

**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  $XOY$ . При этом положение автогрейдера характеризуется его текущей координатой  $x$ , текущий угол поворота коленвала двигателя характеризуется угловой координатой  $\varphi$ .

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.

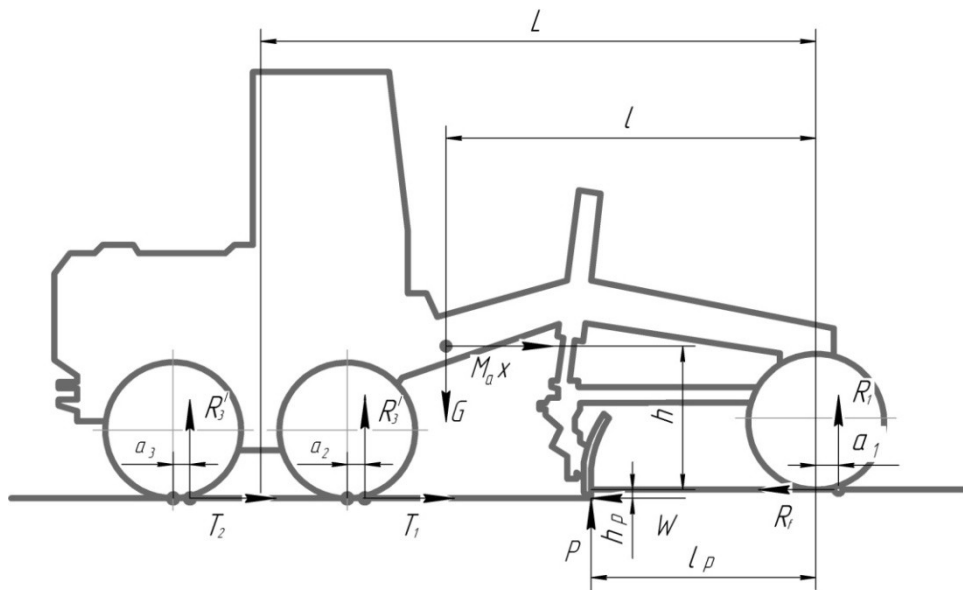


Рис. 1. Схема сил, действующих на автогрейдер

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

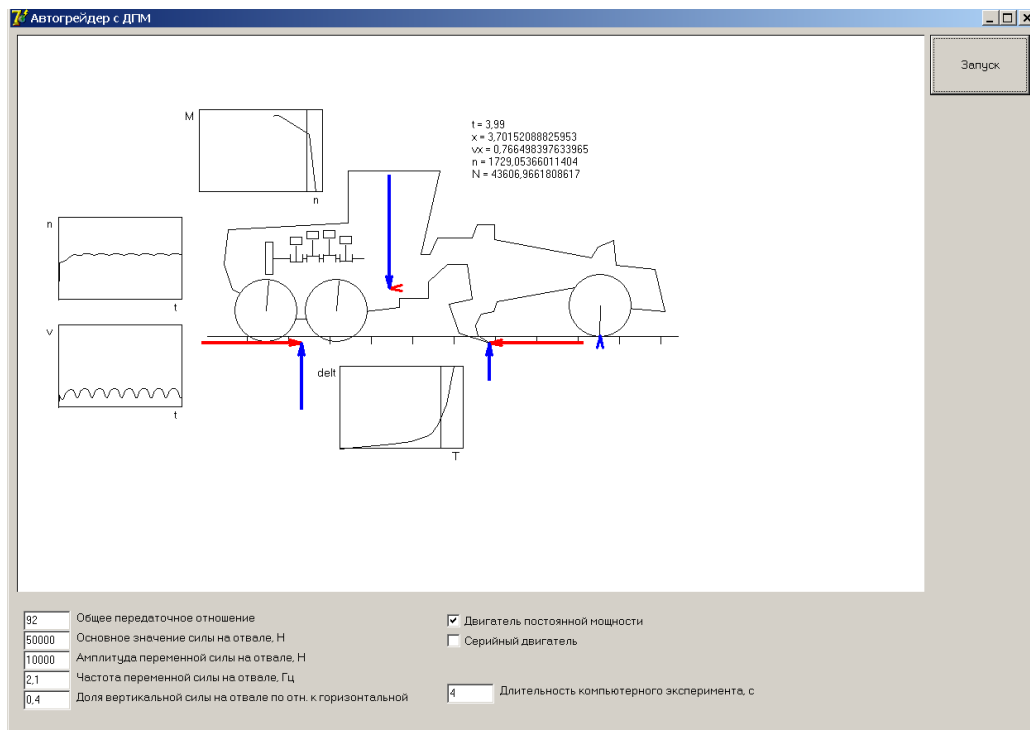


Рис. 2. Изображение, выводимое на экран разработанной программой в процессе расчета

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.

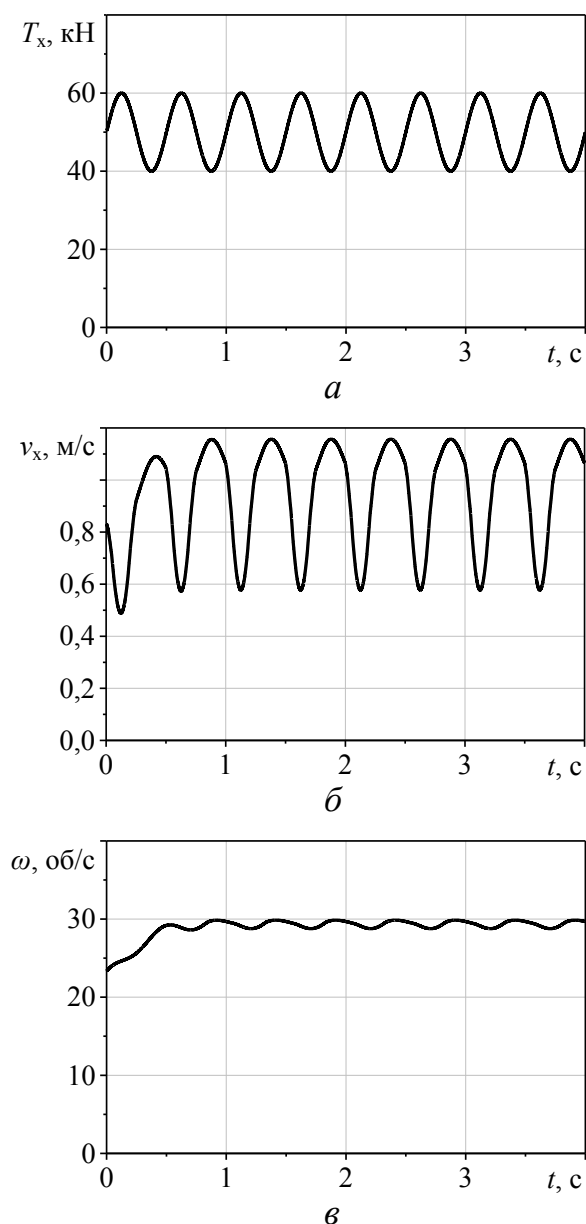


Рис. 3. Временные зависимости горизонтальной силы тяги  $T_x$  (а), горизонтальной скорости движения грейдера  $v_x$  (б) и частоты вращения двигателя  $\omega$  (в)

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.