

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК

**НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР “ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА
ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА”**

(ННЦ “ІМЕСГ”)

КУХАРЕЦЬ Савелій Миколайович

УДК 631.313.6

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНО-
ЛОПАТЕВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ**

05.05.11. – Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Глеваха – 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державному агроекологічному університеті (ДАУ, м. Житомир) на протязі 1998...2003 рр.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, професор **ШЕЛУДЧЕНКО Богдан Анатолійович**, Державний агроекологічний університет, завідувач кафедри моніторингу навколишнього природного середовища.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Української академії аграрних наук **КУШНАРЬОВ Артур Сергійович**, Таврійська державна агротехнічна академія, завідувач кафедри фізики, теоретичної механіки і теорії механізмів та машин.

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **БЛОТКАЧ Михайло Петрович**, Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”, старший науковий співробітник лабораторії механізації обробітку ґрунту і посіву.

Провідна установа: Національний аграрний університет, м. Київ

Захист відбудеться “15” квітня 2004 року о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.27.358.01 в Національному науковому центрі “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”, за адресою: 08631, Київська обл., Васильківський р-н., смт. Глеваха, вул. Вокзальна, 11, кімн. 613.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Національного наукового центру “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”, за адресою: 08631, Київська обл., Васильківський р-н., смт. Глеваха, вул. Вокзальна, 11.

Автореферат розісланий “12” березня 2004 року

Вчений секретар
спеціалізованої ради



Адамчук В.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В системі основного та передпосівного обробітків ґрунту на Україні, в цілому, та в зоні Полісся, зокрема, широкого застосування набуває обробіток ґрунту знаряддями з ротаційними робочими органами. Найбільш широко використовуються ґрунтообробні знаряддя типу БДН-1,8, БДТ-3, БДТ-7, оснащені сферичними вирізними роторами. Використання цих знарядь забезпечує скорочення термінів підготовки ґрунту до посіву, зниження енерговитрат та витрат праці на 20...25%, в порівнянні, з іншими типами ґрунтообробних машин. Однак, в силу своїх конструкційних особливостей ґрунтообробні знаряддя оснащені серійними робочими органами не повною мірою забезпечують агротехнічні вимоги стосовно заробки добрив, рослинних решток, гербіцидів тощо; а також призводять до часткового руйнування агрономічно цінних структурних формувачів ґрунту, особливо, малозв'язних дерново-підзолистих ґрунтів. Так, при заробці органічних добрив дисковою бороною в поверхневому шарі ґрунту (0...6 см), залишається до 75% внесених добрив, що значно зменшує ефективність їх використання сільськогосподарськими рослинами. Тому необхідним є обґрунтування робочих процесів ротаційного обробітку спрямованих на покращення показників обертання скиби та розробка конструкцій відповідних робочих органів, що забезпечували б достатню якість обробітку ґрунту за основними агротехнологічними показниками.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності до комплексної програми “Національна програма розробки і виробництва технологічних комплексів машин і обладнання сільського господарства, харчової і переробної промисловості”, затвердженої Кабінетом Міністрів України від 7.03.1996р.; в межах держбюджетної теми “Обґрунтувати конструкційно-технологічні параметри, спроектувати та виготовити дослідний зразок мобільної комбінованої ґрунтообробної машини із швидкозмінюваними модулями робочих органів”, номер державної реєстрації №0100U000002 (коди тематичних рубрик 55.57.31). Дисертаційна робота відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.05.11 – “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва”, який затверджено Президією ВАК України.

Мета роботи. Підвищення якості обробітку кореневмісного шару ґрунту та оптимізація його агротехнологічних властивостей шляхом застосування ґрунтообробних знарядь оснащених ротаційно-лопатовими робочими органами.

Задачі досліджень. 1. Проаналізувати стан та перспективи застосування ротаційних робочих органів в конкретних ґрунтових умовах та виконати аналіз досліджень впливу форми робочої поверхні ґрунтообробних органів на параметри обробітку. 2. Обґрунтувати процес роботи та конструкційно-технологічні параметри ротаційно-лопатевого робочого органу з поліпшеними характеристиками обертання скиби ґрунту для ґрунтово-кліматичних умов Полісся України. 3. Експериментально визначити вплив параметрів ротаційно-лопатевого робочого органу на якість обробітку ґрунту та експлуатаційно-енергетичні показники процесу роботи ґрунтообробного знаряддя. Виконати порівняльні дослідження запропонованого робочого органу з серійними ротаційними робочими органами ґрунтообробних знарядь. 4. Визначити техніко-економічну ефективність застосування ґрунтообробних знарядь оснащених ротаційно-лопатовими робочими органами в умовах Полісся України.

Об'єкт досліджень. Процес роботи, конструкційні та технологічні параметри ротаційно-лопатевого робочого органу адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Полісся України.

Предмет досліджень. Динаміка агротехнологічних показників обробітку кореневмісного шару ґрунту в процесі взаємодії робочого органу з оброблюваним профілем ґрунту.

Методи досліджень. Аналіз робочого процесу та параметрів розробленого ротаційно-лопатевого робочого органу виконувався із застосуванням аналітичних основ землеробської механіки та теоретичних основ пружно-в'язко-пластичного руйнування ґрунтового середовища з урахуванням його напружено-деформованого стану, методів числово-імітаційного та фізичного моделювання, загальної теорії подібності. Експериментальні дослідження виконувались в лабораторно-польових умовах з використанням експериментального обладнання, дослідних зразків ґрунтообробних знарядь оснащених пропонуваними робочими органами та спеціально розроблених комп'ютерних програм. Для дослідження тягового опору ротаційно-лопатевого робочого органу застосовувався метод тензометрії. Отримані дані оброблені методами математичного аналізу та ймовірно-статистичними методами.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено закономірності, що характеризують взаємодію ротаційно-лопатевого робочого органу з ґрунтом. Аналітично обґрунтовано профіль робочої поверхні ножа-лопати пропонуваного ґрунтообробного органу та оптимальну кількість ножів-лопатей на одному роторі. Розроблено числові моделі для дослідження показників процесу роботи ротаційно-лопатевого робочого органу та динаміки обертання скиби ґрунту. Запропоновано методики: модельного дослідження процесу роботи ротаційних ґрунтообробних органів з використанням фізичної моделі ґрунту; оцінки якості розподілення рослинних решток та добрив за глибиною. Експериментально визначено агротехнічні та енергетичні показники виконання технологічного процесу обробітку ґрунту знаряддями оснащеними ротаційно-лопатевиими робочими органами. Розроблено емпіричні моделі впливу конструкційних та технологічних параметрів ротаційно-лопатевих робочих органів на агротехнологічні показники обробітку ґрунту.

Технічну новизну пропонуванних ротаційних робочих органів засвідчено патентами України №35997А, №56502А та №56503А.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано раціональні конструкційно-технологічні параметри та розроблено конструкцію ротаційно-лопатевих робочих органів для застосування в зоні Полісся України, що забезпечують підвищення якості обробітку дерново-підзолистих ґрунтів за основними агротехнічними вимогами та покращують тягово-енергетичні показники ґрунтообробного агрегату. Розроблено технічну документацію на ротаційно-лопатевиий робочий орган, яку передано підприємству-виробнику – АТ “Будмаш” (м. Житомир). Дослідні зразки знаряддя БДН-1,8РЛ-1 та БДН-1,8РЛ-2, оснащенні розробленими робочими органами, пройшли науково-виробничу перевірку на дослідному полі Житомирського агротехнологічного коледжу та дослідне впровадження в СТОВ “Юрківщина” (с. Ярунь, Новоград-Волинський район, Житомирська обл.).

