

МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЧЕРВОНОГО ПРАПОРА
ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

На правах рукопису

АЛБА ВІКТОР ДМИТРОВИЧ

УДК 631.314:631.43

**ВИБІР РЕЖИМІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
КОТКУВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КОТКІВ
З УРАХУВАННЯМ ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ**

Спеціальність 05.20.01 —
Механізація сільськогосподарського виробництва

Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Мелітополь — 1993



00340074 (1)

Дисертацією

Робота виконана в Мелітопольському інституті механізації сільського господарства.

Наукові керівники

— член-кореспондент УААН, доктор технічних наук, професор
Кушнар'ов Артур Сергійович;
кандидат технічних наук, доцент
Шевченко Ігор Аркадійович

Офіційні опоненти

— член-кореспондент УААН, доктор технічних наук, професор
Новиков Юрій Федорович;
кандидат технічних наук, доцент
Рожков Павло Миколайович

Провідна організація

— Південна філія науково-дослідного інституту механізації і електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук.

Захист відбудеться ^{7 грудня} 30 листопада, 1993 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 120.90.01 по присвоєнню вченого ступеню кандидата технічних наук при Мелітопольському інституті механізації сільського господарства (332339, м. Мелітополь, пр-т Б. Хмельницького, 18).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотечі МІМСГ

(332339, м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18).

Автореферат розісланий « _____ » жовтня 1993 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

Черкун В. Ю.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Бракуючи світову тенденцію зменшення площ орних земель (щорічно в світі в результаті деградації і вічуження і губиться 7 млн. га орних земель) для задоволення потреб населення в продуктах харчування необхідний раціональний, науково обґрунтований підхід до системи обробки ґрунту.

Найбільш важливим завданням обробки ґрунту є покращення її фізичних властивостей. Щільність ґрунту суттєво впливає на врожайність і є однією з її головних агротехнічних характеристик. Встановлено, що збільшення щільності ґрунту в порівнянні з оптимальною на 0,1...0,3 г/см³ призводить до зниження врожайності на 20...40%.

Незважаючи на велике практичне значення створення оптимальної для розвитку рослин щільності ґрунту, в системі передпосівної і післяпосівної обробки, існуючі способи і засоби їх здійснення не в повній мірі відповідають агротехнічним вимогам.

Процеси коткування, пов'язані з деформуванням ґрунту сільськогосподарськими котками, залишаються маловивченими і вимагають додаткових теоретичних і експериментальних досліджень, а також практичних розробок у взаємозв'язку з конкретними ґрунтово-кліматичними умовами їх застосування.

Все це вимагає глибоких теоретичних і експериментальних досліджень фізико-механічних і реологічних властивостей оброблюваних ґрунтів, створення математичних моделей їх стану, а також об'єктивної оцінки коткуючих робочих органів з створенням окремих методик оптимізації параметрів і режимів роботи цих знарядь.

Мета роботи. Метою запропонованої роботи ставиться вивчення механізму взаємодії різних сільськогосподарських типів котків з ґрунтом і розробка на його основі методики вибору коткуючих робочих органів, їх параметрів, а також режимів роботи.

Методи досліджень. При дослідженні використовувались: головні положення механіки суцільних середовищ; методи математичного планування експериментів, математичної статистики і методи гамоскопічних досліджень; стандартні методи польових досліджень. Обробка експериментальних даних проводилася з застосуванням ЕОМ.

Наукове новизна. На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблена методика вибору коткуючих робочих органів, параметрів і режимів їх роботи для конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Одержані математичні моделі, що описують вплив вологості і щільності ґрунту на її реологічні показники для двох ґрунтово-кліматичних зон. Проведено аналіз розподілу щільності ґрунту в орному горизонті для умов півдня України і її вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Одержані математичні моделі розподілу щільності ґрунту по глибині в орному горизонті після проходження коткуючих робочих органів у взаємодії з врожайністю сільськогосподарських культур.

Практичне цінність. На основі запропонованої методики розроблені програми для ЕОМ IBM PC/AT, які дозволяють визначати параметри і режими роботи коткуючих робочих органів для реальних умов їх застосування, використання яких дозволить підвищити врожайність сільськогосподарських культур на 4...9%.

