

ПАРАМЕТРИ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ АКТИВНИХ ҐРУНТОРОЗРОБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

АННОТАЦІЯ. Розглянуті залежності геометричних і кінематичних параметрів робочого процесу активних ґрунторозробних робочих органів незалежної активізації. Враховано вплив кінематичних параметрів різальних елементів пірамідальної форми на геометричні параметри процесу різання а також характеристики робочого середовища та фізику процесу взаємодії ножів з ґрунтом. Отримані формули для розрахунку силових параметрів даних робочих органів і потужності на руйнування робочого середовища в умовах швидкісного прикладання навантаження.

Ключові слова: залежна та незалежна активізація, різальний елемент пірамідальної форми, швидкісне руйнування, хвилі деформацій.

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены зависимости геометрических и кинематических параметров рабочего процесса активных ґрунторазрабатывающих рабочих органов независимой активизации. Учтено влияние кинематических параметров резательных элементов пирамидальной формы на геометрические параметры процесса резания а также характеристики рабочей среды и физику процесса взаимодействия ножей с ґрунтом. Получены формулы для расчета силовых параметров данных рабочих органов и мощности разрушения рабочей среды в условиях скоростного приложения нагрузки.

Ключевые слова: зависимая и независимая активизация, резательный элемент пирамидальной формы, скоростное разрушение, волны деформаций.

SUMMARY. Dependences of geometrical and kinematics parameters of working process of active soil-develop of workings organs of independent activation are considered. Influence of kinematics parameters of cuttings elements of pyramidal form is taken into account on the geometrical parameters of process of cutting and also description of working environment and physics of process of co-operation of knives with soil. Formulas are for the calculation of power parameters of these workings organs and power on destruction of working environment in the conditions of speed appendix of loading. .

Key words: dependent and independent activation, cutting element of pyramidal form, speed destruction, waves of deformations.

Вступ

Одним із способів підвищення ефективності ґрунторозробних машин полягає в інтенсифікації їх робочих процесів. Існує два принципових способи активізації робочих органів таких машин – залежна і незалежна активізація. При залежній активізації робочий орган встановлюється на базовій машині через пружні елементи, які накопичують енергію під час руху базової машини і вивільнюють її в момент сколу ґрунту. При незалежній активізації на робочому органі встановлюється двигун, за рахунок якого відбувається руйнування ґрунту. Враховуючи всі переваги та недоліки обох методів можна зауважити, що найбільш ефективною є незалежна активізація, яка забезпечує необхідний рух різальних елементів і при цьому відсутні втрати енергії в трансмісії при передачі її

від двигуна базової машини до робочого органа.

Дане дослідження пов'язане з важливими науковими і практичними завданнями таким чином, що визначення параметрів робочого процесу активних ґрунторозробних робочих органів дасть можливість формувати ефективні робочі процеси землерийних машин з низькими енергетичними та іншими ресурсними затратами, що є безумовно актуальним при створенні техніки для земляних робіт.

Мета і постановка задачі

В роботах [1-3] започатковано розв'язання проблеми визначення параметрів активних робочих органів ґрунторозробних машин за умов швидкісного (динамічного) робочого процесу руйнування робочих середовищ. Встановлено, що при високих швидкостях різання руйнування ґрунту має

хвильовий характер і на параметри процесу руйнування впливає значно більший масив характеристик робочого середовища при кількісній та якісній змінах. Хвильовий характер руйнування виявляється в тому, що робоче середовище руйнується поза зоною контакту різального елемента з ґрунтом за рахунок хвиль деформацій.

Невирішеною проблемою є визначення параметрів процесу активних робочих органів з різальними елементами пірамідальної форми в умовах високошвидкісного різання робочих середовищ.

Мета роботи:

- визначення залежностей, що описують геометричні, кінематичні і силові параметри активних різальних елементів пірамідальної форми за умов швидкісного руйнування робочих середовищ;

- встановлення закономірностей, що характеризують низькоенергоємний робочий процес активних ґрунторозробних робочих органів пірамідальної форми.

Виклад основного матеріалу

Різальний елемент пірамідальної форми (рис. 1) складається із чотирьох пірамідальних ножів, які з'єднані в один різальний елемент.

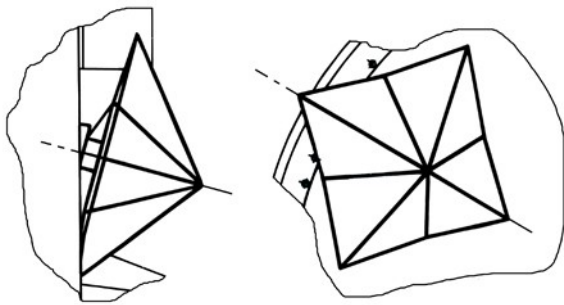


Рис. 1. Різальний елемент пірамідальної форми

Робочий рух даного елемента складається з основного руху відносно своєї осі Х-Х зі швидкістю ω , а також руху зі швидкістю подачі V_n відносно осі О-О (рис. 2).

