

УДК 621.878.23

В.О. Воляннюк, к.т.н., доцент;  
О.В. Бойчук (КНУБА, Київ)**МІЦНІСНИЙ РОЗРАХУНОК ЛОПАТОК РОТОРНОГО МЕТАЛЬНИКА**

**АНОТАЦІЯ.** У статті пропонуються аналітичні залежності для міцнісного розрахунку лопаток роторного металевого ґрунту на основі підходу з попереднім визначенням необхідної потужності для його приводу. Цей підхід дозволяє уникнути складних аналітичних залежностей при визначенні складових сил, що діють на лопатку роторного металевого ґрунту при розгоні та розвантаженні з неї ґрунту.

**Ключові слова:** роторний металевий ґрунт, лопатка.

**АННОТАЦИЯ.** В статье предлагаются аналитические зависимости для прочностного расчета лопаток роторного металевого ґрунта на основе подхода с предварительным определением необходимой мощности для его привода. Этот подход позволяет избежать сложных аналитических зависимостей для определения составных сил, что действуют на лопатку роторного металевого ґрунта при разгоне и разгрузке с нее ґрунта.

**Ключевые слова:** роторный металевоый ґрунт, лопатка.

**SUMMARY.** This article provides analytical dependences for calculation of rotary blades metallic soil on the basis of the approach with the previous definition of the necessary power to it. This approach avoids the complex analytical dependencies when determining the components of forces acting on the thrower's shoulder rotary when overlocking, and unloaded from the soil.

**Key words:** rotary thrower, blade.

**Вступ**

Роторні металеві ґрунти застосовуються для відкидання ґрунту в сторони при його розробці землерийними машинами безперервної дії (багатоковшовими екскаваторами) повздовжнього і поперечного копання. Також запропоновані конструкції бульдозерів з металевим обладнанням. Конструкції роторних металевих ґрунтів є нескладними і забезпечують відкидання всього масиву ґрунту розробленого різальними елементами землерийних машин. В той же час в літературі [1–3] приведені аналітичні залежності для визначення потрібної потужності для приводу металевих ґрунтів та їх продуктивності, але ці залежності відсутні для проведення міцнісних розрахунків їх елементів.

**Метою** даної роботи є отримання аналітичних залежностей для проведення міцнісного розрахунку лопаток роторного металевих ґрунту.

**Виклад основного матеріалу**

Для обрахування величини згинального моменту на лопатці металевих ґрунту поперечно необхідно визначити загальну потужність його приводу.

Загальна витрата потужності в роторному металевих ґрунту з нерухомим кожухом складається з наступних складових [1]: витрати потужності на придання ґрунту кінетичної енергії  $N_1$ , деформацію ґрунту при розгоні його лопатками  $N_2$ , підняття ґрунту металевих ґрунтом  $N_3$ , додання тертя ґрунту по кожуху під дією центробіжної сили  $N_4$ , додання тертя ґрунту по кожуху під дією сили тяжіння  $N_5$ , розвантаження лопаток від ґрунту  $N_6$ .

Таким чином, загальна потужність приводу металевих ґрунту  $N_M$  визначається з урахуванням перерахованих складових

$$N_M = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6. \quad (1)$$

Складові потужності приводу металевих ґрунту обраховуються наступним чином, кВт:



Об'єм ґрунту  $q$ , який може транспортувати лопатка металника

$$q = \frac{1}{2} b \cdot h_{\text{пр}}^2 \cdot \text{tg} \varphi, \text{ м}^3, \quad (10)$$

де  $b$  - ширина лопатки металника, м;

$\varphi$  - кут природного укосу ґрунту, град.

Якщо потужність металника виразити через сили, що діють на його лопатки з врахуванням швидкостей елементів, то отримаємо (рис. 2):

$$N_M = (F_D + F_V) \cdot V_{\text{ц}} + z_k \cdot (F_T^{\text{лоп}} + F_{\text{пр}}^{\text{гр}}) \cdot V_3 \quad (11)$$

де  $F_D$  - сила деформації ґрунту;

$F_V$  - швидкісне силове навантаження на лопатку;

$F_T^{\text{лоп}}$  - сила тертя ґрунту по поверхні лопаток;

$F_{\text{пр}}^{\text{гр}}$  - сила тертя порції ґрунту по кожуху;

$z_k$  - число лопаток, що переміщують ґрунт по кожуху, шт., яке визначається із залежності (округлюється до найближчого цілого числа):

