

УДК. 631.316

## **БІОНІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДО СТВОРЕННЯ ДИСКОЗУБОВИХ БОРІН ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Бабицький Л.Ф., акад. МААО, д.т.н., проф.

Соболевський І.В., к.т.н., докторант\*

*Південний філіал Національного університету біоресурсів і природо-  
користування України «Кримський агротехнологічний університет»*

м. Сімферополь

Тел/факс (0652)26-38-23.

**Анотація.** Стаття присвячена обґрунтуванню біосистемного підходу до створення робочих органів ґрунтообробних машин для сучасних технологій землеробства з метою підвищення надійності, працездатності та якості роботи при поверхневому обробітку ґрунту. У роботі розглянуто дискозубові робочі органи борін, що створені по біонічній подібності.

**Ключові слова:** біомеханіка, надійність, працездатність, система, середовище, ґрунт, зубці, логарифмічна крива.

**Постановка проблеми.** Основним завданням екологічного землеробства є отримання у природних умовах чистої сільськогосподарської продукції зі збереженням природної родючості ґрунтів. Інтенсивне використання орних земель і ерозійні процеси, що при цьому виникають, призводять до порушення екологічної рівноваги у природному середовищі. Це негативно впливає на якість отриманої сільськогосподарської продукції, що повинна відповідати стандартам якості.

Природне середовище, як система, є самовідновлювальна і самозберігаєма. Втручання людини шляхом хімічного і механічного обробітку ґрунту призвело до накопичення у ньому різних токсичних «неприйнятних» елементів що перешкоджають її відновленню і самозбереженню. Закладаючи принципи загальної теорії систем слід розглядати імовірність

---

\* Науковий консультант: акад. МААО, д.т.н., проф., Л.Ф. Бабицький

функціонування робочого органу, що створюється, в підсистемі, яка включає ґрунт, рослину і атмосферу [1].

Оскільки створений штучний робочий орган по відношенню до складових цієї підсистеми є неоднорідним, виникає необхідність пошуку шляхів адаптації його до природних умов. Яскравий приклад пристосованості до різноманітних умов існування показує жива природа. Багатообразний світ тварин і комах успішно існує у різноманітних природно – кліматичних умовах. За мільйони років існування у процесі природного відбору виживали тільки найбільш пристосовані організми. Їх слід використовувати для створення дієвих і ефективних робочих органів ґрунтообробних машин для екологічного землеробства. При такій постановці питання доцільно використовувати принципи і методи біоніки. Слідуючи цьому, ґрунтообробний робочий орган необхідно створювати по біонічній подібності живому організму, який успішно функціонує у вищенаведеній підсистемі. Тому важливим першопочатковим етапом є вибір біонічного прототипу близького до функціонального призначення робочого органу, що створюється. Обґрунтування параметрів робочого органу, що створюється, виконується не простим копіюванням, а описом закономірностей і форм, які будуть закладені в основу біонічних передумов для нового робочого органу.

*Аналіз останніх досліджень.* У своєму розвитку ґрунтозахистний обробіток ґрунту в Україні розглянутий у роботах Ф.Т. Моргуна [2], М.К. Шикили [3], О.Г. Тарарико [4], І.Є. Щербака [5] та інших. Аналіз цих робіт свідчить про те, що ґрунтозахисна система землеробства є складною біоекологічною системою, вивчення якої не підлягає простому аналітичному принципу дослідження. Тому необхідний подальший розвиток досліджень із системним підходом в підсистемі, що включає ґрунт, рослину і атмосферу. Перші розробки по створенню як пасивних так і активних робочих органів на основі біонічних порівнянь [1] показали перспективність біонічного напрямку розробки ґрунтообробних машин, що може бути використане при обґрунтуванні форми ротаційних дискозубових розпушувачів ґрунту.

*Мета дослідження.* Метою статі є обґрунтування конструктивної схеми і технологічного процесу роботи робочих органів ротаційних дискозубових розпушувачів ґрунту за біонічною подібністю з досягненням технічного результату –

підвищення ефективності розпушування ґрунту, а також його родючості для надійного функціонування екосистеми.