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно, а саме: проведено аналіз роботи ґрунтообробних робочих органів ротаційного типу; обґрунтовано раціональну геометричну форму робочої поверхні ґрунтообробного органу; визначено основні конструкційні параметри ротаційно-лопатевого робочого органу; виконано конструкційні розрахунки ножа-лопати ротаційно-лопатевого робочого органу; встановлено параметри процесу роботи пропонуваного робочого органу; розроблено механіко-математичні моделі, які характеризують взаємодію ротаційно-лопатевих робочих органів з орним шаром ґрунту та вплив конструкційно-технологічних параметрів

робочих органів на агротехнічні та тягово-енергетичні показники роботи ґрунтообробного знаряддя оснащеного пропонованими робочими органами; розроблено технічну документацію на нові робочі органи, методика та комп'ютерне програмне забезпечення для визначення конструкційно-технологічних параметрів ротаційно-лопатевих робочих органів; визначено техніко-економічні показники роботи ґрунтообробного знаряддя з ротаційно-лопатевиими робочими органами у порівнянні з серійним (БДН-1,8) знаряддям; розроблено рекомендації для заводів сільськогосподарського машинобудування та господарств АПК.

Апробація результатів досліджень. Розроблені ротаційно-лопатеві робочі органи експонувались на міжнародних виставках: “Екологія–2002”, (м. Київ) та “Агро–2002” (м. Київ). Результати роботи доповідались на науково-технічних, науково-практичних конференціях та семінарах: “Міжнародна науково-технічна конференція присвячена 100-чю академіка П.М.Василенка” (м. Київ, 2000), “ХІ Міжнародна науково-технічна конференція “Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві” (Глеваха, 2003), на кафедрі загальнотехнічних дисциплін Державного агроекологічного університету (Житомир, 2001, 2002, 2003); на секційному засіданні лабораторії агрономіки та агросистемного проектування Поліської молодіжної академії наук (Житомир, 2001, 2002); на міжкафедральному семінарі ДАУ “Сучасні проблеми аграрної механіки” (Житомир, 2003); на семінарі кафедри механіки технічних систем Житомирського технологічного університету (2003); на розширеному засіданні лабораторії механізації обробітку ґрунту та посіву ННЦ ІМЕСГ УААН (Глеваха, 2004).

Публікації. Результати роботи опубліковані в 5-ти статтях, що вміщені у фахових виданнях України та 3-х патентах України.

Структура та об'єм дисертаційної роботи. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, бібліографічного списку із 126 найменувань та 17 додатків на 42 сторінках. Загальний об'єм роботи становить 197 сторінок. Робота містить 75 рисунків та 24 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкривається суть наукового питання, обґрунтовується актуальність теми, сформульовані мета, задачі, об'єкт та предмет досліджень, відзначено зв'язок роботи з науковими програмами і темами, зазначена новизна отриманих результатів, їх практичне значення, апробація результатів досліджень і їх публікації.

У **першому розділі** “Аналіз сучасного стану питання. Задачі досліджень” виконано аналіз експлуатаційних та агротехнологічних показників способів обробітку ґрунту. На основі розгляду результатів досліджень *А.М.Берзіна, Ю.А.Білявського, А.М.Гаврилова, В.В.Медведева, В.П.Стрельченка, М.К.Шукули* та інших формалізовані вимоги до обробітку ґрунту знаряддями з ротаційними робочими органами в умовах Полісся. Результати виконаного аналізу існуючих конструкцій ротаційних робочих органів вказують на перспективність використання таких робочих органів в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України. Однак, існуючі типи конструкцій ґрунтообробних знарядь, з огляду на особливості їх роботи, не можуть повною мірою забезпечити заробку поверхневого шару ґрунту (0...6 см) та його раціональне розподілення за глибиною обробітку. Тому, необхідна розробка конструкції ротаційного робочого органу, що забезпечувала б достатнє обертання оброблюваної скиби ґрунту із збереженням агроцінної структури та необхідні показники якості щодо заробки в ґрунт на оптимальну глибину стерні, органічних та мінеральних добрив тощо.

У другому розділі “Дослідження процесу взаємодії ротаційно-лопатевого робочого органу з ґрунтом” проведено аналіз робочого процесу взаємодії ротаційно-лопатевого робочого органу з ґрунтом та обґрунтовано його конструкційні параметри. При цьому були враховані дослідження *М.П. Білоткача, В.М.Булгакова, М.І.Грицишина, П.М.Забродського, В.П.Горячкіна, М.Н.Гольдштейна, Я.С.Гукова, В.О.Дубровіна В.І.Корабельського, В.І.Коткова, А.С.Кушнар'ова, А.Кулена, Г.Е.Листопада А.В.Павлова, А.С.Павлоцького, І.М.Панова, Г.Н.Синеокова, Б.А.Шелудченка, В.О.Шубенка* та інших. В основу обґрунтування покладено аналітичну модель *Б.А.Шелудченка*, яка відображає процес взаємодії робочого органу з ґрунтом. Визначено, з урахуванням повного тензора напружень у вершині тріщини, загальні рівняння робочої поверхні (в умовах деблокованого або напівблокованого різання) при чистому відриві (1) та чистому зсуві (2):

$$\begin{aligned} \cos \frac{\theta_1}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta_1}{2} \sin \frac{3}{2} \theta_1 \right) x'^2 + \cos \frac{\theta_1}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta_1}{2} \sin \frac{3}{2} \theta_1 \right) y'^2 + \\ + 2 \sin \frac{\theta_1}{2} \cos \frac{\theta_1}{2} \cos \frac{3}{2} \theta_1 x' y' = 0; \end{aligned} \quad (1)$$

$$z' = \operatorname{tg} \frac{\theta_2}{2} x'; \quad (2)$$

де θ_1, θ_2 – параметри робочої поверхні, залежні від фізичних характеристик ґрунтів, *рад*;
 x', y', z' – поточні координати робочої поверхні, *м*.

При переході від поступального руху робочого органу до обертового, з врахуванням фізичних властивостей ґрунтів, після сумісного розв'язання рівнянь (1) та (2), отримано залежність форми передньої робочої поверхні ротаційно-лопатевого ґрунтообробного робочого органу від глибини обробки ґрунту, яка описує поверхню гіперболічного параболоїду (рис.1):

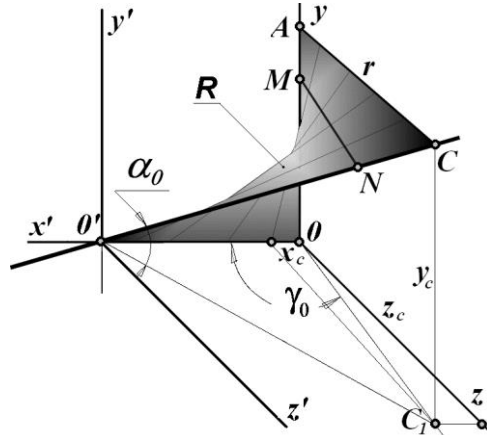


Рис. 1. Геометрична форма робочої поверхні (гіперболічний параболоїд):

α_0 – кут встановлення передньої різальної кромки до дна борозни;

γ_0 – кут закручування робочої поверхні ножа-лопати відносно площини обертання ротора.

$$x = \frac{H_{\max} \cdot z}{\operatorname{tg} \gamma_0 \cdot y}; \quad (3)$$

де H_{max} – максимальна глибина обробітку ґрунту робочим органом ($H_{max}=0,12\dots0,20$ м);
 γ_0 – кут закручування робочої поверхні ґрунтообробного органу, відносно площини обертання ротора, град;

x, y, z – координати робочої поверхні, м.

Знайдено залежність куга γ_0 закручування робочої поверхні ножа-лопати пропонуваного ґрунтообробного органу від глибини обробітку:

$$\gamma_0 = \gamma_{max} - H_{max} \frac{d\gamma_0}{dH}; \quad (4)$$

де γ_{max} – максимальний кут закручування робочої поверхні, для конкретного типу ґрунту ($\gamma_{max}=27\dots28^\circ$);

$d\gamma_0/dH$ – показник, що враховує механічні характеристики ґрунтового середовища ($d\gamma_0/dH=16\dots19$ град/м),

та визначено кількість ($n=6$) ножів-лопатей на одному роторі (рис. 2), як:

$$n \leq \frac{2\pi r_r}{s + (c \cos \gamma_0)}; \quad (5)$$

де r_r – радіус ротора, разом з встановленими на ньому ножами-лопатями, м;

s – проекція відстані k між найближчими точками суміжних ножів на площину паралельну площинні обертання ротора, м;

c – довжина ножа-лопат, м.