Дотична сила різання робочого середовища ножом за умов швидкісного (динамічного) руйнування, враховуючи хвильовий характер останнього, запишеться [1]

$$P = \frac{uk_d S}{2Vk_\alpha}, \quad (1)$$

де u – швидкість розповсюдження хвиль деформації (напружень); k_d – питомий опір робочого середовища швидкісному (динамічному) руйнуванню; S – площа контакту ножа з робочим середовищем; V – швидкість взаємодії ножа з робочим середовищем; k_α – коефіцієнт, що враховує кут загострення α ножа і кут різання.

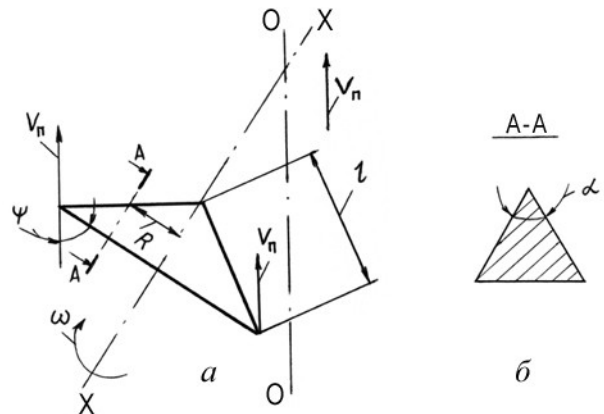


Рис. 2. Схема пірамідального різального елемента:

а- для визначення геометричних і кінематичних параметрів;

б- поперечний переріз по серединній точці ребра ножа різального елемента

Швидкість розповсюдження хвиль деформацій (напружень) визначається за формулою

$$u = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}}, \quad (2)$$

де E – динамічний модуль пружності робочого середовища; ρ – щільність робочого середовища; μ – коефіцієнт Пуассона.

Питомий опір робочого середовища швидкісному (динамічному) руйнуванню визначається із залежності

$$k_d = \rho V^2 + \varepsilon \sigma, \quad (3)$$

де σ – динамічна межа міцності робочого середовища при одноосьовому стисненні; ε – гранична відносна деформація при одноосьовому стисненні.

Із залежностей (1), (2) та (3) видно, що швидкість взаємодії ножа з робочим середовищем за швидкісного руйнування,

впливає як на фізико-механічні характеристики робочого середовища, питомий опір ґрунту швидкісному руйнуванню, так і на фізику взаємодії ножа з робочим середовищем.

За складного руху ножа з кутовою швидкістю ω і швидкістю подачі $V_{\text{п}}$ величина подачі на ніж різального елемента визначається наступним чином

$$h_{\text{п}} = \frac{V_{\text{п}} \Phi}{\omega}, \quad (4)$$

де Φ – центральний кут розташування ребер ножів різального елемента.

Швидкість подачі розраховується за умови необхідної продуктивності ґрунторозробної машини

$$V_{\text{п}} = \frac{\Pi}{3600}, \quad (5)$$

де Π – погонна довжина траншеї за годину роботи траншеєкопача.

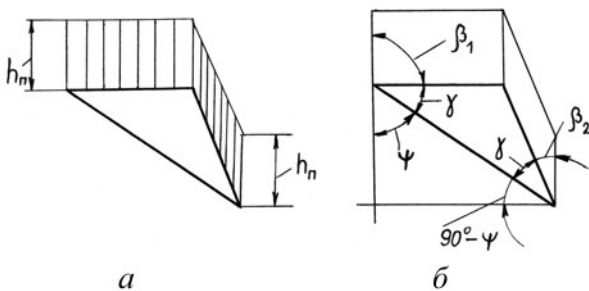


Рис. 3. Площа перерізу зрізу ножем різального елемента в поздовжній площині ножа:
а- площа перерізу в передній і задній частині різального елемента;
б- схема конструктивних і кінематичних кутів

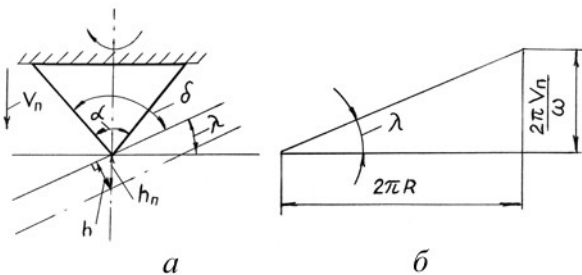


Рис. 4. Дотична до траєкторії різання:
а- схема розташування дотичної до траєкторії різання і кут різання δ ;
б- схема для визначення кута λ

Середня площа перерізу зрізу робочого середовища ножем в поздовжній площині симетрії ножа (рис. 3)

$$S_{\text{п}} = lh_{\text{п}} \sin\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right), \quad (6)$$

де l – довжина різального ребра ножа; β_1 і β_2 – кут між швидкістю подачі $V_{\text{п}}$ і ребром ножа в передній і задній частині різального елемента.

$$\beta_1 = 180^\circ - \gamma - \psi; \quad (7)$$

$$\beta_2 = 90^\circ - \gamma - (90^\circ + \psi) = -\gamma + \psi, \quad (8)$$

де ψ – кут нахилу основи різального елемента до напрямку швидкості подачі $V_{\text{п}}$; γ – кут нахилу основи ножа різального елемента до його ребра.