Реалізація результатів досліджень. Розроблена методика вибору коткуючих робочих органів, їх параметрів і режимів роботи передана в ВНДІЗГ по НЗ РСФСР (м. Івано-Івано) і впроваджена в деяких господарствах Херсонської області. Реалізація результатів досліджень підтверджується відповідними документами.

Апробація роботи. Головні положення і результати досліджень повідомлені і обговорені на наукових конференціях професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів МІМСГ в 1986...1992р.р. на засіданні секції "Землеробська механіка і програмування врожаїв" відділу механізації і електрифікації сільського господарства ВАСГНІЛ (1986р.), на засіданні Координаційної ради з виконання науково-технічної програми О.сх.71 (МІМСГ 1986р.), на Всесоюзній науково-технічній конференції з сучасних проблем землеробської механіки (1989р.), на засіданні секції "Землеробська механіка і програмування врожаїв" відділу механізації і електрифікації сільського господарства ВАСГНІЛ (Симферополь, 1987р.).

Об'єм роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів і загальних висновків. Вона містить 139 сторінок головного тексту, 31 мал., 33 таблиці, список літератури з 125 найменувань і додаток.

ЗМІСТ РОБОТИ

Результати досліджень на основі аналізу результатів досліджень Ревута І.В., медведєва В.В., УНІПА ім. А.Н.Соколовського, Ю УНІМЕТ, а також, використовуючи публікації закордонних авторів, установлено - найбільш важливим завданням обробки ґрунту є покращення його фізичних властивостей. Щільність ґрунту суттєво впливає на врожайність і виступає одним з головних агротехнічних характеристик ґрунту.

Незважаючи на велике практичне значення ущільнення ґрунту в системі передпосівної і післяпосівної обробки, існуючі способи коткування і засоби для їх здійснення не повністю відповідають агротехнічним вимогам.

Процеси коткування, пов'язані з деформацією ґрунту сільськогосподарськими котками, залишаються маловивченими, в такій мірі, що вимагають додаткових теоретичних досліджень, практичних розробок у взаємодії з конкретними ґрунтово-кліматичними умовами їх застосування.

Проте, незважаючи на достатньо широкий спектр котків ефективність їх застосування залежить від багатьох факторів, включаючи і режим їх роботи. Зональне землеробство перш за все передбачає вибір робочих органів для певних погодних умов року, тому вибір того чи іншого коткуючого знаряддя, його швидкості переміщення і ваги повинен підпорядковуватись умові одержання максимального врожаю.

У дисертаційній роботі були поставлені наступні завдання:

- визначити фіз.-механічні і реологічні властивості темнокаштанових, дерново-підзолистих і сірих лісних ґрунтів;
- розробити окремі конкретні методику розрахунку напрути і щільності ґрунту під деформатором;
- вивчити вплив різних робочих органів ґрунтообробувальних машин на динаміку зміни щільності ґрунту і врожайність сільськогосподарських культур;
- експериментально вивчити вплив головних типів котків і режимів їх роботи на зміну щільності ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур;
- розробити методику визначення щільності ґрунту під коткуючими робочими органами з прогнозуванням врожайності сільськогосподарських культур;

- у виробничих умовах випробувати розроблену методику і довести доцільність її застосування.

В другому розділі розглянуто процес ущільнення ґрунту під дією різного виду деформаторів.

Ґрунтуючись на визначенні механізму зміни щільності циліндру під дією напруг, визначена структура залежності щільності від прикладених напруг. Використовуючи результати досліджень Кравченко В.І., одержані залежності змін щільності від прикладених напруг для різних типів ґрунтів (табл.1).

Таблиця 1
Структура формул для розрахунку щільності ґрунту

Тип ґрунту	$\sigma_{уд} > 0,05 \text{ МПа}$
Загальний	$\rho = \rho_0 e^{\alpha(\sigma_{уд} - \sigma_0)^\gamma}$
Чорнозем	$\rho = Ke^{\frac{W(b + \lambda(\sigma_{уд} - 0,05))}{K}}$ $K \approx 1,25; b \approx 0,0059; \lambda \approx 0,0933$
Сірозем	$\rho = Ke^{\frac{W(b + \lambda(\sigma_{уд} - 0,05))}{K}}$ $K \approx (1,30 - 0,14W); b \approx 0,0018; \lambda \approx 0,06$
Світлий супіщаний ґрунт	$\rho = Ke^{\frac{W(b + \lambda(\sigma_{уд} - 0,05))}{K}}$ $K \approx (1,15 - 0,03W); b \approx 0,0165;$ $\lambda \approx (0,183 - 0,0072W)$

Проте враховуючи що аналітичне визначення величин α і γ можливе тільки при ідеальних умовах функціонування, вони визначались на основі експериментальних даних. Інші параметри

рівнянь такі як вологість W і початкова щільність ρ_0 , а також питомий тиск $\sigma_{уд}$ ми визначаємо на основі реальних умов.