*Основна частина.* Одним з ключових завдань сучасного екологічного землеробства є збереження і підвищення родючості ґрунтів. Така система господарювання спирається на накопичення добрив, а також методи нехімічного контролю бур'янів, шкідників і хвороб. При цьому переважає поверхневий обробіток ґрунту. Для подрібнення рослинних залишків застосовують робочі органи активної дії. Суміш здрібноної маси грудок ґрунту і решток бур'янів стимулює розвиток мікроорганізмів, а також покращує фізичні властивості ґрунту. Однак існуючі ґрунтообробні робочі органи мають низьку адаптаційну надійність до технологічного процесу поверхневого обробітку ґрунту. Це відображається коефіцієнтом адаптаційного напрацювання:

$$k_{A.H.} = 1 - \frac{T_{I.G.P.O.}}{T_{M.G.P.O.}}, \quad (1)$$

де  $T_{I.G.P.O.}$  – напрацювання до відмови існуючого ґрунтообробного робочого органу мото.-год.;

$T_{M.G.P.O.}$  – напрацювання до відмови модифікованого ґрунтообробного робочого органу мото.-год, яке визначається по формулі:

$$T_{M.G.P.O.} = \frac{1}{\lambda_B}, \quad (2)$$

де  $\lambda_B$  – інтенсивність відмов робочих органів за біонічною подібністю. Визначаючи зміну інтенсивності відмов біонічними показниками  $B_{Пn}$  у першому наближенні її рівняння матиме наступний вид:

$$\lambda_B = f(B_{П1}; B_{П2}; \dots; B_{Пn}), \quad (3)$$

Кожний біонічний показник, що входить у рівняння (3), характеризує зміну інтенсивності відмови в залежності від зміни визначеного фактору (форма поверхні (ФП); шорсткість (Ш); структура біологічного механізму (СБМ); принцип дії

(ПД); кінематичні характеристики (КХ); динамічні характеристики (ДХ))

Найбільш раціональне значення кожного біонічного фактору визначається у вигляді функції:

$$B_{Пn} = f(\PhiП; Ш; СБМ; \dots n). \quad (4)$$

Чим вище коефіцієнт адаптаційного напрацювання тим більше роботоспроможність ґрунтообробного робочого органу. З точки зору біоніки найбільш високий коефіцієнт адаптаційного напрацювання у ґрунті мають комахи з зубчастими ріючими органами. Це порівняння цілком реальне, оскільки порівняння продуктивності тварин-ґрунторіїв, що проводилися раніше, з таким самим показником для сучасних землерійних машин показало, що у ґрунторіючих цей показник вищий у 50...80 разів [6]. Найближчим біологічним прототипом серед ґрунторіючих комах, за характером життєдіяльності є жук-носоріг (*Oryctes nasicornis*). Його товсті копальні передні ноги мають три великих зубці (рис.1).

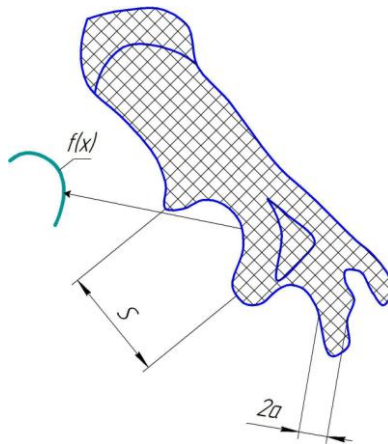


Рисунок 1 – Ріюча кінцівка жука-носорога

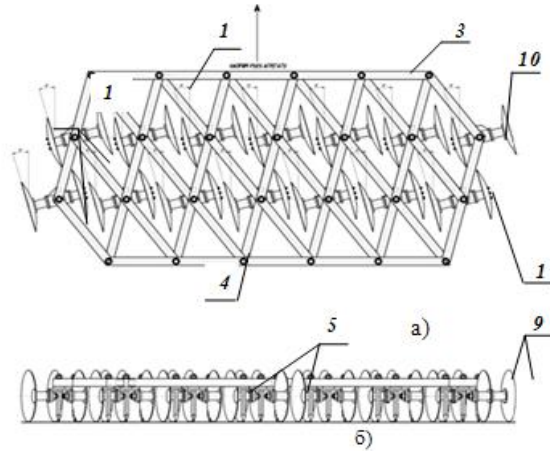


Рисунок 2 - Борона: а) вид зверху; б) вид ззаду.