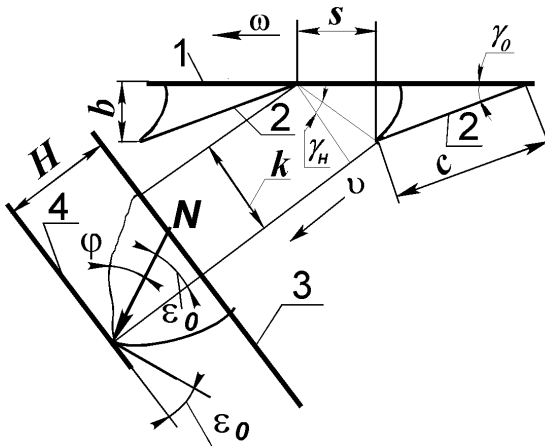


Рис. 2. Схема до визначення кількості ножів-лопатей на диску та відстані між сусідніми ножами ротора:

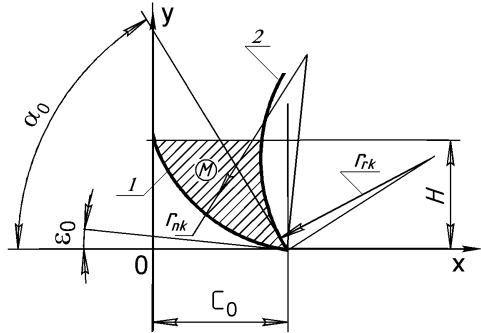
1 – горизонтальна проекція площини обертання ротора; 2 – горизонтальні проекції верхньої кромки ножів-лопатей; 3 – поверхня поля; 4 – дно борозни;

b – проекція ширини захвату робочого органу на площину перпендикулярну площині обертання ротора; k – відстань між найближчими точками суміжних ножів-лопатей; γ_n – кут закручування робочої поверхні, відносно площини обертання ротора, на номінальній глибині обробітку; ϕ – кут тертя ґрунту по поверхні робочого органу, ϵ_0 – кут встановлення нижньої кромки до дна борозни; ω – напрям обертання ротора; v – напрям лінійного переміщення ротора.

Встановлено базові геометричні параметри робочої поверхні ножа-лопати (рис.3).

Рис. 3. Теоретичний профіль робочої частини M ножа-лопати:

1 – нижня кромка; 2 – верхня різальна кромка;
 r_{rk} – радіус верхньої різальної кромки;
 r_{nk} – радіус нижньої кромки; c_0 – проекція довжини ножа-лопати; H – номінальна глибина обробітку.



На підставі проведених аналітичних досліджень визначено геометричні параметри ротаційно-лопатевого робочого органу (рис. 4, а) та виготовлено експериментальний зразок (рис. 4, б) запропонованого робочого органу, адаптований до ґрунтових умов Полісся України.

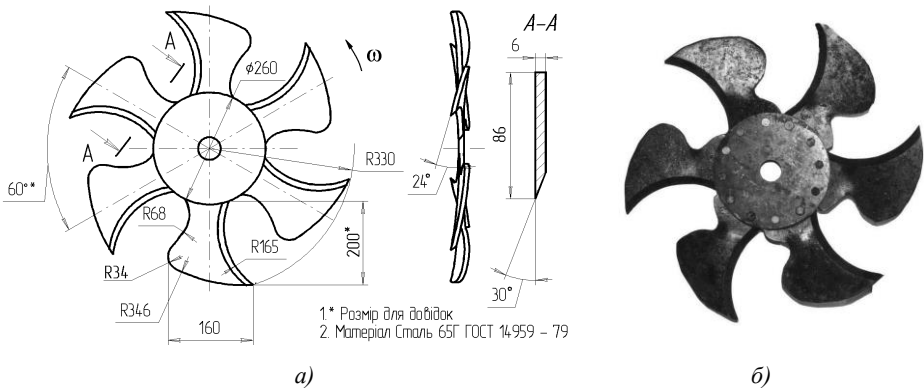


Рис. 4. Ротаційно-лопатевий робочий орган:

- а) аналітично визначені геометричні параметри робочого органу,
 ω – напрям обертання ротора;
 б) експериментальний зразок.

Для дослідження показників процесу роботи, на підставі кінематичних рівнянь руху характерних точок робочих органів (рис. 5), створено аналітичну модель руху батареї робочих органів, яка описується комплексом відповідних однотипних систем рівнянь у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} x_i &= v_n t + a \cos \beta \cos(\omega t - \alpha) + b \sin \beta + n l \sin \beta; \\ y_i &= b \cos \beta - a \sin \beta \cos(\omega t - \alpha) + n l \cos \beta; \\ z_i &= -a \sin(\omega t - \alpha); \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де x_i , y_i , z_i – координати досліджуваних характерних точок A , B , C , D , E , F , A' , B' моделі робочого органу, m ;

v_n – швидкість поступального руху ротора, m/c ;
 β – кут атаки ротора (кут між віссю Oy і проекцією осі обертання ротора на площину xOy),
 град;
 αt – кут повороту ротора, відрахований від осі Ox за годинниковою стрілкою, град;
 l – відстань між роторами в батареї, m ;
 a, b , – параметри, що визначають лінійні координати розташування характерних точок
 ножа-лопати робочого органу, m ;
 α – параметр, що визначає кутові координати розташування характерних точок, град;
 n – порядок роторів ($n=0,1,2\dots$).

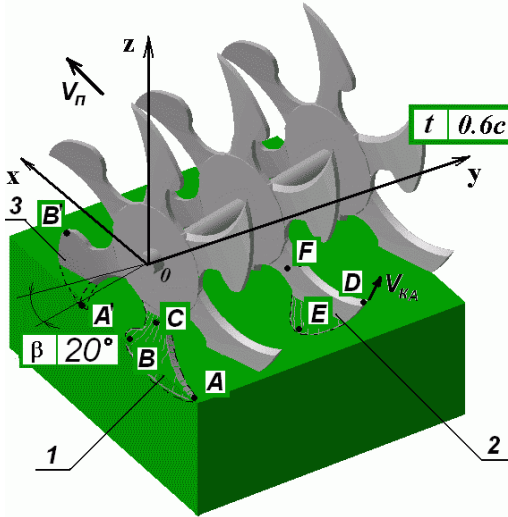


Рис. 5. Графічне представлення моделі батареї робочих органів:

A, B, C, D, E, F, A', B' – характерні точки ножів-лопатей робочих органів;

V_n – напрямок переміщення МТА.

В результаті дослідження аналітичної моделі встановлено, що в межах кута атаки $\beta=20\dots23^\circ$, та відстані між роторами в батареї $l=0,20\dots0,22$ м забезпечується дотримання агротехнологічних вимог, стосовно висоти гребенів дна борозни ($h_g < H/2$, рис.6).

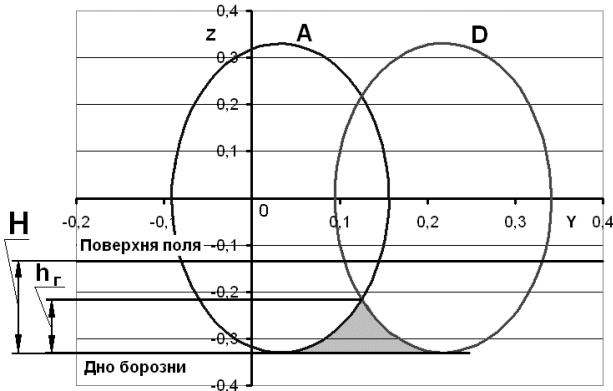


Рис. 6. Графоаналітичне визначення висоти гребенів дна борозни для $\beta=20^\circ, l=0,2m$:
 A – траєкторія руху точки A в площині yOz ; D – траєкторія руху точки D в площині yOz .

Встановлено також, що дотримання мінімально-граничного ($\Delta y=0$) значення величини перекриття зон обробітки сусідніх роторів батареї можливе за умови $\beta \geq 20^\circ$ (рис. 7).