Використовуючи загальну постановку рівняння контактної задачі для лінійно-деформованого середовища, одержана залежність розподілу контактних напруг для деформатерів, поверхня яких описується поліномом третього ступеня (1).

$$P(x) = \frac{\sqrt{a^2 - X^2}}{\pi^2 (v_1 + v_2)} \varphi(x) \ln \left| \frac{X-a}{X} \right| + \varphi'(0)a + \frac{1}{4} \varphi''(0)a^2 + \frac{1}{2} \varphi'''(0)aX, \quad (1)$$

де $\varphi(0) = \frac{b_1}{a}$; $\varphi'(0) = \frac{2b_2}{a}$; $\varphi''(0) = \frac{6b_3}{a} + \frac{b_4}{a^3}$ (2)

$$\varphi(x) = \varphi'(0)X + \frac{1}{2} \varphi''(0)X^2 + \varphi(0);$$

$b_1; b_2; b_3$ - коефіцієнти полінома третього ступеня, які описують поверхню деформатора;

a - довжина напівконтакту деформатора з ґрунтом;

v_1 и v_2 - деформативні сталі ґрунту і робочого органу.

Одним із шляхів використання реологічних характеристик деформованого середовища, не ускладнюючи загальне розв'язання, є об'єднання розв'язання контактної задачі і задачі Фламанга для пружного напівпростору і знаходження компонентів напруги σ_x , σ_y і σ_z

$$\sigma_x = - \frac{2Z}{\pi} \int_{-a}^a \frac{P(x) (S-X) dx}{[(S-X)^2 + Z^2]^2}; \quad (3)$$

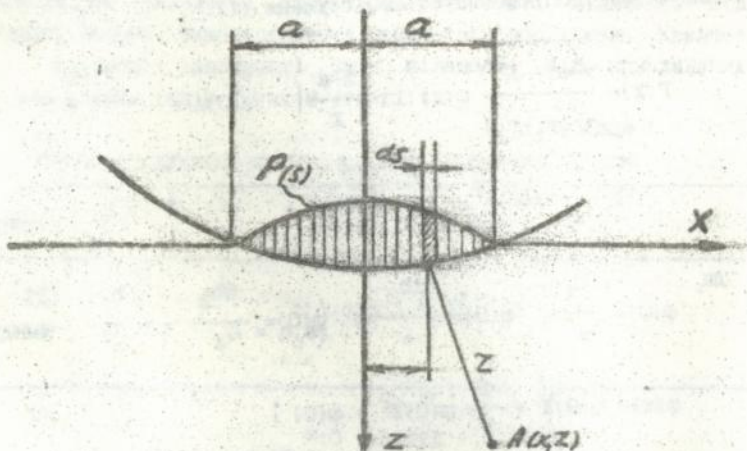
$$\sigma_z = - \frac{2Z^3}{\pi} \int_{-a}^a \frac{P(x) dx}{[(S-X)^2 + Z^2]^2};$$

$$\tau_{xz} = -\frac{2Z^3}{\pi} \int_{-a}^a \frac{P(x)(Z-X) dx}{((S-X)^2 + Z^2)^2}$$

де, згідно схеми (мал.1):

Z - глибина розміщення цікавої для нас точки;

S - відстань від вісі до деформатора.



Мал.1. Схема взаємодії деформатора з ґрунтом.

При використанні одержаного рішення для опису деформації ґрунту робочими органами, утвореними на суцільно поверхнев, а чисельними деформаторами (прутковий каток, кільчато-шпоровий, спіральний), виникають певні складності.

