

**УСТАНОВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА  
ЭНЕРГОЕМКОСТЬ КОПАНИЯ ГРУНТА**

**А.Ю. Краснонос**

**Научный руководитель канд. техн. наук В.А. Мальцев  
Сибирский федеральный университет**

При оценке эффективности рабочих органов землеройных машин пользуются различными критериями, в том числе и энергоемкостью копания грунта (Е).

В статье [1] была предложена математическая модель, которая устанавливает взаимосвязь между основными параметрами отвала бульдозера и энергоемкостью копания грунта

$$E = \frac{(C \cdot h^{1,35} (1 + 2,6 \cdot L)(1 + 0,01\alpha) + \frac{LH^2}{2K_{np}} \cdot \gamma_{zp} \cdot \operatorname{tg} \rho + \frac{LH^2}{2K_{np}} \cdot \gamma_{zp} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \operatorname{tg} \delta) \cdot V_p \cdot T_u \cdot K_p}{102 \cdot \eta \cdot 3600 \cdot \frac{LH^2}{2K_{np}} \cdot K_e \cdot K_y}, \quad (1)$$

где  $K_{pez}$  – коэффициент удельного сопротивления резанию, кгс/м<sup>2</sup>;  $h_{\min}$  – глубина резания в конце копания, м;  $L$  – длина отвала, м;  $H$  – высота отвала, м;

$\gamma_{zp}$  – объемная масса грунта, кг/м<sup>3</sup>;  $\operatorname{tg} \rho$  – коэффициент трения грунта по грунту;  $\alpha$  – угол резания;  $\operatorname{tg} \delta$  – коэффициент трения грунта по стали;  $V_p$  – рабочая скорость бульдозера, м/с;  $T_u$  – время цикла, с;  $K_p$  – коэффициент разрыхления;

$\eta$  – коэффициент полезного действия;  $K_{np}$  – коэффициент призмы волочения;  $K_e$  – коэффициент использования машины по времени;  $K_y$  – коэффициент уклона.

$$T_u = \frac{\frac{LH^2}{K_{np}}}{L \left[ \left( \frac{T}{K_p \cdot L} + h_{\min} \right) \right] V_p} + \frac{l_{mp}}{V_{mp}} + \frac{\frac{LH^2}{K_{np}}}{L \left[ \left( \frac{T}{K_p \cdot L} + h_{\min} \right) \right] V_{xx}} + l_{mp} + t_n, \quad (2)$$

где  $T$  – сопротивление копанию грунта, кгс;  $l_{mp}$  – длина пути перемещения грунта, м;  $V_{mp}$  – скорость транспортирования, м/с;  $V_{xx}$  – скорость холостого хода, м/с;  $t_n$  – время на переключения передач, с.

Из установленной зависимости видно, что изменение угла резания влияет на величину сил сопротивления при перемещении грунта и перемещении грунта вверх по отвалу, а также влияет на изменение высоты отвала, что влечет за собой изменение объема призмы волочения, а значит и производительности.

В статье [1] установлено, что

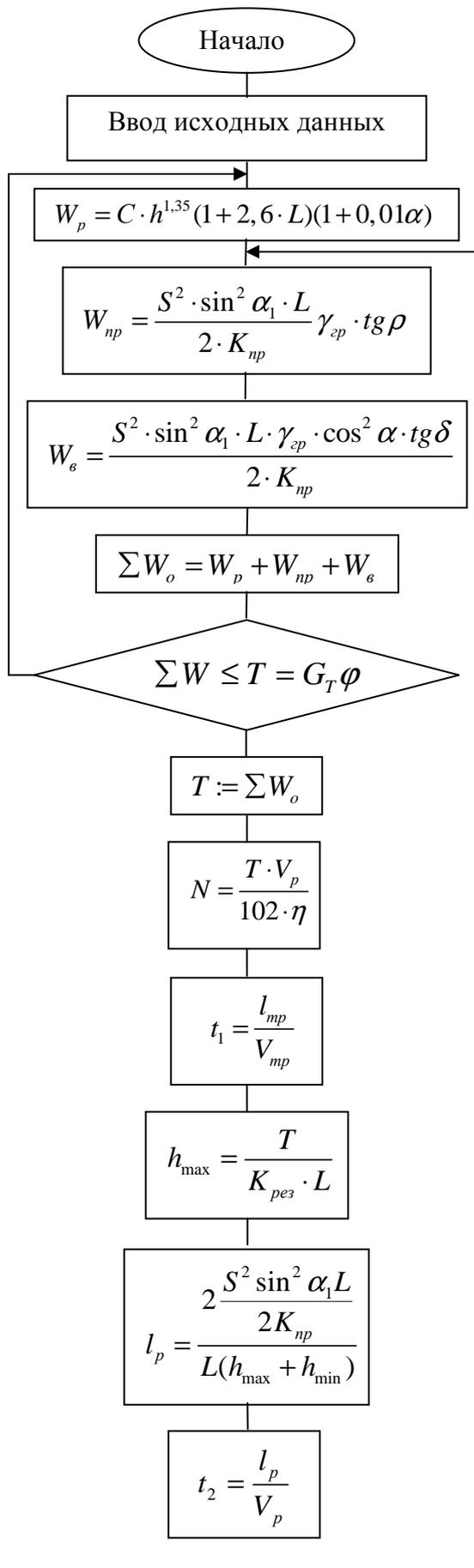
$$H = S \sin \alpha_1 = S \sin(\alpha + \alpha_0), \quad (3)$$