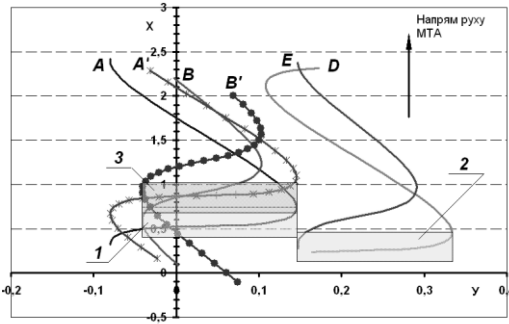


Рис. 7. Графоаналітичне визначення повноти обробітки для $\beta=20^\circ$, $l=0,2\text{м}$

A – траєкторія руху (\cdot) A в площинні xOy ; A' – траєкторія руху (\cdot) A' ; B – траєкторія руху (\cdot) B ; B' – траєкторія руху (\cdot) B' ; D – траєкторія руху (\cdot) D ; E – траєкторія руху (\cdot) E ;

1 – зона обробітки першого ножа-лопаті ротора 1 (рис.5); 2 – зона обробітки першого ножа-лопаті ротора 2; 3 – зона обробітки другого ножа-лопаті ротора 1

На підставі дослідження аналітичної моделі (6) отримані рівняння руху характерних точок скиби ґрунту після сходження з ножа-лопаті:

$$\begin{cases} x_k = t(v_n + c \cos \beta) + d \cos \beta + e \sin \beta; \\ z_k = -\frac{gt^2}{2} + ft + j; \end{cases} \quad (7)$$

де x_k , z_k – координати руху характерних точок скиби (рис. 8) A , B , C в вертикальній площині, m ;

d , e , j – параметри, що визначають початкове переміщення характерних точок скиби, m ;
 c , f , – параметри, що визначають початкову швидкість характерних точок скиби, m/c .

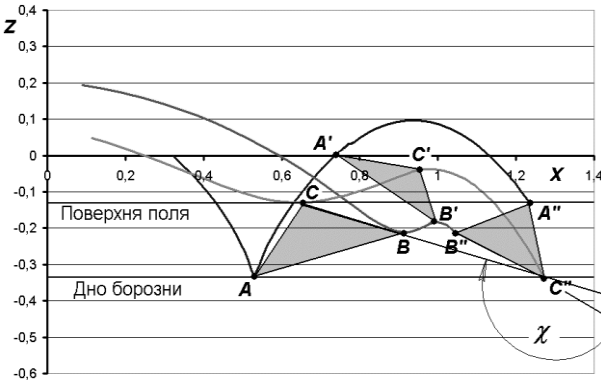


Рис. 8. Графоаналітичне дослідження руху скиби ґрунту в процесі обробітки:

A , B , C – розташування характерних точок оброблюваної скиби в момент відриву від дна борозни,

A' , B' , C' – розташування характерних точок скиби в момент відриву від робочої поверхні ножа-лопаті;

A'' , B'' , C'' – розташування характерних точок після обертання скиби.

За результатами графічного аналізу (рис. 8) аналітичної моделі (7) руху характерних точок скиби ґрунту після сходження з ножа лопаті встановлено, що при значеннях швидкості переміщення МТА $v_n > 5\text{км/год}$ досягається повний оберт скиби на кут $\chi \geq 180^\circ$.

В третьому розділі “Програма та методика експериментальних досліджень” наведені програмні питання, описані експериментальні установки, вимірювальні прилади, обладнання та методики обробки експериментальних досліджень.

Перевірка та уточнення конструкційних параметрів (кут закручування γ_0 та довжина s робочої поверхні ножа-лопати) та кута установки β робочих органів проводились за методикою модельного дослідження процесу роботи ротатійних ґрунтообробних органів на фізичній моделі ґрунту в імітаторі ґрунтового каналу (рис. 9).

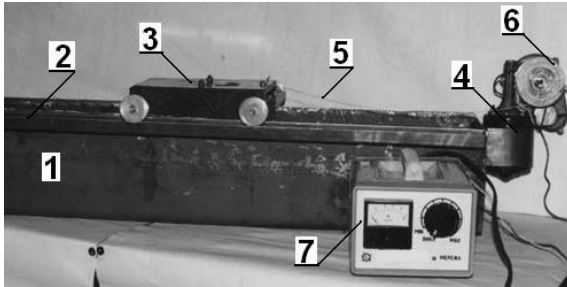


Рис. 9. Загальний вигляд моделі-імітатора ґрунтового каналу:

1 – жолоб; 2 – напрямні; 3- візок; 4 – електродвигун з редуктором; 5 – тяга; 6 – блок; 7 – пульт керування (блок живлення).

Матеріал для виготовлення моделі ґрунтового профілю обирався, виходячи з теоретичних досліджень Шведова та Кушнар'єва. При цьому, було змодельовано властивості ґрунтового середовища в період макропереміщення структури в умовах пружно-в'язко-пластичного руйнування, яке визначається релаксаційною ділянкою (зона макропереміщень) з напруженнями релаксації τ_p . Для експериментів було обрано суміш парафіну з олією (в пропорції 1,5:1, відповідно) з $t=35\dots40^\circ$, та величиною межі напруження релаксації $\tau_p=0,09\dots0,10$ МПа, визначеною за Ребіндером (рис.1 0).

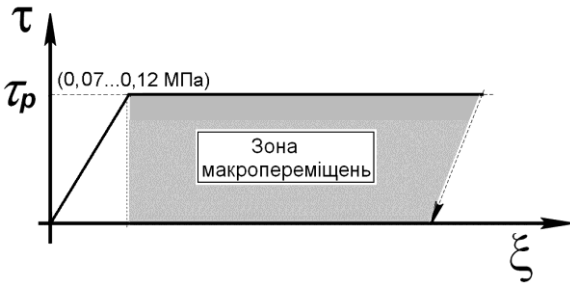


Рис. 10. Модельна діаграма деформування реологічного середовища (ґрунту).

Швидкість руху робочих органів обиралася на підставі загальної теорії подібності з використанням критерію Рейнольдса та становила 0,3-0,5 м/с (відповідає робочим швидкостям МТА 5-10 км/год). Результати дослідів опрацьовувались методом числового аналізу візуальної інформації за допомогою спеціально розробленої комп'ютерної програми. Після сканування фотознімків модельної поверхні поля (рис. 11) візуальна інформація перетворювалася в числовий масив за ознаками інтенсивності і кольору з роздільною здатністю 72 пікселі/см. Описаний числовий масив після відповідної статистичної обробки та узагальнення інформації про стан поверхні моделі-імітатора дозволяв визначити показник повноти заробки, як відношення площі поверхні з повною заробкою верхнього шару до всієї площі обробленої поверхні.

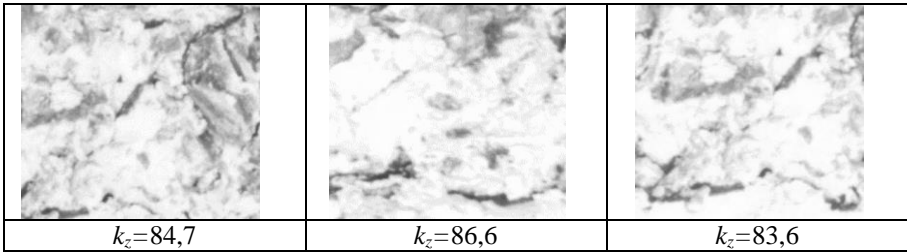


Рис. 11. Графічне представлення модельної поверхні ґрунту.

Показники якості обробітку ґрунту (агрофон – оранка на зяб) визначались за трьома варіантами: базовий (обробіток виконувався стандартними дисками, відповідними до ОСТ 23.2.147–85, встановленими на дискову борону БДН-1,8), пропонуваній за схемою 1 (ротаційно-лопатеві робочі органи встановлені в першому поясі обробітку знаряддя на базі БДН-1,8), пропонуваній за схемою 2 (ротаційно-лопатеві робочі органи встановлені в другому поясі обробітку знаряддя на базі БДН-1,8).