Поскільки, по теорії напруги, розподіл тиску на поверхні деформатора круглої форми визначається рівнянням

$$P(x) = \frac{2P}{\pi a^2} \sqrt{a^2 - x^2} \quad (4)$$

а максимальний тиск деформатора на ґрунт буде відбуватись при розташуванні концентратора напруг в нижній частині траєкторії, використовуючи знайдену відстань між ними L_0 , проінтегрувавши залежність (4) розподілу напруг на деформаторі

закругленої форми в межах від 0 до L_0 , знайдемо тиск на двох сусідніх деформаторах:

$$P(n) = \int_0^{L_0} \frac{2P}{ka^2} \sqrt{a^2 - x^2} dx. \quad (5)$$

Використовуючи вищевикладений підхід, розроблена також модель взаємодії кільчато-зубового котка з ґрунтом для структурних і неструктурних ґрунтів.

У третьому розділі розглянуто програму і методику досліджень. Головною метою експериментальних досліджень була перевірка теоретичних пропозицій і висновків, а також обґрунтування головних режимів роботи і параметрів коткуючих робочих органів. Дослідження проводились в лабораторних і польових умовах.

Напочатку були встановлені залежності деформування ґрунту від величини прикладеної енергії. З цієї метою був виготовлений прилад, який дозволив виявити залежність між прикладеною кінетичною енергією і зміною щільності ґрунтового зривку.

Експерименти проводились відповідно нестандартного плану другого порядку для двох факторів, параметри і рівні варіювання яких подані в таблиці 2.

Експерименти для реалізації такого плану проводились в трикратному повторенні.

Для визначення впливу вологості і щільності на зміну таких реологічних властивостей ґрунту, як модуль пружності - E і модуль зсуву - G , коефіцієнт об'ємної - μ і зсувної в'язкості - η , на основі двофакторного планування експериментів другого порядку використовувалось як стандартне об'єднання, так і спеціально виготовлене.

В зв'язку з тим, що експеримент по стандартному В-оптимальному плану не дав достатнього ступеня наближення, були проведені додаткові експериментальні дослідження показані в матриці планування під номерами 10...16.

Рівні варіювання факторів і інтервал для сірх діючих ґрунтів подано нижче (табл.3).

Таблиця 2

Рівні варіювання факторів для темнокаштанових ґрунтів

Рівень варіювання факторів	Кількість		Енергія діл.
	діл.	шт.	Дж. X_2
Верхній	7		500
Головний	4		250
Нижній	1		125/62,5

Таблиця 3

Рівні варіювання факторів для сірих лісових ґрунтів

Рівень варіювання	Вологість, %		Щільність, г/см ³
	X_1		X_2
Верхній	+	27	1,4
Головний	0	20	1,25
Нижній	-	13	1,1
Інтервал варіювання факторів		7	0,15

Реологічні властивості ґрунту визначались на циліндричних, зразках діаметром 80 мм і висотою 120 мм, підготовлених за єдиною методикою, за допомогою спеціально розробленого обладнання.

При вивченні взаємодії котків з ґрунтом визначальними факторами виступають: питома вага на одиницю робочої ширини кг/м, кратність проходу і робоча швидкість м/с, з критерієм оптимізації - щільність шару 0...5, 5...10, 10...15, 15...20 см. Для проведення експериментальних досліджень використовувався стандартний В-оптимальний план другого порядку для трьох факторів. При цьому для кожного фактору вибирався умовний нульовий рівень, діапазон і ступінь варіювання змінних. Діапазон зміни факторів дорівнює різниці між верхньою і нижньою межею даного фактору. Головні фактори, які впливають на показники якості обробки ґрунту занесені в таблицю 4.

Враховуючі, що кількість варіювальних факторів дорівнює трьом був реалізован стандартний В-оптимальний план експерименту другого порядку, який включає 15 дослідів при десятикратній

Таблиця 4

Рівні варіювання факторів

Рівні варіювання факторів	Кембріджский			ЗККШ-6			Гладкий		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
	кг/м		м/с	кг/м		м/с	кг/м		м/с
Верхній +1	650	3	9	550	3	9	550	3	9
Головний 0	575	2	6	450	2	6	475	2	6
Нижній -1	500	1	3	350	1	3	400	1	3
Інтервал варіювання факторів, ε	75	1	3	100	1	3	75	1	3

повторності.

