УДК 621.89:622.235

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ҐРУНТУ НОЖАМИ БУЛЬДОЗЕРА

С. Копієвський, група ГМ-23М-2
С. Хачатурян, канд. техн. наук, доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет

Процес різання ґрунту є ключовим етапом роботи бульдозера, що значно впливає на загальну витрату пального, зношування робочих органів і продуктивність машини. Енергоємність цього процесу визначається як добуток сили, необхідної для подолання опору ґрунту та довжини шляху різання. Розробка та впровадження ефективних технічних рішень дозволяє зменшити навантаження на двигун, підвищити ресурс техніки та скоротити витрати на експлуатацію [1].

До основних факторів, які **впливають на енергоємність різання** належать:

Кут атаки ножа (α). Найефективнішим вважається кут у межах 30÷45°, що забезпечує рівномірне відокремлення ґрунту з мінімальним опором.

Форма та кривизна ножа. Криволінійні ножі забезпечують поступове наростання зусиль і сприяють зниженню миттєвого навантаження [2].

Глибина різання (h). Зі збільшенням глибини енергоємність різко зростає. Оптимальна глибина для легких ґрунтів становить 100÷150 мм за один прохід (рис.1).

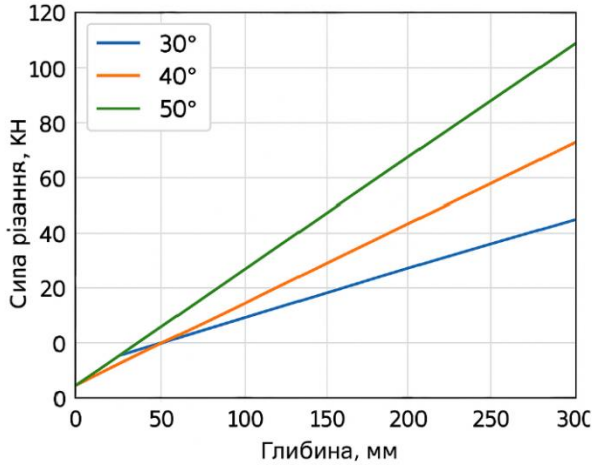

Рисунок 1 – Графік залежності сили різання від глибини та кута атаки

Нижче наведено основні методи зниження енергоємності (табл. 1, рис. 2, 3).

Таблиця 1 – Основні методи зниження енергоємності

Метод	Ефект
Оптимізація геометрії ножа	Згладжування ріжучої крайки та впровадження змінного кута нахилу ножа дозволяє зменшити силу опору ґрунту на 12÷18%.
Попереднє розпушування	Попереднє фрезерування або вібраційне розпушування ґрунту значно зменшує щільність ґрунтового шару, що веде до зниження енерговитрат у 1,5÷2 рази [3].

Використання вібраційних систем	Додавання коливальних рухів до ножа (вібрації) дозволяє зруйнувати структуру ґрунту за рахунок динамічного ефекту. Це зменшує силу тертя та полегшує різання [4].

Рисунок 2 – Варіанти геометрії ріжучої крайки ножа

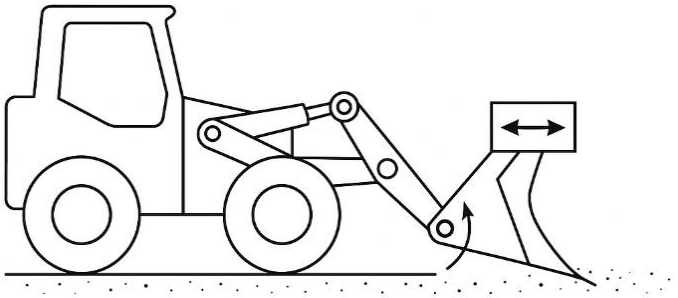

Рисунок 3 – Схема вібраційного ножа бульдозера

Математична модель сили різання F може бути описана рівнянням:

$$F=c_1 \cdot A+c_2 \cdot h+c_3 \cdot \rho \cdot g \cdot V,$$

де A – площа зрізу;

h – глибина різання;

ρ – щільність ґрунту;

V – швидкість подачі.

c_1, c_2, c_3 – емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу ґрунту.

Зменшення енергоємності процесу різання ґрунту є актуальним завданням для підвищення ефективності роботи бульдозерів. Найбільший ефект може бути досягнутим шляхом:

- оптимізації кута атаки та геометрії ножа;
- використання вібраційних пристроїв;
- попередньої обробки ґрунту.

Комплексне застосування цих методів дозволяє знизити витрати пального до 20%, продовжити ресурс машини та підвищити загальну ефективність виконання землерийних робіт.

Список літератури

1. Ігнатенко С.І. *Будівельна техніка. Теорія і практика*. – Київ: Вид-во Ліра-К, 2020. – 310 с.
2. Гавриленко П.М., Тищенко В.В. *Оптимізація параметрів землерийного обладнання*. – Харків: УІПА, 2021. – 198 с.
3. Кулішов А.П. *Механіка ґрунтів і робочих процесів у дорожніх машинах*. – Мінськ: Технопрес, 2019. – 265 с.
4. L. Chang, W. Zhou. *Energy Efficiency of Bulldozer Blade Vibratory Cutting*. // Construction Machinery Journal, 2022, Vol. 46(1), pp. 52-59.