Дослідження показників якості обробітку ґрунту визначенні у відповідності до (ГОСТ 20915–75) «Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний» та (ОСТ 70.4.2.–80) «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы». Попередня оцінка ефективності заробки рослинних решток виконувалась методом числового аналізу візуальної інформації за допомогою спеціально розробленої комп'ютерної програми.

Визначення тягового опору пропонованого ротаційно-лопатевого робочого органу проводилось методом тензометрії в ґрунтовому каналі, шляхом випробування секції батарей. При цьому, фіксувалася горизонтальна складова (P_x , H) сил опору в залежності від кута атаки (β , град) та глибини обробітку ґрунту (h , m). Величина тягового опору визначалась за допомогою тензостанції, при цьому сигнал з електричних динамографів за двома каналами надходив на підсилювач, а потім фіксувався шлейфовим осцилографом на фотоплівці.

Показник розподілення рослинних решток за глибиною обробітку k_r визначався за формулою:

$$k_r = \frac{M_{5...20}}{M_n}; \quad (8)$$

де M_n – маса рослинних решток, штучно розсіяних, на поверхні поля до проходу ґрунтообробного знаряддя, кг;

$M_{5...20}$ – маса рослинних решток в прошарку ґрунту 5...20 см після проходу знаряддя, кг.

Розподіл рослинних решток в прошарках ґрунту 0...5 см, 5...10 см, 10...15 см та 15...20 см, визначався відмиванням моноліту ґрунту площею 0,1 м², відповідної товщини, через решета з діаметром отворів 3,1 мм та 0,25 мм. Відбір монолітів проводився за методом Станкова.

В **четвертому розділі** “Результати експериментальних досліджень ротаційно-лопатевих робочих органів та їх аналіз” наведено результати лабораторно-польових досліджень, виконано їх математичну обробку та аналіз.

Повний регресивний аналіз результатів експериментів з оптимізації конструкційних параметрів ножів-лопатеї (довжини c (мм) та кута закручування γ_0 (град) робочої поверхні), дозволив визначити коефіцієнти регресії відповідного рівняння:

$$k_z = -89,278 + 2,027 \cdot c + 9,984 \cdot \gamma_0 - 2,2 \times 10^{-2} \cdot c^2 - 7 \times 10^{-3} \cdot c \cdot \gamma_0 + 1,86 \times 10^{-1} \cdot \gamma_0^2, \quad (9)$$

та графічно окреслити поверхню відгуку (рис. 12).

Дослідження рівняння (9) на екстремум дозволило (з рівнем детермінації 98,7%) остаточно встановити довжину робочої поверхні c , яка з урахуванням масштабного коефіцієнту $\mu=5$, становить 175 мм та кут закручування передньої робочої поверхні $\gamma_0=24^\circ$. За умови дотримання цих параметрів забезпечується максимальний показник заробки k_z на рівні 85%.

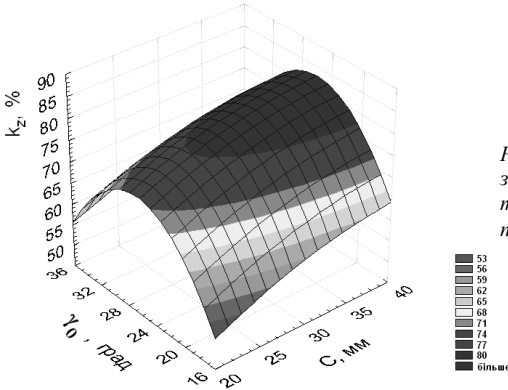


Рис. 12. Поверхня відгуку показника заробки k_z в залежності від ширини c та кута закручування γ_0 робочої поверхні ножа-лопати.

Повний регресивний аналіз результатів комп'ютерного моделювання впливу кута атаки β (град) батареї робочих органів та відстані l між робочими органами в батареї на висоту гребенів h_z (м) дна борозни, відповідно до плану двофакторного експерименту 2^2 , дозволив визначити (з рівнем детермінації $R^2=0,985$) коефіцієнти регресії відповідного рівняння:

$$h_z = -0,141 - 2,7 \times 10^{-2} \cdot \beta + 5,731 \cdot l + 2 \times 10^{-3} \cdot \beta^2 - 3,5 \times 10^{-2} \cdot \beta \cdot l + 9,434 \cdot l^2, \quad (10)$$

та окреслити поверхню відгуку (рис. 13).

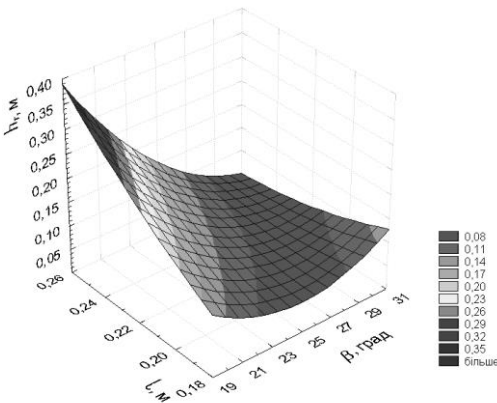


Рис. 13. Поверхня відгуку висоти гребенів дна борозни h_z в залежності від кута атаки β та відстані l між робочими органами.

Дослідження рівняння (10) на екстремум дозволяє побудувати номограму для визначення кута атаки β (град) та відстані l (м) між робочими органами в залежності від висоти гребенів дна борозни (рис.14).

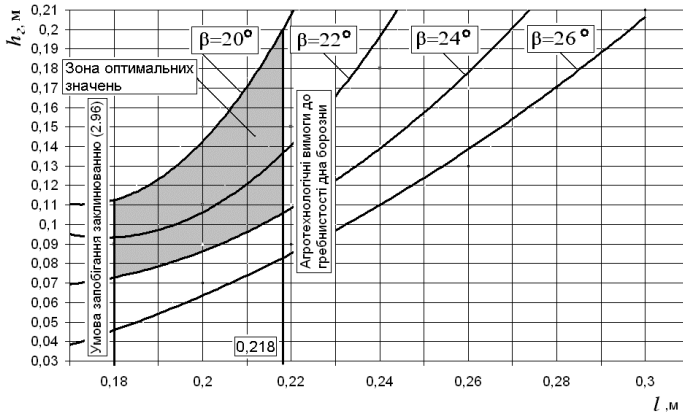


Рис. 14. Номограма для визначення кута атаки β та відстані l між робочими органами в залежності від висоти гребенів дна борозни h_r .

З номограми (рис. 14), з урахуванням умови сколювання ґрунту та динаміки зміни показника заробки, остаточно встановлено такі параметри установки робочих органів: кут атаки батареї робочих органів $\beta=20\dots24^\circ$ ($\beta_{opt}=20^\circ$); відстань між робочими органами в батареї $l=0,18\dots0,218$ м. ($l_{opt}=0,2$ м).

Дослідження динаміки скиби в характерних точках з використанням комп'ютерного моделювання за різних швидкостей переміщення машинно-тракторного агрегату, при сталому куті атаки $\beta_{opt}=20^\circ$, дозволило встановити (з рівнем детермінації $R^2 = 0,969$) залежність кута обертання скиби χ (град) від лінійної швидкості руху робочого органу (рис.15) та описати цю залежність поліномом (11), за умови обмеження швидкості переміщення $v_n \geq 2$ км/год:

$$\chi = -2,542 \cdot v_n^2 + 35,805 \cdot v_n + 57,143. \quad (11)$$

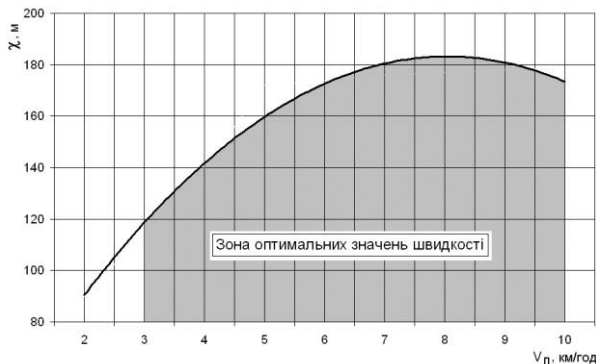


Рис. 15. Графік залежності кута χ обертання скиби від лінійної швидкості v_n переміщення ротаційного робочого органу.