Для виміру щільності використовувався радіоізотопний щільновимірвач РПШ-2, який дозволив швидко визначити щільність ґрунту у визначеному шарі до і після проходження знаряддя.

З метою вивчення впливу коткувальних робочих органів на зміну структури посівного шару в навчальному господарстві МІМОГ проводились дослідження при різних комбінаціях котків і знаряддя головної обробки ґрунту. Агротехнічна оцінка якості роботи кожного агрегату чи знаряддя, а також комбінації з них, проводилась відповідно ГОСТ 20915-75 за наступними показниками: зміна гребнястості, кришіння і брилистості ґрунту.

Для вивчення впливу операції коткування дерново-підзолистих ґрунтів на врожайність с.г. культур був поставлений експеримент з використанням В-оптимального плану другого порядку з двома факторами (табл.5).

Таблиця 5.

Рівні варіювання факторів

Рівні варіювання факторів	X ₁ , кг/м	X ₂ , км/ч
Верхній +1	580	12
Головний 0	500	8
Нижній -1	420	4
Інтервал варіювання факторів, ε	80	4

В якості каткувального робочого органу взятий напівоб'ємний тизний для цієї зони коток - кільчато-зубовий (кембріджський). Параметр оптимізації - врожайність овсяно-горохової суміші.

Після каткування ґрунту кільчато-зубовим котком за горизонтами 0...10; 10...20; 20...30 см в точках, які віддалені від колії сільськогосподарських машин не менш як 0,3 м, вимірювалась щільність ґрунту в десятикратній повторності.

В четвертому розділі наведені результати лабораторних та польових досліджень, дані математичні моделі відповідно реалізованих планів експериментів.

Для проведення статистичної обробки експериментальних даних використовувалось спеціалізоване програмове забезпечення на IBM PC/AT -286. Реалізація несиметричного плану експерименту після обробки даних, дозволила одержати рівняння регресії другого порядку для двох факторів, що адекватно описує процес зміни щільності зразка ґрунту величини і кількості дій.

$$\rho = 1,843 + 0,215X_1 + 0,244X_2 + 0,104X_1X_2 - 0,917X_1^2 - 0,127X_2^2.$$

Згідно викладених методик, у відповідності до рівнянь стану ґрунту, експериментальна частина досліджень реологічних властивостей ґрунтів включала:

Модуль пружності при об'ємних деформаціях	$E, \text{H/cm}^2$
Модуль пружності при зсувних деформаціях	$G, \text{H/cm}^2$
Коефіцієнт в'язкості при об'ємних деформаціях	$\mu, \text{H}\cdot\text{с/cm}^2$
Коефіцієнт в'язкості при зсувних деформаціях	$\eta, \text{H}\cdot\text{с/cm}^2$

Були досліджені три типи ґрунтів і одержано рівняння регресії, яке адекватно описує вивчену залежність:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 + b_4X_1^2 + b_5X_2^2.$$

Коефіцієнти рівнянь регресії для двох типів ґрунтів, які необхідні для визначення реологічних показників дані в таблиці 6.

Аналіз кореляційного зв'язку між неоднорідністю щільності ґрунту і врожайністю показав високий рівень статистичного зв'язку (табл.7).

За результатами досліджень одержані залежності ущільнення ґрунту різними типами котків (табл.8) по шарах в зв'язку з типом котка, його питомого навантаження на ґрунт, кратності проходу

Таблиця 6.

Значення коефіцієнтів регресії для оцінки реологічних показників ґрунту

Коефі- цієнт регресії	Реологічні показники для ґрунтів							
	дерново-підзолистих				сірих лісових			
	Е	С	ц	η	Е	С	ц	η
b_0	1384,5	533,7	0,055	0,559	2041,5	874,5	0,042	0,442
b_1	-2082,3	-795,0	-0,002	-0,019	-1514,4	-841,1	-0,090	-0,076
b_2	752,9	291,2	0,017	0,172	1018,4	773,5	0,015	0,143
b_3	-713,9	-272,6	0,009	0,091	-712,4	-676,1	-	-
b_4	-1299,1	501,9	0,004	0,038	-18,4	-25,0	0,003	0,057
b_5	-125	65,6	-	-	376,0	394,0	0,008	0,085