Процес риття цих комах з проведенням кінозйомки показав, що він складається з трьох етапів: заглиблення зубців у ґрунт, його руйнування і переміщення. Подібні прийоми спостерігаються під час роботи ґрунтообробних знарядь. Аналізуючи форму западин між зубцями жука-носорога де внутрішнє тертя ґрунту у міжзубовому просторі істотно впливає на енергетику процесу, апробували криву розгорнутої логарифмічної кривої. Таке розташування дає змогу рівномірно розподілити тиск на зубцях під час риття ґрунту. Визначення оптимальної форми і параметрів риючої кінцівки комах дало змогу створити конструктивну схему борони (рис.2) яка містить раму 1 зварної конструкції з труб квадратного перетину 2 (рис.3), із зубцями, які утворюють зубове поле борони.

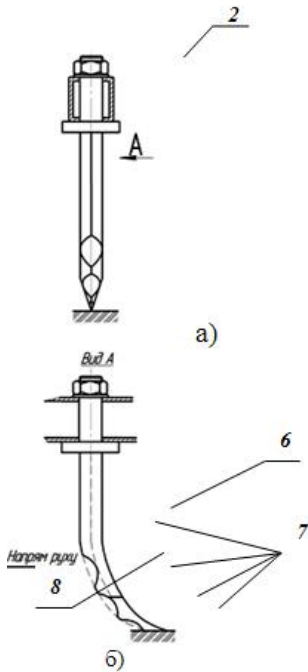


Рисунок 3 - Зубець:  
а) вид зпереду; б) вид збоку

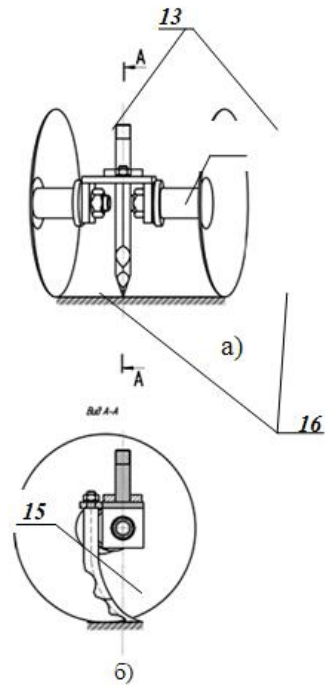


Рисунок 4 - Дискові  
розпушувачі:  
а) вид зпереду;  
б) вид збоку

На рамі 1 розташовані перший 3 і четвертий 4 ряди зубових розпушувачів 5 причому вони виконані у вигляді зубчастого ножа 6 (рис.3) робоча крайка 7 якого має форму логарифмічної кривої 8 з позитивною випуклістю кривизни до напрямку руху. Дискові розпушувачі 9 другого 10 та третього 11 рядів виконані у вигляді встановлених на поворотній рамі 12 (рис.4) подвійних випуклих дисків 13 з протилежними випуклостями 14 кожного ряду під кутом атаки 15°. На кожному дисковому розпушувачеві 9 поміж дисками 13 встановленні змінні зубці 15.

Технологічний процес роботи борони відбувається наступним чином. На початку руху борони повздовж поля тиск, що виникає під дією ножа 6 з зубчатою лобовою поверхнею по формі логарифмічної кривої 8 з позитивною випуклістю кривизни до напрямку руху є достатнім для

первинної деформації ґрунту, а також мінімізує опір проникненню зубових розпушувачів 5 у ґрунт. Зі збільшенням кількості грудок перед зубчастим ножом 6 зубового розпушувача 5 виникає багатоконтактна їх взаємодія з робочою крайкою 7 що забезпечує ефект перетирання грудок зменшуючи їх діаметр.