В окремому випадку, коли вісь обертання Х-Х різального елемента паралельна осі О-О, кут $\psi = 90^\circ$ а кути $\beta_1 = \beta_2$, із залежностей (7) і (8) випливає, що

$$\beta_1 = \beta_2 = 90^\circ - \psi. \quad (9)$$

Враховуючи, що площа контакту ножа з робочим середовищем визначається за формулою

$$S_{\text{к}} = lh, \quad (10)$$

де h – глибина різання ножем в серединній точці ребра ножа, запишемо

$$S_{\text{к}} = lh_{\text{п}} \sin\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right) \cdot \cos \lambda, \quad (11)$$

де λ – кут нахилу дотичної до траєкторії різання в серединній точці ребра ножа до поперечної площини робочого органа (рис. 4).

$$\lambda = \arctg \frac{2\pi V_{\text{п}}}{2\pi \omega R} = \arctg \frac{V_{\text{п}}}{\omega R} = \arctg \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{к}}},$$

тут R – радіус різання серединною точкою ребра ножа різального елемента (рис. 2); $V_{\text{к}}$ – колова швидкість серединній точки ребра ножа різального елемента.

Тоді маємо

$$S_{\text{к}} = lh_{\text{п}} \sin\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\arctg \frac{V_{\text{п}}}{\omega R}\right).$$

Середній кут різання

$$\delta = \frac{\pi}{2} + \frac{\alpha}{2} - \lambda.$$

За середнім кутом різання вибирають коефіцієнт k_{α} . При визначенні сили різан-

ня коефіцієнтом k_α враховується вплив на неї як конструктивних параметрів, що характеризують розташування і орієнтацію ножів в різальному елементі, так і вплив співвідношення колової швидкості серединної точки ребра ножа різального елемента до швидкості подачі.

Дотична сила різання ножем різального елемента визначиться за формулою

$$P_H = \frac{uk_d IV_n \varphi \cdot \sin\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\arctg \frac{V_n}{\omega R}\right)}{2\omega V k_\alpha}.$$

Загальна дотична сила різання різальним елементом

$$P = \frac{zuk_d IV_n \varphi \cdot \sin\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\arctg \frac{V_n}{\omega R}\right)}{2\omega V k_\alpha},$$

де Z – кількість ножів в різальному елементі.

Потужність різання визначиться із залежності

$$N_p = \frac{zuk_d IV_n \varphi \cdot \sin\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\arctg \frac{V_n}{\omega R}\right)}{2\omega k_\alpha}$$

Висновки

Виходячи із зазначеного в роботі, можна зробити наступні висновки:

- геометричні, кінематичні і силові параметри робочого процесу активних робочих органів залежать від складових руху ножів та робочих швидкостей різального елемента (кутова швидкість робочого органа, швидкість взаємодії ножа з робочим середовищем) а також базової машини (швидкість подачі робочого органа). При цьому враховується, що за швидкісного різання руйнування робочого середовища набуває хвильового характеру;

- отримані формули для розрахунку силових параметрів різальних елементів пірамідальної форми з незалежною активізацією (яка дозволяє формувати робочий рух ножів з основного руху і руху подачі) та потужності руйнування робочого середовища дозволяють розраховувати привід таких робочих органів.

Перспективними в подальших дослідженнях є визначення конструкцій різальних елементів і параметрів розташування на них ножів, узгодження і оптимізація режимних і конструктивних параметрів робочих органів з активними елементами пірамідальної форми.

Література

1. *Робочі процеси землерийної техніки: Навчальний посібник* / Л.С. Пелевін, А.В. Фомін, О.О. Костенюк, Г.І. Боковня – К.: КНУБА, 2006, 172 с.
2. *Визначення геометричних і кінематичних параметрів різальних робочих органів типу конусна фреза* / Фомін А.В., Костенюк О.О., Тетерятник О.А., Тимошенко В.В. – Зб. "Гірничі, будівельні, шляхові та меліоративні машини", вип.61. Респ. межвід. науково-технічн. Збірник. Київ, 2003, с. 3-13.
3. *Визначення силових і енергетичних параметрів ґрунторуйнуючих робочих органів типу конусна фреза* / Фомін А.В., Костенюк О.О., Тетерятник О.А. – Зб. "Гірничі, будівельні, шляхові та меліоративні машини", вип.63. Респ. межвід. науково-технічн. Збірник. Київ, 2004, с. 3-15.

Рецензент: І.В. Русан, к.т.н., доцент (КНУБА)

Отримано: 1.06.2009 р.