З рис. 15 походить, що зона оптимальних значень швидкості руху машинно-тракторного агрегату лежить в межах $v_n=3...10$ км/год, які визначають величину $\chi \geq 120^\circ$, що забезпечує заорювання поверхневого шару. Збільшення швидкості $v_n \geq 10$ км/год призводить до інтенсивного розпушення агрономічно цінної структури ґрунту.

За результатами експериментальних досліджень тяговий опір пропонованого ротаційно-лопатевого робочого органу менший в середньому на 21,6...33,1% від тягового опору стандартного робочого органу і залежить від кута установки робочих органів $\beta=18...24^\circ$ (рис.16) та глибини обробітку ґрунту $h=0,12...0,2$ м. При цьому, рівень довірчої ймовірності результатів експерименту, оцінений за критерієм Стьюдента, становить 97%.

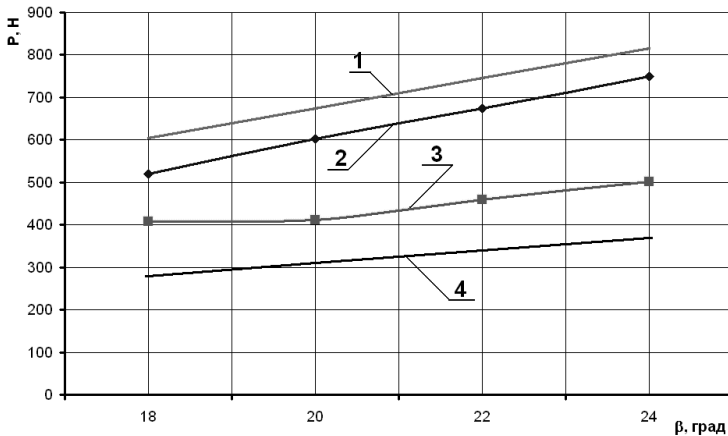


Рис. 16 Графік порівняльних залежностей тягового опору стандартного та пропонованого ротаційних робочих органів від кута атаки β при глибині обробітку $h=0,2$ м (питомий опір ґрунту $k=25$ кПа):

1 – теоретично визначений тяговий опір стандартного робочого органу;
2 – експериментально визначений тяговий опір стандартного робочого органу;
3 – експериментально визначений тяговий опір пропонованого робочого органу;
4 – теоретично визначений тяговий опір пропонованого робочого органу.

Регресивний аналіз результатів залежності тягового опору від кута атаки β (град) та глибини обробітку h (м) дозволив визначити коефіцієнти відповідного рівняння:

$$P = 616,518 + 4,538 \cdot \beta - 84,197 \cdot h + 0,694 \cdot \beta^2 - 0,856 \cdot \beta \cdot h + 3,669 \cdot h^2, \quad (12)$$

та графічно окреслити поверхню відгуку (рис.17).

На підставі проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, про те, що за рахунок зменшення площі контакту з ґрунтом та за рахунок коноїдної форми робочої поверхні пропонована конструкція ротаційно-лопатевого робочого органу дозволяє

знизити величину тягового опору на 15,7% при оптимальному значенні кута атаки $\beta=20^\circ$ та номінальній глибині обробітку $h=0,12$ м.

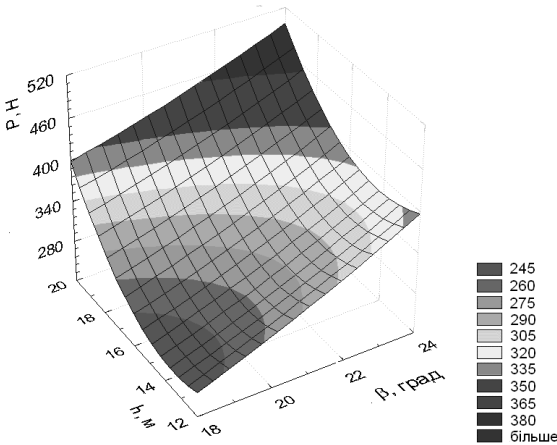


Рис.17. Поверхня відгуку тягового опору P пропонованого ротаційно-лопатевого робочого органу від глибини обробітку h та кута атаки β .

За результатами дослідження структурно-агрегатного складу ґрунту встановлено, що кількість агрегатів ґрунту ($d < 0,25$ мм та $d > 10$ мм), які не відповідають агро вимогам з точки зору ерозійної стійкості, у пропонованих варіантах №1 та №2 зменшилась на 28,1% і 24,6% до фону. Показник заробки в порівнянні з базовим варіантом збільшився в 1,14 разів для першої схеми пропонованого варіанту та в 1,04 разів для схеми 2 пропонованого варіанту.

Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...20 см, при обробітку ґрунтообробним знаряддям з пропонованими робочими органами, в порівнянні з базовим варіантом була вищою на 5,9% та 3,4%, відповідно для пропонованих варіантів 1 та 2 і відповідала агротехнічним вимогам. Щільність обробленого ґрунту знаряддям з пропонованими робочими органами за варіантами 1 та 2 відповідала агро вимогам і становила відповідно $1,20$ г/см³ та $1,23$ г/см³, що на 6,2% та 3,4% менше ніж для базового варіанту і на 36,8% та 35,3% менше у порівнянні з агрофоном. Встановлено, що при обробітку за пропонованими схемами 1 та 2 величина опору змінання ґрунту мінімальна і становить $49,8$ кН/м² та $51,7$ кН/м², що менше на 15,7% і 5,6% у порівнянні з базовим обробітком та на 43,0% і 36,2% менше у порівнянні з фоном. Коефіцієнт об'ємного змінання пропонованого варіанту на 51,4% менший у порівнянні з фоном та відповідає стандартним значенням, яке варіює в межах $1...2$ Н/см³ (для зораного поля).

Аналіз отриманих за результатами виробничої перевірки, показників якості обробітку ґрунту дозволяє зробити висновок про позитивний вплив на структурний та агротехнологічний стан ґрунту ротаційно-лопатевого ґрунтообробного робочого органу, в порівнянні з стандартними ротаційними робочими органами дискової борони, виготовленими, відповідно до ОСТ 23.2.147–85, при встановленні пропонованих робочих органів за схемою 1 (заднє розташування).

За даними експериментальних досліджень визначений показник розподілення k_r рослинних решток за глибиною для пропонованого варіанту 1, який, в залежності від кута атаки β , можна описати поліномом 3-го степеню (з коефіцієнтом детермінації $R^2=0,99$):

$$k_r = -2,333\beta^3 + 15\beta^2 - 22,667\beta + 72 \quad (13)$$

Зменшення кута атаки $\beta < 20^\circ$ призводить до появи необроблених ділянок поля, а при збільшенні кута атаки відбувається зниження ефективності розподілення рослинних решток, через погіршення обертаючої здатності ротаційно-лопатевого робочого органу.