Подальше розпушування ґрунту забезпечують другий 10 та третій 11 ряди дискових розпушувачів 9 причому другий 10 ряд працює у розвал, а третій 11 ряд у звал. Заглиблення дискових розпушувачів 9 на глибину до 10 см забезпечує кут атаки 15°. При русі борони диски 13 зчіплюючись з ґрунтом обертаються і відрізають полосу ґрунту, а також відділяють пожнивні залишки рослин і підіймають їх на внутрішню сферичну поверхню 16. Потім ґрунт із залишками рослин з деякої висоти падає і відводиться дисками 13 у бік. Внаслідок переміщення по внутрішній сферичній поверхні 16 дисків 13 і падіння ґрунт кришиться, частково перевертається і змішується з залишками рослин. Це забезпечує прискорення гумусоутворення за рахунок збереження вологи і інтенсивного змішування залишків рослин з ґрунтом.

*Висновки.* Запропонована борона, яка створена по біонічній подібності, дозволяє підвищити ефективність розпушування ґрунту, а також його родючість, за рахунок зменшення діаметру грудок при їх інтенсивному обробітку зубовою поверхнею зубців, відділенню пожнивних залишків рослин дисковими розпушувачами і закладення їх у ґрунт на глибину до 10 см, що забезпечує протиерозійну стійкість і якісний обробіток ґрунту при екологічному землеробстві.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бабицький Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф.Бабицький. – Київ, «Урожай» 1998. –162 с.- ISBN 966-05-0063-7.
2. Моргун Ф.Т. Обработка почвы и урожай / Ф.Т. Моргун. – М.: Колос, 1997. – 272 с.
3. Шикула Н.К. Почвозащитная система земледелия: справ. кн. / Н.К. Шикула.– Х.: Прапор, 1987. – 200 с.
4. Моргун Ф.Т. Почвозащитное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К.Шикула, А.Г. Тарарико. – К.: Урожай, 1988. –256 с.

5. Щербак И.Е. Почвозащитная обработка полей в южных регионах / И.Е.Щербак.– М.: Колос, 1974. – 125 с.

6. Бабицкий Л.Ф. Исследование зубчатых рабочих органов биологических прототипов землероев/ Л.Ф. Бабицкий, А.В.Бауков, А.С.Кушнарёв // Совершенствование процессов и рабочих органов с.-х. машин: Науч. тр. УСХА. – К.: УСХА, 1975. – Вып. 162. – С. 23 – 28.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Babytsky L.F. Bionic directions of cultivating machine design / L.F.Babytsky. – Kyiv: Urozhay,1998. –162 s. -ISBN 966-05-0063-7.

2. Morgun F.T. Tillage and harvest/ F.T.Morgun – М.: Kolos, 1997. – 272 s.

3. Shikula N.K. Conservation cropping system: sprav. kn. /N.K.Shikula.– Kh.:Prapor, 1987. – 200 s.

4. Morgun F.T. Conservation farming / F.T.Morgun, N.K.Shikula, A.G.Tarariko. –К.: Urozhay, 1988. –256 s.

5. Shcherbak I.E. Soil protective cultivation in southern regions / I.E.Shcherbak. – М.: Колос, 1974. – 125 с.

6. Babytsky L.F. Research of toothed working bodies of dobeetles biological prototype/ L.F.Babytsky, A.V.Baukov, S.Kushnaryov// Sovershenstvovanie protsessov i rabochih organov s.-h. mashin: nauch. tr. USHA. – К.: USHA, 1975. – Vyp. 162. – S. 23 – 28.

### **BIONIC PREREQUISITES FOR DESIGNING DISK-TOOTHED HARROW FOR ECOLOGICAL FARMING**

L.F.Babytskiy, I.V.Sobolevskiy

#### *Summary*

The article is devoted to the substantiation of biosystematic approach to design of tillage tools for modern technologies of farming to increase the reliability, working efficiency and quality work under surface tillage. The disk-toothed harrow tools modelled on bionic similarity are considered in the article.

**Key words:** biomechanics, reliability, system, environment, working efficiency, soil, tooth group, logarithmical curve.