Таблиця 7

Взаємозв'язок між неоднорідністю щільності ґрунту і врожайністю сільськогосподарських культур

Шар ґрунту, см	Коеф. кореляції між врожайністю і неоднорідністю значень щільності
0...14	0,74
14...28	0,63
0...28	0,69

! швидкості руху котка які мають вид:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_1 X_2 + b_5 X_1 X_3 + b_6 X_2 X_3 + b_7 X_1 X_2 X_3 + b_8 X_1^2 + b_9 X_2^2 + b_{10} X_3^2$$

На основі експерименту одержані рівняння регресії для визначення зміни щільності орного горизонту при обробці кольчато-зубовим котком з різною питомою вагою і швидкостями обробки, а також рівняння регресії врожайності овсяно-горохової суміші в зв'язку з приведеними факторами. Коефіцієнти регресії другого порядку (табл.9) дозволяють, використовувачи типові рівняння, одержати вищевикладені математичні моделі.

За рівнянням регресії, описуючому залежність врожайності овсяно-горохової суміші від швидкості кольчато-зубового котку і

Таблиця 8.

Значення коефіцієнтів регресії для оцінки зміни щільності

Коеф. регресії	Кембріджский				ЗКШ-6			
	0 - 5 см	5 - 10 см	10-15 см	15-20 см	0 - 5 см	5 - 10 см	10-15 см	15 - 20 см
b_0	1,236	1,347	1,395	1,410	1,020	1,280	1,330	1,340
b_1	0,096	0,062	0,066	0,071	0,029	0,013	0,025	0,031
b_2	0,078	0,066	0,059	0,047	0,020	0,023	0,027	0,030
b_3	-0,010	-0,015	-0,014	-0,012	-0,011	-	-0,009	-0,008
b_4	0,035	-0,014	-0,002	0,018	-0,021	-	-0,015	-0,017
b_5	0,026	0,011	0,008	-0,020	0,013	0,016	0,012	-
b_6	-0,014	-0,004	0,004	0,027	-	-0,050	-	0,014
b_7	0,018	0,006	-0,002	-0,012	-	-	-0,009	-0,026
b_8	-0,063	-0,018	-	-0,011	0,025	-	-0,020	-0,031
b_9	0,017	0,020	-	0,017	0,038	-0,023	-0,014	-
b_{10}	0,020	0,006	-0,002	-0,031	-0,037	-0,013	-0,009	-

Таблиця 9

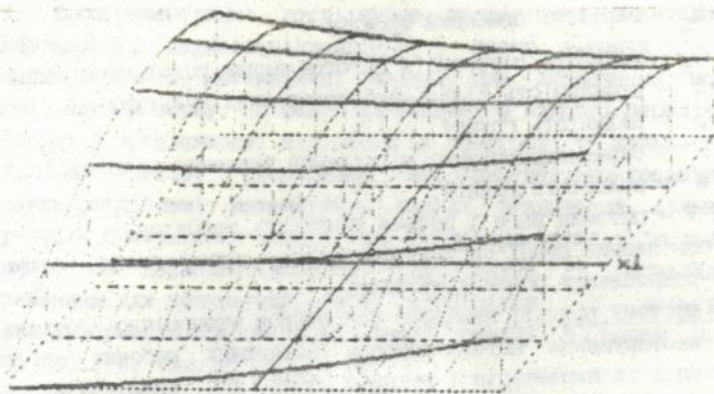
Значення коефіцієнтів регресії для оцінки зміни щільності ґрунту і врожайності

Коеф. регресії	Шар ґрунту, см			За врожайність
	0...10	10...20	20...30	
b_0	1,231	1,275	1,430	125,094
b_1	-0,011	0,028	0,010	1,367
b_2	0,068	0,112	0,074	-22,971
b_3	-0,002	0,027	-0,030	15,763
b_4	-0,010	-0,012	0,031	6,508
b_5	0,005	0,039	0,090	-48,579

його питомого тиску, на мал.2 представлена поверхня відгуку, що дозволяє гадати про роль обґрунтованого використання котків.

Проведена порівняльна оцінка розхункових показників щільності, за запропонованими у другому розділі математичними моделями взаємодії котку з ґрунтом і результатами

експериментальних даних для одинакових типів котків, показала можливість використання цих моделей з певною достовірністю при оцінженні робочих параметрів.