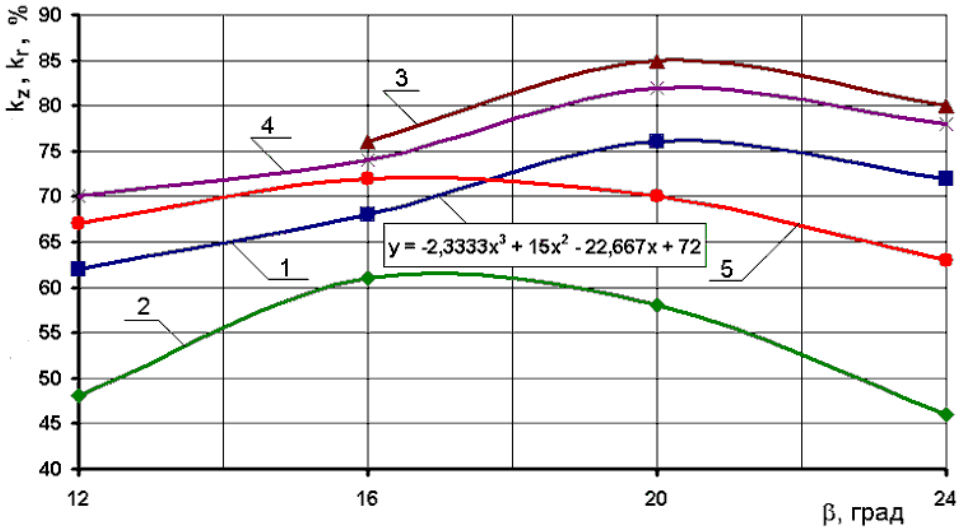


Рис.18. Графік порівняльних залежностей показників заробки та розподілення в залежності від кута атаки:

1 – показник розподілення, визначений за допомогою польового експерименту для запропонованого варіанту; 2 – показник розподілення, визначений за допомогою польового експерименту для базового варіанту; 3 – показник заробки, визначений за допомогою модельного експерименту для ротаційно-лопатевого робочого органу; 4 – показник заробки, визначений за допомогою польового експерименту для запропонованого варіанту; 5 – показник заробки, визначений за допомогою польового експерименту для базового варіанту.

Таким чином, максимальний показник розподілення для запропонованого варіанту досягається за кута атаки $\beta=20^\circ$, і становить 76%, що на 15% більше ніж для базового варіанту ($\beta=16^\circ$). Значення показника заробки, отримані за допомогою польового експерименту, відповідають значенням отриманим за модельним експериментом та відрізняються менше ніж на 5% (з коефіцієнтом кореляції $R=0,995$).

У п'ятому розділі “Техніко-економічна ефективність застосування ґрунтообробних знарядь оснащених ротаційно-лопатевиими робочими органами” наведені результати виробничих випробувань ротаційної борони БДН-1,8, що оснащена ротаційно-лопатевиими робочими органами (рис. 19), та виконано техніко-економічний розрахунок.



Рис. 19. Загальний вигляд агрегату в складі ПМЗ-6АЛ та ротаційної борони БДН-1,8-РЛ-1, що оснащена ротаційно-лопатевими робочими органами.

За результатами проведених техніко-економічних розрахунків встановлено, що річний економічний ефект, отриманий за рахунок застосування агрегату в складі ПМЗ-6АЛ та ротаційної борони БДН-1,8, що оснащена ротаційно-лопатевими робочими органами (рис. 18), становить 1774 грн. на машину.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Результати аналізу наукових досліджень та практичного досвіду свідчать, що застосування ротаційних ґрунтообробних знарядь в системі основного та передпосівного обробітків ґрунту в умовах зони Полісся України зменшує кількість технологічних операцій при підготовці ґрунту до посіву, забезпечує зниження енергетичних (до 40%) та трудових (до 25%) витрат.

2. Встановлено, що застосування ґрунтообробного знаряддя оснащеного ротаційно-лопатевими робочими органами дозволяє зменшити кількість ерозійно-небезпечних агрегатів ґрунту на 28,1% в порівнянні з агрофоном та на 7,0% відносно базового варіанту порівняння (дискова борона БДН-1,8 оснащена стандартними сферичними вирізними дисками); коефіцієнт структурності в порівнянні з базовим варіантом збільшився на 12,9%; абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...20 см в порівнянні з базовим варіантом була вищою на 5,6%; щільність обробленого ґрунту знаряддям з пропонованими робочими органами відповідає агровімогам і становить $1,20 \text{ г/см}^3$, що на 6,2% менше ніж для базового варіанту і на 37,0% менше у порівнянні з агрофоном; величина опору змінання ґрунту (твердість) становить $49,8 \text{ кН/м}^2$, що менше на 15,7% у порівнянні з базовим обробітком та на 43,0% менше у порівнянні з фоном.

3. Показник заробки добрив та рослинних решток, в порівнянні з базовим варіантом, збільшився в 1,14 разів і становить 82%. Показник розподілення рослинних решток становить 76%, що на 15% більше ніж для базового варіанту. Максимальна гребнистість мікрорельєфу профілю обробленої поверхні поля за обробітку знаряддям, що оснащене пропонованими ґрунтообробними робочими органами, не перевищує 5,6 см.

4. Основні конструкційні параметри робочої поверхні ножа-лопаті робочого органу становлять: геометрична форма – прямий коноід (гіперболічний параболоїд); висота (відповідає максимальній глибині обробітку і вимірюється за хордою передньої різальної кромки) $h=0,2$ м; довжина полиці ножа лопаті $c=0,175$ м; кут закручування твірної $\gamma_0=24^\circ$; радіус передньої різальної кромки $r_{rk}=0,165$ м; радіус нижньої кромки $r_{nk}=0,346$ м; форма задньої кромки описана частиною еліпсу з радіусами кривизни $a_e=0,1$ м та $b_e=0,06$ м. Кількість ножів-лопатей ротора $n=6$.

5. Діапазон варіювання оптимальних значень кута атаки батареї пропонованих ротаційних робочих органів визначено в межах $\beta=20^\circ\dots24^\circ$ (при цьому для дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів $\beta_{opt}=20^\circ$); відстань між робочими органами в батареї $l=0,18\dots0,218$ м. Зона оптимальних значень швидкості руху машинно-тракторного агрегату варіює $v_n=3\dots10$ км/год

6. Пропонована методика імітаційного моделювання динаміки взаємодії робочих органів з реологічними моделями ґрунту та відповідне експериментальне обладнання можуть бути використаними для дослідження широкого спектру ґрунтообробних ротаційних робочих органів.

7. Розроблена методика моделювання процесу роботи ротаційно-лопатевого робочого органу, що реалізована у вигляді пакету прикладних машинних програм для комплексного аналізу робочого процесу батареї ротаційно-лопатевого ґрунтообробного органу, дозволяє дослідити вплив конструкційно-технологічних параметрів та параметрів установки широкого спектру ротаційних робочих органів на основні агротехнологічні показники обробітку ґрунту (висоту гребенів дна борозни, суцільність обробітку, оборот оброблюваної скиби ґрунту).

8. Встановлено, що тяговий опір ротаційно-лопатевого робочого органу (при оптимальному значенні кута атаки $\beta=20^\circ$ та номінальній глибині обробітку $h=0,12$ м) становить $P=301,4$ Н, що на 15,7% менше в порівнянні з стандартним вирізним диском.

9. Розрахунковий річний економічний ефект від застосування машинно-тракторного агрегату в складі ПМЗ-6АЛ+БДН-1,8РЛ-1 (в порівнянні з агрегатом у складі трактора ПМЗ-6АЛ та борони БДН-1,8, що оснащена стандартними вирізними дисками) становить $E=1774$ грн/агрегат.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Кухарець С.М. Результати випробувань ротаційних робочих органів з гіперболічними ножами-лопатами // Міжвідом. темат. наук. зб. Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2003. – Вип. 87. – С. 82-88.

2. Кухарець С.М., Шелудченко Б.А., Забродський П.М. Кінематична модель ротаційного ґрунтообробного знаряддя // Вісник Державного агроєкологічного університету. – Житомир, 2002. – № 1. – С. 133-137. (Особистий внесок – змодельовано процес роботи батареї ротаційно-лопатевого робочого органу).

3. Кухарець С.М., Шелудченко Б.А., Шубенко В.О., Забродський П.М., Климчук А.М., Федюшин Б.М., Котков В.І. Модельні дослідження макетів ротаційних робочих органів ґрунтообробних знарядь // “Механізація сільськогосподарського виробництва”: Зб. наук. пр. Нац. аграр. ун-ту. – К., 2000. – № 8. – С. 199-202. (Особистий внесок – розроблено методику модельного дослідження впливу параметрів ротаційно-лопатевого робочого органу на якість обертання оброблюваної скиби ґрунту, аналіз експериментальних результатів).