где  $S$  – расстояние от режущей кромки до верхней части отвала, м;  $\alpha_0$  – угол между углом наклона  $\alpha_1$ , и углом резания  $\alpha$  (30-35)°.

Отсюда видно, что в предложенной зависимости по определению энергоемкости копания грунта отвалом бульдозера изменяются значения величин в числителе и знаме-

нателе при изменении угла резания. На основании этого можно сделать вывод, что величина энергоёмкости имеет минимум при определенных параметрах отвала.

Учитывая все это составим алгоритм расчета энергоёмкости в виде (рисунок 1)



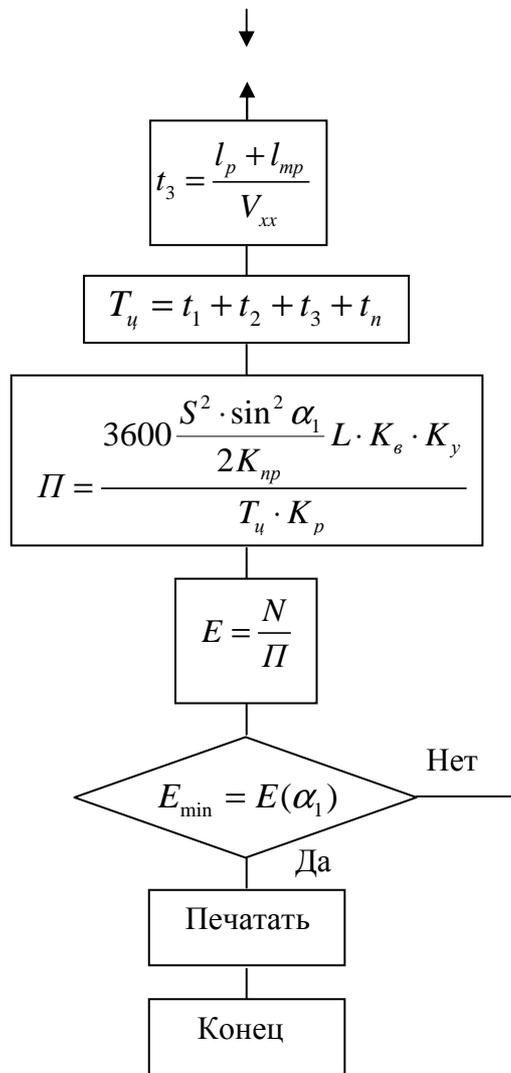


Рисунок 1– Алгоритм расчета энергоемкости

На основании алгоритма расчета минимума энергоемкости копания грунта отвалом бульдозера составляем программу расчета с выбранными исходными данными.

