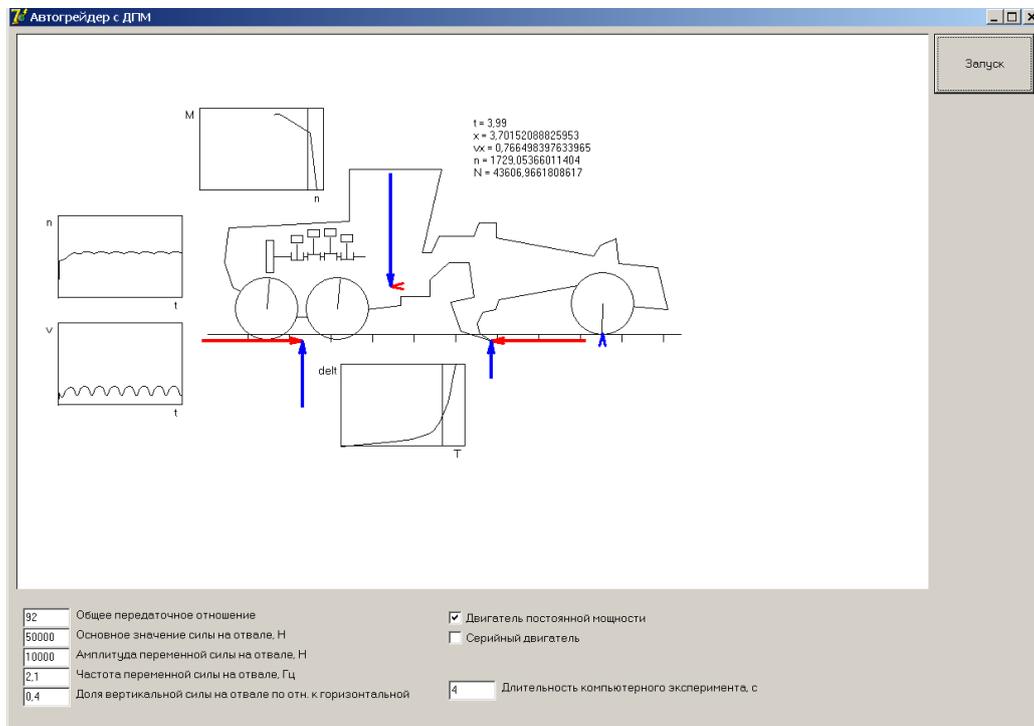


Рис. 2. Изображение, выводимое на экран разработанной программой в процессе расчета

Программа позволяет задавать основные характеристики автогрейдера (передаточное отношение, величину и характер сопротивления на отвале, выбирать тип двигателя) и схематично выводит на экран в процессе расчета изображение механической системы, с силовыми воздействиями, а также результаты расчета – графики $v(t)$ и $\omega(t)$.

Результаты типового расчета представлены на рис. 3.

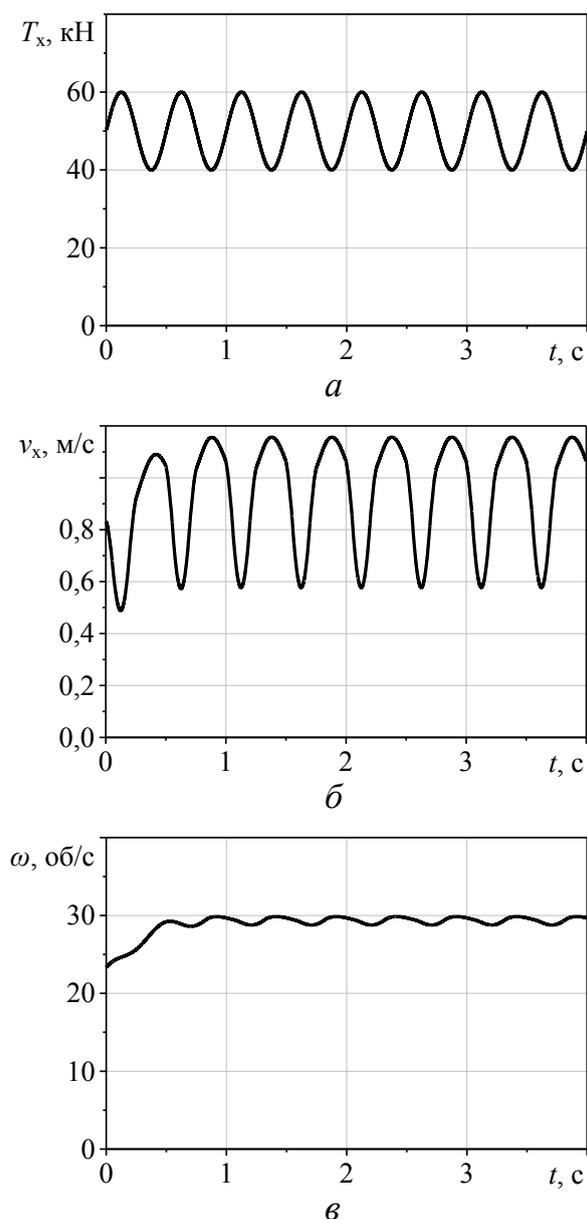


Рис. 3. Временные зависимости горизонтальной силы тяги T_x (а), горизонтальной скорости движения грейдера v_x (б) и частоты вращения двигателя ω (в)

Таким образом, в данной работе составлена физико-математическая модель автогрейдера, оснащенного двигателем с заданной регуляторной характеристикой, позволяющая провести сравнительный анализ автогрейдера с серийным двигателем и ДПМ, и обосновать целесообразность оснащения автогрейдера ДПМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерные расчеты на ЭВМ : справ. пособие / Под ред. В. А. Троицкого. – Л. : Машиностроение, 1979. – 288 с.