4. Шелудченко Б.А., Загороній Ю.В., Ксюковський В.Л., Шубенко В.О., Кухарець С.М., Можаровський А.М. Надійність роботи ґрунтообробного знаряддя з “кільцевими” ротаційними робочими органами за наявності у них технологічних тріщин // Вісник

Державної агроекологічної академії України. – Житомир, 1999. – № 1-2. – С. 124-129. (Особистий внесок – участь у розробці програми графічного сканування).

5. Шубенко В.О., Шелудченко Б.А., Кухарець С.М. Аналіз результатів показників якості обробітку ґрунту порівняльних випробувань “кільцевих” робочих органів. // Вісник Державної агроекологічної академії України. – Житомир, 2000. – № 1. – С. 281-284. (Особистий внесок – підготовка та проведення дослідів, аналіз результатів).

6. Патент України 35997А, МКВ⁶ А01В21/04. Ґрунтообробний ротаційний робочий орган / Б.А.Шелудченко, А.С.Малиновський, С.М.Кухарець, П.М.Забродський, М.П.Фомін, В.О.Шубенко, О.В.Сітовський, А.М.Можаровський (Україна). – №9908458; заявлено 10.08.1999; опубл.16.04.2001, Бюл. № 3. – 2 с.

7. Патент України 56502А, МКВ⁶ А01В19/02. Ґрунтообробне ротаційне знаряддя / Б.А.Шелудченко, А.С.Малиновський, А.Є.Зоря, М.П.Дідківський, С.М.Кухарець, І.А.Шелудченко, В.О.Шубенко, Н.Б.Шелудченко, Н.О.Пінчук (Україна). – №2002065309; заявлено 27.06.2002; опубл.15.05.2003, Бюл. № 5. – 3 с.

8. Патент України 56503А, МКВ⁶ А01В21/04. Ґрунтообробний робочий орган ротаційно-лопатевого типу / С.М.Кухарець, Б.А.Шелудченко, А.С.Малиновський, С.Ф.Кучеров, М.П.Фомін, В.В.Кухарець, В.І.Котков, А.М.Климчук, В.О.Шубенко (Україна). – №2002065310; заявлено 27.06.2002; опубл.15.05.2003, Бюл. № 5. – 3 с.

АНОТАЦІЯ

Кухарець С.М. Обґрунтування процесу роботи та параметрів ротаційно-лопатевого робочого органу ґрунтообробного знаряддя. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Української аграрної академії наук, 2003р.

Дисертацію присвячено питанню підвищення якості обробітку кореневмісного шару ґрунту та оптимізації його агротехнологічних властивостей шляхом застосування ґрунтообробних знарядь, оснащених ротаційно-лопатевиими робочими органами. Робота містить теоретичні та експериментальні дослідження процесу роботи ротаційно-лопатевого робочого органу, обґрунтування його раціональних конструкційно-технологічних параметрів для застосування в ґрунтово-кліматичних умовах зони Полісся України. Використання ротаційно-лопатевиих робочих органів забезпечує: заробку рослинних решток та добрив у кореневмісний шар ґрунту, підвищення якості обробітку дерново-підзолистих ґрунтів, збереження їх структури, зменшення тягового опору знаряддя.

Виконана порівняльна перевірка в польових умовах знарядь оснащених пропонованими ротаційно-лопатевиими робочими органами та стандартними сферично-вирізними ротаційними робочими органами, розрахована економічна ефективність використання знаряддя оснащеного пропонованими робочими органами. Результати роботи впроваджені у виробництво.

Ключові слова: заробка, гіперболічний параболоїд, напружено-деформований стан, параметри, ротаційний обробіток, ротаційно-лопатевиий робочий орган.

АННОТАЦИЯ

Кухарец С.М. Обоснование процесса работы и параметров ротационно-лопастного рабочего органа почвообрабатывающего орудия. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 - Машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» Украинской аграрной академии наук, 2003г.

Диссертация посвящена вопросу повышения качества обработки корнесодержащего пласта почвы и оптимизации его агротехнологических свойств путем применения почвообрабатывающих орудий оснащенных ротационно-лопастными рабочими органами. Работа содержит теоретические и экспериментальные исследования процесса работы ротационно-лопастного рабочего органа, обоснование его рациональных конструкционно-технологических параметров для применения в почвенно-климатических условиях зоны Полесья Украины.

Результаты выполненного анализа существующих конструкций ротационных рабочих органов указывают на перспективность использования таких рабочих органов в почвенно-климатических условиях Полесья Украины. Однако, существующие типы конструкций почвообрабатывающих орудий, учитывая особенности их работы, не могут в полной мере обеспечить заделку поверхностного пласта почвы (0...6см) и его рациональное распределение по глубине обработки. Поэтому необходима разработка конструкции ротационного рабочего органа, которая бы обеспечивала достаточное оборачивание обрабатываемого пласта почвы и показатели качества относительно заделки в почву на оптимальную глубину стерни, органических, минеральных удобрений и т.п.

Установлены закономерности, которые характеризуют взаимодействие ротационно-лопастного рабочего органа с почвой. Аналитически обоснованы профиль рабочей поверхности ножа-лопасти, предлагаемого почвообрабатывающего органа, и оптимальное количество ножей-лопастей на одном роторе. Разработаны числовые модели для исследования показателей процесса работы ротационно-лопастного рабочего органа и динамики оборачивания пласта почвы. Предложены методики: модельного исследования процесса работы ротационных почвообрабатывающих органов с использованием физической модели почвы; оценки качества распределения растительных остатков и удобрений по глубине. Экспериментально определены агротехнические и энергетические показатели выполнения технологического процесса обработки почвы орудиями, оснащенными ротационно-лопастными рабочими органами. Разработаны эмпирические модели влияния конструкционных и технологических параметров ротационно-лопастного рабочего органа на агротехнологические показатели обработки почвы.

Обоснованы рациональные конструкционно-технологические параметры и разработана конструкция ротационно-лопастных рабочих органов для применения в зоне Полесья Украины, которые обеспечивают: заделку растительных остатков и удобрений в корнесодержащий пласт грунта, повышение качества возделывания дерново-подзолистых почв по основным агротехнологическим требованиям, сохранение структуры почвы, уменьшение тягового сопротивления. Разработана техническая документация на ротационно-лопастной рабочий орган, которая передана предприятию-изготовителю. Экспериментальные образцы орудия, оснащенного разработанными рабочими органами, прошли научно-производственную проверку.

Установлено, что основные показатели качества обработки почвы в 1,2...1,5 раза выше при использовании орудий, оснащенных предлагаемыми рабочими органами, чем при использовании орудий, оснащенных стандартными рабочими органами.

Ключевые слова: заделка, гиперболический параболоид, напряженно-деформированное состояние, параметры, ротационная обработка, ротационно-лопастный рабочий орган.

THE SAMARY

Kuharets S. M. The Substantiation of the working process and parameters of the rotary-blade working part of the tillage implement. – Manuscript.

Thesis for the degree of technical sciences. Speciality 05.05.11 – Machines and mechanized implements of the agricultural production. National scientific centre “The Institute of Mechanization and electrification of agriculture”, 2003.

The thesis is devoted to the task of improving the quality of tillage of the root-containing layer and optimization of its agrotechnological properties by means of applying tillage implements equipped with rotary-blade working parts. The paper contains theoretical and experimental investigation of the working process of the working process of the rotary-blade working part, substantiation of the rational constructive and technological parameters for wing it under soil and climatic conditions of Polissiya zone.

Application of the rotary-blade working part provides: putting crop residues and fertilizers into the root-containing layer of the soil improving the quality of tilling sod-podzolic soils preservation of the soil structure, reduction of the fraction resistance.

Comparative field control of the implements equipped with proposed rotary-blade working part and standard sphere-cutting rotary working parts has been carried out and economic efficiency of the proposed implement has been calculated.

The results of work have been introduced into production.

Key-words: putting, hyperbolic paraboloid, strained-deformed condition, parameters, rotary tillage, rotary-blade working part.

Підписано до друку 02.03.2004 р. Формат 60×80×1/16
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 примірників. Зам. № 37
Надруковано в редакційно-видавничому відділі
Державного агроecологічного університету
10008, м. Житомир, Старий бульвар, 7