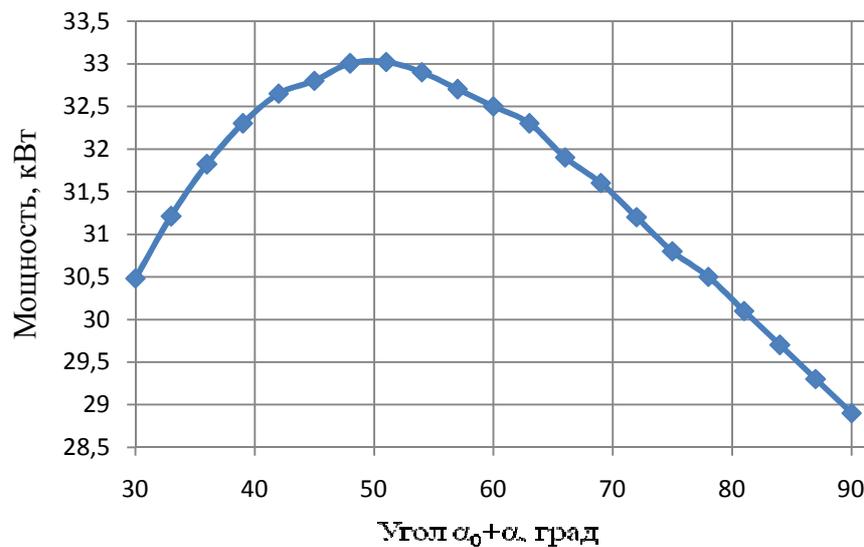


Рисунок 2 – График зависимости мощности бульдозера от угла  $\alpha_0 + \alpha$

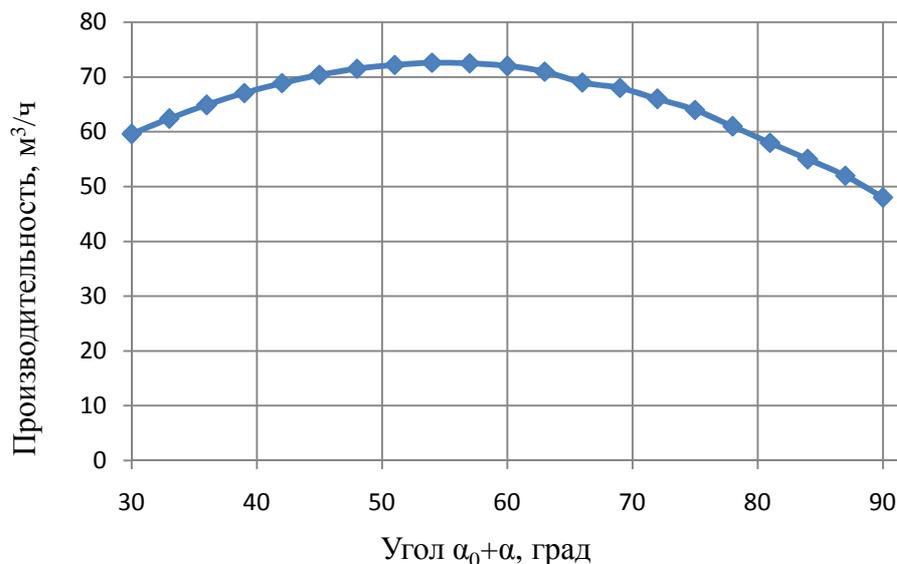


Рисунок 3 – График зависимости производительности бульдозера от угла  $\alpha_0 + \alpha$

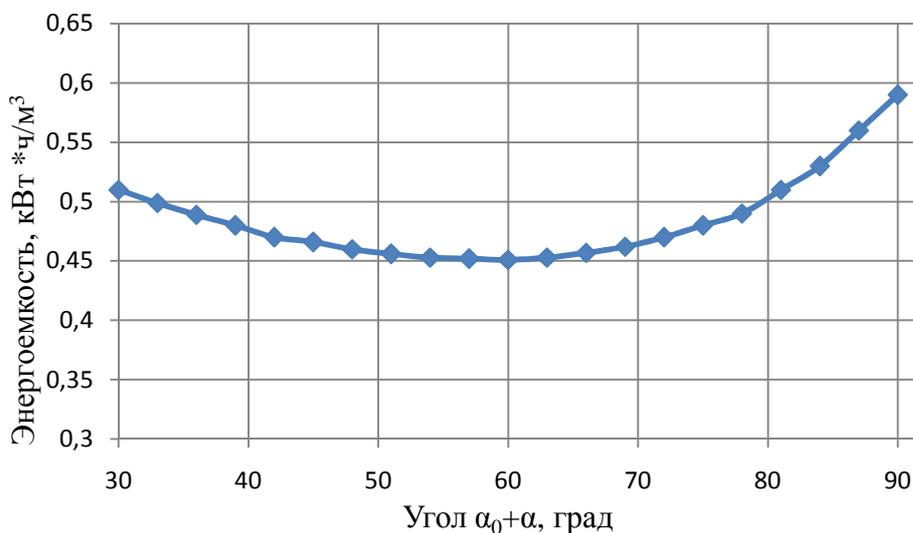


Рисунок 4 – График зависимости энергоёмкости бульдозера от угла  $\alpha_0 + \alpha$

Получены графические зависимости, которые показывают влияние угла наклона отвала, представленного как угол  $\alpha_0 + \alpha$  на производительность и мощность бульдозера, а также определяют минимум энергоёмкости разработки грунта отвалом бульдозера, что позволит наиболее правильно выбирать параметры навесного бульдозерного оборудования.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Добронравов С. С., Дронов В. Г. Строительные машины и основы автоматизации: учебник. М.: Высшая школа, 2001. – 576 с.
2. Довгяло В.А., Бочкарев Д.И. Дорожно-строительные машины. Часть I: Машины для земляных работ: учеб. пособие. Г. Беларусь.: БелГУТ, 2010. 250 с.
3. Шестопалов К. К. Строительные и дорожные машины: учеб. пособие. М.: изд-во Академия, 2008. 384 с.
4. Волков С. А., Евтюков С. А. Строительные машины: учеб. пособие для вузов. С.: изд-во ДНК, 2008