Мал.2. Поверхня відгуку по впливу режимів роботи кольчатозубового котку на врожай.

В п'ятому розділі представлені моделі прогнозування щільності ґрунту по шарах після проходження трьох типів котків і оптимізації геометричних параметрів та режимів роботи коткуючих робочих органів, розроблені на основі результатів досліджень.

Перша методика базується на експериментальних даних, одержаних при мехових умовах стану ґрунту по вологості для конкретної ґрунтово-кліматичної зони. Суть даної методики полягає в системі визначення щільності ґрунту по шарах після проходження одного з трьох типів котків при різній питомій вазі і швидкості котку в зв'язку із вологістю ґрунту в межах раніше проведених досліджень. На основі запропонованої методики розроблена програма на ЕОМ, яка з високим ступенем певності дозволяє визначити щільність ґрунту по шарах для головних типів котків. Розходження між розрахунками на ЕОМ і практичними даними не переважають 3-5%.

Друга методика заснована на математичній моделі впливу на врожайність с.г. культур показників роботи коткуючих робочих органів (експериментальні дослідження) і математичних моделях взаємодії коткуючих робочих органів з ґрунтом (теоретичні дослідження). Це може бути описано системою:

$$\begin{cases} \varphi = f(P, \sigma_p) = \varphi_{\max}; \\ \rho = f(P, V, W) = \rho_{\text{опт}}; \\ \sigma_p = \sigma_{p\text{min}}; \\ \varphi_Q - Z_k > 0, \end{cases} \quad (5.2)$$

де φ_Q - вартість прибавки врожаю;

Z_k - витрати, пов'язані з виготовленням нової конструкції;

Q - врожайність сільськогосподарських культур;

ρ - щільність ґрунту;

σ_p - середньоквадратичне відхилення значення щільності;

W - вологість ґрунту;

P і V - питомі вага і робоча швидкість зняття.

Розв'язання даної системи дозволяє оптимізувати параметри найкращо розроблених робочих органів.

В шостому розділі наведено розрахунок економічної ефективності застосування методу вибору каткових робочих органів, оптимізації їх параметрів і режимів роботи для кольчатого-зубового котку за рахунок підвищення врожайності, який склав 7765930 крб.

Загальні висновки

1. В результаті досліджень впливу різних робочих органів на неоднорідність технологічних властивостей орного горизонту одержані номограми і мозаїки розподілу щільності і вологості, які наочно характеризують взаємозв'язок між засобами обробітку і розподілом щільності ґрунту на ботарі і під зрошенням.

Коефіцієнт кореляції між середньоквадратичним відхиленням значень щільності і врожайності с.г. культур знаходиться в межах 0,5...0,9, особливо він значний при недостатній вологості орного горизонту.

2. Теоретичний аналіз процесу взаємодії різних типів робочих органів з ґрунтом, враховуючи реологічні показники дозволив:

- визначити залежність деформації ґрунту від прикладеної напруги в загальному вигляді, яка має експоненціальний характер;

- розв'язати контактну задачу для деформаторів, поверхня яких описується поліномом третьої ступені, одержавши при цьому залежність між контактними напруженнями і формою деформатора з урахуванням реологічних властивостей та прикладеного навантаження.

(ваги знаряддя).

- визначити залежність зміни щільності ґрунту при взаємодії з коткуючими робочими органами, повертня яких описується поліномом третього ступеня, та типу пруткового і каморіджського.

3. Експериментальні дослідження реологічних властивостей темнокаштанових, дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів дозволили отримати математичні моделі для визначення модуля пружності, модуля зсуву, об'ємної та зсувної в'язкості перелічених типів ґрунтів в залежності від зміни їх вологості та щільності.

4. На основі проведених експериментально-теоретичних досліджень розроблені математичні моделі визначення щільності ґрунту після проходження котків типу "каморіджський", "колючато-шпоровий", що дозволяє вибрати тип котку з прикладеним навантаженням для конкретних умов вирощування с.г. культур і одержати інформацію про зміни щільності ґрунту в шарах 0...5, 5...10, 10...15, 15...20 см.

5. Експериментальні дослідження коткуючих робочих органів дозволили отримати математичну модель ^{впливу} зміни щільності ґрунту на врожайність с.г. культур.