$$z_k = \frac{\alpha_{\text{мп}} \cdot z}{360}. \quad (12)$$

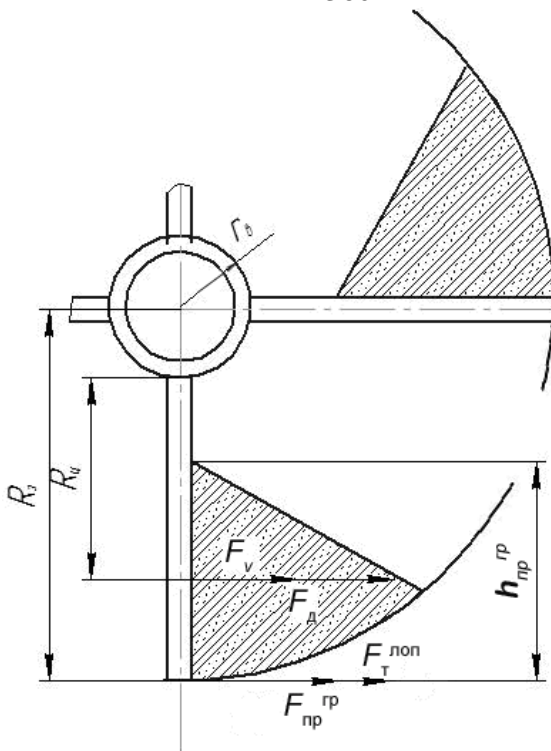


Рис. 2. Схема сил, що діють на лопатки при розвантаженні

У зв'язку з тим, що сили  $F_D$  і  $F_V$  визначаються за складними аналітичними залежностями пропонується знаходити їх величину з врахуванням попередньо визначеного значення потужності приводу металника із залежності (11)

$$F_D + F_V = \frac{N - z_k \cdot (F_T^{\text{лоп}} + F_{\text{пр}}^{\text{гр}}) \cdot V_3}{V_{\text{ц}}}, \quad (13)$$

де швидкості  $V_3$  і  $V_{\text{ц}}$  знаходяться за формулами відповідно:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot R_3 \cdot n}{30}; \quad V_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot R_{\text{ц}} \cdot n}{30}, \quad (14)$$

а радіус центру порції ґрунту на лопатці визначається, м;

$$R_{\text{ц}} = R_3 - \frac{1}{3} \cdot h_{\text{пр}}^{\text{гр}}, \quad (15)$$

де  $h_{\text{пр}}^{\text{гр}}$  - висота порції ґрунту на лопатці, м.

Сила тертя порції ґрунту по кожуху обрховується із залежності:

$$F_{\text{пр}}^{\text{гр}} = \frac{F_B \cdot \mu_1}{1 + \mu_1 \cdot \text{tg} \alpha_{\text{л}}}, \quad (16)$$

де  $\alpha_{\text{л}}$  - центральний кут на дузі якого відбувається тертя ґрунту по кожуху;

$F_B$  - відцентрова сила порції ґрунту на лопатці.

Відцентрова сила порції ґрунту на лопатці визначається за формулою:

$$F_B = \frac{\Pi_M \cdot \pi \cdot \omega}{1,8 \cdot z \cdot g} \cdot R_{\text{ц}}, \quad (17)$$

де  $\omega$  - кутова швидкість ротора металника, рад./с.

Сила тертя ґрунту по поверхні лопаток обрховується із залежності:

$$F_T^{\text{лоп}} = z_k \cdot S_{\text{л}} \cdot \mu_2 = z_k \cdot b \cdot h \cdot \mu_2, \quad (18)$$

де  $S_{\text{л}}$  - площа торцевої поверхні лопатки, м<sup>2</sup>;

$\mu_2$  – коефіцієнт тертя металу по ґрунту.

Максимальний сумарний згинальний момент на лопатці при розвантаженні (рис.2)

$$M = (F_d + F_v) \cdot R_{ц} + (F_{т}^{лоп} + F_{пр}^{тп}) \cdot R_{ц}. \quad (19)$$

Тоді напруження на лопатку дорівнюватиме

$$\sigma = \frac{M}{W_{зг}} \leq [\sigma], \quad (20)$$

де  $[\sigma]$  – допустиме напруження (межа міцності матеріалу) лопатки, яке визначаємо за довідковими даними, (МПа);

$W_{зг}$  – момент опору перерізу згинанню,  $м^3$ .

Звідси

$$W_{зг} = \frac{M}{[\sigma]}. \quad (21)$$

Для прямокутних перерізів момент опору матеріалу згинанню визначається [4]

$$W_{зг} = \frac{b \cdot h^2}{6}. \quad (22)$$

Звідси визначаємо необхідну товщину лопатки роторного металника при попередньо визначеній її ширині  $b$  в залежності від потрібної продуктивності металника

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{зг}}{b}}. \quad (23)$$

### Висновки

Запропонований підхід дозволяє уникнути складних аналітичних залежностей при проведенні міцнісного розрахунку елементів роторних металників ґрунту.

Отримані аналітичні залежності для визначення товщини лопаток роторних металників ґрунту можуть бути використані при розробці робочих органів землерийних машин безперервної дії.

### Література

1. Кавалеров А.А.. Баланс мощности роторных метателей грунта с неподвижным кожухом. ГСДМ. №7, 1968. С.96-103.
2. Бородин Н.Г., Баладинский В.Л., Смирнов В.Н. Средства механизации земляных работ. М.; Воениздат, 1985. – 160 с.
3. Горбатюк С.В. Аналіз існуючих конструкцій металників землерийних машин неперервної дії поперечного копання // Гірн., буд., дор. та меліоративні машини: Республ. міжвід. науково-техн. зб., - К.:КДТУБА, 1999. – Вип. 54. – С. 15-22.
4. Дарков А.В., Штиро Г.С. Сопротивление материалов. М.; Высшая школа, 1989. – 608 с.

Рецензент: А.В. Фомін, к.т.н., проф. (КНУБА, Київ)

Отримано: 5.09 2012 р.