За результатами досліджень найбільший врожай зеленої маси овсяно-горохової суміші одержано на ділянках з щільністю ґрунту 1,21...1,24 г/см³, причому біля високий ступінь впливу на врожай має шар 0...10 см.

6. При вірному виборі режимів роботи котка збільшення врожайності овсяно-горохової суміші склало 28% в порівнянні з рекомендованими режимами роботи агрегата.

Головні положення дисертації вислаidenі в наступних роботах:

1. Алба В.Д., Брусинец А.Г. Исследование деформационных свойств почв // Совершенствование рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин / Мелитопольский ин-т механизации сел.хоз-ва. - Мелитополь, 1987. - с. 94-100. - 20.04.87, N 220/12 ВС-87 Деп.

2. Алба В.Д., Шумилова В.А. Влияние рабочих органов при основной обработке почвы на распределение влажности и плотности в пахотном горизонте // Совершенствование рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин / Мелит. ин-т механизации сел.хоз-ва. - Мелитополь, 1987. - с. 101-106. - Рукопись деп. во ВНИТЭИ-агропром 20.04.87. N 220/13 ВС - 87 Деп.

3. Кущнарєв А.С., Шанина З.М., Шумилова В.А., Алба В.Д. Зубчатые рабочие органы к культиваторам // Земледелие. - 1988. - N

4. Шумилова В.А., Алба В.Д., Дереза С.В. Влияние неоднородности плотности пахотного горизонта на урожай // Всесоюз. науч.-тех. конф. по современным проблемам земледельческой механики. Мелитополь, 20-22 июня 1989. Тез. докл. - М., 1989. - с. 33.

5. Кушнарєв А.С., Алба В.Д. Выбор способа основной обработки почвы // Теория и расчет почвообрабатывающих машин: Сб. науч. тр. / ВИМ., т. 120. - М., 1989. - с. 158-164.

6. Стефановский Б.С., Алба В.Д., Кенджаев О.Р. Определение зависимостей для обобщения экспериментальных данных по уплотнению почвы // Теория и расчет почвообрабатывающих машин: Сб. науч. тр. / ВИМ., т. 120. - М., 1989. - с. 213-218.

7. Алба В.Д., Шумилова В.А., Албов А.М. Неоднородность распределения плотности в пахотном горизонте при обработке различными органами и влияние на урожай // Земледельческая механика и программирование урожаев / МИМСХ. - Мелитополь, 1988. - с. 48-54. Деп. во ВНИИТЭИагропром 02.02.89. N106/4.

8. Алба В.Д., Кенджаев О.Р., Меликян Ю.В. К определению реологических свойств почвы // Науч.-технический бюллетень ВИМ. - 1990. - Вып. 77. - с. 11-13.

9. А.с. /СССР/. Почвообрабатывающий каток (Смирнов В.Д., Алба В.Д.) МИМСХ. - Спубл. в Б.И. 1992 N 23 /в соавторстве/.

10. Алба В.Д., Бутко В.Д. Взаимодействие деформатора с почвой // Проблемы механизации технологических процессов и повышения эффективности эксплуатации техники в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. / МИМСХ. - К., 1992. - с. 67-68.

11. Алба В.Д., Бутко В.Д. Роль катка в почвообрабатывающем агрегате // Проблемы механизации технологических процессов и повышения эффективности эксплуатации техники в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. / МИМСХ. - К., 1992. - с. 68-69.

12. Shevchenko I.A., Antonov E.E., Alba V.D. The influence on nonhomogeneity of compaction plowed soil horizon on crop yield and optimization of working parts parameters // Protection of Soil Environment by Avoidance of Compaction & Proper Soil Tillage / Volume 1. - Melitopol. - 1993. - P. 53-56.

13. Shevchenko I.A., Alba V.D., Boubelov V.V., Alba S.D. Methods of influence and optimization of zone working tools for rollers // Protection of Soil Environment by Avoidance of Compaction & Proper Soil Tillage / Volume 1. - Melitopol. - 1993. - P. 53-56.

К печати 20.10.93 г. Форм.бум.60х90 1/16

Объем 1 п.л. Тираж 100 экз. Заказ N 127

Печатно-множительный участок МИМСХ

332339, Мелитополь, пр.Б.Хмельницкого, 18

AB 28.523